

## **INCORPORAÇÃO DA TECNOLOGIA CAD: PERSPECTIVAS DOS PROFESSORES DO CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA DO IFSC CAMPUS FLORIANÓPOLIS.**

### ***INCORPORATION OF CAD TECHNOLOGY: PERSPECTIVES FROM INSTRUCTORS IN THE TECHNICAL MECHANICS COURSE AT IFSC CAMPUS FLORIANÓPOLIS***

**Tálita Bitencourt Pereira<sup>1</sup>**

**Raquel de Oliveira Bugliani<sup>2</sup>**

**Caroline Rodrigues Vaz<sup>3</sup>**

**Eugenio Andrés Diaz Merino<sup>4</sup>**

#### **Resumo**

O uso do Projeto Assistido por Computador (CAD) tem sido um aliado para a formação de profissionais em áreas tecnológicas como forma de preparar os estudantes para a transformação digital. O artigo investiga como o curso Técnico em Mecânica do IFSC Campus Florianópolis se apropriou da tecnologia CAD ao longo das últimas três décadas, abordando os desafios e as estratégias de gestão para a incorporação da tecnologia, considerando as perspectivas dos docentes e a evolução do curso. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa e caráter aplicado, dividida em duas fases: uma teórica, com levantamento bibliográfico e outra aplicada, coletando informações por meio de entrevistas com professores. A pesquisa evidenciou que a inclusão do CAD no IFSC foi um processo gradual, impulsionado pela busca por alinhar o ensino às demandas do mercado de trabalho. Os professores foram protagonistas no processo de inclusão do CAD e continuam sendo os principais responsáveis pela atualização tecnológica do curso. Ainda, os relatos dos docentes apontam a necessidade de planejamento estratégico institucional mais robusto para a inclusão de novas tecnologias e a formação de parcerias com a indústria para garantir que o curso se mantenha atualizado e competitivo no mercado de trabalho.

**Palavras-chave:** CAD; desenho técnico; transformação digital; educação

---

<sup>1</sup> Doutoranda, UFSC - Programa de Pós-Graduação em Design, Florianópolis, SC, Brasil, talitabit.pereira@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7906-6509

<sup>2</sup> Professora Mestre, IFSC- Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica, Florianópolis, SC, Brasil, raquelbugliani@ifsc.edu.br; ORCID: 0009-0001-9346-5338

<sup>3</sup> Professora Doutora, UFSC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, SC, Brasil, caroline.vaz@ufsc.br; ORCID: 0000-0002-0378-2533

<sup>4</sup> Professor Doutor, UFSC - Programa de Pós-Graduação em Design, Florianópolis, SC, Brasil, eugenio.merino@ufsc.br; ORCID: 0000-0002-7113-6031

## Abstract

The use of Computer-Aided Design (CAD) has been a key tool in the training of professionals in technological fields, helping prepare students for digital transformation. This article investigates how the Technical Mechanics Course at IFSC Florianópolis Campus has adopted CAD technology over the past three decades, addressing the challenges and management strategies for technology incorporation while considering the perspectives of the faculty and the course's evolution. The research followed a qualitative and applied approach, divided into two phases: a theoretical phase, involving a literature review, and an applied phase, gathering information through interviews with instructors. The study revealed that the inclusion of CAD at IFSC was a gradual process, driven by the effort to align teaching with labor market. The instructors were key players in the process of CAD integration and continue to be the main drivers of technological updates in the course. Additionally, the faculty's accounts highlight the need for more robust institutional strategic planning for the inclusion of new technologies and the formation of partnerships with industry to ensure that the course remains up-to-date and competitive in the job market.

**Keywords:** CAD; Technical Drawing; digital transformation; education

## 1. Introdução

A transformação digital, que permeia os setores industriais, tem trazido mudanças nas práticas e métodos de ensino em cursos das áreas tecnológicas. Como exemplo, o uso do Projeto Assistido por Computador (CAD) tem sido um aliado no ensino do Desenho Técnico como forma de preparar os estudantes para a realidade digital da indústria (Nithyandam; Munguia; Marimuthu, 2022).

No Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Florianópolis, o curso Técnico em Mecânica tem acompanhado esta tendência, incorporando de maneira gradual e estratégica, nas últimas três décadas, a tecnologia CAD, moldando a formação de seus alunos de acordo com as necessidades da indústria. Isso foi evidenciado a partir de uma análise documental - parte previamente executada deste estudo - que destacou a evolução curricular e as mudanças implementadas ao longo dos anos (Pereira et al, 2023). O problema de pesquisa desse artigo reside na necessidade de entender como o curso de Mecânica Industrial do IFSC Campus Florianópolis incorporou a tecnologia CAD ao longo do tempo e como a instituição se prepara para a inclusão de novas tecnologias no futuro.

A inclusão da tecnologia CAD não apenas transformou a maneira como o Desenho Técnico é ensinado, mas também exige dos professores uma constante atualização e adaptação às novas ferramentas e metodologias. As decisões curriculares e a escolha dos softwares a serem utilizados são influenciadas por diversos fatores, incluindo a demanda da indústria, as limitações orçamentárias e a necessidade de alinhar o ensino às competências exigidas no mercado de trabalho.

Para explorar essas questões, foram realizadas entrevistas com os professores do curso Técnico em Mecânica. O objetivo do artigo foi entender como aconteceu a incorporação da tecnologia CAD a partir da perspectiva dos docentes do curso Técnico em Mecânica do IFSC, explorando suas experiências e visões sobre a implementação e utilização do CAD.

## 2. O Ensino de Desenho Técnico e a Tecnologia CAD

Por meio do desenho técnico representam-se, de maneira precisa e clara, as formas e medidas que conectam o projeto ao setor produtivo (Bareta; Webber, 2010), fornecendo a base para a fabricação das peças, montagem, validação e aprovação (Quintana et al; 2012).

Para tal, o projetista deve saber transportar as informações do objeto de forma dimensional para a superfície de destino, respeitando uma série de normas. No caso brasileiro, estas são aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e registradas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), como normas brasileiras NBR (Speck; Peixoto, 2001). Estas normas estabelecem os padrões de desenho a serem seguidos, como tipo de linha, espessuras, tamanho do papel, layout de apresentação, tipo de grafia e outros.

Do início do século XX até meados de 1960, era realizado de forma manual, com o uso de mobiliário específico e uma série de instrumentos de desenho. As técnicas tradicionais de descrição de objetos por meio de projeções bidimensionais ainda são válidas, e a normalização continua sendo um elemento-chave da linguagem gráfica (Rojas-Sola et al., 2011). No entanto, com recursos gráficos e métodos de fabricação cada vez mais avançados, os projetos também ganharam complexidade, e as formas de representação precisaram ser adequadas. Assim, têm perdido destaque, cedendo espaço às representações tridimensionais, especialmente em processos de fabricação digitalizados.

