

# DIAGNÓSTICO DO ENSINO DE CONTROLE EM CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

**Alexandre M. de Oliveira** – alexandre.encaut@gmail.com

**Patrícia de G. Silva** – pgouveasilva@gmail.com

**Marlon José do Carmo** – marloncarmo@ieee.org

**Ângelo Rocha de Oliveira** – a.oliveira@ieee.org

**Lindolpho O. de Araujo Júnior** – lindolpho@leopoldina.cefetmg.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Rua José Peres, 558 Centro

36700-000 – Leopoldina – Minas Gerais

**Resumo:** *Esse trabalho tem como finalidade a análise do ensino de controle em diversas faculdades de Engenharia Elétrica e de Controle e Automação do Brasil, através da análise do projeto pedagógico disponibilizado por essas instituições em seus sites. Faz-se também uma comparação entre o ensino e mercado de trabalho, trazendo à tona a falta de compatibilidade que atualmente é sentida entre academia e mercado.*

**Palavras-chave:** *mercado de trabalho, engenharia de controle e automação, ensino de controle.*

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, através da Lei n.º 9394, de 20 de dezembro de 1996, conferiu autonomia de decisões às Instituições de Ensino Superior de forma a rever e fixar currículos compatíveis com as necessidades de nossa sociedade (BECK, 2000). Apesar das melhorias que essa lei possibilitou, essa liberdade deu margem para a falta de padronização em relação à nomenclatura das disciplinas cursadas, impossibilitando uma análise aprofundada da real capacidade do graduando. Isso faz com que o projeto pedagógico perca o seu valor, apesar de ser um documento que retrata o caráter intencional dos cursos de graduação, por visar à formação do cidadão e profissional para sua atuação futura (TOLEDO, 2006).

Outro fato a ser questionado é a relação do graduando com o mercado de trabalho, pois, a formação na ação profissional, como eixo organizador de toda a formação, não concebe os planos dos cursos de formação a partir de um mosaico, uma soma de partes desligadas, mas como um projeto organizado em torno da função e do saber necessários ao desempenho profissional (ROLDÃO, 2007), que é aquilo que lhe dá sentido, já que o Ensino Superior deve oferecer aos seus estudantes estruturas curriculares (bem como métodos didáticos, laboratórios etc.) modernas e dinâmicas, de modo a assegurar o atendimento às demandas da sociedade (FERNANDES, 2006). Esse fato não é sentido com relação às matérias de controle nas faculdades de Engenharia de Controle e Automação e nas de Elétrica, pois assim como em outros cursos superiores, sofre uma forte crítica pelos alunos após a conclusão. Esses relatam a falta de relação entre a universidade e o mercado de trabalho (BALZAN, 1994). Isso prova a divergência entre o teórico e o prático, onde o correto seria que, independente das escolhas específicas de materiais ou estruturas associadas aos diversos cursos de engenharia, a

educação em controle deveria fornecer as bases para um aprendizado contínuo, que possibilite lidar com os complexos, crescentes e emergentes problemas de controle nas indústrias em todos os segmentos (FERREIRA, 2006).

A partir dessas premissas, o presente trabalho tem o intuito de discutir questões preocupantes em relação ao ensino de Controle no Brasil, analisando as grades curriculares das instituições que possuem cursos de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica e a própria disponibilidade das mesmas nos sítios eletrônicos dessas faculdades.

## **2 ACADEMIA VERSUS MERCADO DE TRABALHO**

Observa-se no Brasil um conflito de interesses no que tange à relação entre academia e mercado de trabalho, na medida em que um grupo defende o embasamento teórico e fundamentalista e outro necessita de flexibilidade e aplicabilidade para os conceitos ministrados em sala de aula. É público e notório que o equilíbrio entre as duas linhas de pensamento é a solução para o problema de formação de mão-de-obra qualificada, na medida em que a capacidade de abstração do engenheiro é oriunda de seus conhecimentos teóricos que, se bem adequados aos problemas práticos, viabilizam a formação de um profissional diferenciado.

