ISSN 2236-0158
Revista de Ensino de Engenharia

v. 45, 2026

PROJETO DE INTEGRAÇÃO MULTIDISCIPLINAR NA ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA APLICADA À AUTOMAÇÃO DA MANUFATURA

MULTIDISCIPLINARY INTEGRATION PROJECT IN CONTROL AND AUTOMATION ENGINEERING: A PEDAGOGICAL PROPOSAL APPLIED TO MANUFACTURING AUTOMATION

Alexandre Silva Campos[1], Daniel Oliveira Campos Junior[2]

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v45p877-895.2026

RESUMO: Aplicar de forma prática os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação é uma demanda recorrente nos cursos de graduação em Engenharia, especialmente diante da tradicional fragmentação entre disciplinas que caracteriza os currículos organizados de forma disciplinar. Este artigo apresenta uma proposta de criação de um Projeto de Integração Multidisciplinar para o curso de Engenharia de Controle e Automação, com foco na área de Automação da Manufatura. A proposta articula, por meio de um projeto técnico único – o desenvolvimento do produto e do processo de manufatura de um Conjunto Dispositivo Intermediário –, dezenove disciplinas distribuídas ao longo de nove semestres do curso, integrando tecnologias como CAD (Desenho e Projeto Auxiliados por Computador), CAM (Manufatura Auxiliada por Computador), CAE (Engenharia Auxiliada por Computador) e CNC (Comando Numérico Computadorizado). Metodologicamente, o trabalho caracteriza-se como uma proposta de intervenção pedagógica fundamentada na literatura sobre interdisciplinaridade e Aprendizagem Baseada em Projetos, detalhando, em cada disciplina, como os componentes curriculares se articulam entre si por meio das atividades desenvolvidas em torno do dispositivo técnico central. Discute-se que a proposta apresenta potencial para favorecer a superação da fragmentação disciplinar tradicionalmente observada nos currículos de Engenharia, contribuindo para posicionar o estudante como protagonista de sua própria aprendizagem e aproximar a formação acadêmica das situações profissionais vivenciadas pelo engenheiro de Controle e Automação.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto de Integração Multidisciplinar; interdisciplinaridade; Engenharia de Controle e Automação; automação da manufatura; Aprendizagem Baseada em Projetos.

ABSTRACT: Applying theoretical knowledge acquired throughout undergraduate education in a practical way is a recurring demand in Engineering courses, especially given the traditional fragmentation between disciplines that characterizes curricula organized in disciplinary silos. This article presents a proposal to create a Multidisciplinary Integration Project applied to a Control and Automation Engineering course, focusing on the Manufacturing Automation field. The proposal articulates, through a single technical project — the development of the product and manufacturing process of an Intermediate Device Assembly —, a set of nineteen courses distributed across nine semesters of the program, integrating technologies such as CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing), CAE (Computer-Aided Engineering), and CNC (Computer Numerical Control). Methodologically, the work is characterized as a pedagogical intervention proposal grounded in the literature on interdisciplinarity and project-based learning, detailing, course by course, how each curricular component connects to the others through activities developed around the central technical device. It is argued that the proposal has the potential to favor overcoming the disciplinary fragmentation traditionally observed in Engineering curricula, potentially positioning the student as the protagonist of their own learning and bringing academic training closer to the real situations faced by Control and Automation Engineers in professional practice.

KEYWORDS: Multidisciplinary Integration Project; interdisciplinarity; Control and Automation Engineering; manufacturing automation; Project-Based Learning.

[1] Engenheiro de Controle e Automação, Faculdades Integradas Metropolitanas de Campinas (METROCAMP), alexandresilvacampos@yahoo.com.br
[2] Engenheiro de Controle e Automação, Faculdades Integradas Metropolitanas de Campinas (METROCAMP), jrdanieloc@gmail.com

INTRODUÇÃO

Aplicar de forma prática os conhecimentos teóricos adquiridos durante os anos de formação é um desejo comum a qualquer estudante dos cursos de graduação em Engenharia. Os professores, apesar de eventuais restrições de tempo, carga horária e recursos, procuram demonstrar exemplos que ilustrem a realidade da prática profissional da Engenharia. Contudo, a organização curricular tradicional, estruturada em disciplinas isoladas e sequenciais, frequentemente dificulta que o estudante perceba, ao longo do curso, como os conhecimentos construídos em cada componente curricular se articulam e convergem para a compreensão e a resolução de problemas técnicos reais e integrados – lacuna que a proposta apresentada neste artigo busca enfrentar diretamente.

O curso de Engenharia de Controle e Automação, segundo classificação do Ministério da Educação (MEC) e do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), enquadra-se na área de Engenharia Elétrica. A partir de 2009, o curso das Faculdades Integradas Metropolitanas de Campinas (METROCAMP) passou por reformulação curricular, mantendo como diferencial um conjunto robusto de disciplinas de Automação da Manufatura – CAD, CAE, CAM e CNC –, cuja articulação efetiva ao longo dos nove semestres carecia de um projeto técnico unificador. Diante desse cenário, este artigo apresenta uma proposta de Projeto de Integração Multidisciplinar voltada à Automação da Manufatura, partindo do pressuposto de que a fragmentação disciplinar, ainda que necessária à organização didática do conhecimento especializado, precisa ser contrabalançada por experiências formativas capazes de reintegrar os diferentes campos do saber e evidenciar sua aplicabilidade na resolução de problemas técnicos reais, papel que um projeto multidisciplinar bem estruturado pode desempenhar ao longo de toda a trajetória formativa do estudante.

Assim, a justificativa para o desenvolvimento dessa proposta fundamenta-se na constatação de que um Projeto de Integração Multidisciplinar apresenta potencial para contribuir para a melhoria da qualidade do ensino. Além de constituir uma atividade motivadora, permite que os alunos articulem as tecnologias aprendidas ao longo do curso, contribuindo para uma formação generalista cada vez mais valorizada no exercício profissional contemporâneo, no qual os problemas técnicos raramente se apresentam delimitados pelas fronteiras de uma única especialidade.

