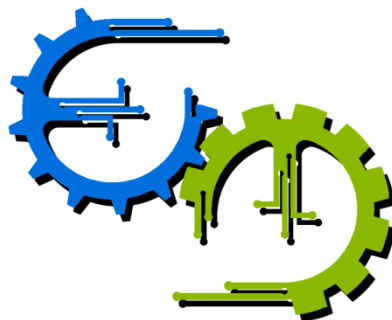


**TRABALHO DE GRADUAÇÃO**

**PANORAMAS NO ENSINO DE ENGENHARIA**

Por,  
**Alexandre Aires Silva**

**Brasília, Julho de 2011**



**ENGENHARIA  
MECATRÔNICA**  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

**PANORAMAS NO ENSINO DE ENGENHARIA**

POR,

**Alexandre Aires Silva**

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção  
do grau de Engenheiro de Controle e Automação.

**Banca Examinadora**

Prof. Lélío Ribeiro Soares Junior, UnB/ ENE  
(Orientador)

---

Prof. Anésio de Leles Ferreira Filho, UnB/ ENE

---

Prof. Luís Filomeno de Jesus Fernandes,  
UnB/Gama

---

Brasília, Julho de 2011

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

AIRES SILVA, ALEXANDRE  
Panoramas no Ensino de Engenharia,

[Distrito Federal] 2011.

ix, 74p., 297 mm (FT/UnB, Engenheiro, Controle e Automação, Ano). Trabalho de Graduação – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

1. Ensino  
3. Evasão

2. Engenharia  
4. PBL

I. Mecatrônica/FT/UnB

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

AIRES SILVA, A., (2011). Panoramas no Ensino de Engenharia. Trabalho de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Publicação FT.TG-nº 016/2011, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 74p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

AUTOR: Alexandre Aires Silva.

TÍTULO DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO: Panoramas no Ensino de Engenharia.

GRAU: Engenheiro

ANO: 2011

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse Trabalho de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

# AGRADECIMENTOS

*A Deus, Autor da Vida,  
A minha família, que tanto me dá apoio e alento,  
A todos os amigos  
Ao prof. Lélío, pela paciência e dedicação*

*Alexandre Aires Silva*

## RESUMO

Este trabalho tem por objeto uma proposta panorâmica de identificação de prováveis problemas que afetam o ensino de engenharia brasileira, com base em dados divulgados por organizações nacionais e internacionais, bem com uma correlação com o atual *déficit* de engenheiros no país, buscando perspectivas de mudanças para a formação de um engenheiro de excelência.

Palavras Chave: Ensino, Engenharia, Evasão, PBL.

## ABSTRACT

This project is based in a panoramic proposal of possible problems that can affect Brazilian engineering education, based on national and international official statistics, and a correlation with the current engineer *deficit*, seeking an excellence engineering education.

Keywords: Education; Engineering; Dropout; PBL.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 BREVE HISTÓRICO DA ENGENHARIA.....</b>	<b>3</b>
<b>3 CONTEXTO BRASILEIRO.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 ASPECTOS GERAIS.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 POR QUE AS INDÚSTRIAS SENTEM FALTA DE PROFISSIONAIS NA ÁREA DE ENGENHARIA?.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 HÁ FALTA DE ENGENHEIROS NO BRASIL?.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4 A ESCASSEZ DE ENGENHEIROS É UM FENÔMENO MUNDIAL OU EXCLUSIVAMENTE VIVIDO PELA PARTICULAR REALIDADE BRASILEIRA?.....</b>	<b>16</b>
<b>4 EDUCAÇÃO SUPERIOR.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 O PAPEL DAS UNIVERSIDADES E O PANORAMA DA EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRA.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 DIRETRIZES LEGAIS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3 ÓRGÃOS E INSTITUIÇÕES FUNDAMENTAIS NA ENGENHARIA E SEU PAPEL COM O ENSINO.....</b>	<b>24</b>
<b>5 ENGENHARIA: PERSPECTIVAS.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1 CONCEITOS PRELIMINARES.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 ABORDAGENS E SUGESTÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2.1 Engenharia voltada para a resolução de problemas: método PBL.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2.2 Recompensas (bacharelado) mais especialidades (sistema europeu)..</b>	<b>38</b>
<b>5.2.3 Aplicações no Brasil: questionário com os alunos e integração nos debates sobre mudança de curso.....</b>	<b>39</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

3.1	Pirâmides Etárias do Brasil e da Suécia.....	5
3.2	Laboratórios de pesquisa da Petrobras.....	8
5.1	PBL híbrido .....	35
5.2	Comparação entre realidades da universidade e do mercado de trabalho .....	37
5.3	<i>Ranking</i> das capacidades importantes para o mercado de trabalho.....	38
5.4	Comparação entre o sistema brasileiro e o francês.....	39

## LISTA DE TABELAS

3.1	Quantidade de profissionais da engenharia entre 2003 e 2008.....	11
3.2	Projeções até 2022 do requerimento técnico por engenheiro.....	11
3.3	Número de concluintes em cursos de engenharia e áreas afins.....	12
3.4	Projeção dos concluintes em cursos de engenharia e áreas afins.....	13
3.5	Cenário de crescimento <i>versus</i> demanda total de engenheiros. ....	14
3.6	Comparação entre Brasil e Coréia do Sul .....	16
4.1	Evolução do número de matrículas no Brasil.....	21
4.2	Comparação entre as resoluções 48/76 e 11/02 em conteúdos de formação básica ..	23
4.3	Comparação entre as resoluções 48/76 e 11/02 em conteúdos de formação geral.....	23
5.1	CPC para as Engenharias da UnB. ....	26
5.2	Comparação das evasões anuais médias por categoria administrativa.....	29
5.3	Comparação das evasões anuais médias por forma de organização acadêmica.....	29
5.4	Comparação das evasões anuais médias por região geográfica.....	29
5.5	Comparação das evasões anuais médias por área do conhecimento. ....	29
5.6	Evasão média em países da América Latina.....	31
5.7	Evasão média em países da OCDE (acumulado em quatro anos).....	32
5.8	Evasão média por instituição nos EUA (acumulado em quatro anos).....	32



# LISTA DE SÍMBOLOS

## Siglas

CIA	<i>Central Agency of Intelligence (Agência Central de Inteligência)</i>
EUA	<i>Estados Unidos da América</i>
IME	<i>Instituto Militar de Engenharia</i>
INEP	<i>Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira</i>
ISAE	<i>Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace</i>
MTE	<i>Ministério do Trabalho e Emprego</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OCDE	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PBL	<i>Problem Based Learning (Ensino Baseado em Problemas)</i>
UFMG	<i>Universidade Federal de Minas Gerais</i>
UnB	<i>Universidade de Brasília</i>
USCB	<i>United States Census Bureau</i>
USP	<i>Universidade de São Paulo</i>

# CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

São notórias as transformações pela qual a sociedade vem passando em função do crescimento tecnológico vislumbrado especialmente nas últimas décadas do século XX e início do século XXI (Campos, 2009). As formas de comunicação, de relacionamento, a criação de novos profissionais e postos de trabalho, as novas demandas e necessidades são causa e conseqüência deste processo irreversível.

O Brasil não é exceção a este quadro. O rápido crescimento, proporcionado pelos resultados trazidos do controle da inflação e de políticas econômicas eficazes (v.g, plano real) para o crescimento do setor industrial, mostra que o país necessita de mais pesquisadores e engenheiros capacitados para esta realidade, quer seja para indústria de base e infra-estrutura, quer seja para produção de alta tecnologia especializada, como exemplo as indústrias de semicondutores e aeroespacial. E é nestes tempos de acelerado crescimento que se percebe a carência de pesquisadores e engenheiros (Pastore, 2010), especialmente quando a demanda por estes profissionais é tamanha que há um medo generalizado de que possa acontecer um “apagão” de mão-de-obra qualificada no Brasil.

As fontes jornalísticas e alguns estudos parecem discordar em certos aspectos. Uns dizem que no país existe engenheiros suficientes para suprir a demanda, mas o que acontece é que estes não estão em suas áreas de formação, gerando esta escassez; outros afirmam, motivados pelo número de formandos em engenharia, que não existe mesmo profissionais no mercado, levando empresas a importar engenheiros de outros países (Pastore, 2010).

Contudo, quaisquer que sejam os fatores da escassez de engenheiros (seja ela aparente ou real) há a relevância de se discutir o que leva um país de dimensões continentais como o Brasil a enfrentar esta situação. Por que motivos não existem engenheiros disponíveis para a indústria e áreas da engenharia, ou, por outras vias, por que engenheiros não estão trabalhando em suas áreas técnicas? É só um momento passageiro, como nos tempos do milagre econômico brasileiro, ou é algo que se não corrigido pode trazer terríveis impactos econômicos e sociais ao país?

A formulação destas indagações é crucial para motivação deste trabalho, pois baseado nelas pode-se discutir o papel do ensino de engenharia no século XXI, incluindo aí as novas tecnologias e as novas gerações de jovens que se tornarão futuros engenheiros.

E parece ser um fenômeno mundial. Embora outros países tenham taxas de formandos em engenharia superiores aos índices brasileiros (Frighetto, 2007), há uma grande demanda por engenheiros ao redor do mundo, implicando ainda imigração destes profissionais entre diversos países. E os problemas não se encontram apenas no número de engenheiros disponíveis. Há ainda a má-formação, fruto de currículos defasados diante do desenvolvimento tecnológico atual, ficando presos a um passado que se torna passado cada vez mais rápido. Isto implica custos (financeiros, com treinamento e de tempo de adaptação) para a inclusão dos recém-formados. Daí a importância das universidades, especialmente das faculdades de engenharia para que olhem a realidade e tomem para si a dever de formar profissionais cada vez mais capacitados e em número suficiente.

Não há como pensar um desenvolvimento de um país sem levar em conta a função da engenharia e conseqüentemente dos engenheiros. Mais uma vez emerge a vital importância de um ensino de engenharia de excelência. Ao mesmo tempo deve-se perceber que o ensino deve ser adequado às realidades do mundo de hoje. Não há como desprezar as novas tecnologias e novas iterações sociais, que levam a distinção de diferentes gerações (X, Y, e tantas outras). Deve-se ainda perceber que não se trata de algo exclusivo das universidades. A educação de base é fator *sine qua non* para que se possa ter um profissional de excelência em qualquer área do conhecimento, particularmente na engenharia, em que a construção do conhecimento técnico na área depende de conceitos e bases sólidas, fundamentalmente em matemática (Nascimento et. al., 2010).

Pretende-se neste trabalho, diante do exposto, discutir o ensino de engenharia no país de forma panorâmica, abrangente, tecendo hipóteses e propondo atitudes frente os altos índices de evasão e tempo de formatura, além do grande tempo necessário para a adaptação de um engenheiro recém-formado no ambiente industrial.

Para tanto, pretende-se levantar dados em instituições que tratem do tema, propor entrevistas com professores e alunos, analisar dados de instituições de ensino no país, comparando com dados de outros países referências em formação de bons engenheiros e por fim apresentar conclusões e sugestões de como o problema pode ser enfrentado frente ao que se espera constitucionalmente e socialmente de uma universidade em ensino, pesquisa e extensão.

## CAPÍTULO 2 – BREVE HISTÓRICO DA ENGENHARIA

A engenharia é inerente à civilização humana. É fato, pois toda atividade de criação, transformação, modificação e melhoramento do ambiente em que nos encontramos é atividade do engenho humano. É notório, desde as civilizações antigas, como as da Mesopotâmia e o Antigo Egito, até os dias de hoje com todos os avanços até este século.

Por isso, é de suma importância, antes de tudo, discorrer acerca da evolução do ensino de engenharia para que se possa traçar, ao menos de maneira inicial, um panorama histórico para colaborar com as investigações que este trabalho se dispõe a fazer sobre, de certa maneira, a crise da falta de engenheiros em nosso país. Contudo, é uma tarefa ingrata, haja vista as poucas fontes disponíveis para pesquisa e, ainda, a confusão que existe entre a evolução da engenharia e a própria evolução da sociedade humana.

As civilizações antigas, como já mencionado, desempenhavam atividades de engenharia para garantir sua própria sobrevivência, como a criação da roda, para facilitar o transporte de cargas; de ferramentas, para ajudar na lida do dia-a-dia; de meios de transporte como algumas embarcações da época; do desvio do curso de alguns rios para represar água e melhorar o desempenho de atividades agrícolas, etc. (Schnaid et. al., 2001).

O desenvolvimento da engenharia deste tempo estava interconectado umbilicalmente com o desenvolvimento da matemática, principalmente a geometria e astronomia (Schnaid et. al., 2001). Porém, o ensino é transmitido de maneira não institucionalizada, de pais para filhos ou ainda, de mestres para pupilos. Neste período, é clara a influência das civilizações mesopotâmicas (como, por exemplo, os assírios), dos egípcios, dos gregos e posteriormente, dos romanos e suas fabulosas construções.

Na Renascença, com a crescente proposta de institucionalização do ensino, as universidades, ainda bem juvenis, começaram a absorver algumas áreas do saber humano, especialmente matemática, ciências naturais e direito.

A engenharia, todavia, não residia neste ambiente. Geralmente era ensinada em escolas próprias, ou ainda mesmo, como extensão da matemática, física ou química, haja vista a confusão que ainda era, naqueles tempos, diferenciar estas ciências entre si e elas e a engenharia. Séculos depois, ocorreram grandes evoluções na engenharia hidráulica, térmica e de motores, fruto da Revolução Industrial e a construção de máquinas para atender os setores têxteis, especialmente na Inglaterra (Schnaid et. al., 2001). O ensino de engenharia, na outra via, ainda não tinha sofrido mudanças significativas.

As primeiras escolas de ensino de engenharia, nos moldes concebidos atualmente, remontam-se à experiência francesa, especialmente com a criação em 1747 da *École Nationale des Ponts et Chaussées*, tida hoje como a escola mais antiga de engenharia civil do mundo (Institucional ENPC, 2011).

A Europa, como um todo, fora a pioneira em escolas de engenharia, porque podemos citar ainda, no mesmo período, a criação das escolas *Bergakademie Freiberg*, na Saxônia, em 1765; *Academia de Minería y Geografía Subterránea de Almadén*, fundada em 1777, em Almadén, Espanha; *Stavovská inženýrská škola*, fundada em 1787, em Praga, Boêmia; *Academia Real de Fortificação, Artilharia e Desenho*, fundada em 1790, em Lisboa, Portugal.

No Brasil, o ensino de engenharia era domínio da Coroa Portuguesa, antes mesmo da vinda dela para o Brasil, com a autorização do Rei D. Pedro II de Portugal, em 1699, para a criação de aulas de fortificação, nas cidades de Salvador, Recife e Rio de Janeiro (Institucional IME, 2011).

Porém, aos moldes de escola, temos que o ponto inicial fora a criação, por ordem de D. Maria I, *A Louca*, em 1792 da *Academia Real de Fortificação, Artilharia e Desenho*, para o ensino de engenharia militar, aos moldes da academia lisboeta de mesmo nome, criada dois anos antes. Há, contudo, inúmeras controvérsias a cerca do que hoje seria a continuação daquela instituição.

A *Escola Politécnica do Rio de Janeiro* (hoje, ligada a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ) e o *Instituto Militar de Engenharia* (IME) reivindicam como sendo legítimas sucessoras da *Academia Real de Fortificação, Artilharia e Desenho* (Institucional, IME), intitulando-se ainda o IME como “*a mais antiga Escola de Engenharia das Américas*” (Institucional IME, 2011).

Há de se perceber, portanto, que embora haja toda uma discussão acerca de quais foram as Escolas de Engenharia pioneiras, não podemos perder o foco no que tange aos princípios deste capítulo, quais sejam, apenas balizar uma inicial motivação histórica acerca de que uma tradição impregna, até os dias de hoje, a forma de como se ensinar engenharia e isso, numa análise posterior, pode ser um aspecto fundamental e importante na formação do engenheiro de hoje ou, como o outro lado de uma moeda, um aspecto desastroso, conforme se pretende demonstrar neste trabalho.

# 3 CONTEXTO BRASILEIRO

## 3.1 ASPECTOS GERAIS

O Brasil, notoriamente passando por uma transformação socioeconômica sem precedentes, é inserido hoje na ordem mundial como uma grande potência, emergindo rapidamente de um “recente passado” marcado por uma quase estagnação econômica e inflação galopante (Pastore, 2010). Soma-se ainda ao aquecimento da economia, os recursos humanos, tanto em números absolutos quanto em idade.

Ainda temos uma população relativamente jovem em relação aos padrões europeus. A Figura 3.1 compara duas realidades de pirâmide etária, o Brasil e a Suécia, tomada como referência para os padrões europeus.

