



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU**



RENYMARA HANNA MACÊDO SANTOS

**ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO: UMA ANÁLISE
CURRICULAR E FORMATIVA**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO**

Ouro Preto, 2023

RENYMARA HANNA MACÊDO SANTOS

**ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO: UMA ANÁLISE
CURRICULAR E FORMATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Adrielle de Carvalho Santana

Ouro Preto Escola de Minas – UFOP

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CONTROLE E
AUTOMACAO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Renymara Hanna Macêdo Santos

Engenharia de Controle e Automação: Uma Análise Curricular e Formativa

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Controle e Automação

Aprovada em 18 de abril de 2023

Membros da banca

Profa. Dra. Adrielle de Carvalho Santana - Orientadora (DECAT - Universidade Federal de Ouro Preto)
Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis - Convidado (DECAT - Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Dra. Luciana Gomes Castanheira - Convidada (DECAT - Universidade Federal de Ouro Preto)

Adrielle de Carvalho Santana, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 03/05/2023



Documento assinado eletronicamente por **Adrielle de Carvalho Santana, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/05/2023, às 09:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0510818** e o código CRC **0A7BF907**.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Formulação do problema	8
1.2 Objetivo geral e objetivos específicos	9
1.2.1 Objetivo geral	9
1.2.2 Objetivos específicos	9
1.3 Justificativa do trabalho	10
1.4 Estrutura do trabalho	10
2 REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA E MÉTODO	11
2.1 Revisão Narrativa de Literatura	11
2.2 Planejamento da Revisão Narrativa	11
3 PRÉ - PROCESSAMENTO DOS DADOS	13
3.1 Classificação dos trabalhos	13
3.2 Análise de dados	15
3.3 Organização da discussão	17
3.4 Matrizes Curriculares	18
4 DISCUSSÃO	31
4.1 Categoria Analítica do curso de Engenharia de Controle e Automação	31
4.2 Análise Curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação	37
4.2.1 Análise dos currículos apresentados	40
4.3 Curricularização da extensão	41
5 CONCLUSÃO	43
5.1 Trabalhos futuros	43
REFERÊNCIAS	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abordagem dos descritores utilizados	15
Figura 2 - Abordagem pelo tipo de trabalho	16
Figura 3 - Abordagem pelo objetivo do trabalho	17

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos selecionados com seus respectivos títulos, descritores utilizados e objetivos	13
Quadro 2 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Catarina	18
Quadro 3 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Uberlândia	19
Quadro 4 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET – MG	20
Quadro 5 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria	23
Quadro 6- Requisitos Gerais do Instituto (General Institute Requirements-GIRs)	24
Quadro 7 - Programa Departamental das Disciplinas	25
Quadro 8 – Disciplinas da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign	26
Quadro 9 - Programa de Bacharelado	27
Quadro 10 - Programa de Mestrado	28
Quadro 11 - Grade do Bacharel em Ciências ETH em Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação	29
Quadro 12 - Programa de mestrado	30

RESUMO

O curso de Engenharia de Controle e Automação e o estudo de sua estrutura curricular vêm sendo alvo de diversos debates, especialmente de como esse curso é implementado e como os profissionais da área são formados para o mercado de trabalho. Nesse prisma, diante do contexto de análise da grade curricular do curso, muitos quesitos podem ser discutidos, bem como a forma em que as disciplinas começaram a ser incorporadas com o passar do tempo. Assim, analisar a estrutura do currículo do curso e entender o percurso histórico para que ele atingisse a grade atual se torna interessante. Partindo desse pressuposto o trabalho averiguou, por meio de uma revisão de literatura como meio metodológico, o curso de Engenharia de Controle e Automação no Brasil levando em consideração aspectos históricos e curriculares do mesmo, com especial atenção do curso na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), avaliando-a a partir dos cursos similares disponibilizados tanto no Brasil quanto ao redor do mundo. Ficou evidenciado pelo estudo a importância do profissional de Engenharia de Controle e Automação em um ecossistema de constante crescimento de produtividade e sistemas automatizados, o que torna indispensável uma avaliação da matriz curricular responsável pela capacitação desses profissionais para o mercado de trabalho. Dessa forma, a pesquisa apresentou alternativas para melhoria da satisfação e aprendizado do curso, buscando facilitar e aprimorar o processo de formação de futuros engenheiros.

Palavras-chave: Engenharia de Controle e Automação. Currículo. UFOP. Matriz Curricular.

ABSTRACT

The Control and Automation Engineering course and the study of its curricular structure have been the subject of several debates, especially on how this course is implemented and how professionals in the area are trained for the job market. Under this perspective, in the context of analyzing the course curriculum, many issues can be discussed, as well as the way in which the disciplines began to be incorporated over time. Thus, analyzing the structure of the course curriculum and understanding the historical path for it to reach the current grade becomes interesting. Based on this assumption, the work investigated, through a literature review as a methodological means, the Control and Automation Engineering course in Brazil, taking into account its historical and curricular aspects, with special attention to the course at the Federal University of Ouro Preto (UFOP), evaluating it from similar courses available both in Brazil and around the world. The study has evidenced the importance of the Control and Automation Engineering professional in an ecosystem of constant productivity growth and automated systems, which makes it essential to evaluate the curriculum responsible for training these professionals for the job market. In this way, the research presented alternatives to improve the satisfaction and learning of the course, seeking to facilitate and improve the process of training future engineers.

Keywords: Control and Automation Engineering. Curriculum. UFOP.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do problema

O curso de Engenharia de Controle e Automação é muito abrangente, formando profissionais que podem atuar em diferentes áreas de trabalho e estarem aptos a atender às crescentes e mutáveis demandas trazidas pelas mudanças sociais, econômicas e tecnológicas. Esses profissionais podem atuar em áreas onde a tecnologia de automação e do controle automático são aplicadas, seja industrial, residencial, hospitalar, agropecuária, entre outras.

Os cursos de Controle e Automação começaram logo após a Segunda Guerra Mundial, sendo a criação do computador um fato histórico muito necessário para a sua criação (PUC, 2002).

No Brasil, a história do início da implementação do curso de Engenharia de Controle e Automação remonta a 1953, quando o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) ensinou controle automático pela primeira vez. Desde então, o campo da automação – termo usado para designar a ciência e a Engenharia de Controle e Automação no Brasil – cresceu rapidamente nas Universidades brasileiras, com destaque para os cursos de Controle Dinâmico de Sistemas da USP e Unicamp, já no início dos anos 1970 (UFOP, 2022).

As disciplinas de Controle e Automação começaram a ser incorporadas aos cursos de engenharia e surgiram, então, os cursos de Engenharia de Controle e Automação. No Brasil, as disciplinas de controle foram inicialmente incorporadas aos cursos de engenharia elétrica ou eletrônica. O primeiro lote de cursos de Engenharia de Controle e Automação, como cursos de graduação, foram formados na década de 1980. A nível de graduação, surgiram na Escola Politécnica da USP, sob a denominação de Engenharia Mecânica – Habilitação Automação e Sistemas e as ênfases em Controle e Automação em cursos de Engenharia Elétrica.

Do ponto de vista mundial, já na década de 1940, as disciplinas de controle começaram a ser ensinadas nos cursos de engenharia, e nos Estados Unidos e na Europa Ocidental, essas disciplinas foram introduzidas principalmente nos cursos de engenharia elétrica. Nesta mesma década, já existiam programas de engenharia relacionados a sistemas eletromecânicos nos Estados Unidos, Canadá, Europa e Ásia.

O primeiro curso específico de Engenharia de Controle foi formalmente constituído na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 1990, que propôs o currículo de uma habilitação específica de engenharia para o projeto, a operação e a manutenção de sistemas automatizados. Quando o curso foi oferecido, os aparatos legislativos brasileiros relacionados

ao ensino de engenharia não eram flexíveis o suficiente para introduzir uma engenharia como a de controle, que só foi finalmente definida formalmente com qualificações específicas em controle e automação advinda das áreas de elétrica e mecânica do Curso de Engenharia (RODRIGUES, 2004).

Consciente da necessidade e relevância da formação de engenheiros de controle e automação no Brasil, o Ministério da Educação adotou a Resolução nº 427, de 5 de março de 1999 que discrimina a atividade profissional de engenheiros de controle e automação (CONFEA, 1999).

Portanto, é interessante estudar os cursos implementados para essa área específica da engenharia no Brasil, bem como métodos para garantir a qualidade dos profissionais formados, além de analisar as questões que surgem ao se planejar e implantar um novo curso, desde os aspectos legais (formação mínima, registro profissional) até as práticas pedagógicas a serem utilizadas.

Diante disso, apresenta-se neste trabalho uma análise da Engenharia de Controle e Automação no Brasil levando em conta aspectos históricos e curriculares do mesmo, com uma verificação mais detalhada do curso na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), comparando-a diante dos cursos similares disponibilizados tanto no Brasil quanto ao redor do mundo.

Nesse sentido, propõe-se que o estudo possa abranger as questões do percurso histórico de implementação do curso no Brasil, delineando a situação atual dos currículos dispostos no Brasil e, em especial, do curso na UFOP.

Logo este trabalho busca responder a seguinte questão: Como o curso de Engenharia de Controle e Automação evoluiu ao longo da história do Brasil consolidando suas características importantes e inerentes e como ele se compara com os outros cursos semelhantes disponíveis globalmente?

1.2 Objetivo geral e objetivos específicos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o percurso histórico do curso de Engenharia de Controle e Automação no Brasil, com especial atenção ao curso da UFOP, traçando o currículo do mesmo e perpassando as características importantes inerentes ao curso.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar uma análise histórica da implementação do curso de Engenharia de

Controle e Automação no Brasil e no mundo;

- Discutir pontos importantes do curso, bem como sua importância no desenvolvimento da indústria 4.0;
- Avaliar o curso de Engenharia de Controle e Automação na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), comparando-o com outros cursos disponibilizados ao redor do mundo;

1.3 Justificativa do trabalho

Diante da consciência dos desenvolvimentos tecnológicos em um mundo cada vez mais interconectado, das mudanças nos padrões de gestão observadas a partir da Revolução Industrial e do reconhecimento de que a Engenharia de Controle e Automação e seu trabalho técnico é desenvolvido por meio da globalização em todo o mercado internacional, surgiu a intenção de desenvolver este trabalho. Dessa forma, o trabalho decorre da avaliação do percurso histórico traçado pelo curso de Engenharia de Controle e Automação no Brasil, delineando os currículos dos cursos, e em especial, fazendo uma análise do curso na Universidade Federal de Ouro Preto, de modo a perpassar uma análise comparativa a outros cursos disponibilizados ao redor do mundo, no intuito, assim, de entender a formação desses profissionais e sugerir melhorias e inovações ao curso da UFOP.