O diagrama abaixo mostra o ensino dividido em duas diretrizes: o mercado de trabalho e a linha de pesquisa (“Figura 1”). Pode-se observar que a opção de trilhar a linha da pesquisa aumenta o campo da aplicação para o egresso. Entretanto, o conhecimento teórico não consegue se aproximar das necessidades do mercado de trabalho. Já com cursos cujo foco é mercado de trabalho, ocorre uma melhor preparação do egresso para o mercado de trabalho. Entretanto, esse conhecimento é normalmente limitado no que tange ao campo aplicação. Outro aspecto pertinente é a falta de maturidade do profissional recém formado com relação aos problemas corriqueiros de um engenheiro consolidado, fazendo com que os anos cursados na graduação pareçam, de certa forma, inúteis quando ocorre o primeiro contato com o mercado de trabalho. Esse não é um problema exclusivo do Brasil e já se observam iniciativas para ambientar o graduando ao mercado de trabalho, como em algumas instituições nos Estados Unidos, onde o aluno passa pelo menos 1 ano imerso em um ambiente industrial antes de se formar. Essa imersão ocorre normalmente no meio do curso e pouco antes do fim do curso. Apesar de atrasar sua formatura, entrega ao mercado de trabalho um profissional com vivência e experiência suficiente para exercer a profissão de engenheiro, não precisando submeter-se a modalidades de subempregos popularmente denominadas “*trainee*”. O que se conclui é que o curso ideal seria aquele que conseguisse seguir uma linha intermediária entre foco em pesquisas e mercado de trabalho.

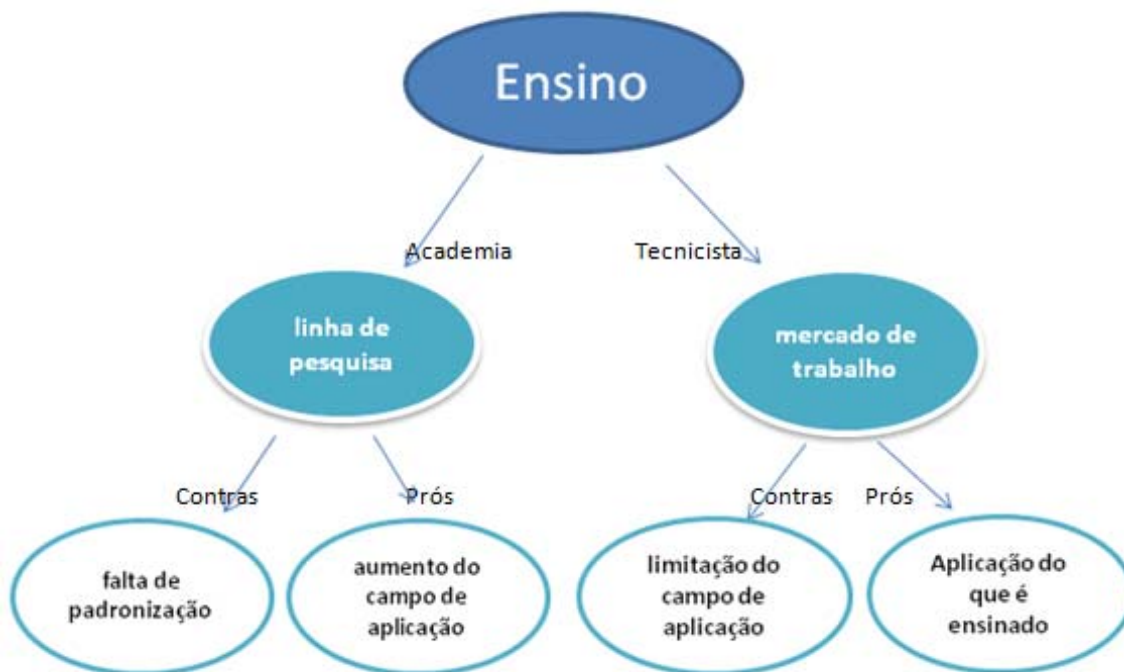


Figura 1 - Linhas de ensino: pesquisa versus mercado de trabalho.