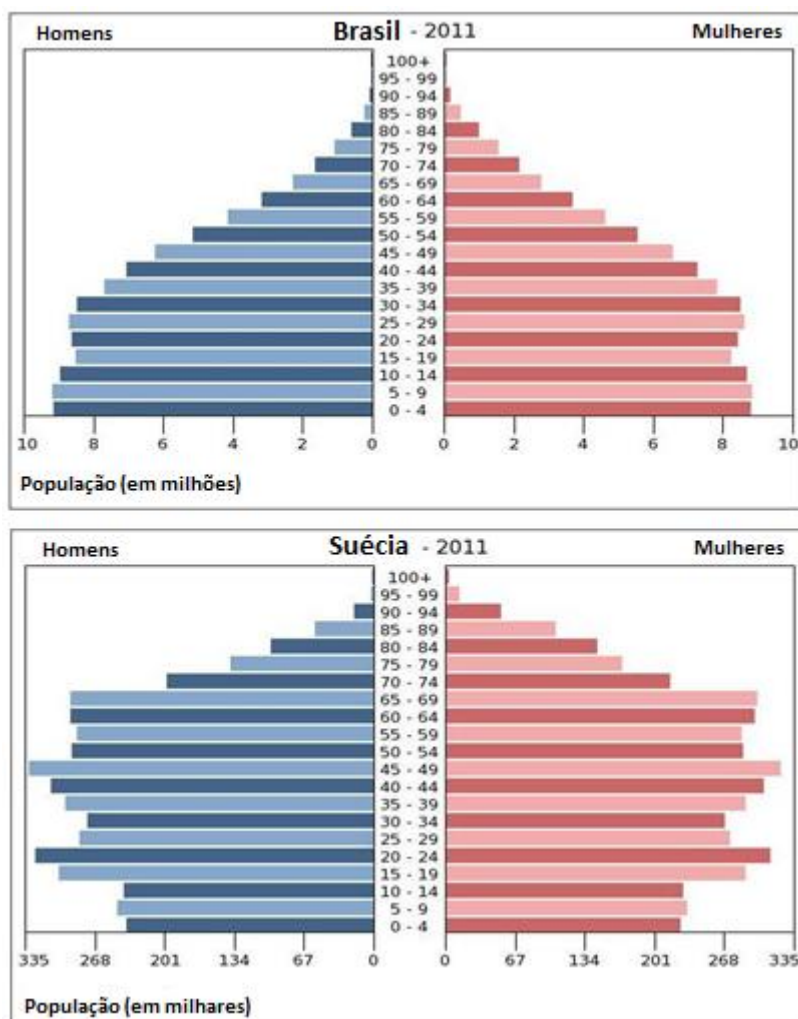


Figura 3.1 Pirâmides Etárias do Brasil e da Suécia. Fonte: U.S. Census Bureau

A pirâmide brasileira, conforme a Figura 3.1 possui uma base larga, indicando uma população ainda jovem. Diversa realidade percebe-se na Suécia, cuja “pirâmide” é larga na região central das idades, ou seja, a maioria da população encontra-se na faixa de 40 a 69 anos.

Redução nas taxas de natalidade, pela utilização de métodos contraceptivos ou por opção de não ter filhos, redução nas taxas de mortalidade, aliado a isto melhores condições de saneamento básico, infra-estrutura e avanços na medicina, implicam termos uma população num futuro perto envelhecida e, por isso, sem a renovação na proporção devida da quantidade de cientistas e engenheiros necessários para o país de dimensões continentais.

A população jovem é um dos mais relevantes fatores para que possamos desenvolver novas gerações de cientistas e técnicos, sob pena de que se não fizermos isto agora, fatalmente a curva da pirâmide etária da população brasileira tornar-se-á mais delgada na base e alargada no topo. Com isto, um número menor de jovens terá que sustentar um país com um número maior de idosos, implicando diversos outros problemas do que apenas o número de engenheiros, como, por exemplo, o *déficit* previdenciário.

Partindo da análise destes dados, certos questionamentos são inevitáveis. O primeiro deles diz respeito a *por que as indústrias estão sentindo falta de engenheiros no mercado, haja vista o país ter condições ótimas (população ainda jovem) para o desenvolvimento de capital humano nesta área?*

Uma segunda dúvida, atinente à primeira: *realmente há falta de engenheiros no país ou os que existem não suprem as exigências do mercado?* Uma última poderia ser questionada se *é um fenômeno mundial ou é exclusivamente vivido pela particular realidade brasileira?*

A busca por respostas a estas indagações é uma tarefa árdua e também passo fundamental que nos leva a discussão de como o ensino brasileiro de engenharia está envolvido com a realidade industrial do país.

### 3.2 POR QUE AS INDÚSTRIAS SENTEM FALTA DE PROFISSIONAIS NA ÁREA DE ENGENHARIA?

Todos os dias, nos últimos três anos, é comum a imprensa noticiar o espetáculo do crescimento econômico do Brasil e freqüentemente, dedicar um ou dois parágrafos para afirmar que a explosão foi tão intensa que está faltando mão-de-obra qualificada (quase sempre técnicos e engenheiros). Acompanhado disto, sempre o representante da empresa afirma que estão buscando na sala de aula jovens recém-formados para trabalhar, oferecendo-lhes excelentes salários e outros benefícios.

Então, aparentemente, é apenas uma situação provisória, ou ainda, a expressão de uma nova realidade. Mas o problema é maior e sistêmico.

Em países europeus e nos Estado Unidos as empresas são uma parte vital da estrutura de quase todos os cursos universitários. Basta consultar o sítio eletrônico de diversas instituições como o *Massachusetts Institut of Technology* – MIT (Institucional, MIT), nos EUA, a *Harvard University* (Institucional, Havard) também em território americano, o *Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace* – ISAE (Institucional, ISAE), em Toulouse na França, para percebemos que empresas do porte da *Boeing*, *Microsoft*, *Thales Group*, *Airbus*, entre outras, investem em laboratórios de pesquisa e capacitação de profissionais.

Há de se ressaltar que este tipo de parceria não é um laço de dependência econômica e técnica das universidades para com as empresas. As universidades americanas, em sua maioria privadas, quase sempre são dotadas de orçamentos milionários. Na França, o governo investe cerca 6,6% do PIB em educação (Campus France, 2011), ou seja, as parcerias vão além da captação de recursos para o desenvolvimento de pesquisa.

Passa, antes, pela consciência de que a realidade é complexa, precisando a universidade de recursos e direcionamento de pesquisas em determinadas áreas, enquanto que as empresas precisam de conhecimentos sólidos e profissionais capazes em lidar com situações práticas.

Esta parceria, no Brasil, ainda é diminuta. São poucas as empresas que investem em laboratórios especializados e financiam pesquisas. Em geral, são grandes companhias, que buscam soluções tecnológicas rápidas e treinamento de pessoal e mesmo assim, se limitam a uma ou duas instituições.



A Petrobras é um dos bons exemplos de empresas (assim como a Embraer e outras) que integram a universidade em sua realidade tecnológica, fomentando o desenvolvimento de tecnologias e de capital humano especializado. Porém, como pode ser observado pelo mapa da Figura 3.2, é limitado a certas regiões, especialmente o Sudeste (eixo Rio – São Paulo).

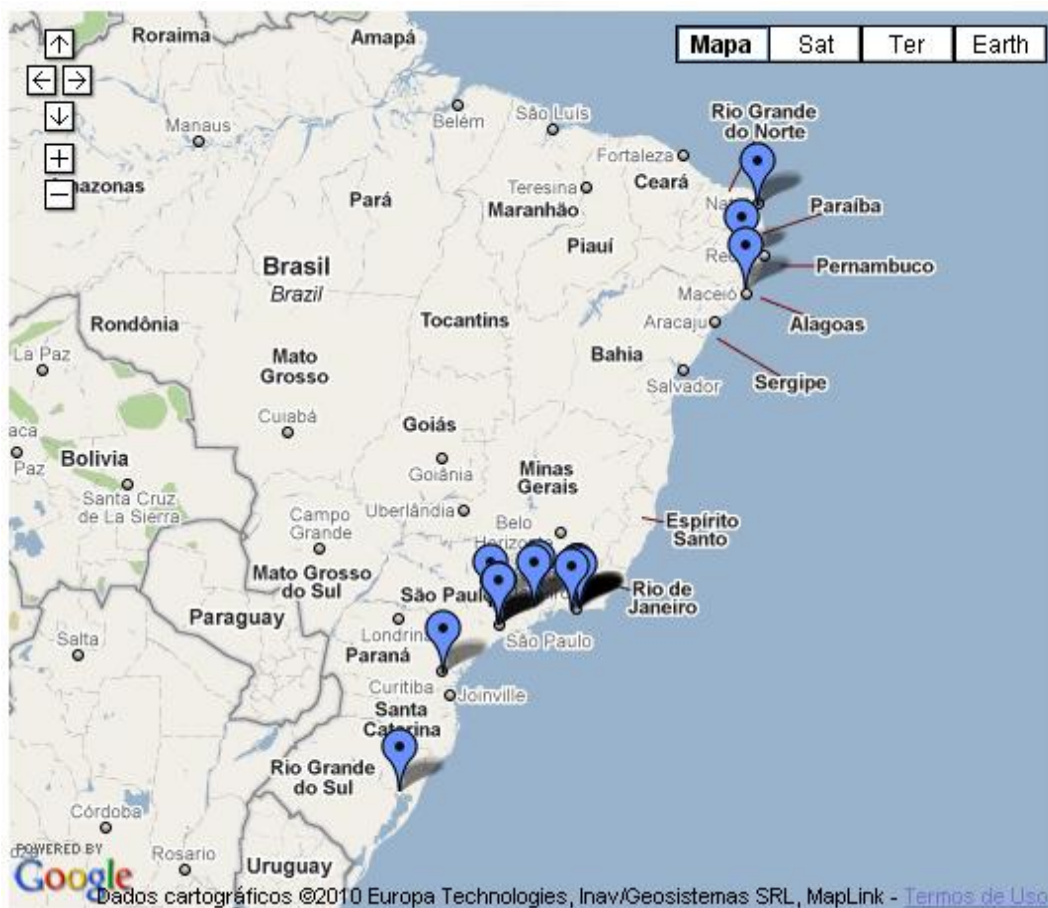


Figura 3.2 Laboratórios de pesquisa da Petrobras. Fonte: Petrobras

O binômio **empresa-universidade** é vital para diversos setores estratégicos do país. Serve esta relação como forma de integração nacional, ao se levar um campo de pesquisa a regiões onde antes não havia empresas, propiciando, ainda, o desenvolvimento de regiões, fomentando a economia e o crescimento demográfico.

Outra face da moeda no país é que ainda não há integração entre pequenas e médias empresas com a universidade. Falta a cultura de se procurar soluções nos bancos acadêmicos e, sob a ótica da empresa, são escassos os mecanismos para que se procure isto neste escopo. Importantes pontes são as empresas juniores pois facilitam esta interconexão, possibilitando a solução de problemas práticos por parte dos discentes e viabilizando um custo menor às empresas, criando assim um elo importante na cadeia de formação humana, tanto técnica como desenvolvimento interpessoal, integrando a teoria

com a prática, a exemplo de diversos projetos realizados como a *Mecajun*, empresa júnior da Engenharia Mecatrônica da UnB, conforme descrito em seu sítio eletrônico (Mecajun, 2011).

De forma sintética, a resposta para a pergunta proposta por esta seção orienta-se melhor sob um ângulo reflexivo: as empresas brasileiras, em geral, não encontram pessoal qualificado porque não investem em seu próprio futuro, ou melhor, não investem em parcerias de pesquisa e ensino com universidades, celeiros de seus futuros colaboradores, gastando tempo com treinamentos e adaptação de profissionais recém-formados à realidade, podendo, ao invés, investir em pesquisas e desenvolvimento, retornando o investimento na forma de capital humano qualificado. *Mas o que fazer para que isto possa se tornar realidade?*

É fundamental que as empresas sejam conscientizadas de que ganharão mais investindo na parceria *empresa-universidade* do que ganham atualmente com o isolamento técnico. A formação de profissionais é de responsabilidade de mão dupla, com a universidade fornecendo as condições teóricas, produzindo conhecimento, enquanto as empresas fornecem os problemas práticos, oportunidades de estágio e financiamento de pesquisas. É este o cerne do problema e o começo da solução.

Muito mais do que a conscientização, há ainda os problemas burocráticos que enfrentam as universidades públicas (licitações demoradas, recursos insuficientes para bolsas de pesquisa e iniciação científica, e muitos outros), bem como problemas inerentes às relações sociais, especialmente entre a Administração Superior das universidades e os diversos Institutos e Faculdades, ou até entre departamentos de uma mesma Faculdade. Todas estas questões que devem ser resolvidos no campo da política (tomada aqui como relações de poder que envolvem também a burocracia das instituições, e não necessariamente a político-partidária), cabendo a nós, neste primeiro momento, tão somente a identificação desses fatores críticos.

### **3.3 HÁ FALTA DE ENGENHEIROS NO BRASIL?**

O cerne deste trabalho encontra-se na adequada resposta para esta pergunta, pois é a partir dela que podemos repensar uma fundamentação para as propostas de mudança na forma de ensino de engenharia no país. Não teria motivos para repensar algo que vem continuamente sendo acertado.

Mas parece que não é o caso, haja vista as inúmeras queixas de industriais que não conseguem absorver do mercado a quantidade e qualidade de profissionais que almejavam

ter, retratadas diariamente nos diversos veículos de informação. Insistimos em dizer que não é algo que dependa *exclusivamente* das instituições de ensino, mas sim de uma série de fatores (parceria *empresa-universidade*, políticas públicas que fortaleçam o ensino básico e médio, incentivos tributários para empresas que investem em ensino e pesquisa, etc.); contudo, não deve ser olvidada a imprescindível importância que a *Academia* desempenha nesta cadeia de formação de profissionais de excelência nas engenharias.

O artigo do *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada* (IPEA), intitulado ***Escassez de engenheiros: realmente um risco?*** (Nascimento et. al., 2010), é o fruto de um estudo de vários pesquisadores desta instituição acerca da realidade do Brasil em termos de engenheiros e técnicos, frente ao crescimento acelerado da economia.

É notável a proposta do trabalho em demonstrar que alguns pontos básicos de mudança socioeconômica foram responsáveis por este debate com um certo “*reducionismo*” (Nascimento et. al., 2010, p.4) de que há escassez de profissionais técnicos no país. Estas particularidades implicam diretamente a necessidade de uma maior quantidade na mão-de-obra técnica, ou seja, numa demanda por profissionais maior que a oferta (Nascimento et. al., 2010, p.4).

Aliada a isto, vêm as transformações sociais pelas quais o Brasil passa. Os jovens profissionais que ingressam atualmente no mercado de trabalho, entram com uma maior escolaridade do que o que acontecia décadas atrás, fruto do crescimento da oferta de vagas em instituições de ensino superior e melhorias educacionais (Nascimento et. al., 2010, p.4). Isto provoca um maior crescimento do setor terciário, em comparação com os demais, necessitando, por suas características, de mais profissionais técnicos do que outros setores.

Dado estes pontos básicos, no Brasil, assim como em outros países (como tendência mundial), o setor terciário da economia cresceu e continua crescendo mais acentuadamente nas últimas décadas, especialmente a década de 90 (Nascimento et. al., 2010, p.4), explicitando a demanda por profissionais técnicos.

Segundo o artigo, há quem pense (inclusive “*atores responsáveis e autorizados*”) que, partindo desta conjuntura de fatores, vem a conseqüência lógica e dedutível de que, se algo não for feito, haverá sim um *apagão* de profissionais técnicos no mercado. Todavia, ressaltam os autores do trabalho que, caso seja mantido os níveis proporcionais de engenheiros (segundo o artigo, o profissional que mais preocupa as projeções), não haverá falta destes profissionais para as indústrias.

Isto foi feito mediante análise dos números atuais de profissionais na área, e sua relação com o crescimento do país, levando a determinação de um fator denominado

*requerimento técnico por engenheiro*<sup>1</sup> “interpretado como a quantidade de profissionais com esta competência profissional requerida tecnicamente para atender a um determinado nível de produção. Difere, pois, do conceito de demanda, que se refere à quantidade de profissionais que seriam empregados a um determinado nível de salários.” (Nascimento et. al., 2010, p.5).

O *requerimento técnico por engenheiro* é obtido mediante análise comparativa da evolução do PIB em um período e a evolução do número de profissionais de engenharia, ressaltado o exposto acima. A partir desta definição, pode-se obter a Tabela 3.1 para dados obtidos entre 2003 e 2008.

ANO	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Engenheiros e profissões correlatas</b>	139.617	148.791	161.551	174.183	188.564	211.713

Tabela 3.1 Quantidade de profissionais da engenharia entre 2003 e 2008. Fontes: INEP e MTE.

Posteriormente, com o auxílio desta tabela construída, pode-se fazer uma projeção para os anos seguintes. No artigo, procedeu-se a até o ano de 2022, através de uma regressão logarítmica do tipo,

$$\ln(ENGEN_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(PIB_t) + e_t \quad (\text{eq. 3.1})$$

considerando três possíveis cenários de crescimento da economia: o primeiro, a um ritmo modesto de 3% a.a; o segundo, 5% a.a, um ritmo mais condizente com as projeções futuras; o terceiro, a um otimista e espetacular crescimento de 7% a.a. Assim, vem a Tabela 3.2.

<sup>1</sup> “O dado de emprego foi obtido a partir da *Relação Anual de Informações Sociais* fornecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE). Refere-se às pessoas nas ocupações de engenheiro **stricto sensu** – designadas pelos códigos 201, 202, 203, 214 e 234 da *Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)*, que dizem respeito a engenheiros, arquitetos e afins (CBO 214) –, bem como a profissionais de áreas correlatas identificados dentro das CBOs 201, 202, 203 e 234 – relacionadas a eletromecânica, biotecnologia, metrologia, pesquisas em engenharias e tecnologia e docência em engenharia, geofísica, geologia e arquitetura e urbanismo.” (Nascimento et. al., 2010, pp.4-5)

<b>Cenários</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
3% a.a.	223.898	239.303	255.768	273.365	292.173	312.276	333.761
5% a.a.	228.537	249.322	271.997	296.734	323.721	353.163	385.282
7% a.a.	236.361	266.686	300.901	339.505	383.062	432.208	487.659
<b>Cenários</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
3% a.a.	356.725	381.269	407.501	435.538	465.504	497.532	531.764
5% a.a.	420.322	458.549	500.253	545.749	595.383	649.531	708.604
7% a.a.	550.224	620.816	700.465	790.332	891.729	1.006.135	1.135.218

Tabela 3.2 Projeções até 2022 do requerimento técnico por engenheiro. Fonte: IPEA.