1.4 Estrutura do trabalho

O primeiro capítulo deste trabalho apresenta o tema e o objetivo da pesquisa. O papel do segundo capítulo é apresentar os métodos de pesquisa utilizados, esclarecer os principais pontos da revisão narrativa da literatura e como ela foi realizada neste trabalho. O terceiro capítulo apresenta o desenvolvimento da pesquisa e organização dos dados coletados. O quarto capítulo apresenta os resultados e discussão do trabalho e o quinto capítulo traz as considerações finais e as sugestões de trabalhos futuros.

2 REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA E MÉTODO

2.1 Revisão Narrativa de Literatura

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia de pesquisa utilizada e articular a essência da revisão literária narrativa e como ela funciona neste trabalho. A metodologia utilizada será a Revisão de literatura do tipo narrativa.

A revisão de literatura é o processo de pesquisar, analisar e descrever um corpo de conhecimento a fim de encontrar respostas para perguntas específicas. Logo, abrange todo o material relevante escrito sobre determinado tópico, sendo encontrado em livros, artigos, registros da história, trabalhos acadêmicos entre outros tipos.

O tipo de revisão de literatura utilizada foi a narrativa, que é considerada a revisão tradicional ou exploratória. A busca pelos estudos não precisa esgotar as fontes de informações. Assim, não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas. A seleção dos estudos e a interpretação das informações podem estar sujeitas à subjetividade dos autores (ROTHER, 2007).

2.2 Planejamento da Revisão Narrativa

Os materiais foram pesquisados em bases de dados científicas a partir do Google Acadêmico, site de busca de artigos utilizado que fornece ferramentas para busca de pesquisas acadêmicas. Assim, reúne inúmeras fontes, incrementando a pesquisa realizada. Ademais, utilizou-se também a Plataforma de Periódicos Capes, disponibilizada no site da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), além de sites de Universidades brasileiras que disponibilizam o curso, como a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Em conclusão, o material foi lido na íntegra, dividido em categorias (classificações) e por fim analisado criticamente.

O método de análise dos dados foi realizado em três etapas: (i) pré-análise, (ii) exploração do material, (iii) tratamento, inferência e interpretação dos resultados. Portanto, na fase de pré-análise, foi realizada uma leitura geral de todo o material. Durante a fase de exploração do material, foram construídas operações de codificação, onde os dados foram organizados em categorias (agrupamentos que se tornam fragmentos de texto indicativos). Finalmente, os resultados, raciocínio e interpretação são processados para responder à questão de pesquisa.

De forma preliminar, os trabalhos científicos foram buscados nas bases de dados

selecionadas com os seguintes descritores: Engenharia de Controle e Automação; análise curricular; UFOP; Control Engineering; Automation Engineering.

Os dados coletados para a seleção dos trabalhos tiveram os seguintes critérios de inclusão: resumos completos em português na base de dados pesquisada, o alvo ser interessante para a revisão narrativa atual e a plataforma estar disponível gratuitamente. Portanto, foram considerados como critérios de exclusão: trabalhos que tratassem apenas da Engenharia de Automação, mas não no viés curricular do curso.

Para tanto, foram selecionados 28 trabalhos que abordam esse tema e, após leitura cuidadosa, foram encontrados 12 trabalhos que atingiram o objetivo da pesquisa ao apresentarem temas relacionados. Neles se discute sobre o curso de Engenharia de Automação, sobre o profissional e o mercado de trabalho relacionado ao curso, além da análise do currículo do curso na UFOP, delineando todas as especificidades do currículo do curso nessa instituição.

Depois da leitura dos resumos dos 12 trabalhos restantes foram retirados 5 por não atenderem de forma específica o que o presente estudo pretendia. Após isso, restaram 7 produções científicas que integraram a análise para a presente revisão narrativa. Sendo válido ressaltar que também faz parte do material de revisão uma análise do curso com base nas informações dos sites de instituições que oferecem cursos de Engenharia de Controle e Automação no Brasil e no mundo.

3 PRÉ - PROCESSAMENTO DOS DADOS

O quadro 1 traz a caracterização dos trabalhos, pelo título, descritores utilizados pelos mesmos possibilitando uma visão ampla dos trabalhos escolhidos e objetivos.

3.1 Classificação dos trabalhos

Quadro 1 - Trabalhos selecionados com seus respectivos títulos, descritores utilizados e objetivos

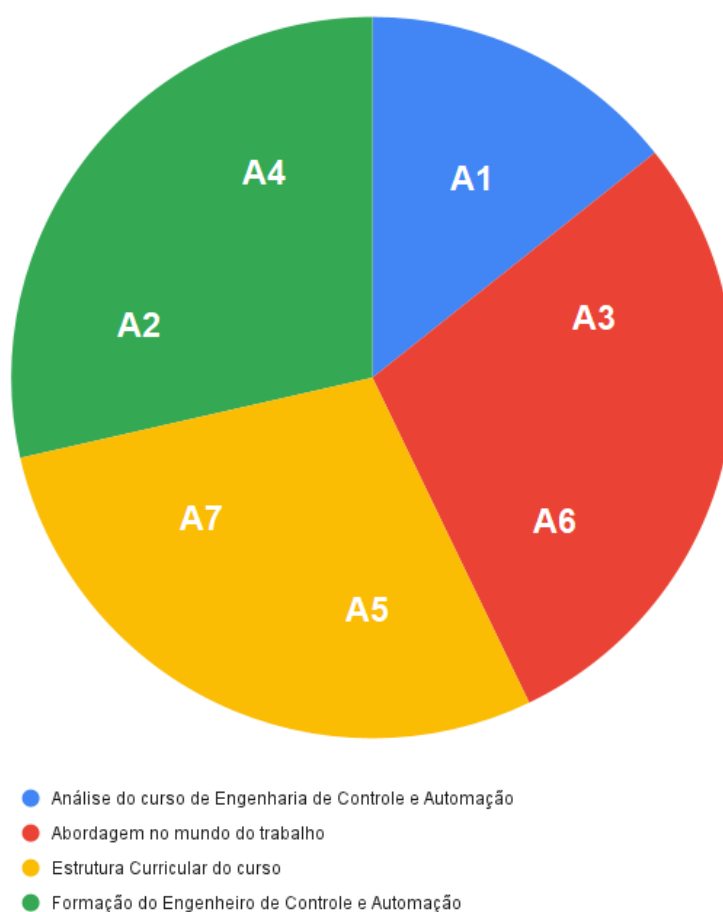
ID	Título	Descritores utilizados	Objetivos
A1	Estudo e análise do aprendizado em um curso de Engenharia de Controle e Automação Autor: FORTES (2018)	Ensino de Engenharia, Metodologia de Ensino, Aprendizado	Analisar o aprendizado do aluno no curso de Engenharia de Controle e Automação da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
A2	Um modelo para a Engenharia de Controle no Brasil Autor: RODRIGUES (2004)	Engenharia de Controle, Automação, Educação, Pedagogia, Formação	Oferecer subsídios racionais (modelos) que promovam a melhoria dessa formação
A3	Cursos de Engenharia de Controle e Automação: uma abordagem ao mundo do trabalho Autores: MORENO; AQUINO (2000)	Instrumentação, Automação Industrial, Mecatrônica, Diretrizes Curriculares, Controladores Lógicos Programáveis	Buscar a adaptação do currículo do CEFET-RJ para implantação do curso de engenharia industrial de controle e automação, tendo em vista as necessidades atuais do mundo do trabalho no mercado do Rio de Janeiro

A4	Elementos intervencionistas ao processo de ensino-aprendizagem para melhoria da qualidade dos cursos de Engenharia de Controle e Automação Autor: NASCIMENTO (2021)	Qualidade dos Cursos de Engenharia, Abordagem Mista de Ensino, Elementos do Processo de Ensino-aprendizagem	Avaliar quesitos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem para melhoria da qualidade no ensino de Engenharia de Controle e Automação.
A5	A estrutura curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG concebida por eixos de conteúdos e atividades Autor: TOLEDO (2006)	Estrutura curricular, Eixo de Conteúdos e Atividades, Engenharia de Controle e Automação, Competência Profissional	Analisar aspectos da concepção e criação da Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Controle e Automação implantado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais concebida por Eixos de Conteúdos e Atividades.
A6	A formação do engenheiro de controle e automação: o empreendedorismo acadêmico e possibilidades de interação Universidade, empresa e governo Autor: BENCKE; HAHN (2021)	Empreendedorismo Acadêmico, Tríplice Hélice, Engenheiro de Controle e Automação	Analisar a contribuição do empreendedorismo acadêmico e a interação Universidade, empresa e governo para a formação do engenheiro de controle e automação do IFSC.
A7	Aspectos do planejamento curricular e da atividade de ensino em Engenharia de Controle e Automação Autor: JÚNIOR (1991)	Engenharia de Controle e Automação, Planejamento Curricular, Experiências de Aprendizagem, Objetivos de Formação, Ensino de Laboratório	É situar, do ponto de vista do planejamento curricular e da atividade de ensino, os fatores que vão influir diretamente na qualidade do currículo do CECAL.

3.2 Análise de dados

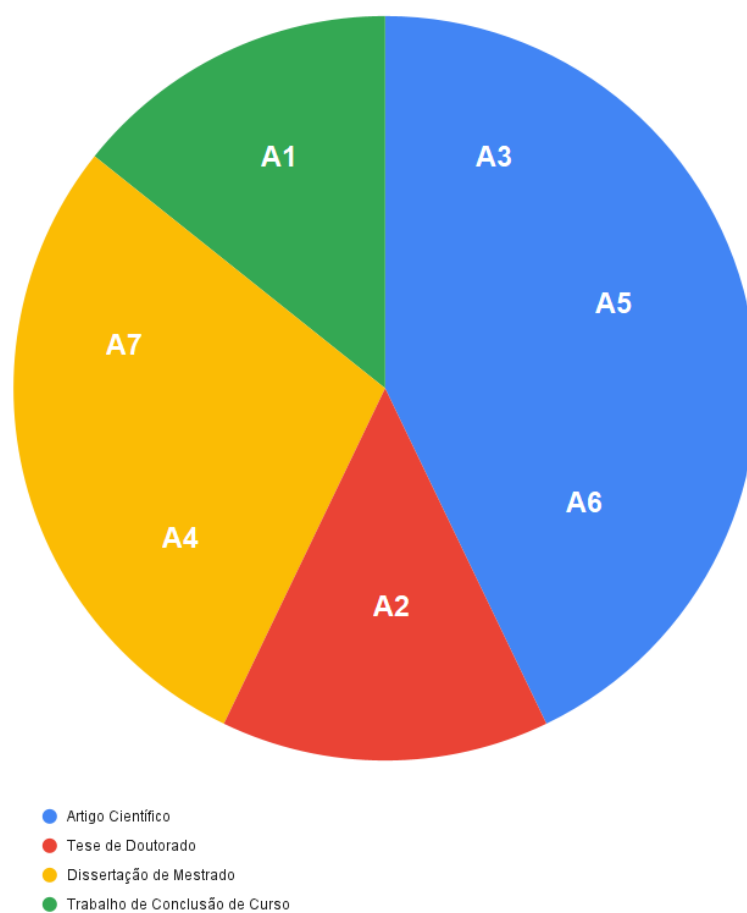
De acordo com a classificação dos trabalhos, tem-se que a maioria dos trabalhos selecionados retratam o currículo e estrutura do curso de Engenharia de Controle e Automação, alguns deles abordam sobre a relação do curso e a indústria 4.0, além do breve histórico de consolidação do curso no país. A Figura 1 a seguir traz a distribuição dos trabalhos de acordo com os descritores utilizados por cada e a semelhança na abordagem.