### 3 DIAGNÓSTICO DO ENSINO DE CONTROLE

A busca pelas informações sobre as instituições de ensino de controle no Brasil, através dos sites, foi dificultada pela falta de disponibilização do projeto político pedagógico (PPP) dos cursos. Em alguns casos as informações estavam incompletas, fazendo com que o trabalho se dividisse em dois tópicos: no primeiro analisaram-se os temas abordados nas matérias. No segundo, devido à falta de dados, analisaram-se apenas as matrizes curriculares. A pesquisa feita englobou 27 instituições, públicas e privadas. A proporção das instituições que apresentavam ou não as ementas é mostrada no gráfico da “Figura 2”.

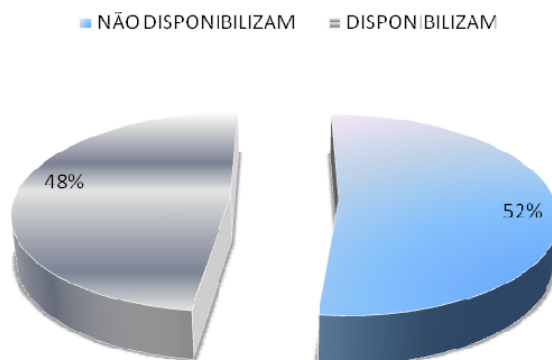


Figura 2 – Proporção dos cursos que disponibilizam seu PPP na internet.

Outro problema encontrado enquanto se executava a pesquisa foi a falta de uma padronização em relação às terminologias usadas pelos professores e as usadas pelas referências bibliográficas, ou seja, a forma com é descrito o conteúdo a ser ofertado na

disciplina muitas vezes não condiz com o presente nas literaturas, deixando assim algumas dúvidas sobre o verdadeiro tema abordado pelo educador.

Em uma situação hipotética de um empregador procurando qual instituição forma melhor o graduando em uma determinada área, o excesso de termos utilizados para determinar a mesma disciplina ou área do conhecimento torna a busca inconclusiva. Um exemplo clássico é usar os termos “Engenheiro de Controle e Automação” e “Engenheiro Mecatrônico” para denominar o mesmo profissional.

Apesar de ser necessária ao engenheiro uma visão ampla para poder lidar com conteúdos multidisciplinares, foi percebido durante as pesquisas que os educadores, em suas páginas, não seguem um padrão de nomenclatura em relação às suas disciplinas. Isso pode gerar problemas no caso de uma transferência entre faculdades com o mesmo curso, pois não há uma padronização no que é visto pelo aluno em matérias com o mesmo nome, fazendo com que esse possa ter dificuldade para se adaptar à nova instituição.

### **3.1 Público versus privado**

Foi feita uma comparação entre instituições públicas e privadas, com subsequente análise de suas páginas de internet e seus PPP, verificando-se sua disponibilidade, bem como a divulgação de informações sobre laboratórios. Além disso, foi feita também uma comparação em relação a matérias optativas e obrigatórias, onde se buscou observar a forma e a frequência com que tais disciplinas são lecionadas.

Com base nisso, pode-se dizer que foi notável a diferença na análise de instituições públicas e privadas, pois ficou evidente a necessidade de uma melhor elaboração nas páginas dos cursos referentes ao ensino privado em contraste com o público. Em contraposto, nas instituições particulares ficou perceptível, que o ensino de controle não é tão rigoroso quanto nas demais, existindo casos de serem ofertadas apenas matérias teóricas sem seus respectivos laboratórios, ou até mesmo a não disponibilidade de tais matérias em seus cursos.

Um fato relevante diz respeito à forma como são ofertadas as disciplinas, em muitos casos tanto no ensino público quanto no privado os discentes têm matérias de controle avançado apenas como disciplinas eletivas, o que, de certa forma, gera uma credibilidade menor para a disciplina, chegando ao ponto de em alguns casos não serem ofertadas. Como o intuito desse trabalho é analisar o ensino de controle em sua totalidade, colocaram-se todas as instituições em uma só análise, de forma a ficar evidente a real divergência dos graduados nessa especialidade. No entanto, fez-se questão de dividir as universidades em apenas em duas grandes áreas: Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica.