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um Projeto de Integração Multidisciplinar com foco na área de Automação da Manufatura, a fim de envolver

os alunos de graduação do curso de Engenharia de Controle e Automação da METROCAMP em atividades práticas, desde a sua iniciação até a conclusão, promovendo o contato direto com tecnologias voltadas à Automação da Manufatura ao longo de toda a formação. Especificamente, este trabalho teve os seguintes objetivos específicos:

a) proporcionar aos alunos atividades que permitam a integração entre as disciplinas ministradas durante a formação, desenvolvendo competências de identificação, avaliação, análise, planejamento, organização e elaboração de conceitos gerenciais fundamentais para a autonomia profissional;

b) promover a interdisciplinaridade, de modo que o aluno identifique as relações e os pontos em comum entre as disciplinas aprendidas, aplicando-as de forma contextualizada em suas atividades;

c) enriquecer a grade curricular do curso no que diz respeito à área de Automação da Manufatura.

Cabe situar, desde já, a origem e a natureza da contribuição aqui apresentada: a proposta do Conjunto Dispositivo Intermediário e da matriz de integração curricular entre as dezenove disciplinas foi originalmente concebida em 2011, em trabalho de conclusão de curso de um dos autores. Este artigo revisita essa concepção original à luz da literatura contemporânea sobre interdisciplinaridade, Aprendizagem Baseada em Projetos e avaliação por competências, reformulando sua fundamentação teórica e delimitando com maior precisão seu *status* como proposta de intervenção pedagógica ainda não implementada empiricamente.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a próxima seção apresenta a fundamentação teórica sobre interdisciplinaridade e projetos multidisciplinares na Educação em Engenharia, seguida da metodologia, da proposta do Projeto de Integração Multidisciplinar propriamente dita e do detalhamento das atividades desenvolvidas em cada disciplina integrada; a seção final apresenta as considerações finais do estudo.

DESENVOLVIMENTO

Interdisciplinaridade e projetos multidisciplinares na Educação em Engenharia

O conceito de interdisciplinaridade, tal como sistematizado por Japiassu (1976), caracteriza-se pela intensidade das trocas entre especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto, em contraposição à mera justaposição de conhecimentos disciplinares isolados. Para o autor, a interdisciplinaridade surge como resposta à fragmentação crescente do saber, decorrente da própria especialização das disciplinas científicas, que produziu um distanciamento entre o pensamento teórico e a ação sobre problemas reais, raramente delimitados pelas fronteiras de uma única disciplina.

Na mesma linha, Fazenda (1994) defende que a prática interdisciplinar exige mudança de atitude – interesse em pesquisar além dos próprios limites disciplinares e disposição de acolher contribuições de outras áreas na construção do conhecimento. Um projeto multidisciplinar bem planejado, com a equipe pedagógica genuinamente envolvida, sem imposição artificial aos estudantes, tende a favorecer essa mudança de atitude, por representar uma ruptura com o ensino reprodutor e o saber parcelado tradicionalmente presente na organização curricular.

No contexto específico da Educação em Engenharia, o projeto multidisciplinar é um recurso pedagógico particularmente relevante, pois supera a fragmentação disciplinar e aproxima a experiência formativa das condições reais de trabalho do futuro Engenheiro (Ferreira, 2009). Ao promover o diálogo entre conteúdos de diferentes disciplinas, emergem questões interdisciplinares e pontos de convergência que, em uma organização curricular puramente sequencial, tenderiam a permanecer implícitos.

Desenvolver competências e habilidades constitui ação central na educação contemporânea de engenheiros, o que significa possibilitar que os alunos adquiram saberes fundamentais que os preparem tanto para a nova realidade social quanto para as demandas do mercado de trabalho. Os projetos multidisciplinares, ao integrarem diferentes disciplinas, assumem papel central no desenvolvimento dessas competências, estimulando a curiosidade e a criatividade do estudante (Ferreira, 2009). Ademais, essa abordagem está alinhada à formação por competências prevista nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Brasil, 2019; Pereira Manske e Lopes Amorim, 2024) e

aos estudos que associam a Aprendizagem Baseada em Projetos ao desenvolvimento e à avaliação de competências profissionais em Engenharia (Maia, Carmo e Pontes, 2021; Serrano, Serrano e Sales, 2021).

Relatos recentes no próprio contexto de cursos de Engenharia de Controle e Automação reforçam essa atualidade: Bremgartner *et al.* (2022) associam a Aprendizagem Baseada em Projetos, aplicada no Instituto Federal do Amazonas, a ganhos de engajamento discente; Da Silva *et al*. (2026), na Universidade Federal de Mato Grosso, apontam a integração de conhecimentos de CAD, manufatura aditiva, eletrônica embarcada e programação em um único artefato técnico como fator relevante para visão sistêmica e resolução de problemas. Essa integração converge com a lógica deste artigo, em que um único artefato técnico central articula disciplinas de naturezas distintas ao longo de toda a trajetória curricular.

Do ponto de vista pedagógico, o pensar e o agir interdisciplinar apoiam-se no princípio de que nenhuma fonte de conhecimento é, em si mesma, completa. No caso da Engenharia de Controle e Automação, essa integração assume contornos concretos quando um mesmo artefato técnico – o Conjunto Dispositivo Intermediário, detalhado a seguir – serve de fio condutor entre disciplinas tradicionalmente isoladas, como Mecânica Aplicada, Materiais de Engenharia, Desenho Técnico, Processos de Fabricação e Automação Industrial.

Vale destacar a distinção entre os dois termos que dão nome ao artigo: na multidisciplinaridade, diferentes disciplinas contribuem, cada uma a partir de sua própria metodologia, para um mesmo objeto, sem necessariamente integrar seus referenciais entre si. Por sua vez, a interdisciplinaridade, tal como definida por Japiassu (1976), exige um grau mais elevado de integração real, com trocas efetivas entre especialistas. A proposta situa-se em ponto intermediário: estruturada como "Projeto de Integração Multidisciplinar" pela diversidade de disciplinas técnicas envolvidas, mas com lógica de articulação em torno de um artefato técnico único que a aproxima do ideal interdisciplinar de Japiassu (1976).

METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma proposta de intervenção pedagógica, fundamentada em uma revisão da literatura sobre interdisciplinaridade e projetos multidisciplinares na Educação em Engenharia e na experiência dos autores na

concepção curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação da METROCAMP – não se tratando, portanto, de uma pesquisa empírica voltada à mensuração de resultados de aprendizagem. A concepção da proposta partiu da identificação de um artefato técnico único, o Conjunto Dispositivo Intermediário, capaz de articular as disciplinas de Automação da Manufatura com as demais disciplinas do curso ao longo de nove semestres, permitindo a aplicação prática de conceitos de projeto de produto, projeto de processo de manufatura, cálculo estrutural, seleção de materiais e programação de máquinas CNC, entre outros.

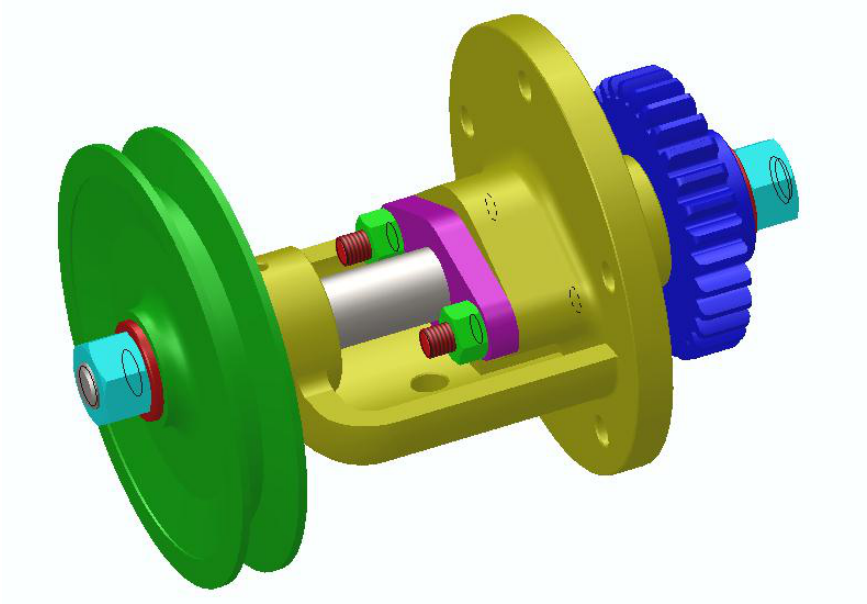
O procedimento metodológico envolveu três etapas: mapeamento da grade curricular do curso, identificando as disciplinas com maior potencial de integração; definição do artefato técnico central e de seus componentes, garantindo complexidade compatível com cada disciplina mapeada; e detalhamento, disciplina a disciplina, das atividades e conexões com as demais componentes curriculares.

Como já situado na Introdução, este artigo revisita a proposta de 2011 à luz da literatura contemporânea sobre interdisciplinaridade, Aprendizagem Baseada em Projetos e avaliação por competências, distinguindo-a de um relato de experiência empírica. Como limitações, destacam-se: (i) o caráter ainda não implementado da iniciativa, o que restringe a análise aos resultados esperados, sem resultados efetivamente mensurados junto a turmas reais; e (ii) a aplicabilidade específica ao currículo da METROCAMP, o que não impede sua adaptação a outros cursos de Engenharia, com os devidos ajustes institucionais.

A proposta do Projeto de Integração Multidisciplinar: o Conjunto Dispositivo Intermediário

Durante as atividades do Projeto de Integração Multidisciplinar, os alunos desenvolverão o projeto do produto e do processo de manufatura do Conjunto Dispositivo Intermediário, artefato técnico central da proposta, apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Conjunto do Dispositivo Intermediário



Fonte: elaborada pelos autores.

O Conjunto Dispositivo Intermediário é composto por treze componentes distintos, entre eles suporte, eixo, prensa-gaxeta, polia, prisioneiros, arruelas, engrenagem, chaveta Woodruff, gaxetas, bucha e porcas sextavadas, fabricados em ferro fundido, aço ABNT 1010/20, bronze e náilon — diversidade concebida para viabilizar a aplicação prática de diversas disciplinas técnicas do curso, desde o desenho técnico e a seleção de materiais até o cálculo estrutural, os processos de fabricação e a programação CNC.

A escolha de um artefato de complexidade intermediária — nem tão simples a ponto de dispensar desafios técnicos, nem tão complexa a ponto de inviabilizar sua fabricação ao longo do curso — reflete uma decisão pedagógica: o artefato precisa ser suficientemente complexo para sustentar nove semestres de atividades, mas também suficientemente concreto para que o estudante visualize, desde o primeiro semestre, o produto final que sua formação lhe permitirá desenvolver.

Do ponto de vista funcional, o Conjunto Dispositivo Intermediário incorpora elementos de transmissão de movimento (eixo, engrenagem, polia e chaveta Woodruff), de vedação (prensa-gaxeta e gaxetas), de fixação (prisioneiros, arruelas e porcas sextavadas de rosca direita e esquerda) e de sustentação (suporte e bucha). Essa combinação reproduz, em escala reduzida, os principais tipos de elementos mecânicos de sistemas de automação industrial reais, como esteiras transportadoras, redutores de velocidade e acoplamentos entre motores e

cargas, aproximando o estudante das situações técnicas do exercício profissional. A presença simultânea de rosca direita e esquerda nos componentes de fixação, por exemplo, obriga o estudante a compreender desde as disciplinas iniciais a correta especificação de roscas em desenhos de fabricação, prevenindo erros de montagem que, em contextos reais, podem gerar retrabalho ou falhas de segurança.