Figura 1 - Abordagem dos descritores utilizados



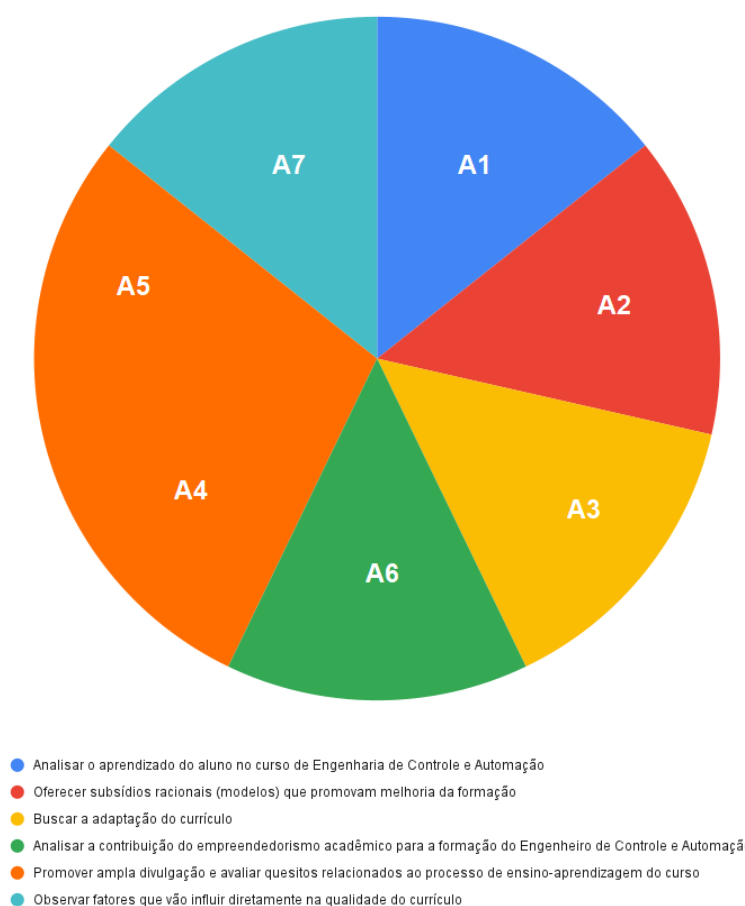
No que diz respeito ao tipo de trabalho, os trabalhos foram do tipo Trabalho de Conclusão de Curso, Tese de Doutorado, Artigos Científicos e Dissertações de Mestrado. Tal distribuição aconteceu da forma mostrada na Figura 2.

Figura 2 - Abordagem pelo tipo de trabalho



Mediante aos objetivos, os trabalhos selecionados são representados na Figura 3 a seguir:

Figura 3 - Abordagem pelo objetivo do trabalho



3.3 Organização da discussão

Levando em consideração os títulos dos trabalhos, a maioria deles tinham os descritores: Engenharia de Automação, Estrutura curricular, Metodologia de ensino e Qualidade do curso. Em se tratando dos objetivos, de maneira geral, os trabalhos assinalados apresentavam de forma mais conjunta o tema do presente estudo.

Desses 7 trabalhos que se aproximaram da ideia central do presente estudo, foi possível capitular em duas categorias: Categoria analítica e Categoria Curricular. As categorias foram levantadas a partir de uma leitura geral dos trabalhos analisados. Com isso, foram feitos agrupamentos de similaridade dessas categorias.

A categoria analítica foi o nome dado à primeira categoria final composta pelos trabalhos A1, A2, A3, A4 que fazem uma análise do curso de Engenharia de Controle de Automação. A Categoria Curricular, foi o nome dado a segunda categoria final composta pelos trabalhos A5, A6, A7 e pelas matrizes curriculares apresentadas dos cursos de Engenharia de Controle de Automação, e dos cursos similares, no Brasil e no mundo.

3.4 Matrizes Curriculares

A seguir são trazidos quadros de disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Uberlândia, CEFET – MG e Universidade Federal de Santa Maria, respectivamente.

Quadro 2 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Catarina

Semestre	Disciplinas
1º	Geometria Analít. e Álgebra Linear Introd. à Informática para Automação Introd. à Eng. de Cont. e Automação Cálculo I Desenho Técnico para Engenharia
2º	Algoritmos e Estrutura de Dados Sistemas Digitais Física I Física Experimental I Cálculo II Física II Física Experimental II
3º	Microprocessadores Mecânica dos Sólidos Cálculo III Física III Física Experimental III Química Tecnológica Ciência Tecnologia Sociedade
4º	Sinais e Sistemas Lineares Sistemas de Automação Fenômenos de Transporte Circuitos Elét. p/ Contr. e Automação Estatística
5º	Modelagem Simul. de Processos Redes Industriais Eletrônica Aplicada Eletricidade Industrial Modelo Ana. Ava. de Des. Sist. Automat.
6º	Sistemas de Controle Acionamentos Hidr. e Pneumáticos Acionamentos Elétricos Microeconomia Administração Fund. da Metodologia Científica Tec. Inov. Desenv. e Sociedade
7º	Projeto Integrador Metrologia e Instr. p/ Automação Introd. à Robótica Industrial

	Automação da Manufatura Gestão de Projetos e Produtos
8º	Sist. Comput. p/ Cont. e Automação Prog. Orient. a Objetos Controle no Espaço de Estados Introd. ao Controle Preditivo Ident. e Cont. Adapt. de Sistemas Eletrônica de Potência Processamento Digital de Sinais
9º	Projeto Especializado Integração de Sist. p/ Automação Processos Industriais Mecanismos
10º	TCC Estágio

Quadro 3 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Uberlândia

Semestre	Disciplinas
1º	Álgebra Matricial e Geometria Analítica Funções de Variáveis Reais I Expressão Gráfica Introdução à Tecnologia da Computação Introdução à Engenharia de Controle e Automação Química Geral
2º	Estatística e Probabilidade Funções de Variáveis Reais II Métodos Numéricos Métodos e Técnicas de Programação Física I Experimental de Física I Mecânica dos Sólidos
3º	Métodos Matemáticos Circuitos Elétricos I Experimental de Circuitos Elétricos I Ciência e Tecnologia dos Materiais Experimental de Ciência e Tecnologia dos Materiais Engenharia de Software Física II Experimental de Física II Sinais e Sistemas I
4º	Eletrônica Analógica I Experimental de Eletrônica Analógica I Circuitos Elétricos II Experimental de Circuitos Elétricos II Eletromagnetismo Fenômenos de Transporte Física III Sinais e Sistemas II

5°	<p>Eletrônica Analógica II Experimental de Eletrônica Analógica II Eletrônica Digital Experimental de Eletrônica Digital Conversão de Energia e Máquinas Elétricas Experimental de Conversão de Energia e Máq. Elétricas Processos de Fabricação Mecânica Sistemas de Controle Hidráulicos e Pneumáticos Sistemas Realimentados Experimental de Sistemas Realimentados</p>
6°	<p>Instrumentação Industrial Sistemas Embarcados I Instalações Elétricas Experimental de Instalações Elétricas Fabricação Assistida por Computador Controle Multivariável, Não Linear e Inteligente Química Tecnológica Experimental de Química Tecnológica</p>
7°	<p>Projeto Interdisciplinar para Controle e Automação Firmware e Hardware de Dispositivos Industriais CLPs e Dispositivos Industriais Redes Industriais para Controle e Automação I Controle Aplicado em Aut. de Proc. Contínuos Componente Curricular Optativo I</p>
8°	<p>Eletrônica Industrial e Acionamentos Sistemas Distribuídos para Controle e Automação Sistemas Supervisórios para Controle e Automação Redes Industriais p. Controle e Automação II Modelagem e Simulação de SEDs Identificação Experimental de Sistemas p. Cont. e Aut.</p>
9°	<p>Fontes Alternativas de Energia I Administração Ciências Econômicas Ciências Sociais e Jurídicas TCC para Controle e Automação Componente Curricular Optativo II</p>
10°	<p>Estágio Obrigatório para Controle e Automação Atividades Complementares</p>

Quadro 4 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET – MG

Semestre	Disciplinas
1°	<p>Cálculo I Geometria Analítica e Álgebra Vetorial Química Laboratório de Química Programação de Computadores I Laboratório de Programação de Computadores I Contexto Social e Profissional do Engenheiro de Controle e Automação Introdução à Experimentação e ao Desenvolvimento de Protótipos e Projetos Metodologia Científica Tópicos Especiais em Línguas: Inglês I</p>

2º	<p style="text-align: center;">Cálculo II Física I Laboratório de Física I Estatística Programação de Computadores II Laboratório de Programação de Computadores II Filosofia da Tecnologia Representação Gráfica Metodologia da Pesquisa</p>
3º	<p style="text-align: center;">Cálculo III Álgebra Linear Física II Laboratório de Física II Estruturas de Dados Laboratório de Estruturas de Dados Gestão Ambiental Introdução à Sociologia Mecânica Geral Linguagens de Programação Laboratório de Linguagens de Programação Tópicos Especiais em Línguas: Inglês II</p>
4º	<p style="text-align: center;">Cálculo IV Variáveis Complexas Física III Laboratório de Física III Fundamentos Matemáticos para Controle e Automação Métodos Numéricos Computacionais Materiais Elétricos Análise de Circuitos Elétricos I Resistência dos Materiais Banco de Dados Laboratório de Banco de Dados Tópicos Especiais em Informática Industrial: Computação Móvel Tópicos Especiais em Informática Industrial: Laboratório de Computação Móvel Tópicos Especiais em Materiais Elétricos</p>
5º	<p style="text-align: center;">Análise de Circuitos Elétricos II Laboratório de Circuitos Elétricos Eletrônica Laboratório de Eletrônica Sistemas Digitais Laboratório de Sistemas Digitais Fenômenos de Transporte Controle Automático I Laboratório de Controle Automático I Introdução à Física Moderna Tópicos Especiais em Línguas: Inglês III Tópicos Especiais em Fenômenos de Transporte Tópicos Especiais em Controle: Processamento Digital de Sinais Tópicos Especiais em Conversão de Energia: Sistemas Fotovoltaicos</p>
6º	<p style="text-align: center;">Conversão de Energia Laboratório de Conversão de Energia Metrologia e Sensores Microprocessadores Laboratório de Microprocessadores Controle Automático II Laboratório de Controle Automático II Informática Aplicada I</p>

