

**TRAJETÓRIA**  
E ESTADO DA ARTE  
DA FORMAÇÃO EM  
**ENGENHARIA,**  
**ARQUITETURA**  
**E AGRONOMIA**

---

VOLUME V  
ENGENHARIAS DA  
ÁREA QUÍMICA

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**SECRETARIA EXECUTIVA DO MEC**

**SECRETARIA DA EDUCAÇÃO SUPERIOR**

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS  
EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Inep)**

**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA,  
ARQUITETURA E AGRONOMIA (Confea)**

TRAJETÓRIA E  
ESTADO DA ARTE  
DA FORMAÇÃO EM  
ENGENHARIA,  
ARQUITETURA  
E AGRONOMIA

VOLUME V  
**ENGENHARIAS DA ÁREA QUÍMICA**



TRAJETÓRIA E  
ESTADO DA ARTE  
DA FORMAÇÃO EM  
ENGENHARIA,  
ARQUITETURA  
E AGRONOMIA

VOLUME V  
**ENGENHARIAS DA ÁREA QUÍMICA**

ENGENHARIA QUÍMICA, ENGENHARIA TÊXTIL,  
ENGENHARIA INDUSTRIAL QUÍMICA, ENGENHARIA DE ALIMENTOS,  
ENGENHARIA BIOQUÍMICA E ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

© Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)  
É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada a fonte.

ASSESSORIA TÉCNICA DE EDITORAÇÃO E PUBLICAÇÕES

**ASSESSORIA EDITORIAL**

Jair Santana Moraes

**PROJETO GRÁFICO/CAPA**

Marcos Hartwich

**DIAGRAMAÇÃO E ARTE-FINAL**

Márcia Terezinha dos Reis

José Miguel dos Santos

**REVISÃO**

Formas Consultoria e Editoração Ltda.

**NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA**

Cibec/Inep/MEC

**TIRAGEM**

3.000 exemplares

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC)**

SRTVS, Quadra 701, Bloco M, Edifício-Sede do Inep

CEP: 70340-909 – Brasília-DF

www.inep.gov.br – editoracao@inep.gov.br

**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA (CONFEA)**

SEPN 508 - Bloco A - Ed. Confea

CEP: 70740-541 – Brasília-DF

www.confea.org.br – ceap@confea.org.br – plqmef@uol.com.br

A exatidão das informações e os conceitos e opiniões emitidos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

ESTA PUBLICAÇÃO NÃO PODE SER VENDIDA. DISTRIBUIÇÃO GRATUITA.  
PUBLICADA EM OUTUBRO DE 2010.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

---

Trajatória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia / Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. – Brasília : Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira ; Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010.

3 CD-ROM : il. ; 4 ¼ pol.

Conteúdo: CD 1: Engenharias ; CD 2: Arquitetura e Urbanismo ; CD 3: Engenharia Agrônômica.  
Somente em versão eletrônica.

1. Ensino superior. 2. Engenharias. 3. Arquitetura. 4. Agronomia. I. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

---

CDU 378:62

# SUMÁRIO

Mensagem do Confea **7**

Apresentação do compêndio **9**

Apresentação do Volume V: Engenharias da Área Química **15**

Capítulo I **ENGENHARIA QUÍMICA 21**

Os Primórdios da Atividade Química **21**

A Indústria Química **25**

A Revolução Industrial **26**

O Surgimento da Engenharia Química como Profissão **31**

A Indústria Química e a Engenharia Química no Brasil **38**

A Formação em Engenharia Química **47**

Capítulo II **PECULIARIDADES DAS DEMAIS MODALIDADES DE ENGENHARIA DO GRUPO IV 61**

Engenharia Têxtil **61**

Breve Histórico da Origem e Avanços da Engenharia Têxtil **61**

Origem **61**

O Setor Têxtil no Brasil **63**

Os Avanços da Engenharia Têxtil **65**

A Formação em Engenharia Têxtil no Brasil	<b>67</b>
Estrutura Curricular	<b>69</b>
Engenharia Industrial Química	<b>70</b>
Engenharia de Alimentos	<b>71</b>
Breve Histórico da Origem e dos Avanços da Engenharia de Alimentos	<b>71</b>
Origem	<b>71</b>
O Setor de Alimentos no Brasil	<b>77</b>
A Formação em Engenharia de Alimentos	<b>78</b>
Estrutura Curricular dos Cursos da Área de Engenharia de Alimentos	<b>88</b>
Engenharia Bioquímica	<b>88</b>
Breve Histórico da Origem e Avanços da Engenharia Bioquímica	<b>88</b>
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	<b>92</b>
Breve Histórico da Origem e Avanços da Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	<b>92</b>
A Formação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	<b>93</b>

Capítulo III **ANÁLISE DOS DADOS CENSO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR REALIZADO PELO INEP** **99**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** **117**

**ANEXOS** DADOS ESTATÍSTICOS DO ENSINO DE ENGENHARIA DO GRUPO IV  
(Química, Têxtil, Indústria Química, Alimentos, Bioquímica, Bioprocessos e  
Biotecnologia) **125**

**SOBRE OS AUTORES** **181**



# MENSAGEM DO CONFEA

7

A publicação de um compêndio sobre a *Trajatória e Estado da Arte da Formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia* resulta de um projeto idealizado pelo Inep/MEC desde 2006. Em 2009, o Confea passou a coordenar os trabalhos por meio de sua Diretoria Institucional que, em conjunto com a Diretoria de Avaliação do Inep, realizou inúmeras reuniões com diversos professores colaboradores das Escolas de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, os quais se dedicaram com afinco a esta desafiante tarefa.

A obra, composta por três volumes gerais, um para cada categoria – Engenharia, Arquitetura & Urbanismo e Agronomia –, constitui um marco bibliográfico para essas áreas de conhecimento tecnológico. Foi levantado o estado da arte da formação superior, iniciando-se pelos primórdios da formação, que remontam ao século XVIII, mais precisamente ao ano de 1747, com a criação do primeiro curso de Engenharia na França e com referências, ainda, ao primeiro livro técnico da Ciência da Engenharia editado naquele país, em 1729.

Os autores abordam o tema por uma retrospectiva que registra não somente o nascimento dos primeiros cursos da área tecnológica no mundo e no Brasil, mas, também, a evolução da ciência e da formação superior tecnológica, ao longo de quase 280 anos de história do Brasil. Nesse contexto, apresentam minuciosa análise dos diversos enfoques e aspectos pedagógicos pelos quais passaram os cursos da área tecnológica desde 1792, quando foi criado o primeiro curso de Engenharia na Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, no Rio de Janeiro.

Não bastasse a hercúlea tarefa de se levantar toda a situação do ensino superior da Engenharia, Arquitetura & Urbanismo e Agronomia, os autores também destacaram a evolução da regulamentação do exercício da profissão de engenheiro, arquiteto urbanista e agrônomo desde o século XV. Destaca-se, nesta retrospectiva, que, ao longo do século passado, o processo de concessão de atribuições profissionais acompanhou as transformações ocorridas na área da Educação, chegando-se à moderna Resolução nº 1.010, de 2005. Essa resolução do Confea revolucionou a sistemática de concessão de atribuições profissionais, ao encampar os novos paradigmas da reforma educacional preconizada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, de 1996, indicando que a graduação é formação inicial, devendo ser complementada com a pós-graduação. Assim, o profissional será estimulado a atualizar-se continuamente, pois a pós-graduação ampliará as suas atribuições em qualquer nova área do conhecimento tecnológico a que vier especializar-se.

Por tudo isso, o Confea se sente orgulhoso com essa parceria com o Inep/MEC, que permitiu oferecer mais uma fonte de consulta sobre a formação tecnológica de grande importância para a sociedade brasileira.

*Marcos Túlio de Melo*  
Presidente do Confea

# APRESENTAÇÃO DO COMPÊNDIO

9

Compêndio composto por 11 volumes sobre a *Trajatória e Estado da Arte da Formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia* no Brasil, em termos de história, evolução, crescimento e atualidade.

A ideia de se publicar um compêndio sobre a trajetória da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia tem origem no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) com a publicação, em 2006, do compêndio *A Trajetória dos Cursos de Graduação na Saúde*. Em 2007, o Inep convidou o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) e a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge) para participarem da coordenação e elaboração de compêndio similar ao publicado para a área da Saúde. Para tanto, foi constituído um grupo que se encarregaria de elaborar esse compêndio, constituído por 11 volumes, correspondente ao período de 1991 a 2005, que era o período abrangido pelo Censo da Educação Superior existente à época. Esses volumes seriam constituídos por um volume geral sobre as engenharias, um volume para cada grupo de modalidades de Engenharia, organizados para o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) 2005, e mais um volume para a Arquitetura e outro para a Agronomia. Houve reuniões desse grupo durante o ano de 2007, momento em que os trabalhos foram iniciados, mas por uma série de razões os prazos não puderam ser cumpridos e os trabalhos foram paralisados.

Embora não tenha sido viabilizada em 2007, a ideia de publicação do compêndio não arrefeceu. Em reuniões realizadas no Inep e no Confea em 2008, com objetivo de tratar de questões de avaliação de cursos de Engenharia e do Enade 2008, sempre havia referência à retomada da elaboração do compêndio. Em 2009, por iniciativa do Confea, o seu presidente, engenheiro Marco Túlio de Melo, delegou competência ao conselheiro federal do Confea professor Pedro Lopes de Queirós para articular-se com o presidente do Inep, professor Reynaldo Fernandes, para, assim, dar continuidade à elaboração do compêndio e coordenar os trabalhos de forma conjunta Inep/Confea. Com esse objetivo, foram realizadas, nos dias 4 e 5 de fevereiro de 2009, reuniões em Brasília convocadas pelo Confea.

No dia 4 de fevereiro, a reunião ocorreu nas dependências do Confea<sup>1</sup> e tratou da recuperação das diretrizes para elaboração do compêndio em termos de estrutura dos volumes (Quadro A.1), determinação dos respectivos coordenadores e das equipes participantes da elaboração dos seus 11 volumes. Também, nessa reunião, foi proposto um cronograma para a consecução desses trabalhos.

No dia 5 de fevereiro, foram realizadas reuniões no Inep<sup>2</sup> com a presença de participantes da reunião do dia 4 e dirigentes do Inep. Nessa reunião, foi feita uma apresentação da proposta de retomada da elaboração do compêndio sobre a trajetória da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia como uma continuidade dos trabalhos iniciados em 2007, assim como do cronograma de trabalho, da estrutura dos volumes e das respectivas coordenações. Houve concordância do Inep com as propostas apresentadas e ficou estabelecido que a diretora de Avaliação da Educação Superior, professora Iguatemy Maria Martins de Lucena, coordenaria a elaboração desse compêndio juntamente com o professor Pedro Lopes de Queiros.

O presidente do Inep, professor Reynaldo Fernandes concordou com esses encaminhamentos e ainda reafirmou os compromissos diretora de Estatísticas Educacionais, professora Maria Inês Gomes de Sá Pestana, ficou com a incumbência de viabilizar todos os contatos, visando atender às necessidades de dados estatísticos sobre os cursos de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, para a elaboração dos volumes do compêndio. Ficou estabelecido ainda que esta obra, guardadas as suas especificidades, teria projeto gráfico e estrutura semelhante ao adotado para a área da Saúde, publicado em 2006 e que contém 15 volumes organizados como um compêndio.

---

<sup>1</sup> Presentes: Pedro Lopes de Queirós (Coordenador Geral/Ceap/Confea), Andrey Rosenthal Schlee (Abea/UnB), Marcelo Cabral Jahnel (Abeas/Puc-Pr), Márcia R. Ferreira de Brito Dias (Enade/Unicamp), Nival Nunes de Almeida (Abenge/Uerj), Paulo R. de Queiroz Guimarães (Confea), Roldão Lima Júnior (Confea) e Vanderli Fava de Oliveira (Confea/UFJF).

<sup>2</sup> Dirigentes do Inep: Reynaldo Fernandes (presidente), Iguatemy Maria de Lucena Martins (diretora de Avaliação) e Maria Inês Gomes de Sá Pestana (diretora de Estatísticas Educacionais).

## QUADRO A.1 ORGANIZAÇÃO DOS VOLUMES DO COMPÊNDIO

VOL.	COMPOSIÇÃO DOS VOLUMES*
I	Engenharia Geral
II	Engenharia Cartográfica, Engenharia Civil, Engenharia de Agrimensura, Engenharia de Construção, Engenharia de Recursos Hídricos, Engenharia Geológica e Engenharia Sanitária
III	Engenharia da Computação, Engenharia de Comunicações, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Redes de Comunicação, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Industrial Elétrica e Engenharia Mecatrônica
IV	Engenharia Aeroespacial, Engenharia Aeronáutica, Engenharia Automotiva, Engenharia Industrial Mecânica, Engenharia Mecânica e Engenharia Naval
V	Engenharia Bioquímica, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Engenharia Industrial Química, Engenharia Industrial Têxtil, Engenharia Química e Engenharia Têxtil
VI	Engenharia de Materiais e suas ênfases e/ou habilitações, Engenharia Física, Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Fundição
VII	Engenharia de Produção e suas ênfases
VIII	Engenharia, Engenharia Ambiental, Engenharia de Minas, Engenharia de Petróleo e Engenharia Industrial
IX	Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal e Engenharia de Pesca
X	Arquitetura e Urbanismo
XI	Agronomia

(\*) Grupos de Modalidades de Engenharia que foram definidos com base na Portaria do INEP Nº 146/2008 referente ao ENADE 2008. As modalidades não contempladas na portaria foram inseridas nos grupos de maior afinidade com as mesmas de acordo com o enquadramento na tabela da OCDE realizado pelo INEP.

Após o estabelecimento dessas diretrizes gerais, foi estruturado o organograma para o desenvolvimento dos trabalhos e constituídas as coordenações e equipes, conforme disposto no Quadro A.2. Além da coordenação geral, ficou definida uma coordenação para cada um dos 11 volumes.

Para a consecução desses trabalhos, foram realizadas reuniões mensais dos coordenadores, entre março e agosto de 2009, e também das equipes de cada volume em separado. Essas equipes desenvolveram as suas atividades de pesquisa para elaboração do retrospecto e atualidade sobre as modalidades de cada volume. A equipe do Inep tabulou os dados atinentes a essas modalidades, por meio da elaboração de um

conjunto de tabelas e gráficos, que se referiam a número de cursos, vagas oferecidas, candidatos inscritos, ingressantes, matriculados e concluintes, organizados segundo categorias administrativas, organização acadêmica e distribuição geográfica dos cursos. As tabelas, que constam do Anexo de cada volume, foram posteriormente objeto de análise das equipes e referenciadas ao longo do texto de cada volume.

## QUADRO A.2 PARTICIPANTES DO COMPÊNDIO

(Continua)

COORD.	VOLUME ATIVIDADE	AUTORES COORDENADORES	AUTORES COLABORADORES
Geral	Inep	Iguatemy Maria Martins	Maria Inês Gomes Sá Pestana, Laura Bernardes, Nabiha Gebrim e José Marcelo Schiessl
	Confea	Pedro Lopes de Queirós	Vanderlí Fava de Oliveira e Roldão Lima Júnior
VOLUMES	<b>Volume I Engenharias</b>	Vanderlí Fava de Oliveira (Confea /UFJF)	Benedito Guimarães Aguiar Neto (UFCG), Claudette Maria Medeiros Vendramini (USF), João Sérgio Cordeiro (Abenge/UFSCar), Márcia Regina F. de Brito Dias (Unicamp), Mário Neto Borges (Fapemig/UFSJR), Nival Nunes de Almeida (UERJ), Paulo Roberto da Silva (Confea), Pedro Lopes de Queirós (Confea) e Roldão Lima Júnior (Confea)
	<b>Volume II Civil</b>	Ericson Dias Mello (CUML) Marcos José Tozzi (UP)	Antonio Pedro F. Souza (UFCG), Creso de Franco Peixoto (Unicamp/CUML), Fredmarck Gonçalves Leão (Unifei), João Fernando Custódio da Silva (Unesp), Manoel Lucas Filho (UFRN), Miguel Prieto (Mútua-SP) e Vanderlí Fava de Oliveira (UFJF)
	<b>Volume III Elétrica</b>	Benedito Guimarães Aguiar Neto (UFCG)	Mario de Souza Araújo Filho (UFCG)
	<b>Volume IV Mecânica</b>	José Alberto dos Reis Parise (PUC-Rio)	João Bosco da Silva (UFRN), Lílian Martins de Motta Dias (Cefet-RJ), Marcos Azevedo da Silveira (PUC-Rio), Nival Nunes de Almeida (UERJ) e Vinício Duarte Ferreira (Confea)
	<b>Volume V Química</b>	Ana Maria de Mattos Rettl (UFSC/Unicastelo)	Adriane Salum (UFMG), Iracema de Oliveira Moraes (Unicamp) e Letícia S. de Vasconcelos Sampaio Suñé (UFBA)

**QUADRO A.2** PARTICIPANTES DO COMPÊNDIO

(Conclusão)

COORD.	VOLUME ATIVIDADE	AUTORES COORDENADORES	AUTORES COLABORADORES
<b>VOLUMES</b>	<b>Volume VI Materiais</b>	Luiz Paulo Mendonça Brandão (IME)	Luis Maurício Resende (UTFPR), Severino Cesarino Nóbrega Neto (IFPB) e Vitor Luiz Sordi (UFSCar)
	<b>Volume VII Produção</b>	Vanderlí Fava de Oliveira (Confea/UFJF)	Milton Vieira Júnior (Uninove) e Gilberto Dias da Cunha (UFRGS)
	<b>Volume VIII Amb/Minas</b>	Manoel Lucas Filho (UFRN)	Ericson Dias Mello (CUML), Marcos José Tozzi (UP) e Vanderlí Fava de Oliveira (UFJF)
	<b>Volume IX Florestal/ Agrícola/ Pesca</b>	Vanildo Souza de Oliveira (UFRPE)	Adierson Erasmo de Azevedo (UFRPE), Ana Lícia Patriota Feliciano (UFRPE), Augusto José Nogueira (UFRPE), Carlos Adolfo Bantel (SBEF), Glauber Márcio Sumar Pinheiro (Sbef), José Geraldo de Vasconcelos Baracuchy (Abeas), José Milton Barbosa (UFRPE), José Wallace Barbosa do Nascimento (UFCG) e Renaldo Tenório de Moura (Ibama)
	<b>Volume X Arquitetura e Urbanismo</b>	Andrey Rosenthal Schlee (UnB)	Ester Judite Bendjouya Gutierrez (UFPEL), Fernando José de Medeiros Costa (UFRN), Gogliardo Vieira Maragno (UFMS), Isabel Cristina Eiras de Oliveira (UFF) e Wilson Ribeiro dos Santos Jr. (PUC-Camp.)
	<b>Volume XI Agronomia</b>	Francisco Xavier R do Vale (UFV), Lauro Francisco Mattei (UFSC), Marcelo Cabral Jahnel (PUC-PR) e Paulo Roberto da Silva (Confea)	Claudette Maria Medeiros Vendramini (USF), José Geraldo de Vasconcelos Baracuchy (Abeas), Márcia Regina F. de Brito (Unicamp) e Ricardo Primi (Unicamp)

**13**

O trabalho final é o resultado de um esforço coletivo que reuniu o sistema educacional, representado pelo Inep/MEC, e o sistema profissional, representado pelo Confea/Creas, e ainda contou com importante contribuição do sistema representativo organizado da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia, representados, respectivamente, pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge), Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (Abea) e Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (Abeas), além de outras entidades relacionadas às diversas modalidades de Engenharia que compõem os 11 volumes do compêndio.

Estiveram engajados neste trabalho mais de 60 professores e pesquisadores de diferentes Instituições de Ensino Superior (IES), entidades e organismos de diversos estados da federação, representando as diversas modalidades contempladas nos volumes do compêndio, num esforço inédito para produzir uma obra que, certamente, é de significativa importância para a implementação de ações no plano educacional, profissional, tecnológico e político do País.

*Iguatemy Maria Martins*  
*Pedro Lopes de Queirós*  
*Vanderlí Fava de Oliveira*  
Coordenadores



# APRESENTAÇÃO DO VOLUME V: ENGENHARIAS DA ÁREA QUÍMICA

15

O setor químico assume um papel de grande importância na vida da sociedade moderna, uma vez que está associado à quase totalidade dos itens de consumo dos cidadãos (fármacos e vacinas, alimentos e bebidas, vestuário, plásticos, combustíveis, biopesticidas, cosméticos, papel, tintas e corantes, fertilizantes, entre outros), que proporcionam melhoria das condições de vida, alimento, abrigo, saúde, e aumento da expectativa de vida. Essa realidade confere a esse setor uma dimensão tal, que se traduz em uma participação expressiva no Produto Interno Bruto (PIB). Associado a isso, a competitividade acirrada, fruto do processo de globalização vigente, cria um dinamismo ao setor, exigindo sua modernização permanente, o desenvolvimento e/ou a apropriação de tecnologia de ponta, assim como a otimização de seus processos internos, até por uma questão de sobrevivência. Esse cenário, por sua vez, exige que a formação acadêmica em habilitações de engenharia associadas ao setor químico, proporcionada pelas Instituições de Educação Superior (IES), também se mantenha atualizada, preparando profissionais mais reflexivos e críticos, com uma formação abrangente que lhes confira visão sistêmica, aprofundamento técnico-científico e base humanística. Nesse sentido, as IES devem oferecer trajetórias acadêmicas que conduzam ao desenvolvimento de competências (conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) para que os egressos possam vir a atuar como agentes de transformação da sociedade.

Dentre as formações em nível superior em engenharia na área Química, pode-se dizer que a Engenharia Química tem uma posição de destaque. É o pilar das engenharias dessa área, a partir da qual as demais habilitações foram estabelecidas. A Engenharia Química trata, de forma geral, dos processamentos

físico-químicos e bioquímicos, responsáveis pela transformação de matérias-primas em produtos. As demais modalidades constituem-se desmembramentos desta, visando à formação de um profissional mais voltado para determinadas indústrias, como é o caso da Engenharia de Alimentos e Engenharia Têxtil, para atender especificidades do mercado de trabalho ou para atender às demandas regionais. Algumas denominações surgiram ao longo do tempo, fruto de desmembramentos naturais históricos, em função de uma dinâmica de crescimento e abrangência alcançados pela Engenharia Química. Em alguns casos, a diferenciação da denominação não tem necessariamente o objetivo de uma diferenciação de perfil, sendo fruto de decisões institucionais, como é o caso da Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia e Engenharia Bioquímica, que apresentam conteúdos curriculares similares.

Pela complexidade da Engenharia Química como um todo, tem-se que, ao longo do desenvolvimento da indústria química e da própria concepção dessa modalidade de Engenharia, os engenheiros químicos, pela sua forte fundamentação de conceitos e pela vasta gama de atividades e processos em que atuam, passaram a se envolver em novas áreas, multidisciplinares, como a Saúde (incluindo o desenvolvimento de órgãos artificiais e próteses), a Biotecnologia, a Microeletrônica, a Nanotecnologia, o Meio Ambiente, Energia, dentre várias outras, desencadeando o aparecimento de diversas modalidades de Engenharia oriundas da Engenharia Química clássica, tais como Engenharia Ambiental, Engenharia de Materiais, Engenharia de Energia, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, e Engenharia Bioquímica.

Dentro dessa visão é que, hoje, além da Engenharia Química, são ofertados, no Brasil, cursos de graduação em Engenharia, dentro do setor químico, nas seguintes modalidades: Engenharia de Alimentos, Engenharia Têxtil, Engenharia Industrial Têxtil, Engenharia Industrial Química, Engenharia Bioquímica e Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, cujos números são apresentados no Quadro 1. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) do Ministério da Educação (MEC) faz uma classificação das Engenharias em grupos, em que esse conjunto de modalidades constitui o Grupo IV. Outras engenharias também são oriundas da Engenharia Química, como a Engenharia Metalúrgica, de Materiais, de Petróleo, de Polímeros, Ambiental. No entanto, o INEP não as classifica como pertencentes a esse Grupo.

No presente volume, que constitui um retrospecto da formação em Engenharia nas modalidades da área Química (Grupo IV), será apresentado um breve histórico da origem da Engenharia Química, ressaltando o surgimento das primeiras indústrias químicas no Brasil e no mundo, e o estabelecimento da Engenharia Química enquanto profissão. São apresentados os primeiros cursos de Graduação em Engenharia Química e a evolução do ensino dessa modalidade de Engenharia no Brasil, englobando as mudanças de perfil do engenheiro químico ao longo do tempo, decorrentes de mudanças na abordagem de conteúdos e as habilidades exigidas do profissional. São apresentados, também, breves históricos sobre a origem da Engenharia Têxtil, Engenharia de Alimentos, Engenharia Bioquímica, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, a formação no Brasil dessas modalidades de Engenharia e os conteúdos curriculares das mesmas.

**QUADRO 1** – MODALIDADES DE ENGENHARIA DA ÁREA QUÍMICA (GRUPO IV NA CLASSIFICAÇÃO DO INEP) E NÚMERO DE CURSOS OFERTADOS NO BRASIL

<b>MODALIDADES DE ENGENHARIA</b>	<b>CURSOS DE GRADUAÇÃO OFERTADOS NO BRASIL *</b>
Engenharia Química	77
Engenharia de Alimentos	78
Engenharia Têxtil	4
Engenharia Industrial Têxtil	1
Engenharia Industrial Química	2
Engenharia Bioquímica	1
Engenharia de Biotecnologia	8
<b>TOTAL:</b>	<b>171</b>

\* O número de cursos, referente a cada modalidade, está de acordo com a base do INEP, disponibilizada em março de 2009 (BRASIL, 2009a)

*Ana Maria de Mattos Rettl*  
Organizadora

**17**



# CAPÍTULO I



# ENGENHARIA QUÍMICA

21

Para entender a história da Engenharia Química, é necessário se conhecer um pouco do surgimento da atividade química e das primeiras indústrias no mundo. Nesse sentido, será feito um breve histórico dos primórdios da atividade química, passando pela Revolução Industrial, e serão descritas as primeiras atividades químicas industriais e o estabelecimento da Engenharia Química como profissão. A seguir, será abordado o processo de industrialização no Brasil, paralelamente à criação de cursos de Engenharia Industrial, Química Industrial e Engenharia Química ao longo do tempo, até chegar ao perfil atual do engenheiro químico.

## Os Primórdios da Atividade Química

A atividade química, no sentido prático, já era presente nas civilizações primitivas. Segundo Carrara Junior e Meirelles (1996), as primeiras atividades químicas desenvolvidas pelo homem foram a extração de metais contidos nos minérios (ouro, prata, cobre, chumbo, ferro e estanho) e o aproveitamento de plantas com finalidades medicinais, envolvendo o uso de conceitos básicos ainda adotados em processos industriais atuais. Os egípcios também reuniram conhecimentos químicos pelo uso de cosméticos, tingimento de tecidos, fabricação de vidro e sabão, pelo uso da salmoura e nos embalsamentos. Mas a base para a criação de indústrias e, posteriormente, o estabelecimento da Engenharia Química como

profissão foi o desenvolvimento da Química enquanto Ciência, que, de fato, veio fundamentar a prática de atividades químicas.

Carrara Junior e Meirelles (1996), no livro *A indústria química e o desenvolvimento do Brasil – 1500-1889*, fazem uma narrativa dos primórdios da alquimia até a República. Segundo esses autores, considera-se que Thales de Mileto (624-547a.C.) tenha sido o primeiro nome de destaque em termos de postulações referentes à constituição da matéria. Segundo ele, todas as coisas eram feitas de água e, eventualmente, para ela reverteriam; e os diferentes aspectos de cada uma delas era decorrente de variações no grau de concentração de água presente. Outros filósofos gregos já achavam que o elemento básico na constituição da matéria era o ar ou o fogo. Empédocles de Acragas (492-432a.C.) incluiu a terra como elemento básico e considerou que tudo que se conhecia na Natureza (*matéria*) era resultante de combinações variáveis de quatro elementos: água, ar, fogo e terra, que conferiam aos corpos as características (*qualidades*) de frio-seco, quente-úmido, quente-seco e frio-úmido. Aristóteles (384-322a.C.) aprimorou a Teoria dos Quatro Elementos e introduziu um quinto componente a essa teoria, a quintessência, responsável pela aglutinação e sustentação da matéria e a base da formação dos corpos divinos.

22

Os conhecimentos práticos dos egípcios juntamente com a especulação filosófica dos gregos e outros conhecimentos da época levaram ao surgimento de uma “escola” de artífices químicos, que representou o início das tradições da Alquimia, do árabe *al-a-chemia* (também na ocasião denominada *Arte Sagrada e Divina* ou, simplesmente, a *Arte*). O alquimista mais famoso dessa escola era Zosimos de Panópolis (250-300d.C.), que mostrou que a teoria alquímica surgiu da idéia de que existia uma substância que poderia fazer a transformação instantânea e mágica (em ouro) – hoje dita transformação catalítica. Essa substância ficou conhecida como *elixir* ou *pedra filosofal*. A essa escola pertencia Maria, a Judia, considerada introdutora do banho a vapor (banho-maria).