Atualmente, o desenho técnico é suportado pelas técnicas de Projeto Assistido por Computador (CAD) e remonta a 1963, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) com o primeiro gráfico interativo ordenado por computador. Os primeiros softwares CAD funcionavam como uma “prancheta digital”, na qual era possível fazer desenhos bidimensionais normatizados. Com o avanço da computação gráfica e dos computadores pessoais, os softwares CAD se aprimoraram, incorporando uma interface tridimensional. Isso possibilitou a substituição de pranchetas e informatizou o trâmite de projeto, trazendo um avanço metodológico significativo, reduzindo custos, otimizando o processo e diminuindo o tempo de fabricação do produto (Rojas-Sola, et al, 2011).

No âmbito do projeto, Rehg e Kraebber (2005) apontam que os softwares CAD são a principal tecnologia para um processo integrado de desenvolvimento de produto em uma Manufatura Auxiliada por Computador (CAM) e identificam as principais áreas em que os sistemas CAD são utilizados: a) projeto de produto; b) análise de produto; c) avaliação de produto; d) desenvolvimento da documentação; e e) engenharia de produção.

Ainda, com a tendência crescente de definição de produto digital, as indústrias têm mostrado interesse em adotar uma abordagem de Definição Baseada em Modelo (MBD), que integra anotações de desenho diretamente em um modelo 3D, e podem reduzir a necessidade de criar desenhos técnicos (Quintana et al, 2012).

No Brasil, a inserção da tecnologia CAD aconteceu de maneira conservadora. Na década de 80, as empresas do setor de engenharia apresentavam dificuldade para sua introdução e apenas na década de 90 é que houve uma quebra na resistência quanto aos custos envolvidos e na aceitação por parte dos projetistas (Plonski, 1991). Já no que tange ao ensino do desenho técnico mediado pela utilização da tecnologia CAD, a percepção de importância e a velocidade de sua inserção podem não estar sincronizadas.

Embora os alunos precisem aprender a projetar usando as técnicas e ferramentas manuais, o aprendizado de CAD ajuda a se familiarizarem com os processos e o que pode ser

obtido no mundo para fora da academia, cumprindo o papel do sistema educacional (Ikubanni et al, 2022). No entanto, esta realidade pode não ocorrer de maneira idealizada.

Na Europa, ainda na década de 90, poucas instituições implementavam a tecnologia CAD para a educação tecnológica, tendo a França e o Reino-Unido despontado neste sentido. Havia uma necessidade de integração da tecnologia na educação tecnológica, mas muitos eram relutantes. A tecnologia CAD exigia conhecimento e experiência no software, maiores investimentos financeiros, equipamento e tempo, e formação de professores. Ainda assim, versões menos profissionais, mais econômicas, já apareciam, em outras partes do continente, para simular parte da realidade do mundo do trabalho (Tyrchan, 1991).

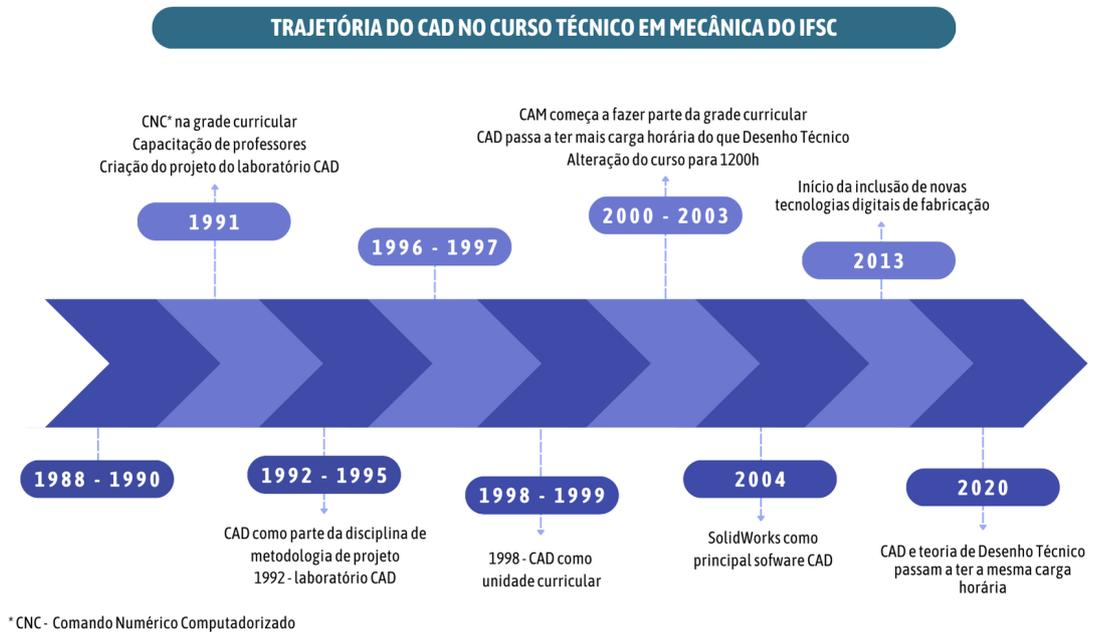
Mais de duas décadas depois, Czekanski, Al-Dojayli e Lee (2015), ainda apontavam para a necessidade de adaptação de currículos, especialmente os de cursos voltados à engenharia, para práticas mais integradas com a tecnologia. Essa integração, assim como defendem Wang e Bi (2019), auxilia tanto na qualificação da formação de trabalhadores, mais adequados às exigências mercadológicas, como em questões relacionadas à permanência e êxito dentro das instituições, tornando o ensino mais atrativo.

No Brasil, um trabalho anterior realizado no IFSC Câmpus Florianópolis, revelou que no curso técnico de Mecânica Industrial, a inserção da informática como forma de ensino do desenho técnico foi introduzida aos poucos, com ferramentas mais simplificadas, ainda no início de década de 90, até culminar com a inserção oficial de uma disciplina de CAD a partir de 1998 (Pereira et al, 2023). O estudo avaliou o desenho curricular do curso do ano de 1988, período em que as informações referentes ao mesmo passaram a ser digitalizadas, até o ano de 2023, em busca da identificação da inserção e manutenção de softwares CAD como ferramenta no ensino do desenho técnico, sendo elas por meio de ações mais isoladas ou de disciplinas específicas para tal.