### **3.2 Ensino de controle nas faculdades de engenharia de controle e automação no Brasil**

A priori, analisou-se o ensino de forma a dividi-lo em níveis de controle: controle moderno, englobando matérias regidas pelo domínio do tempo (espaço de estados), controle clássico regido por disciplinas voltadas para o domínio da frequência, controle não linear e controle avançado. Este último englobando controle robusto preditivo, ótimo entre outros.

Tal divisão possibilitou conhecer melhor os conteúdos abordados em cada uma das classificações, além de ter tornado possível perceber que na maioria das universidades pesquisadas os controles mais ofertados estão entre os classificados como moderno ou clássico. Muitas das vezes, o controle avançado, bem como suas variações, é ofertado como matéria eletiva, o que de certa forma tira a credibilidade da disciplina, fazendo com que ocorra a possibilidade do graduando não ter contato com sistemas do tipo real antes de entrar no mercado de trabalho. Foi feita então uma abordagem para os cursos de Controle e

Automação no âmbito do ensino das disciplinas na graduação. O resultado pode ser visto logo abaixo (“Figura 3”):

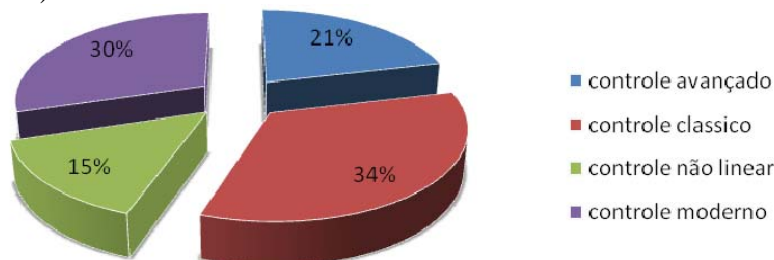


Figura 3 – Linhas de Controle oferecidas nas faculdades de Controle e Automação nas faculdades pesquisadas

O fato mais preocupante é a grande maioria das instituições darem ênfase apenas em controle clássico e moderno. Sabe-se, contudo, que a maioria das aplicações em controle tem como função de transferência uma equação não linear. Ou seja, apenas 15% dos graduados chegaram ter contato com situações mais cotidianas no que se trata de controle de processos.

Como pode ser visto, existe um desequilíbrio no ensino na área, que gera uma falta de capacitação do estudante. Isso mostra a necessidade do contato do discente com empresas durante o curso, de forma que esse amadureça seus conceitos teóricos e consiga, ainda na graduação, ter noção da aplicabilidade de seus conhecimentos. Isso viabiliza a ampliação da visão do estudante que, ao ingressar no mercado de trabalho tenha uma visão ampla e factual, e não um embasamento hipotético da realidade.

### 3.3 Ensino de controle em faculdades de Engenharia Elétrica

A partir da constatação de que existem faculdades de engenharia elétrica em número muito superior ao número de faculdades de controle e automação, a pesquisa foi feita com uma amostra de 48 instituições deste universo, formada por instituições de todas as regiões do Brasil.

É pertinente ressaltar que certas faculdades de Engenharia Elétrica dão ênfase à área de controle, chegando, em alguns casos, a possuírem mais matérias relacionadas com o assunto que algumas das instituições que possuem o curso de Engenharia em Controle e Automação.

Uma abordagem gráfica pode ser vista na figura abaixo (figura 4), onde são mostradas as mesmas áreas de controle presentes no gráfico da figura 3. Observa-se que ainda é notável a pouca valorização ao ensino de controle avançado e não linear.

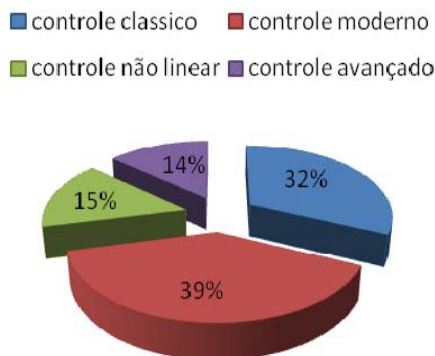


Figura 4- Linhas de Controle oferecidas nas faculdades de Engenharia Elétrica pesquisadas

Novamente, observa-se o preocupante fato do ensino em controle estar focado em teorias não praticáveis em situações reais. Nesse caso, também se pode observar que apesar do enfoque da Engenharia Elétrica não ser o controle de processos, os gráficos de ambas as modalidades (Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica) têm o mesmo perfil. Isso mostra que esse é um problema que engloba as faculdades como um todo.