Em 640d.C., os árabes conquistaram o Egito e desenvolveram o conhecimento adquirido dos egípcios-bizantinos. Al-Razi, ou Rhazes na forma latina (850-924d.C.), um médico persa que viveu em Bagdá foi, provavelmente, o maior alquimista árabe. Ele classificou os materiais em: corpos (metais), pedras, vitríolos, bóraxes, sais e espíritos (materiais vitais (sublimáveis) – mercúrio, enxofre, ouro-pigmento e realgar (sulfetos de arsênio) e sal amoníaco (cloreto de amônio). O trabalho de Rhazes representou o ápice do conhecimento árabe no que tange à Arte. Outro alquimista árabe de destaque não menor foi Abu Musa Djibir ibn Hayyan Alsufi, conhecido como Geber ou Jabir, que viveu entre os séculos VIII e IX, e famoso pelo relato de diversos métodos de preparo das substâncias químicas.

Já a Europa, nos dez primeiros séculos da era cristã, viveu uma época de obscurantismo e, com a ocupação árabe, pôde entrar em contato com uma outra civilização e assimilar novos hábitos e procedimentos. A alquimia árabe passou a ser traduzida para o latim e, em decorrência das discussões mais profundas sobre o tema, surgiram, no século XIII, figuras de destaque como Roger Bacon, filósofo e



cientista inglês (1214-1294), possível introdutor da pólvora na Europa, e Albertus Magnus (1193-1280), que já faziam uma abordagem acerca da transformação da matéria com um sentido nitidamente químico. O acúmulo de conhecimento no campo da Química fez com que novas descobertas e proposições ocorressem na Europa, formando-se lá um novo grupo de alquimistas em busca da pedra filosofal. Consolidou-se, então, uma nova teoria em substituição à Teoria dos Quatro Elementos (até então predominante no “meio científico”), em que três outros elementos essenciais eram incluídos: o enxofre – que conferia a característica de combustibilidade à matéria; o mercúrio – responsável pela volatilidade ou fluidez da matéria; e o sal amoníaco (cloreto de amônio) – que fornecia a característica da incombustibilidade. Esses três elementos já eram conhecidos há muito tempo. O enxofre era manuseado na Pré-História; o mercúrio parece ter sido descoberto por volta de 300a.C.; e o cloreto de amônio aparece em um tratado chinês de 142d.C. Mas a incorporação desses como elementos básicos da constituição da matéria era uma contribuição dos alquimistas que se caracterizava por uma abstração acerca das propriedades da mesma. Dos três elementos incorporados, o cloreto de amônio era o que despertava os maiores questionamentos, pelo fato de produzir amônia e ácido clorídrico ao sofrer o processo de sublimação, duas substâncias de caráter antagônico no que diz respeito ao comportamento químico, embora ambas apresentassem propriedades corrosivas quando em contato com alguns metais.

A manipulação desses materiais levou à descoberta, na Europa, no século XIII, dos ácidos minerais: ácido nítrico – da destilação conjunta de salitre (nitrato de potássio) e vitríolo ou alúmen; ácido sulfúrico – da destilação do vitríolo ou do alúmen; ácido clorídrico – da destilação do sal comum ou do sal amoníaco combinado com vitríolo ou alúmen. Durante muito tempo não houve diferenciação entre esses ácidos, geralmente conhecidos como *aqua forte*. Sua identificação só ocorreu três séculos mais tarde. Cabe destacar que eram denominados vitríolos os sulfatos de modo geral: vitríolo azul – sulfato de cobre; vitríolo branco – sulfato de zinco; vitríolo verde – sulfato de ferro; e óleo de vitríolo (ou simplesmente vitríolo), ácido sulfúrico. Alúmen eram os sulfatos duplos contendo dois diferentes tipos de metais, sendo o alúmen de potássio em estado natural (um sulfato duplo de potássio e alumínio) o alúmen mais comum, por esse motivo designado simplesmente alúmen. Hoje se sabe que os alúmens eram sulfatos de fórmula  $Me_I Me_{III} (SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ , em que  $Me_I$  representa um metal monovalente e  $Me_{III}$  um metal trivalente. Os metais monovalentes seriam sódio, potássio, rubídio, célio, tálio e, também, os íons amônio ( $NH_4^+$ ); os metais trivalentes seriam alumínio, cromo, ferro, tálio etc.

Outros alquimistas com importantes contribuições à época foram: Raymond Lully (1235-1315), alquimista espanhol catalão, inventor do processo de produção do etanol purificado e, segundo alguns, também do éter; Santo Tomás de Aquino (1225-1274) e Arnold de Vilanova (1234-1313). Santo Tomás de Aquino era discípulo de Albertus Magnus e escreveu um opúsculo quando jovem, *O ente e a essência* (entre 1252-1253), em que abordava questões metafísicas, explicando o percurso da consciência humana entre a sensação e a concepção. Transformou o pensamento de Aristóteles em um padrão aceitável pela Igreja Católica, por considerar que o saber desse filósofo estava em harmonia com o contido na Bíblia;

assim propagava as observações de Aristóteles em todas as suas obras. Arnold de Vilanova estudou química, medicina, física e filosofia árabe e a ele são creditadas as traduções de vários textos médicos árabes. Uma de suas descobertas foi o monóxido de carbono.

O acúmulo de fracassos ao longo dos séculos e as divergências quanto à validade do objetivo básico dos alquimistas levaram ao aparecimento de novas correntes de pensamento. Além disso, a identificação das propriedades do etanol contribuiu para o redirecionamento das pesquisas no campo da Química e, no início do século XVI, o foco mudou dos metais para a cura dos indivíduos (obtenção do *elixir da vida*). Nesse período, os trabalhos de investigação sobre as propriedades das substâncias se confundiam com seus efeitos sobre o corpo humano. Iniciava-se o ocaso da Alquimia, o qual atingiu seu ápice no início do século XVII.

Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim, conhecido como Paracelso (1493-1541), médico suíço, incentivou os pesquisadores a investigar substâncias para usos medicinais (foi o primeiro a utilizar o éter para aliviar a dor) e acabou influenciando vários de seus seguidores. Dentre eles, destaca-se Jan Baptist van Helmont (1580-1644), químico e médico belga, apontado como o iniciador da latroquímica (considerada uma etapa intermediária entre a Alquimia e a Química) e descobridor do gás carbônico, tendo introduzido a palavra “gás” para designar o estado da matéria até então denominado *ar*, *éter* etc. Também merece destaque o médico e alquimista alemão Andreas Libavius (1540-1616), um severo crítico do misticismo de Paracelso e de seus seguidores. Libavius foi um dos pioneiros na introdução do método analítico na Química e descobriu como se preparavam sulfato de amônio, ácido succínico e tetracloreto de titânio, além de ter identificado o ácido clorídrico. É o autor do livro *Alchymia* (1606), considerado o primeiro livro-texto de Química na Europa.

24

Outro seguidor de Paracelso, Johann Rudolf Glauber (1604-1668), destacou-se por obter o ácido clorídrico a partir da reação do ácido sulfúrico com sal comum, verificando a formação de um subproduto nesse processo, o sulfato de sódio, denominado *sal de Glauber*. Ele observou, ainda, que o ácido nítrico era obtido quando se substituía o sal comum por nitrato de potássio, descreveu a obtenção do tartarato duplo de antimônio e potássio e a preparação de diversos novos compostos.

A conscientização da importância da Química para obtenção de melhores condições de saúde das populações fez com que as técnicas de pesquisa fossem aprimoradas e novas substâncias fossem testadas, de modo que a farmácia paracelsiana pôde ser considerada uma das principais contribuições durante o século XVI e início do século XVII.

O século XVII representou um marco na evolução da Química em função das proposições de Robert Boyle (1627-1691), um químico e físico irlandês reconhecido como o fundador da Química como Ciência. Ele introduziu o conceito da necessidade de adoção de métodos experimentais rigorosos e inteligíveis para a comprovação de qualquer teoria, postura considerada reflexo de um novo estado de

pensamento humano observado na Europa, principalmente nos séculos XVI e XVII, como consequência do movimento renascentista. Além de formular a lei da compressibilidade dos gases que leva o seu nome, Boyle estabeleceu os fundamentos básicos, a partir dos quais, Lavoisier e Dalton, um século mais tarde, conseguiriam promover um avanço significativo à Química e à Ciência como um todo.

A última metade do século XVII se caracterizou por novas e significativas descobertas na área Química. Dentre as personalidades que se destacaram, cabe ressaltar: Joseph Black (1728-1799), físico e químico escocês, pelos seus estudos quantitativos sobre o “gás fixado” (gás carbônico) e pela descoberta do óxido de magnésio, fundamental para a produção de refratários para atender, posteriormente, às indústrias; Henry Cavendish (1731-1810), físico e químico inglês reconhecido como o primeiro realizador da síntese de água; Carl Wilhelm Scheele (1742-1796), químico sueco descobridor do cloro, ácido láctico, ácido fluorídrico, glicerina, ácido oxálico, ácido cítrico e muitos outros; Joseph Priestley (1773-1804), químico inglês que explicou o fenômeno da respiração dos animais e isolou o oxigênio, além de identificar vários outros gases, como o ácido clorídrico, óxidos nítrico e nitroso (este, mais tarde, também conhecido como *gás hilariante*, se tornando um importante anestésico), amônia (ar alcalino), tetrafluoreto de silício (ar ácido flúor), dióxido de enxofre (ar ácido vitriólico), entre outros. A utilização do gás oxigênio, isolado por Priestley, possibilitou ao químico francês Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) a formulação da atual Teoria da Combustão.

A partir desta época, o desenvolvimento da Química como Ciência se tornou acelerada, período caracterizado como *Revolução Química*, com seu ápice no início do século XIX, com a proposição da Teoria Atômica pelo químico John Dalton (1766-1844), a partir de estudos envolvendo gases.

25

## A Indústria Química

O estabelecimento das bases da Química como Ciência não era suficiente para dar início à produção de compostos químicos em níveis que justificassem a abertura de fábricas. Além de recursos financeiros, era necessário que houvesse uma demanda crescente para esses compostos. E foi assim que se instauraram, na segunda metade do século XVIII, em decorrência da Revolução Industrial que se iniciava na Inglaterra, os elementos necessários para que tais condições fossem satisfeitas, permitindo a intensificação do desenvolvimento da indústria química.

Para se compreender melhor o surgimento dessas indústrias, é importante situar a evolução por que passaram os processos de transformação da matéria-prima em produtos acabados. Podem-se distinguir quatro estágios nessa evolução (ALMEIDA; RIGOLIN, 2004):

- *Artesanato* – primeira fase das transformações das matérias-primas, em que o artesão desempenhava todas as funções em um processo de produção, da preparação da matéria-prima ao

produto acabado; presente desde os primórdios da civilização e praticada até hoje como atividade artística ou como um dos processos importantes nos países subdesenvolvidos;

- *Manufatura* – estágio intermediário entre o artesanato e a maquinofatura, caracterizado pelo emprego de máquinas simples, além do trabalho manual, em que já surgia a divisão do trabalho e o pagamento de salário ao trabalhador (etapa que predominou nos séculos XV e XVI – fim da Idade Média e início da Idade Moderna);
- *Fase industrial* – em que era introduzido o uso de máquinas no processo de fabricação e o homem era substituído em boa parte do processo de transformação da matéria-prima em produto, passando a operar equipamentos com certo grau de complexidade ao invés de utilizar as mãos como agente de transformação. A passagem da manufatura para a maquinofatura, aliada à produção em série, em grande escala e destinada a um público diversificado, constituiu a denominada Revolução Industrial;
- *Revolução técnico-científica* – que se iniciou na segunda metade do século XX, considerada por alguns autores como o terceiro período da Revolução Industrial, com o advento da descoberta do computador em 1946, caracterizada pelo processo de informatização e por inovações tecnológicas que transformaram profundamente a economia industrial.

## 26

### A Revolução Industrial

O surgimento das primeiras indústrias estruturadas ocorreu com a Revolução Industrial, movimento que se iniciou na Inglaterra, na segunda metade do século XVIII (por volta de 1760), identificado por uma série de transformações nos processos de produção em função da mecanização dos mesmos, modificando e agilizando o que antes era chamado de *artesanato e manufatura*. Suas causas não devem ser creditadas unicamente à superioridade tecnológica e científica da Inglaterra, mas, também, às condições favoráveis que lá já existiam antes do século XVIII (ALMEIDA, RIGOLIN, 2004; MOTA, BRAICK, 2002):

- a Inglaterra possuía mão-de-obra abundante em decorrência do êxodo rural, fruto das leis de cercamento, responsáveis pela expropriação maciça dos camponeses;
- havia uma abundância de matérias-primas fornecidas pelas colônias;
- o país havia acumulado capital proveniente do mercantilismo e do colonialismo na fase do capitalismo comercial (século XVI ao século XVIII);
- a burguesia inglesa tinha capital suficiente para financiar as fábricas, comprar matérias-primas e máquinas e contratar empregados;
- havia um mercado consumidor para a nascente indústria britânica;
- a Inglaterra possuía grandes reservas de minério de ferro, principal matéria-prima utilizada nas novas invenções da época;

- o país possuía grandes reservas de carvão mineral em seu subsolo, principal fonte de energia para movimentar as máquinas e as locomotivas a vapor, criadas, em 1712, por Thomas Newcomen, e aperfeiçoadas por James Watt, em 1765. A energia produzida pelo vapor criou condições para o desenvolvimento industrial e, ao mesmo tempo, favoreceu uma grande transformação nos meios de transporte.

Foram os desdobramentos da Revolução Industrial, em termos de inovações objetivando ganhos de produtividade, que geraram um ciclo em que pesquisas eram realizadas visando adequar os produtos químicos existentes a esses objetivos. Com isso, as fábricas eram ampliadas, passavam a utilizar um maior número de compostos químicos e a atender um mercado consumidor crescente, o que alimentava novas pesquisas.

Até o século XIX, as indústrias têxteis (lã e algodão), de sabão e de vidro eram os grandes segmentos industriais responsáveis pela demanda de produtos químicos, inorgânicos na sua totalidade. Estas utilizavam, desde o século XVIII, produtos químicos naturais como o carbonato de sódio ou potássio, que passaram a ter uma grande procura, face à produção industrial de vários bens de consumo. À medida que a Revolução Industrial avançou e entrou em uma fase de produção maciça de bens de consumo, as jazidas conhecidas desses produtos naturais deixaram de ser suficientes e surgiram, então, novos processos industriais para a produção de algumas dessas matérias-primas.

Durante a primeira metade do século XIX, com o aprimoramento das técnicas de produção de papel, com a fabricação de explosivos e com o uso de fertilizantes sintéticos na agricultura, outros produtos químicos inorgânicos passaram a ser fabricados em escala industrial. Também nessa época, desenvolveu-se a indústria de base (siderúrgica), cuja demanda estava ligada, em menor escala, ao setor militar e, posteriormente, à construção de ferrovias.

Como berço da Revolução Industrial, coube à Inglaterra dar os primeiros passos rumo à industrialização química, tendo-a liderado no setor inorgânico durante todo o século XIX. Embora boa parte das invenções e descobertas na área de Química se deva aos franceses, elas foram, na sua maioria, aproveitadas, otimizadas e adotadas pelos empresários na Inglaterra, principalmente devido ao fato da aristocracia francesa, que dava suporte à pesquisa científica na França, submergir diante das diretrizes da Revolução Francesa (1789), inibindo, em curto prazo, o aproveitamento do potencial químico do país. O principal legado da França à Inglaterra foi, sem dúvida, a invenção do Processo Le Blanc (Leblanc) para a transformação do sal marinho em carbonato de sódio (Nicholas Le Blanc, 1810) (Figura 1.1). Esse processo garantiu o suprimento de matéria-prima para as tradicionais indústrias de vidro e sabão e, principalmente, para a limpeza dos tecidos de algodão, cujo consumo aumentara significativamente, como consequência da elevação da renda pessoal e do estabelecimento de novos padrões de vida. Dessa forma, a Inglaterra dominava o comércio mundial de produtos químicos, basicamente produtos inorgânicos: álcalis, ácido sulfúrico, superfosfatos e cloreto de cal (branqueador).



**FIGURA 1.1** – EMISSÃO DE GASES NO PROCESSO LEBLANC, EM CHESHIRE (INGLATERRA), NO INÍCIO DE 1800

Fonte: Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos (2009).

**28** No entanto, com o surgimento de outro processo para produção de carbonato de sódio (Processo Solvay), proposto por Ernest Solvay (1863), mais limpo e mais econômico que o processo Leblanc, países com indústrias ainda incipientes como a Alemanha e os Estados Unidos passaram, paulatinamente, a conquistar espaço no cenário internacional. Isto constituiu uma ameaça para a hegemonia inglesa, que preferiu investir em aprimoramentos do Processo Leblanc para torná-lo competitivo. Cabe ressaltar que, até o final do século XIX, a produção química nos Estados Unidos era pouco importante, com indústrias locais atendendo a necessidades simples como curtição, branqueamento e tinturaria, e com a produção de alguns produtos químicos a partir de salitre e alúmen desde 1635, em Boston. As primeiras fábricas de ácido sulfúrico nos Estados Unidos foram construídas logo após a Guerra Civil americana, as quais, assim como na Europa, sustentavam o crescimento dos setores de tecido, de papel, de couro, de vidro e de sabão.

A hegemonia do Processo Solvay foi abalada pelo surgimento do processo eletrolítico para produção de soda e cloro. Novamente, a Inglaterra não percebeu o avanço desse processo, ao passo que a Alemanha e os Estados Unidos investiram nessa nova tecnologia. Em 1904, todo o cloro produzido nos Estados Unidos já era eletrolítico e, na Alemanha, essa produção era de 65%. Na Inglaterra e na França, apenas 18% e 19% do cloro, respectivamente, eram obtidos por eletrólise. De uma forma global, a Alemanha vinha se tornando progressivamente mais forte no setor químico, e sua liderança já não podia ser contestada.

Na época, um dos critérios utilizados para se determinar o estágio de desenvolvimento da indústria química em um país era a avaliação do nível de produção de ácido sulfúrico, um insumo básico importante, com inúmeras aplicações: matéria-prima para outros inorgânicos, como o sulfato de sódio; em fertilizantes, como superfosfato; refino de petróleo; ferro e aço; têxtil; explosivos; corantes e outros produtos orgânicos. Na Tabela 1.1, é mostrada a produção de ácido sulfúrico, álcalis, cloreto de cal (cloreto de cálcio) e superfosfato na Inglaterra, Alemanha, França e Estados Unidos (dados de 1841 a 1913). Observa-se que, por volta de 1890, a produção de ácido sulfúrico na Inglaterra era cerca do dobro da produção alemã. No entanto, em torno de 1913, a produção na Alemanha superava a inglesa, 1.700.000 t (1914) e 1.100.000 t (1913), respectivamente, para uma produção mundial de 9.595.000 t.

**TABELA 1.1** – INDÚSTRIA QUÍMICA INORGÂNICA – PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO, ÁLCALIS, CLORETO DE CAL E SUPERFOSFATO

INGLATERRA		ALEMANHA		FRANÇA		EUA	
ANO	PRODUÇÃO (1.000 t)	ANO	PRODUÇÃO (1.000 t)	ANO	PRODUÇÃO (1.000 t)	ANO	PRODUÇÃO (1.000 t)
<b>ÁCIDO SULFÚRICO</b>							
1841	150	1882	280				
1880	780	1890	490				
1907	1.050	1897	840	1889	530		
1913	1.100	1914	1.700	1913	1.100		
<b>ÁLCALIS</b>							
1841	100						
1878	475	1878	42	1882	Zero		
1900	600	1900	300	1900	191		
1913	700	1913	460	1913	78	1914	1.095
<b>Cloreto de Cal (Cloreto de Cálcio)</b>							
1841	10						
1880	132						
1890	150			1900	30	1892	zero
1907	107			1913	44		
<b>Superfosfato</b>							
1907	605	1900	1.800	1900	843	1913	2.900

Fonte: Carrara Junior, Meirelles (1996).

Com relação ao desenvolvimento da indústria química de produtos orgânicos, tem-se que, nos primeiros anos do século XIX, foram realizadas as primeiras extrações de alcalóides. Como consequência do desenvolvimento da Química como Ciência, buscava-se, de forma sistemática, a separação dos constituintes da matéria, especialmente os responsáveis pela ação medicinal, visto que, até então, não se tinha estabelecido com precisão a ação terapêutica dos diversos medicamentos disponíveis nem as

dosagens e teores do princípio ativo neles contido. Assim, em 1803, na França, foi isolado o primeiro alcalóide extraído pelo homem: a narcotina, a partir do ópio (obtido da papoula). Em 1806, Sertürner, um químico alemão, obteve a morfina a partir do ópio. Nos anos seguintes, novos alcalóides foram isolados e suas sínteses foram se estabelecendo até, aproximadamente, a primeira metade do século XX. Na segunda metade do século XIX, os glicosídeos começaram a ser extraídos das plantas: a digitoxina (1869), a ouabáina (1888), cilareno, aloína, escamônea, ácido crisofânico e outros que permitiram o aprimoramento da técnica de prescrição de medicamentos específicos.

Desde o final do século XVIII, investiu-se na busca da imunização da varíola, culminando, em 1796, no processo de vacinação da população desenvolvido pelo médico Edward Jenner com a vacina obtida pelo vírus da varíola bovina. Louis Pasteur (1822-1895) estudou a origem bacteriológica de muitas doenças e, depois de 1860, conseguiu comprovar que várias leveduras e bactérias eram responsáveis pelos “fermentos” (denominados enzimas a partir de 1887) causadores das fermentações e doenças.

A busca permanente por novas sínteses orgânicas levou a importantes descobertas, com destaque para a síntese acidental, por William Henry Perkin (1838-1907), da malveína ao tentar obter a quinina (utilizada no tratamento da malária), a partir da oxidação da alitoluidina, um derivado da anilina. A malveína foi o primeiro corante sintético e demonstrou um bom desempenho no tingimento da lã e da seda. Sua descoberta é considerada um marco da química orgânica, tendo motivado a busca de possibilidades de aproveitamento dos rejeitos líquidos originários da queima do carvão, visto que o alcatrão de óleo (fonte principal da anilina) era produzido em grande quantidade, quando da fabricação do coque, no auge da Revolução Industrial, na Inglaterra. A descoberta dos corantes sintéticos intensificou o desenvolvimento de pesquisas dos efeitos desses compostos sobre tecidos mortos e vivos, visando ao combate de endemias. Alguns resultados foram os efeitos positivos da arsfenamina e da neoarsfenamina, no combate à sífilis; e a descoberta do bacilo da tuberculose em 1882, por Robert Koch (1843-1910), entre outros. Mas o principal resultado foi o avanço progressivo no sentido de conferir maior objetividade à investigação tecnológica no campo da química orgânica, buscando-se reduzir a disparidade entre as descobertas em laboratórios e seu efetivo aproveitamento em escala industrial.

Apesar do grande marco da química orgânica ter ocorrido na Inglaterra, na segunda metade do século XIX, a supremacia na produção de produtos orgânicos, em especial corantes, era da Alemanha. Como decorrência do estabelecimento de programas intensivos em pesquisa tecnológica na área de compostos orgânicos derivados do alcatrão, principalmente com os estudos iniciados por Bayer a respeito do índigo, a Alemanha, que já era líder no setor de inorgânicos, assumiu também a liderança no setor de orgânicos. Atraiu, assim, grandes pesquisadores, além de recuperar parte de seus melhores estudiosos que se encontravam na Inglaterra, os quais foram responsáveis pelo grande impulso da indústria química fina inglesa na segunda metade do século XIX. Assim, nos anos que antecederam a Primeira Guerra Mundial, a Alemanha dominava o mercado internacional, de modo que, na França, dentre as maiores fábricas de corantes, somente uma era de controle nacional. Das demais, seis eram dominadas por capital alemão,



duas eram suíças e cerca de cinco pequenas indústrias locais eram dependentes do exterior, principalmente pela necessidade de importação de produtos intermediários. Na Inglaterra, em 1913, apenas 20% do seu consumo era suprido pela produção inglesa e, ainda assim, com cores simples e baratas. No início do século XX, a participação da Alemanha no comércio internacional continuava aumentando, de modo que cerca de 85% da demanda mundial de corantes era atendida por esse país nos anos anteriores à Primeira Guerra Mundial. Índice similar era alcançado na área de medicamentos. Cabe ressaltar que todo esse desenvolvimento na indústria química orgânica ocorreu paralelamente ao estabelecimento de novos processos inorgânicos, como, por exemplo, em 1860, o aprimoramento de novos materiais refratários para fabricação de fornalhas e caldeiras de tijolos, principalmente à base de dolomita e magnésita.

Diante dos fortes indícios de eclosão da Primeira Guerra, os países começaram a traçar planos para suprimento de materiais estratégicos. Nesse contexto, a indústria de corantes adquiriu uma importância ainda maior, devido à sua vinculação com a indústria de explosivos à base de compostos químicos orgânicos, e também pelo seu efeito multiplicador sobre a atividade industrial em geral. Alguns países como, por exemplo, os Estados Unidos que, às vésperas da Guerra, mesmo com uma alta taxa de industrialização, não tinham uma única indústria orgânica de destaque, passaram a adotar medidas no sentido de incentivar a produção interna de produtos orgânicos para poder fazer frente à supremacia alemã. A Alemanha, por sua vez, percebendo esse movimento, e para poder enfrentar uma futura concorrência e assegurar sua posição de liderança, fez uma fusão parcial de suas fábricas, acrescentando novos cartéis aos já existentes no país. Mas a derrota da Alemanha na Guerra fez com que os aliados tivessem acesso à grande parte do conhecimento alemão no setor industrial. Embora permanecesse líder no mercado mundial, a indústria alemã perdeu sua hegemonia e passou a dividir fortemente o mercado com os concorrentes tradicionais, com os países dela dependentes como a Suíça, Inglaterra e França, também com os Estados Unidos e com os novos produtores que surgiram, como Rússia, Japão, Itália e Espanha.

31

### **O Surgimento da Engenharia Química como Profissão**

A atividade de Engenharia Química surgiu bem antes da profissão de engenheiro químico. Com a Revolução Industrial, houve uma busca por profissionais qualificados para trabalhar nas indústrias que cresciam em quantidade e diversidade. Por mais de 100 anos após a Revolução Industrial, mais precisamente até 1888, a Engenharia Química continuou a não existir como profissão. As indústrias químicas eram operadas por engenheiros mecânicos e/ou por químicos, havendo, também, os “inspetores de segurança”, que atuavam na prevenção de acidentes, frequentes nas fábricas de produtos químicos (PORTAL LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS, 2009).

Na Alemanha, era forte a interação entre o setor industrial e o setor educacional, uma das razões para a posição hegemônica da indústria alemã na segunda metade do século XIX. A primeira escola de formação profissional em Química foi criada nesse país, em 1825, na Universidade de GieBen, proposta

por Justus Von Liebig. Todos os químicos importantes do século XIX eram discípulos diretos ou indiretos de Liebig (CREMASCO, 2005). Dessa forma, se havia uma grande demanda por profissionais gabaritados, principalmente na segunda fase da Revolução Industrial (1850-1880), em contrapartida, na Alemanha, havia uma grande disponibilidade de químicos altamente preparados. Nesse contexto, em 1897, cerca de 4.000 químicos formados trabalhavam fora de atividades acadêmicas, dos quais 250 no setor de Inorgânicos da Indústria Química, 1.000 no setor de Orgânicos, cerca de 600 em outros negócios químicos e farmacêuticos (VANIN, 1994, apud CREMASCO, 2005). E, ainda, vários atuavam no gerenciamento das fábricas alemãs do setor químico, nas quais, em quase sua totalidade, havia um químico ou um cientista, no mais alto nível de gerência, que respondia por toda a linha produtiva, de modo a esclarecer ao cliente sobre o melhor aproveitamento do produto disponibilizado (WONGTSCHOWSKI, 2002).

**32** As indústrias alemãs contratavam, para trabalhar em suas fábricas e laboratórios, com excelentes salários, os melhores alunos formados na universidade. Isso gerou um ciclo. Havia um aumento da demanda por cursos referentes a especialidades químicas, um aumento da mão-de-obra qualificada e, em virtude do incentivo do governo alemão com a criação da lei de patentes que protegia a inovação tecnológica, as indústrias montavam seus próprios laboratórios com um conseqüente aumento da oferta de trabalho. Além disso, a indústria alemã tinha como característica o trabalho em equipe, em que, químicos, engenheiros mecânicos, civis e eletricitistas trabalhavam conjuntamente. Não havia, portanto, a necessidade de um especialista que abrangesse as áreas de Química e Engenharia e, com isso, as universidades alemãs não sentiam necessidade de criar um Departamento de Engenharia Química. Na concepção alemã, essa especialidade era uma combinação dos conhecimentos de Química e de Engenharia Mecânica, suprida pelo trabalho conjunto desses dois profissionais nas empresas e/ou por cursos de pós-graduação em Engenharia Química. Assim, os primeiros departamentos especializados em Engenharia Química, nas universidades alemãs, só surgiram no início da década de 1930 (CREMASCO, 2005; PORTO, 2004).