Integração entre as disciplinas do curso

O Projeto de Integração Multidisciplinar será desenvolvido por meio de atividades de aprendizagem contínua, articulando a integração entre dezenove disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação, distribuídas ao longo de nove semestres, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 – Integração entre as disciplinas do curso ao longo dos nove semestres

Semestre	Disciplinas	Integração com outras disciplinas
1º	Introdução à Engenharia de Controle e Automação; Física Aplicada I	Todas as disciplinas; Probabilidade e Estatística
2º	Química Tecnológica	Materiais de Engenharia
3º	Desenho Auxiliado por Computador; Mecânica Aplicada	Introdução à Engenharia de Controle e Automação, Projeto Auxiliado por Computador; Resistência dos Materiais
4º	Probabilidade e Estatística; Mecânica dos Fluidos	Física Aplicada I; Sistemas de Atuação Fluidomecânicos
5º	Materiais de Engenharia	Química Tecnológica, Mecânica Aplicada, Engenharia Auxiliada por Computador
6º	Projeto Auxiliado por Computador; Processos de Fabricação; Sistemas Mecânicos; Sistemas de Atuação Fluidomecânicos	Desenho Auxiliado por Computador; Projeto e Manufatura Auxiliados por Computador; Engenharia Auxiliada por Computador; Mecânica dos Fluidos e Automação Industrial
7º	Manufatura Auxiliada por Computador; Automação Industrial	Desenho, Projeto e Processos de Fabricação; Sistemas de Atuação Fluidomecânicos
8º	Engenharia Auxiliada por Computador	Desenho e Projeto Auxiliados por Computador; Resistência dos Materiais
9º	Administração de Sistemas de Produção	Introdução à Engenharia de Controle e Automação; Processos de Fabricação; Manufatura Auxiliada por Computador

Fonte: elaborado pelos autores.

A leitura do Quadro 1 evidencia um padrão de integração progressiva e cumulativa: as disciplinas dos primeiros semestres fornecem a base conceitual, enquanto aquelas dos semestres finais retomam e sintetizam conhecimentos construídos ao longo de praticamente todo o curso, configurando uma estrutura em espiral que diferencia o projeto de uma simples sequência linear de pré-requisitos. Uma planilha de controle do cronograma foi desenvolvida para apoiar

a gestão das atividades ao longo dos nove semestres, permitindo aos estudantes e ao corpo docente visualizar o *status* de cada disciplina, em andamento ou concluída, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Planilha de cronograma do Projeto Integrado Multidisciplinar

veris
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Controle do Desenvolvimento
0%
100%

PROJETO INTEGRADO MULTIDISPLINAR

STATUS	Qtd
Concluído	0
Em andamento	20

Disciplinas	CRONOGRAMA									
	1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre	5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre	9º Semestre	10º Semestre
Física Aplicada I	Em andamento									
Introdução à Engenharia de Controle e Automação	Em andamento									
Química Tecnológica		Em andamento								
Desenho Técnico Auxiliado por Computador_1			Em andamento							
Desenho Técnico Auxiliado por Computador_2			Em andamento							
Mecânica Aplicada			Em andamento							
Probabilidade e Estatística				Em andamento						
Mecânica dos Fluidos				Em andamento						
Materiais de Engenharia					Em andamento					
Resistência dos Materiais					Em andamento					
Sistemas Mecânicos						Em andamento				
Processos de Fabricação						Em andamento				
Projeto Auxiliado por Computador_1						Em andamento				
Projeto Auxiliado por Computador_2						Em andamento				
Sistemas de Atuação Fluidomecânicos						Em andamento				
Manufatura Auxiliada por Computador_1							Em andamento			
Manufatura Auxiliada por Computador_2							Em andamento			
Automação Industrial							Em andamento			
Engenharia Auxiliada por Computador								Em andamento		
Administração de Sistemas de Produção									Em andamento	

Fonte: elaborada pelos autores.

Essa ferramenta, disponibilizada já no primeiro semestre, cumpre papel duplo: instrumento de planejamento para o estudante, que passa a gerir sua própria trajetória formativa, e panorama consolidado para a coordenação identificar eventuais gargalos na integração curricular.

Detalhamento das atividades por disciplina

A partir desta seção são apresentadas as disciplinas que serão aplicadas no Projeto de Integração Multidisciplinar, destacando os objetivos e a importância de cada uma na formação do Engenheiro de Controle e Automação, com ênfase nas disciplinas de foco direcionado à área de Automação da Manufatura.

Introdução à Engenharia de Controle e Automação

Cada disciplina a seguir é apresentada de acordo com sua posição na sequência curricular, com destaque para o momento em que se articula ao Conjunto Dispositivo Intermediário. Na disciplina de Introdução à Engenharia de Controle e Automação, ministrada no primeiro semestre, são apresentados ao aluno os objetivos do Projeto de Integração Multidisciplinar e o próprio Conjunto Dispositivo Intermediário, bem como são fornecidos a planilha de controle do projeto (Figura 2) e o material de referência técnica que dará suporte às disciplinas subsequentes.

Física Aplicada I e Química Tecnológica

Física Aplicada I apresenta unidades de medida e análise dimensional mecânica, incluindo instrumentos básicos como paquímetro e micrômetro, mais tarde aplicados na verificação dimensional dos componentes fabricados do Conjunto Dispositivo Intermediário.