É importante frisar a dependência desses profissionais com o momento econômico. Cálculos do IPEA (Nascimento et. al., 2010, p.5) utilizando-se o PIB deflacionado mostram que em um período de crescimento real acumulado de 26,5% num período, a ocupação por estes profissionais, no mesmo período, aumentou em 51,6%.

Analisando os dados obtidos da Tabela 3.2, temos como resultados que se o crescimento do PIB for cerca de 3%, o crescimento no emprego de engenheiros crescerá 7% a.a. Para 5% a.a. de crescimento do PIB, tem-se que o crescimento no emprego de engenheiros alcançaria 9% a.a. Por fim, para um crescimento do PIB de 7% a.a., o crescimento no emprego de profissões relacionadas à engenharia saltaria para 13% a.a., com valores em média.

As projeções, conforme já mencionado, apenas envolve as profissões identificadas como próprias de engenheiros e áreas correlatas, o que, traz à baila outra tônica que sempre é presente na discussão sobre educação: *por que muitos engenheiros, em comparação com as demais profissões, não trabalham em suas áreas de formação educacional?*

A análise destes dados deve vir juntamente com a análise do crescimento da oferta de profissionais da área. Aqui, valemo-nos novamente dos dados do artigo **Escassez de engenheiros: realmente um risco?** do IPEA, trazendo os dados para a Tabela 3.3, que retrata a quantidade de formandos (concluintes) em cursos de engenharia e áreas correlatas.

<b>Engenharia, produção e construção</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>Números absolutos</b>	22.873	24.165	25.310	28.024	30.456
<b>Engenharia, produção e construção</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Números absolutos</b>	33.148	36.918	41.491	47.016	47.098

Tabela 3.3 Número de concluintes em cursos de engenharia e áreas afins. Fonte: IPEA

Da mesma maneira que foram analisadas as projeções de 2009 até 2022, Nascimento et. al. (2010) tornaram a fazer uma regressão logarítmica a partir dos dados da

Tabela 3.3, resultando na Tabela 3.4, que será utilizada como parâmetro para comparação entre as projeções obtidas na Tabela 3.2 e na Tabela 3.4.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Engenharia, Produção e Construção</b>	49.915	52.873	55.831	58.789	61.747	64.706	67.664
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	70.662	73.580	76.538	79.496	82.454	85.413	88.371

Tabela 3.4 Projeção dos concluintes em cursos de engenharia e áreas afins. Fonte: IPEA.

É notável aqui, o fato de que, pelo menos matematicamente, é assegurado o *fluxo* crescente de engenheiros no mercado de trabalho. Somando com os engenheiros já formados e descontando os aposentados e os falecidos, o IPEA calcula com base nos censos de 2000, juntamente com dados de 2008, que no ano de 2008 havia 750 mil profissionais de engenharia e projetando-se estes dados para 2015, serão 1,1 milhão de engenheiros diplomados.

Resta saber se, ao cruzar os dados desta oferta com a demanda, é possível atender às expectativas de mercado. E, segundo o artigo do IPEA, analisando os dados das duas tabelas de projeção (Tabela 3.2 e Tabela 3.4) fica claro a possibilidade de, se mantido tudo como está, é possível, apenas por estes números, atender a demanda das indústrias mesmo em um país que cresce vertiginosamente.

De fato, sobra engenheiro. Tomando o ano de 2015, temos a partir da Tabela 3.2 para o maior crescimento (7% a.a.) a demanda técnica por engenheiro é aproximadamente 500 mil, enquanto a oferta (somando os formandos dos períodos anteriores, descontado os aposentados, os falecidos, os emigrantes e os que se dedicam exclusivamente ao ensino) é de 1,1 milhões. Então, considerando oferta e demanda, sobriam 600 mil engenheiros.

Mas isto não reflete a realidade, pois grande parte dos graduados em engenharia não trabalha com engenharia *strictu sensu*, por assim dizer. Estão no mercado financeiro, em funções gerenciais, administrativas, organizacionais, empresariais, no funcionalismo público, emigrantes, sem mencionar os que se dedicam exclusivamente à área acadêmica.

Ainda é razoável supor que a demanda por engenheiros não se é exclusivamente pela área técnica (Tabela 3.2). Empresas demandam engenheiros por suas competências desenvolvidas no decorrer de sua formação em detrimento de outros profissionais, o que ratifica a afirmação de que sempre haverá um número maior de engenheiros do que as vagas exclusivamente técnicas (Nascimento et. al., 2010, p.5). A partir desta consideração,

vem a Tabela 3.5 (extraída diretamente do artigo) que retrata a demanda total de engenheiros com o auxílio de multiplicadores para a correção da demanda, dando o panorama da realidade, para os anos de 2015 e 2022.

		2015			2022		
Disponibilidade (oferta)		1.099.239			1.565.426		
Multiplicador do req. téc.		3,5	3,0	2,5	3,5	3,0	2,0
Taxa média de crescimento							
	3% a.a.	1.168.164	1.001.283	834.403	1.861.174	1.595.292	1.063.528
	5% a.a.	1.348.487	1.155.846	963.205	2.480.114	2.125.812	1.417.208
	7% a.a.	1.706.807	1.462.977	1.219.148	3.973.263	3.405.654	2.270.436

Tabela 3.5 Cenário de crescimento *versus* demanda total de engenheiros. Fonte: IPEA.

Com estas ponderações, assumindo que o mercado de trabalho e até mesmo os engenheiros detém um enorme leque de possibilidades de emprego, vem o questionamento: *será que a oferta de engenheiros **ainda** é capaz de suprir toda a demanda?* Aqui reside o problema.

Segundo projeções do IPEA, é quase certo que não, se mantido até mesmo as condições mais conservadoras, pois outras áreas absorvem os engenheiros (Nascimento et. al., 2010, p.6). Deve-se levar em conta também a demanda por engenheiros em outros setores para que possa, com segurança, atender até projeções de crescimento mais modestas.

A Tabela 3.5 demonstra que para o ano de 2015 tem-se que, para todos os cenários de crescimento (3% a.a., 5% a.a., 7% a.a.) e para três multiplicadores de correção da demanda (2.5, 3.0, 3.5) das nove possibilidades, apenas três seriam atendidas com os atuais níveis de oferta (realce amarelo da Tabela 3.5).

Mais uma vez é latente o papel das instituições de ensino para que profissionais da área técnica possam ingressar no mercado, sem falar novamente em políticas públicas de aumento do número de vagas, na contratação de professores, na melhoria nas instalações, etc.

Não podemos, contudo, ter estas projeções como dogmas. O estudo toma como base uma realidade global, não específica de algum setor (como petroquímica, indústria de base, etc.). Variações podem (e certamente irão) acontecer. Neste sentido, é interessante transcrever o posicionamento dos autores deste artigo, considerando as possíveis limitações de seu próprio trabalho:

“Volta-se a ressaltar que esses resultados referem-se a um exercício preliminar, em que a evolução futura da economia

refletiria a estrutura produtiva vigente. Certamente ritmos mais intensos de crescimento associam-se a mudanças no peso dos diferentes setores de atividade na economia e podem levar a resultados diversos dos estimados. Por exemplo, é possível que a exploração da camada de pré-sal redefina o peso do setor de petróleo e gás e de seus fornecedores situados a montante e jusante desta cadeia produtiva, pressionando para cima a demanda por profissionais especializados, tais como engenheiros. Além disso, mudanças tecnológicas certamente afetam o requerimento técnico em setores específicos.” (Nascimento et. al., 2010, p.6)

Além disto, o estudo não leva em consideração a projeção do crescimento populacional, conforme comentado no começo deste capítulo. O envelhecimento da população é uma variável que deve ser levada em consideração sempre, haja vista a necessidade de suprir a demanda causada pelo crescimento natural e também renovação de profissionais em fins de aposentadoria, o que pode alterar significativamente as projeções propostas.

Por mais que projeções retratem que, se todos os engenheiros se dedicarem única e exclusivamente a atividades técnicas, não haverá escassez até mesmo em condições espetaculares de crescimento. Há de se ter em mente, como propriamente retratado pelo artigo, os engenheiros são demandados por diversas áreas.

Por isto, deve haver mecanismos para que mais engenheiros se formem e possam suprir todas as fontes de demandas. Isto passa pela diminuição das taxas de evasão, da diminuição do tempo médio de formatura, de aproximação das empresas com o ambiente universitário, entre outros, assunto para capítulos posteriores. Como ponderação final, cabe mais uma vez trazer a reflexão dos autores do artigo ***Escassez de engenheiros: realmente um risco?***

“Outra questão por investigar é a da qualidade da formação. Em suas configurações atuais, o sistema educacional brasileiro tem se mostrado não apenas ágil, mas também bastante adaptativo. Porém, as deficiências de qualidade na educação básica impõem obstáculos importantes ao sucesso desta formação. Ademais, torna-se difícil ampliar a capacidade de formação de engenheiros enquanto os concluintes do ensino médio apresentarem baixa proficiência em matemática e ciências.” (Nascimento et. al., 2010, p.8)



### 3.4 A ESCASSEZ DE ENGENHEIROS É UM FENÔMENO MUNDIAL OU É EXCLUSIVAMENTE VIVIDO PELA PARTICULAR REALIDADE BRASILEIRA?

É curioso notar como o profissional de engenharia *stricto sensu* depende, quase que umbilicalmente, da economia. Se algum país vive um *boom* de crescimento, isto se reflete primariamente na indústria, e nos profissionais associados a ela, que quase sempre são engenheiros e técnicos.

Assim, países como os Estados Unidos, França, Inglaterra, Alemanha, Japão e outros, vivem, num menor ou maior grau esta realidade. Quando há uma demanda grande, mais profissionais se formam assim como é retraída a formação de engenheiros em momentos de crise. Mas isto sempre em torno de pontos de equilíbrio. Usualmente, um bom parâmetro para medição deste equilíbrio é a quantidade *per capita* de engenheiros.

A principal diferença entre estas potências da engenharia e o Brasil, como uma potência latente, é a quantidade de engenheiros, em comparação com o tamanho da população e a grandeza da economia, não seguiu um padrão equilibrado, devido a grandes oscilações na estrutura econômica do país. Num passado recente, o Brasil viveu um período pendular, com uma fase muito positiva nas décadas de 60 e 70 (milagre econômico brasileiro) e depois uma recessão, inflação galopante e fechamento do mercado até o começo dos anos 90, passando atualmente, por outro processo de grandioso crescimento industrial e de base.

Devido a esta conjuntura de fatores, a engenharia brasileira sentiu um grande impacto, causando grande euforia, em determinados momentos e desinteresse, em outros. Isto é notório, pois países muito menores territorialmente e populacionalmente, como alguns países asiáticos (Japão, Coréia do Sul, etc.). A Tabela 3.6 demonstra o abismo existente entre o número de engenheiros no país, a diferença populacional e extensão territorial, em comparação com a Coréia do Sul.

País	População (aprox.)	Área territorial	Taxa de formação de engenheiros
Brasil	191 milhões	8.514.876,599 km <sup>2</sup>	20 mil por ano
Coréia do Sul	49 milhões	99.720 km <sup>2</sup>	80 mil por ano

Tabela 3.6 Comparação entre Brasil e Coréia do Sul. Fonte: Maurício Frighetto e CIA.

É relevantíssimo o pensamento do Professor José Pastore, da Universidade de São Paulo (USP), que resume bem a realidade experimentada pelo Brasil:

“Excesso ou escassez dependem ainda do tipo de profissional que se busca. Por exemplo: no Brasil a falta é gritante quando se procura recrutar engenheiros com quatro ou cinco anos de experiência com tecnologias de ponta nas áreas acima indicadas, em especial na do pré-sal. O profissional pronto e acabado, de boa qualidade e com conhecimento amplo das novidades da ciência e da tecnologia é raro. Os especialistas dizem que, dos 35 mil engenheiros que se formam no Brasil todos os anos, apenas 10 mil têm a necessária competência para atender às novas necessidades.” (Pastore, 2010, p.1)

Continuando suas lições, argumenta:

“O desencontro decorre ainda do fato de a economia brasileira ter ficado estagnada por mais de 20 anos quando o mercado ficou saturado para várias profissões. Na época, muitos engenheiros foram trabalhar em outras áreas – financeira, comercial, administração e até recursos humanos. Esses profissionais, em sua maioria, não conseguem se reciclar para atender às tecnologias de última geração. Por isso, os 600 mil engenheiros existentes no Brasil não podem ser considerados como a oferta total desses profissionais para os modernos serviços de engenharia, com a agravante de que as escolas de engenharia não dão conta da demanda específica nas áreas indicadas.” (Pastore, 2010, p.1)

Assim, a realidade da engenharia no mundo, como já mencionada é semelhante: depende sempre do momento econômico na qual está inserido o país. A realidade brasileira não foge a este parâmetro. Porém, não é possível esperar realidades idênticas, devido a todo o processo histórico-cultural experimentado individualmente por cada país no decurso de sua criação. Todavia, é preciso buscar a experiência de países bem sucedidos do ponto de vista da formação de engenheiros e adaptar suas técnicas para nossa realidade.

# 4 EDUCAÇÃO SUPERIOR

## 4.1 O PAPEL DAS UNIVERSIDADES E O PANORAMA DA EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRA

Refletir acerca das funções da universidade no século XXI é, antes de tudo, reconhecer o papel desempenhado por ela ao longo de quase um milênio de sua existência. Universidade é o espaço voltado para a produção, debate, e aplicação do conhecimento visando o desenvolvimento e progresso tanto tecnológico quanto social, político e econômico de uma nação e de seu povo e destarte, fundamental em um país livre e democrático.

A Constituição Federal brasileira de 1988 (CF/88), lei maior de nosso ordenamento jurídico, versa sobre as universidades em seu artigo 207, *verbis*:

“Art. 207. As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, **e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.**

§ 1º É facultado às universidades admitir professores, técnicos e cientistas estrangeiros, na forma da lei. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 11, de 1996)

§ 2º O disposto neste artigo aplica-se às instituições de pesquisa científica e tecnológica. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 11, de 1996)”. (BRASIL. Constituição Federal. 1988) (grifo nosso)

Nota-se que compete às universidades a integração indissociável do ensino, da pesquisa e extensão. Em qualquer área do conhecimento, particularmente nas engenharias, é fundante essa premissa. Assim como três pontos não coincidentes definem um plano estável, uma formação de qualidade passa necessariamente pelo tripé ensino, pesquisa e extensão.

**Ensino** é a forma sistemática de transmissão de conhecimentos. É muito mais que o modelo de sala de aula onde os professores reproduzem um conhecimento passado a eles por outros professores também assim ensinados, em um círculo contínuo. É o processo pelo qual os professores colaboram na construção de alunos de pensamento livre, dotados de personalidade, inseridos em um contexto social. Estes alunos devem ser capazes de posicionarem-se de forma crítica e contextualizada acerca do seu objeto de estudo em sala de aula.

Por **pesquisa**, tomamos os ensinamentos de Gustin & Dias (2006) afirmando que a origem de uma pesquisa científica está na indagação, na formulação de perguntas que não encontram respostas imediatas na literatura. Se as encontrasse seria tão somente um estudo aprofundado e não uma pesquisa propriamente dita, embora o termo possa confundir, haja vista termos sido habituados a associar pesquisa com a procura em livros, jornais, enciclopédias.

A pesquisa não pode ser tida nem concebida como caminho de uma única mão para a produção de conhecimento e verdades, sendo errôneo o pensamento de que a produção do homem cotidiano seja menos importante do que a da pesquisa científica.

A diferença está apenas no referencial para observação dos fenômenos (a primeira se vale principalmente dos sentidos e/ou da vivência, sem sistematicidade, sem buscar uma “teoria crítica” enquanto que a outra, “teoria crítica”, como aquela que não reduz a realidade ao que existe, uma vez que seus campos de possibilidades devem ser confirmados – condições positivas – ou superados – condições negativas).

Por **extensão**, pode-se dizer da forma de levar à comunidade os ensinamentos tomados em sala de aula. É a aplicabilidade dos conhecimentos. No Manual de Extensão da UnB<sup>2</sup>, temos como definição de extensão:

“Toda atividade de extensão acadêmica pressupõe uma ação junto à comunidade, disponibilizando ao público externo à Instituição o conhecimento adquirido com o ensino e a pesquisa desenvolvidos na Universidade. Por outro lado, essa ação produz um novo conhecimento a ser trabalhado e articulado com o ensino e a pesquisa. Assim, a articulação entre a Universidade e a sociedade por meio da extensão é **um processo que permite a transferência para a sociedade dos conhecimentos desenvolvidos com as atividades de ensino e pesquisa**. A captação das demandas e necessidades da sociedade permite orientar a produção e o desenvolvimento de novos conhecimentos. Esse processo estabelece uma relação dinâmica entre a Universidade e seu contexto social. De acordo com a política de extensão em vigor na UnB, as ações de extensão apresentam grande diversidade e derivam da natureza da Universidade, cuja função é cultivar o saber, no sentido da sua produção, disseminação e aplicação.” (Manual de Extensão da UnB, p.7) (grifo nosso).

A indissociabilidade encontra-se no fato de que nenhuma subsiste senão em função das outras, ou seja, não existe ensino sem pesquisa e extensão: para que haja transmissão de conhecimento – ensino –, deve-se ter como base as pesquisas feitas na área e os

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.unb.br/extensao/downloads/manual.pdf>

projetos de extensão, que corresponderiam à validade da aplicabilidade das teorias pesquisadas.

Não existe pesquisa sem ensino e extensão: a pesquisa nasce do conhecimento acerca do problema ou de premissas que levem à sua solução: o ensino; a extensão é uma das fontes para a pesquisa por envolver na prática os fatos que motivaram a própria pesquisa. Assim como não existe extensão sem ensino e pesquisa: não há aplicabilidade prática de algo que não se conhece ou não existe.