Se por um lado a Alemanha impulsionou a indústria química sem um engenheiro químico, utilizando a concepção de um trabalho multidisciplinar, feito em equipe e valorizando os profissionais envolvidos, a Inglaterra e os Estados Unidos não agiram da mesma forma. Até 1880, os químicos que atuavam nas indústrias realizavam tarefas auxiliares em laboratórios rudimentares. Com o desenvolvimento científico nas áreas de Química e Física, foram ampliadas as possibilidades para esses profissionais e para os engenheiros. Os químicos começaram a trabalhar em plantas-piloto juntamente com os engenheiros, em geral mecânicos, que atuavam no projeto de novos equipamentos. Os químicos inicialmente auxiliavam na seleção dos equipamentos, mas, pouco a pouco, começaram a trabalhar conjuntamente com os engenheiros no projeto e supervisão dos processos das indústrias químicas. George E. Davis (Figura 1.2a), britânico, em 1880, denominou de *Engenharia Química* essas atividades desempenhadas por engenheiros mecânicos com conhecimentos de processos químicos e/ou por químicos com larga experiência industrial e com conhecimentos de processos e equipamentos industriais. Davis era inspetor de segurança para o *Alkali Act, 1863*, o primeiro documento de legislação ambiental conhecido, tendo

sido o primeiro a identificar a necessidade de uma nova profissão em ligação com a indústria química, em franca expansão nos finais do século XIX. Ele propôs, ainda, nesse mesmo ano, a criação da Society for Chemical Engineers no Reino Unido, porém sem sucesso.

Em 1887, George Davis proferiu um conjunto de 12 palestras na Manchester Technical School, a respeito das operações envolvidas nos processos industriais, mostrando haver um conjunto de operações comuns aos diversos tipos de indústrias (operações unitárias), e identificou e definiu os fundamentos de um novo grupo de profissionais que designou por *engenheiros químicos*. Essa definição de uma nova profissão e de um novo programa de ensino foi mal aceita tanto pela comunidade universitária quanto pelos profissionais de engenharia na Inglaterra. Mas, nos Estados Unidos, pouco tempo depois, em 1888, Lewis Norton (Figura 1.2b), um industrial e professor de Química Orgânica, propôs a criação, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), do primeiro curso de Engenharia Química no mundo (FURTER, 1980). William Page Bryant, em 1891, foi o primeiro graduado em Engenharia Química (PORTAL LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS, 2009).



**FIGURA 1.2A** – GEORGE E. DAVIS – Criador da profissão de engenheiro químico

Fonte: Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos (2009).



**FIGURA 1.2B** – LEWIS NORTON – Responsável pela criação do primeiro curso de graduação em Engenharia Química no Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Fonte: Portal Laboratórios Virtuais de Processos Químicos (2009).

Outros cursos de Engenharia Química se seguiram ao do MIT, também nos EUA: 1892, University of Pennsylvania; 1894, Tulane University; 1898, Michigan University. Em todos eles, a metodologia de ensino utilizada era a descrição de inúmeros processos industriais, sem se ter a preocupação com a compreensão dos fundamentos científicos. Em 1903, o MIT montou um laboratório de pesquisa em Físico-Química e iniciou o processo de cooperação com a indústria.

Em 1901, George Davis publicou o primeiro livro sobre Engenharia Química, denominado *Handbook of Chemical Engineering*. Em 1908, foi criada a American Institute of Chemical Engineers (AIChE). Em 1915, Arthur D. Little, professor do Departamento de Engenharia Química do MIT reorganizou e revolucionou o ensino da Engenharia Química, introduzindo o conceito de *operações unitárias* e sistematizando o estudo das mesmas enquanto disciplinas. Esse conceito modificou, também, o ensino dos Processos Químicos, pela evidência de que cada processo era constituído por um conjunto de operações unitárias com princípios físico-químicos comuns, que se repetiam em diversos processos e que podiam ser analisados independentemente dos casos particulares em que estavam inseridos. A partir desses conceitos, foram estabelecidas as bases da Engenharia Química. A partir da década de 20, houve uma expansão acelerada da Engenharia Química nos Estados Unidos, com elaboração de trabalhos direcionados, basicamente, para a indústria do petróleo. Destacam-se os trabalhos de Ponchon e Savarit, em 1920, que desenvolveram e apresentaram o diagrama de entalpia-concentração, úteis para cálculos de destilação, e de McCabe e Thiele, em 1925, que propunham um método gráfico para cálculo do número de pratos teóricos de uma coluna fracionada de destilação para misturas binárias.

34

Com o desenvolvimento crescente da Engenharia Química, iniciou-se, mais tarde, um movimento no sentido de destacar a importância de conhecimentos como Termodinâmica, Fenômenos de Transporte, Cinética e Reatores, conhecidos hoje como Fundamentos da Engenharia Química. Um exemplo dessa fundamentação está na publicação, em 1954, do livro *Molecular theory of gases*, de Hirschfelder, Curtiss e Bird, que foi primordial para o lançamento, em 1960, do livro escrito por Bird, Stewart e Lightfoot, *Transport phenomena*. O conceito de *operações unitárias* ficou mais bem definido com o maior conhecimento dos Fenômenos de Transporte, identificando-se o grupo de operações com várias características em comum, dentre elas a transferência de massa entre duas fases, designando-se operações como absorção, adsorção, extração líquido-líquido, extração sólido-líquido, dentre outras, como Operações de Transferência de Massa.

Além dos *Fundamentos da Engenharia Química*, outros conceitos foram progressivamente incorporados, como Ciência dos Materiais, Tecnologia das Partículas etc., e passaram a constituir o núcleo do ensino da Engenharia Química. O computador, criado em 1936, começou a ser utilizado na solução de problemas de Engenharia Química e no controle de processos, e *softwares* de simulação de processos começaram a ser desenvolvidos. Pacotes computacionais com aplicação na Engenharia Química (Design II, Aspen, Simci (Proii), Hysim, Chemcad etc.) passaram a ser disponibilizados e o *Computational Fluid*

*Dynamics* (Fluidodinâmica Computacional) (CFD) começou a ser utilizado nos estudos de agitação e mistura em processos industriais e na descrição de fenômenos complexos que regem os Fundamentos da Engenharia Química (CREMASCO, 2005). O CFD passou a ser utilizado também na descrição do transporte de fluidos biológicos no corpo humano, prevendo o risco de doenças degenerativas do sistema circulatório como a arteriosclerose. No final do século XX, a Engenharia Química adotou uma abordagem sistêmica dos processos e, sem perder sua fundamentação (Operações Unitárias e Fundamentos da Engenharia Química), foi desenvolvida a vertente de Engenharia de Sistemas (*Process Systems Engineering*) (PSE), que introduz uma visão holística da Engenharia Química.

Na Europa, os primeiros cursos de Engenharia Química surgiram mais tarde que nos Estados Unidos, por volta de 1920, no Imperial College of London e na University College of London. Na Alemanha, apenas por volta de 1950, é que a formação em Engenharia Química se tornou autônoma da Engenharia Mecânica. Em alguns casos, foi a própria indústria a pressionar a criação de formações e Escola de Engenharia Química em universidades de prestígio, como foi o caso da criação de um Departamento de Engenharia Química na Universidade de Cambridge, em 1945, patrocinado pela Shell. Em Portugal, o primeiro curso surgiu em 1911, no Instituto Superior Técnico, com a designação de Curso de Engenharia Químico-Industrial. Sua origem foi o Curso de Química Industrial, um dos cursos industriais ministrados no Instituto Industrial e Comercial de Lisboa. Na Universidade do Porto, o curso de Engenharia Químico-Industrial se iniciou em 1915. Somente em 1970, esses cursos passaram a ser denominados de Engenharia Química. No âmbito de uma expansão do ensino superior, em 1972, foi criada, na Universidade de Coimbra, a Faculdade de Ciências e Tecnologia com origem na existente Faculdade de Ciências, e nela o curso de Engenharia Química começou a ser ministrado.

Outros marcos no desenvolvimento da Engenharia Química foram (FURTER, 1980):

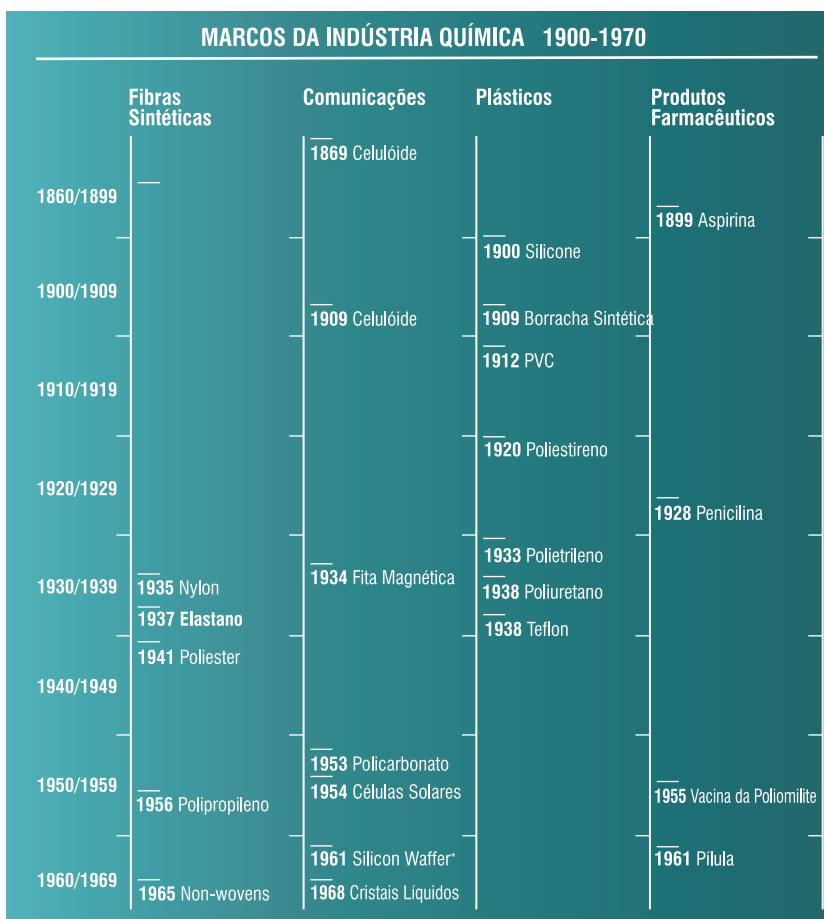
- 1922 – criação da Institution of Chemical Engineers (IChemE), tendo como primeiro presidente Sir Arthur Duckham;
- 1924 – primeiros doutoramentos em Engenharia Química no MIT;
- 1932 – acreditação, pela primeira vez, de 14 cursos de Engenharia Química pelo American Institute of Chemical Engineers;
- 1934 – primeira edição do *Handbook of Chemical Engineers*, de Perry e Chilton (atualmente na 8ª edição);
- 1953 – criação da European Federation of Chemical Engineers.

A Primeira e Segunda Guerras Mundiais levaram ao desenvolvimento da profissão de engenheiro químico. No pós-guerra, empresas como a Basf, Bayer, Hoechst, Imperial Chemical Industries (ICI),

Shell, etc. foram requerendo um número crescente de profissionais de Engenharia Química (PORTAL LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS, 2009).

O século XX foi marcado por um desenvolvimento acentuado da indústria química, particularmente a partir da década de 30, com a indústria de derivados de petróleo e indústria petroquímica, com o desenvolvimento de fibras sintéticas, como, por exemplo, o nylon, descoberto por Wallace Hume Carother, o *boom* da indústria do plástico (décadas de 30 e 40), que impactaram no ensino de Engenharia Química. O desenvolvimento da indústria petroquímica contribuiu para a afirmação dos engenheiros químicos no mercado de trabalho, gerando uma procura crescente por profissionais dessa área.

Na Figura 1.3, são apresentados os grandes marcos da indústria química entre 1900 e 1970, em quatro grandes áreas da Engenharia Química.



**FIGURA 1.3** – MARCOS DA ENGENHARIA QUÍMICA ENTRE 1900 E 1970

Fonte: Portal Laboratórios Virtuais de Processo Químicos (2009).

Para celebrar a enorme contribuição da Engenharia Química, no século passado, para a qualidade de vida do homem, o AIChE compilou uma lista das 10 maiores realizações da Engenharia Química, a qual inclui (FREITAS, 2005):

- os desenvolvimentos atômicos (possibilitando avanços na medicina, biologia, agricultura e arqueologia);
- a era do plástico;
- o reator humano (permitindo melhorias no tratamento clínico, desenvolvimento de dispositivos terapêuticos e de diagnóstico e órgãos artificiais);
- a massificação de medicamentos;
- as fibras sintéticas;
- o ar liquefeito (possibilitando a separação de nitrogênio e oxigênio);
- os avanços na área Ambiental (incluindo tratamento de resíduos e prevenção de poluição);
- os avanços na área de Alimentos (incluindo fertilizantes, biotecnologia e processamento de alimentos);
- a indústria petroquímica;
- e a borracha sintética.

**37**

Ao longo do desenvolvimento da indústria química e da própria concepção de Engenharia Química, os engenheiros químicos, pela sua forte fundamentação de conceitos e pela gama de atividades e processos que constituem a Engenharia Química, passaram a se envolver em novas áreas, multidisciplinares, como a Saúde, a Biotecnologia, a Microeletrônica, a Nanotecnologia, o Meio Ambiente, Energia, dentre várias outras, desencadeando o aparecimento de diversas modalidades de Engenharia oriundas da Engenharia Química clássica, tais como Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Engenharia Bioquímica, Engenharia Ambiental, Engenharia de Energia e Engenharia de Materiais.

A Engenharia Química tem sido fundamental para o desenvolvimento dessas áreas. Alguns exemplos disso são: no campo da Saúde, a produção em massa de medicamentos, desde a penicilina até a insulina e antibióticos; o tratamento da água de consumo, evitando a propagação de doenças epidêmicas; a utilização em massa de equipamentos de diálise, surgidos em 1945, que se deve a desenvolvimentos relacionados com a Engenharia Química. Do ponto de vista ambiental, seus conhecimentos são decisivos para o desenvolvimento de processos mais limpos, energeticamente mais eficientes, com combustíveis mais verdes, que permitirão a sobrevivência do planeta. Ferro e aço, ao invés de materiais sintéticos (polímeros) de alta resistência, continuariam a ser os principais componentes na fabricação de carros, que pesariam três toneladas. A borracha sintética, os plásticos, as fibras sintéticas, os combustíveis, as

tintas, os detergentes, as conservas alimentares, os produtos lácteos de longa duração, os sistemas de refrigeração, o papel etc. são produtos que não fariam parte do cotidiano sem a Engenharia Química. Além disso, seus profissionais estão capacitados para abordar escalas muito diversas, desde os  $10^{-9}$  m da escala do átomo (nanômetros) aos  $10^3$  m da escala do quilômetro; desde os  $10^{-12}$  s da escala do picosegundo aos  $10^4$  s da escala da hora. Os engenheiros químicos são também responsáveis pela transposição dos desenvolvimentos laboratoriais para a escala industrial. Pode-se afirmar que a Engenharia Química é o ramo das Engenharias de maior espectro (PORTAL LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS, 2009).

### **A Indústria Química e a Engenharia Química no Brasil**

**38** Desde o Descobrimento do Brasil até aproximadamente 1530, as atividades extrativas, quase que exclusivamente a de pau-brasil, eram as únicas atividades econômicas existentes no país. Com o processo de colonização, iniciado para diminuir o fluxo de mercadorias comercializadas ilegalmente, a cultura da cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil, constituindo-se na primeira atividade agroindustrial do país, e motivando a implantação de engenhos de açúcar. O primeiro deles, engenho de São Jorge, foi implantado em 1532, logo após a chegada de Martim Afonso de Sousa (1531) em São Vicente (SP). A partir do final do século XVI, o cultivo da cana-de-açúcar e a produção de açúcar tornaram-se as principais atividades econômicas do Brasil. A fabricação de açúcar expandiu-se a partir do litoral de São Vicente, chegando à Bahia e Pernambuco. Pode-se dizer que a obtenção do açúcar foi, sem dúvida, a primeira atividade, no país, de transformação de matéria-prima em um produto economicamente viável, sendo esta considerada a primeira experiência “industrial” na colônia. Desde o início e, por um longo tempo, o açúcar foi o sustentáculo da economia brasileira e suas exportações constituíam-se em importantes fontes de recursos para a Coroa Portuguesa. Produzia-se apenas o açúcar bruto, que era exportado para a Europa e para os Estados Unidos, onde passava por uma etapa de refino antes de ser distribuído aos consumidores. No final do século XVI, a produção anual de açúcar no Brasil era de 4.500 toneladas, produzidas por 117 engenhos, sendo 66 localizados na capitania de Pernambuco, 36 na capitania da Bahia, 6 na do Espírito Santo, 6 na capitania de São Vicente e 3 na do Rio de Janeiro. Mas até o final do século XIX, não existia no Brasil nenhuma grande usina de açúcar (CARRARA JUNIOR, MEIRELLES, 1996; CREMASCO, 2005).

A indústria açucareira catalisou uma série de outras atividades na Colônia. Nos engenhos, ocorria também a produção de aguardente em instalações anexas ou em estabelecimentos exclusivos para esse fim, denominados *engenhocas*. Nas áreas de influência dos engenhos, foi desenvolvida uma série de atividades para produção de bens de consumo essenciais e alimentos, visando à autossuficiência dessas unidades e, em poucos casos, à comercialização. Assim, veio de Portugal a técnica de fazer sabão a partir



de sebo de boi ou carneiro, para lavagem de roupas e limpeza em geral. Os colonos, em decorrência do difícil acesso aos medicamentos produzidos na Europa, também assimilaram as práticas terapêuticas indígenas que exploravam a diversidade da flora brasileira.

Sendo a única atividade econômica de importância no Brasil por 150 anos, a produção de açúcar cresceu rapidamente, de modo que, no século XVII, o Brasil já detinha o monopólio internacional do produto, com uma produção anual de milhões de arrobas. Em termos de comércio mundial, essa atividade desempenhava a mesma liderança exercida pelo carvão nos séculos XVIII e XIX, e pelo petróleo no século XX. Mas, ao final do século XVII, com o início do cultivo da cana-de-açúcar no Suriname e nas Antilhas pelos holandeses, iniciou-se uma disputa acirrada pelos mercados europeu e americano, tornando delicada a situação econômica brasileira. Associado a isso, verificou-se um processo de deslocamento da mão de obra escrava para o interior do país, em virtude da exploração de minas de metais preciosos. Pontualmente, houve um aumento da demanda de açúcar pelo mercado internacional, principalmente o inglês, na ocasião da guerra da Independência dos Estados Unidos e de guerras travadas contra o Império de Napoleão. Mas, em 1747, iniciou-se a queda definitiva da demanda pelo produto brasileiro, quando o químico alemão Marggraf considerou não haver diferença entre o açúcar obtido da cana-de-açúcar e o da beterraba. Em 1802, instalou-se a primeira usina de açúcar a partir da beterraba na Baixa Silésia. A partir de então, a Europa passou a demandar, de forma crescente, o açúcar produzido internamente, fortalecendo o desenvolvimento dessa indústria na Alemanha, favorecida pelo bloqueio imposto por Napoleão (CARRARA JUNIOR, MEIRELLES, 1996; CREMASCO, 2005).

39

Em virtude de medidas restritivas que foram impostas pela Coroa Portuguesa às atividades na colônia e, mais especificamente, àquelas associadas ao processamento químico, o investimento em indústrias no Brasil foi bem limitado. O elenco de atividades econômicas era reduzido, apresentando características puramente extrativas ou associadas, direta ou indiretamente, aos engenhos ou à mineração. As principais atividades eram:

- a extração de pau-brasil e de corantes como anil, cochonilha, nanquim, cerne de tatajuba (de cor amarela), cipó mucuna, e outros cujo conhecimento se deu por meio dos indígenas, como o branco da tabatinga (um tipo de argila usado na caiação de casas), o vermelho de urucum (empregado na tintura de tecidos e para corar o rosto), o preto de jenipapo (usado como tinta de escrever) e o jaracandá (de coloração escura e tons violáceos);
- a atividade farmacêutica (com predominância do empirismo nas prescrições com base na rica flora medicinal nativa);
- a extração mineral, correspondente à extração de sal (cloreto de sódio), salitre (nitrato de potássio), amoníaco (cloreto de amônio) para fins farmacêuticos em menor escala; e os primeiros produtos inorgânicos, com destaque para o óxido de cálcio (cal virgem), considerado o primeiro

produto químico inorgânico efetivamente obtido no Brasil, utilizado na caiação de casas e nas construções para união de pedras quando misturado a óleo de baleia ou de peixe;

- a metalurgia do ferro (a produção de ferro era tolerada principalmente porque estava ligada à subsistência da colônia, para que não houvesse interrupções na produção de bens destinados ao comércio monopolista de Portugal ou para garantir o fornecimento desse material para a Metrópole quando, por algum motivo, houvesse falta do mesmo);
- a iluminação devido à manipulação de combustíveis (o primeiro combustível empregado no Brasil com esse fim foi o azeite de baleia);
- atividade manufatureira incipiente e pequenas artes mecânicas, concentradas nos engenhos e nas cidades.

Assim, enquanto na Europa ocorria a Revolução Industrial (por volta de 1760), no Brasil havia restrições ao investimento em indústrias, com o ápice, em 5 de janeiro de 1785, com a assinatura do Alvará por Dona Maria I, que proibia as atividades manufatureiras no Brasil. Com a vinda da família real portuguesa para o Brasil, D. João VI assinou o Alvará de 1º de abril de 1808, revogando as medidas restritivas anteriores e abrindo os portos brasileiros para o comércio. No entanto, os investimentos continuaram desestimulados no Brasil, em virtude de acordos comerciais assinados entre 1810 e 1844, principalmente com a Inglaterra, em que eram feitas concessões tarifárias às importações provenientes daquele país. Além disso, a utilização de mão-de-obra escrava, não especializada, dificultava a diversificação das atividades econômicas e tornavam rudimentares as suas práticas. Por isso, entre os séculos XVIII e XIX, enquanto alguns países da Europa ocidental se encontravam em plena industrialização, o Brasil permanecia como exportador de gêneros agrícolas, papel que desempenhou até sua independência política em 1822 (CARRARA JUNIOR; MEIRELLES, 1996; CREMASCO, 2005).

40

As primeiras tentativas de modernização da indústria química brasileira em termos de mecanização só se deram após a Guerra do Paraguai (1865 -1870). Segundo Suzigan (2000), o capital industrial no Brasil surgiu em 1880. Foi a partir desse ano, que foram estabelecidas grandes fábricas de tecidos; a indústria de tintas (1886) com Paul Hering (em Blumenau, SC); a Fábrica de Productos Chimicos de Luís de Queiroz & Cia., em São Paulo, em 1895, visando à produção de produtos químicos e farmacêuticos, considerada o marco inicial da produção em larga escala do setor químico brasileiro; e que se desenvolveram as indústrias de papel e celulose, usinas de açúcar, cervejaria, fábricas de fósforo, entre outras. Acompanhando o surgimento do capital industrial, surgiram, no país, os primeiros cursos superiores ligados à área industrial. Assim, em 1893, na Universidade de São Paulo e, em 1896, na Escola de Engenharia do Mackenzie College (unidade pioneira da atual Universidade Presbiteriana Mackenzie), foram criados, respectivamente, os primeiros cursos de Engenharia Industrial no país, precursores dos atuais cursos de Engenharia Química.

A partir da década de 10, as multinacionais começaram a ser instaladas. Em 1905, foi fundada a Moinhos Santista; em 1911, a multinacional alemã Bayer; em 1912, a Cia. Brasileira de Carbureto de Cálcio pertencente ao grupo belga Solvay; em 1912, instalou-se a americana White Martins; em 1919, foi criada a Rodhia Brasileira, pertencente ao grupo francês Rhône-Poulenc; 1934, a Sanbra; 1936, a Tintas Coral. Para atender às indústrias no Brasil, o Professor Alfred Cownley Slater, do Mackenzie College, propôs, em 1911, a criação do curso de Química Industrial, de nível médio, para formação de técnicos industriais. Em 1915, esse curso foi anexado à Escola de Engenharia do Mackenzie College, com duração de três anos (CREMASCO, 2005; SUZIGAN, 2000).

Da mesma maneira como ocorreu com os países da Europa e com os Estados Unidos, com a Primeira Guerra Mundial, houve a necessidade de substituir alguns produtos químicos importados, principalmente matérias-primas e insumos básicos, por similares desenvolvidos no país. Isso levou ao desenvolvimento industrial e, no Brasil, o aço, carvão, soda cáustica e óleo de caroço de algodão eram os principais produtos. A diversificação industrial começou somente a partir de 1920 com novos incentivos governamentais. O modelo de desenvolvimento era o de importação maciça de tecnologia e matérias-primas. Paralelamente, foram criados diversos cursos de Química Industrial no país: 1920, na Universidade de São Paulo (USP); 1920, na Escola Politécnica da Bahia, depois Universidade Federal da Bahia (UFBA); 1922, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); e 1924, na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi, também na década de 20, que surgiram os primeiros cursos de Engenharia Química. Em 1922, Slater criou e estruturou, na Escola de Engenharia do Mackenzie College, o primeiro curso de Engenharia Química do Brasil, contendo tópicos de metalurgia e mecânica aplicadas à indústria de transformação. Em 1925, iniciou-se na USP o segundo curso de Engenharia Química do país, que teve como precursores o Curso de Engenharia Industrial criado em 1893 e extinto em 1926, o curso de Química criado em 1918 e o curso de Química Industrial criado em 1920 e extinto em 1935. Os cursos de Engenharia Química e de Química Industrial, na USP, coexistiram, portanto, por 10 anos (CREMASCO, 2005).

A crise mundial de 1929 (“Grande Depressão”, nos Estados Unidos) afetou a economia brasileira que, até então, baseava principalmente na produção e na exportação de café. Com a crise, uma parcela razoável do capital cafeeiro foi reinvestida em atividades urbanas fabris, como a produção de alimentos e tecidos, modificando e dinamizando a economia brasileira com a lenta transição do predomínio do capital agrícola para o capital industrial. Houve uma queda nos investimentos em quase toda indústria de transformação. A partir de 1933, houve um novo aumento nos investimentos, novas indústrias foram instaladas e as importações começaram a ser substituídas. A indústria começou a assumir, na economia brasileira, o lugar antes ocupado pela agricultura.

A Segunda Guerra Mundial (1939–1945) beneficiou a produção interna no Brasil, pois o país, além de ter dificuldade em comercializar com a Europa, precisava substituir os produtos industrializados, que eram importados para atender ao mercado interno. Na década de 1940, o Brasil continuou a importar inúmeros produtos químicos, mas, a partir daí, iniciou-se um processo de desenvolvimento mais intenso

e diversificado. Portanto, entre 1930 e 1960, pode-se dizer que ocorreu a segunda e principal etapa da industrialização brasileira, baseada na união de capitais estatais, nacionais e capitais privados estrangeiros, e caracterizada pelo modelo de substituição de importações voltado para o abastecimento interno. Dois governantes foram decisivos nessa etapa de industrialização: Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek de Oliveira. Getúlio, em seu primeiro governo (1930–1945), foi o responsável pela infra-estrutura necessária para a instalação de indústrias no país, com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional em Volta Redonda; da Companhia Vale do Rio Doce, em Minas Gerais; da Fábrica Nacional de Motores; da Companhia Hidrelétrica de São Francisco. E, ainda, no seu segundo mandato (1950–1954), com a criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) em 1952 e da Petrobras em 1953. O governo de Juscelino marcou o início da internacionalização do parque industrial brasileiro (ALMEIDA, RIGOLIN, 2004).

42

Com relação à formação em Engenharia Química, tem-se que, na década de 1940, houve um pequeno aumento do número de cursos, mas quase que praticamente decorrentes dos cursos de Química Industrial existentes. Surgiram, na ocasião, os cursos de Engenharia Química nas Universidades Federais da Bahia, do Paraná e do Rio de Janeiro. Esses cursos introduziam os conceitos de Operações Unitárias, mas mantinham a abordagem descritiva dos processos industriais, de forma que esses conteúdos eram ministrados de forma dissociada. Até o final da década de 40, existiam sete cursos de Engenharia Química no país. Mas, mesmo assim, continuavam a ser criados cursos de Engenharia Industrial no país, a exemplo da Universidade de Minas Gerais – depois, em 1965, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) –, que só em 1961 teve esse curso substituído pelo de Engenharia Química. Na década de 1950 surgiram outros cursos de Engenharia Química, mas a maior parte era, ainda, proveniente dos cursos de Química Industrial, como é o caso do curso da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), criado em 1958. Nesses cursos, a abordagem continuava a ser de descrição de processos sobrepostos a conceitos de Operações Unitárias, apesar de os cursos de Engenharia Química dos demais países já terem introduzido, desde a segunda metade da década de 1940, o ensino das Ciências ou Fundamentos da Engenharia Química, visando à compreensão dos mecanismos que governavam os processos de transformação. A abordagem aqui adotada, de certa forma, ia ao encontro da política brasileira de importação de maquinário e de *know-how*. Até 1959, existiam 11 cursos de Engenharia Química no país, todos em nível de graduação (CREMASCO, 2005).

O grande desenvolvimento e a consolidação da indústria química brasileira ocorreram a partir da década de 60, tendo por base a indústria petroquímica. Em 1963, foi criado o Programa de Mestrado do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe/UFRJ) e, com isso, introduzidos, em âmbito acadêmico, o ensino e a abordagem de Fundamentos ou Ciências da Engenharia Química. Como conseqüência, foram criados outros cursos, agora com currículos tipicamente de Engenharia Química. Exemplos disso foram os cursos da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), criados em 1971 e 1974, respectivamente. No final

da década de 1960, houve o reconhecimento da profissão de engenheiro químico no Brasil (Lei Federal n.º 5.194, de 24 de dezembro de 1966, regulamentada pelo Decreto Federal n.º 620, de 10 de junho de 1969). No final da década de 1960, havia, no Brasil, 25 cursos de graduação, quatro de mestrado e um de doutorado. Em 1964, foi criado o Grupo Executivo da Indústria Química (Geiquim), primeiro instrumento de coordenação voltado para a indústria química e um dos fatores determinantes para a expansão no ensino de Engenharia Química (CREMASCO, 2005).