Desde sua fundação, em 1910, como Escola de Aprendizes Artífices de Santa Catarina, o atual IFSC tem sido uma instituição atuante no contexto da metalmecânica. Em 1968, como Escola Técnica Federal de Santa Catarina (ETF-SC), implantou cursos técnicos, entre eles, o Curso Técnico em Mecânica, em conformidade com a regulamentação da profissão de Técnico pela Lei 5.524 (IFSC, 2020). Para este profissional, o desenho técnico mecânico é um conhecimento fundamental, pois é uma ferramenta de trabalho que gira em torno de todas as atividades exercidas (CEFET/SC, 2004).

Desde sua implementação, várias alterações curriculares ocorreram, algumas provenientes do ensino do desenho técnico em si e da demanda crescente pela inserção de meios informatizados para tal (Pereira et al, 2023). A Figura 1 revela a trajetória da inserção da tecnologia CAD no curso, demonstrando momentos relevantes do processo.

Figura 1: Linha do tempo com marcos importantes relacionadas à inclusão da tecnologia CAD no Curso



Fonte: Pereira *et al* (2023, p. 10)

Apesar de concretizado, percebe-se uma tendência conservadora da inserção do CAD no curso, semelhante ao que apontou Plonski (1991) ao avaliar a inserção em empresas de engenharia.

Um outro estudo realizado no IFSC, este no curso Técnico de Edificações, apontou dados importantes relacionados à concepção do desenho curricular e à prática de ensino. As discussões sinalizaram para a coerência entre as necessidades descritas no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e as práticas de sala de aula no que tange ao uso de ferramentas tecnológicas. Ao mesmo tempo, revela a falta de incentivo na capacitação do corpo docente, tanto pela perspectiva de tempo destinado para a obtenção ou atualização dos conhecimentos tecnológicos, quanto pela ausência de recursos financeiros de origem institucional. Tal dado sinaliza que a capacitação fica a cargo da percepção de necessidade, da motivação pessoal e de recursos próprios de cada professor envolvido (Souza et al, 2023).

Os potenciais da inserção da tecnologia CAD em cursos de formação tecnológica podem ser visualizados nos estudos aqui descritos. No entanto, entender um pouco mais os desafios que carregam este processo de mudança no ensino brasileiro, ou ao menos no IFSC, é relevante. Neste sentido, construiu-se a pesquisa relatada na sequência.

### 3. Procedimentos metodológicos

O presente estudo apresenta natureza aplicada e abordagem qualitativa (Marconi; Lakatos, 2007). A pesquisa foi organizada em duas fases, como demonstra a Figura 2.

Figura 2: Fases da coleta de dados



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A fase 1 teve caráter exploratório e ocorreu por meio de uma revisão narrativa sobre os temas, Desenho Técnico e CAD, inovação, avanços e transições tecnológicas com foco no ensino. O objetivo era conhecer melhor os temas centrais da pesquisa, cuja fundamentação foi apresentada no tópico anterior deste artigo.

Nesta fase também ocorreu a análise documental. Informações a respeito do IFSC Campus Florianópolis e do Curso Técnico de Mecânica foram coletadas durante os meses de junho e julho de 2023 por meio de um levantamento documental do histórico da Instituição, dos Projetos Pedagógicos do Curso Técnico em Mecânica, das Ementas das suas Unidades Curriculares, Resoluções e Portarias. O levantamento documental foi realizado a partir de arquivos digitalizados pelo IFSC, sendo eles de 1988 em diante. Os documentos foram solicitados via *portal Fala.BR*.

A análise priorizou as Unidades Curriculares relacionadas a Desenho Técnico, CAD, Informática e Metodologia de Projetos, buscando compreender como foram ocorrendo as mudanças ao longo dos anos. Após o levantamento e a análise documental, foi possível elaborar uma linha do tempo do curso, destacando os principais marcos na evolução tecnológica do CAD. O principal objetivo dessa etapa foi entender o que o curso fez para a incorporação do CAD. Os principais resultados dessa primeira fase foram apresentados no 14º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão do Desenvolvimento do Produto, no trabalho intitulado "Trajetória da tecnologia CAD no curso técnico de Mecânica: estudo de caso do Campus IFSC Florianópolis", e foram utilizados como referência neste artigo.

Já na fase 2, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com docentes que lecionaram unidades curriculares relacionadas ao assunto. O principal objetivo foi aprimorar a compreensão de como foi feita a incorporação do CAD, o porquê das mudanças ocorridas e do processo para tal. Foram utilizados, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e um roteiro semiestruturado, ambos aprovados no Comitê de Ética do IFSC, sob o registro CAAE 78418024.2.0000.0185. O roteiro, dividido em três partes: experiência do entrevistado em Desenho Técnico e CAD; Inclusão de tecnologias CAD no curso e Novas tecnologias para o futuro, norteou as entrevistas realizadas de maneira remota e/ou presencial, no período de abril e maio de 2024. Foram convidados a participar das entrevistas apenas os docentes que participaram das etapas de implementação de tecnologias no curso, identificados por meio da análise documental e complementado por indicações no decorrer das próprias entrevistas, pois alguns nomes não estavam relacionados nos documentos da instituição. Assim,

selecionados por julgamento - quando o pesquisador considera ser um estrato melhor da amostra para o estudo ou desenvolvimento da pesquisa (Spiegel, 1993; Sprinthall, 2003) - e excluídos os docentes substitutos e/ou temporários nas unidades curriculares envolvida, bem como os docentes já falecidos, chegou-se ao total de 5 possíveis entrevistados. Destes, 4 puderam participar efetivamente das entrevistas.

As entrevistas foram gravadas em áudio com o uso de aparelhos móveis e depois transcritas por meio da plataforma *Turboscribe.ai*, de forma a garantir a precisão dos dados. Posteriormente as transcrições foram revisadas para se minimizar possíveis erros de reconhecimento das falas. As entrevistas receberam códigos A, B, C e D para preservar o sigilo dos participantes.

O material gerado pelas transcrições passou então pela técnica de Análise de Conteúdo. Esta técnica é focada na análise de materiais de comunicação e visa avaliar o que foi dito por entrevistados ou observado pelos pesquisadores e é subdividida em três etapas: organização, codificação e categorização (Bardin, 2010). Os dados foram organizados por meio do Software *Atlas.ti*, que se trata de um programa que auxilia o pesquisador na estruturação da análise, facilitando o armazenamento e o gerenciamento dos dados.

Na sequência foi feita a criação dos códigos e a categorização. Inicialmente, uma nuvem de palavras foi gerada a partir das transcrições das entrevistas para identificar os termos mais recorrentes e relevantes ao contexto estudado. Com base nessa visualização, foram definidos os códigos, que representam os principais conceitos e temas emergentes das falas dos entrevistados (Bardin, 2010). Esses códigos foram utilizados como marcadores para segmentar e classificar os trechos das entrevistas que tratavam de tópicos específicos relacionados à inclusão do CAD no curso técnico em mecânica do IFSC. A partir dessa codificação inicial, os dados foram agrupados em três categorias principais: "Processo Inicial", "Mudanças e Impactos", e "Gestão e Futuro". Essa organização permite uma análise sistemática para organizar e interpretar os dados coletados nas entrevistas buscando compreender como foi a adoção e implementação da tecnologia CAD.