Logo, o modelo de universidade em que os alunos são receptores passivos e os professores as fontes indubitáveis do conhecimento, sujeitos ativos e inerrantes, é fadado estruturalmente ao fracasso. Oportunamente será mostrado o modelo PBL que abre a possibilidade para que o ensino, pesquisa e extensão conjuntamente façam parte do dia a dia do aluno.

Aliado ao papel das universidades, mister se faz a necessidade de um breve panorama da educação superior brasileira.

No Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP é responsável por fazer a coleta dos dados referentes ao ensino superior, tendo como referência as diretrizes gerais previstas pelo Decreto nº 6.425 de 4 de abril de 2008.

O censo da educação superior reúne informações sobre as instituições de ensino superior, seus cursos de graduação presencial ou à distância, cursos seqüenciais, vagas oferecidas, inscrições, matrículas, ingressantes e concluintes, além de informações sobre docentes, nas diferentes formas de organização acadêmica e categoria administrativa.

Com base no Censo de 2009, disponível no sítio eletrônico da instituição<sup>3</sup>, podemos tecer algumas considerações relevantes ao estudo em tela.

Cerca de 89% das instituições de ensino superior no país são de iniciativa privada. (INEP, 2010, p. 10). Mesmo somando apenas 11%, as instituições públicas são ainda importantíssimas no ensino, pesquisa e extensão. Em termos de cursos, este dado não é alvo da pesquisa, porém, é provável que a percentagem de instituições superiores privadas que oferecem algum tipo de engenharia deve ser reduzido, devido aos diversos custos envolvidos em cursos desta natureza (especialmente em instalações de laboratórios). Destarte, releva-se o papel das instituições públicas na formação de engenheiros.

---

<sup>3</sup> <http://www.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior>

O Brasil investe apenas 3,9% do PIB (Produto Interno Bruto) na educação (básica, média e superior) enquanto países também em desenvolvimento como México e Chile investem mais de 6%, segundo dados do Indicador B2 da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico de 2009 (OCDE, 2009) (tradução nossa), o que justifica *parcialmente* as atuais condições de sucateamento das universidades públicas.

Outra consequência do pouco investimento em educação no país se mostra na remuneração paga aos professores, sobretudo aos docentes das universidades públicas que, ao invés de se preocuparem exclusivamente com seu mister, investem boa parte do tempo em lutas pela melhoria das condições de trabalho e salário, implicando constantes greves e lutas que prejudicam o bom funcionamento das instituições públicas.

Cria-se uma distorção onde quem mais estuda, menos ganha, desestimulando futuras gerações a se dedicarem ao ensino e à pesquisa, num processo que se não for remediado levará ao completo comprometimento dos propósitos da universidade, a exemplo do ensino público básico e médio brasileiro, salvo raríssimas exceções.

Com um foco comparativo ao longo de 2005 a 2009, vem a Tabela 4.1, a partir de dados do MEC e INEP.

<b>Cursos</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>Variação (2006-2009)</b>
<b>Administração</b>	730.898	813.948	887.752	1.050.704	1.102.579	<b>51%</b>
<b>Direito</b>	565.705	589.351	613.950	638.741	651.730	<b>15%</b>
<b>Pedagogia</b>	441.659	465.267	492.493	536.204	573.898	<b>30%</b>
<b>Engenharia</b>	264.894	285.207	314.192	357.132	420.578	<b>59%</b>
<b>Enfermagem</b>	153.359	186.955	213.237	224.742	235.804	<b>54%</b>
<b>C. Contábeis</b>	175.205	180.792	203.136	238.081	235.274	<b>34%</b>
<b>Com. Social</b>	199.350	209.366	230.606	238.055	221.211	<b>11%</b>
<b>Letras</b>	198.782	201.283	202.383	220.322	194.990	<b>2%</b>
<b>Educação Física</b>	159.484	172.369	184.213	187.285	165.848	<b>4%</b>
<b>C. Biológicas</b>	112.773	126.788	133.575	144.384	152.830	<b>36%</b>

Tabela 4.1 Evolução do número de matrículas no Brasil. Fonte: MEC/INEP.

É notória a explosão no crescimento de números referente às Engenharias, que está entre os cursos (aqui considera-se como um curso a reunião de todas as engenharias) que cresceram mais de 50% entre 2005 e 2009 (INEP, p. 14). Em termos de matrículas em cursos presenciais, as Engenharias ocuparam (em 2009) a terceira posição dentre todos os cursos superiores brasileiros (INEP, p. 14).

A partir destes dados, é natural a pergunta: *o crescimento é função apenas do momento econômico do país ou é um caminho natural?*. Como mencionado no Capítulo 3, seguindo a linha de estudo do IPEA, não falta, em números absolutos, engenheiros no país.

A falta é *funcional* (engenheiros em outras áreas diferentes da sua formação). Os dados do INEP corroboram com esta categórica afirmação, haja vista a expansão no número de matrículas nos cursos de engenharia, garantindo uma oferta de engenheiros compatível com a demanda média futura.

## **4.2 DIRETRIZES LEGAIS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA**

Por imposição legal (lei nº 9.394 de 20 dezembro de 1996 – Lei de diretrizes e bases da educação), todo curso de ensino superior é guiado por diretrizes, dando solidez e fundamento ao currículo mínimo do profissional, possibilitando-se ainda às universidades a faculdade de fixar o currículo de seus cursos, observando as diretrizes gerais pertinentes. Nas engenharias não poderia ser diferente.

A resolução nº 48 de 1976 (Anexo A) estabelecia o currículo mínimo dos profissionais na área de engenharia. Nela encontra-se elencada as matérias básicas pertinentes a todas as engenharias, independente da habilitação (Matemática, Física, Química, Mecânica, Processamento de Dados, Desenho, Eletricidade, Resistência dos Materiais, Fenômenos de Transporte), discriminando o conteúdo de cada uma delas. Encontra-se ainda as matérias básicas das seis habilitações consideradas: Civil, Eletricidade, Mecânica, Metalurgia, Minas e Química.

É notório, passado mais de trinta anos, que a referida resolução, já não satisfazia, por si mesma, as demandas atuais da evolução da engenharia, quer seja pelo número de habilitações, quer seja pelas inovações tecnológicas que devem ser levadas em conta no perfil de um engenheiro de excelência. Foi necessária uma revisão, considerando estes elementos, resultando na resolução nº 11 de 2002 (Anexo B).

A vigente resolução leva em consideração uma maior flexibilização do currículo, dificultando o engessamento natural que estava acontecendo em virtude do desenvolvimento tecnológico e mudanças sociais, fazendo surgir novas demandas nas competências dos atuais engenheiros (Tabela 4.2 e Tabela 4.3).

RESOLUÇÃO CFE 48/76 MATÉRIA DE FORMAÇÃO BÁSICA	RESOLUÇÃO CNE 11/02 NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS
	Metodologia Científica e Tecnológica
	Comunicação e expressão
Matemática	Matemática e Métodos Numéricos
Física	Física
Química	Química
Mecânica	Mecânica Aplicada
Processamento de Dados	Informática
Desenho	Expressão Gráfica
Eletricidade	Eletricidade Aplicada
Resistência dos Materiais	Mecânica dos Sólidos
	Ciência e Tecnologia dos Materiais
Fenômenos de Transporte	Fenômenos de Transporte

Tabela 4.2 Comparação entre as resoluções 48/76 e 11/02 em conteúdos de formação básica. Fonte: Ruy Carlos de Camargo Vieira

RESOLUÇÃO CFE 48/76 MATÉRIA DE FORMAÇÃO GERAL	RESOLUÇÃO CNE 11/02 NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS
Humanidades e Ciências Sociais	Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania
Administração	Administração
Economia	Economia
Ciências do Ambiente	Ciências do Ambiente

Tabela 4.3 Comparação entre as resoluções 48/76 e 11/02 em conteúdos de formação geral. Fonte: Ruy Carlos de Camargo Vieira

Sob este prisma, interessante se faz o posicionamento, em 2003, da Sub-Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção):

“Flexibilizar um curso não se traduz em redução de atividades, pois está diretamente relacionado a considerar, como preconiza a citada resolução, as atividades de trabalhos individuais e em equipes, dentre outras atividades extra-classe, como necessárias e essenciais para a formação em engenharia.” (Sub-Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO)

Por derradeiro, há de se ressaltar o que relembram Barros & Haddad (2001), *verbis*:

“Apesar de não haver, explicitamente, vinculação entre as legislações que regem a formação do engenheiro e aquela que regula seu exercício profissional, não se pode dissociar as duas atividades. A primeira é pré-requisito para a segunda, segundo disposto em Lei Federal.” (BARROS e HADDAD, 2001, p.1)



### 4.3 ÓRGÃOS E INSTITUIÇÕES FUNDAMENTAIS NA ENGENHARIA E SEU PAPEL COM O ENSINO

Para o bom atendimento aos interesses profissionais de uma classe, é natural a existência de uma série de organismos. No que tange as engenharias, têm-se o Confea (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) e as seccionais estaduais dos CREA (Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia). Particularmente com foco no ensino de engenharia, tem-se a ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia).

O CONFEA foi instituído pelo decreto nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, promulgado por Getúlio Vargas. É de natureza autárquica federal, regida pela lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, bem como os CREA estaduais. Suas atribuições estão definidas pelo artigo 27 da referido lei. Particularmente, no que se refere ao ensino de engenharia, temos a alínea j do art. 27, verbis: *“publicar anualmente a relação de títulos, cursos e escolas de ensino superior, assim como, periodicamente, relação de profissionais habilitados”*.

Frente a importância desta instituição, as competências que dizem com a educação são muito mitigadas. É mister repensar o papel do Confea na defesa de um ensino de engenharia de excelência, sob pena de ter sua atuação como órgão julgador administrativo aumentada frente a atuação de profissionais pouco qualificados.

Em semelhante situação legal encontram-se os CREA estaduais. A despeito da existência de câmaras especializadas em ensino (a exemplo do CREA-PA), é fundamental uma maior aproximação entre os conselhos regionais e as instituições de ensino, para que ambos possam contribuir, cada um a seu modo, com a formação de excelentes profissionais.

A ABENGE, fundada em 12 de setembro de 1973 é uma entidade de âmbito nacional, com sede em Brasília – DF, sem fins lucrativos, de caráter educacional e cultural que tem por objetivo o aprimoramento, a integração e a adequação à realidade nacional e internacional da educação em engenharia, através de trocas de informações sobre atividades e problemas de interesse comum, e pela promoção da cooperação no planejamento, estudo, desenvolvimento e aperfeiçoamento de profissionais, técnicos e legislação (Estatuto da ABENGE, 2011). É uma instituição bastante atuante, sempre promovendo estudos e propondo meios para um melhor ensino de engenharia.

É fundamental a integração de todos os setores e órgãos de representação de interesses, classistas ou não, para a sempre almejada excelência na formação dos engenheiros do país.

# 5 ENGENHARIA: PERSPECTIVAS

## 5.1 CONCEITOS PRELIMINARES

O INEP adota como metodologia que aponta a qualidade de um curso o Índice Geral de Cursos da Instituição (IGC). O IGC considera tanto os cursos de graduação, através do Conceito Preliminar do Curso (CPC), como da pós-graduação, adotando como parâmetro a nota Capes (Inep, 2009).

Para o presente trabalho, o foco de interesse reside no CPC. Este índice é uma média do conceito Enade (que mede o desempenho dos concluintes), o desempenho nos ingressantes no Enade, o conceito IDD (Indicador de Diferença dentre os Desempenhos Observado e Esperado) e as variáveis de insumo, que considera corpo docente, infraestrutura e programa pedagógico – é formado com informações do Censo da Educação Superior e de respostas ao questionário socioeconômico do Enade.

O índice CPC varia de 1 a 5, onde um curso com nota 5 representa a excelência, servindo de referência para os demais. A nota 3 representa o curso que apresenta plenamente as condições para seu funcionamento. (MEC, 2011).

Os pesos para o cálculo do CPC é distribuído em: 30% - IDD, que mostra o quanto o aluno aprendeu na faculdade; 15% - nota dos ingressantes; 15% - nota dos concluintes; 20% - proporção de professores com doutorado; 5% - proporção de professores com mestrado; 5% - regime de trabalho dos professores (dedicação parcial ou integral); 5% - boa infraestrutura, de acordo com a opinião dos alunos; 5% - boa organização didático-pedagógica, segundo a opinião dos estudantes. Para os cursos de Engenharia da Universidade de Brasília<sup>4</sup>, temos a Tabela 5.1:

ENGENHARIA	ESPECIALIDADE	CPC
ENGENHARIA (GRUPO I)	ENGENHARIA CIVIL	4,217206001
ENGENHARIA (GRUPO II)	CONTROLE E AUTOMAÇÃO	4,214381695
ENGENHARIA (GRUPO II)	ELETROTÉCNICA	4,100548267
ENGENHARIA (GRUPO II)	TELECOMUNICAÇÕES	4,251153946
ENGENHARIA (GRUPO III)	MECÂNICA	3,437085152
ENGENHARIA (GRUPO VIII)	ENGENHARIA FLORESTAL	4,427286148

Tabela 5.1 CPC para as Engenharias da UnB. Fonte: INEP (2007, 2008 e 2009)

<sup>4</sup> O curso de Engenharia de Produção não aparece na Tabela 5.1 em virtude de sido implementado posteriormente (2009/2) à aplicação das pesquisas (2007 – 2009)

Nota-se pela análise da Tabela 5.1 que o menor valor de CPC ainda é superior ao índice mínimo de 3, em cerca de 14%. Isto atesta a reconhecida qualidade dos cursos de engenharia da UnB. Entretanto, não pode uma universidade deixar de almejar a excelência, bem como deixar-se iludir por aspectos que não englobam a totalidade do ambiente universitário, como integração entre teoria e prática, desenvolvimento de atividades de trabalhos em grupos, dentre outros. Para fins de divulgação, a nota é arredondada para o menor inteiro maior que o CPC bruto.

Partindo-se desta premissa, podemos rediscutir algumas abordagens pedagógicas que promoveriam um melhor desenvolvimento técnico de um futuro engenheiro, sem contudo, olvidarmos outros aspectos fundamentais anteriores a esta discussão, e que constituem pontos críticos. O principal deles, sem dúvidas, é a alta taxa de evasão nas engenharias.

A evasão é fenômeno mundial que implica perdas acadêmicas e socioeconômicas (Silva Filho et. al., 2007, p.642). É fonte de desperdício de recursos públicos e de perda de receita no âmbito privado, bem como outros custos não mensuráveis economicamente. A despeito deste quadro, poucas são as instituições que se voltam para a discussão do problema. No Brasil, o INEP fornece dados sistemáticos que auxiliam o mensuramento deste problema.

Cerca de 4%, em média, das receitas das instituições de ensino superior privado são investidos em marketing para atrair novos estudantes. Por outro lado, nada é investido para manter os que já estão matriculados (Silva Filho et. al., 2007, p.642), retratando o descaso para com esse tema, malgrado a relevância financeira para as próprias instituições, haja vista que seus ganhos têm crescimento direto com o número de alunos.

Nota-se também poucas instituições públicas que estabelecem programas institucionalizados e efetivos de combate à evasão, com dedicação de grupos de estudos para tais fins, assim como o compartilhamento integrado de informações de experiências bem sucedidas (Silva Filho et. al., 2007, p.642).

A evasão enseja, *de per se*, estudos mais elaborados e detalhados, por envolver inúmeras facetas, que nem sempre são tão simples de serem quantificadas. A despeito disto, podem-se traçar dois aspectos similares, todavia não idênticos (Silva Filho et. al., 2007, p.642), pelos quais se compreende a evasão.

O primeiro deles é a *evasão anual* (ou *semestral*, dependendo do tempo de interesse) *média*, compreendida como a relação entre o número de matrículas não realizadas no período seguinte (excluindo os formandos) e o número de total de alunos deste curso (ou instituição, dependendo do foco de análise). Assim, se em um determinado curso de uma instituição houvesse 100 alunos matriculados (que poderiam renovar suas matrículas) mas

apenas 70 renovam as matrículas no ano posterior, teríamos, portanto, uma evasão anual média de 30% (Silva Filho et. al., 2007, p.642).

O segundo aspecto de compreensão da evasão refere-se à *evasão total*, definida como o complemento do índice de titulação (Silva Filho et. al., 2007, p.642). Mede, destarte, o índice que relaciona o número de alunos que não se formaram num determinado lapso temporal e o total de alunos que ingressaram. Assim, se em uma turma de 100 alunos ingressantes, após um determinado período de tempo apenas 40 formam-se, tem-se um índice de titulação de 40% e 60% de evasão total (Silva Filho et. al., 2007, p.642).

Como já mencionado, são conceitos próximos que auxiliam na quantificação da evasão. Contudo, não são idênticos, pois a taxa de reprovação (considerada na evasão total) e a taxa de evasão anual (ou semestral) não necessariamente são iguais.

Outro viés importante que deve ser frisado reside no fato de que a evasão pode ser relacionada por diferentes ângulos. Numa visão macroscópica, temos o panorama da realidade do país, ou de uma instituição como um todo. Porém, não se pode acreditar que somente atitudes globais serão necessárias para a diminuição da evasão. Partindo-se deste ponto, é importante que se faça uma análise microscópica de cada curso, de modo que as particularidades orgânicas inerentes a cada órgão do corpo instituição emirjam e sejam diagnosticadas corretamente.

Relevante é o dado trazido por Silva Filho et. al. (2007, p.642), que afirma que mundialmente, a taxa de evasão no primeiro ano do curso é de duas a três vezes maiores do que as dos anos subseqüentes. Logo, têm-se como ponto de partida necessário o começo do curso para o desenvolvimento de programas capazes de identificar os motivos e atuar na solução, tal qual um sistema de controle.