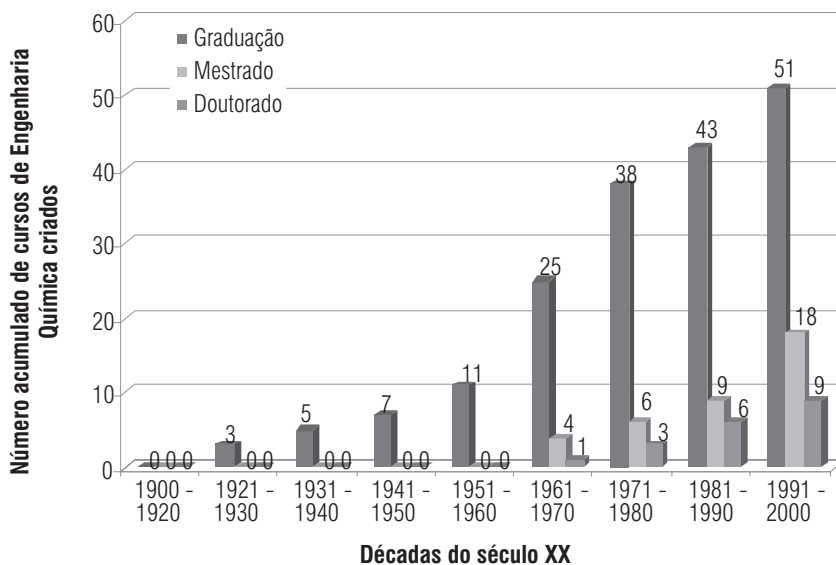
Em 1972, 1978 e 1982, foram instalados três polos petroquímicos no país, no Sudeste (São Paulo), no Nordeste e no Sul, respectivamente. A partir da década de 70, a área de fertilizantes desenvolveu-se significativamente, com um crescimento anual superior a 8%. Deve-se destacar o fato de que o grande desenvolvimento experimentado nas áreas Petroquímica e de Fertilizantes deveu-se, em grande parte, a um conjunto de ações do governo federal para esses setores. Em 1975, em vista da crise do petróleo, foi criado o Programa Nacional do Alcool (Proálcool) pelo governo federal. Esse programa possibilitou o crescimento contínuo da produção de álcool no país, chegando a 15 bilhões de litros em 1990.

Na década de 70, foi criada a Associação Brasileira de Engenharia Química (Abeq), com o objetivo de congregar pessoas físicas e jurídicas que se interessavam pelo desenvolvimento da Engenharia Química e pela valorização tecnológico-científica dos engenheiros químicos (CREMASCO, 2005). Até o final da década de 1970, haviam sido criados, no Brasil, 38 cursos de graduação, seis de mestrado e três de doutorado.

No início da década de 80, a ausência de intermediários para fármacos, defensivos agrícolas, catalisadores e corantes, dentre outros, produzidos no Brasil, apontou para a necessidade de desenvolvimento da indústria de química fina no país. Apesar de cerca de 85% das empresas responsáveis pela produção de fármacos e de intermediários para a indústria farmacêutica serem nacionais, 80% do faturamento total do setor estava concentrado em um conjunto de empresas, das quais 90% eram multinacionais. A criação, em 1980, da Nordeste Química S.A. (Norquisa) foi uma referência importante para o desenvolvimento da indústria de química fina no país. Em 1981, em função do crescimento experimentado pela indústria brasileira e da expansão do ensino de Engenharia Química, foi organizado o 1º Encontro Brasileiro sobre o Ensino de Engenharia Química, realizado em novembro de 1981, em Campinas. Esse encontro, que se tornou bienal, foi de extrema importância para a criação de novos cursos de Engenharia Química no país e, ainda mais, para a reformulação dos conteúdos curriculares dos cursos já existentes nos níveis de graduação e de pós-graduação. Em 1984, foi concebido o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) como um instrumento de implementação da política de desenvolvimento científico e tecnológico do governo federal, visando suprir lacunas no atendimento de algumas áreas prioritárias no país. Sendo a química uma área de inquestionável interesse para o Brasil, pela importância que representa para o aproveitamento de recursos naturais e pela natureza e posição que ocupa no setor industrial brasileiro, foi incluído, no PADCT, o Subprograma de Química e Engenharia Química. Esse programa foi concebido como resultado de constatações de que as carências da área vinham repercutindo

desfavoravelmente na indústria química, com reflexos sobre a indústria de transformação e sobre o desenvolvimento de setores prioritários, como o agrícola e o energético (PANIAGO, 1997). Uma análise do PADCT na área de Química e Engenharia Química, no período de 1985 a 1995, demonstra que o programa foi essencial para a consolidação de uma infra-estrutura para o desenvolvimento da pesquisa no país, com a criação de novos grupos e consolidação de outros que, ao receberem forte impulso, puderam adquirir nível internacional. Esse apoio à pesquisa, paralelamente ao apoio ao ensino de graduação e de pós-graduação, representou um salto significativo na formação de recursos humanos na área, parâmetro básico para o avanço do setor químico no país. Dessa forma, pode-se dizer que o PADCT catalisou a melhoria do padrão de formação de recursos humanos e contribuiu para a continuidade do esforço de pesquisa científica e tecnológica no país (FREITAS, 2002).

Com relação à formação de recursos humanos, tinham-se, ao final da década de 90, 51 cursos de graduação em Engenharia Química, 18 de mestrado e 9 de doutorado. Na Figura 1.4, é apresentada uma série histórica da criação de cursos de Engenharia Química no século XX.



**FIGURA 1.4** – TOTAL ACUMULADO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO SÉCULO XX

Fonte: Cremasco (2005).

Relativamente ao desenvolvimento do setor químico no país, observa-se que a abertura da economia brasileira, iniciada nos últimos anos da década de 80 e acelerada a partir de 1990, afetou profundamente a indústria química, especialmente por meio da rápida redução tarifária e da desregulamentação dos procedimentos burocráticos relativos a importações. O alcance dessas medidas foi exacerbado pela recessão interna e pelos efeitos sobre preços externos da recessão mundial. As empresas brasileiras do setor químico, para sobreviverem à situação criada e às dificuldades de planejamento oriundas

da intensificação inflacionária, recorreram a uma redução drástica de postos de trabalho, atingindo especialmente as atividades de planejamento estratégico, pesquisa aplicada e desenvolvimento. Uma medida dessa contração pode ser dada pela redução, à metade, do nível de emprego na indústria entre 1990 e 1996. Observou-se, ainda, um aumento significativo das exportações, que passaram de cerca de 2.500 toneladas em 1988 para aproximadamente 3.800 toneladas em 1993. Unidades ou linhas de produção não-competitivas foram paralisadas, paralelamente à ocorrência de diversas fusões, criando-se empresas de maior porte e escala econômica. Resultou em um pseudo-aumento de produtividade apenas pela reestruturação organizacional de redução de níveis hierárquicos, mas sem incorporação significativa de inovações tecnológicas. Concomitantemente, as subsidiárias brasileiras de empresas transnacionais suspenderam produções, dando preferência à importação de produtos químicos finais das respectivas matrizes, cujas instalações industriais se encontravam ociosas em função da recessão mundial.

Todas essas ações governamentais no início da década de 90, paralelamente a uma pressão mundial crescente face à nova ordem econômica que se consolidava, fragilizaram sobremaneira a indústria nacional, em especial o setor químico. Foi, no mínimo, um equívoco assumir que um setor fortemente dependente e centrado na petroquímica, cujo desenvolvimento historicamente se deu à luz da regulação estatal, pudesse, de repente, se ver livre de tal regulação. Uma brilhante análise sobre o assunto pode ser encontrada em Erber e Vermulm (1993).

Em 1993, houve uma modificação importante na política econômica. Esta deixou de ser eminentemente recessiva e viabilizou uma tímida retomada de crescimento do produto interno bruto. Ainda em 1993, houve uma reversão paulatina do quadro recessivo nos Estados Unidos, a qual se consolidou no primeiro semestre de 1994. Tal reversão também ocorreu na Alemanha e na França.

No Brasil, admitido o sucesso da política de redução da inflação, havia a perspectiva de consolidação, a partir de 1996, da tendência de queda da ociosidade industrial. A consequência seria a busca da produtividade e da competitividade à custa da incorporação de tecnologias atualizadas, exigindo a contratação de planejadores e de equipes de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), seja para atividades endógenas, seja para absorção e adequação de tecnologias exógenas. Essa tendência acentuou-se diante dos desafios para a indústria química brasileira, oriundos da formação de blocos econômicos, como o Mercosul, nos quais forçosamente coube ao setor industrial brasileiro um papel relevante, proporcional ao fato de ser, nesses blocos, o país mais industrializado (WONGTSCHOWSKI, 2002; FREITAS, 2002).

No setor químico, há subsetores de posições distintas quanto à disponibilidade internacional de tecnologia. No subsetor de produtos químicos básicos, há oferta de tecnologias embora a custos elevados. Já no subsetor caracterizado como de produtos de química fina, sejam intermediários de síntese ou produtos de desempenho, a oferta internacional de tecnologia é extremamente limitada e, na maioria dos casos, ausente. Exige, portanto, o desenvolvimento de tecnologias endógenas, demandando excelência de conhecimentos e competência especial nas atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Esse cenário leva à necessidade de um grande esforço de formação de pesquisadores e uma política eficaz de entrosamento entre o setor acadêmico e o industrial, por meio de mecanismos pouco utilizados no país. Não é possível conseguir um desenvolvimento sustentado, por períodos significativos, sem a utilização adequada do extravasamento de conhecimentos não apropriáveis, o que só ocorre mediante a intensificação do esforço de P&D no país. A globalização e a consequente exigência de competitividade em nível internacional demandam recursos humanos cada vez mais qualificados e continuamente atualizados nos seus conhecimentos.

O rápido desenvolvimento tecnológico das últimas décadas e a demanda crescente da sociedade por novos produtos fazem da Engenharia Química uma das áreas mais versáteis do mundo moderno. O setor químico é o que tem apresentado, nos últimos 30 anos, o maior crescimento em todo o mundo. No Brasil, observa-se também esse fato, especialmente nas décadas de 60 e 70, com o desenvolvimento da indústria petroquímica e, nas duas últimas décadas, com o crescimento das áreas de produtos naturais, biotecnologia e novos materiais.

Outro aspecto a ser destacado é o fato de que, com uma maior conscientização e com a legislação cada vez mais restritiva no que tange à questão ambiental em todo o mundo, a Engenharia Química tem se destacado nessa área, seja por meio do desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento de rejeitos, seja pelo desenvolvimento de novos processos que gerem menos rejeitos, as chamadas *tecnologias limpas*.

46

O setor químico e petroquímico do Brasil (maior segmento industrial do país) é caracterizado, em linhas gerais, por compor-se de empresas de pequena escala dentro do panorama mundial. Nesse panorama, no setor químico e petroquímico, pode-se considerar como escala mínima para investimentos autônomos em Ciência e Tecnologia (C&T), ou investimentos integrados com universidades, empresas com faturamento de 1 a 2 bilhões de dólares, enquanto que a maior parte das empresas brasileiras tem faturamento médio da ordem de 100 milhões. Esse fator (pequena escala), a forma de implementação da indústria química no Brasil, a falta de uma ideologia empresarial valorizadora da C&T como meio ou produto de geração de capital são algumas das causas mais importantes para o baixo nível de dispêndios em C&T pelas indústrias que atuam no país, sejam manufatureiros ou de serviços. Essa indústria passa por um processo de transformação que tem levado a aglutinações e ampliações de escala ou, por outro lado, venda e controle por grandes corporações internacionais.

Nessa mesma linha, na década de 90, observavam-se transformações significativas na indústria química mundial, caracterizadas por três aspectos principais: a globalização, a especialização e a concentração.

A evolução tecnológica, o mercado e a competição são os parâmetros principais para o desenvolvimento futuro do setor químico. O mercado, caracterizado pelos principais clientes da indústria



química – setor automobilístico, agricultura, pecuária, construção civil e indústria têxtil. A evolução tecnológica, como resultado da busca por melhoria e criação de novos produtos, redução de custos e preocupação com o meio ambiente. E a competição, representada por investimentos em P&D, formação de alianças estratégicas ou aquisições.

Uma característica importante do setor químico é o fato de que, além de capital-intensivo é também tecnológico-intensivo. Isto significa uma mudança permanente e cada vez mais acelerada, em processos e produtos, sob pena de perda de competitividade. Esse fato aponta, também, para a importância da área de fundamentos na formação de recursos humanos em nível de graduação e de pós-graduação, na medida em que a ênfase em processos acaba por sucumbir à obsolescência das técnicas aprendidas.

Considerando os cinco grandes setores da indústria química nacional (Petroquímica, Alcoolquímica, Fertilizantes, Química Fina e Cloro e Soda), observa-se que a década de 90 foi caracterizada por alterações significativas nesses setores, incluindo mudanças nos controles acionários, como resultado da desestatização, necessidade de adequação de processos produtivos à legislação ambiental, cada vez mais rigorosa, aumento da participação de empresas multinacionais, em especial na indústria de química fina, e suspensão de produção de vários produtos, passando-se a importá-los. Todos esses movimentos tiveram como pano de fundo as políticas governamentais e a busca de competitividade.

## **A Formação em Engenharia Química**

Sintetizando, do ponto de vista histórico, pode-se dizer que a Engenharia Química atravessou, até a atualidade, quatro períodos característicos (PORTAL..., 2009; THOBER, 1992):

- um primeiro período que vai desde os primórdios da atividade humana na área de manufatura até o estabelecimento formal da profissão em 1888, nos Estados Unidos; caracterizado pela não existência de um profissional formado na área da Engenharia Química, pela dificuldade de informações técnicas, devido à inexistência dessas informações (amadorismo) ou pelo segredo em que eram mantidas ou pelo empirismo nos processos decorrente da não disponibilidade de uma base científica desenvolvida;
- “período da química industrial”, que se estendeu de 1882 a 1915; caracterizado pela ideia do “receituário de processo”, em que se estudavam os diversos processos de manufatura como sendo independentes ou, quando muito, associados a famílias de processo, como a indústria dos silicatos, compreendendo a cerâmica, o vidro, os esmaltados etc.; a indústria dos fertilizantes, a indústria dos sabões e detergentes, celulose e papel, etc.;
- “período das operações e processos unitários”, entre 1915 e 1950; decorrente da ideia desenvolvida por Arthur D. Little, em 1915, de que os processos, quaisquer que fossem, eram

constituídos de passos ou etapas, que eram iguais nos diversos processos e que podiam ser analisados independentemente dos processos particulares em que estavam inseridos, com a vantagem de que essas chamadas operações unitárias eram em número reduzido, cerca de 30, ao contrário dos processos industriais que eram milhares e estavam sempre aumentando. O estudo dos processos em si era uma tarefa estafante e tendia à impossibilidade devido ao número crescente dos mesmos. O conceito desenvolvido por A. D. Little libertou o engenheiro químico dessa impossibilidade e estabeleceu as verdadeiras bases da Engenharia Química. As etapas de reações químicas foram igualmente desenvolvidas como processos unitários, o que, de certa forma, ordenou também o seu estudo e compreensão;

- período de 1950 até os dias atuais, denominado *período das ciências ou fundamentos da Engenharia Química*, em que ficou patente do que era a compreensão dos fenômenos de transporte (transferência de massa, de momento e de energia), da termodinâmica e da cinética das reações (conhecida, na época, como Engenharia das Reações Químicas), que permitiam o real conhecimento das operações unitárias.

No Brasil, da mesma forma que no restante do mundo, a formação atual do engenheiro químico é proporcionada por quatro eixos:

**48**

- os Fundamentos ou Ciências da Engenharia, constituídos pela Matemática, Física, Computação, Estatística e, no caso da Engenharia Química, a Química. Face à crescente inserção da Engenharia Química na área Biológica, há todo um movimento, em escala mundial, no sentido de se incorporar a Biologia como fundamento da área;
- os Fundamentos ou Ciências da Engenharia Química (Fenômenos de Transporte, Termodinâmica, Cinética e Cálculo de Reatores e Ciência dos Materiais);
- um eixo formado pelas Operações Unitárias, Processos e Projetos, abordados e compreendidos de uma forma integrada;
- um eixo de formação mais global, com conteúdos de Humanidades, Comunicação e Expressão, Gestão, entre outros.

Conforme Parecer CNE/CES nº 1.362, de 12 de dezembro de 2001 (publicado no *Diário Oficial da União*, de 25/02/2002, Seção 1, p. 17),

as tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática (BRASIL, 2001).

No sentido de garantir essa formação, foram instituídas pelo Ministério da Educação, pela Resolução CNE/CES nº 11/2002, de 11 de março de 2002 (publicada no *Diário Oficial da União* em 9 de abril de 2002, Seção 1, p. 32) 1/2002, (de 11 de março de 2002), as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2002). Por essas Diretrizes, todos os cursos de graduação em Engenharia devem apresentar uma estrutura da matriz curricular com um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e, ainda, um núcleo de conteúdos específicos, com o objetivo de promover a extensão e o aprofundamento dos conteúdos profissionalizantes.

As Diretrizes, em seu art. 2º, 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.

E o perfil de egresso estipulado é de um

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 (BRASIL, 2002).

No caso da Engenharia Química, tem-se que as Instituições de Educação Superior (IES), para cumprir o previsto nas Diretrizes Curriculares, devem proporcionar, aos seus egressos, uma formação com um sólido conhecimento dos fundamentos da Engenharia Química, fazendo com que os profissionais sejam capazes de integrar tais fundamentos, estruturá-los e aplicá-los, de forma criativa, crítica e consciente, à operação, concepção, projeto e desenvolvimento de sistemas, produtos e processos; atendendo, assim, não só às demandas locais, regionais e nacionais, mas, também, às perspectivas futuras da indústria química e dos setores afins. A aplicação do conhecimento deve se dar de uma forma consciente, respeitando os princípios éticos, sociais e ambientais necessários à existência de qualquer sociedade. Acredita-se que tal formação seja possível, aliando-se os conteúdos curriculares citados anteriormente, com mudanças metodológicas, com uma abordagem pedagógica centrada no aluno, tendo o professor exercendo um papel de tutor.

Atualmente, são ofertados, no Brasil, 77 cursos de Engenharia Química, dos quais um é cooperativo, um com ênfase em Fabricação de Celulose e Papel e dois são de Engenharia Química e Ciência Ambiental. Na Tabela 1.2, são apresentados os cursos com as instituições responsáveis por sua oferta, suas respectivas cargas horárias, tempos de integralização, número de vagas e regime de matrícula (BRASIL, 2009a). Os cursos, em sua maioria, são integralizados em 8, 9 ou 10 semestres, em regime anual ou semestral.

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Univ. Federal de Sergipe (UFS)	Sergipe (São Cristóvão)	01/03/71	3.990	8	50	Diurno (Matutino)	Semestral.
Eng. Quím.	Univ. Federal de São Carlos (UfscAr)	São Paulo (São Carlos)	18/07/76	3.960	10	80	Diurno	Semestral
Eng. Quím.	Fundação Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Minas Gerais (Viçosa)	01/03/07	3.900	10	40	Diurno	Semestral
Eng. Quím.	Pontifícia Univ. Católica do Paraná (PUC-PR)	Paraná (Curitiba)	01/03/93	3.618	10	120	Noturno	Annual Semestral
Eng. Quím.	Univ. Católica de Pernambuco (Unicap)	Pernambuco (Recife)	04/03/76	3.600	10	60	Vespert./Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Fundação Univ. Federal do Rio Grande (Furg)	Rio Grande do Sul (Rio Grande)	01/03/56	3.675	10	NC*	Integral	Annual
Eng. Quím.	Univ. de Caxias do Sul (UCS)	Rio Grande do Sul (Caxias do Sul)	05/03/79	3.750	10	50 50	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Gama Filho (UGF)	Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Eng. Quím.	Univ. Federal de Uberlândia (UFU)	Minas Gerais (Uberlândia)	01/02/63	4.050	10	45	Diurno	Annual

(continua)

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Pontifícia Univ. Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS)	Rio Grande do Sul (Porto Alegre)	01/03/76	3.970	10	60	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Presbiteriana Mackenzie (Mackenzie)	São Paulo (São Paulo)	23/08/94	4.485 Em Extinção	10	-	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Estadual de Campinas (Unicamp)	São Paulo (Campinas)	01/03/75	4.860	10	60	Diurno	Semestral.
Eng. Quím.	Univ. Estadual de Campinas (Unicamp)	São Paulo (Campinas)	01/03/92	4.890	11	40	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. de São Paulo (USP)	São Paulo (Lorena)	29/06/70	3.795	9	80	Matutino/ Vespert.	Semestral
Eng. Quím. (Coope-rativo)	Univ. de São Paulo (USP)	São Paulo (São Paulo)	01/02/99	840	2	NC	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Estadual de Maringá (UEM)	Paraná (Maringá)	01/10/72	3.944	10	90	Integral	Anual
Eng. Quím.	Univ. Regional de Blumenau (FURB)	Santa Catarina (Blumenau)	13/03/73	3.996	11	50 50	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. da Região de Joinville (Univille)	Santa Catarina (Joinville)	01/03/05	4.196	10	53	Noturno	Anual
Eng. Quím.	Univ. Federal de São João Del Rei (UFSJ)	Minas Gerais (Ouro Branco)	31/03/08	3.760	10	50	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. do Sagrado Coração (USC)	São Paulo (Bauru)	07/02/08	3.634	10	60 60	Diurno Noturno	Semestral

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas		Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Univ. de Uberaba (Unibe)	Minas Gerais (Uberaba)	07/02/08	4.347	10	37		Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Estácio de Sá (Unesa)	Rio de Janeiro (Macaé)	11/02/08	3.880	9	60		Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp)	São Paulo (Ribeirão Preto)	17/02/86	4.104	10	80		Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Faculdade de São Bernardo do Campo (Fasb)	São Paulo (São Bernardo do Campo)	04/02/04	4.520	10	120		Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Faculdades Oswaldo Cruz (FOC)	São Paulo (São Paulo)	19/03/69	4.010	10	50 210		Diurno Noturno	Anual
Eng. Quím.	Univ. Metodista de Piracicaba (Unimep)	São Paulo (Santa Bárbara d'Oeste)	21/02/94	4.080	10	80 80		Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. do Vale do Paraíba (Univap)	São Paulo (São José dos Campos)	11/02/08	3.660	10	60 60		Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Presidente Antônio Carlos (Unipac)	Minas Gerais (Ipatinga)	07/02/08	4.280	10	60 60		Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Centro Universitário Una (UNA)	Minas Gerais (Belo Horizonte)	01/08/08	3.600	9	55 55		Diurno Noturno	Semestral

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni-BH)	Minas Gerais (Belo Horizonte)	01/02/08	3.600	10	100 100	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Universidade de Salvador (Unifacs)	Bahia (Salvador)	01/03/08	3.600	10	80 40	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Luterana do Brasil (Ulbra)	Rio Grande do Sul (Canoas)	31/10/91	3.604	9.	60	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Centro Universitário Luterano de Manaus (Ceulm/Ulbra)	Amazonas (Manaus)	24/04/01	3.706	10	60	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Bandeirante de São Paulo (Uniban)	São Paulo	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Eng. Quím.	Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Alvares Penteado (Feaap)	São Paulo (São Paulo)	12/02/69	4.350	10	NC	Integral	Anual
Eng. Quím.	Univ. de Guarulhos (UNG)	São Paulo (Guarulhos)	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Eng. Quím.	Univ. do Extremo Sul Catarinense (Unesc)	Santa Catarina (Criciúma)	21/02/07	4.410	10	50	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. do Sul de Santa Catarina (Unisul)	Santa Catarina (Tubarão)	01/03/80	3.660	10	40	Noturno	Semestral

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Univ. de Franca (Unifran)	São Paulo (Franca)	04/03/96	3.600	10	60	Noturno	Anual
Eng. Quím.	Univ. de Mogi das Cruzes (UMC)	São Paulo (Mogi das Cruzes)	01/03/72	3.600	9	NC	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Pontifícia Univ. Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)	Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)	01/03/48	3.600	9	50	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)	Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)	02/01/76	3.960	10	40 40	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Maranhão (UFMA)	Maranhão (São Luís)	20/04/07	4.050	10	80	Matutino	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Pará (UFPA)	Pará (Belém)	01/03/72	2.601	10	50	Vespert.	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Rio Grande do Norte (Natal)	01/02/74	4.350	10	60	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Paraná (UFPR)	Paraná (Curitiba)	01/01/54	4.090	10	88	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal Fluminense (UFF)	Rio de Janeiro (Niterói)	17/04/70	4.011	10	80	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Espírito Santo (UFES)	Espírito Santo (São Mateus)	07/08/06	3.780	10	50	Integral	Semestral



**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Univ. Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)	Rio de Janeiro (Seropédica)	15/03/66	3.350	10	80	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal de Minas Gerais (UFMG)	Minas Gerais (Belo Horizonte)	01/03/42	3.540	10	60	Diurno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal de Alagoas (Ufal)	Alagoas (Maceió)	03/09/86	3.720	10	40 20	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal da Bahia (UFBA)	Bahia (Salvador)	05/03/42	4.148	10	80	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal de Pernambuco (UFPE)	Pernambuco (Recife)	01/03/46	3.885	10	90	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Rio Grande do Sul (Porto Alegre)	01/03 de 1896	3.555	10	75	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal de Santa Maria (UFSM)	Rio Grande do Sul (Santa Maria)	03/03/77	4.020	10	22	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal do Ceará (UFC)	Ceará (Fortaleza)	06/03/65	3.768	10	70	Integral	Misto
Eng. Quím.	Univ. Federal de Santa Catarina (UFSC)	Santa Catarina (Florianópolis)	01/03/79	4.356	10	50	Integral	Semestral

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Univ. Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)	28/07/33	3.600	10	116	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Federal de São Paulo (Unifesp)	São Paulo (Diadema)	06/03/07	5.320	10	50	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)	Paraná (Toledo)	10/04/95	4.645	10	40	Integral	Anual
Eng. Quím.	Instituto Militar de Engenharia (IME)	Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)	26/08/30	4.390	10	NC	Integral	Anual
Eng. Quím.	Faculdade Pio Décimo (FPD)	Sergipe (Aracaju)	09/02/98	3.810	10	50 50	Vespert. Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Faculdade de Aracruz (FAACZ)	Espírito Santo (Aracruz)	25/02/02	4.840	10	40 40	Vespert. Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Santa Cecília (Unisantia)	São Paulo (Santos)	08/02/93	3.672	10	150	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Instituto Superior Tupy (IST)	Santa Catarina (Joinville)	24/07/06	4.324	10	100	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (Ceun-IMT)	São Paulo (São Caetano do Sul)	10/05/62	4.080	10	80 60	Diurno Noturno	Anual

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Faculdade Japi (Ijes)	São Paulo (Jundiaí)	18/02/02	4.000	10	100 50	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Faculdade Regional da Bahia (Farb)	Bahia (Salvador)	04/08/08	3.690	10	100 100	Diurno Noturno	Semestral
Eng. Quím. (Énf. em Fab. de Celulose e Papel)	Fac. de Telémaco Borba (Fateb)	Paraná (Telémaco Borba)	09/02/04	3.860	10	100	Noturno	Semestral
Eng. Quím.	Centro Univ. da Fundação Ed. Inaciana Pe. Sabóia de Medeiros (FEI)	São Paulo (São Bernardo do Campo)	25/05/46	5.040	10	NC	Matutino/ Vespert.	Semestral
Eng. Quím.	Fac. de Ciência e Tecnologia de Montes Claros (Facit)	Minas Gerais (Montes Claros)	04/02/03	4.320	10	40 40	Diurno Noturno	Anual Semestral
Eng. Quím.	Univ. Fed. de Campina Grande (UFCG)	Paraíba (Campina Grande)	02/05/79	4.170	9	60	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Univ. Comunitária Regional de Chapecó (Unocha-Pecó)	Santa Catarina (Chapecó)	16/02/98	4.125	10	50	Integral	Semestral
Eng. Quím.	Centro Univ. Padre Anchieta (Unianchieta)	São Paulo (Jundiaí)	01/02/08	4.050	10	60 180	Diurno Noturno	Semestral

**Tabela 1.2** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

Habilitação	IES	Estado (Município)	Início	Carga Horária	Integralização (semestre)	Vagas	Turno	Regime de Mat.
Eng. Quím.	Fundação Univ. Federal do Pampa (Unipampa)	Rio Grande do Sul (Bagé)	18/09/06	3.600	10	50	Integral	Semestral
Eng. Quím. e Ciênc. Amb.	Centro Univ. das Fac. Assoc. de Ensino – FAE (Unifae)	São Paulo (São João da Boa Vista)	11/02/08	3.600	10	50	Noturno	Anual
Eng. Quím. e Ciênc. Amb.	Centro Univ. das Fac. Assoc. de Ensino – FAE (Unifae)	São Paulo (São João da Boa Vista)	13/02/06	3.600 Em Extinção	8	50	Noturno	Anual

\* Não consta a informação no portal SiedSup (BRASIL, 2009a).