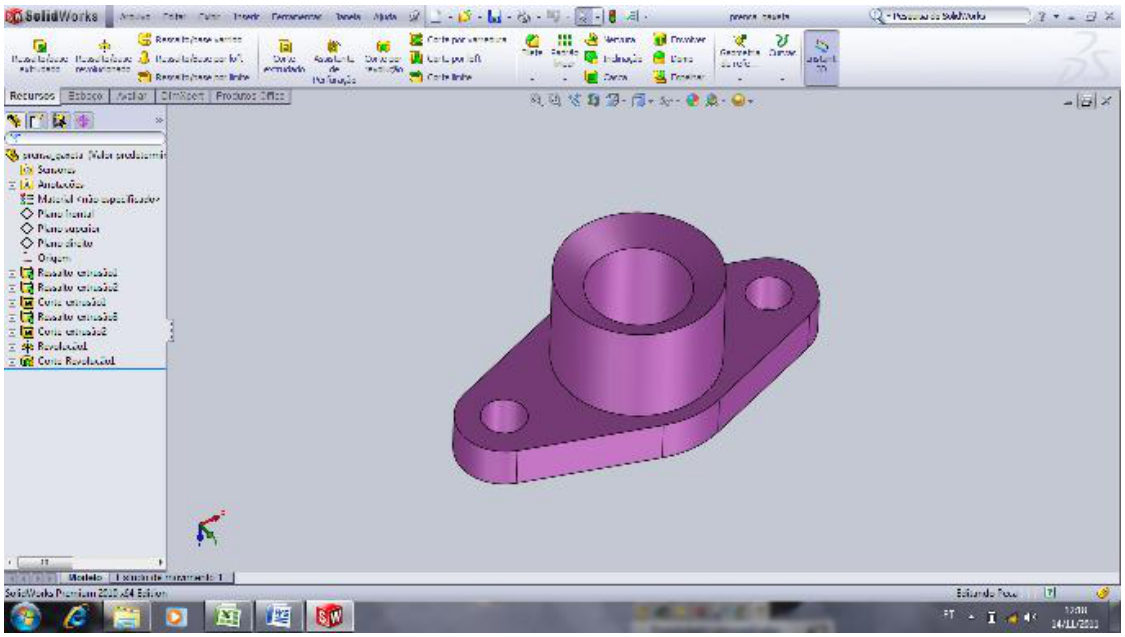
A disciplina de Química Tecnológica aborda estruturas atômicas, ligações e reações químicas dos materiais, capacitando o aluno a interpretar fenômenos físico-químicos e propriedades dos materiais, constituindo uma base direta para a disciplina de Materiais de Engenharia, ofertada nos semestres subsequentes.

Desenho e Projeto Auxiliados por Computador

O desenho técnico fornece as informações necessárias para a manufatura de um produto. A disciplina de Desenho Auxiliado por Computador trabalha os elementos básicos do desenho técnico em uma ferramenta CAD profissional (Solidworks Corporation, 2008), integrando-se ao material de referência apresentado no primeiro semestre. A Figura 3 mostra a modelagem tridimensional da prensa-gaxeta, uma das peças do Conjunto Dispositivo Intermediário, e a Figura 4, o respectivo detalhamento bidimensional, com cotas, tolerâncias e acabamento superficial conforme as normas técnicas.

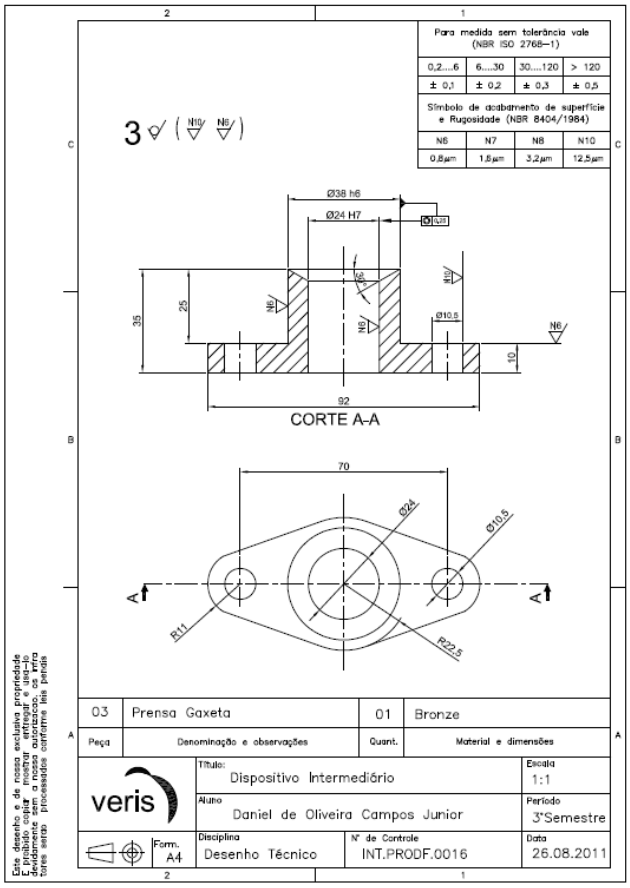
ISSN 2236-0158
Revista de Ensino de Engenharia

Figura 3 – Modelo 3D da peça Prensa-Gaxeta



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 4 – Desenho 2D da peça Prensa-Gaxeta



Fonte: elaborada pelos autores.

Por sua vez, a disciplina de Projeto Auxiliado por Computador capacita o aluno a interpretar formas, dimensões, tolerâncias e acabamentos superficiais exigidos pelo projeto, com ênfase na integração entre projeto e fabricação – condição necessária para adequar a geometria da peça ao processo construtivo e viabilizar sua fabricação. A vertente prática aplica ferramentas computacionais ao desenvolvimento de conjuntos mecânicos e mecatrônicos, articulando-se diretamente com a disciplina de Desenho Auxiliado por Computador.

Mecânica Aplicada, Resistência dos Materiais e Materiais de Engenharia

A disciplina de Mecânica Aplicada aborda conceitos de mecânica e estática das estruturas (Beer e Johnston, 1995), aplicados ao cálculo das reações de apoio do manipulador responsável por inserir o Dispositivo Intermediário na embalagem final. Já a disciplina de Resistência dos Materiais estuda o comportamento dos sólidos submetidos a forças externas, abordando conceitos como tensão, deformação, cisalhamento, torção, flexão e flambagem (Beer e Johnston, 1995).

Na disciplina de Materiais de Engenharia, o aluno deve identificar as propriedades dos materiais e aplicar técnicas de ensaio para sua caracterização mecânica e estrutural, bem como interpretar os resultados obtidos (Callister, 2002). Essa disciplina articula-se com Química Tecnológica e Desenho Auxiliado por Computador, ao retomar conhecimentos necessários à compreensão dos fenômenos físico-químicos e à interpretação dos desenhos técnicos dos componentes a serem fabricados.