	<p>Laboratório de Informática Aplicada I Projeto do Produto / Processo Tópicos Especiais em Fundamentos de Eletrotécnica Tópicos Especiais em Eletrônica Tópicos Especiais em Eletrônica Aplicada Tópicos Especiais em Modelagem 3D Tópicos Especiais em Sistemas Microprocessados: Dispositivos Lógicos Programáveis</p>
7º	<p>Eletrônica de Potência Controle Automático III Laboratório de Controle Automático III Instrumentação e Controle Laboratório de Instrumentação e Controle Informática Aplicada II Laboratório de Informática Aplicada II Metodologia para Desenvolvimento de Sistemas Sistemas Fluidodinâmicos Laboratório de Sistemas Fluidodinâmicos Arquitetura de Sistemas Computacionais Laboratório de Arquitetura de Sistemas Computacionais Tópicos Especiais em Programação com Ferramentas RAD Introdução à Engenharia de Segurança Tópicos Especiais em Educação, Ciência, Tecnologia e Sociedade</p>
8º	<p>Controle Automático IV Laboratório de Controle Automático IV Modelagem e Controle de Sistemas Automatizados Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores Laboratório de Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores Automação de Processos de Fabricação Metal- Mecânica Tecnologia de Comando Numérico (Introdução à) Inteligência Computacional Laboratório de (Introdução à) Inteligência Computacional Tópicos Especiais em Instalações Elétricas Industriais Tópicos Especiais em Supercondutividade e Aplicações Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos de Potência Tópicos Especiais em Otimização Combinatória Tópicos Especiais em Educação Corporal (7OB + 7OP)</p>
9º	<p>Modelagem e Avaliação de Desempenho Sistemas Integrados de Manufatura Trabalho de Conclusão de Curso I Aspecto de Segurança em Automação Economia Aplicada à Automação Normalização e Qualidade Industrial Introdução à Administração Introdução ao Direito Organização Empresarial Tópicos Especiais em Empreendedorismo e Inovação Tópicos Especiais em Gerenciamento de Projetos Tópicos Especiais em Acionamentos e Controle de Máquinas Elétricas Tópicos Especiais em Controle: Controle Aplicado Tópicos Especiais em Automação Tópicos Especiais em Engenharia de Processos</p>
10º	<p>Trabalho de Conclusão de Curso II Estágio Supervisionado (Introdução à) Robótica (Industrial) Estágio Supervisionado</p>

Quadro 5 – Disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria

Semestre	Disciplinas
1º	Algoritmos e Programação Cálculo "A" Desenho Técnico Para Engenharia Elétrica Física Geral e Experimental I Introdução à Engenharia de Controle e Automação "A" Metodologia Científica, Tecnológica, Comunicação e Expressão "A" Química Geral
2º	Álgebra Linear "B" Cálculo "B" Circuitos e Sistemas Digitais Para Automação Desenho Digital Para Engenharia Elétrica Estrutura de Dados Para Automação Física Geral e Experimental II
3º	Equações Diferenciais "A" Estatística Aplicada Física Geral e Experimental III Informática Industrial "A" Mecânica dos Sólidos e Resistência dos Materiais Microcontroladores Para Automação
4º	Circuitos Elétricos I Eletromagnetismo Para Sistemas e Automação Equações Diferenciais "B" Matemática Discreta Métodos Numéricos Computacionais Sistemas Supervisórios Tecnologia dos Materiais Para Automação
5º	Acionamentos Hidráulicos e Pneumáticos "A" Circuitos Elétricos II Eletrônica Para Automação "A" Engenharia de Segurança Fenômenos de Transportes "A" Redes Industriais Sinais e Sistemas Para Automação
6º	Controle de Sistemas I eletrônica Para Automação "B" Engenharia Econômica Para Automação Instalações Elétricas e Industriais Para Automação Integração de Redes Industriais Máquinas Elétricas Para Automação Processos de Fabricação Mecânica Para Automação
7º	Acionamentos Elétricos Para Automação Controle de Sistemas II Fundamentos de Eletrônica de Potência Instrumentação de Processos Industriais Sistemas de Produção I Técnicas de Comando Numérico Para Automação
8º	Controle Por Computador Sistemas de Produção II

9º	Trabalho de Conclusão de Curso "A"
10º	Estágio Supervisionado

A seguir são trazidos quadros de disciplinas de cursos de 3 instituições internacionais sugeridos pelo site Areppim A.G.¹ como melhores cursos de Engenharia de Controle e Automação na data de realização da pesquisa e que apresentam uma certa semelhança com a grade curricular do curso no Brasil, sendo elas: Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Universidade de Illinois em Urbana-Champaign e ETH Zurique, respectivamente.

No site do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*MIT – Massachusetts Institute of Technology*) pode ser encontrado a grade de disciplinas disponibilizadas pelo instituto.

No site do instituto é deixado claro que àqueles que optarem pelos cursos da Escola de Engenharia deverão cumprir as disciplinas básicas (General Institute Requirements-GIRs) descritas no seguinte quadro 6:

Quadro 6- Requisitos Gerais do Instituto (General Institute Requirements-GIRs)

Os Requisitos Gerais do Instituto incluem um Requisito de Comunicação que é integrado ao Requisito HASS e aos requisitos de cada curso.	
Resumo dos Requisitos do Assunto	Disciplinas
Requisito de Ciência	6
Requisito de Ciências Humanas, Artes e Ciências Sociais (HASS) [duas disciplinas podem ser satisfeitas por Redes e Fundamentos da Política de Informação no Programa Departamental]; pelo menos dois desses assuntos devem ser designados como intensivos em comunicação (CI-H) para cumprir o Requisito de Comunicação.	8
Requisito de Eletivas Restritas em Ciência e Tecnologia (REST) [duas disciplinas podem ser satisfeitas entre Equações Diferenciais, Introdução à Probabilidade e Estatística, Probabilidade e Variáveis Aleatórias e Estruturas de Computação, Circuitos Elétricos: Modelagem e Projeto de Sistemas Físicos ou Processamento de Sinais no Programa Departamental]	2
Requisito de Laboratório (12 unidades) [pode ser satisfeito por Introdução ao EECS através das redes de comunicação, Introdução ao EECS via Tecnologia Médica, Introdução ao EECS através de sistemas embarcados interligados ou Introdução ao EECS via Robótica juntos no Programa Departamental]	1
Total de disciplinas GIR necessárias para o grau SB	17
Exigência de Educação Física	
Exigência de natação, além de quatro cursos de educação física para oito pontos.	

Fonte: MIT, 2023²

¹ https://stats.areppim.com/stats/stats_uni2019eng_autom.htm

² <http://catalog.mit.edu/degree-charts/electrical-science-engineering-course-6-1/>

No ponto do quadro anterior em “Requisito de Eletivas Restritas em Ciência e Tecnologia (REST) [duas disciplinas podem ser satisfeitas entre Equações Diferenciais, Introdução à Probabilidade e Estatística, Probabilidade e Variáveis Aleatórias e Estruturas de Computação, Circuitos Elétricos: Modelagem e Projeto de Sistemas Físicos ou Processamento de Sinais no Programa Departamental]”, precisam ser realizadas pelos menos 2 dessas 6 disciplinas apresentadas e logo após o aluno cumprirá a grade de uma engenharia específica. Nesse caso, o curso de Engenharia Elétrica é o que mais se assemelha ao curso de Controle e Automação do Brasil.

O próximo quadro 7 ilustra o programa departamental das disciplinas.

Quadro 7 - Programa Departamental das Disciplinas

Requisitos Departamentais
Introdução à Programação em Ciência da Computação em Python Equações Diferenciais
Selecione uma das seguintes opções:
Seminário de Iniciação Científica Comunicação Oral
Selecione uma das seguintes opções:
Introdução ao EECS através das redes de comunicação Introdução ao EECS via Tecnologia Médica Introdução ao EECS através de sistemas embarcados interligados Introdução ao EECS via Robótica
Requisitos de Engenharia Elétrica
Estruturas de Computação Circuitos Elétricos: Modelagem e Projeto de Sistemas Físicos Processamento de Sinais
Selecione três das seguintes opções:
Campos eletromagnéticos, forças e movimento Ondas e Aplicações Eletromagnéticas Nanoeletrônica e Sistemas de Computação Sinais, Sistemas e Inferência Introdução ao Machine Learning Neurofisiologia e Computação Celular

Disciplinas Eletivas
Selecione duas disciplinas da lista de Disciplinas de Graduação Avançada Selecione dois assuntos da lista departamental de assuntos do EECS

Selecione duas disciplinas da lista de Disciplinas de Graduação Avançada Selecione dois assuntos da lista departamental de assuntos do EECS
--

Fonte: MIT, 2023³

A partir dos quadros 6 e 7 é possível verificar certa similaridade entre as disciplinas disponibilizadas pelo MIT e a grade curricular do Brasil.

A seguir é trazido o quadro 8 do planejamento do curso da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign.

Quadro 8 – Disciplinas da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign

Semestre	Disciplinas
1º	Física I Laboratório de Física I Química Geral I Matemática I Turco I Introdução à Engenharia de Controle e Automação e Ética EAP por meio de Metas Globais
2º	Física II Laboratório de Física II Introdução à Linguagem de Programação (C) Matemática II Turco II Noções Básicas de Redação Acadêmica Álgebra Linear e Aplicações Consultoria de Empreendedorismo e Carreira
3º	Fundamentos da Redação de Artigos de Pesquisa Probabilidade e Estatística Noções Básicas de Circuitos Elétricos Equações Diferenciais Introdução ao Design Lógico Disciplinas Eletivas do 3º Semestre Disciplinas Eletivas do 3º Semestre
4º	Teoria Eletromagnética I Medição e Sensores Análise de Circuitos e Sistemas Fundamentos de Eletrônica Processamento de Sinal e Sistemas Lineares Laboratório de Noções Básicas de Circuitos Elétricos.
5º	Sistemas de Controle de Feedback Técnica de Programação em Controle Modelagem de Sistemas e Simulação

³ <http://catalog.mit.edu/degree-charts/electrical-science-engineering-course-6-1/>

	Análise Numérica com Python Disciplinas Eletivas do 5º Semestre Disciplinas Eletivas do 5º Semestre
6º	Projeto do Sistema de Controle Sistemas Controlados por Computador Disciplinas Eletivas do 6º Semestre Disciplinas Eletivas do 6º Semestre Disciplinas Eletivas do 6º Semestre
7º	História da Revolução Turca I Laboratório de Controle Métodos de Espaço de Estados em Sistemas de Controle Projeto de Engenharia de Controle e Automação I 7º Semestre Disciplinas Eletivas 7º Semestre Disciplinas Eletivas 7º Semestre Disciplinas Eletivas
8º	História da Revolução Turca II Projeto de Engenharia de Controle e Automação II 8º Semestre Disciplinas Eletivas 8º Semestre Disciplinas Eletivas 8º Semestre Disciplinas Eletivas

Fonte: Universidade de Illinois em Urbana-Champaign, 2023⁴

Foi possível perceber, a partir do quadro supracitado, o tamanho do curso disponibilizado pela Universidade de Illinois em Urbana-Champaign, que é dividido em 8 semestres, sendo menor do que o comparado com o curso da UFOP, por exemplo. Foi verificável ainda as eletivas disponibilizadas a partir do 3º semestre, sendo 13 disciplinas no total.