## **CAPÍTULO II**



# PECULIARIDADES DAS DEMAIS MODALIDADES DE ENGENHARIA DO GRUPO IV

61

## ENGENHARIA TÊXTIL

### Breve Histórico da Origem e dos Avanços da Engenharia Têxtil

#### *Origem*

A atividade têxtil data de 1.900 a.C. Nessa época, as fiandeiras entrelaçavam fibras de origem animal ou vegetal entre os dedos para obter o fio necessário ao fabrico das vestimentas. Esse processo, que deu origem ao fuso manual, é retratado em ilustrações do antigo Egito.

No período de 500 a.C a 750 d.C. a Índia mecanizou a fiação intermitente, acionada por meio da roca. Somente muito depois, por volta de 1300, esses equipamentos chegaram à Europa.

Todavia, o fator que impulsionou de maneira significativa o desenvolvimento da indústria têxtil ocorreu em consequência da expansão do cultivo do algodão atrelada à criação da máquina a vapor, tornando o setor têxtil um dos marcos da Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII. A substituição das ferramentas pelas máquinas, da energia humana pela energia motriz e do modo de produção doméstico pelo sistema fabril constituiu a Revolução Industrial, assim chamada em função do enorme impacto sobre a estrutura da sociedade, em um processo de transformação acompanhado por notável evolução tecnológica.

O desenvolvimento da indústria têxtil deu-se com o desenvolvimento do seu maquinário. Até a segunda metade do século XVIII, a grande indústria inglesa era a tecelagem de lã, mas a primeira a mecanizar-se foi a do algodão. Para alguns historiadores, a Revolução Industrial teve início em 1733, com a invenção da lançadeira volante por John Kay que, ao ser adaptada aos teares manuais, aumentava a capacidade de tecer. Em 1763, um tecedor de algodão chamado James Hargreaves criou uma máquina de fiar em madeira, denominada *Spinning Jenny*, que, embora acionada manualmente, possibilitava um aumento significativo da produção, permitindo ao artesão fiar até 80 fios por vez. Todavia, essa máquina tinha a limitação de produzir fios finos e quebradiços. Alguns anos depois, em 1769, foi patenteada por um dos seus inventores (Richard Arkwright) a *Waterframe*, primeira fiadeira a trabalhar de forma contínua, que, apesar de movida a água e econômica, apresentava a desvantagem de produzir fios grossos. Posteriormente, em 1779, Samuel Crompton, combinou as duas máquinas em uma só, a *mule*, conseguindo fios finos e resistentes.

Com o desenvolvimento das máquinas de fiar, houve um desequilíbrio na produção de fios em relação à de tecidos, até que, em 1785, Edmond Cartwright inventou o *tear mecânico* que constituiu uma importante contribuição para a produção em massa. Entretanto, leis inglesas proibiram a exportação de maquinaria têxtil, dos desenhos das máquinas e das especificações escritas das mesmas, que permitiriam a sua construção em outros países. Isso conferiu à Inglaterra a supremacia no setor, na segunda metade do século XVIII e no início do século XIX.

62

No século XIX, ocorreram alguns desenvolvimentos na Engenharia Têxtil visando à produção em massa, mas o ritmo das máquinas ainda se manteve lento pelo menos até cerca de 1940. A partir de então, novos equipamentos foram lançados, objetivando maior eficiência e rapidez. Hoje o processo é totalmente automatizado.

A automatização permitiu um desenvolvimento acirrado em países cuja tradição têxtil é milenar, a exemplo da Índia e da China, e que hoje despontam como grandes produtores mundiais. Outro fator que beneficiou esses países foram as novas regras da Organização Mundial do Comércio (OMC) que abriram, em consequência do mercado livre, um setor protegido por mais de 30 anos. Janeiro de 2005 marcou o fim do sistema de quotas que, durante décadas, beneficiou os países em desenvolvimento, por meio do limite à quantidade de têxteis que os países poderiam exportar para os maiores mercados. Desde a abolição das quotas restritivas para os têxteis e o vestuário, os maiores produtores da Ásia (China e Índia) ganharam espaço no mercado mundial, em detrimento de alguns países pobres onde as indústrias têxteis e de vestuário prosperaram devido às quotas.

A história da humanidade, no presente e no passado, jamais poderá ignorar a importância do setor têxtil para as civilizações, na medida em que influenciou continuamente o seu destino e incorreu em mudanças efetivas dos cenários sociais.



### *O setor têxtil no Brasil*

De acordo com Monteiro Filha e Corrêa (2002), o período de 1844 a 1913 pode ser considerado como a fase efetiva da implantação do setor têxtil no Brasil, uma vez que o período que se estende de 1500 a 1844 teve como característica fundamental a incipiência da indústria. Nesse período, as diretrizes da política econômica para as Colônias eram ditadas pela Metrópole. Assim, era comum a adoção de políticas de estímulo ou restrição, segundo seus interesses ou necessidade de cumprimento de acordos comerciais com outros países.

Em 1785, por Alvará de D. Maria I, foram fechadas todas as fábricas de tecidos de algodão, lã e outras fibras, com exceção daquelas que fabricavam tecidos grosseiros destinados à vestimenta de escravos e para enfiamento ou embalagens. A determinação da extinção das fiações e tecelagens existentes no Brasil tinha por objetivo evitar que um número maior de trabalhadores agrícolas e extrativistas minerais fossem desviados para a indústria manufatureira. Esse Alvará é extremamente representativo do poder coercitivo que exercia a autoridade central colonizadora sobre qualquer esforço de desenvolver uma atividade manufatureira, quer por parte dos nativos, quer pelos próprios colonos portugueses.

Com a chegada de Dom João VI ao Brasil, o Alvará de D. Maria I foi revogado, mas o surto industrialista que poderia ter sido verificado não ocorreu. Ao contrário, foi aniquilado em razão de medidas econômicas de interesse da Metrópole que assinara, em 1810, um tratado de aliança e comércio com a Inglaterra, instituindo privilégios para os produtos ingleses, reduzindo os direitos alfandegários para 15%, taxa essa inferior até mesmo à aplicada para os produtos portugueses que entrassem no Brasil. Com isso, a incipiente indústria têxtil não tinha como competir com os tecidos ingleses, perdurando essa situação até 1844, quando um novo sistema tarifário veio comandar o processo evolutivo da industrialização.

Em 1844, esboçou-se a primeira política industrial brasileira, quando foram elevadas as tarifas alfandegárias para a média de 30%, fato que provocou protestos de várias nações europeias. A medida propiciou um estímulo à industrialização, especialmente para o ramo têxtil, que foi o pioneiro desse processo. Contudo, o processo de industrialização não se deu de imediato; ele foi lento, podendo ser considerado o período de 1844 a 1913 como a fase de implantação da indústria no Brasil.

De acordo com Carrara Junior e Meirelles (1996), o primeiro estágio da mecanização nas fábricas de tecidos de algodão instaladas no Brasil constituiu-se no emprego de rodas d'água como base do sistema de acionamento dos demais equipamentos. A utilização da máquina a vapor teve duas experiências efêmeras na década de 1850: uma na Corte (São Pedro de Alcântara) e outra em Sorocaba/SP. Em 1857, na Fábrica Modelo, em Salvador, foi registrado o uso contínuo da máquina a vapor pela primeira vez na indústria têxtil brasileira. Conforme esses autores, as dificuldades relativas ao suprimento de carvão limitaram o emprego de máquinas a vapor a partir de 1870 às fábricas instaladas no litoral, principalmente nas cidades do Rio de Janeiro e Salvador, e em algumas localidades de São Paulo.

No interior, a utilização de carvão raramente se justificava em termos econômicos, de modo que houve uma preferência pelo uso da turbina elétrica, que garantiu a competitividade das fábricas localizadas no interior do país frente à concorrência dos tecidos importados.

Ainda em relação ao desenvolvimento tecnológico do setor têxtil, Carrara Junior e Meirelles (1996) relatam que, na primeira metade do século XIX, os tecidos fabricados no Brasil eram, em sua quase totalidade, brancos e que as raras exceções eram devidas ao uso de corantes vegetais ou à utilização de fios importados, tingidos na origem. As primeiras experiências registradas para o tingimento de tecidos de algodão foram realizadas em 1852 com corantes importados. Todavia, o pleito da redução das tarifas de importação desses materiais permaneceu não atendido até o final da Monarquia. Por essas dificuldades, bem como outras de caráter tecnológico, ao final do século XIX, a operação de tingimento só era realizada adequadamente em uma ou duas fábricas do Rio de Janeiro e São Paulo.

Segundo Weiss (1969), a partir de 1880, no Segundo Império, houve um acentuado progresso industrial. Fundaram-se 150 indústrias, das quais 60% eram destinadas ao setor têxtil, 15% à alimentação, 10% à indústria de produtos químicos e similares, 3,5% à de vestuários e objetos de tocador e 3% à metalurgia. Alguns fatores econômicos contribuíram para esse desenvolvimento, a exemplo da razoável cultura algodoeira já existente no país, da mão de obra abundante e do crescimento do mercado consumidor. Todavia, outros fatores de natureza não econômica influenciaram a evolução da indústria têxtil no Brasil que podem ser elencados, como, por exemplo, a guerra civil americana, a guerra do Paraguai e a abolição do tráfico de escravos. Nesse último caso, o capital que era aplicado no comércio de escravos ficou disponível para outros tipos de investimentos.

64

No início da Primeira Guerra Mundial, o Brasil já dispunha de um importante parque têxtil, mas a guerra pode ser considerada como fator decisivo na consolidação da indústria têxtil brasileira. A limitação da capacidade do país de importar propiciou a oportunidade de crescimento da produção interna no vácuo deixado pela falta de suprimento externo de tecidos. Assim, a interrupção do fluxo de entrada de artigos provenientes do exterior, pela concentração dos países europeus e dos Estados Unidos no esforço da guerra, funcionou como elemento de estímulo para o crescimento da indústria brasileira. Com o término do conflito na década de 20, novamente arrefeceu a atividade têxtil pela retomada das importações de tecidos diante da dificuldade de competição com os similares estrangeiros, que eram vendidos no Brasil a preços inferiores aos que eram cobrados em seus países de origem.

Em 1929, a grande crise que se abateu sobre a economia mundial propiciou nova oportunidade de crescimento da indústria brasileira, dado que a capacidade de importação foi drasticamente reduzida, levando praticamente todos os países a adotarem políticas de substituição dos importados pela produção interna das mercadorias necessárias ao seu abastecimento. Esse processo foi aprofundado pela eclosão da Segunda Guerra Mundial. Como os fornecedores tradicionais do Brasil estavam envolvidos no conflito, abriu-se a possibilidade de o mercado ser suprido por meio do incremento da produção interna, com

o surgimento de muitas fábricas em praticamente todos os setores da atividade manufatureira. Porém, terminado o conflito mundial, mais uma vez o setor tornou à situação anterior, na medida em que houve a perda dos clientes externos e queda das exportações.

A partir da segunda metade da década de 50, a indústria têxtil experimentou grandes transformações e, a partir de 1970, os incentivos fiscais e financeiros possibilitaram um movimento de fortes investimentos em modernização e ampliação da indústria têxtil, com vistas, principalmente, ao aumento das exportações brasileiras de produtos têxteis.

Em 1990, a abertura comercial e a consequente redução das tarifas de importação dos tecidos levaram o saldo da balança comercial têxtil a ficar negativo no período de 1996 a 1997. Em contrapartida, verificou-se o crescimento do consumo *per capita* de têxteis no Brasil, no período compreendido entre 1990 e 1999. De acordo com Gorini e Siqueira (1997), o setor voltou a crescer após adotar medidas que deram início a um processo de reestruturação, com a modernização do seu parque de máquinas, aumento da produtividade e a adoção de novas técnicas de gestão. Algumas ações do governo ajudaram a alavancar o setor, a exemplo do programa exclusivo de financiamento às indústrias têxteis, lançado, em 1996, pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O Brasil foi sempre um tradicional produtor de algodão, utilizando o que necessitava e exportando o excedente. Porém, na década de 90, com a queda acentuada da área cultivada e da produção, o Brasil passou à condição de segundo maior importador de algodão do mundo, chegando a importar por ano, cerca de 400.000 t de pluma, além de outros subprodutos do algodão. No entanto, a partir do início do ano 2000, o País voltou a ser autossuficiente em algodão, abastecendo a sua indústria têxtil e exportando o excedente.

A cadeia produtiva têxtil do Brasil, atualmente, é formada por aproximadamente 30.000 empresas entre fiações, tecelagens, malharias, estamparias, tinturarias e confecções, que geram cerca de 1,6 milhões de empregos formais e informais, e apresentou, no ano de 2006, um faturamento de US\$ 33 bilhões. O setor têxtil de confecções é um dos que mais emprega no país, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação, da qual representa 18,6 % do produto interno bruto.

Em 2007, a posição do Brasil no mercado mundial de têxteis correspondia ao 6º lugar na produção de fios, filamentos e tecidos planos, ao 2º lugar no que se refere aos tecidos de malha e ao 5º em confeccionados.

### *Os avanços da Engenharia Têxtil*

O processo produtivo da cadeia têxtil é iniciado com a matéria-prima indo para a fiação, seguindo para a tecelagem plana ou para a malharia e, finalmente, o acabamento. O produto de cada etapa é o

insumo para a seguinte. As matérias-primas para a fiação podem ser: fibras sintéticas (nylon, poliéster, lycra e polipropileno), fibras artificiais (viscose e acetato) e fibras naturais (algodão, seda, rami/linho, lã e juta).

As fibras artificiais surgiram em consequência da consolidação da indústria têxtil como uma das principais atividades econômicas do século XIX. Para Carrara Junior e Meirelles (1996), esse aspecto motivou os químicos a conduzirem suas pesquisas científicas no sentido de obter materiais artificiais com características semelhantes às das fibras naturais, e também de aumentar a diversificação de produtos auxiliares na indústria química, especialmente os corantes. Os trabalhos de investigação desenvolvidos culminaram com a formulação da malveína, primeiro corante sintético e origem de uma série de descobertas de novos corantes. Segundo esses autores, no campo de desenvolvimento das fibras, a segunda metade do século XIX caracterizou-se por descobertas marcantes sobre o emprego da celulose, sendo a principal delas atribuída ao estampador inglês John Mercer, que, ao fazer a imersão de um tecido de algodão em soda cáustica, constatou que a fibra adquiria um tato mais suave, surgindo, assim, a primeira fibra têxtil modificada, batizada como *algodão mercerizado*.

**66** Carrara Junior e Meirelles (1996) relatam, também, que logo depois do desenvolvimento do algodão mercerizado, estudos realizados na França e na Inglaterra levaram à formulação da primeira fibra artificial, à base de nitrocelulose, obtida pelo tratamento da celulose por mistura dos ácidos sulfúrico e nítrico. Na Inglaterra, Sir Joseph Swan (1828-1914), e, na França, o conde Hilaire Bernigaud de Chardonnet (1839-1924) identificaram, por meio dos seus experimentos, as propriedades da nitrocelulose como material próprio à extrusão e texturização. Esse último pesquisador desenvolveu, a partir de suas pesquisas, a seda Chardonnet, descoberta que lhe valeu vários prêmios outorgados a pesquisadores de destaque, e o tornou conhecido como “pai do rayon”. Em 1892, os ingleses Charles F. Cross e Ernest Bevan, tratando celulose com sulfeto de carbono em meio alcalino, obtiveram um xantato solúvel, denominado *rayon viscose*, que obteve ampla aceitação do mercado como substituto da seda, devido às suas características físicas semelhantes e preços inferiores. Mais recentemente, no século XX, a disponibilidade das cadeias de hidrocarboneto provenientes do refino do petróleo permitiu a formulação de fibras integralmente sintéticas.

A partir do momento que a atividade têxtil deixou de ser encarada como um trabalho artesanal e passou a ser uma área comercial expressiva, a produção têxtil constituiu-se em uma ciência que necessita dos conhecimentos e habilidades dos engenheiros mecânicos, elétricos, eletrônicos, de computação, químicos e de materiais. Atualmente, os engenheiros têxteis desempenham um papel importante em campos tão diversos, como o desenho e o *marketing* de moda e vestuário, a tinturaria de tecidos, a pesquisa e o desenvolvimento de produtos, além de todos os aspectos que envolvem a produção industrial.

O conhecimento acumulado nessas áreas ao longo dos anos permitiu os grandes avanços que se verificaram a partir do século XX.

De acordo com Itani (1967), desde o final da Segunda Guerra Mundial, os estudos sobre máquinas têxteis, processamentos e produtos no Japão cresceram a um estado de pleno desenvolvimento da Ciência da Engenharia com base tanto nas teorias sistemáticas quanto na grande quantidade de conhecimentos acumulados.

Os desenvolvimentos da área têxtil vêm possibilitando uma interface crescente com outras áreas nunca antes imaginadas, a exemplo da Biotecnologia. Produtos têxteis são desenvolvidos para aplicações, tais como a engenharia de tecidos e de implantes dentro do corpo humano para ajudar a curar e restaurar a função do tecido, onde foi danificado ou destruído. Tanto podem ser utilizadas fibras biodegradáveis como não degradáveis para emprestar suas propriedades específicas à aplicação pretendida, a partir de avançadas tecnologias de engenharia e de produção biomédica. A seda, que tem uma história de séculos de utilização médica em sutura cirúrgica, é uma das fibras que vem sendo utilizada no desenvolvimento de enxertos, os quais fornecem suporte à regeneração de ligamentos, tendões e outros tecidos conjuntivos, ajudando, em última instância, o tecido a recuperar a sua plena funcionalidade.

### *A Formação em Engenharia Têxtil no Brasil*

O curso de Engenharia Têxtil forma profissionais para atender aos mais variados segmentos do setor têxtil (fiação, tecelagem, malharia, tinturaria, estamparia e processos especiais) e de confecção.

67

O perfil do profissional adotado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), transcrito a seguir, ilustra a vasta atuação do engenheiro têxtil.

Compete ao Engenheiro Têxtil atuar em toda a cadeia produtiva da indústria têxtil – da matéria-prima aos produtos acabados, passando pela atividade comercial de equipamentos e softwares – nas seguintes aplicações: vestuário e artigos do lar; nas áreas médica, aeroespacial, automotiva, química, mecânica, papel e indústrias de construção, dentre outras. Está capacitado a especificar, conceber, desenvolver, implementar, adaptar, produzir, industrializar, instalar e manter sistemas de produção na indústria têxtil; gerenciar a implementação de projetos industriais têxteis na gestão e na melhoria de sistemas de produção. (UFRN, 2009a).

O primeiro registro de instituição voltada para a formação na área têxtil data de 23 de março de 1809, quando o governo decidiu criar o Real Collegio de Fabricas ou Collegio de Fabricas de Tecidos, no Rio de Janeiro, que deveria funcionar como escola de tecelões, além de sediar fábricas de tecidos. Embora o *Collegio* tenha sido extinto em 1813, por escassez de recursos, não deixa de ser um marco relevante da tomada de consciência acerca da dependência do desenvolvimento do setor industrial, qualquer que seja ele, com a disponibilidade de profissionais capacitados para atuarem no mesmo.

O Brasil conta, atualmente, com a oferta de cinco cursos de Engenharia voltados para a área têxtil. Na Tabela 2.1, são apresentados os cursos com as instituições responsáveis pela sua oferta.

TABELA 2.1 – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA PARA A ÁREA TÊXTIL NO BRASIL

Estado	Universidade	Habilitação	Início*
São Paulo	Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana Pe. Saboia de Medeiros (FEI)	Engenharia Têxtil	1987
Paraná	Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Goioerê (UEM-CRG)	Engenharia Têxtil	1992
Rio de Janeiro	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/ Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (Senai/Cetiqt)	Engenharia Industrial Têxtil	1998
Rio Grande do Norte	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Engenharia Têxtil	1998
São Paulo	Faculdade de Americana (FAM)	Engenharia Têxtil	2005

\* Ano de início da habilitação ofertada atualmente.

68

A criação do primeiro curso na área têxtil ocorreu na então Faculdade de Engenharia Industrial (FEI). Esta se deu sob a influência do Sindicato das Indústrias Têxteis do Estado de São Paulo para atender à demanda existente no mercado de trabalho, a qual foi aumentada com o início da fabricação da poliamida (*nylon*) pela Rhodia, em 1955; e, em 1961, do *poliéster*. Ainda na década de 60 houve um investimento expressivo no setor têxtil, que levou, em 1968, à inauguração da tecelagem Nova América, no Rio de Janeiro, um dos mais modernos parques da época, e que contribuiu para o aumento da demanda de profissionais da Engenharia Têxtil.

É importante chamar a atenção para o fato de que alguns cursos de Engenharia Têxtil evoluíram de outras concepções até chegarem à habilitação oferecida atualmente. O primeiro curso da FEI na área têxtil, Engenharia de Operação Têxtil, data de 1963, com um período de integralização mínimo de três anos dentro de um perfil de formação equivalente ao atual tecnólogo. No sentido de assegurar o diploma de engenheiro, a concepção foi revista e em 1967 foram iniciadas as atividades dos cursos de Engenharia Industrial, modalidade Mecânica e modalidade Química, com duração de cinco anos. Em 1982, o curso passou a ser denominado *Engenharia Mecânica*, ênfase Têxtil, e em 1987 foram criadas as habilitações em Engenharia Têxtil e Engenharia de Produção Têxtil. De forma semelhante, o Senai/Cetiqt, na época apenas Escola Técnica da Indústria Química e Têxtil (Etiqt), iniciou o curso de Engenharia Operacional Têxtil em 1973. Em 1988, em convênio com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), teve início o curso de Engenharia Mecânica habilitação Têxtil, até que em 1998 foi iniciado o atual curso de Engenharia Industrial Têxtil.

Em 1992 foi implantado o curso da UEM e, em 1998, o da UFRN. A criação da graduação em Engenharia Têxtil do campus de Goioerê da Universidade Estadual de Maringá teve como um dos

determinantes o crescente desenvolvimento do setor têxtil e o potencial agroindustrial da região. O curso de Engenharia Têxtil da UFRN apresenta uma vinculação com a demanda regional configurada pelo setor industrial têxtil voltado para o processamento da produção agrícola de algodão.

Mais recentemente, em 2005, a Faculdade de Americana, localizada em Americana, São Paulo, (um dos municípios que, juntamente com Sumaré, Santa Bárbara D'Oeste, Nova Odessa e Hortolândia, abrigam o Polo Tec Tex, Polo Tecnológico da Indústria Têxtil e de Confecção) implantou o curso de Engenharia Têxtil.

O Brasil está na lista dos 10 principais mercados mundiais da indústria têxtil, bem como entre os maiores parques fabris do planeta. É o segundo principal fornecedor de índigo, o terceiro de malha e está entre os cinco principais países produtores de confecção. É hoje um dos oito grandes mercados de fios, filamentos e tecidos.

Assim, há um segmento industrial e comercial forte que, de alguma forma, determinou a criação dos cursos de Engenharia Têxtil no país.

## **Estrutura Curricular**

**69**

Os cursos atualmente oferecidos são integralizados em quatro ou cinco anos em regime anual ou semestral.

Na Tabela 2.2, são apresentadas informações complementares sobre os cursos.

Em todos os cursos, a estrutura da matriz curricular possui um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e, ainda, um núcleo de conteúdos específicos, com o objetivo de promover a extensão e o aprofundamento dos conteúdos profissionalizantes, como preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia. Grande parte dos componentes curriculares é comum aos cursos. Os conteúdos profissionalizantes correspondem, de um modo geral, aos seguintes temas: processos utilizados nas etapas da fabricação (tecelagem e padronagem, fiação, malharia, não tecidos, confecção, tinturaria), processos de beneficiamento têxtil, controle de qualidade e planejamento e controle da produção. Observa-se, todavia, que, em decorrência do viés de formação adotado, alguns cursos contemplam mais a visão das tecnologias e outros a visão dos processos, nesse caso, incorporam temas como: gerenciamento da qualidade, modelagem, simulação, controle e automação de processos, logística, entre outros.

**TABELA 2.2** – CARGA HORÁRIA, PERÍODO DE INTEGRALIZAÇÃO E REGIME DE MATRÍCULA DOS CURSOS DE ENGENHARIA TÊXTIL

<b>CURSO</b>	<b>IES</b>	<b>Carga Horária</b>	<b>Integralização (semestres)</b>	<b>Vagas</b>	<b>Turno</b>	<b>Regime Matrícula</b>
Engenharia Têxtil	FEI	4.932	10	NC*	diurno	semestral
Engenharia Têxtil	UEM/CRG	4.148	10	42	diurno	anual
Eng. Industrial Têxtil	Senai/Cetiqt	4.400	8	70	diurno	semestral
Engenharia Têxtil	UFRN	4.245	10	45	vespertino	semestral
Engenharia Têxtil	FAM	4.068	10	100	noturno	semestral

\* Não consta a informação no Portal SiedSup (BRASIL, 2009a).

## ENGENHARIA INDUSTRIAL QUÍMICA

70

O curso de Engenharia Industrial Química forma um engenheiro com perfil semelhante ao do engenheiro químico, embora tenha maior ênfase na produção. Sua atuação está voltada para o desenvolvimento de tecnologias de ponta, execução e gerenciamento de processos. Um dos objetivos do curso de Engenharia Industrial Química é formar profissionais aptos a atuarem nas diversas etapas do desenvolvimento de processos. O engenheiro industrial químico organiza e administra as instalações industriais, desde a chegada da matéria-prima à fábrica até o controle de qualidade do produto final. Faz a ligação entre o engenheiro responsável pelo projeto de equipamentos e o de produção, que cuida da organização do trabalho. Analisa custos, gerencia a mão de obra e administra o uso de equipamentos e matérias-primas.

A história da Engenharia Industrial Química confunde-se com a da Engenharia Química, de modo que, no presente texto, os aspectos abordados sobre a origem, evolução e desenvolvimento da área Química aplicam-se aos dois cursos.

Atualmente, são oferecidos apenas dois cursos de Engenharia Industrial Química no Brasil. Na Tabela 2.3, são apresentados os cursos com as instituições responsáveis pela sua oferta.



**Tabela 2.3** – Relação da oferta de cursos de Engenharia Industrial Química Brasil

Estado	Universidade	Habilitação	Início*
Novo Hamburgo	Centro Universitário FEEVALE	Engenharia Industrial Química	1999
São Paulo	Universidade de São Paulo (campus Lorena)	Engenharia Industrial Química	1978

\* Ano de início da habilitação ofertada atualmente.

## ENGENHARIA DE ALIMENTOS

### Breve Histórico da Origem e Avanços da Engenharia de Alimentos

#### *Origem*

Desde a Pré-História até os dias de hoje, o homem tem se preocupado com a sua alimentação. Sua busca por alimentos passou por modificações em decorrência dos diferentes modos de vida. No início, o homem vivia em cavernas, dedicando-se à caça de animais e colheita de plantas; tempos depois, passou a ter vida nômade, consumindo reservas naturais de alimentos. A história da relação do homem com o alimento foi marcada por vários acontecimentos, dentre eles: o início da agricultura, o desenvolvimento das técnicas de processamento e conservação, a preocupação com a higiene e com a saúde e o desenvolvimento da legislação sobre alimentos. Essa busca teve vários objetivos: sobrevivência, paladar agradável, benefícios à saúde, entre outros, sendo que a preocupação com os alimentos, visando à melhoria de sua qualidade e ao aumento da produtividade, esteve sempre presente. A defumação, a secagem, a adição de sal, as cavernas frias, a neve de montanha e o clima frio de inverno ajudavam o homem a conservar seus alimentos por um período mais longo. A história não tem registros precisos de quando e como esses meios de conservação de alimentos foram descobertos (ADIMA, 2009a).

Os mais antigos processamentos de alimentos dizem respeito à produção do queijo, vinho e pão, e à sua conservação. Ainda hoje, vários desses processamentos são utilizados em muitas partes do mundo e, em certos casos, para obtenção de produtos considerados de regiões demarcadas, como os queijos Camembert, Roquefort, Gorgonzola, Port Salut (La Trappe), entre outros.

Com relação ao queijo, conta-se que, em épocas pré-históricas, um lendário mercador viajante da Arábia fez uma pausa na caminhada para restaurar suas forças e se alimentar. Esse viajante tinha trazido consigo tâmaras secas e, dentro de um cantil feito de estômago seco de carneiro, leite de cabra. Quando levou o cantil aos lábios para sorver o leite, somente um líquido fino e aquoso escorreu de seu interior; o leite tinha se transformado em uma coalhada branca. O coalho existente no estômago parcialmente

seco do carneiro havia coagulado o leite, e o resultado dessa operação foi o queijo. Atualmente, o queijo ainda é feito de modo semelhante: coagulando o leite com coalho oriundo do estômago de bezerros ou desenvolvendo microorganismos coagulantes.

O queijo é um dos mais antigos alimentos preparados que a história da humanidade registra. Em sua preparação, utiliza-se leite de vaca, de cabra, ovelha ou égua. A Bíblia é rica em referências às vacas e ao leite, e os hebreus do Antigo Testamento louvavam, com frequência, o queijo como um dos mais nutritivos alimentos. O queijo teve um desenvolvimento lógico e inevitável, pois era o único meio pelo qual os elementos nutritivos do leite podiam ser preservados.