Em termos quantitativos, temos no Brasil, entre os anos de 2000 a 2005, a partir dos dados do censo escolar promovido pelo INEP, uma taxa média de evasão de 22%. A série de tabelas seguintes retrata a distribuição entre as diversas categorias administrativa, região do país e por área do conhecimento e revela que os números são bem próximos entre si.

Categoria Administrativa	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Média
Públicas (%)	13	14	9	10	15	12	12
Federais (%)	9	14	11	9	14	10	11
Estaduais (%)	11	12	9	10	15	11	12
Municipais (%)	40	18	-2	6	19	20	17
Privadas (%)	22	26	27	28	28	25	26
Particulares (%)	9	24	27	27	29	27	24
Comum. e Conf. (%)	31	28	27	28	26	24	27
Brasil (%)	19	22	21	22	24	22	22

Tabela 5.2 Comparação das evasões anuais médias por categoria administrativa. Fonte: Silva Filho et. al.

Forma de organização acadêmica	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Média
Universidades (%)	16	20	18	20	22	18	19
Centros universitários (%)	9	17	21	25	16	24	19
Faculdades (%)	28	31	30	27	33	27	29
Brasil (%)	19	22	21	22	24	22	22

Tabela 5.3 Comparação das evasões anuais médias por forma de organização acadêmica. Fonte: Silva Filho et. al.

Região Geográfica	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Média
Norte (%)	18	14	15	10	21	16	16
Nordeste (%)	14	23	21	20	25	21	21
Sudeste (%)	20	21	22	24	25	22	22
Sul (%)	20	24	23	23	23	21	22
Centro-Oeste (%)	20	27	19	23	26	25	23
Brasil (%)	19	22	21	22	24	22	22

Tabela 5.4 Comparação das evasões anuais médias por região geográfica. Fonte: Silva Filho et. al.

Área do Conhecimento	2001	2002	2003	2004	2005	Média
Saúde e Bem-Estar Social (%)	18	17	20	19	19	19
Agricultura e Veterinária (%)	17	17	22	16	13	17
Engenharia, Produção e Construção (%)	21	21	22	22	20	21
Ciências, Matemática e Computação (%)	29	27	27	29	28	28
Ciências Sociais, Negócios e Direito (%)	23	24	25	27	24	25
Educação (%)	19	17	16	21	15	18
Humanidades e Artes (%)	22	23	23	24	25	23
Serviços (%)	36	24	29	30	28	29
Brasil (%)	22	21	21	24	22	22

Tabela 5.5 Comparação das evasões anuais médias por área do conhecimento. Fonte: Silva Filho et. al.

Aplicando a analogia com os sistemas de controle automáticos (Ogata, 2008, p.49), teríamos: o sinal de erro, a diferença entre a referência (padrão de excelência – evasão nula, no limite) e leitura dos sensores (métodos de cálculo de evasão, bem como a caracterização dos motivos pela qual elas ocorrem), o controlador (grupos de estudo voltados para o ensino, utilizando metodologias de pesquisa para tomarem decisões acerca de que das possíveis atitudes de correção frente ao nível do problema, dando uma perspectiva sobre o nível de atuação), os atuadores (aplicação de programas de desenvolvimento continuado a partir dos comandos dados pelos estudos) e o processo (toda a coletividade acadêmica, não somente os alunos).

Isto é particularmente relevante para as engenharias, pois, no começo do curso, especialmente nos dois primeiros anos, é que se encontram as bases formativas matemáticas, físicas, químicas e humanísticas sobre as quais serão construídas todo o conhecimento técnico futuro da habilitação escolhida pelo aluno.

Sem elas, o posterior ensino será dificultado e implicará decisivamente nas competências do engenheiro frente aos desafios impostos pela profissão, como, exemplificadamente, as evoluções tecnológicas que, embora possam trazer, a princípio, o desafio de estudar um campo novo, a tarefa tornar-se-á menos árdua com uma base sólida.

Inúmeros aspectos têm sido apontados como responsáveis pela evasão do ensino superior. Como regra geral, as pesquisas feitas sobre o tema atribuem à realidade social do país o motivo principal das evasões, pois muitos necessitam trabalhar para manter-se, o que dificulta e, por vezes, impede a continuação dos estudos. Contudo, isto não passa de simplificação, segundo Silva Filho et. al., (2007, p.643), *verbis*:

“No entanto, verifica-se nos estudos existentes que essa resposta é uma simplificação, uma vez que as questões de ordem acadêmica, as expectativas do aluno em relação à sua formação e a própria integração do estudante com a instituição constituem, na maioria das vezes, os principais fatores que acabam por desestimular o estudante a priorizar o investimento de tempo ou financeiro, para conclusão do curso. Ou seja, ele acha que o custo benefício do “sacrifício” para obter um diploma superior na carreira escolhida não vale mais a pena.” (Silva Filho, et. al., 2007, p. 643).

Ou seja, diversos são os motivos justificantes da evasão. Não poderia ser diferente, haja vista a complexidade de uma decisão deste porte. Estudo feito na UFMG sobre o tema (Adachi, ?, p.7) revelou existe, na UFMG, diferenças até entre cursos diurnos e noturnos. Embora as justificações possam ser muito subjetivas a ponto de inviabilizar qualquer análise mais criteriosa, não podemos olvidar que na conjuntura de motivos pode-se haver um ponto irradiante central que dá razão a todos eles.

Nas engenharias, a despeito dos possíveis motivos justificadores, como “*não existe engenharia técnica no Brasil*”, “*não me formei para trabalhar com administração*”, “*não quero sofrer para ganhar pouco*” temos um ponto crucial, quase unânime: as matérias básicas. A diferença entre a realidade do ensino médio brasileiro e a realidade universitária é abismal, o que implica um necessário tempo de adaptação dos novos alunos para outra dimensão de conhecimento, sem entrar no mérito de que possivelmente a base para o ensino superior não necessariamente é satisfatória.

Quase sempre essa transição é feita de maneira árdua, de modo que muitos se desmotivam ao longo dos necessários cálculos, álgebras e físicas e reclamam que estudam engenharia, mas nunca viram uma só matéria da área. Esta vertente, por si só, enseja estudos mais aprofundados e sólidos.

Contudo, não é o caso de diminuir o conteúdo destas disciplinas nem mesmo excluir algumas delas do currículo. É, todavia, trazer para o campo prático a sua atuação. Não crer que somente os laboratórios suprirão este anseio. Uma abordagem interessante, tratada mais adiante, em complementação a tudo feito atualmente, é o aprendizado por resolução de problemas práticos.

Pode-se pensar, a princípio, sem uma reflexão mais ponderada, que em virtude de termos uma realidade socioeconômica desigual, estes índices de evasão seriam privilégio de países em desenvolvimento como o Brasil. Todavia, preleciona Silva Filho et. al. (2007, p.643) que em média, os dados de evasão coletados pelo INEP no Brasil não diferem em muito da realidade mundial, como demonstram as Tabelas 5.6 e 5.7.

Destarte, conclui-se ser necessário um esforço coletivo de ordem mundial que almeje o melhor aproveitamento de capital humano e, por vias diretas e reflexas, de recursos financeiros e sociais dos países para o melhor desenvolvimento de profissionais e conseqüentemente, da própria sociedade.

Países	Pública	Privada	Total
Bolívia (%)	-	-	73
Chile (%)	50	63	54
Colômbia (%)	51	51	51
Cuba (%)	25	-	25
Uruguai (%)	72	72	72
Venezuela (%)	60	43	52
Brasil (%)	33	53	48

Tabela 5.6 Evasão média em países da América Latina (acumulado em quatro anos). Fonte: Silva Filho et. al.



Países	Evasão
Japão (%)	7
Turquia (%)	12
Reino Unido (%)	17
Coréia (%)	22
Alemanha (%)	30
México (%)	31
EUA (%)	34
França	41
Itália	58
Suécia	52

Tabela 5.7 Evasão média em países da OCDE (acumulado em quatro anos). Fonte: Silva Filho et. al.

Tipo de Instituição	Evasão
Privadas muito seletivas	16
Privadas seletivas	35
Privadas abertas	52
Públicas muito seletivas	26
Públicas seletivas	49
Públicas abertas	68
Colleges privados seletivos	16
Colleges privados abertos	59
Colleges públicos seletivos	58
Colleges públicos abertos	64

Tabela 5.8 Evasão média por instituição nos EUA (acumulado em quatro anos). Fonte: Silva Filho et. al.

## 5.2 ABORDAGENS E SUGESTÕES

### 5.2.1 Engenharia voltada para a resolução de problemas: método PBL

Problemas sempre conduziram o homem a buscar soluções. Quer seja por necessidade de sobrevivência, como os povos antigos e a história do fogo, quer seja mais recentemente, por desafios impostos pela economia (problemas de determinar o “ótimo”, o “máximo”, o “mínimo”, o “melhor”, o “menos poluente”, o “mais barato”). Assim sendo, a

engenharia, por excelência, é a forma sistemática da busca para a solução do desafio imposto.

Com efeito, as universidades devem conduzir a formação dos discentes em engenharia de modo que sejam eles, desde o início de sua jornada acadêmica, confrontados com problemas cotidianos que aflorem a busca por aprofundamento teórico naquele conteúdo, pelo desenvolvimento de sua criatividade, pelos desafios práticos enfrentados por uma ou outra tomada de decisão, pelo gerenciamento no desenvolvimento de atividades em grupos, enfim, todas as qualidades que deve ter um engenheiro.

Não podem as universidades deixar este encargo tão somente às experiências em laboratórios, que quase sempre apenas formas de corroborar o exposto na teoria e não de exercício de construção e solução de problemas práticos enfrentados pela indústria, ou mais genericamente, pela sociedade. Para tanto, uma boa experiência seria a implantação de um mecanismo capaz de reunir tais requisitos.

O método PBL (do inglês *Problem Based Learning*) foi desenvolvido, pelo menos de forma sistemática, na Universidade de McMaster, em Ontario, Canadá (Ribeiro, 2008) na década de 60 para aplicação nos cursos de medicina (Barrows, 1996). Consiste em uma metodologia pedagógica que se vale de problemas contextualizados e coerentes para o futuro profissional, com foco na introdução ou amadurecimento de conceitos, técnicas e procedimentos (Ribeiro, 2008).

Segundo Ribeiro (2008), o PBL tem por fundamento a visão de que o processo de aprendizado é feito de forma cognitiva, indo além da recepção passiva de conteúdos. Continua, afirmando que o aprendizado tornar-se-ia mais fácil a partir da interação social, advindas de indagações do tipo “Funcionou?”, “Por que deste jeito?”, “Não seria melhor isto ao invés daquilo?”, criando um ciclo vicioso motivador.

O PBL não é, contudo, apenas um método de resolução de problemas aplicando-se os conceitos teóricos ou ainda uma ferramenta para resolver problemas é, antes, um método sistemático de “*ensino e aprendizagem que utiliza problemas coerentes*” (Ribeiro, 2008, p.24). Por coerentes, entendem-se aqueles que têm relevância para a área de atuação do aluno, como cidadão e futuro profissional (Ribeiro, 2008).

Destas considerações é necessário fazer a primeira ilação, com base em Ribeiro (2008), a respeito do PBL: **não pode ser indistintamente implantada, sem prévio planejamento**. Não faz sentido propor um trabalho de projeto de um controle ótimo ou robusto para alunos de engenharia mecatrônica que estão no primeiro semestre.

Uma segunda ilação baseado no autor consiste no fato que **o PBL não exclui o método de ensino tradicional ou qualquer outro método**. Destarte, não é razoável pensarmos em abolir o tradicional quadro negro. É sempre pertinente para exposição de conteúdos iniciais, resolução de exercícios.

Não pode haver a ilusão de que todo o aprendizado vem pelo problema prático. Sempre haverá espaço para as tradicionais lições, porém, de forma mais pontuais e dadas na medida certa. Por exemplo, nada impediria que, num determinado projeto prático de jogo de velocidades<sup>5</sup> para um programa de TV, por exemplo, (algo que facilmente pode ser construído com apenas um circuito integrado de portas lógicas NAND, botões, fios e *leds*), alunos que ainda não foram introduzidos à eletrônica analógica, ao se depararem com um *led*, tenham uma aula pontual de explicação sobre o funcionamento prático do elemento e, em outro momento, na disciplina própria e em outros projetos, o aprofundamento.

Uma terceira ilação demonstra que o PBL não é a resposta para todos os problemas. Como bem acentua Ribeiro (2008), *verbis*:

“o PBL não é panacéia para todos os males que acometem a educação em engenharia ou o ensino superior em geral. A educação, em qualquer nível e em qualquer área do conhecimento, é um processo por demasiado complexo e multifacetado para ser inteiramente abarcado por quaisquer metodologias de ensino-aprendizagem” (Ribeiro, 2008, p.24)

Interessante se mostra a própria evolução do PBL. Aduz Ribeiro (2008, p.25) que o método foi modificado de seu original para atender as demandas da arquitetura e engenharia. Voltado para medicina, o PBL original parte de grupos de 8 a 12 pessoas que buscam a solução para o caso, um diagnóstico, com o auxílio de um tutor e progressiva evolução da complexidade dos problemas.

Para as engenharias, a complexidade das tarefas não se limita a fazer diagnóstico, mas também construir maquetes, protótipos, etc. (Ribeiro, 2008, p.25). Assim, criou-se o PBL híbrido, com um núcleo central, auxiliado por componentes para a realização das tarefas (laboratórios, aulas em sala, etc.), ilustrado pela Figura 5.1.

---

<sup>5</sup> Jogo comum em programas de auditório, que, dado um número de participantes, cada um em uma bancada com um botão e uma lâmpada. O candidato que apertar seu botão primeiro acende sua lâmpada e impede que as lâmpadas de seus adversários sejam acesas, por mais que estes apertem seus respectivos botões.

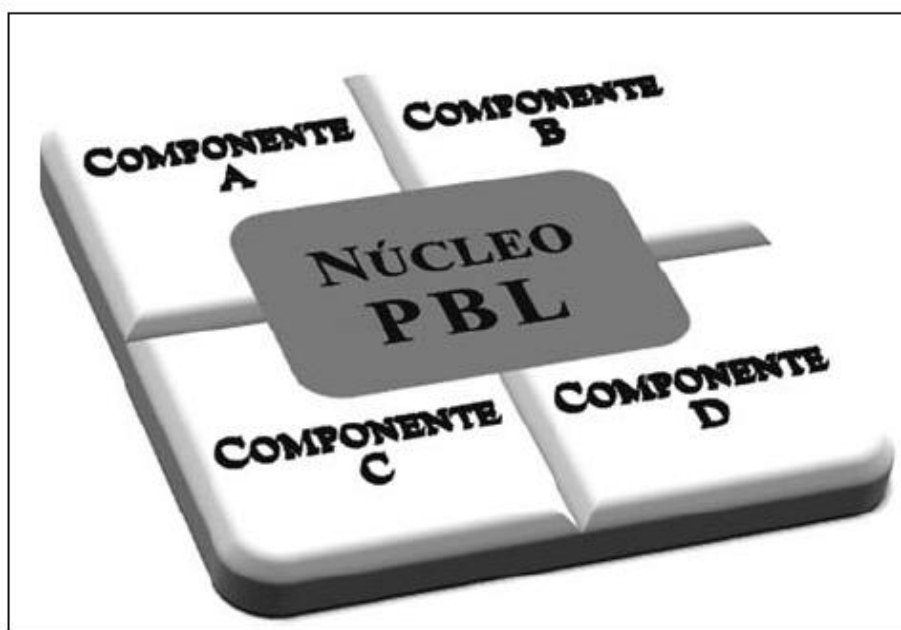


Figura 5.1 PBL híbrido

Outras categorias de PBL foram propostas, inclusive a alteração do PBL híbrido, em que cada componente seria dado de forma tradicional, em matérias, e por fim, reunidos para um projeto.

Como sugestão de implantação nas universidades brasileiras, particularmente na UnB, esta forma parece ser a mais apropriada. De forma prática, inicialmente, poderia ser ofertadas disciplinas PROJETO, com pré-requisitos adequados ao projeto em si, e que integralize créditos optativos para o currículo do aluno. Assim, o impacto seria menor, criando uma cultura de solução de problemas relevantes para, posteriormente, se assim for viável, implantar outras vertentes do PBL.

Estudo, a partir da ótica do aluno, proposto por Marina B. Martins de Azevedo Graci e Antônio Nélon Rodrigues da Silva, da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, demonstra que 80% dos alunos avaliaram positivamente a forma de ensino do PBL (Graci e Silva, 2009, p.1), o que corrobora com a necessidade de mudança urgente do sistema ensino de engenharia.

Discorrendo sobre este tema, a palestra proferida por Luiz Carlos de Campos (Campos, 2009, p.4) traça o perfil do jovem ingresso na universidade: *“dificuldade para aprendizagem linear; executa múltiplas tarefas simultaneamente; mente seletiva para um excesso de informações; utiliza várias mídias com grande desenvoltura [...]”*

Apesar de parecerem considerações puramente empíricas, são relevantes para demonstrar que o método eficiente de ensino empregado em uma geração pode não ser

para outra. O modelo tradicional seguido pelas universidades parece estar no limiar de não atender mais as gerações atuais, malgrado ter atendido excelentemente algumas gerações passadas, que hoje lecionam e não entendem os motivos de alunos desmotivados em sala de aula.

A despeito de pontualmente o PBL ser aplicado em diversas disciplinas e/ou projetos integradores, como retratado, é natural vir neste ponto a questão de como implementar tal metodologia no Brasil de maneira *institucionalizada*?

Convergemos novamente para a necessária parceria público-privada, de forma que os problemas, base do PBL, deixem de ser exclusivamente acadêmicos e que se tornem desafios reais que demandam soluções técnicas para um problema sem solução ou de solução ineficiente. As instituições privadas, ao proporem desafios forneceriam também recursos para que estes sejam solucionados como ferramentas necessárias (*softwares*, equipamentos, entre outros).