Por fim, foi analisada a Universidade de Zurich em que possui o curso de Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação, em que o aluno faz 3 anos do curso e mais 2 anos de especialização, trazidos nos quadro 9 e 10 a seguir encontrados no site da instituição.

Quadro 9 - Programa de Bacharelado

Os dois primeiros anos do programa de graduação concentram-se na construção dos fundamentos teóricos nas disciplinas obrigatórias. No entanto, as habilidades práticas também são adquiridas desde o primeiro semestre por meio de sessões práticas e projetos em pequenos grupos. No terceiro ano do programa, os alunos de Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação podem se especializar em uma área de foco e complementá-la com disciplinas eletivas. Uma tese de bacharelado completa o programa.	
Cursos Básicos Gerais	Matemática, Física, Ciência da Computação
Cursos Básicos de Engenharia	Redes e Circuitos, Circuitos Digitais, Sinais e Sistemas, Campos e Ondas Eletromagnéticas, Circuitos Eletrônicos, Dispositivos Semicondutores

⁴ <https://ece.illinois.edu/academics/ugrad/subdisciplines/consys>

Disciplinas Essenciais para a Especialização	Comunicação, Computadores e Redes, Eletrônica e Fotônica, Energia e Eletrônica de Potência, Engenharia Biomédica
Práticas, projetos, seminários, eletivas	

Fonte: Universidade de Zurich, 2023⁵

Quadro 10 - Programa de Mestrado

Os alunos selecionam sua própria gama de assuntos de seis áreas de especialização, em consulta com um professor supervisor (tutor). O programa de mestrado também inclui um trabalho semestral e um estágio industrial (opcional), e é concluído com uma tese de mestrado de seis meses.	
Disciplinas Principais e Especializações	O mesmo que o programa de bacharelado, além de Sistemas e Controle, bem como Processamento de Sinais e Aprendizado de Máquina, selecionados individualmente em consulta com o tutor
Trabalho Semestral	14 semanas, em paralelo com o curso
Estágio Industrial	Opcional
Dissertação de Mestrado	6 meses

Fonte: Universidade de Zurich, 2023⁶

O programa de graduação em Tecnologia da Informação e Engenharia Elétrica leva entre quatro e cinco anos, em que o programa de bacharelado pode ser concluído após seis semestres e o programa de mestrado após três a quatro semestres.

Os conteúdos centrais de formação são:

- Circuitos eletrônicos altamente integrados
- Processadores/computadores de todos os tamanhos
- Engenharia de comunicações e acesso à Internet (com e sem «fio»)
- Tecnologia de medição e controle
- Processamento de som e imagem
- "Inteligência" em smartphones, dispositivos médicos, robôs, carros, redes elétricas, etc.

5

<https://ethz.ch/en/studies/bachelor/bachelors-degree-programmes/engineering-sciences/electrical-engineering-and-information-technology.html>

6

<https://ethz.ch/en/studies/bachelor/bachelors-degree-programmes/engineering-sciences/electrical-engineering-and-information-technology.html>

- Tecnologia energética: energia fotovoltaica, motores, eletrônica de potência, etc.

Em três anos o aluno cumprirá a seguinte grade trazida no Quadro 11:

Quadro 11 - Grade do Bacharel em Ciências ETH em Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação

Estudos Básicos (1 - 4 semestres)	1 - 2 semestres, ano base	Matemática Engenharia Elétrica Física Informática Estágios-Projetos-Seminários
	3 - 4 semestres	Matemática Engenharia Elétrica Física Informática Estágios-Projetos-Seminários
Especialização	5 - 6 semestres	Assuntos Principais e outros Assuntos Básicos Eletivas Ciência em Perspectiva Estágios-Projetos-Seminários Tese de Bacharelado
Ano Interino para Estágio Industrial (opcional)		
Mestrado de Ciência ETH em Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação 4 semestres (Mestrado Secundário)		Interdisciplinar/ especializado Cursos de Mestrado
Doutorado em Ciências (Dr. sc. ETH Zurich): 4-5 anos (opcional)		

Fonte: Universidade de Zurich, 2023⁷

E o programa de especialização (mestrado) em 2 anos, trazendo a Robótica, Sistemas e Controle como Mestrado Especializado em que o programa de mestrado oferece aos alunos uma educação multidisciplinar, permitindo-lhes desenvolver produtos e sistemas inovadores e inteligentes para enfrentar os desafios de hoje: fornecimento de energia, meio ambiente, saúde e mobilidade.

O conteúdo do Mestrado é construído em torno de um núcleo de engenharia mecânica, engenharia elétrica e ciência da computação, que pode ser complementado com conteúdo do curso de matemática, biologia, física e ciências baseadas em computação. A educação também pode incluir palestras das áreas de desenvolvimento de produtos, bem como

⁷

<https://ethz.ch/en/studies/bachelor/bachelors-degree-programmes/engineering-sciences/electrical-engineering-and-information-technology.html>

tecnologia e gestão da inovação. A formação científica especializada é complementada por cursos livremente selecionáveis das ciências humanas, sociais e políticas.

O quadro 12 a seguir especifica os detalhes dessa especialização:

Quadro 12 - Programa de mestrado

Língua de Ensino	Inglês
Duração	1,5 anos
Título Acadêmico	Mestrado em Robótica, Sistemas e Controle
Disciplinas de Qualificação	Bacharelado: <ul style="list-style-type: none"> ● Engenharia Elétrica e Tecnologia da Informação ● Engenharia mecânica ● Informática

Fonte: Universidade de Zurich, 2023⁸

Por conseguinte, no capítulo a seguir são trazidas as discussões das categorias finais e sobre as matrizes curriculares levantadas.

4 DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidas as categorias finais que consistiram em pesquisar e apresentar matrizes de outros países – Categoria Analítica e Curricular. Além disso, é feita uma análise das matrizes curriculares levantadas. Por fim será discutido como o curso de Engenharia de Controle e Automação da UFOP se insere nos tópicos discutidos e como ele se difere dos cursos oferecidos por outras instituições.

4.1 Categoria Analítica do curso de Engenharia de Controle e Automação

O crescimento industrial do país leva em consideração a importância de profissionais de diversas áreas e o uso de sistemas automatizados para aumentar a produtividade. A demanda do mercado está aumentando devido à transformação digital. Diante disso, cursos de Engenharia de Controle e Automação baseados nestas necessidades têm sido implementados e estudados, bem como a estrutura curricular dos mesmos, pois engloba os conhecimentos necessários para a produção de base tecnológica, integrando meios de diversas naturezas, com foco em padrões de qualidade, eficiência, custo, recursos humanos, fatores ambientais, logística, etc.

Trazendo esse questionamento de análise curricular, os trabalhos analisados abordam justamente as questões atreladas a isso. O A1, escrito por Fortes (2018), por exemplo, trata de um trabalho de conclusão de curso pautado na análise do aprendizado do aluno do curso de Engenharia de Controle e Automação da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). No presente estudo, a autora traz um apanhado da estrutura curricular do curso na UFOP, discutindo ainda pontos como a motivação, disciplinas específicas, perfil dos discentes e docentes do curso.

Na análise estatística realizada pela autora, ela utilizou o perfil dos alunos, motivação com o curso e suas variáveis, disciplinas específicas do curso, declaração dos discentes e pesquisa com os docentes para embasar seus resultados e conclusões. Foram preenchidos 115 formulários por alunos e ex-alunos e 7 por professores.

O estudo apontou que o perfil é constituído majoritariamente por jovens com idades compreendidas entre os 21 e os 30 anos, dos quais cerca de 50% estudam e trabalham de alguma forma. A maioria dos alunos ingressou na faculdade por meio do SISU (Sistema de Seleção Unificada), implantado na UFOP desde 2012. Além disso, a maioria dos entrevistados estavam no final do curso (mais de 80%), sendo esse um fator preponderante para avaliação do curso.

O estudo também assinalou que 48,25% dos discentes manifestaram já ter pensado na possibilidade de mudança de curso, sendo que a falta de identificação pessoal com o curso foi o principal motivo apontado para esse pensamento.

Sobre a motivação com o curso e suas variáveis, o A1 demonstrou a satisfação/motivação do participante e seu compromisso pessoal e avaliação dos recursos envolvidos no processo de aprendizagem. Do total de pessoas entrevistadas, 51,57% se manifestou satisfeito/motivado em relação ao curso e 13,16% o declararam excelente. Porém, um fato preocupante é que cerca de 25% dos participantes declararam satisfação/motivação. Por fim, apenas 8,77% estão realmente insatisfeitos com o curso.

Quando questionados sobre o motivo que os a optarem por trancar o curso, a margem média calculada pela autora ficou entre 1 e 5 disciplinas trancadas. Entre os motivos mais citados por quem optou por trancar, estão a extensão da carga horária da maioria das disciplinas, quantidade de trabalho necessária e distinções do assunto.

Ao analisar o impacto de vários itens na motivação curricular, os itens envolvidos foram: recursos materiais, mercado de trabalho, métodos de ensino, cursos e programas e projetos internos da instituição. E em quase 50% de todos os itens, os entrevistados colocaram essas questões como muito importantes para a motivação do curso.

Por fim, o conhecimento prático foi a habilidade mais importante citada pelos entrevistados, no entanto a prática laboratorial foi o ponto citado de maior necessidade de aprimoramento no curso, além de outras habilidades importantes como, conhecimento técnico, trabalho em equipe, comunicação, inovação, criatividade, liderança e empreendedorismo.