A fabricação de queijos na Grécia já era bem conhecida no tempo de Homero, embora o país, devido ao seu terreno montanhoso, não fosse abundante em terras de pastagens. Hipócrates, em seus escritos, refere-se ao queijo feito de leite de égua e, também, de leite de cabra, o que pode ser um indício de que esses dois animais eram mais apropriados para viverem em terrenos montanhosos.

De interesse especial, entre as primeiras crônicas da fabricação de queijos, está a lendária história do Roquefort. Esse queijo, considerado de reis e rei dos queijos, foi primeiramente mencionado nos antigos registros do Mosteiro de Conques, no ano de 1.070 a.C., tendo sido presumivelmente descoberto por acidente, há dez séculos, nos verdejantes terrenos montanhosos de Cevennes, próximo de Roquefort, na França. Um pastor deixou seu almoço de pão de cevada e queijo feito de leite de ovelha em uma caverna fria para protegê-lo contra o sol ardente. Semanas mais tarde, ele passou novamente pela caverna, quando se lembrou do seu almoço abandonado. O pão de cevada estava completamente coberto por um mofo negro, enquanto que, de maneira bastante surpreendente, o queijo fora recoberto com um delicado mofo verde. Ao prová-lo, achou-o mais picante e mais delicioso do que tudo até então experimentado por ele. Os monges de Conques aperfeiçoaram a descoberta do pastor e, hoje, essas mesmas frias e úmidas cavernas de Combalva são usadas exclusivamente para suprir o mundo do genuíno Roquefort.

72

Nos anos que se seguiram à queda de Roma, a Igreja começou a participar de forma crescente e significativa na economia da Europa Ocidental. A maioria das indústrias estava sob a direção de ordens religiosas, e a de fabricação de queijos não era exceção. Os frades ensinavam aos servos alguns rudimentos de agricultura e de outras artes relativamente pouco conhecidas, tais como o fabrico de queijos. Mesmo nos tempos atuais, um queijo macio chamado *Port du Salut* ou *La Trappe* é feito pelos monges trapistas no norte da França.

Talvez um dos mais conhecidos queijos em todo o mundo seja o Gorgonzola, um queijo picante com característicos veios azuis, semelhante ao queijo Stilton inglês e ao Roquefort francês. Consta que o gorgonzola teve origem em uma cidade do mesmo nome, próxima a Milão, na Lombardia. E a história registra que, no ano 879, o bispo de Milão fez uma doação de queijo de Gorgonzola à escola de Santo

Ambrósio. Outros famosos queijos italianos são o Parmesão, também um produto da Lombardia, e seu gêmeo Reggiano, feito na província de Emilia, junto ao rio Pó.

Conta a história, que Napoleão nomeou uma nova variedade, saborosa e apetitosa, de queijo macio que era um produto local, sem nome, denominando-o *Camembert*, em homenagem à Vila de Camembert, onde ele fora primeiramente fabricado.

À Joseph Harding é atribuída a fabricação do primeiro queijo Cheddar e também foi creditado o aperfeiçoamento e a sistematização dos métodos empíricos então em uso, que se tornaram uma das pedras angulares da vasta indústria de queijos. O processo industrial que ele inventou tornou-se a norma para a fabricação de queijos na América.

Nos vales alpinos da Suíça, foi desenvolvido o famoso queijo suíço, produto com os inesquecíveis buracos ou “olhos”. Provém de lá outro afamado queijo, o *Gruyère*, semelhante ao suíço, mas usualmente fabricado sem buracos.

Com relação ao vinho, não se pode apontar precisamente o local e a época em que o ele foi feito pela primeira vez. Um cacho de uvas caído é potencialmente um vinho. Portanto, ele não teve que esperar para ser inventado, ele estava onde quer que uvas fossem colhidas e armazenadas em um recipiente que pudesse reter seu suco. Há 2 milhões de anos, já coexistiam as uvas e o homem que as podia colher. Seria, portanto, estranho se o “acidente” do vinho nunca tivesse acontecido ao homem nômade primitivo.

Antes da última Era Glacial, houve seres humanos, como os povos Cro-Magnon, que pintaram obras-primas nas cavernas de Lascaux, na França, onde os vinhedos ainda crescem de forma selvagem. Os arqueólogos aceitam acúmulo de sementes de uva como evidência (pelo menos de probabilidade) de elaboração de vinhos. Escavações em Catal Hüyük (talvez a primeira das cidades da humanidade) na Turquia, em Damasco na Síria, Byblos no Líbano, e na Jordânia revelaram sementes de uvas da Idade da Pedra (Período Neolítico B) de cerca de 8000 a.C. As mais antigas sementes de uvas cultivadas foram descobertas na Geórgia (Rússia) e datam de 7000 a 5000 a.C. (datadas por marcação de carbono). As sementes encontradas na Geórgia foram classificadas como *Vitis vinifera* variedade *sativa*, o que serve de base para o argumento de que as uvas eram cultivadas e o vinho presumivelmente elaborado.

Além dessas regiões, a videira também era nativa na maioria das regiões mais ao Sul, existindo na Anatólia (Turquia), na Pérsia (Irã) e no sul da Mesopotâmia (Iraque), nas montanhas de Zagros, entre o Mar Cáspio e o Golfo Pérsico. É possível que as videiras da região dos Cáucos tenham sido levadas para toda a Europa pelos fenícios da região onde hoje é o Líbano e seriam as ancestrais de várias das atuais uvas brancas.

Há inúmeras lendas sobre onde teria começado a produção de vinhos e a primeira delas está no Velho Testamento. O capítulo 9 do Gênesis diz que Noé, após ter desembarcado os animais, plantou um

vinhedo do qual fez vinho, bebeu e se embriagou. A mais citada de todas as lendas sobre a descoberta do vinho é uma versão persa que fala sobre Jamshid, um rei persa semimitológico que parece estar relacionado a Noé, pois teria construído um grande muro para salvar os animais do dilúvio. Na corte de Jamshid, as uvas eram mantidas em jarras para serem comidas fora da estação. Certa vez, uma das jarras estava cheia de suco e as uvas espumavam e exalavam um cheiro estranho sendo deixadas de lado por serem consideradas possível veneno. Uma donzela do harém tentou se matar ingerindo o possível veneno. Ao invés da morte, ela encontrou alegria e um repousante sono. Ela narrou o ocorrido ao rei que ordenou, então, que uma grande quantidade de vinho fosse feita, e Jamshid e sua corte usufruíram da nova bebida.

O vinho está relacionado à mitologia grega e representava para esse povo um elemento místico, expresso no culto ao deus do vinho, Dionísio ou Baco ou Líber. Um dos vários significados do Festival de Dionísio em Atenas era a comemoração do grande dilúvio com que Zeus (Júpiter) castigou o pecado da raça humana primitiva, do qual apenas um casal sobreviveu. Os filhos de Zeus eram: Orestheus, que teria plantado a primeira vinha; Amphictyon, de quem Dionísio era amigo e ensinou sobre vinho; e Helena, a primogênita, cujo nome é usado para designar a raça grega.

**74** O amor dos gregos pelos vinhos pode ser avaliado pelos “simpósios”, cujo significado literal é “bebendo junto”. Todo simpósio tinha um presidente cuja função era estimular a conversação. Embora muitos simpósios fossem formais e constituídos por homens nobres e sábios, havia outros que se desenvolviam em clima de festa, com jovens dançarinas ao som de flautas. Entre as muitas evidências da sabedoria grega para o uso do vinho estão os escritos atribuídos a Eubulus por volta de 375 a.C.:

Eu preparo três taças para o moderado: uma para a saúde, a segunda para o amor e o prazer e a terceira para o sono. Quando essa taça acabar, os convidados sábios vão para casa. A quarta taça é a menos demorada, mas é a da violência; a quinta é a do tumulto, a sexta da orgia, a sétima a do olho roxo, a oitava é do policial, a nona da ranzinzice e a décima a da loucura e da quebraadeira dos móveis.

O uso medicinal do vinho era largamente empregado pelos gregos e existem inúmeros registros disso. Hipócrates fez várias observações sobre as propriedades medicinais do vinho, que são citadas em textos de história da medicina.

O vinho chegou ao sul da Itália por meio dos gregos aproximadamente em 800 a.C. No entanto, os etruscos já viviam ao Norte, na região da atual Toscana, e elaboravam vinhos e os comercializavam até na Gália e, provavelmente, na Borgonha. Não se sabe, contudo, se eles trouxeram as videiras de sua terra de origem (provavelmente da Ásia Menor ou da Fenícia) ou se cultivaram uvas nativas da Itália, onde já havia videiras desde a Pré-História. Desse modo, não é possível dizer quem as usou primeiro para a elaboração de vinhos.

Sobre a origem da vitivinicultura na França existe uma verdadeira batalha entre os historiadores. Há os que acreditam nos registros dos Romanos, e outros acham que os predecessores dos Celtas estabeleceram a elaboração de vinhos na França. Há ainda os que acreditam que os franceses da Idade da Pedra eram vinhateiros, pois no lago de Genebra foram encontradas sementes de uvas selvagens que indicam o seu uso há 12.000 anos ou mais.

É imprescindível lembrar as descobertas sobre os microorganismos e a fermentação feitas por Louis de Pasteur (1822-1895) e publicadas na sua obra *Études sur le vin*. Essas descobertas constituem o marco fundamental para o desenvolvimento da *enologia moderna*. A partir do século XX, a elaboração dos vinhos tomou novos rumos com o desenvolvimento tecnológico da viticultura e da enologia. Esse desenvolvimento propiciou conquistas, tais como o cruzamento genético de diferentes cepas de uvas e o desenvolvimento de cepas de leveduras selecionadas geneticamente, a colheita mecanizada, a fermentação “a frio” na elaboração dos vinhos brancos etc. Ainda que pese o romantismo de muitos que consideram (ou supõem) os vinhos dos séculos passados como mais artesanais, os vinhos deste século têm, certamente, um nível de qualidade bem melhor do que os de épocas passadas.

O pão, segundo alguns pesquisadores, é citado há mais de 6 milênios. Os historiadores mencionam que, provavelmente, ele surgiu de uma massa rudimentar, de nome *gurel*, antes mesmo da Idade da Pedra. Já na Idade da Pedra, os grãos eram triturados, quebrados ou moídos, molhados com água ou leite, surgindo, dessa mistura, uma massa, que era seca ao ar e depois cozida em pedras quentes. A princípio, a massa era assada em formato de disco, empregando-se grãos de cevada. O pão foi, com certeza, um dos principais alimentos elaborados pelo homem, na transição da Pré-História para a História.

Ao controlar o fogo, o homem passou a utilizá-lo para assar carnes, cozinhar verduras e raízes, e, depois, no fabrico do pão. Faz pouco tempo, cerca de 50 anos, que os arqueólogos obtiveram algumas informações sobre os primeiros hominídeos, e mesmo com essas informações não foi possível determinar, com clareza, como e onde se passou do plantio e coleta dos grãos para a moagem e depois à panificação. Grande parte dos historiadores acredita na origem mesopotâmica. Isto vale também para desvendar a origem do cultivo dos cereais e as alterações por que passou a massa, que originou o pão. Uma data importante no progresso de Roma foi 171 a.C., quando foi aberta a primeira padaria da cidade, pois até então os romanos se alimentavam de mingau de cereais.

A farinha tomou impulso depois do interesse da indústria em procurar novos processos de moagem, principalmente o de trigo. Este era triturado em moinhos de pedra manuais, que depois passaram a ser movidos pelos animais. Mais tarde, vieram os moinhos movidos à água, passando aos moinhos de vento. Em 1784, surgiram os moinhos movidos a vapor e, em 1881, foram inventados os cilindros, responsáveis pelo aprimoramento do pão. Foram os egípcios que ensinaram aos gregos a arte de fazer pão, mas foi graças aos gregos que este se tornou um elemento importante na história da gastronomia (SARAMAGO, 1997).

O fermento foi descoberto por acaso. Um pedaço de massa esquecida por alguém, por mais tempo do que o necessário para concluir sua confecção, exposto ao calor e à umidade, antes de ser colocado para assar, cozer, foi o suficiente. A farinha umedecida entrou em processo de fermentação espontânea: ganhou volume, ficou mais macia, mudou seu sabor. Foi, assim, que se descobriu o princípio básico do pão. Essa lenda, segundo contam, se passou no Egito, precisamente às margens do rio Nilo, por volta de 2600 a. C. Em torno de 1750 a. C., os egípcios passaram a empregar nas massas o levedo de cerveja, depois inventaram outros produtos, já químicos, para auxiliar no crescimento das massas.

O pão de trigo foi introduzido nos Estados Unidos somente no final do século passado com a chegada, principalmente, dos imigrantes italianos. Até então se usava no seu preparo, milho e batata, plantas originárias da América Tropical e que tinham sido levadas à Europa pelos conquistadores espanhóis.

Um dos primeiros escritores a se preocupar em documentar a história do pão no Brasil foi o sociólogo e antropólogo Gilberto Freyre, autor de *Casa Grande e Senzala*. De acordo com seus relatos, o Brasil só veio a conhecer o pão branco, de trigo, nos primórdios do século XIX. Antes disso, o alimento com uso da farinha, no Brasil, era à base de mandioca e de milho. Fazia-se, com essa farinha, o pirão de caldo de peixe ou carne, o biju de tapioca e a farofa. O desconhecimento sobre o pão era total, segundo alguns relatos de escritores daquela época. Assim como na Europa, no Brasil, o pão também surgiu acompanhado de rituais e cerimônias: costumava-se fazer cruzeiros nas massas, rezar salmos para fazê-los crescer, tornarem-se macios e bonitos. Os responsáveis pelo desenvolvimento da panificação no Brasil foram os imigrantes, mais notadamente os italianos. O pioneirismo nasceu em Minas Gerais, mas foi em São Paulo que as grandes padarias mais se proliferaram, talvez pelo grande número de italianos e por ser Santos uma das portas de entrada para os imigrantes (FREYRE, 1974).

76

A esterilização térmica dos alimentos foi inventada no começo do século XIX. Naquele tempo, o congelamento era visto como um excelente método de conservação, até que o homem inventou o sistema mecânico de refrigeração.

Não se tem uma data precisa, mas acredita-se que o início do congelamento artificial tenha ocorrido na década de 20. O congelamento nada mais é que a preservação dos alimentos durante um longo período. Nos Estados Unidos, em 1865, os peixes já eram congelados em bandejas com gelo e sal. Por volta de 1880, começaram a surgir as máquinas de refrigeração por amônia para o congelamento de peixes, que se tornou uma importante indústria. Na Nova Zelândia, o congelamento começou com a carne vermelha, especificamente a carne de carneiro. O congelamento de ovos teve início por volta de 1890. Já o de frutas iniciou-se em torno de 1905, na região Leste dos Estados Unidos. O congelamento de verduras é mais recente, tendo sido o primeiro trabalho registrado em 1917, porém foi somente em 1937 que esse congelamento teve importância comercial. Sucos concentrados congelados são mais recentes. Foi em 1946, que teve seu crescimento, principalmente o de laranja. Os alimentos cozidos e preparados para o congelamento, inclusive de panificação, foram iniciados na década de 40. Hoje o congelamento é

um dos métodos mais utilizados na conservação de alimentos, tanto para os frescos quanto para pratos prontos, sem alterar o sabor, a textura ou os nutrientes.

### *O Setor de Alimentos no Brasil*

Durante o período de 1808 a 1844, existiam 13 fábricas de alimentos sendo 6 no setor de trigo e derivados, 4 para a produção de bebidas, duas de chocolates e uma de sorvete. A primeira fábrica foi a de chocolates, pertencente a Henrique de Sanctis, que já havia obtido o privilégio para um estabelecimento similar em Lisboa desde 1801. No setor de trigo e derivados, a primeira fábrica fundada pertenceu ao italiano Nicolao Vicini. Produzia macarrão e outras massas no bairro de São Cristóvão, no Rio de Janeiro. Recebeu a Provisão de Fábrica Nacional em 07 de dezembro de 1812, mas interrompeu suas atividades com a morte de seu proprietário. Em 1828, uma nova fábrica de massas foi instalada no Rio de Janeiro pelo italiano Carlo Brignole. Em Salvador, Bahia, instalou-se uma fábrica de massas que recebeu a Provisão de Fábrica Nacional em 18 de março de 1841, sendo o proprietário José Antonio de Araújo.

O primeiro moinho instalou-se na Tijuca, Rio de Janeiro, em 1819. Era movido à roda d'água. O segundo, trazido da Suécia, pode ter sido o primeiro equipamento a usar vapor como energia motriz no país. Foi fundada na Gamboa, Rio de Janeiro, em 1819, e recebeu um privilégio exclusivo por oito anos, pelo Decreto de 25 de outubro de 1819. A importância do estabelecimento foi ratificada por D. Pedro I, em 20 de julho de 1822, ao determinar "a proibição de ninguém poder estabelecer nesta Província moinhos de vapor de idêntica construção", e, em 15 de dezembro 1822, mudou a razão social para Imperial Fábrica de S. Pedro de Alcântara. O terceiro moinho de trigo foi instalado em Salvador, em 20 de junho de 1838 e foi o que mais prosperou, pois ainda funcionava em 1853.

No setor de bebidas, há registros de duas cervejarias e duas fábricas de bebidas fortes: a destilaria de Ignácio A. Pinto d'Almeida, registrada em 23 de janeiro de 1817; a de Alexandre Barbaroux em 1818; a Cervejaria Brasileira no Rio de Janeiro em 1836; e a fábrica de cerveja em Montesserrate, na Bahia.

Os primeiros sorvetes e a produção de gelo surgiram em 1835, no Rio de Janeiro, no estabelecimento Cercle du Commerce, do francês Nicolas Denis e seu sócio italiano Luigi Brasini.

Nesses tempos, predominavam as pequenas comunidades, onde grande parte dos alimentos era consumida no estado fresco. Utilizavam-se técnicas simples, como o armazenamento artesanal, a salga e secagem ao sol e processos fermentativos rudimentares para preservá-los por um tempo mais longo. Com o aumento da população, principalmente após a ocorrência da Revolução Industrial, intensificada depois do término da Segunda Guerra Mundial, significativa parte da população rural se deslocou para os grandes centros urbano-industrializados, na maioria das vezes, afastados das regiões produtoras de alimentos. Como consequência, houve um aumento considerável na demanda por alimentos, para

atender às necessidades dessa população. Foi, então, indispensável procurar investigar métodos mais eficientes de preservá-los, para evitar as grandes perdas que ocorriam durante a comercialização no estado fresco, de modo a permitir que fossem distribuídos de maneira regular para os mercados consumidores, durante todo o ano. Técnicas mais aprimoradas, que permitiam preservar os alimentos em maior escala, mantendo-os em bom estado de conservação durante o seu armazenamento por tempo prolongado tiveram que ser desenvolvidas. Desse modo, os países desenvolvidos dedicaram especial atenção aos processos de conservação, objetivando o desenvolvimento de técnicas que possibilitassem o melhor aproveitamento dos alimentos produzidos, de modo a abastecer com alimentos semi-industrializados ou processados, por tempo prolongado, os grandes centros consumidores. Surgiram, então, os grandes complexos agroindustriais.

Atualmente, a indústria de alimentos no Brasil é representada por um parque industrial com cerca de 43 mil estabelecimentos, e pode ser definida como um numeroso conjunto de pequenas, médias e grandes plantas industriais, pulverizadas por todo o país.

78 As exportações de alimentos industrializados atingiram, no 1º semestre de 2007, a cifra de US\$ 12,17 bilhões, com um crescimento de 31,3% sobre o mesmo período do ano anterior, embora, em volume, tenha sido, apenas, de 21,4%. O principal motivo foi a retomada das exportações de carne após as dificuldades dos anos anteriores, principalmente 2006, em função dos embargos sanitários em diversos países. A participação dos alimentos industrializados sobre as exportações totais do país passou de 15,27% no primeiro semestre de 2006, para 16,62% no 1º semestre de 2007. Os setores da indústria que mais cresceram no 1º semestre de 2007, comparados com o ano anterior, foram os derivados de carne (18,08%), chocolate, cacau e balas (17,19%), derivados de frutas e vegetais (12,78%), laticínios (11,18%) e óleos e gorduras (9,97%), totalizando 8,19% das exportações (ADIMA, 2009b).

### **A Formação em Engenharia de Alimentos**

A educação em Engenharia de Alimentos na Europa remonta há mais de 200 anos (fins de 1700), sendo suas raízes calcadas na Engenharia Civil, que se desenvolveu especialmente na França, e na educação em ciências naturais de várias universidades europeias.

No Brasil, na década de 1940, havia poucas instituições que se dedicavam aos estudos de novas tecnologias para agregar valores às indústrias de alimentos que estavam em pleno desenvolvimento. As agroindústrias multinacionais importavam as tecnologias já disponíveis, além de promoverem a vinda de profissionais especializados. A maioria das agroindústrias nacionais de alimentos ainda operava em pequena escala, adotando tecnologias ultrapassadas, o que resultava na obtenção de produtos alimentícios de qualidade inferior, pois não tinham condição de importar bons profissionais. Para promover a melhoria dos produtos alimentícios por elas processados, ficavam na dependência de recorrer a instituições de



pesquisas existentes no país, que não dispunham dos meios necessários para solucionar os problemas apresentados ou desenvolver pesquisas que resultassem na oferta de novas tecnologias.

Com os novos desafios, como a explosão do conhecimento no campo da Engenharia e da Ciência e Tecnologia de Alimentos, a existência de um mundo sem fronteiras e as múltiplas exigências na produção de alimentos, o sistema educacional foi forçado a adaptar-se às novas situações. A busca por profissionais especializados cresceu e a investigação de novas possibilidades nesse setor passou a ser exigida em todos os níveis.

Nos Estados Unidos, nos últimos 25 anos, houve um significativo desenvolvimento da educação na área de Engenharia de Alimentos (HELDMAN, 2001; SPISS, 2001). Muito desse desenvolvimento estava associado à crescente visibilidade desta Engenharia, o que levou, sem dúvida, ao bacharelado em Engenharia de Alimentos.

O primeiro reconhecimento da necessidade da implantação de um programa agressivo e dinâmico nesse campo, no Brasil, ocorreu em 1947. Um grupo de pesquisadores do Instituto Agrônomo e de outras instituições da Secretaria da Agricultura foi enviado aos Estados Unidos, por um ano, para buscar junto aos órgãos de pesquisa, e na agroindústria, tecnologias que pudessem ser adotadas no Brasil. Após seu retorno, não houve investimentos e nem pessoal capacitado para implementar um programa mais agressivo de pesquisa e desenvolvimento na área.

Somente em 1959, as pesquisas nessa área foram consideradas prioritárias. Foi dada ênfase a um projeto do Estado de São Paulo que objetivava dar ao Instituto Agrônomo um suporte substancial para ampliar suas atividades, sendo alocados recursos para a instalação de usinas piloto e de laboratórios especializados. Ao mesmo tempo, vários engenheiros agrônomos, contratados pelo Instituto Agrônomo, foram realizar cursos de pós-graduação nos Estados Unidos. Em abril de 1963, foi pleiteado um convênio com a Food and Agriculture Organization (FAO) para dar suporte ao setor, de modo a permitir a vinda de consultores, a oferta de bolsas de estudo e a aquisição de equipamentos. Em agosto desse mesmo ano, como resultado do convênio firmado com a FAO, foi criado o Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos (CTPTA), junto ao Instituto Agrônomo, posteriormente transformado em Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

A necessidade de implantação de cursos que tivessem por escopo a formação de profissionais diferenciados para atender à demanda das agroindústrias de alimentos, bem como para desenvolver, nos centros de pesquisa, processos mais aperfeiçoados aplicados à preservação de alimentos, forçou o aparecimento de cursos superiores em Engenharia de Alimentos no país.

Em 1966, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) estava em fase de organização e nela foi implantado, pelo Dr. André Tosello, o primeiro curso de Engenharia de Alimentos do país (MORAES, 2006).



Dr. André Tosello, ao centro, criador da Engenharia de Alimentos no Brasil, e a primeira turma de engenheiros de alimentos graduada em 1969.

**80** Em paralelo à implantação desse curso de graduação, criou-se, também na Unicamp, com o apoio da FAO, o curso de pós-graduação (mestrado) em Ciência de Alimentos (MORS, 1974) e na sequência os cursos de Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos. Na época, a indústria de alimentos no Brasil estava apenas engatinhando. Eram poucas as empresas já consolidadas. Nestlé, Swift, Cica, Etti e Sadia dominavam o mercado sem deixar espaço para novos empreendedores. A indústria de suco concentrado, que mais tarde se tornaria uma potência gerando divisas superiores a US\$ 1 bilhão por ano, ainda era promessa. Químicos, farmacêuticos, agrônomos e veterinários atuavam no setor de forma desarticulada.

Os cursos implantados após o curso de graduação da Unicamp foram o da Universidade Federal de Viçosa em 1974; o da Universidade Federal do Ceará em 1976; o da Universidade Federal da Paraíba em 1977; e o da Fundação Universidade do Rio Grande e o da Universidade Federal de Santa Catarina, em 1978. Na década seguinte, anos 80, implantaram-se seis cursos; nos anos 90, foram 26; e os demais na década seguinte, perfazendo, em 2009, um total de 78 cursos de Engenharia de Alimentos no país, apresentados na Tabela 2.4 (BRASIL, 2009a).

**TABELA 2.4** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

Instituição	Cidade	UF	Criação	Vagas Autorizadas	Carga horária	Integração	Regime
Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs)	Feira de Santana	BA	7/10/98	40	3900	10	Sem.
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb)	Itapetinga	BA	1/6/99	40	4335	10	Sem.
Universidade Federal do Ceará (UFC)	Fortaleza	CE	01/01/1976	100	3765	10	Sem.
Faculdades Integradas da Terra de Brasília (FTB)	Brasília	DF	7/12/99	100	4480	10	Sem.
Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes)	Alegre	ES	16/11/05	40	3975	8	Sem.
Faculdade do Centro Leste (UCL)	Serra	ES	7/12/99	100	4284	10	Sem. Vesp. Not.
Universidade Católica de Goiás (UCG)	Goiânia	GO	4/6/97	120 120	4020	10	Sem. Vesp. Not.
Universidade Federal de Goiás (UFG)	Goiânia	GO	9/2/99	40	4050	10	Sem.
Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Verde (Cefet)	Rio Verde	GO	10/11/06	30	4020	10	Sem.
Universidade Federal do Maranhão (Ufma)	Imperatriz	MA	2/12/2006	80	4065	10	Sem.
Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH)	Belo Horizonte	MG	18/6/99	100	3960	10	Sem. Not.
Universidade Federal de Lavras (Ufla)	Lavras	MG	8/11/96	25	3941	10	Sem.
Instituto Tecnológico Regional (Inter)	Montes Claros	MG	10/6/05	100 100	4388	10	Sem. Diur. Not.
Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba (Fazu)	Uberaba	MG	30/12/99	80	4212	9	Sem.
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Viçosa	MG	25/11/74	60	3820	10	Sem.
Centro Universitário de Várzea Grande	Várzea Grande	MT	28/11/2006	50	3760	8	Sem. Not.

(continua)

**TABELA 2.4** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Instituição	Cidade	UF	Criação	Vagas Autorizadas	Carga horária	Integração	Regime
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)	Dourados	MS	16/2/06	51	3970	5 anos	Anual
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	Pontal do Araguaia	MT	16/1/06	30	3864	4 anos	Anual
Universidade do Estado de Mato Grosso (UFMT)	Barra dos Bugres	MT	17/12/2005	N/C	3945	10	Sem.
Universidade Federal do Pará (UFPA)	Belém	PA	16/9/99	36	3720	10	Sem.
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	João Pessoa	PB	24/3/77	60	4275	10	Sem.
Universidade Federal de Campina Grande	Pombal	PB	15/06/2007	80	3645	10	Sem.
Universidade Federal de Campina Grande	Campina Grande	PB	20/11/2008	45	3660	5 anos	Sem.
Faculdade de Tecnologia de Teresina	Teresina	PI	11/03/2008	50 50	4229	10	Sem. Diur. Not.
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)	Curitiba	PR	10/02/2003	60	3600	10	Sem.
Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro)	Guarapuava	PR	17/10/97	30	3944	5 Anos	Anual
Universidade Norte do Paraná (Unopar)	Londrina	PR	10/7/97	100	3600	8	Anual/sem.
Universidade Estadual de Maringá (UEM)	Maringá	PR	30/12/99	40	4522	5 anos	Anual
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)	Ponta Grossa	PR	24/11/97	40	4246	5 anos	Anual
Universidade Federal Tecnológica do Paraná	Campo Mourão	PR	19/10/2007	88	3750	10	Sem.
Universidade Estácio de Sá (Unesa)	Rio de Janeiro	RJ	20/4/95	60	3900	9	Sem.
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Rio de Janeiro	RJ	1/7/03	40	3600	10	Sem.
Universidade Salgado de Oliveira (Universon)	São Gonçalo	RJ	11/11/87	200	3870	10	Sem.