Os ganhos seriam muito maiores do que hoje ocorre para ambos os pólos da relação da parceria. Um possível exemplo seria o fato de muitas universidades não possuírem, devido aos poucos recursos que dispõem, licenças de *softwares* proprietários que poderiam auxiliar no ensino, na pesquisa e extensão de forma impactante.

Desta maneira, as empresas forneceriam as licenças ou disponibilizariam alguma forma de uso do *software* (na própria empresa, p. ex.) e, em contrapartida, obteriam sua demanda atendida pela própria universidade, proporcionando aos alunos, além do aprendizado pela resolução de problemas reais, uma vivência com outras tecnologias ou *softwares* que não estariam na universidade em condições normais de ensino, o que de fato não ocorre atualmente.

O impacto desta parceria reduziria, sem dúvidas, o tempo de adaptação do recém-formado no mercado de trabalho, bem como poderia deslocar o foco de atuação dos engenheiros brasileiros, que em geral não estão em suas áreas de formação, como demonstrado anteriormente, para um maior interesse na área técnica.

É oportuno, ante o exposto, retomar o que preleciona o já mencionado professor José Pastore, da Universidade de São Paulo (USP), ao bem resumir a realidade atual: “*O profissional pronto e acabado, [...] com conhecimento amplo das novidades da ciência e da tecnologia é raro [...] dos 35 mil engenheiros que se formam no Brasil todos os anos, apenas 10 mil têm a necessária competência para atender às novas necessidades*”.

Com um enfoque menos academicista e mais problematizador, o engenheiro brasileiro poderia concentrar seu foco de interesse na engenharia técnica de sua correspondente área de formação, contribuindo com o desenvolvimento tecnológico do país em áreas estratégicas, como o de satélites, por exemplo. Planos ambiciosos de independência tecnológica em setores críticos são de longo prazo, e passam obrigatoriamente por um planejamento de boa formação dos futuros engenheiros. O PBL pode auxiliar nesta jornada.

Outra vez, não é exclusiva do Brasil a disparidade entre academia e realidade. Países tradicionalmente referências de engenharia também padecem deste mal, como a Alemanha. A propósito, vêm as Figura 5.2 e Figura 5.3, que retratam a comparação entre o exigido profissionalmente do engenheiro no mercado de trabalho e o que é ensinado nas universidades.

Corroborando com tudo já afirmado, a maior disparidade encontra-se entre os aspectos práticos não abordados pelas universidades de técnicas de trabalho e trabalho em grupo (tópico: *working techniques/team work*). Daí a importância do tema no ensino de engenharia.

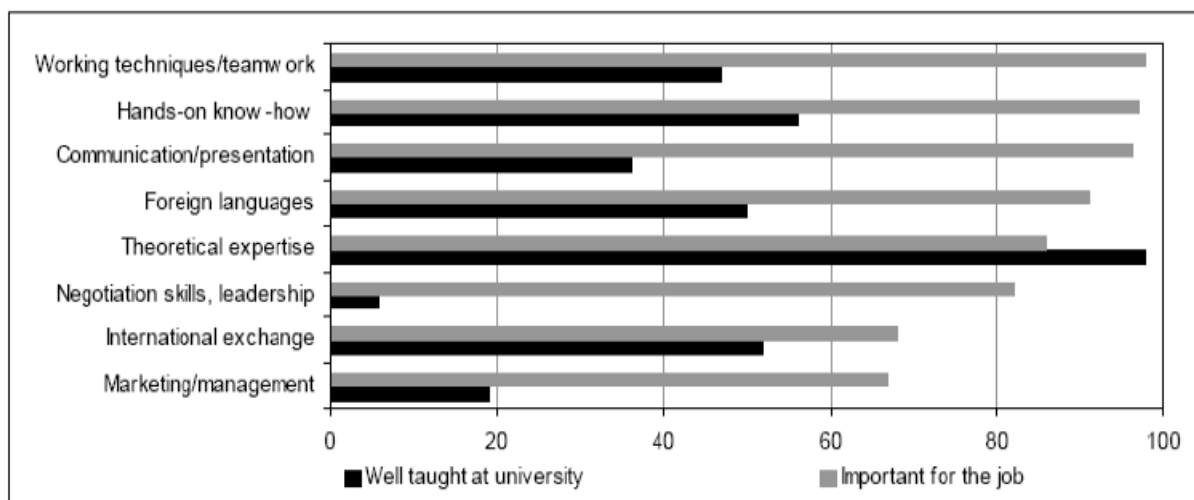


Figura 5.2. Comparação entre realidades da universidade e do mercado de trabalho. Fonte: Campos *apud* Becker (2006).

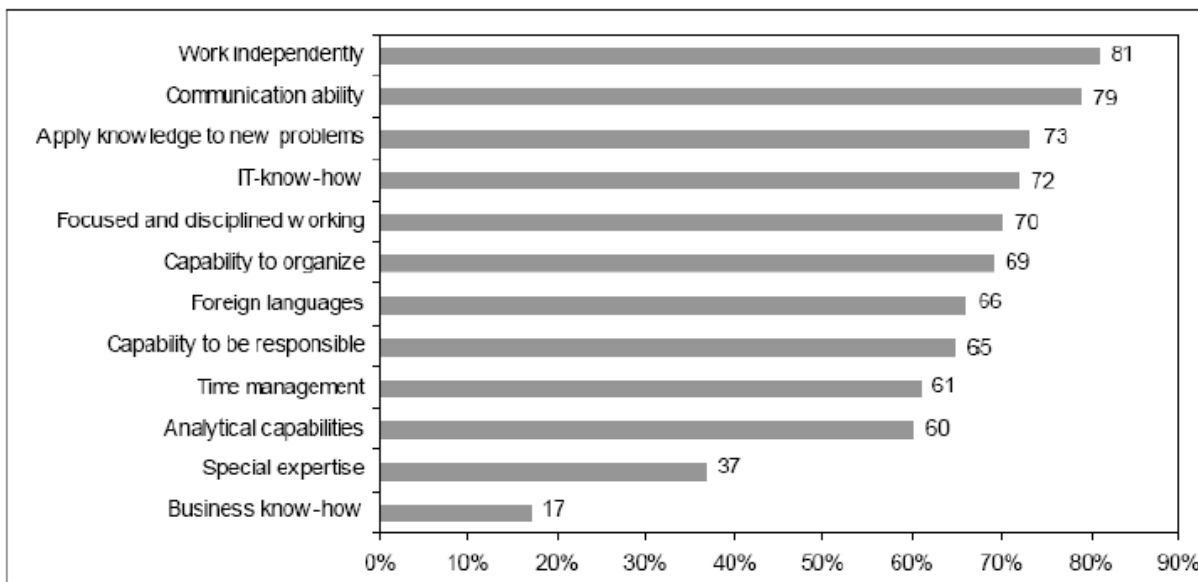


Figura 5.3 *Ranking* das capacidades importantes para o mercado de trabalho após cinco anos de formatura. Fonte: Campos *apud* Becker (2006).

### 5.2.2 Recompensas (bacharelado) mais especialidade (sistema europeu)

O sistema europeu de educação, após a União Européia (UE), foi unificado pela Declaração de Bolonha de 1999, onde uma de suas características fora a **criação de um sistema essencialmente baseado em dois ciclos**: um primeiro ciclo útil para o mercado do trabalho, de uma duração mínima de 3 anos, e um segundo ciclo (mestrado) dependente da conclusão do primeiro ciclo (União Européia, 1999).

Assim, para alguém formar-se engenheiro na França, um dos membros da UE, é necessário ser licenciado previamente, e posteriormente, para tornar-se engenheiro, cursar o *Master Général* (Campus France, 2011). A Figura 06 ilustra as diferenças entre o sistema francês e o brasileiro.

## Correspondência de diplomas

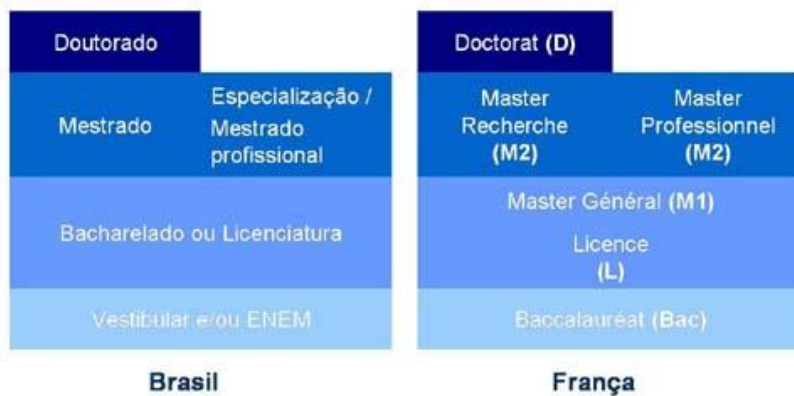


Figura 5.4 Comparação entre o sistema brasileiro e o francês. Fonte: Campus France (2011)

Pode-se pensar algo semelhante para nossa realidade. Um diploma intermediário como pré-requisito para ingresso na engenharia, qualquer que seja a habilitação. Assim, ter-se-ia um graduado em ciências (cujo conteúdo é a formação básica dos atuais programas de engenharia), o que facilitaria o amadurecimento sobre a futura escolha pela engenharia, bem como reduzir o número de trocas de curso (ou melhor, habilitação), que podem representar um custo administrativo de planejamento.

Contudo, tal sugestão não depende tão somente das universidades, mas também de mecanismos legais, e, deve ser amadurecida pela comunidade acadêmica, a despeito das possíveis vantagens levantadas. A bem da verdade outros mecanismos podem e já são implementados para obtenção dos mesmos benefícios, como, por exemplo, a opção por Engenharia e após o período de formação básica, o aluno, ao ter contato com a realidade, escolheria a habilitação que mais lhe aprouver.

### 5.2.3 Aplicações no Brasil: questionário com os alunos e integração nos debates sobre a mudança de cursos

De modo a proporcionar um melhor controle por parte das universidades, necessário se faz um sistema de medição robusto para que ações possam ser tomadas sem vacilação. Um bom conhecimento dos problemas do sistema é fundamental para ações e programas de combate à evasão, implementação de projetos e outras metodologias de ensino ou qualquer outra decisão.



Uma grande fonte de informação são os próprios alunos e professores, partes integrantes do sistema que geralmente são olvidados, especialmente os alunos. Para tanto, propõe este trabalho três questionários (ANEXO C, ANEXO D e ANEXO E).

O primeiro é voltado para os egressos, com perguntas orientadas para a área de atuação profissional, relevância dos conteúdos propostos, problemas da universidade emergidos após a graduação, aspectos relevantes na formação técnica, prática e pessoal que a universidade não focou e aspectos positivos na formação da universidade e a importância da orientação dos professores ou se não ocorreu isto.

O segundo tem foco nos atuais estudantes. Tem por base a visão de atuação profissional futura, os motivos de frustração e realização com a engenharia e com a habilitação escolhida, a forma como os conteúdos são ministrados na universidade, como os professores auxiliam (ou não) no desenvolvimento da graduação.

O terceiro é voltado para os professores, visando sua posição acerca dos futuros engenheiros, como as gerações influenciam a forma que deve ser ministradas suas aulas, as principais deficiências e os pontos fortes dos alunos, seu papel como orientador de uma geração de futuros engenheiros.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Pode-se transformar a realidade de um país apenas transformando sua educação. Esta transformação passa também pela engenharia. Maior relevo deve ser dado ao ensino de engenharia no país de modo que tenhamos um país preparado para o crescimento, desenvolvimento e amadurecimento tecnológico.

Nada adianta falar de ensino superior com um ensino básico e médio precários. A educação deve ser prioridade em qualquer política pública de modo a possibilitar a entrada de um indivíduo na universidade com maior solidez educacional, propiciando futuros profissionais de excelência.

Este trabalho teve como escopo levantar os problemas enfrentados ao longo da formação de um engenheiro. Flutuações no mercado, índices altos de abandono, metodologias de ensino defasadas são algumas das mazelas enfrentadas diariamente por estudantes e professores no aprendizado da engenharia.

Existe um real *déficit* de engenheiros, como demonstrado por estudos do IPEA. Apenas dois em cada sete engenheiros formados trabalham em suas áreas próprias de formação (Nascimento et. al., 2010) o que implica o deslocamento de pessoal técnico para outras áreas. Duas são as alternativas: combater a atração de outras áreas que não correspondam a atividades técnicas de engenheiros ou aumentar a oferta de profissionais.

Porém, não é o caso de atingir a demanda por engenheiros (ainda que em diferentes áreas de atuação), mas sim de assegurar uma oferta crescente e qualificada de profissionais capazes de suprir o esperado, o que passa necessariamente pela reflexão acerca do ensino de engenharia no país.

Somando-se a isto, temos o panorama da educação superior brasileira na engenharia e suas dificuldades, como as altas taxas de evasão e suas conseqüências, o distanciamento entre a sala de aula e a realidade no campo profissional do engenheiro e o desconhecimento de o que venha a ser *engenharia* por parte dos recém chegados à universidade ou mesmo dos que pensam na engenharia como uma opção profissional.

O método PBL pode ser utilizado como grande propiciador da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, pois contextualiza os aspectos teóricos e práticos desenvolvidos ao longo da graduação por intermédio de resolução de problemas coerentes

com a área de formação do aluno, auxiliando na resolução de algumas das mazelas elencadas anteriormente.

Outra sugestão de auxílio na melhoria da qualidade do ensino, e particularmente da evasão, é a postergação da escolha da habilitação (opção por “Engenharia” nos vestibulares e depois do ciclo básico a escolha pela área específica), que propicia um amadurecimento maior por parte do aluno quanto a qual habilitação prosseguir seus estudos, reduzindo a evasão e até mesmo a mudança de cursos.

Todos os aspectos consideram uma visão holística da realidade, um panorama. Aspectos particulares devem ser estudados e pesquisados de modo a abranger a situação no caso concreto e a determinação de medidas eficazes para a realidade de cada instituição, conforme o sistema de controle definido com base em atividades humanas.

Ao propor indagações, buscamos suas respostas. Porém, mais perguntas implicam mais soluções e estas a novas perguntas, num ciclo contínuo.

Trabalhos futuros podem determinar os gargalos no ensino e particularidades da Faculdade de Tecnologia da UnB, bem como um levantamento de dados mais específico para a Faculdade, assim como melhorias na metodologia de pesquisa (questionários dos Anexo C, Anexo D e Anexo E).

Diante de tantos entraves para a construção de uma educação melhor (passando pela universidade e fatores externos), ***será possível mudar?***

“Não alimentamos, de certo, ilusões sobre as dificuldades de toda a ordem que apresenta um plano de reconstrução educacional de tão grande alcance e de tão vastas proporções. Mas, temos, com a consciência profunda de uma por uma dessas dificuldades, a disposição obstinada de enfrentá-las, dispostos, como estamos, na defesa de nossos ideais educacionais, para as existências mais agitadas, mais rudes e mais fecundas em realidades, que um homem tenha vivido desde que há homens, aspirações e lutas.” (TEIXEIRA, 1932).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENGE. *Estatuto*. Disponível em <<http://www.abenge.org.br/dmdocuments/Estatuto.pdf>>. Acesso 23 de maio de 2011, 12h34.

ABEPRO. *Sub-Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO*. 2010. Disponível em <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=385&m=609&ss=1&c=582>>. Acesso 24 de maio de 2011, 00h32

ADACHI, Ana Amélia Chaves Teixeira (?). *A evasão na UFMG*. Trabalho avulso não publicado.

AIRES SILVA, Alexandre. (2009). *Ensino, Pesquisa e Extensão: papel da universidade na formação do jurista do século XXI*. Trabalho apresentado na disciplina Pesquisa Jurídica do curso de Direito da Universidade de Brasília.

BARROS, Rubenildo Pithon de. HADDAD, Assed Naked (2001). *As Novas Diretrizes Curriculares confrontadas com a resolução CFE 48/76, sob a ótica do Sistema de Fiscalização do Exercício Profissional*. Disponível em <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=385&m=609&ss=1&c=582>>. Acesso 23 de maio de 2011, 15h33.

BARROWS, H. S. (1996). *Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview*. In Wilkerson, L, & Gijsselaers, W.H. (eds.). *New directions for teaching and learning, vol. 68. Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice*, pp. 3-13. San Francisco: Jossey-Bass.

BRASIL. *Constituição Federal*. 1988.

\_\_\_\_\_ *Decreto n° 6.425*. 2008.

\_\_\_\_\_ *Lei n° 9.394*. 1996.

CAMPOS, Luiz Carlos de. Palestra proferida na SINPRO-SP. 2009. Disponível em <[http://www.sinpro.org.br/arquivos/palestras/palestra\\_sinprosp\\_12112009.pdf](http://www.sinpro.org.br/arquivos/palestras/palestra_sinprosp_12112009.pdf)>. Acesso 05 de julho de 2011, 12h32.

COLENCI, Ana Tereza (2000). **O Ensino de Engenharia com uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. Dissertação de Mestrado. São Carlos.

CREA-PA. **Diretrizes Curriculares**. Disponível em [http://www.creapa.com.br/comissoes/educacao/diret\\_curriculares/engenharia.html](http://www.creapa.com.br/comissoes/educacao/diret_curriculares/engenharia.html).

Acesso em 19 de maio de 2011. 14h58

DIAS, Maria Tereza Fonseca e GUSTIN, Miracy Barbosa de Sousa. **(Re)pensando a Pesquisa Jurídica: Teoria e Prática**, 2ª Edição Revista, Ampliada e Atualizada pela BBR 14.724 e Atualizada pela ABNT 30/12/05. Belo Horizonte.

Estados Unidos. **Central Agency of Intelligence – South Korea**. Disponível em <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ks.html>. Acesso 24 de abril de 2011, 11h22.