#### **4 CONCLUSÕES**

No desenvolvimento da pesquisa ficou claro que existe um distanciamento entre academia e mercado de trabalho, o que, de certa forma, torna questionável o nível de formação que as instituições ofertam, com vistas ao ingresso do Engenheiro na sua profissão. O equilíbrio entre as duas linhas de pensamento é a solução para o problema de formação de mão-de-obra qualificada, na medida em que a capacidade de abstração do engenheiro é oriunda de seus conhecimentos teóricos que, se bem adequados aos problemas práticos, viabilizam a formação de um profissional diferenciado.

Outro lado que foi verificado durante a pesquisa, é a falta de padronização entre as faculdades com a mesma modalidade de Engenharia, o que gera problemas em caso de transferência ou no caso da análise da real capacidade do graduado, sobretudo se considerarmos a Resolução CONFEA 1010/05, que cria a matrizes de habilidades e competências e da atribuição profissional por conteúdo cursado e não mais de forma padronizada (CONFEA, 2005).

Ficou evidente a diferença entre as paginas de instituições privadas e públicas sendo que a segunda muitas vezes não continha os PPPs. Entretanto pode-se perceber a maior quantidade de matérias ofertadas nas universidades federais.

É notória a ênfase que certas faculdades de Engenharia Elétrica dão na área de controle, chegando, em alguns casos, a possuírem mais matérias relacionadas com o assunto que algumas das instituições com o curso de Engenharia em Controle e Automação.

Neste contexto, algumas sugestões fazem-se pertinentes:

- Padronização das nomenclaturas usadas pelos docentes, tendo como foco as usadas nas referências bibliográficas.

- Maior ênfase nos temas Controle Avançado e Controle não Linear, já que esses são mais aplicáveis em situações reais. Essa melhoria, juntamente com as práticas de laboratório relacionadas com essa temática, possibilitariam ao graduando um aumento de sua maturidade, em relação ao mundo real, antes de se formar.

#### ***Agradecimentos***

Os autores agradecem ao MEC/SESu, FNDE, CAPES, FAPEMIG, Fundação CEFETMINAS e CEFET-MG pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BALZAN, Newton C.; Pontos de vista: O que pensam outros especialistas? - Sete princípios inaceitáveis sobre a educação em países em desenvolvimento - Aberto, Brasília, ano 14, n.64, out./dez. 1994.

BECK, João C. P. et all. Integração entre graduação e pós-graduação em engenharia através de uma matriz de flexibilidade curricular. Anais do vi encontro de educação em engenharia. Sessão Técnica 4 A – Projetos Curriculares e Políticas Educacionais, 2000.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. Resolução 1010/05: Institui sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA.

FERNANDES, Nilson Valega; GUEDES, Luiz Fernando Molz. Implantação de uma nova estrutura curricular nos cursos de engenharia mecânica e mecatrônica da PUCRS Anais: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.

FERREIRA, Ana L. S. et al. O problema da defasagem entre a teoria e a pratica: Proposta de uma solução de compromisso para um problema clássico de controle. Anais: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.

ROLDÃO, Maria do Céu. Formar para a excelência profissional – pressupostos e rupturas nos níveis iniciais da docência; Educação & Linguagem • ano 10 • nº 15 • 18-42, jan.-jun. 2007

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: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.

## **DIAGNOSIS OF CONTROL TEACHING IN ELECTRICAL ENGINEERING AND CONTROL OF AUTOMATION ENGINEERING COURSES**

**Abstract:** *This work aims to analyze the teaching of control in some institutions of Electrical Engineering and Automation and Control Engineering in Brazil, through the project of the course available in internet. Moreover, a comparison between education and market are developed, demonstrating the lack of compatibility that is now felt between academia and the market.*

**Key-words:** *Market, Control and Automation Engineering, Control Teaching.*