**TABELA 2.4** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Instituição	Cidade	UF	Criação	Vagas Autorizadas	Carga horária	Integração	Regime
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	São Gonçalo	Go	3/05/2001	100	3600	10	Sem. Vesp. Not.
				100			
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	Belo Horizonte	MG	3/05/2001	100	3600	10	Sem. Diur. Not.
				100			
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	Juiz de Fora	MG	3/05/2001	100	3600	10	Diurn. Not.
				100			
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	Salvador	BA	3/05/2001	100	3600	10	Diurn. Not.
				100			
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	Recife	PE	3/05/2001	100	3600	10	Diurn. Not.
				100			
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	Campo de Goytacases	RJ	11/11/87	200	3600	10	Sem. Not.
				200			
Universidade Salgado de Oliveira (Universo)	Niterói	RJ	11/11/87	200	3600	10	Sem. Not.
				200			
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)	Seropédica	RJ	9/8/90	40	4065	10	Sem.
Univ. Fed. do Rio Grande do Norte (UFRN)	Natal	RN	8/7/06	30	3360	10	Sem. Not.
				30			
Universidade de Caxias do Sul (UCS)	Caxias do Sul	RS	25/9/00	50	3840	10	Sem. Not.
Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões (URI)	Erechim	RS	25/10/93	40	4215	10	Sem.
				40			
Universidade de Passo Fundo (UPF)	Passo Fundo	RS	14/4/98	50	3945	10	Sem. Not.

**TABELA 2.4** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Instituição	Cidade	UF	Criação	Vagas Autorizadas	Carga horária	Integração	Regime
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Porto Alegre	RS	1/03/1995	30	3885	10	Sem.
Fundação Universidade Federal do Rio Grande (Furg)	Rio Grande	RS	1/9/78	50	3885	10	Anual
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)	São Leopoldo	RS	3/12/91	67	4380	10	Sem.
Fundação Universidade Federal do Pampa (Unipampa)	Bagé	RS	10/07/2006	50	3790	10	Sem.
Universidade Comunitária Regional de Chapecó (Unochapecó)	Chapecó	SC	13/11/02	50	4155	10	Sem
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Florianópolis	SC	13/10/78	50	4324	10	Sem.
Centro Universitário de Jaraguá do Sul (Unerj)	Jaraguá do Sul	SC	1/7/03	50	4374	10	Sem.
Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc)	Pinhalzinho	SC	11/12/03	90	3795	08	Sem. Not.
Univ. para o Desenvol. do Alto Vale do Itajaí (Unidavi)	Rio do Sul	SC	20/12/02	50	4482	10	Sem.
Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc)	Videira	SC	17/12/2004	40	3825	10	Sem.
Universidade Federal de Sergipe (UFS)	São Cristóvão	SE	1/9/00	40	4215	08	Sem.
Faculdades Adamantinenses Integradas (FAI)	Adamantina	SP	5/7/00	50 50	3756	08	Sem. Diurn. Not.
Centro Univ. da Fundação Educacional de Barretos	Barretos	SP	23/1/80	60	5442	10	Sem.
Univ. Est. de Campinas (Unicamp)	Campinas	SP	19/12/1966	80	4440	10	Sem. Diurno
Univ. Est. de Campinas (Unicamp)	Campinas	SP	03/12/1991	35	4440	12	Sem. Not.

**TABELA 2.4** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(continuação)

Instituição	Cidade	UF	Criação	Vagas Autorizadas	Carga horária	Integração	Regime
Centro Regional Univ. de Espírito Santo do Pinhal (Cruepi)	Espírito Sto. do Pinhal	SP	20/9/99	80	3644	10	Sem. Not.
Fundação Educacional Fernandópolis (FEF)	Fernandópolis	SP	3/6/98	80	3600	9	Sem.
Faculdade de Jaguariúna (FAJ)	Jaguariúna	SP	18/10/05	100	4660	10	Sem. Not.
Centro Universitário Padre Anchieta (Unianchieta)	Jundiá	SP	1/8/07	60 120	3950	10	Sem. Diurn. Not.
Universidade de Marília (Unimar)	Marília	SP	30/5/96	40	3960	9	Sem. Not.
Universidade de São Paulo (USP)	Pirassununga	SP	27/6/00	50 50	3885	10	Sem. Diurn. Not.
Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp)	Ribeirão Preto	SP	1/2/05	60	4100	10	Sem. Not.
Universidade Metropolitana de Santos (Unimes)	Santos	SP	18/4/96	80	4658	5 anos	Annual
Centro Univ. do Instituto Mauá de Tecnologia (Ceun-IMT)	São Caetano do Sul	SP	3/10/85	80	4080	5 anos	Annual Not.
União das Faculdades dos Grandes Lagos (Unilago)	São José do Rio Preto	SP	18/7/00	100	4216	5 anos	Annual
União das Faculdades dos Grandes Lagos (Unilago)	São José do Rio Preto	SP	18/7/00	50	4216	5 anos	Annual Not.
Universidade Estadual Paulista (unesp)	São José do Rio Preto	SP	27/12/83	30	4080	5 anos	Annual

**TABELA 2.4** – RELAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS NO BRASIL, COM SUAS RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS, TEMPOS DE INTEGRALIZAÇÃO, NÚMERO DE VAGAS E REGIME DE MATRÍCULA (DADOS DE JUNHO DE 2009)

(conclusão)

Instituição	Cidade	UF	Criação	Vagas Autorizadas	Carga horária	Integração	Regime
Universidade do Vale do Paraíba (Univap)	São José dos Campos	SP	30/8/05	60	3660	10	Sem.
Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep)	Sta. Bárbara do Oeste	SP	20/10/99	80	4080	10	Sem. Diur. Not.
	Taubaté	SP	17/9/02	60	4342	5 anos	Annual Not.
Universidade Federal do Tocantins (UFT)	Palmas	TO	1/11/99	80	3780	10	Sem.



A profissão de engenheiro de alimentos foi regulamentada por meio da lei n.º 5.194 de dezembro de 1966, da Resolução n.º 218 de 29 de junho de 1973 e da Resolução n.º 1.010, de 22 de agosto de 2005 do CONFEA (BRASIL, 1966, 1973, 2005). A lei dispõe sobre as atividades profissionais caracterizando o exercício profissional como de interesse social e humano. Para tanto, especifica que atividades do engenheiro deverão importar na realização de empreendimentos tais como: aproveitamento e utilização de recursos naturais do país; desenvolvimento industrial e agropecuário do Brasil. A lei que é referente aos engenheiros de todas as modalidades dispõe sobre o uso de títulos profissionais, sobre o exercício legal da profissão, sobre as atribuições profissionais e sua coordenação. O desempenho dessas atividades refere-se à indústria de alimentos, acondicionamento, preservação, transporte e abastecimento de produtos alimentares, seus serviços afins e correlatos.

A Engenharia de Alimentos, hoje, é uma profissão de caráter multidisciplinar e abrange diversas áreas do conhecimento humano. Esse caráter multidisciplinar da profissão é consequência do tipo de informações necessárias para o perfeito domínio das operações unitárias e processos químicos para produção dos alimentos.

Cabe aqui destacar duas instituições relevantes para a área de Alimentos: a Associação Brasileira de Engenheiros de Alimentos (Abea), e a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (Abia). A Abea, fundada em 07 de junho de 1975, é uma entidade de classe, de âmbito nacional, organizada sob a forma de sociedade civil, sem fins lucrativos. Destina-se à valorização da profissão de Engenharia de Alimentos junto à sociedade civil, aos poderes públicos, empresas e instituições públicas e privadas. Zela pela rigorosa observância da ética profissional em defesa da sociedade e tem por meta contribuir com o desenvolvimento socioeconômico do país. Por outro lado, a Abia, criada em 1963, tem por objetivo congrega as empresas que se dedicam à indústria da alimentação, e funciona como interlocutora junto ao Poder Público, na qualidade de *órgão técnico e consultivo*.

Dentre os eventos relevantes da área, destaca-se a Feira Internacional de Serviços e Produtos para Alimentação (Fispal Alimentos), antigamente denominada simplesmente Fispal, cuja primeira edição se deu em 1984, e que, em junho de 2009, apresentou sua 25ª edição. Trata-se de uma Feira/Exposição, na qual as principais indústrias de alimentos apresentam inovações em produtos, processos, equipamentos, matérias-primas, dentre outras.

Também em 1984, foi concebido o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), como um instrumento de implementação da política de Ciência e Tecnologia do Governo Federal, para suprir lacunas no atendimento a algumas áreas prioritárias, dentre elas a Engenharia de Alimentos. O apoio à infraestrutura recebido pelas IES existentes foi fundamental para alavancar a pesquisa, consolidar seus cursos de graduação e apoiar o desenvolvimento de seus cursos de pós-graduação em Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos.

## **Estrutura Curricular dos Cursos da Área de Engenharia de Alimentos**

Em todos os cursos de Engenharia de Alimentos, a estrutura da matriz curricular é composta por um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos, cujo objetivo é promover a extensão e o aprofundamento dos conteúdos profissionalizantes, como preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, a saber:

- Ciência de Alimentos (microbiologia de alimentos, bioquímica de alimentos, química de alimentos, físico-química);
- Engenharia de Alimentos (operações e processos unitários, planejamento e projeto da indústria de alimentos, instalações industriais);
- Tecnologia de Alimentos (matérias-primas agropecuárias, processamentos de produtos de origem animal, vegetal e microbiana; controle de qualidade e análise sensorial);
- Nutrição.

88 Observa-se, todavia, que, em decorrência do viés de formação adotado, alguns cursos contemplam mais a visão das tecnologias e outros a visão dos processos. Os currículos atuais incorporam temas tais como: Gerenciamento da Qualidade dos Produtos e Processos, Modelagem, Simulação, Controle e Automação de Processos, Logística, entre outros.

Há uma grande oportunidade de aplicação de avançados e sofisticados princípios de Engenharia nos processos das indústrias de alimentos e com isso minimizar, principalmente, o impacto ao meio ambiente (COSTA et al., 1999). Interações entre Ciência e Engenharia deverão ser mais intensas nos anos vindouros e espera-se maior integração com nutricionistas, cientistas de alimentos, farmacêuticos e médicos especialistas, dentre outros (CHEN, 2009).

## **ENGENHARIA BIOQUÍMICA**

### **Breve Histórico da Origem e dos Avanços da Engenharia Bioquímica**

O homem, consciente e inconscientemente, faz uso dos processos bioquímicos desde os primórdios da sua existência. Sua preservação e de todos os seres vivos dependem de inúmeros processos de Engenharia Bioquímica. Cada célula é um espetacular laboratório (reator, purificador, separador, entre outros) ao qual nenhuma refinaria ou reator conseguiu, até hoje, igualar-se.

Os seres humanos fizeram uso intensivo de processos de Engenharia Bioquímica, como, por exemplo, os processos de fermentação, extração, reações enzimáticas, combinação de divisão das

moléculas orgânicas, remédios, produção de corantes naturais, conservação de alimentos, entre outros, muito antes de compreendê-los.

Segundo relatado por Aiba, Humphrey e Millis (1973), o homem primitivo descobriu que a carne deixada em repouso, por alguns dias, era mais agradável ao paladar do que a ingerida logo após o abate. Sabia, inconscientemente, que bebidas intoxicantes poderiam ser feitas de grãos e frutas. O envelhecimento da carne e a fabricação de bebidas alcoólicas foram, então, os primeiros usos da fermentação pelo homem. A fermentação, à época, era considerada como um processo místico. Não sabiam que estavam usufruindo da atividade de microrganismos invisíveis e mesmo sem saber que esses microrganismos existiam, aprenderam a fazê-los trabalhar.

A antiga arte de fabricação de queijo envolve a fermentação do leite ou creme. Há milhares de anos, os molhos de soja da China e do Japão são elaborados de grãos fermentados. Há séculos, os povos balcânicos vêm apreciando o leite fermentado ou iogurte, e as populações tribais da Ásia Central desfrutam igual prazer com o leite azedo de camela. O pão, conhecido há quase tanto tempo como a primeira agricultura, envolve a fermentação por levedura. A descoberta da fermentação de frutos foi feita há tanto tempo que os antigos gregos acreditavam que o vinho havia sido inventado por Dionísio, um de seus deuses. A fabricação de cerveja é apenas pouco menos antiga do que o vinho. Uma placa de argila da Mesopotâmia, escrita em Sumeriana-acadiano, há cerca de cinco séculos a.C., conta-nos que a fabricação de cerveja era uma profissão bem estabelecida 15 séculos antes. Uma placa assíria de 2000 a.C. relaciona a cerveja entre os artigos que Noé levou para bordo de sua arca. Documentos egípcios datando de antes da Quarta Dinastia, há cerca de 2500 a.C. descrevem a malteação de cevada e a fermentação da cerveja. *Kui*, uma cerveja de arroz chinesa, tem um passado de 2300 a.C. Quando Colombo aportou na América, verificou que os indígenas bebiam uma cerveja feita de milho. Há mais de 3000 anos, os chineses utilizavam coalhada mofada de soja para aclarar infecções na pele, e os primitivos habitantes da América Central empregavam fungos para tratamento de feridas infeccionadas (AIBA ET AL., 1973).

Durante a Idade Média, os homens aprenderam como melhorar o paladar do vinho, pão, cerveja e queijo. E mesmo após centenas de anos de experiência, ainda não haviam entendido que, com a fermentação, estavam tratando com organismos vivos. Só vieram a perceber a verdadeira causa da fermentação na segunda metade do século XIX.

O cientista francês L. J. Thenard descobriu, em 1803, que as leveduras empregadas pelos fabricantes de vinho eram organismos vivos e responsáveis pela formação do álcool. Essa descoberta foi desconsiderada pelos defensores da idéia tradicional de que a fermentação era uma ação química em que seres vivos não tinham participação. Em 1857, Pasteur provou que Thenard estava certo: a fermentação alcoólica era efetuada por leveduras, e estas eram células vivas. Pasteur demonstrou, também, que certas doenças eram causadas por microrganismos. Essa descoberta foi uma reviravolta na história médica e determinou o nascimento da microbiologia. Durante esse tempo, os pesquisadores que utilizaram os

fundamentos de Pasteur saíram do campo da medicina e procuraram utilizar microrganismos como insumos de produção na indústria.

Durante a Primeira Guerra mundial, Chaim Weismann, quase sozinho, livrou a Inglaterra de uma séria escassez de munição. Utilizando uma bactéria afim ao microrganismo responsável pelo tétano, converteu mosto de milho em acetona, essencial na manufatura de um explosivo. O processo envolvia uma fermentação utilizando fungo *Aspergillus niger*, pelo qual o açúcar comum era transformado em ácido cítrico. A necessidade faz o mestre. Os cientistas desses povos em conflito tinham a enorme necessidade de produzir novos medicamentos, antibióticos, combustíveis e alimentos em larga escala para salvar vidas humanas, suprir as necessidades dos exércitos e substituir matérias-primas importadas. Em 1923, Pfizer inaugurou a primeira instalação bem sucedida do mundo para fermentação de ácido cítrico. Outros produtos químicos industriais produzidos por fermentações foram pesquisados subsequentemente, e os processos convertidos à prática comercial, como butanol, ácido acético, ácido oxálico, ácido glicônico, ácido fumárico e muitos outros (AIBA ET AL., 1973).

**90** Praticamente nada foi feito com relação aos antibióticos até 1928. Foi nesse ano que Alexander Fleming, trabalhando com o *Staphylococcus aureus*, a bactéria causadora da furunculose, observou que um bolor da família *Penicillium* cresceu como contaminante em placa de Petri inoculada com esse microrganismo. Observou uma zona clara em que organismos de *Staphylococcus* vizinhos ao bolor contaminante tinham sido eliminados. Fleming cultivou o bolor e depois extraiu dele uma substância química que matava a bactéria. Denominou o material extraído de *penicilina*.

Conforme Sadir e Medina (1971), a descoberta de Fleming recebeu pouca atenção quanto à sua aplicação, até que dois pesquisadores da Universidade de Oxford, sob a pressão da Segunda Guerra Mundial, pesquisaram um agente de atividades antibactericida mais amplas dos que as existentes. Esses dois técnicos ingleses, Dr. Howard Florey e Dr. Ernest Chaim, estavam certos de que a terra ou o ar poderia oferecer uma levedura, bolor ou fungo que, sob condições apropriadas, poderia ser induzido a produzir um agente capaz de salvar as vidas dos feridos de guerra. Seu primeiro teste foi com o *Penicillium notatum*, bolor preservado dos estudos de Fleming. A penicilina mostrou ser exatamente o que eles estavam procurando: podia salvar milhões de vidas, o que era urgentemente necessário. Tinham, pois, um grande desafio a enfrentar, uma vez que todas as linhas de produção na Inglaterra estavam voltadas para a manufatura dos artefatos e produtos bélicos. Os pesquisadores recorreram, então, à indústria farmacêutica norte-americana, para que os auxiliassem a resolver as dificuldades da produção em massa do antibiótico. Três companhias norte-americanas – Merck, Pfizer e Squibb – com ajuda do laboratório do governo, avaliaram o projeto, pois, na época, o processo de obtenção do antibiótico, produto vital e estratégico, era baseado no crescimento superficial de fungos, o que inviabilizava totalmente a produção nas quantidades desejadas.

Uma descoberta casual em um mercado de Peória facilitou a solução do problema. Um funcionário do governo encontrou um melão embolorado, no qual estava se desenvolvendo uma nova linhagem de penicilina, a *Penicillium chrysogenum*, que produzia duzentas vezes mais penicilina do que o bolor de Fleming.

Segundo Golbert (2009), em meados de 1947, após muitos esforços de pesquisa para produção do antibiótico *estreptomina*, o reconhecimento à Engenharia Bioquímica foi alcançado. A companhia Química Merck recebeu a menção McGraw-Hill de progresso na área de Engenharia Química, pelas inovações realizadas em Engenharia Bioquímica, pelo seu desenvolvimento de processo descrito no artigo “A case study in Biochemical Engineering”, o que constituiu a primeira aparição desse termo na literatura profissional. Um dos primeiros simpósios sobre a matéria foi o da reunião da American Chemical Society, em Atlantic City, em setembro de 1949.

Nas décadas seguintes, a partir das primeiras produções de antibióticos, vários outros produtos passaram a ser produzidos por meio de processos bioquímicos fermentativos como, por exemplo, enzimas, solventes orgânicos, diferentes tipos de vitaminas e aminoácidos, sem mencionar os desenvolvimentos realizados nas áreas de alimentos e tratamento de efluentes.

Em meio a toda essa evolução, a engenharia se deparou com um problema extraordinário: a prevenção à contaminação. Talvez a mais notável contribuição da Engenharia tenha sido o avanço das técnicas de esterilização no projeto e na operação dos equipamentos de fermentação. Além de projetar uma operação de fermentação asséptica, o engenheiro também tem que projetar todas as demais etapas envolvidas no processo, como por exemplo, compressão do ar, sistemas de descarga, métodos de agitação e aeração, entre outros.

Muitos desafios e potenciais aplicações ainda existem para o engenheiro bioquímico, principalmente na obtenção de produtos de alto valor agregado, no tratamento biológico de efluentes e resíduos industriais e domésticos, reciclagem e decomposição de produtos orgânicos, e na obtenção de produtos oriundos de outros tipos de processos de custo menor. Na área da agroindústria, por exemplo, desenvolvem-se bioinseticidas, bioherbicidas e biofertilizantes. Na área médica, vários microrganismos são investigados para o controle da dengue.

Os fatores fundamentais para o contínuo desenvolvimento da Engenharia Bioquímica, considerada uma área multidisciplinar, são: uma sólida base de conhecimentos de engenharia e a capacidade de interpretar tanto os próprios fenômenos de engenharia como os fenômenos celulares ou biológicos. A Engenharia Bioquímica, em síntese, compreende a Engenharia Química voltada aos processos biotecnológicos, nos quais ocorre a transformação e obtenção de matérias-primas e produtos por meio da ação de material de origem biológica.

O curso de Engenharia Bioquímica oferecido pela Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP), antiga Faculdade de Engenharia Química de Lorena (Faenquil), é único no país (Tabela 2.5). Está relacionado à produção, aplicação, pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia para fins industriais. O engenheiro bioquímico formado por essa universidade tem a sua formação acadêmica sustentada na Engenharia Química, Bioquímica e Microbiologia, com sólida formação em Matemática, Física, Química e Biologia. Seu campo de atuação está centrado em atividades relacionadas ao projeto e operação de processos. Também atua na área de utilização de resíduos e tratamento de efluentes.

**TABELA 2.5** – RELAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA

Curso	IES	Ano de início	Integralização	Carga Horária	Vagas	Turno
Engenharia Bioquímica	EEL/USP	1999	9 semestres	4.005h/a	40	Integral

Fonte: Brasil (2009a).

## ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

92

### Breve Histórico da Origem e Avanços da Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia

A palavra “biotecnologia” é formada por três termos de origem grega:

*Bio* – que quer dizer vida;

*Tecnos* – que designa a utilização prática da ciência;

*Logos* – que significa conhecimento.

Segundo O’Kennedy (1991), essa terminologia foi empregada, pela primeira vez, em 1919, por um engenheiro agrícola da Hungria. Mas, em um sentido amplo, a humanidade vem utilizando a biotecnologia desde a antiguidade. O homem desde os primórdios extraía corantes de vegetais, azeites, medicamentos e perfumes. Mais tarde aprendeu também a recorrer a processos enzimáticos e de fermentação. Desde cerca de 1800 a.C., a humanidade vem utilizando fermentações de leveduras e outros microorganismos, especialmente o *Lactobacillus* para a fabricação de vinho, pão, queijo, leite fermentados, entre outros. O homem tem ampliado as técnicas de manipulação dos seres vivos, promovendo um desenvolvimento significativo nas mais variadas áreas, como agricultura, medicina, indústria química, etc.

Para Soccol (2009), a biotecnologia manipula seres vivos para a produção racionalizada de substâncias e para a geração de produtos comercializáveis. Recentemente, os avanços em Biotecnologia são aplicados na medicina e agricultura, em novos métodos e processos, inclusive para manipular a

vida pelos genes, desenvolver novas características em animais, plantas ou microrganismos, criar novos medicamentos, produzir órgãos semi-sintéticos para transplantes e super microrganismos capazes de degradar resíduos poluentes, princípios ativos raros e complexos, em escala industrial e viável economicamente (exemplo, *interferon*).

A Biotecnologia é uma área profissional em franca expansão nos países desenvolvidos. Nas últimas décadas, o mundo vem assistindo uma Revolução Biológica de grandes dimensões. Processos em que a natureza poderia levar milhares de anos agora são realizados rapidamente com o auxílio da Engenharia Genética e da Biologia Molecular. Essas transformações levam a reestruturações importantes nas áreas da agricultura, medicina, farmácia, produção animal e vegetal, meio ambiente, entre outras. Assim, a biotecnologia é considerada como uma das atividades científicas, econômicas e tecnológicas mais promissoras deste século.

As descobertas científicas sobre a expressão genética, engenharia de proteínas e fusão de células têm sido transferidas para a bioindústria na forma de novos produtos e serviços verdadeiramente inovadores e revolucionários. Em razão das potencialidades tecnológicas e o êxito financeiro da biotecnologia, teve início na Europa, na década de 80, e em outros países considerados de vanguarda na geração de novas tecnologias, discussões a respeito da forma mais adequada de ensinar Biotecnologia. Conforme O’Kennedy (1991), discussões foram conduzidas também com a finalidade de se avaliar a necessidade de concentrar esses ensinamentos apenas na pós-graduação. Após alguns anos, vários organismos, empresas e universidades reconheceram a importância, utilidade e potencial dos programas de Biotecnologia em nível de graduação. Esse parecer foi baseado no fato de que não havia nenhum curso de graduação tradicional que preenchesse todos os requisitos, em termos de formação teórico-prática, e que permitisse aos profissionais atuarem, com toda plenitude, na indústria de biotecnologia. Os licenciados em Biologia possuem conhecimentos sólidos em biologia molecular, genética e manipulação de células, porém essas técnicas são apenas parte de um bioprocessamento industrial. A etapa de desenvolvimento dos bioprocessos vinha sendo realizada por engenheiros químicos com formação clássica na indústria química e de petróleo. Por essa razão, surgiram programas de graduação objetivando a formação de engenheiros biotecnólogos e engenheiros de bioprocessos, profissionais esses preparados exclusivamente para atuar na bioindústria e na moderna indústria da biotecnologia.

93

### **A Formação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia**

Os cursos de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia foram criados para capacitar o profissional para conceber, projetar, construir e operar equipamentos destinados a reproduzir em escala industrial e econômica os processos de transformação orgânica, envolvendo células vivas de natureza

microbiana, vegetal ou animal. O engenheiro de bioprocessos emprega conhecimentos de química, matemática, física e biologia para inovar e aperfeiçoar produtos e processos baseados no emprego, em larga escala, de enzimas e/ou células vivas. Os processos desenvolvidos visam à conversão, de forma eficiente e segura, de matérias-primas naturais em fármacos, alimentos, bebidas e combustíveis. Adicionalmente, esse profissional pode atuar no controle ambiental empregando microrganismos para remoção de poluentes.

O engenheiro de bioprocessos também atua na concepção de processos e projetos de equipamentos e materiais necessários a práticas médicas ou ligadas à indústria farmacêutica, de cosméticos, agroalimentar, meio ambiente, química fina e principalmente nas indústrias de alimentos, bebidas, fármacos, vacinas, insumos biológicos para agricultura, pecuária e produção florestal; na área ambiental e médica, como pesquisador; na assistência técnica; na automação e controle de bioprocessos; no controle de qualidade de alimentos, animais e microrganismos transgênicos; atua também na área de ensino.

Socol (2009) menciona que existem, atualmente, muitas denominações utilizadas por universidades em todo mundo para diplomar profissionais com formação específica para trabalhar em biotecnologia e na bioindústria, entre elas: Biotecnologia, Engenharia Biotecnológica, Engenharia de Bioprocessos e Engenharia Biológica. São sinônimos utilizados para caracterizar a mesma formação profissional e apresentam praticamente a mesma estrutura curricular. Inclui atuação em algumas áreas da medicina, agricultura, agroindustrial, farmacêutica, química e meio ambiente. A formação desses profissionais agrega conhecimentos teóricos e práticos aprofundados em biologia molecular, bioquímica, microbiologia, genética, cultura de células animal e vegetal, além de disciplinas características de engenharia como: matemática, física, química, informática, computação e engenharia de processos industriais.

Na região Sul, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs) oferecem Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. As escolas podem dar ênfase a um ou outro ramo da Biotecnologia. Assim, atualmente, o curso da Uergs é mais voltado para o meio ambiente, enquanto o da UFPR atenta para as atividades da engenharia, com foco em projetos e processos. A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), por exemplo, têm graduação com a denominação de Engenharia de Bioprocessos.

Existem atualmente, oito cursos de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, conforme Tabela 2.6.



**TABELA 2.6 – CURSOS DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA**

<b>CURSOS</b>	<b>IES</b>	<b>Ano de início</b>	<b>Integralização</b>	<b>Carga Horária</b>	<b>Vagas</b>	<b>Turno</b>
Engenharia de Bioprocessos	Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ	2008	10 semestres	3.760h/a	50	Noturno
Engenharia de Bioprocessos	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	2004	10 semestres	3.600h/a	40	Integral
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	Universidade Federal do Paraná – UFP	2000	10 semestres	3.585h/a	30	Integral
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS campus Bento Gonçalves	2003	10 semestres	4.125h/a	40	Integral
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS campus Caxias do Sul	2002	10 semestres	4.125h/a	32	Integral
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS campus Novo Hamburgo	2002	10 semestres	4.125h/a	30	Integral
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS campus Santa Cruz do Sul	2002	10 semestres	4.125h/a	40	Integral
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia	Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS campus Santana do Livramento	2002	10 semestres	4.125h/a	32	Integral



## **CAPÍTULO III**



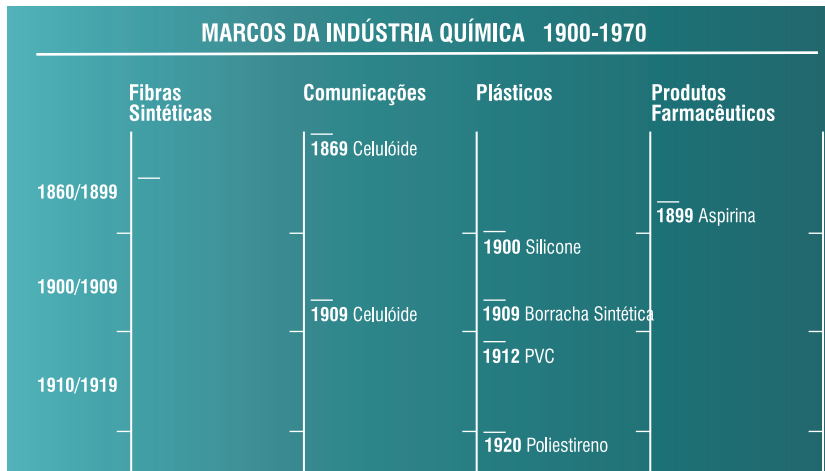
# ANÁLISE DOS DADOS DO CENSO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR REALIZADO PELO INEP

99

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) realiza, anualmente, desde 1981, o Censo de Educação Superior; pelo qual são coletados dados sobre a educação superior brasileira, que são disponibilizados sob diferentes formas: Personalidade Jurídica (instituições Públicas e Privadas), Categoria Administrativa (instituições Federais, Estaduais e Municipais, no caso das Públicas; instituições Particulares, Comunitárias, Confessionais e Filantrópicas, no caso das Privadas) e Organização Acadêmica (Universidades, Centros Universitários e Faculdades), para as cinco regiões do país e para o Brasil como um todo.