\_\_\_\_\_ **Central Agency of Intelligence - Brazil**. Disponível em <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>. Acesso 24 de abril de 2011, 11h21.

FRIGHETTO, Maurício (2007). **Aposta no Engenheiro**. LOCUS. pp. 46-47. Disponível em [http://www.anprotec.org.br/ArquivosDin/educacao\\_pdf\\_46.pdf](http://www.anprotec.org.br/ArquivosDin/educacao_pdf_46.pdf). Acesso 25 de abril de 2011, 14h21.

GRACI, Marina B. Martins de Azevedo & SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da (2009). **Análise longitudinal de uma aplicação de PBL em Engenharia sob a ótica dos estudantes**. Disponível em <https://sistemas.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4743&numeroEdicao=18>. Acesso 05 de julho de 2011, 11h38.

INEP (2009). **IGC 2009**. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/indice-geral-de-cursos>. Acesso: 26 de junho de 2011, 23h43.

\_\_\_\_\_ **Pesquisa MEC-INEP**. Disponível em:

[http://download.inep.gov.br/download/superior/censo/2009/resumo\\_tecnico2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/censo/2009/resumo_tecnico2009.pdf).

Acesso em 19 de maio de 2011. 12h43.

MEC (2011). **Censo Escolar**. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em 19 de maio de 2011. 15h03.

NASCIMENTO, Paulo A. Meyer M. GUSSO, Divonzir Arthur. MACIENTE, Aguinaldo Nogueira. ARAÚJO, Thiago Costa. SILVA, Alex Pena Tosta da (2010). **Escassez de engenheiros: realmente um risco?**. 2010. Publicação do IPEA. Disponível em <[http://www.inovacao.unicamp.br/report/inte-radar6-ipea\\_engenheiros100322.pdf](http://www.inovacao.unicamp.br/report/inte-radar6-ipea_engenheiros100322.pdf)>. Acesso em 24 de abril de 2011, 13h32.

OCDE (2007). **Education at a glance..** Disponível em: <[http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en\\_2649\\_39263238\\_39251550\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html#toc](http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en_2649_39263238_39251550_1_1_1_1,00.html#toc)>. Acesso em 19 de maio de 2011. 12h44.

OGATA, Katsuhiko (2008). **Engenharia de Controle Moderno**. 4ªEd. Pearson Prentice Hall.

PASTORE, José (2010). **Escassez de Engenheiros**. Artigo disponível em <[http://www.josepastore.com.br/artigos/em/em\\_141.htm](http://www.josepastore.com.br/artigos/em/em_141.htm)>. Acesso em 24 de abril de 2011, 15h21.

RIBEIRO, D. C & ROBERTO, L., . (2008). **Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia**. *Revista de Ensino de Engenharia*, 27(2), 23-32. Disponível em <<http://www.mendeley.com/research/aprendizagem-baseada-em-problemas-pbl-na-educacao-em-engenharia/>>. Acesso 06 de julho de 2011, 22h21.

SCHNAID, Fernando. BARBOSA, Fernando F. Timm Maria I. (2001). **O perfil do Engenheiro ao longo da História**. Artigo apresentado na Cobenge. Disponível em <<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/DTC021.pdf>>. Acesso 23 de março de 2011, 01h14.

SILVA FILHO, Roberto Leal Lobo e. MOTEJUNAS, Paulo Roberto. HIPÓLITO, Oscar. MELO LOBO, Maria Beatriz de Carvalho (2007). **A evasão no ensino superior brasileiro**. *Cadernos de Pesquisa*, v. 37, n. 132, set./dez. 2007 641p. 641-659, set./dez. 2007.

Sítio institucional do Campus France – **Campus France**. Disponível em <<http://brazil.campusfrance.org/br/estudar-na-franapa/o-perfil-do-ensino-superior-francas/quanto-custam-os-estudos-15.html>>. Acesso 13 de abril de 2011, 14h32.

Sítio institucional da ENPC – **École des Ponts ParisTech**. Disponível em <<http://www.enpc.fr/>>. Acesso 23 de março de 2011, 02h20.

Sítio institucional da MECAJUN – **Empresa Júnior da Engenharia Mecatrônica**. Disponível em <<http://www.mecajun.unb.br/home.html>>. Acesso 13 de abril de 2011, 14h27.

Sítio institucional de Harvard – **Harvard University**. Disponível em <<http://www.harvard.edu/>>. Acesso 13 de abril de 2011, 14h24.

Sítio institucional da ISAE – **Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace**. Disponível em <<http://www.isae.fr/fr/index.html>>. Acesso 13 de abril de 2011, 14h25.

Sítio institucional do IME – **Instituto Militar de Engenharia**. Disponível em <<http://www.ime.eb.br/>>. Acesso 23 de março de 2011, 02h23.

Sítio institucional do MIT – **Massachusetts Institut of Technology**. Disponível em <<http://web.mit.edu>>. Acesso 13 de abril de 2011, 14h23.

Sítio institucional da Petrobras – **Petrobras**. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br>>. Acesso 13 de abril de 2011, 14h45.

TEIXEIRA, Anísio (1932). **O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova**. Disponível em: <<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/heb07a.htm>>. Acesso 03 de julho de 2011, 15h27.

UnB. **Manual de Extensão**. Disponível em <<http://www.unb.br/extensao>>. Acesso 23 de maio de 2011, 14h32.

UNIÃO EUROPÉIA. **Declaração de Bolonha**. Disponível em <[http://europa.eu/legislation\\_summaries/education\\_training\\_youth/lifelong\\_learning/c11088\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11088_pt.htm)>. Acesso 06 de julho de 2011, 08h22.

# ANEXOS

Anexo A – p.48

Anexo B – p.59

Anexo C – p.63

Anexo D – p.64

Anexo E – p.65



# ANEXO A – Diretrizes 48/76

## RESOLUÇÃO Nº 48, DE 27 DE ABRIL DE 1976.

Fixa os mínimos de conteúdo e duração do currículo do curso de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitações.

O Presidente do Conselho Federal de Educação, no uso de suas atribuições e com observância do que dispõe o artigo 26 da Lei nº 5.540/68, considerando, ainda as conclusões do Parecer nº 4.807/75, e seu anexo, homologado pelo Exmo. Senhor Ministro da Educação e Cultura, que a esta se incorpora,

RESOLVE:

Art. 1º - O currículo mínimo do curso de Engenharia terá uma parte comum a todas as áreas em que se desdobra, e uma parte diversificada, em função de cada área de habilitação.

Parágrafo único – A parte comum do currículo compreenderá matérias de formação básica e de formação geral. A parte diversificada compreenderá matérias de formação profissional geral e de formação profissional específica.

Art. 2º - A ordenação das matérias consideradas no artigo primeiro não representa seqüência imposta na estruturação do currículo pleno, o qual poderá admitir interpenetração de matérias de ambas as partes.

Parágrafo único – Nas instituições unicurriculares, onde inexistir primeiro ciclo, o currículo pleno poderá comportar, desde o início, estudos que contribuam para desenvolver no aluno a atitude profissional do engenheiro.

Art. 3º - As matérias de formação básica, comuns a todas as áreas, compreenderão os fundamentos científicos e tecnológicos da Engenharia, cobrindo os seguintes campos:

Matemática;

Física;

Química;

Mecânica;

Processamento de Dados;

Desenho;

Eletricidade;

Resistência dos Materiais;

Fenômenos de Transporte.

Art. 4º - As matérias de formação geral conterão assuntos que contribuam para complementar a formação básica do engenheiro, capacitando-o à utilização de elementos de natureza sócio-econômica no processo de elaboração criativa.

Parágrafo único – As matérias de formação geral, igualmente comuns a todas as áreas da Engenharia, cobrirão os seguintes campos: Humanidade e Ciências Sociais, destacando-se Administração e Economia e

Ciências do Ambiente.

Art. 5º - As matérias de formação profissional geral conterão assuntos que possibilitem o adequado conhecimento dos fundamentos, materiais, sistemas e processos, nas diferentes áreas da Engenharia.

Art. 6º - Consideram-se, para os efeitos desta Resolução, como áreas de habilitação da Engenharia as seis seguintes:

- . Civil
- . Eletricidade
- . Mecânica
- . Metalurgia
- . Minas
- . Química

§ 1º - Outras áreas de habilitação poderão ser definidas pelo Conselho Federal de Educação, se assim o exigirem as necessidades do desenvolvimento nacional, ou ser criadas pelas instituições, na forma do que dispõe o art. 18 da Lei nº 5.540/68.

§ 2º - As matérias de formação profissional geral, em cada área de habilitação, serão as seguintes:

- a. Área: Civil
  - Topografia
  - Mecânica dos Solos
  - Hidrologia Aplicada
  - Hidráulica
  - Teoria das Estruturas
  - Materiais de Construção Civil
  - Sistemas Estruturais
  - Transportes
  - Saneamento Básico
  - Construção Civil
- b. Área: Eletricidade
  - Circuitos Elétricos
  - Eletromagnetismo
  - Eletrônica
  - Materiais Elétricos
  - Conversão de Energia
  - Controle e Servomecanismos
- c. Área: Mecânica
  - Mecânica Aplicada
  - Termodinâmica Aplicada

Materiais de Construção Mecânica

Sistemas Mecânicos

Sistemas Térmicos

Sistemas Fluidomecânicos

Processos de Fabricação

d. Área: Metalurgia

Físico-Química

Ciência dos Materiais

Mineralogia e Tratamento de Minérios

Metalurgia Física

Metalurgia Extrativa

Processos de Fabricação

e. Área: Minas

Topografia

Geologia Geral

Geologia Econômica

Mineralogia e Petrologia

Sistemas Mecânicos

Pesquisa Mineral

Lavra de Minas

Tratamento de Minérios

f. Área: Química

Química Analítica

Química Descritiva

Físico-Química

Materiais

Química Industrial

Operações Unitárias

Processos Químicos.

Art. 7º - As áreas referidas no art. 6º compreenderão as atuais habilitações correspondentes: Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica, Metalúrgica, Minas e Química.

Parágrafo único – Habilitações específicas do curso de Engenharia, correspondentes a especializações profissionais, tais como as de Engenharia Aeronáutica, de Alimentos, Eletrônica, Eletrotécnica, de Materiais, Naval, de Produção, de Telecomunicações e outras, já existente ou que venham a ser criadas, deverão ter origem em uma ou mais áreas da Engenharia, referidas no art. 6º (\*)

Art. 8º - As matérias de formação profissional específica conterão assuntos que cubram outros aspectos da profissão ligados às habilitações específicas da Engenharia.

§ 1º - As matérias de formação profissional resultarão de aprofundamento ou desdobramento de matérias pertinentes às respectivas áreas de habilitação ou, ainda, de assuntos específicos, profissionais, característicos de cada habilitação.

§ 2º - As matérias referidas no artigo serão estabelecidas pelas próprias instituições e submetidas à aprovação do CFE, devendo incluir tópicos relativos à segurança na concepção dos projetos de Engenharia, bem como à normatização.

Art. 9º - As habilitações específicas do curso de Engenharia, referidas no parágrafo único do art. 7º, poderão conter matérias de formação profissional geral, constantes do currículo mínimo de uma ou mais áreas, a critério do Conselho Federal de Educação, de conformidade com a natureza das respectivas matérias de formação profissional específica.

Art. 10 – A metodologia de ensino das matérias de formação profissional específica deverá comportar, obrigatoriamente, além de trabalhos práticos, atividades de planejamento e de projeto.

Art. 11 – As matérias de formação básica, de formação geral, de formação profissional geral e de formação profissional específica deverão ser ministradas através de disciplinas constituídas de:

- a. todos os assuntos de uma ou mais matérias;
- b. parte dos assuntos de uma ou mais matérias.

§ 1º O programa de cada disciplina decorrente das matérias do currículo mínimo deve ser estruturado a partir das ementas apresentada no anexo I, as quais devem ser entendidas como descritivas dos conteúdos mínimos a abranger não cabendo interpretá-las como programas de disciplina.

§ 2º - Às disciplinas mencionada neste artigo as instituições de ensino acrescentarão outras, obrigatórias e optativas, de modo a compor o currículo pleno do curso, visando a atender às peculiaridades locais e regionais, ou às características dos seus próprios projetos.

Art. 12 – As ementas das matérias fixadas nos arts. 3º, 4º e 6º constam do anexo I, que fica incorporado a esta Resolução.

Art. 13 – Os currículos plenos do curso de Engenharia serão desenvolvidos no tempo útil de 3.600 horas de atividades didáticas, que deverão ser integralizadas em tempo total variável de 4 a 9 anos letivos, com termo médio de 5 anos.

Parágrafo único – As matérias do currículo pleno poderão ser ministradas em disciplinas semestrais ou anuais, ou, também, em períodos letivos especiais, de, pelo menos, 45 dias, respeitadas as respectivas cargas horárias totais, previstas para as mesmas, pelas instituições de ensino.

Art. 14 – O tempo útil mínimo de 3.600 horas, exigido para o currículo pleno do curso de Engenharia, será integralizado pela soma das seguintes parcelas:

- a. cargas horárias estabelecidas para as matérias de formação básica, de formação geral, de formação profissional geral e de formação profissional específica;
- b. cargas horárias correspondentes a outras disciplinas exigidas por legislação específica, inclusive as ministradas no primeiro ciclo das universidades, não abrangidas no item "a" deste artigo;
- c. carga horária que permita à instituição complementar o currículo com disciplinas que representem extensão ou desdobramento das matérias mencionadas no item "a" deste artigo, ou com outras disciplinas de caráter profissional específico, não englobadas naquelas matérias.

Parágrafo único – Não serão incluídas no cômputo das 3.600 horas referidas neste artigo as cargas horárias destinadas a Estudo de Brasileiros e Educação Física, nem cargas horárias de disciplinas que visem à recuperação de deficiências observadas no concurso vestibular, não obstante sua importância e conveniência.

Art. 15 – A carga horária disponível, referida na alínea "c" do art. 14, deverá incluir, no mínimo, 30 horas destinadas à realização de estágios supervisionados, de curta duração, em períodos letivos, ou dos que combinam período de estudos nas escolas, com períodos de práticas em empresas e instituições públicas e privadas, nas áreas correspondentes da Engenharia.

Parágrafo único – No estabelecimento do currículo pleno do curso, o número de horas dedicadas aos estágios mencionados no artigo poderá ser aumentado, a critério das instituições, não podendo, porém, ser computadas para integralização do tempo útil mínimo as que excedam a um décimo do número de horas fixadas para o curso.

Art. 16 – As instituições de ensino poderão, uma vez atendidas as exigências do currículo mínimo, acrescentar ou desdobrar as matérias, aumentar a duração do curso, além da 3.600 horas, na medida em que os acréscimos sejam necessários à complementação da formação básica ou profissional, em cada área, em função das peculiaridades locais e regionais ou características de seus próprios projetos.

Art. 17 – Os órgãos colegiados competentes das instituições que ministram o curso de Engenharia deverão indicar em termos genéricos ao Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), em função do currículo pleno que for desenvolvido em suas habilitações, as características dos engenheiros por elas diplomados.

Art. 18 – O novo currículo mínimo do curso de Engenharia terá vigência a partir do ano letivo de 1977.

§ 1º - As instituições de ensino de Engenharia poderão fazer adaptações curriculares, a seu critério, mantidas as exigências dos currículos mínimos anteriores, para os alunos admitidos à matrícula inicial antes de 1977.

§ 2º - No decorrer do ano de 1976 as instituições de ensino encaminharão à apreciação do CFE os anexos de seus Regimentos devidamente adaptados a esta Resolução.

Art. 19 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação no D.O., revogadas as disposições em contrário.

P. José Vieira de Vasconcellos

(\*) Redação alterada pelo art. 3º da Resolução nº 9/77.

## CURSOS DE ENGENHARIA

### ANEXO À RESOLUÇÃO Nº 48/76 – EMENTAS

São as seguintes as ementas das matérias fixadas no currículo mínimo do curso de Engenharia:

1 – A matéria Matemática incluirá:

Cálculo Vetorial. Cálculo Diferencial e Integral. Geometria Analítica. Álgebra Linear, Cálculo Numérico. Probabilidade e Estatística.

2 – A matéria Física incluirá:

Medidas Físicas, Fundamentos da Mecânica Clássica. Teoria Cinética. Termodinâmica. Eletrostática e Eletromagnetismo. Física Ondulatória. Introdução à Mecânica Quântica e Relativista. Introdução à Física Atômica e Nuclear. Atividades de laboratório no mínimo de 90 horas.

3 – A matéria Química incluirá:

Estrutura e Propriedades Periódicas dos Elementos e Compostos Químicos. Tópicos Básicos da Físico-Química. Atividades de laboratório no mínimo de 45 horas.

4 – A matéria Mecânica incluirá:

Estática, Cinemática e Dinâmica do Ponto e do Corpo Rígido.

5 – A matéria Processamento de Dados incluirá:

Conceitos Básicos de Computação. Aplicações Típicas de Computadores Digitais. Linguagens Básicas e Sistemas Operacionais. Técnicas de Programação. Desenvolvimento de Sistemas de Engenharia, Simulação e Aplicações Técnicas de Otimização.

6 – A matéria Desenho incluirá:

Representações de Forma e Dimensão. Convenções e Normatização. Utilização de Elementos Gráficos na Interpretação e Solução de Problemas.

7 – A matéria Eletricidade incluirá:

Circuitos. Medidas Elétricas e Magnéticas. Componentes e Equipamentos Elétricos e Eletrônicos. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

8 – A matéria Resistência dos Materiais incluirá:

Tensões e Deformações nos Sólidos. Análise de Peças Sujeitas a Esforços Simples e Combinados. Energia de Deformação.