Em se tratando das disciplinas específicas do curso, quanto à natureza interdisciplinar do currículo, 77,2% o classificaram como baixo ou inexistente. Este é um fato preocupante, pois a capacidade de saber construir relações entre os conteúdos é uma das habilidades esperadas dos profissionais.

Sobre categorizar elementos presentes em uma disciplina específica de Engenharia de Controle e Automação, projetos relacionados ao desenvolvimento metodológico e prático foram considerados regulares e considerados rotina no curso. Avaliada por 47,37% com satisfação, o item com maior índice de insatisfação foi a disponibilidade de eletivas.

Nesse sentido, no que diz respeito às disciplinas eletivas do curso, responsáveis pela especialização dos engenheiros, obteve-se opiniões desagradáveis quanto a didática e enfoque prestados.

Os discentes declararam que ao disponibilizar um espaço para comentários, conselhos

e opiniões sobre a graduação, os mesmos levantaram preocupações sobre o desenvolvimento das capacidades da Indústria 4.0, verdadeiro compromisso com a aprendizagem, perguntas sobre os papéis do professor e falta da relação escola-empresa que permite que os alunos conheçam melhor o mercado em que será inserido.

Já os docentes afirmam que a inovação sempre foi o motor da sociedade e a automação é um dos protagonistas de toda essa transformação. A atualização constante do currículo é um desafio muito grande e que uma abordagem positiva pode ser um catalisador para atualizações de grade para aumentar a interdisciplinaridade do curso e otimizar a carga de trabalho (uma vez que as tarefas são desenvolvidas não só em sala de aula) trazendo uma perspectiva mais realista para o ambiente.

O A2, escrito por Rodrigues (2004), complementa a importância em abordar cenários que envolvam o curso de Engenharia de Controle no Brasil, no intuito de fornecer subsídios razoáveis (modelos) para facilitar o aprimoramento dessa formação.

Dessa forma, o A2 questiona pontos como: Emergência do controle, Especificidade do controle, Flexibilização legal, Introdução no Brasil, Relevância estratégica, Ingerência do mercado e Carência de estudos.

Portanto, de antemão, faz um breve percurso histórico do primeiro curso específico de Engenharia de Controle que foi formalmente constituído na Universidade Federal de Santa Catarina. Na época a legislação brasileira, diante do ensino de engenharia, não era flexível o suficiente para introduzir uma engenharia especial, como a de controle, e esta foi formalmente definida como uma qualificação específica em controle e automação advinda das áreas elétrica e mecânica dos cursos de engenharia.

O estudo traz ainda uma reflexão de que há pouca pesquisa relacionada à Engenharia de Controle no Brasil, e os estudos existentes o fazem no contexto geral das engenharias, cursos de ensino geral para formação técnica avançada e seus exercícios correspondentes ou descrevem e fundamentam a criação de cursos em uma instituição específica.

O A2 complementa dizendo que é necessário aprofundamento da pesquisa relacionada à Engenharia de Controle, e que esse aprofundamento depende de encontrar fundamentos epistemológicos e de ensino específicos para o curso de Engenharia de Controle. Assim, a representação da sua própria identidade no intuito de melhorar a eficiência dos recursos de ensino e aprendizado também são de interesse dos órgãos estaduais, bem como formação para apoiar a definição da sua abordagem pedagógica e síntese curricular, ao buscar uma melhor compreensão do controle e da sua qualidade de pensamento.

Em dado momento, o autor fomenta que a formação em Engenharia de Controle,

especialmente no Brasil, utilizou o modelo epistemológico como referência em sua busca por um modelo de ensino, que foi validado em vários outros aspectos relacionados. A saber, o controle é baseado, em sua lógica, em um nível de abstração superior ao usual comprovado em ciência e tecnologia e, portanto, em cursos de engenharia.

Em se tratando da questão curricular para a Engenharia de Controle no Brasil, ele foi restringido pela filosofia de currículos-mínimos, de onde emergiram currículos traçados por núcleos de engenharias ditas clássicas, principalmente das engenharias elétrica e mecânica.

Sob esse viés, o artigo em questão reflete que apesar da evolução legal das questões curriculares, existe a tendência ao reducionismo em seu tratamento pedagógico, que quase exclusivamente definem um bom curso. Esse tratamento simplista das realidades pedagógicas leva à adoção do conhecimento tácito de conceitos, em que será garantido o sucesso em disciplinas isoladas e, em última análise, ineficiências atribuídas aos alunos.

Assim, o currículo inclui não apenas uma nota, mas um currículo complementar completo, incluindo estágios, extensões, pesquisas e diversas oportunidades oferecidas pela instituição e seu entorno. Nenhum desses fatores pode ser tratado isoladamente, mas como parte integrante do sistema educacional, que é motivado pela síntese de sua influência nas percepções pessoais dos alunos.

O A2 exprime ainda que na prática do ensino, nenhuma pesquisa específica permite uma compreensão da epistemologia e da pedagogia que levou a mudanças no currículo, bem como a busca de correções heurísticas para distorções de aprendizado detectadas localmente, ou mesmo apenas uma adaptação à legislação educacional. Um exemplo desse processo é a recente proposta de reajuste curricular para o curso de Engenharia de Controle da UFSC. Em que a adaptação curricular oferece espaço para o currículo por meio das competências, com uma aprendizagem embasada em habilidades inerentes a um sistema de experiências.

Logo, o maior problema a ser enfrentado nesse questionamento não é um problema de método, mas a falta de modelos para apoiar o *design* instrucional eficiente. Por sua vez, a falta desse projeto estratégico leva ao reducionismo, com implementação de apenas novos conhecimentos, sobrecarregando o currículo.

Em suma, a mudança legal em andamento permite a pesquisa pela identidade própria do curso de Engenharia de Controle, não só em linha com a realidade do Brasil, mas também em linha com a própria epistemologia e pedagogia. Nesse sentido, a estrutura e extensão do curso no Brasil, em contrapartida a uma formação de serviço em outros países, insere-o em posição de vantagem estratégica em tempos tecnológicos em que o controle tende a ter papel importante.

O A3, de autoria de Moreno e Aquino (2000) aborda a importância da adaptação do currículo do CEFET-RJ para a implementação da Engenharia Industrial de Controle e Automação, atendendo às necessidades atuais no mundo do trabalho. O artigo inicia com um breve histórico do curso de controle e automação perpassando a avaliação periódica dos cursos de engenharia, a reformulação da resolução 48/76- CFE que regulamenta os cursos de engenharia, a apresentação das considerações sobre as novas modalidades nos cursos de engenharia, tais como: Engenharia de Materiais, Engenharia de Computação, Engenharia de Controle e Automação, etc.

Diante disso, reflete sobre alguns pontos importantes como: a dificuldade em construir um currículo que atenda às necessidades de formação da área; quais os cursos mínimos com base na engenharia existente; a complexidade das técnicas de engenharia modernas que impedem que todos os seus detalhes sejam vistos em todo o curso de graduação; as tecnologias emergentes que mostram que novos desenvolvimentos serão esforços de uma equipe multidisciplinar altamente qualificada com suporte material e com certo grau de complexidade; os avanços na automação que exigirão que os engenheiros se concentrem mais nos novos sistemas ou suas adaptações e melhorias futuras; e que a complexidade e alto custo das instalações de produção exigirão engenheiros formados em seu projeto, operação e manutenção.

O A3 traz alguns apontamentos referentes à formação, ensino, conhecimento e lei de diretrizes e base, mundo do trabalho de automação e controle, e diretrizes curriculares vs mundo do trabalho. Nesse quesito, ressalva sobre o objetivo do curso que enfatiza a necessidade de preparar para a prática profissional e auto-estudo contínuo, os alunos em desenvolvimento social incentivando ao trabalho de investigação e pesquisa científica para construir uma compreensão mais intrínseca entre as pessoas e o meio ambiente.

De modo mais específico da instituição em que o artigo analisou ao desenvolver a proposta de mudança curricular, o objetivo era formar os engenheiros de controle e automação industrial que possuíssem uma sólida formação em matérias básicas como matemática, física e química; conhecimentos de gestão, fundamentos econômicos e ambientais e conhecimentos gerais de mecânica e eletrônica para obtenção de informações sobre controle de processos, informática industrial e automação de fabricação.

Sobre isso, esta formação básica é muito importante porque as novas tecnologias, apesar de novas, se baseiam nos mesmos princípios deste treinamento básico. Esse caminho permite ao profissional, sempre manter-se atualizado e capaz de assimilar a aprendizagem autodirigida.

No que diz respeito aos conteúdos curriculares, a proposta é organizá-los de forma que já no primeiro semestre, sejam vinculadas disciplinas tradicionalmente cursadas no final do curso, exceto disciplinas básicas. Esta visão das disciplinas previstas para o final do curso permite que o conteúdo básico e profissional se penetrem, permitindo que os alunos tenham uma visão mais integrada do curso que lhes permite trabalhar/desenvolver a carreira e interesses pessoais.

Por fim, ao propor uma mudança de curso para implementar um curso de engenharia industrial, controle e automação do CEFET-RJ, há a importância do treinamento/ensino para preparar engenheiros de acordo com os parâmetros do Currículo Nacional do MEC. Esta proposta de adequação do curso traz algumas características de inovação propondo um currículo mais flexível sem abrir mão das disciplinas fundamentais para um engenheiro (de conteúdo mais humano e holístico).

O A4, escrito por Nascimento (2021) procurou avaliar questões relacionadas ao processo de ensino para melhorar a qualidade do ensino de Engenharia de Controle e Automação. Inicialmente, foram usados os resultados da análise ENADE do Curso de Engenharia de Controle e Automação para identificar deficiências sistêmicas que possam ser indicadas no currículo e melhorar a direção do trabalho.

O trabalho propôs o uso dos chamados métodos de cooperação ativa como uma possível solução para as deficiências identificadas. Fazer o uso desses métodos para levantamentos bibliográficos de obras enfrentando os desafios e limitações de seu uso, apoiando argumentos a partir desses métodos e adotar uma abordagem híbrida no currículo, desde os modelos mais clássicos até métodos de ensino que dão aos alunos maior autonomia no processo de aprendizagem. Os argumentos são compostos de elementos como estrutura cognitiva humana, objetivos, etc.

O trabalho também traz uma reflexão sobre a posição dos profissionais de engenharia no mercado de trabalho tem sido tema de debate de setores ligados à produção científica nos anos 2000. A evolução tecnológica, os processos industriais e a educação indicam uma possível falta de profissionais de engenharia do mercado.

Foi realizada uma pesquisa sobre a formação de profissionais de engenharia, onde constataram que, principalmente a partir de 2000, o número de cursos de engenharia aumentou bastante em comparação com outras áreas do ensino superior. No entanto, o último relatório do Observatório de Inovação e Competitividade da Universidade de São Paulo observou que a contratação desses profissionais diminuiu desde 2011, mesmo com o crescente número de graduados.