#### **4. Resultados**

A seção a seguir apresenta os resultados da Análise documental, Análise das entrevistas, Descrição das categorias e a discussão do artigo.

##### **4.1. Análise documental**

O levantamento documental da pesquisa avalia dados a partir de 1988, quando o Curso Técnico em Mecânica tinha duração de 4 anos na modalidade concomitante. A grade curricular englobava aspectos técnicos e de formação geral, com especializações em Manutenção Mecânica, Produção Mecânica e Projetos Mecânicos, escolhidas pelo aluno no último semestre.

A incorporação do CAD no curso está diretamente relacionada com o Desenho Técnico. De 1988 a 1999, o Desenho Técnico era realizado manualmente com pranchetas, régua paralela, gabaritos e nanquim. A carga horária significativa - aproximadamente 240 horas - refletia a necessidade de tempo para finalizar os desenhos, considerando a interpretação do conteúdo e o desenvolvimento das habilidades manuais dos alunos. A partir de 1991, o curso iniciou sua digitalização com as Unidades Curriculares de Introdução à Informática e Comando Numérico Computadorizado (CNC), preparando os alunos para o

contato com computadores.

Em 1992, a instituição implementou o laboratório de CAD. Entre 1993 e 1997, a inclusão do CAD 2D foi integrada à Unidade Curricular de Metodologia de Projeto, destinada aos alunos que escolheram a especialização em Projetos Mecânicos. De 1998 a 1999, o curso formalizou o CAD como Unidade Curricular, com as disciplinas de Informática – CAD I e II, com carga horária de 40 horas cada.

Em 2000, a Reforma da Educação Profissional extinguiu os cursos técnicos concomitantes, reestruturando-os como Cursos Técnicos Subsequentes ao Ensino Médio. Nesse momento, a carga horária de formação geral foi removida, tornando os cursos exclusivamente técnicos. Houve mudanças estruturais na abordagem do Desenho Técnico. O uso de pranchetas foi abandonado e uma Unidade Curricular de Desenho Técnico com 60 horas foi introduzida no primeiro semestre, focando na compreensão das projeções ortogonais. A partir do segundo semestre, os alunos passaram a usar o CAD para modelagem 3D, totalizando 240 horas de CAD ao final do curso para aqueles que escolhiam a especialização em Projetos. A Tabela 1 mostra a linha do tempo com os principais marcos do curso relacionados com a incorporação do CAD e a comparação entre as grades curriculares.

**Tabela 1: Tabela comparativa do uso da tecnologia CAD nas grades curriculares**

TECNOLOGIA CAD NAS GRADES CURRICULARES									
Anos   Carga horária	1988 - 1992	1992 - 1995	1996 - 1997	1998 - 1999	Reforma - Educação Profissional	2000 - 2012	2013 - 2019	2020 - ATUAL	
Desenho com instrumentos	240h	240h	240h	240h					
Desenho							60h	60h	80h
CAD		CAD 2D como item de Metodologia de Projeto	CAD 3D como item de Metodologia de Projeto	80h			240h	120h	80h
Tipo do curso	Concomitante e Sequencial	Concomitante e Sequencial	Concomitante e Sequencial	Concomitante e Sequencial			Sequencial	Sequencial	Sequencial

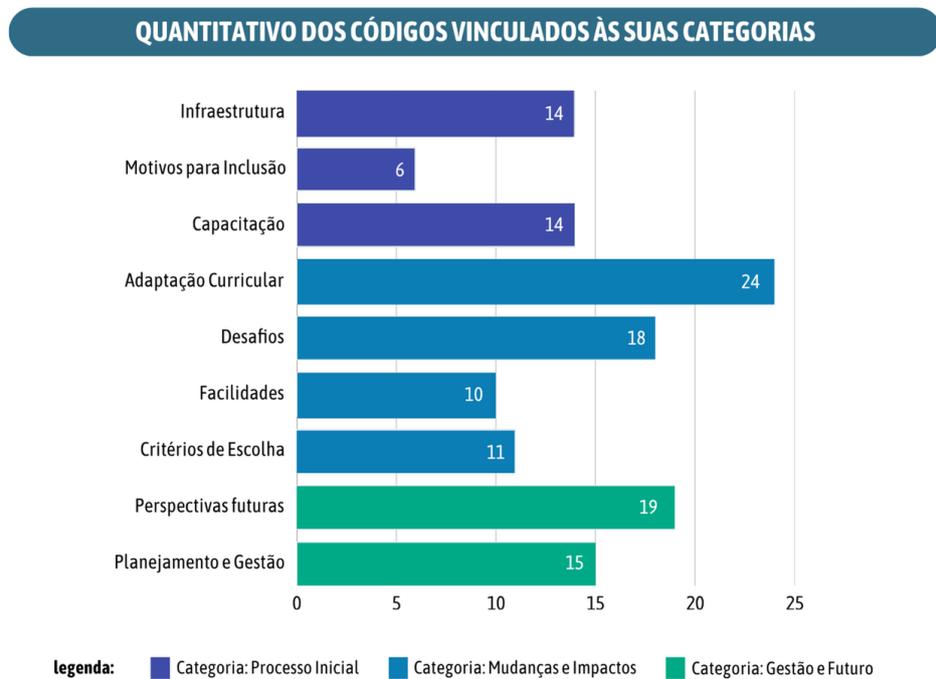
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A partir de 2013, o curso deixou de oferecer a especialização em Projetos Mecânicos, resultando na redução da carga horária dedicada ao CAD, que atualmente é de 80 horas. A partir desse ano, o curso também passou a abordar gradualmente outras tecnologias digitais de fabricação, como manufatura aditiva, *scanner* 3D e corte a laser.

A análise documental forneceu uma base para a compreensão da trajetória do CAD no IFSC Câmpus Florianópolis, permitindo traçar uma linha temporal dos acontecimentos e evidenciar as mudanças documentadas para a incorporação da tecnologia CAD. No entanto, para compreender as nuances desse processo, a pesquisa complementou a análise documental com entrevistas semiestruturadas com professores que vivenciaram a implementação do CAD no curso. As próximas seções descrevem as percepções e experiências desses profissionais, baseadas na análise de conteúdo de suas falas, e contribuem para a compreensão do contexto histórico e dos fatores que influenciaram a inclusão da tecnologia CAD no IFSC Campus Florianópolis.