9 – A matéria Fenômenos de Transporte compreenderá:

Mecânica dos Fluidos. Transferência de Calor e Massa. Atividades de laboratório no mínimo de 15 horas.

### **MATÉRIAS DE FORMAÇÃO GERAL**

10 – A matéria Ciências Humanas e Sociais incluirá:

Assuntos de natureza humanística, a critério da instituição, incluindo-se obrigatoriamente os temas sociais e jurídicos necessários à complementação da formação do engenheiro.

11 – A matéria Economia incluirá:

Natureza e Método da Economia. Microeconomia. Macroeconomia. Engenharia Econômica.

12 – A matéria Administração incluirá:

Administração e Organização de Empresas. Métodos de Planejamento e Controle. Administração Financeira. Administração de Pessoal. Administração de Suprimento. Contabilidade e Balanço.

13 – A matéria Ciências do Ambiente incluirá:

A Biosfera e seu Equilíbrio. Efeitos da Tecnologia sobre o Equilíbrio Ecológico. Preservação dos Recursos Naturais.

### **MATÉRIAS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

14 – A matéria Topografia incluirá:

Planimetria. Altimetria. Desenho Topográfico. Atividades de campo no mínimo de 30 horas.

15 – A matéria Mecânica dos Solos incluirá:

Fundamentos de Geologia. Caracterização e Comportamento dos Solos. Aplicações em Obras de Terra e Fundações. Atividades de laboratório e de campo no mínimo de 15 horas.

16 – A matéria Hidrologia Aplicada incluirá:

Ciclo Hidrológico. Precipitação. Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos. Evaporação.

17 – A matéria Hidráulica incluirá:

Escoamento em Condutos Forçados e Canais. Hidrometria. Atividades de laboratório no mínimo de 15 horas.

18 – A matéria Teologia das Estruturas incluirá:

Morfologia das Estruturas. Isostática. Princípios de Hiperestática.

19 – A matéria Materiais de Construção Civil incluirá:

Elementos de Ciências dos Materiais. Tecnologia dos Materiais de Construção Civil. Atividades de laboratório, incluindo ensaios físicos e mecânicos, no mínimo de 30 horas.

20 – A matéria Sistemas Estruturais incluirá:

Estruturas de Concreto. Estruturas Metálica. Estruturas de Madeira.

21 – A matéria Transportes incluirá:

Estradas. Técnica e Economia dos Transportes. Atividades de campo no mínimo de 15 horas.

22 – A matéria Saneamento Básico incluirá:

Abastecimento de Água. Sistemas de Esgotos. Instalações Hidráulicas e Sanitárias.

23 – A matéria Construção Civil incluirá:

Tecnologia da Construção Civil. Planejamento e Controle das Construções.

### **ÁREA: ELETRICIDADE**

24 – A matéria Circuitos Elétricos incluirá:

Comportamento Permanente e Transitório de Circuitos Resistivos, Indutivos e Capacitivos. Análise de Redes. Acoplamentos Magnéticos. Circuitos Polifásicos. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

25 – A matéria Eletromagnetismo incluirá:

Campos Elétricos e Magnéticos Estacionários. Campos Elétricos e Magnéticos Variáveis no Tempo. Ondas e Linhas. Atividades de laboratório no mínimo de 15 horas.

26 – A matéria Eletrônica incluirá:

Componentes e Dispositivos. Fontes. Amplificadores. Osciladores. Moduladores e Demoduladores. Circuitos Digitais. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

27 – A matéria Materiais Elétricos incluirá:

Elementos de Ciências dos Materiais. Tecnologia dos Materiais Elétricos e Magnéticos. Atividades de laboratório no mínimo de 15 horas.

28 – A matéria Conversão de Energia incluirá:

Princípios de Conversão de Energia. Conversão Eletromecânica de Energia. Máquinas e Equipamentos de Conversão. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

29 – A matéria Controle e Servomecanismos incluirá:

Análise e Síntese de Sistemas Contínuos e Discretos. Modelos e Simulação. Realimentação. Estabilidade e Otimização. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

### **ÁREA: MECÂNICA**

30 – A matéria Mecânica Aplicada incluirá:

Cinemática e Dinâmica das Máquinas. Vibrações.

31 – A matéria Termodinâmica Aplicada incluirá:

Princípios. Gases e Vapores. Psicometria. Ciclos Termodinâmicos.

32 – A matéria Materiais de Construção Mecânica incluirá:

Elementos de Ciência dos Materiais. Tecnologia dos Materiais de Construção Mecânica. Metalografia. Atividades de laboratório, incluindo ensaios mecânicos, no mínimo de 30 horas.

33 – A matéria Sistemas Mecânicos incluirá:

Elementos de Máquinas. Composição de Sistemas Mecânicos.

34 – A matéria Sistemas Térmicos incluirá:

Trocadores de Calor. Geração e Utilização de Vapor. Máquinas Térmicas. Refrigeração. Climatização. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.



35 – A matéria Sistemas Fluidomecânicos incluirá:

Máquinas de Fluxo e de Deslocamento. Controles Hidráulicos e Pneumáticos. Atividades de laboratório no mínimo de 15 horas.

36 – A matéria Processos de Fabricação incluirá:

Metrologia. Processos de Fabricação por Conformação e Usinagem. Processos Especiais de Fabricação. Tecnologia Metalúrgica. Processos de Tratamento Térmico. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

#### **ÁREA: METALURGIA**

37 – A matéria Físico-Química incluirá:

Eletroquímica e suas Aplicações. Termodinâmica Metalúrgica. Equilíbrio. Soluções. Diagramas de Estado. Cinética das Reações. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

38 – A matéria Mineralogia e Tratamento de Minérios incluirá:

Propriedades Físicas dos Minerais. Elementos de Petrologia e de Metalogenia, Cominuição e Classificação. Processos de Concentração e Desaguamento. Atividades de laboratório no mínimo de 15 horas.

39 – A matéria Ciência dos Materiais incluirá:

Introdução à Física do Estado Sólido. Cristalografia. Estruturas e Propriedades dos Materiais Metálicos, Cerâmicos e dos Polímeros. Atividades de laboratório, incluindo ensaios mecânicos, no mínimo de 30 horas.

40 – A matéria Metalurgia Física incluirá:

Propriedades das Ligas Ferrosas e Não-ferrosas. Endurecimento. Tratamentos Térmicos. Metalografia. Atividades de laboratório no mínimo de 45 horas.

41 – A matéria Metalurgia Extrativa incluirá:

Pirometalurgia, Hidrometalurgia e Eletrometalurgia. Combustíveis Metalúrgicos. Siderurgia. Metalurgia dos Não-ferrosos. Equipamentos e Instalações. Fornos.

42 – A matéria Processos de Fabricação incluirá:

Processos de Fabricação por Conformação e Usinagem. Processos Especiais de Fabricação. Soldagem. Metalurgia do Pó. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

#### **ÁREA: MINAS**

43 – A matéria Topografia incluirá:

Planimetria. Altimetria. Desenho Topográfico. Atividades de campo no mínimo de 30 horas.

44 – A matéria Geologia Geral incluirá:

Geologia Física. Geologia Dinâmica. Princípios de Geologia Histórica e Estratigrafia. Atividades de campo no mínimo de 30 horas. Atividades de laboratório no mínimo 20 horas.

45 – A matéria Geologia Econômica incluirá:

Recursos Minerais. Minerais Metálicos. Minerais Não-metálicos. Águas Subterrâneas. Petróleo. Carvão. Atividades de campo no mínimo de 10 horas.

46 – A matéria Mineralogia e Petrologia incluirá:

Cristalografia. Caracterização Tecnológica de Matérias-primas Minerais. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

47 – A matéria Sistemas Mecânicos incluirá:

Mecânica Aplicada. Sistemas Mecânicos. Sistemas Fluidodinâmicos.

48 – A matéria Pesquisa Mineral incluirá:

Pesquisa de Jazidas Minerais. Prospecção Geoquímica e Geofísica. Fotointerpretação e Sensoriamento Remoto. Sondagens. Trabalhos Subterrâneos de Pesquisa. Atividades de campo no mínimo de 10 horas.

49 – A matéria Lavra de Minas incluirá:

Mecânica das Rochas. Abertura de Vias. Desmonte de Rochas e Transportes. Métodos de Lavra a Céu Aberto e Subterrânea. Atividades de campo no mínimo de 60 horas.

50 – A matéria Tratamento de Minérios incluirá:

Manuseio de Materiais e Operações Complementares em Tratamento de Minérios. Cominuição e Classificação. Principais Métodos de Concentração: Métodos gravitacionais, magnéticos e eletrostáticos, flotação e outros métodos. Atividades de laboratório no mínimo de 60 horas.

#### **ÁREA: QUÍMICA**

51 – A matéria Química Analítica incluirá:

Métodos Analíticos, Qualitativos e Quantitativos, incluindo Análise Instrumental. Atividades de laboratório no mínimo de 60 horas.

52 – A matéria Química Descritiva incluirá:

Química Orgânica. Química Inorgânica. Obtenção, Estrutura, Propriedades e Usos das Substâncias Simples e Compostas, Orgânicas e Inorgânicas. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

53 – A matéria Físico-Química incluirá:

Gases, Líquidos e Sólidos. Termodinâmica. Equilíbrio. Eletroquímica. Cinética. Atividades de laboratório no mínimo de 30 horas.

54 – A matéria Materiais incluirá:

Elementos de Ciência dos Materiais. Tecnologia dos Materiais. Empregados em Construções, na Indústria Química.

55 – A matéria Química Industrial incluirá:

Obtenção, Composição, Propriedades e Aplicações dos Principais Produtos Químicos de Uso ou Produção Industrial.

56 – A matéria Operações Unitárias incluirá:

Operações Unitárias Principais. Equipamentos Empregados na Indústria Química. Cálculo de Reatores.

57– A matéria Processos Químicos incluirá:

Principais Processo Unitários da Indústria Química. Balanços Material e Energético. Otimização, Análise e Controle de Processos. Planejamento e Projeto de Instalações Químicas.

# ANEXO B – Diretrizes 11/02

## CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR

### RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002.(\*)

#### Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

O Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, tendo em vista o disposto no Art. 9º, do § 2º, alínea “c”, da Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e com fundamento no Parecer CES 1.362/2001, de 12 de dezembro de 2001, peça indispensável do conjunto das presentes Diretrizes Curriculares Nacionais, homologado pelo Senhor Ministro da Educação, em 22 de fevereiro de 2002, resolve:

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a serem observadas na organização curricular das Instituições do Sistema de Educação Superior do País.

Art. 2º As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior.

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- IX - atuar em equipes multidisciplinares;
- X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;

XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Art. 5º Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

§ 1º Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

§ 2º Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Art. 6º Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.

§ 1º O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:

I - Metodologia Científica e Tecnológica;

II - Comunicação e Expressão;

III - Informática;

IV - Expressão Gráfica;

V - Matemática;

VI - Física;

VII - Fenômenos de Transporte;

VIII - Mecânica dos Sólidos;

IX - Eletricidade Aplicada;

X - Química;

XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais;

XII - Administração;

XIII - Economia;

XIV - Ciências do Ambiente;

XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

§ 2º Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensividade compatíveis com a modalidade pleiteada.

§ 3º O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES:

I - Algoritmos e Estruturas de Dados;

II - Bioquímica;  
III - Ciência dos Materiais;  
IV - Circuitos Elétricos;  
V - Circuitos Lógicos;  
VI - Compiladores;  
VII - Construção Civil;  
VIII - Controle de Sistemas Dinâmicos;  
IX - Conversão de Energia;  
X - Eletromagnetismo;  
XI - Eletrônica Analógica e Digital;  
XII - Engenharia do Produto;  
3  
XIII - Ergonomia e Segurança do Trabalho;  
XIV - Estratégia e Organização;  
XV - Físico-química;  
XVI - Geoprocessamento;  
XVII - Geotecnia;  
XVIII - Gerência de Produção;  
XIX - Gestão Ambiental;  
XX - Gestão Econômica;  
XXI - Gestão de Tecnologia;  
XXII - Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;  
XXIII - Instrumentação;  
XXIV - Máquinas de fluxo;  
XXV - Matemática discreta;  
XXVI - Materiais de Construção Civil;  
XXVII - Materiais de Construção Mecânica;  
XXVIII - Materiais Elétricos;  
XXIX - Mecânica Aplicada;  
XXX - Métodos Numéricos;  
XXXI - Microbiologia;  
XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios;  
XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;  
XXXIV - Operações Unitárias;  
XXXV - Organização de computadores;  
XXXVI - Paradigmas de Programação;  
XXXVII - Pesquisa Operacional;  
XXXVIII - Processos de Fabricação;  
XXXIX - Processos Químicos e Bioquímicos;  
XL - Qualidade;  
XLI - Química Analítica;  
XLII - Química Orgânica;  
XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos;  
XLIV - Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas;  
XLV - Sistemas de Informação;  
XLVI - Sistemas Mecânicos;  
XLVII - Sistemas operacionais;  
XLVIII - Sistemas Térmicos;  
XLIX - Tecnologia Mecânica;  
L - Telecomunicações;  
LI - Termodinâmica Aplicada;  
LII - Topografia e Geodésia;

### LIII - Transporte e Logística.

§ 4º O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

Art. 7º A formação do engenheiro incluirá, como etapa integrante da graduação, estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino, através de 4 relatórios técnicos e acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. A carga horária mínima do estágio curricular deverá atingir 160 (cento e sessenta) horas.

Parágrafo único. É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração de conhecimento.

Art. 8º A implantação e desenvolvimento das diretrizes curriculares devem orientar e propiciar concepções curriculares ao Curso de Graduação em Engenharia que deverão ser acompanhadas e permanentemente avaliadas, a fim de permitir os ajustes que se fizerem necessários ao seu aperfeiçoamento.

§ 1º As avaliações dos alunos deverão basear-se nas competências, habilidades e conteúdos curriculares desenvolvidos tendo como referência as Diretrizes Curriculares.

§ 2º O Curso de Graduação em Engenharia deverá utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES à qual pertence.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ARTHUR ROQUETE DE MACEDO  
Presidente da Câmara de Educação Superior

# ANEXO C – QUESTIONÁRIO PARA EGRESSOS

Este questionário é uma sugestão para direcionamento de entrevistas com egressos. São perguntas mais genéricas que devem, dependendo do meio pelo qual seja feita a entrevista, ser fragmentadas. A primeira pergunta é balizadora, pois indicará qual caminho prosseguir:

- ❖ Você está trabalhando em sua área de formação?

Se a resposta for **SIM**, continuar com as seguintes perguntas:

- ❖ Você demorou a adaptar-se ao ambiente de trabalho das empresas que você já passou ou que continua? Por quê?
- ❖ Quais os pontos mais relevantes de sua formação trazidos pela universidade? E a importância dos professores nisto?
- ❖ Quais os pontos mais deficientes de sua formação por responsabilidade da universidade?
- ❖ Você se sente capaz de desenvolver qualquer projeto em sua área de formação? Por quê?
- ❖ Quais os pontos mais relevantes que a universidade trouxe para sua formação? E a menos relevante?
- ❖ Você se arrepende da opção que fez de habilitação? Faria outra? Qual?
- ❖ O que você mudaria no atual modelo de ensino?

Se a resposta for **NÃO**, continuar com as seguintes perguntas:

- ❖ A quais motivos você atribui o fato de não estar empregado?
- ❖ Qual o papel da universidade, em termos gerais, para que você não estar empregado?
- ❖ Você se sente capaz de desenvolver qualquer projeto em sua área de formação? Por quê?
- ❖ Quais os pontos mais relevantes que a universidade trouxe para sua formação? E os menos relevantes?
- ❖ Você se arrepende da opção que fez de habilitação? Faria outra? Qual?
- ❖ O que você mudaria no atual modelo de ensino? Qual o papel dos professores nisto?



# ANEXO D – QUESTIONÁRIO PARA OS ATUAIS ALUNOS

Este questionário é uma sugestão para direcionamento de entrevistas com os professores. São perguntas mais genéricas que devem, dependendo do meio pelo qual seja feita a entrevista, ser fragmentadas.

- ❖ Quais as diferenças entre o ensino médio e a faculdade?
- ❖ O que pode ser feito, em sua opinião, para melhorar as aulas?
- ❖ Como você se vê daqui a 5 anos?
- ❖ Você se arrepende de ter escolhido **engenharia**?
- ❖ Você se arrepende de ter escolhido esta **habilitação**?
- ❖ Quais são as suas maiores deficiências?
- ❖ Quais são as suas maiores virtudes?
- ❖ Você está motivado com o curso?
- ❖ Você acredita que está, ao se formar, capacitado de forma eficiente para o mercado de trabalho?
- ❖ O que falta, em sua opinião, na formação superior dos futuros engenheiros?
- ❖ Você acha que os professores capacitam para todos os aspectos da profissão?
- ❖ Você está satisfeito com a forma como são ministradas as aulas e o laboratório? O que você faria para mudar?

# ANEXO E – QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES

Este questionário é uma sugestão para direcionamento de entrevistas com os professores. São perguntas mais genéricas que devem, dependendo do meio pelo qual seja feita a entrevista, ser fragmentadas.

- ❖ Quais as diferenças entre o jeito que você aprendeu engenharia e o que você ensina hoje?
- ❖ O que pode ser feito, em sua opinião, para diminuir as taxas de evasão?
- ❖ Como você vê seu papel na formação do futuro profissional?
- ❖ Você utiliza problemas reais para abordar o conteúdo de disciplinas ministradas por você?
- ❖ Quais as maiores virtudes de seus alunos?
- ❖ Quais as maiores deficiências de seus alunos?
- ❖ Como você motiva seus alunos para a realização das tarefas propostas?
- ❖ Você acredita que os atuais alunos estão sendo capacitados de forma eficiente para o mercado de trabalho?
- ❖ O que falta na formação superior dos futuros engenheiros?