O Brasil oferece muitos cursos de engenharia. Embora cada um seja particularmente importante, o treinamento existente, notadamente há a relevância emergente de cursos relacionarem suas ementas a certos assuntos, como Indústria 4.0 e cidades inteligentes, por exemplo, intimamente ligadas às necessidades e possibilidades por meio da crescente urbanização e constante evolução computacional. Portanto, vale destacar que os cursos de ECA devem implementá-los como potenciais facilitadores às mudanças causadas por esses conceitos.

Nesse contexto, é enfatizada a necessidade de um número suficiente de graduados em engenharia no Brasil, tornando importante verificar a qualidade dos cursos brasileiros de ECA, baseado no ENADE (Exame Nacional de Desempenho do Estudante), incluindo descrição estatística para responder a algumas perguntas sobre a diferença entre os cursos, disponibilidade de profissionais de engenharia e necessidades da indústria e identificação de oportunidades para melhorar o trabalho.

Nesse âmbito, falar sobre a história da carreira, o papel da informação e sobre o caminho da tecnologia é claramente uma posição pouco discutida, mas pode ser um exercício que leva a uma abertura necessária para a percepção de lacunas e oportunidades de melhoria. Na gama específica da engenharia já existe um movimento que ultrapassa as fronteiras do pensamento lógico, padrões de isolamento e sinalização, ampliando visões de mundo, contribuindo para importantes sinergias que dão sentido para o conhecimento. A filosofia da engenharia decorre do questionamento da experiência e como ela acontece.

4.2 Análise Curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação

O A5, de autoria de Toledo (2006) relata sobre aspectos da concepção e criação da Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Controle e Automação implantado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais CEFET-MG concebida por Eixos de Conteúdos e Atividades. Assim, retrata que esta nova abordagem oferece uma visão macro e de maior flexibilidade para a estrutura do curso, dando ênfase na combinação de conteúdos do assunto e desenvolvimento de habilidades, promovendo assim a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade.

Sobre a flexibilização curricular, infere que um dos objetivos é o currículo ser consistentemente adequado para se adaptar às mudanças tecnológicas e às necessidades da sociedade, portanto, há a importância de manter o currículo atualizado. Esse objetivo pode ser alcançado mantendo uma margem alta de disciplinas livremente escolhidas, incluindo as disciplinas eletivas do programa também. Portanto, o conteúdo mínimo exigido para

disciplinas obrigatórias deve ser determinado, e reservam-se conhecimentos, atitudes e habilidades suficientes para exercer em eletivas e optativas.

A estrutura do curso projetada na flexibilidade e agilidade na atualização de conteúdo e prática do curso, se dá para garantir que as unidades de conhecimento estejam centradas no foco do currículo acadêmico. O modelo permite que o currículo seja continuamente atualizado, oferecendo aos alunos uma gama de opções com base em seu perfil e escolhas profissionais enquanto procura manter e garantir a educação como exemplo crítico e como fator de libertação humana.

O A6, escrito por Bencke e Hahn (2021), se pauta na discussão da necessidade de treinamento de novos engenheiros, em manter os cursos atualizados e em promover a prática do empreendedorismo acadêmico, trazendo profissionais de ciência, tecnologia e trabalho.

O artigo aborda a tríplice aliança, que seria a interação Universidade-Empresa-Governo, que pode ser um fator chave no desenvolvimento socioeconômico regional, e desbloqueando o terreno fértil para o empreendedorismo acadêmico. Logo, o estudo visou investigar as contribuições do empreendedorismo acadêmico e da interação universitária, treinamento corporativo e governamental para engenheiros de controle e automação do IFSC.

Sobre o modelo de tripla aliança abordada no estudo, o mesmo conceitua como uma forma de causar aproximações e interações entre governos, empresas e Universidades com o propósito de inovação para criar novos produtos e serviços com o objetivo de desenvolvimento, inovação e serviço. Nesse modelo, a indústria puxa a espiral da produção e o governo é a fonte da relação contratual e a Universidade é responsável pelo que há de mais valioso no processo inovador.

Nesse âmbito, traz como principal desafio das Universidades brasileiras no século XXI, a integração, inovação e empreendedorismo no ensino, pesquisa, bem como ampliação e estímulo do desenvolvimento do empreendedorismo acadêmico. Assim, o conhecimento efetivamente gerado passa a contribuir para a formação de profissionais e o desenvolvimento socioeconômico das regiões em que atuam.

Nessa perspectiva, o estudo indica que o empreendedorismo acadêmico parte da motivação de professores, Universidades, da indústria e do governo, bem como o envolvimento dos alunos, que são projetados para divulgar e comercializar o conhecimento advindo do ambiente universitário.

A tríplice aliança torna-se um processo dinâmico de inovação envolvendo conhecimento, consenso e os meios de inovação. Abre espaço para novas adaptações, novos

métodos de desenvolvimento de economia e sociedade. Assim, cria um terreno fértil para cientistas e outros atores do conhecimento científico, adequado para geração de renda.

A autora reitera a vantagem competitiva da tríplice aliança, e de como a Universidade associada a outras instituições produtoras de conhecimento e como podem beneficiar seus alunos. Portanto, as Universidades precisam construir modelos de ensino inovadores que possibilitem que os alunos continuem a aprender ao longo da vida, e que estejam abertos a mudanças e a agir no contexto da globalização, resolvendo problemas complexos, sendo empreendedores e trabalhando com responsabilidade social.

Nesse sentido, o desafio das Universidades brasileiras no século 21 é integrar inovação e empreendedorismo em atividades de ensino, pesquisa e extensão de forma que o conhecimento contribuirá efetivamente para o desenvolvimento econômico e social. No modelo da tríplice aliança, a Universidade tem o conhecimento e pode promover o desenvolvimento regional por meio da inovação, articulando a tríade Empresa-Governo-Universidade. A autora considera, assim, que o papel da Universidade é criar uma fonte de novos conhecimentos e tecnologias, além de construir relacionamentos com empresas e governos e liderar processos de mudança, assumindo o papel de uma Universidade empreendedora.

Em síntese, o estudo demonstrou como o empreendedorismo acadêmico interage com a Universidade-Empresa-Governo podendo contribuir para a formação de engenheiros de controle e automação, levando em consideração o debate, maturidade e ação dos atores diretamente envolvidos. Ressalta-se que o desenvolvimento do empreendedorismo acadêmico como alternativa para auxiliar na formação da Engenharia de Controle e Automação do IFSC dá sinais de existência, ainda que timidamente importante, e como a relação com o setor produtivo exige reciprocidade e confiança. Assim, a autora descreve que desenvolver práticas que levem ao empreendedorismo acadêmico ajuda a capacitar profissionais para facilitar o acesso a ambientes e soluções de problemas técnicos que surgem durante o curso.

Por fim, o A7 escrito por Júnior (1991) aborda o desenvolvimento, definição e organização do currículo na implantação do curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação na UFSC, em que foi apresentado um estudo de caso para abordar essas questões. De forma integrada, como a experiência de aprendizagem faz parte do currículo, esses conceitos devem cumprir os objetivos de treinamento estabelecidos desde o início. Para isso, foi adotada uma abordagem conceitual de planejamento curricular. Essa preocupação é abordada ligando formalmente esses aspectos. No planejamento curricular, esta abordagem serve como um guia para o processo analítico e a avaliação do trabalho realizado pelas

equipes envolvidas no novo planejamento curricular.

Os problemas surgidos no planejamento e implantação de novos cursos, inclui o lado legal (currículo mínimo, registro) à prática de ensino a ser utilizada. O trabalho sugeriu que a temática pudesse ser abrangida pelo menos em dois aspectos do problema curricular: o planejamento curricular em si e a experiência de aprendizagem.

A avaliação nesse contexto tem um significado mais amplo do que o termo geralmente realizado em um ambiente escolar. Nesses casos, as avaliações geralmente são identificadas e tabuladas mediante o desempenho do aluno sem atenção formal. Este limite de desempenho tem a diferença que o problema será tratado sob o prisma avaliado ao longo do curso, embora o método principal consista na observação dos alunos.

Nesse sentido, o número de atividades práticas são importantes, que requerem circunstâncias especiais, como o laboratório, por exemplo. O escopo também deve ser ampliado para oferecer estágios em indústrias locais, já que é evidente no currículo, além disso levar em consideração o número de professores e suas respectivas cargas horárias. Os resultados desta avaliação são úteis e muito difíceis, ao mesmo tempo, pois podem indicar que alguns objetivos iniciais precisam ser revistos e causar falhas na estrutura operacional.

A dissertação conclui dizendo que a análise do desenvolvimento do currículo mostra que no contexto da situação brasileira, os trabalhos desenvolvidos são adequados. Isso não significa de forma alguma que a qualidade do programa de treinamento seja garantida, pelo contrário, as restrições impõem uma atenção especial ao trabalho e avaliação contínua das condições de funcionamento do curso. Nesse sentido, há continuidade da formalização de procedimentos e avaliação. Uma vez que isso fica na fronteira entre aconselhamento (técnico) e decisão (política), tais tarefas não podem ser atribuídas exclusivamente a pesquisadores e exigem também a participação ativa do corpo docente.

4.2.1 Análise dos currículos apresentados

Foram analisados os currículos, por meio dos quadros de disciplinas mencionados no item 3.3 da Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Uberlândia, CEFET – MG e Universidade Federal de Santa Maria, em que foi possível observar certas similaridades nas disciplinas propostas pelas instituições. Disciplinas como Cálculo, Sistemas de automação e programação, entre outros. Algumas com nomes diferentes, mas com a ementa similar. Outro ponto verificado são as quantidades de “fases” e/ou “semestres” sendo no total de 10 em todas elas, tendo algumas divergências, apenas, nas disposições das disciplinas ao longo do curso.

Partindo para as três universidades internacionais analisadas (Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Universidade de Illinois em Urbana-Champaign e ETH Zurique), disciplinas envolvendo Física, Álgebra, Equações Diferenciais, são algumas das disciplinas com certas similares quando observadas nas grades curriculares dos cursos.

Fazendo uma análise da matriz curricular do curso na UFOP, é verificado no quadro de disciplinas a mesma similaridade aos cursos brasileiros acima mencionados, podendo ser citadas, por exemplo, as disciplinas Programação de computadores, Cálculo diferencial e integral, Geometria Analítica e Álgebra linear e Física (I, II, III).

É perceptível, a partir da análise, que as instituições dispõem disciplinas importantes que trarão uma base sólida em ciências exatas, matemática e física, além de uma compreensão das técnicas e conceitos específicos de sistemas modernos de controle e automação, sendo que embora as disciplinas do curso, em sua maioria, se concentrem no controle de sistemas, o curso também oferece uma visão focada em eletrônica, comunicações e robótica.