Probabilidade e Estatística, Mecânica dos Fluidos e Sistemas Mecânicos

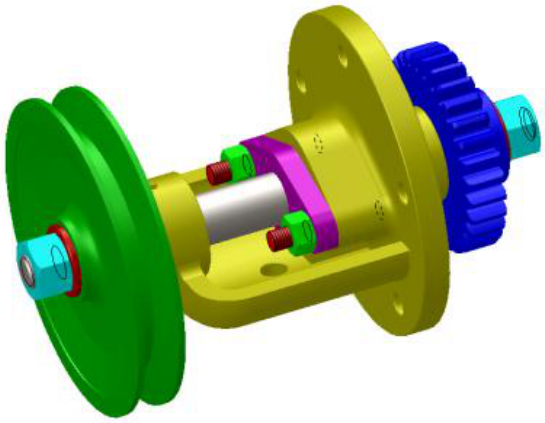
A disciplina de Probabilidade e Estatística oferece técnicas de amostragem, cálculo de probabilidade e estatística descritiva voltadas à coleta e ao tratamento de dados de medição, constituindo uma base metodológica para futuras etapas de controle de qualidade do Conjunto Dispositivo Intermediário, ainda que essas etapas não sejam exploradas em profundidade neste artigo. A disciplina de Mecânica dos Fluidos é aplicada aos sistemas de potência hidráulicos e pneumáticos da automação industrial; no projeto, o aluno realiza o dimensionamento do cilindro pneumático do manipulador que insere a montagem na embalagem.

A disciplina de Sistemas Mecânicos desenvolve o dimensionamento de componentes de transmissão de força e movimento – eixos, engrenagens, polias e parafusos –, com base em critérios de solicitação, resistência e segurança, articulando-se diretamente com o Conjunto Dispositivo Intermediário.

Projeto Auxiliado por Computador (aplicação prática) e Processos de Fabricação

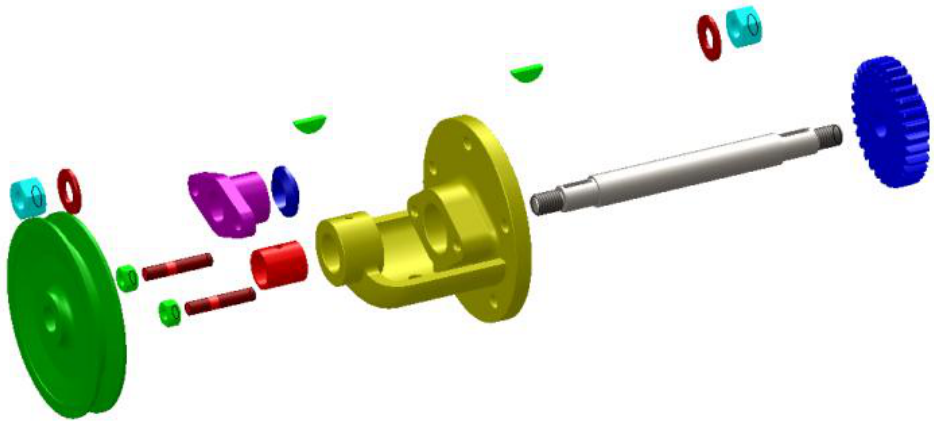
No sexto semestre, as disciplinas de Projeto Auxiliado por Computador (vertente prática) e Processos de Fabricação retomam o desenho técnico dos semestres anteriores e o direcionam para a definição dos processos de fabricação de cada componente. As Figuras 5 e 6 mostram, respectivamente, a montagem e a vista explodida do Conjunto Dispositivo Intermediário elaboradas pelos alunos.

Figura 5 – Montagem do Conjunto Dispositivo Intermediário



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 6 – Vista explodida do Conjunto Dispositivo Intermediário



Fonte: elaborada pelos autores.

A disciplina de Processos de Fabricação apresenta os tipos e as técnicas de fabricação, capacitando o aluno para a análise dos processos de usinagem em máquinas operatrizes – torno, fresadora, furadeira e retífica – e para a especificação de operações e instruções de processo (Souza e Ulbrich, 2009).

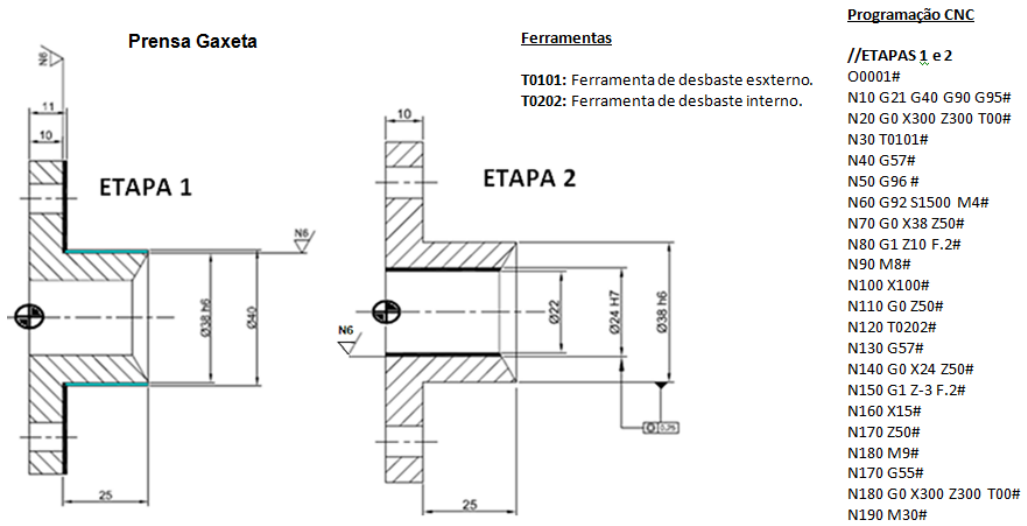
Sistemas de Atuação Fluidomecânicos e Automação Industrial

A disciplina de Sistemas de Atuação Fluidomecânicos apresenta conceitos de eletropneumática, possibilitando a elaboração de circuitos pneumáticos comandados eletricamente, com maior automação e redução de componentes e de custos (Senai-SP, 1985). Na sequência, a disciplina de Automação Industrial apresenta sensores, atuadores, controladores lógicos programáveis (CLP) e sistemas supervisórios, além da modelagem de sistemas sequenciais por GRAFCET e da programação de CLP.