Figura 4: Gráfico do quantitativo de códigos vinculados às suas categorias



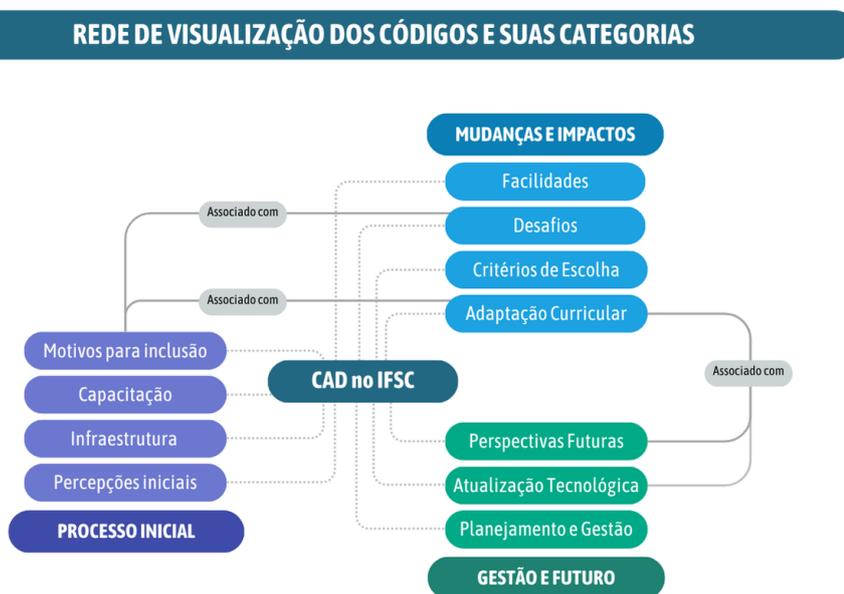
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A etapa seguinte foi a de Categorização, que é processo de agrupar os códigos em categorias temáticas ou conceituais. Neste trabalho, foram definidas três categorias principais:

- **Processo Inicial:** Aborda as questões iniciais relacionadas à inclusão da tecnologia CAD, descrevendo os processos e as percepções do corpo docente
- **Mudanças e Impactos:** Analisa as transformações ocorridas ao longo do tempo após a implementação da tecnologia CAD.
- **Gestão e Futuro:** Aborda como os professores do curso se preparam para o futuro, incluindo o planejamento e a inclusão de novas tecnologias.

Após a categorização, foi possível organizar dentro dessas 3 categorias os códigos gerados na fase anterior. A visualização a seguir ilustra essa relação entre os códigos e as categorias criadas (Figura 5).

Figura 5: Categorização dos dados



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Os trechos codificados foram agrupados por categoria, permitindo uma análise temática dos dados e a identificação de padrões, tendências e similaridades nas falas dos professores.

### 4.3. Descrição das categorias

Essa seção apresenta as descrições e análises de cada uma das 3 categorias e seus respectivos códigos.

#### 4.3.1. Processo Inicial de inclusão

Essa categoria aborda as questões iniciais relacionadas à inclusão da tecnologia CAD, descrevendo os processos iniciais e as percepções do corpo docente e discente. Os códigos dessa categoria são: Motivos para a Inclusão, Capacitação dos professores e Infraestrutura.

- **Motivos para a inclusão:**

A partir de 1991, o curso iniciou sua digitalização com as Unidades Curriculares de Introdução à Informática e de Comando Numérico Computadorizado (CNC), que, embora não estivessem diretamente ligadas ao CAD, preparavam os alunos para o uso de computadores.

A inclusão do CAD, propriamente dita, foi iniciada entre 1990 e 1991 por uma demanda real, embora informal, baseada no conhecimento do corpo docente sobre as necessidades do mercado. Foi uma busca de interesse pessoal dos professores, sem demanda direta da coordenação ou da instituição. Os motivos identificados para a inclusão do CAD foram: alinhamento ao mercado de trabalho, melhoria na qualidade dos desenhos, necessidades das empresas da Grande

Florianópolis, rapidez na execução de desenhos e a integração com outras tecnologias como CAM/CNC. Os entrevistados expressaram esse entendimento em suas falas, como pode-se visualizar nos trechos a seguir:

"A gente sabia o que estava acontecendo porque a gente estava sempre buscando informação, né? Mas não era uma coisa que chegava diretamente, assim, tipo um relatório de estado." (Entrevista C)

"Então, acho que era uma adaptação à realidade do que estava acontecendo fora da instituição." (Entrevista D)

"Se sabia que as empresas já estavam buscando profissionais que fizessem projeto no computador." (Entrevista A)

"Alinhamento com o mercado de trabalho, necessidade de integração com outras tecnologias como CAM e CNC e necessidade das empresas da grande Florianópolis." (Entrevista B)

- **Capacitação:**

Entre 1990 e 1991, alguns professores já começaram a capacitar-se em softwares CAD de forma autônoma. No entanto, de maneira mais concentrada, a capacitação dos professores ocorreu junto com as demandas de aula, ou seja, em paralelo com os alunos.

Entre 1993 e 1997, foram testados alguns softwares para entender as possibilidades e diferenças entre os softwares CAD disponíveis. Com o tempo a capacitação ficou mais estruturada, sendo oferecida pelas empresas e ou através de grupos de multiplicação, como podemos ver nos trechos a seguir:

"No caso do *Cimatron*, a empresa que revendia o software no Brasil, ofereceu um longo curso de capacitação." (Entrevista B)

"Teve, teve alguns professores que fizeram curso de *AutoCAD* e depois teve a multiplicação, ou seja, os professores que fizeram o curso multiplicaram para os outros." (Entrevista D)

"Então, a gente teve casos de professores que estavam fazendo o curso na mesma época que os alunos estavam aprendendo." (Entrevista A)

"Nós fazíamos o curso depois a gente passava para os bolsistas, desenvolvemos apostilas. À medida que as coisas foram acontecendo o povo foi sendo treinado." (Entrevista C)

- **Infraestrutura:**

Entre 1992 e 1993, foram adquiridos 8 computadores e criado o primeiro laboratório de CAD, com o projeto que havia sido elaborado em 1991, e exclusivo para os alunos do curso. Inicialmente, utilizava-se o *AutoCAD R10*, uma versão acionada por comandos, sem interface de sistema operacional e apenas com desenhos bidimensionais (2D). Esse processo de digitalização foi uma transposição do desenho na prancheta para o computador. A adequação dos espaços físicos foi lenta devido à falta de recursos financeiros. Posteriormente, outros softwares como *MicroStation* e *Cimatron*, junto com o sistema operacional *Windows* e a impressora *Plotter*, foram incorporados. Os trechos a seguir trazem a percepção dos entrevistados sobre essa fase inicial e como houve a evolução gradual das instalações:

“Na época, era bastante requisitado, do ponto de vista que a gente tinha um computador para cada 10 alunos, digamos assim.” (Entrevista A)

“Foi implementado o laboratório e, com o passar do tempo, a quantidade de laboratórios aumentou. Houve essa demanda e, ao longo do tempo, foram adquiridas licenças diferentes e o software foi mudando.” (Entrevista D)

“Essa parte foi difícil. Com a falta de recursos financeiros, a adequação dos espaços físicos foi muito lenta.” (Entrevista B)

“Porque a gente teve que brigar pra criar um espaço também pro CAD no curso, né? Ele não era previsto, né? Não tinha, né? Ele vai aparecer aonde?” (Entrevista C)

#### 4.3.2. Mudanças e impactos

Essa categoria aborda as mudanças e impactos ocorridos ao longo do tempo após a implementação da tecnologia CAD. Os códigos dessa categoria são: Adaptação Curricular, Desafios, Facilidades e Critérios de Escolha. Cada um desses tópicos será detalhado a seguir.