Outro ponto a ser destacado é o fato do tempo de formação reduzido nas instituições estrangeiras, como supracitado a Universidade de Illinois, em que o curso é subdividido em anos de curso e especialização, sendo que comparado ao curso da UFOP, por exemplo, as disciplinas cursadas na especialização lá são disponibilizadas na graduação do curso da UFOP.

4.3 Curricularização da extensão

As atividades de extensão estão no processo de se tornarem uma parte obrigatória da carga horária do curso de graduação. A curricularização da extensão foi instituída na Resolução nº 7 de 18 de dezembro de 2018 do Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Educação (CNE) e Câmara de Ensino Superior (CES) (ALVES, 2018).

Segundo o Conselho Nacional de Educação (CNE), a promoção da educação superior no Brasil é uma atividade que integra uma matriz de currículos e organizações de pesquisa, constituindo um processo político, educacional, cultural, científico e tecnológico interdisciplinar que promove a produção e aplicação do conhecimento por meio de uma ligação permanente ao ensino e à investigação, alterando a interação entre as instituições de ensino superior e o resto da sociedade (CNE - Resolução n.º 7/2018) (INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO, 2022).

A Resolução nº 7/2018 “Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências” (BRASIL, 2018). E

a meta 12 da Lei nº 13.005/2014 discorre:

Elevar a taxa bruta de matrícula na educação superior para 50% (cinquenta por cento) e a taxa líquida para 33% (trinta e três por cento) da população de 18 (dezoito) a 24 (vinte e quatro) anos, assegurada a qualidade da oferta e expansão para, pelo menos, 40% (quarenta por cento) das novas matrículas, no segmento público. (BRASIL, 2014)

Para isso, uma das estratégias, a 12.7, consiste em “[...] assegurar, no mínimo, 10% (dez por cento) do total de créditos curriculares exigidos para a graduação em programas e projetos de extensão universitária, orientando sua ação, prioritariamente, para áreas de grande pertinência social” (BRASIL, 2014).

Diante disso, a Resolução nº 7 de 18 de dezembro de 2018 traz à tona a questão da curricularização da extensão, ou creditação (curricular) da extensão, estratégia prevista no Plano Nacional de Educação (PNE). O MEC desenvolveu diretrizes para extensão curricular em programas ministrados para todos os cursos de graduação. Portanto, as instituições de ensino superior precisam se adequar às regras e destinar 10% de sua carga horária para atividades promocionais. Pela resolução, são consideradas atividades de extensão programas, projetos, cursos e oficinas, eventos e prestação de serviços.

Nesse contexto, algumas universidades começaram a discutir sobre a curricularização de extensão envolvendo processos democráticos, atendendo a vários segmentos da vida acadêmica, enquanto outras desenvolveram estatutos mais gerais, garantindo que os cursos possam iniciar o processo de curricularização sem um debate mais aprofundado sobre o impacto desse processo no âmbito da formação e educação na instituição (ALVES, 2018).

Oliveira, Tosta e Freitas (2020) salientam que historicamente, o caminho da extensão como compromisso social da universidade tem sido marcado por rupturas e lutas entre professores e sociedade civil organizada pela educação superior para superar a desintegração do trabalho docente, da pesquisa e da prática extensionista. Portanto, a necessidade de curricularização das atividades de extensão por meio do Plano Nacional de Educação (PNE) e de realizá-las em larga escala ao longo do processo de formação acadêmica de forma obrigatória e sistemática. Foi a partir das lutas em prol de superar a desintegração do trabalho docente, que as instituições de ensino superior começaram a discutir projetos de ensino que integrassem formalmente as atividades de extensão ao currículo.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a matriz curricular brasileira do curso de Engenharia de Controle e Automação, com foco particular no currículo da UFOP, traçando-o e compreendendo as características importantes inerentes a ele comparando-o com outros cursos em instituições internacionais, além de realizar uma análise histórica da implantação do currículo de Engenharia de Controle e Automação no Brasil e no mundo.

Essa análise foi importante no intuito de compreender o currículo desses cursos, delineando suas diferenças, características, estrutura entre outros pontos importantes. Dentre os trabalhos analisados, foi perceptível a relevância do profissional de Engenharia de Controle e Automação diante da crescente exponencial da produtividade e dos sistemas automatizados. Assim, se torna indispensável avaliar a estrutura curricular desses cursos a fim de entender características do curso, seja na composição das disciplinas ou perfil dos alunos. Além disso, os trabalhos destacam as formas em facilitar a formação desses profissionais para o mercado de trabalho.

Também é importante enfatizar a necessidade de adaptação curricular mediante as exigências do mercado e da sociedade, bem como a melhora da qualidade de ensino e a estrutura do currículo dos cursos nas instituições

Por fim, esta pesquisa ajudou a questionar e entender a matriz curricular e qualidade de ensino, expectativas e necessidades do curso de Engenharia de Controle e Automação nas instituições analisadas, em especial o da UFOP, delineando alternativas para melhorar a satisfação e o aprendizado do curso, mesmo diante das restrições de recursos institucionais, e colaborando para facilitar o aprendizado ativo dos futuros engenheiros.

5.1 Trabalhos futuros

Diante dos fatos apresentados, recomenda-se trabalhos futuros que investiguem a matriz curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação disponibilizado em importantes instituições pelo mundo, verificando a aplicação e efetividade das disciplinas curriculares no mercado de trabalho. Além disso, buscar entender a importância da flexibilização curricular, necessidade de metodologias ativas e aumento da participação das aulas, permitindo assim maior arranjo na grade curricular e o desenvolvimento de soluções inovadoras.

Outro ponto a ser destacado é o estudo da implementação da curricularização de extensão, que regulamenta a promoção do ensino superior no Brasil. E, a partir da homologação, começou a correr o prazo para que as Instituições de Ensino Superior (IES)

avancem nesta extensão curricular, em que tem como princípios atender às exigências legais, implementação de engajamento dos estudantes, entre outros fins. Portanto, faz-se necessário a incorporação de debates nesse contexto, especialmente como forma de ampliar diretrizes das ações de extensão e algumas experiências já realizadas, a fim de subsidiar suas estratégias para efetuar a curricularização da extensão.

REFERÊNCIAS

ALVES, Guilherme. **Resolução do MEC estabelece diretrizes para inserção curricular da Extensão**. INB Notícias. 2018. Disponível em:

<https://www.noticias.unb.br/112-extensao-e-comunidade/2695-resolucao-do-mec-estabelece-diretrizes-para-insercao-curricular-da-extensao#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20do%20MEC%20estabelece%20diretrizes%20para%20inser%C3%A7%C3%A3o%20curricular,a%20essas%20atividades%20Guilherme%20Alves%2C%20do%20DEX%2020%2F12%2F2018>
Acesso em 01 de mai. 2023.

BRASIL. **Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF., 26 jun 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm. Acesso em 30 de abr. 2023.

BRASIL. **Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018** - Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rce-s007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em 01 de mai. 2023.

CONFEA. **Resolução nº427 de 05/03/1999**. Disponível em: Resolução CONFEA nº 427 de 05/03/1999 (normasbrasil.com.br). Acesso em 10 de ago. 2022.

FORTES, Laís Sergiane. **Estudo e análise do aprendizado em um curso de Engenharia de controle e automação**. Trabalho de Conclusão de Curso. 2018. Disponível em:

https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1716/6/MONOGRRAFIA_EstudoAnalis eAprendizado.pdf. Acesso em 15 de nov. 2022.

HAHN, Margarida; BENCKE, Fernando Fantoni. A formação do engenheiro de Controle e Automação: o empreendedorismo acadêmico e possibilidades de interação universidade, empresa e governo. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Micro e Pequenas Empresas**. V.6, Nº2, p.164-185, Mai/Agos. 2021. Disponível em:

<https://www.revistas.editoraenterprising.net/index.php/regmpe/article/view/379/580>. Acesso em 02 de dez. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO. **Curricularização da Extensão**. 2022.

Disponível em:

<https://www.ifsp.edu.br/acoes-e-programas/115-extensao/extensao-botao/894-curricularizacao-da-extensao>. Acesso em 01 de mai. 2023.

JUNIOR, Kraus Werner. **Aspectos do planejamento curricular e da atividade de ensino em Engenharia de Controle e Automação**. Dissertação de mestrado. 1991. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/75783/84628.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 10 de dez. 2022.

MORENO, Sóstenes Santana Meneses; AQUINO, Paulo Lúcio Silva. **Cursos de Engenharia de Controle e Automação: uma abordagem ao mundo do trabalho**. 2000. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/19/artigos/118.pdf>. Acesso em 22 de nov. 2022.

NASCIMENTO, Rosana de Almeida. **Elementos intervencionistas ao processo de ensino-aprendizagem para melhoria da qualidade dos cursos de Engenharia de Controle e Automação**. Dissertação de mestrado. 2021. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/34234/1/Rosana_disserta%c3%a7%c3%a3o_PEI_UFB_A_FINAL.pdf. Acesso em 23 de nov. 2022.

OLIVEIRA, Carla Viviane Novais Cabral de; TOSTA, Marielce de Cássia Ribeiro; FREITAS, Rodrigo Randow de. Curricularização da extensão universitária: uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Production Engineering**. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/30835/21170>. Acesso em 30 de abr. 2023.

PUC. **Curso de Engenharia de Controle e Automação PUC – MG**. 2002. Disponível em: [redes neurais \(azdoc.tips\)](#). Acesso em 10 de ago. 2022.

RODRIGUES, André Camargo Guedes. **Um modelo para a Engenharia de Controle no Brasil**. Tese de doutorado. 2004. Disponível em: [Um Modelo para a Engenharia de Controle no Brasil \(ufsc.br\)](#). Acesso em 12 de ago. 2022.

ROTHER, Edna Terezinha. **Revisão sistemática X revisão narrativa**. Editorial, Jun 2007. Disponível em: [SciELO - Brasil - Revisão sistemática X revisão narrativa Revisão sistemática X revisão narrativa](#). Acesso em 01 de set. 2022.

TOLEDO, Olga Moraes. **A estrutura curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG concebida por eixos de conteúdos e atividades**. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 2006. Disponível em: http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/13/artigos/5_221_429.pdf#:~:text=partir%20dos%20Eixos%20s%C3%A3o%20definidas%20as%20disciplinas%20e,de%20Engenharia%20de%20Controle%20e%20Automa%C3%A7%C3%A3o%20%E2%80%93%20CEFET-MG. Acesso em 29 de nov. 2022.

UFOP. **Engenharia de Controle e Automação**. NDE - Núcleo Docente Estruturante. 2022. Disponível em: <https://decat.ufop.br/engenharia-de-controle-e-automa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 18 de abr. 2023