Manufatura Auxiliada por Computador

A disciplina de Manufatura Auxiliada por Computador apresenta a automação da manufatura por meio da integração entre CAD, CAM e CNC (Stoeterau, 2004), abrangendo a programação de máquinas-ferramenta CNC – torno e centro de usinagem – por interface homem-máquina e o uso da tecnologia CAM para a geração automática de programas de usinagem a partir de modelos 3D. A Figura 7 mostra a programação CNC da prensa-gaxeta, com as etapas de torneamento externo e interno e o código correspondente (Silva, 2002).

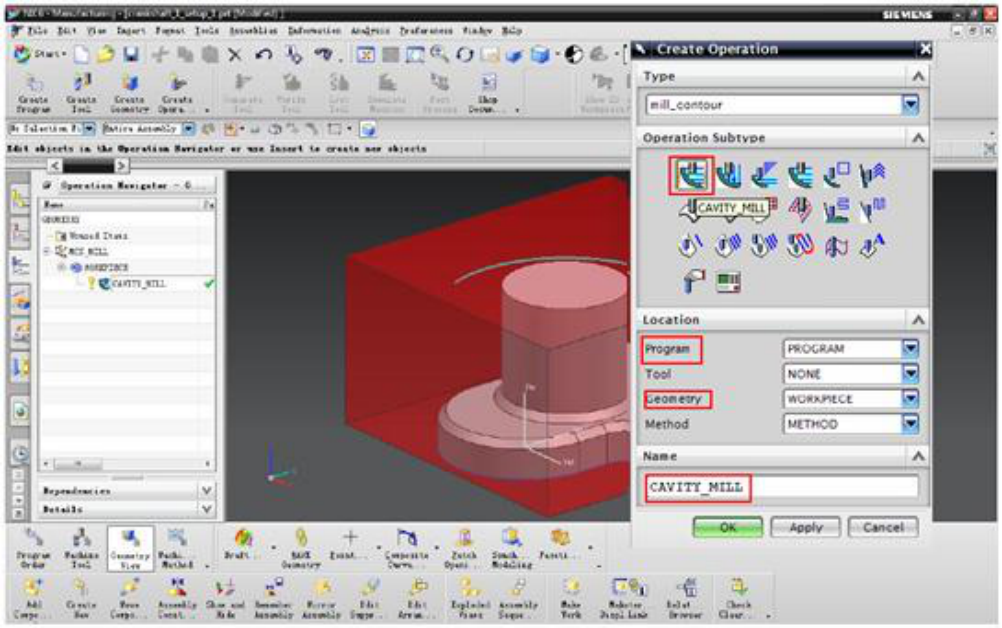
Figura 7 – Programação CNC da peça Prensa-Gaxeta (torneamento)



Fonte: elaborada pelos autores.

A vertente prática da disciplina (CAM) aplica ferramentas computacionais à geração de programas destinados a máquinas CNC. A Figura 8 mostra a simulação gráfica da operação de usinagem antes de sua execução em máquina real, uma etapa importante para a validação do programa CNC e para a prevenção de colisões ou falhas durante o processo.

Figura 8 – Simulação gráfica da operação de usinagem

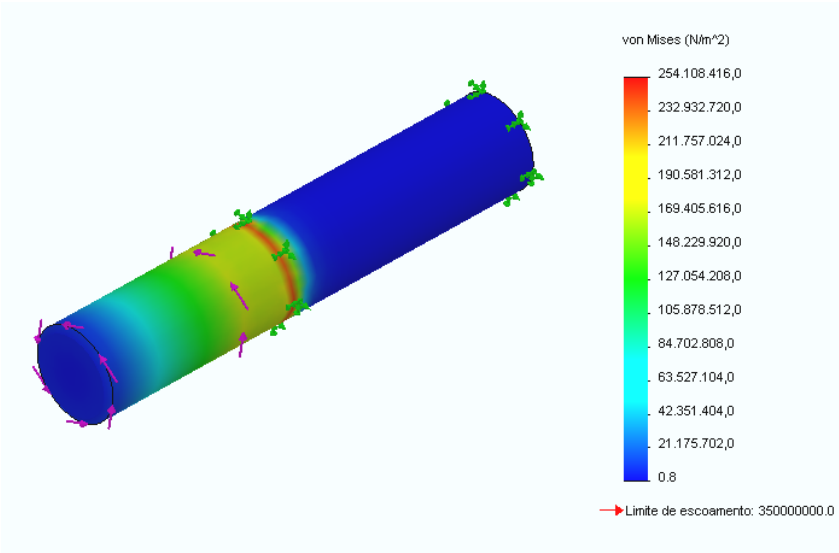


Fonte: elaborada pelos autores.

Engenharia Auxiliada por Computador e Administração de Sistemas de Produção

As duas últimas disciplinas retomam os conhecimentos construídos ao longo do curso: Engenharia Auxiliada por Computador aprofunda a análise estrutural dos componentes individuais, enquanto Administração de Sistemas de Produção desloca o foco para uma visão sistêmica do processo produtivo, encerrando o percurso formativo. A disciplina de Engenharia Auxiliada por Computador (CAE) aplica ferramentas de Elementos Finitos ao estudo dos esforços atuantes sobre os componentes, permitindo prever e evitar falhas, reduzir custos e subsidiar a substituição de materiais. A Figura 9 apresenta a análise estrutural por Elementos Finitos de um parafuso prisioneiro e de uma porca sextavada M10 do Conjunto Dispositivo Intermediário, simulando a distribuição de tensões de von Mises decorrente do torque de aperto aplicado durante a montagem.