- **Adaptação Curricular:**

Esse tópico explora as estratégias utilizadas pelos professores para adaptar os conteúdos curriculares a fim de incorporar o ensino de Desenho Técnico com CAD, incluindo a organização das unidades curriculares e carga horária.

A inclusão do CAD 2D ocorreu dentro da Unidade Curricular de Metodologia de Projeto, voltada para os alunos que escolhiam Projetos Mecânicos como especialização. As disciplinas de Desenho Técnico manual permaneceram inalteradas.

Entre 1998 e 1999, o curso formalizou o CAD como Unidade Curricular, com a implementação das disciplinas de Informática – CAD I e II, com carga horária de 40 horas cada. Havia um consenso entre o corpo docente de que não era o momento de alterar a forma como o Desenho Técnico era abordado no curso. Optou-se então por adicionar Unidades Curriculares extras de CAD nos módulos finais do curso, reduzindo a carga horária da Unidade Curricular de Projetos. A justificativa era que a inclusão dessas tecnologias deveria acontecer de forma gradual.

Essa fase marcou o início de um novo método de desenho e projetos mecânicos sem o uso da prancheta, como ilustram os depoimentos dos entrevistados:

“A gente não tirou o desenho, né? A estratégia foi fazer uma disciplina... De CAD. E manter o desenho técnico. Por quê? Porque, primeiro, como é uma transposição... De mídia... O processo de pensamento... Ainda era o mesmo.” (Entrevista C)

“Não ter colocado CAD no desenho. Porque daí não mexeu... Não mexeu com o domínio de ninguém. O desenho tinha em todos os semestres, né?” (Entrevista A)

“No começo, o CAD era usado em substituição à prancheta de desenho. Com o tempo, surgiu o CAD 3D que deu nova vida e oportunidades, que vão além do simples desenho. A partir daí, o CAD foi inserido como ferramenta de projeto.” (Entrevista B)

“No início quem tinha CAD era só o pessoal do projeto e na última fase e o Desenho manual continuava.” (Entrevista D)

- **Critérios de Escolha dos softwares:**

Essa categoria aborda as razões apresentadas pelos professores para a escolha dos softwares CAD ao longo dos anos. O *AutoCAD R10* foi o primeiro e principal software utilizado, seguido pelo *Cimatron* e o *Microstation*, todos entre 1992 e 2003. A preferência pelo *AutoCAD* deveu-se à facilidade de acesso na época, à gratuidade das licenças educacionais, e ao fato de o mercado já utilizar amplamente esse software.

Com a reforma do curso e a criação de outros programas no departamento de metal-mecânica, como Automação, Mecânica Automotiva e Design de Produto, iniciou-se a busca por softwares compatíveis com essas novas áreas e com tecnologias CNC e CAM. O *Solidworks* foi escolhido por apresentar funções compatíveis com simulações e por se adequar a outros cursos, facilitando a justificativa para a compra e manutenção das licenças. Além disso, o software é amplamente utilizado por diversas indústrias da região. As escolhas sempre foram feitas pelo corpo docente. As falas abaixo mostram como os professores optaram pelo *Solidworks*:

“Tem a questão do preço, porque, realmente, era uma licença educacional acessível. E outra é que tinha essas vantagens, já o detalhamento, a parte de montagem. Trouxe muita vantagem.” (Entrevista A)

“Muito importante, a gente tinha outros cursos novos que também precisavam utilizar CAD. Então começamos a ter esse olhar diferente, buscando um software que pudesse ser utilizado por todos. Daí veio a opção do *Solidworks*.” (Entrevista C)

“Do ponto de vista de uma modelagem mais rápida e parametrizável, o *Microstation* não tinha essa questão de ser parametrizável.” (Entrevista D)

“Foi priorizada a integração com CAE/CAM e CNC e com outros cursos do departamento.” (Entrevista B)

- **Desafios e facilidades:**

Esse código discute os desafios e benefícios percebidos da implementação do CAD ao longo dos anos. Entre os benefícios, destacam-se a grande melhoria na qualidade dos desenhos e projetos, o aumento da complexidade dos projetos realizados pelos alunos e a velocidade de execução dos desenhos. O curso foi visto como pioneiro no estado, tendo implementado o CAD antes mesmo da Universidade Federal de Santa Catarina no curso de Engenharia Mecânica.

“Acho que nosso departamento nesse ponto de vista de implantação de CAD foi bem vanguardista. O interessante é que nesse ponto, a gente estava à frente da UFSC.” (Entrevista A)

“Nós corremos atrás de tudo, computadores, capacitação, curso, apostilas... estávamos na frente. Inclusive da UFSC. Eles vieram aqui antes de começar lá.” (Entrevista C)

As vantagens incluem a preparação dos alunos para o mercado de trabalho, a digitalização do curso e a integração com processos de fabricação digitalizados, além da redução da carga horária de desenho manual.

“Bom, as vantagens eram muitas. Mesmo que fosse uma substituição, tu não lidava com papel vegetal, caneta.” (Entrevista C)

“A facilidade de fazer as alterações e a qualidade do desenho não dependia mais da destreza manual de ninguém, mas apenas do entendimento.” (Entrevista A)

“Alunos mais motivados; aumento nas contratações de alunos egressos para AutoCAD e Solidworks;” (Entrevista B)

“O desenho, executar as tarefas, ficar muito mais rápido para fazer, menos erros, porque a gente fazia a mão.” (Entrevista D)

O código "Desafios" aborda os problemas que surgiram ao longo do tempo, desde a implementação até a atualidade. Entre os desafios iniciais estavam a instabilidade dos sistemas CAD e dos sistemas operacionais dos computadores, além da falta de familiaridade dos alunos e do corpo docente com a tecnologia. Outro desafio foi a dificuldade com questões burocráticas, já que a compra de licenças de softwares não era prevista na legislação.

“Desvantagens... Na época, era tudo muito instável. Dava muito problema. Não tínhamos dinheiro para comprar software, o que restringiu nosso trabalho. Mas... A gente sempre foi muito de meter a cara.” (Entrevista C)

“Havia desconfiança quanto ao CAD: vai substituir o emprego de alguém? Vou perder minha disciplina de desenho convencional?” (Entrevista B)

“Inclusive alguns professores tinham mais dificuldade.” (Entrevista A)

“Tínhamos professores que estavam há muito tempo na instituição e tinham dificuldade com informática, então houve problemas nesse sentido, e alunos também tinham dificuldade com informática. Era novo para muitos; tínhamos que ensinar a ligar o computador.” (Entrevista C)

#### 4.3.3. Novas Tecnologias e Futuro

A categoria "Novas Tecnologias e Futuro" aborda como os professores do curso se preparam para o futuro, incluindo o planejamento e a inclusão de novas tecnologias. Os códigos desta categoria são: Planejamento e Gestão e Perspectivas Futuras.

- **Planejamento e Gestão:**

Este código trata das estratégias de gestão do curso para a inclusão de novas tecnologias. Os professores relatam que as iniciativas de inclusão de novas tecnologias são individuais, partindo dos professores das disciplinas e que atualmente não existe um planejamento estratégico do curso ou da instituição para isso. Questões referentes às burocracias do sistema público, que limitam a obtenção de recursos financeiros, também são mencionadas. Os professores expressam a necessidade de uma organização mais estruturada para a inclusão das tecnologias:

“A instituição pública tem uma inércia muito grande. A gestão às vezes não consegue acompanhar isso.” (Entrevista D)

“Às vezes, aparece o equipamento, conseguimos comprar equipamentos e daí temos que lidar com isso para implementar. Então, é a iniciativa do professor. Sinto que nos falta um planejamento estratégico de curto, médio

e longo prazo. É mais uma iniciativa individual do que algo pensado coletivamente.” (Entrevista A)

“A iniciativa é individual, as coisas não estão explícitas em nenhum lugar. Vai de cada um estar sempre buscando o que é novo.” (Entrevista C)

“Ter acesso a um computador adequado para rodar um CAD 3D moderno, tem se tornado um obstáculo enorme para as instituições de ensino.” (Entrevista B)

- **Perspectivas Futuras:**

Este tópico aborda as perspectivas futuras do curso em relação à inclusão de novas tecnologias e ao planejamento estratégico. Os professores destacam a importância de estarem atualizados com as demandas do mercado e de terem um planejamento estratégico claro. Eles acreditam que, para o curso continuar sendo relevante, é necessário investir em novas tecnologias como scanner 3D e manufatura aditiva, além de formar parcerias com a indústria. Abaixo seguem os trechos das entrevistas que trazem essas percepções:

“Para o futuro, acredito que precisamos estar atentos às demandas do mercado e buscar sempre estar atualizados. A inclusão de novas tecnologias é fundamental para manter o curso relevante e atrativo para os alunos.” (Entrevista A)

“A questão é que estamos sempre precisando de novas tecnologias, que o mercado exige, e muitas vezes a instituição demora a responder a essas necessidades. A atualização é constante.” (Entrevista B)

“O grande problema, ao meu ver, é a dificuldade de atualização dos softwares e da infraestrutura. Precisamos estar atentos a novas tecnologias, mas esbarramos sempre nas dificuldades financeiras e burocráticas do sistema público.” (Entrevista C)

“Acredito que precisamos de um planejamento estratégico institucional para adquirir novas tecnologias. Hoje, estamos tentando implementar novas tecnologias aos poucos, mas precisamos de um direcionamento claro de onde queremos chegar e como.” (Entrevista D)

Os resultados apresentados mostram uma trajetória de adaptação e evolução na inclusão da tecnologia CAD no curso do IFSC, demonstrando as diversas fases de implementação e os desafios superados ao longo dos anos. A análise das entrevistas revelou a importância do alinhamento com as demandas do mercado, a necessidade de capacitação contínua dos docentes e as dificuldades enfrentadas para a atualização tecnológica e manutenção da infraestrutura. A Figura 6, a seguir, traz um resumo desses resultados que serão discutidos na próxima seção.

Figura 6: Síntese visual dos resultados observados



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

#### 4.4. Discussão

Os resultados da pesquisa fornecem uma visão sobre as percepções dos professores em relação à inclusão do CAD no curso técnico em Mecânica Industrial do IFSC ao longo dos anos. A análise dos dados evidencia a importância da iniciativa individual dos docentes, a necessidade de adaptação curricular para a adaptação gradual da tecnologia e os desafios inerentes à gestão em instituições públicas.

A escolha dos softwares CAD ao longo dos anos foi fortemente influenciada pela acessibilidade financeira, funcionalidade e relevância para o mercado de trabalho. O *AutoCAD* foi inicialmente adotado pela facilidade de acesso e gratuidade, mas a transição para o *Solidworks* foi motivada pela compatibilidade com as demandas dos novos programas de curso e na evolução das tecnologias CNC e CAM.

A implementação do CAD trouxe inúmeros benefícios, como a melhoria na qualidade dos desenhos, o aumento da complexidade dos projetos realizados pelos alunos e a rapidez na execução dos desenhos, como já demonstrava o estudo de Rojas-Sola *et al* (2011). No entanto, a transição para o CAD também apresentou desafios. A instabilidade dos sistemas CAD e dos sistemas operacionais nos primeiros anos, a falta de familiaridade dos alunos e dos professores com a tecnologia, e as questões burocráticas relacionadas à compra de licenças de software foram obstáculos que exigiram esforços para serem superados. A resistência inicial de alguns docentes, preocupados com a substituição de disciplinas tradicionais de desenho manual, também foi um desafio a ser enfrentado, semelhante ao que relata Plonski (1991) quanto à inserção do CAD em empresas brasileiras na década de 90.

Apesar dessas dificuldades, os professores destacaram a importância de preparar os alunos para o mercado de trabalho, assim como o trabalho de Czekanski, Al-Dojayli e Lee (2015), que defende a integração da tecnologia nos currículos. A inclusão do CAD no curso não apenas melhorou a qualidade dos desenhos e projetos dos alunos, mas também aumentou sua motivação e empregabilidade, como indicam Wang e Bi (2019), refletindo positivamente na reputação do curso.

Os professores reconhecem a importância de estar atualizados com as demandas do mercado e de formar parcerias com a indústria para trazer novas tecnologias para o curso. Há um entendimento de que seria importante ter um planejamento estratégico institucional mais robusto para tal, o mesmo sugerido no artigo de Souza *et al* (2023), no estudo realizado em um outro curso do IFSC. A constante evolução dos softwares e a dificuldade de atualização

tecnológica, devido a limitações financeiras e burocráticas, são desafios que precisam ser abordados de maneira mais estruturada.