Figura 9 – Análise estrutural simulando o torque da porca



Fonte: elaborada pelos autores.

Por fim, a disciplina de Administração de Sistemas de Produção, ofertada no último semestre, apresenta o gerenciamento das operações físicas da empresa – mão de obra, máquinas e materiais –, com foco em resultados relacionados à qualidade, produtividade, custo e prazos de entrega, encerrando o ciclo formativo. Nesse percurso, o aluno que recebeu o material de referência no primeiro semestre chega à etapa final com subsídios para planejar a produção seriada do dispositivo desenvolvido ao longo do curso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma proposta de criação de um Projeto de Integração Multidisciplinar para o curso de Engenharia de Controle e Automação, com foco na área de Automação da Manufatura. A proposta articula, por meio de um único artefato técnico – o Conjunto Dispositivo Intermediário –, dezenove disciplinas distribuídas ao longo de nove semestres, integrando tecnologias de CAD, CAM, CAE e CNC com disciplinas de formação básica e profissionalizante do curso. Ao analisar essa proposta sob a perspectiva teórica da interdisciplinaridade, reforça-se sua relevância como estratégia capaz de articular, de forma coerente e progressiva, um currículo que, de outro modo, poderia permanecer fragmentado.

Argumenta-se que, em um sistema de aprendizagem contínua baseado na integração entre disciplinas, o próprio estudante pode assumir papel mais ativo na gestão de sua trajetória formativa – potencialidade reforçada pela planilha de controle do cronograma disponibilizada já no primeiro semestre –, desenvolvendo a capacidade de integrar tecnologias e colocar em prática, a partir de uma situação técnica real, a teoria construída ao longo da formação, em consonância com Japiassu (1976) e Fazenda (1994) e com estudos que abordam os projetos como estratégia de desenvolvimento de competências em Engenharia (Maia, Carmo e Pontes, 2021; Serrano, Serrano e Sales, 2021). Como contribuição teórica, o trabalho reforça a relevância dos projetos multidisciplinares como estratégia para enfrentar a fragmentação disciplinar. Como contribuição prática, oferece um modelo replicável, ainda que sujeito a adaptações, para outros cursos de Engenharia interessados em projetos de integração curricular de longa duração estruturados em torno de um artefato técnico central.

Para o sucesso de um projeto integrado como o proposto, é importante que os alunos compreendam o valor da atividade para sua formação, condição que reforça a importância de uma apresentação clara dos objetivos já no primeiro semestre. Da mesma forma, a instituição precisa oferecer apoio, incluindo laboratórios equipados com ferramentas de CAD, CAM e CAE, bem como promover a articulação entre os docentes responsáveis pelas disciplinas envolvidas, garantindo a coerência do percurso formativo ao longo dos nove semestres.

Como limitação, destaca-se o caráter de proposta de intervenção pedagógica do trabalho, ainda não submetida à validação empírica junto a turmas reais. Sugere-se, como agenda de pesquisa futura, a implementação

efetiva do projeto, com acompanhamento longitudinal do desempenho acadêmico e do desenvolvimento de competências ao longo dos nove semestres, de modo a avaliar empiricamente os resultados associados à proposta. Um desafio metodológico a ser enfrentado nessa etapa é a avaliação individualizada de competências em um projeto conduzido em equipe, dificuldade já relatada por Cunha e Limons (2019) em Engenharia Civil, o que reforça a necessidade de instrumentos de avaliação capazes de distinguir a contribuição individual do estudante no contexto do desempenho coletivo. Como desdobramento adicional, sugere-se investigar a viabilidade de uma segunda versão do projeto estruturada como extensão universitária, aproximando a proposta das demandas da comunidade externa à instituição.

REFERÊNCIAS

BEER, F. P.; JOHNSTON JR., E. R. **Resistência dos materiais**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: MEC, 2019.

BREMGARTNER, V. *et al.* Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura Maker. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 1943–1957, 2022.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CUNHA, J. U.; LIMONS, R. S. Aprendizagem baseada em projetos e engenharia reversa. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 3, p. 64–71, 2019.

DA SILVA, V. A. *et al.* Aplicação da metodologia de aprendizagem baseada em projetos (ABP) no curso de Engenharia de Controle e Automação. **Periódicos Brasil. Pesquisa Científica**, Macapá, v. 5, n. 7, p. 5–24, 2026.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 1994.

FERREIRA, V. **Introdução ao CAD**. Guaratinguetá, 2009.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MAIA, M. M. M.; CARMO, B. B. T.; PONTES, R. L. J. Aprendizagem baseada em projetos: percepção dos discentes do curso de Engenharia de Produção. **Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 7, p. e151821, 2021.

PEREIRA MANSKE, L.; LOPES AMORIM, M. As diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia: discussões sobre tecnologia e formação por competências. **Revista Trabalho Necessário**, v. 22, n. 48, p. 1–24, 2024.

SENAI-SP. **Comandos pneumáticos: eletropneumática**. São Paulo: SENAI-SP, 1985.

SERRANO, L. M.; SERRANO, M.; SALES, A. B. Desenvolvimento de competências profissionais: relato da experiência utilizando aprendizagem baseada em projetos na disciplina de requisitos de software. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, p. 76–81, 2021.

SILVA, S. D. **CNC: programação de comandos numéricos computadorizados**. São Paulo, 2002.

SOLIDWORKS CORPORATION. **Princípios básicos do SolidWorks: peças e montagens**. Concord: SolidWorks Corporation, 2008.

SOUZA, A. F.; ULBRICH, C. B. **Engenharia integrada por computador e sistemas CAD/CAM/CNC: princípios e aplicações**. São Paulo: Artliber, 2009.

STOETERAU, R. L. **Introdução ao projeto de máquinas-ferramenta modernas**. Florianópolis: UFSC, 2004.