Em termos de perspectivas futuras, a inclusão de novas tecnologias é considerada um caminho inevitável, mas que requer um direcionamento claro e um compromisso institucional com a inovação e a qualidade educacional. A formação de comitês ou grupos de trabalho dedicados à análise e implementação de novas tecnologias pode ser uma solução para garantir que as decisões sejam tomadas de maneira colaborativa e informada, beneficiando tanto os alunos quanto o corpo docente.

A pesquisa mostra que o processo de inclusão de tecnologias no ensino exige uma abordagem multidisciplinar, considerando aspectos pedagógicos, tecnológicos, financeiros e organizacionais. É fundamental investir na capacitação docente, desenvolver um planejamento estratégico institucional para a aquisição de novas tecnologias e fortalecer a comunicação entre a gestão, os professores e o mercado de trabalho.

## 5. Conclusões

A análise dos dados permite traçar um balanço dos principais pontos positivos e negativos da trajetória. A introdução do CAD trouxe melhorias na qualidade dos desenhos e projetos dos alunos, além de aumentar sua motivação e empregabilidade. No entanto, a transição para essa tecnologia não foi isenta de desafios. Os professores enfrentaram dificuldades com a instabilidade inicial dos sistemas, a falta de familiaridade com a nova tecnologia e as restrições orçamentárias para aquisição de licenças de software. A resistência inicial por parte de alguns docentes e a necessidade de constante atualização tecnológica também foram pontos críticos.

A pesquisa revelou que, apesar dessas dificuldades, a capacitação contínua e a iniciativa dos professores foram as principais razões para a integração bem-sucedida do CAD no currículo. A colaboração entre docentes e a adaptação às novas ferramentas foram essenciais para superar as barreiras iniciais e garantir a relevância do curso perante as exigências do mercado de trabalho.

Entender como o curso se adaptou no passado pode auxiliar como realizar as mudanças que virão, visto que é essencial que o curso se mantenha atento às mudanças tecnológicas e às necessidades do mercado, buscando novas oportunidades de aprimoramento e aquisição de tecnologias que estejam alinhadas às demandas da indústria. Uma forma de resolver essa demanda é que a gestão da instituição desenvolva estratégias para agilizar a incorporação de novas tecnologias, proporcionando aos alunos uma formação atualizada e competitiva no mercado de trabalho.

Por fim, a pesquisa apresenta algumas limitações, pois a análise foi baseada em um número limitado de entrevistas com professores. Essa trajetória construída não pode ser generalizada pois não representa todas as nuances das percepções e experiências docentes. Como sugestão para a melhora e evolução deste estudo, recomenda-se a expansão da análise para incluir a perspectiva da gestão institucional. Investigar como as demandas por inovação tecnológica são processadas na esfera administrativa permitiria contrastar a visão dos professores com a visão dos gestores. Isso ofereceria um panorama completo e mais equilibrado dos desafios e estratégias para a modernização do ensino técnico em instituições públicas, contribuindo para o desenvolvimento de políticas mais eficazes e sustentáveis.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e seu Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica do Campus Florianópolis, ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), ao apoio da agência de fomento CAPES, ao PósDesign e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

## Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2010.

BARETA, Deives Roberto, WEBBER, Jaíne. **Fundamentos de desenho técnico mecânico**. Caxias do Sul: EDUCS, 2010.

CEFET/SC - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA. **Projeto Pedagógico dos Cursos: Técnico em Projetos Mecânicos, Técnico em Manutenção Industrial e Técnico em Produção Mecânica**. Florianópolis, 2004.

CZEKANSKI, Aleksander; AL-DOJAYLI, Maher; LEE, Tom. Challenges in Engineering Design Education: vertical and lateral learning. **Proceedings Canadian Engineering Education Association (CEEAA15)**. McMaster University, mai -jun, p. 1-5, 2015.

IFSC - INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Mecânica Industrial**. Florianópolis, 2020.

IKUBANNI, Peter P. et al. Present and Future Impacts of Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM). **Journal Européen des Systèmes Automatisés**. v. 55, n. 3, p. 349-357, 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, 2007.

NITHYANANDAM, Ganesh; MUNGUIA, Javier; MARIMUTHU, Muruthanayagam. "Digital literacy": Shaping industry 4.0 engineering curriculums via factory pilot-demonstrators. **Advances in Industrial and Manufacturing Engineering**, v. 5, p. 100092, 2022.

PEREIRA, Talita Bitencourt et al. Trajetória da tecnologia CAD no curso técnico em mecânica: estudo de caso do campus IFSC Florianópolis. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**. Anais...Natal (RN) Instituto MetrÓpole Digital (IMD), 2023.

PLONSKI, Guilherme Ary. Comparing CAD Implementation in Engineering Firms In Brazil, Canada and The United States: the need for "engimantion". D. Bennett et al. (eds.). **Achieving Competitive Edge Getting Ahead Through Technology and People, Operations Management Association-UK**, p. 269-274, 1991.

QUINTANA, Virgilio et al. Re-engineering the Engineering Change Management process for a drawing-less environment. **Computers in Industry**, v. 63, n. 1, p. 79-90, 2012.

REHG, J. A.; KRAEBBER, H. W. **Computer-integrated manufacturing**. New Jersey: Prentice Hall, 2005.

ROJAS-SOLA, José Ignacio et al. Una revisión histórica: desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. **Dyna**, v. 78, n. 167, p. 17-26, 2011.

SOUZA, João Carlos De Pellegrin et al. O uso de tecnologias no Curso Técnico de Edificações Integrado ao Ensino Médio do IFSC - Campus Florianópolis: um estudo sobre o alinhamento entre a prática docente e o PPC. **Revista Sítio Novo**, v.7, n.4, p.5-27, 2023.

SPECK, Henderson Jose; PEIXOTO, Virgilio Vieira. **Manual básico de desenho técnico**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

SPRINTHALL, R. C. **Basic statistical analysis**. Boston, MA: Allyn and Bacon, 2003.

TYRCHAN, Gregor. **Integration of CAD/CAM and Information Technology into Technology Education. NATO ASI Series, Integrating Advanced Technology into Technology Education**. Edited by M. Hacker et al, v.78, 1991.

VILELA, Rosana Brandão; RIBEIRO, Adenize; BATISTA, Nildo Alves. **Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: uma aplicação aos desafios do mestrado profissional em Ensino na Saúde**. *Millenium*, v.2, n. 11, p. 29-36, 2020.

WANG, Xiaoqin; BI, Zhuming. New CAD/CAM course framework in digital manufacturing. **Computer Applications in Engineering Education**. v. 27, n.1 p.128-144, 2019.