As tabelas disponibilizadas pelo Inep encontram-se no Anexo deste compêndio. No entanto, serão aqui apresentados alguns gráficos e tabelas que possibilitam uma análise do conjunto de dados das modalidades que integram o Grupo IV (Engenharias da área Química), de modo a avaliar a evolução dos mesmos, em relação ao número de cursos da área, número de candidatos inscritos/vagas, número de matriculados, número de ingressantes e número de concluintes, de 1991 a 2007.

Nas Figuras 3.1 a 3.6, são apresentados os dados de número total de cursos ofertados nas modalidades que integram a área Química, por Personalidade Jurídica, para o Brasil e para as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, respectivamente.



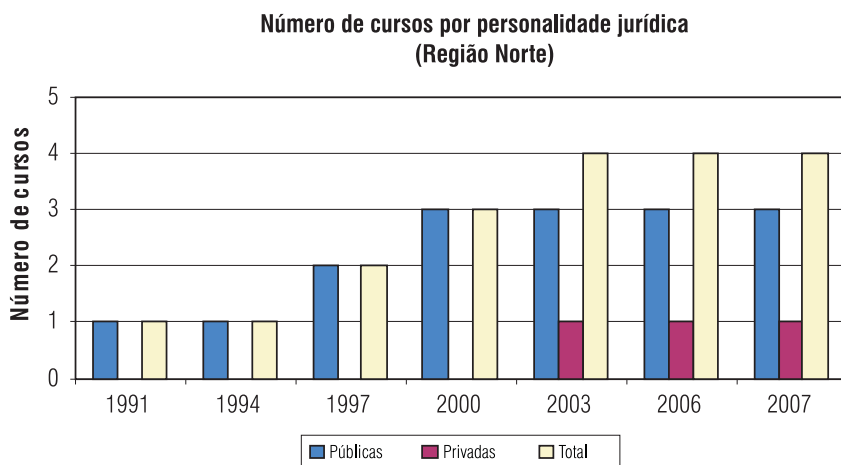
**FIGURA 3.1** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NO BRASIL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

100

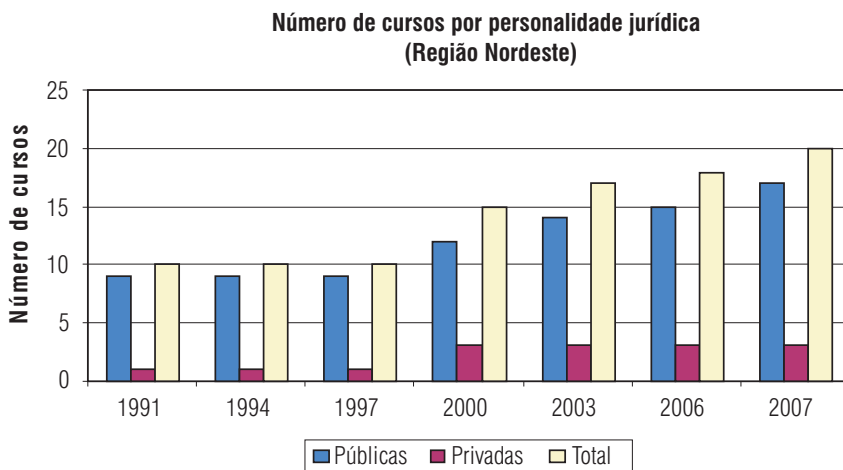
Avaliando a Figura 3.1, observa-se que, no Brasil como um todo, as Instituições de Ensino Superior (IES) públicas são as que, historicamente, oferecem um maior número de cursos nas modalidades de Engenharia que integram o Grupo IV. O mesmo se verifica nas regiões Norte, Nordeste e Sul (vide Figuras 3.2, 3.3 e 3.6, respectivamente), destacando-se que, na região Norte, diferentemente das demais, a oferta de cursos das modalidades do Grupo IV pelo setor privado é mais recente, iniciando-se depois de 2000, havendo até 2007 um único curso ofertado. Mesmo nas IES públicas, esse número também é pequeno, atingindo um máximo de três, entre 2000 e 2007.

Quanto à região Sudeste (Figura 3.5), tem-se que, de 1991 a 2000, houve um aumento do número de cursos das modalidades do Grupo IV ofertados tanto pelas instituições privadas quanto pelas públicas, e esses números praticamente se equivaliam. A partir de 2000, as IES privadas passaram a ser as maiores ofertantes, sendo que, a partir de 2003, o número de cursos ofertados pelas privadas se estabilizou, mas a oferta pelas públicas se manteve crescente, de modo que, em 2007, quase houve uma equivalência desses números.

Na região Centro-Oeste (Figura 3.4), verifica-se que a oferta de cursos nas modalidades de Engenharia que compõem o Grupo IV é muito baixa, assim como visto para a região Norte. Houve um pequeno aumento ao longo dos anos tanto na oferta pelas IES públicas quanto pelas privadas, e esse número praticamente se equipareu, com as privadas oferecendo um curso a mais que as públicas até que, em 2006, a situação se inverteu com as públicas passando a oferecer um curso a mais.

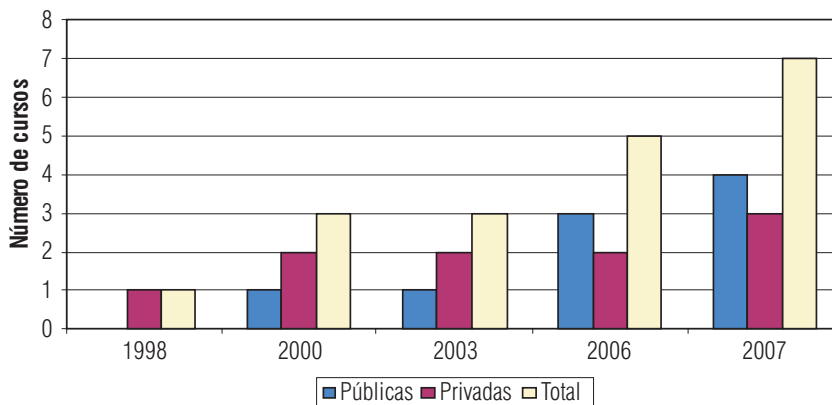


**FIGURA 3.2** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NA REGIÃO NORTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA



**FIGURA 3.3** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NA REGIÃO NORDESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

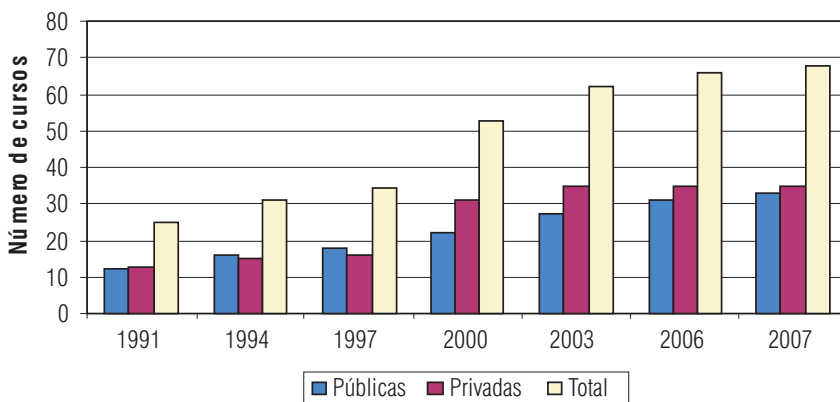
**Número de cursos por personalidade jurídica  
(Região Centro-Oeste)**



**FIGURA 3.4** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NA REGIÃO CENTRO-OESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

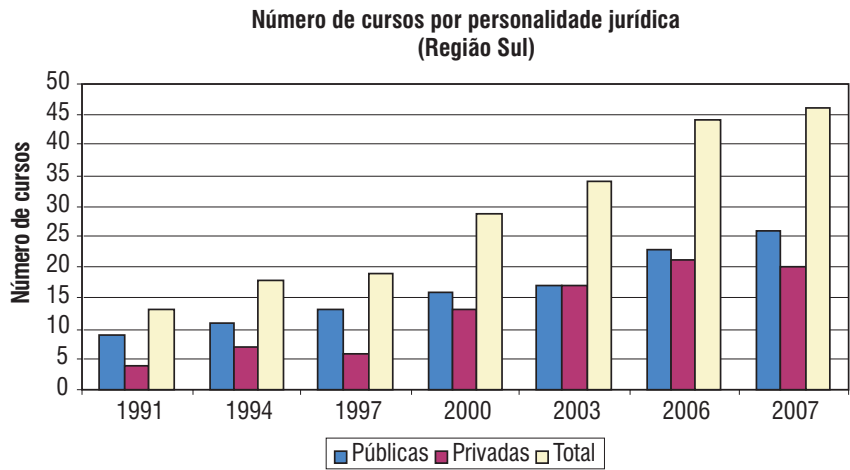
102

**Número de cursos por personalidade jurídica  
(Região Sudeste)**



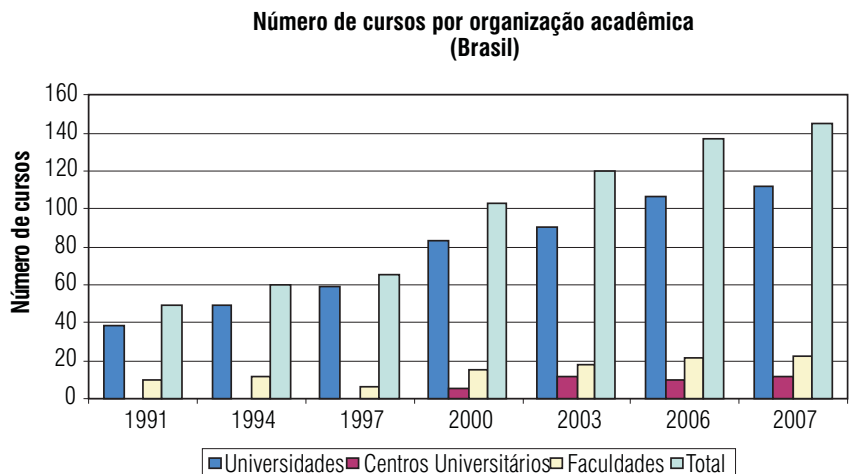
**FIGURA 3.5** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NA REGIÃO SUDESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA





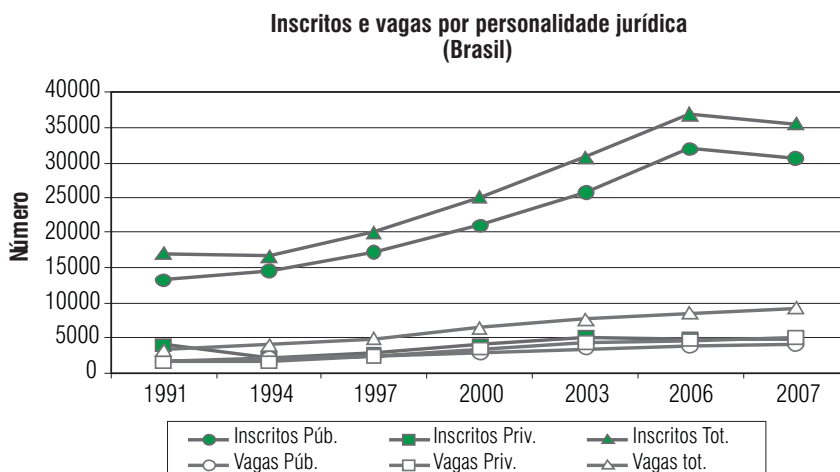
**FIGURA 3.6** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NA REGIÃO SUL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

Analisando o número de cursos das modalidades de Engenharia do Grupo IV, agora sob a ótica da modalidade de Organização Acadêmica (Figura 3.7), observa-se a predominância das universidades na oferta dos mesmos.

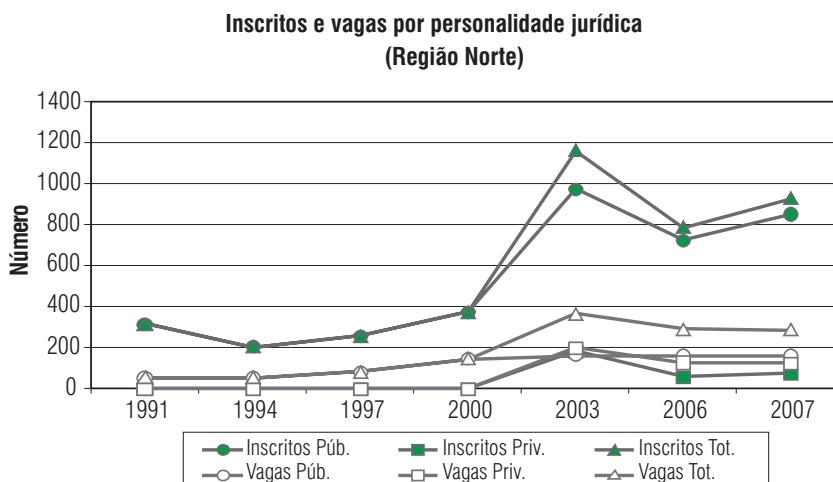


**FIGURA 3.7** – NÚMERO DE CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, OFERTADOS, NO BRASIL, POR MODALIDADE DE ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA

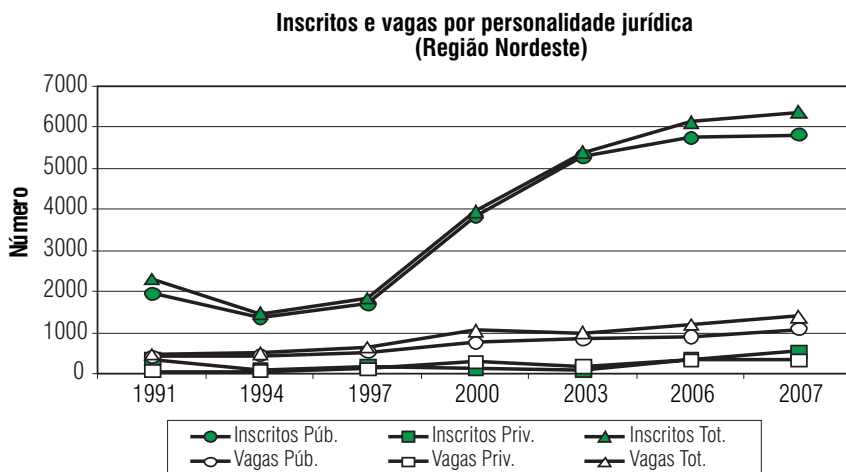
A seguir, são apresentados, por personalidade jurídica, dados relativos ao número de candidatos inscritos e de vagas (Figuras 3.8 a 3.13) e relação candidatos/vagas (Tabelas 3.1 a 3.5), que possibilitam caracterizar a oferta e demanda pelos cursos das modalidades de Engenharia que integram o Grupo IV no Brasil e nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, respectivamente.



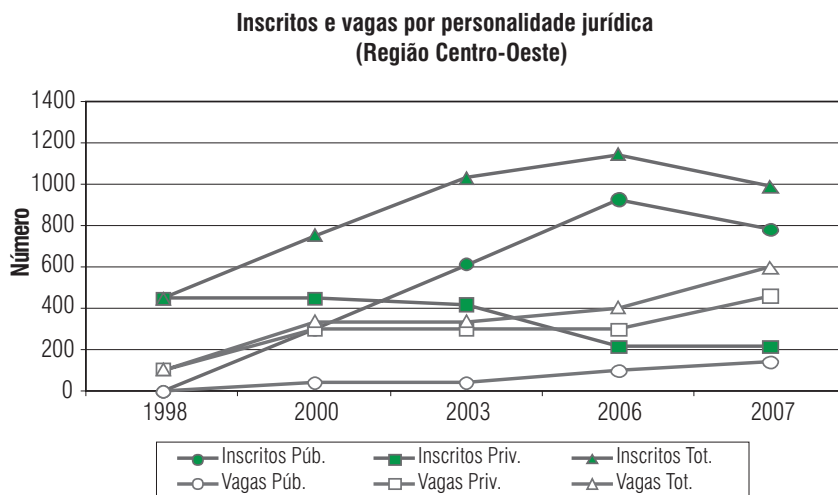
**104** FIGURA 3.8 – NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA



**FIGURA 3.9** – NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NA REGIÃO NORTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

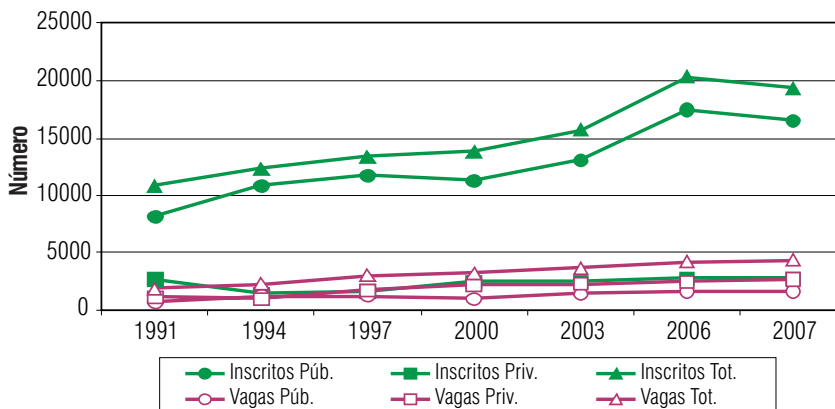


**FIGURA 3.10**—NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NA REGIÃO NORDESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA



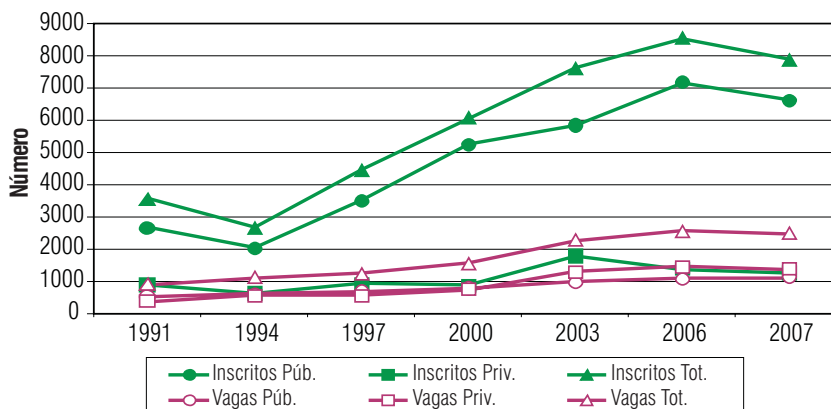
**FIGURA 3.11**—NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NA REGIÃO CENTRO-OESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

**Inscritos e vagas por personalidade jurídica  
(Região Sudeste)**



**FIGURA 3.12**—NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NA REGIÃO SUDESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

**Inscritos e vagas por personalidade jurídica  
(Região Sul)**



**FIGURA 3.13**—NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NA REGIÃO SUL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

**TABELA 3.1** – RELAÇÃO NÚMERO DE CANDIDATOS INSCRITOS POR VAGAS, NO BRASIL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

IES	1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007
Públicas	7,7	6,3	6,8	7,5	7,6	8,3	7,3
Privadas	2,6	1,3	1,1	1,1	1,2	1,0	0,98
Total	5,3	4,2	4,0	3,9	4,0	4,3	3,9

**TABELA 3.2** – RELAÇÃO NÚMERO DE CANDIDATOS INSCRITOS POR VAGAS, NA REGIÃO NORTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

IES	1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007
Públicas	6,3	4,0	3,2	2,5	5,9	4,4	5,1
Privadas	0	0	0	0	1,0	0,48	0,64
Total	6,3	4,0	3,2	2,5	3,2	2,7	3,2

**TABELA 3.3** – RELAÇÃO NÚMERO DE CANDIDATOS INSCRITOS POR VAGAS, NA REGIÃO NORDESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

IES	1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007
Públicas	4,7	3,2	3,2	5,0	6,3	6,5	5,5
Privadas	5,9	1,4	1,5	0,37	0,53	1,2	1,8
Total	4,9	3,0	2,9	3,7	5,4	5,1	4,6

**TABELA 3.4** – RELAÇÃO NÚMERO DE CANDIDATOS INSCRITOS POR VAGAS, NA REGIÃO CENTRO-OESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

IES	1998	2000	2003	2006	2007
Públicas	0	7,5	15,3	9,3	5,6
Privadas	4,3	1,5	1,4	0,72	0,47
Total	4,3	2,2	3,0	2,9	1,7

**TABELA 3.5** – RELAÇÃO NÚMERO DE CANDIDATOS INSCRITOS POR VAGAS, NA REGIÃO SUDESTE, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

IES	1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007
Públicas	11,2	8,8	9,5	10,6	9,3	10,7	9,7
Privadas	2,4	1,4	0,94	1,2	1,1	1,1	1,0
Total	5,9	5,4	6,6	7,1	7,4	4,9	4,4

**TABELA 3.6** – RELAÇÃO NÚMERO DE CANDIDATOS INSCRITOS POR VAGAS, NA REGIÃO SUL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

IES	1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007
Públicas	5,3	3,5	5,3	8,0	6,1	6,6	6,0
Privadas	2,5	1,1	1,7	1,1	1,4	0,95	0,93
Total	4,1	2,4	3,6	3,9	3,4	3,4	3,2

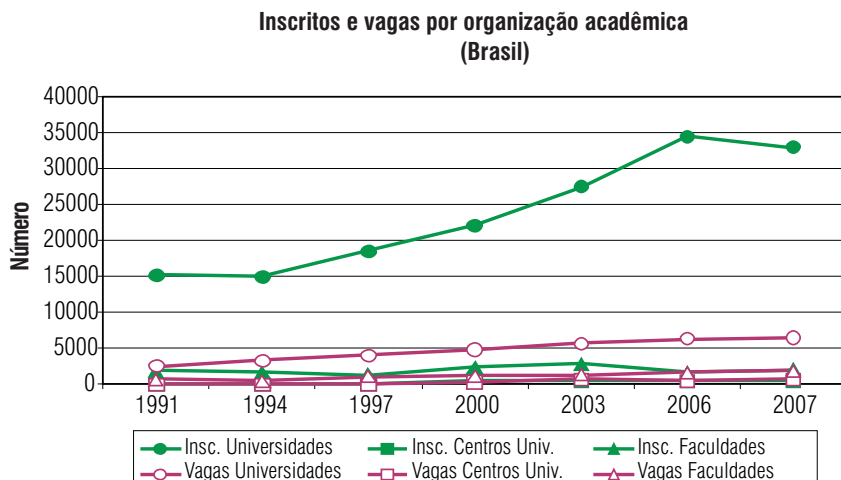
**108** Analisando o conjunto de dados apresentados, verifica-se que o número de candidatos inscritos nas IES públicas, no Brasil e em quatro de suas cinco regiões, é sempre superior ao das IES privadas. A região Centro-Oeste constitui uma exceção, pois os primeiros cursos surgiram apenas a partir de 1998 e, nesse ano, as IES públicas não ofertavam qualquer curso dentro das modalidades de Engenharia do Grupo IV. Dessa forma, só depois de alguns anos (entre 2000 e 2003) é que o número de inscritos nas públicas suplantou o das privadas. No setor privado, tem-se que, para as regiões Sudeste e Sul, na série histórica de 1991 a 2007, as relações candidato/vaga estão ligeiramente acima de um e, quando não, são praticamente um. A relação candidato/vaga comparativamente elevada apresentada, em 1998, pelas IES privadas da Região Centro-Oeste, deve-se ao fato de, conforme já dito, não haver, nas IES públicas da região, cursos ofertados nas modalidades de Engenharia que compõem o Grupo IV.

No Brasil (Figura 3.8), em 2007, o total de inscritos (35.534) era 3,9 vezes maior que o total de vagas oferecidas no país (9.174), nas modalidades de Engenharia que compõem o Grupo IV. A pequena queda de inscritos entre 2006 e 2007 não é representativa, pois os dados estão sendo avaliados a cada três anos para se observar a existência de tendências. Além disso, dado o reaquecimento de setores da economia que absorvem engenheiros, provavelmente os dados de 2008 são mais elevados.

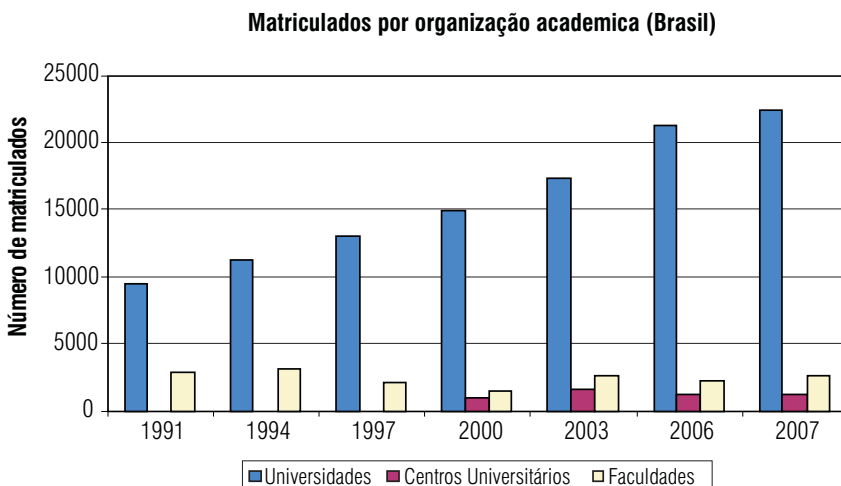
De um modo geral, observa-se uma tendência de crescimento na procura pelos cursos de Engenharia do Grupo IV, no período em análise, sendo que historicamente essa procura tem sido maior na região Sudeste, seguida pelas regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste (dados disponíveis a partir de 1998) e Norte.

No que concerne à relação candidatos/vaga tem-se que esta é maior para a Região Sudeste, no total e comparando-se as IES públicas de cada região. Nas IES privadas, essa relação é baixa para todas as regiões.

Na Figura 3.14 são apresentados o número de candidatos inscritos nos processos seletivos e o número de vagas ofertadas, no Brasil, agora por organização acadêmica e, na Figura 3.15, o número de alunos matriculados, ambos no Brasil como um todo. Os dados indicam que o número de inscritos, assim como o de alunos matriculados é significativamente maior nas universidades.

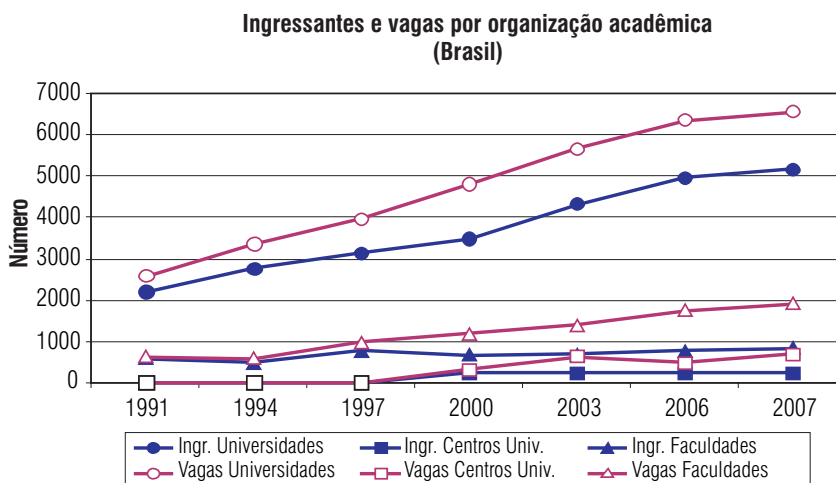


**FIGURA 3.14** – NÚMERO DE INSCRITOS E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA



**FIGURA 3.15** – NÚMERO DE MATRICULADOS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA

Na Figura 3.16, são mostrados o número de ingressantes e o número de vagas nos cursos das modalidades de Engenharia do Grupo IV, no Brasil, por organização acadêmica (universidades, centros universitários e faculdades).

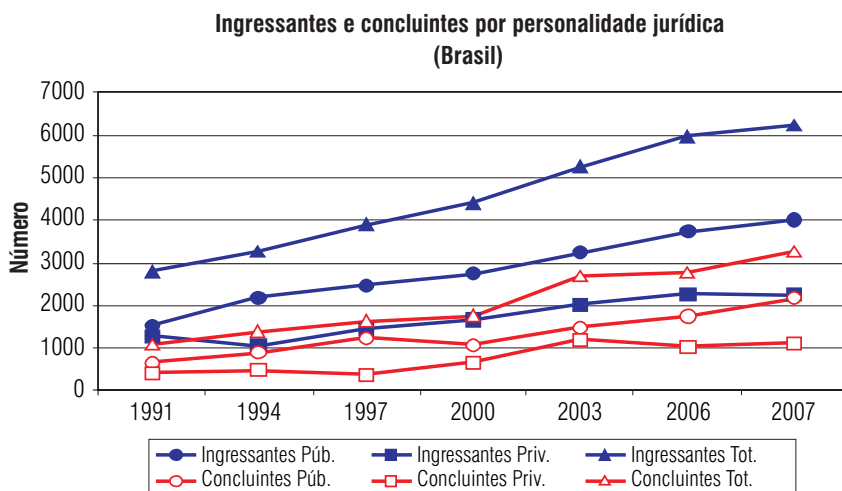


**110** **FIGURA 3.16** – NÚMERO DE INGRESSANTES E DE VAGAS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA

Um aspecto curioso, mostrado na Figura 3.16, é que, a despeito do elevado número de inscritos nos processos seletivos das universidades (vide Figura 3.14), o número de ingressantes é inferior ao de vagas, em valores que variam de 15 a 28%, entre 1991 e 2007. Isso ocorre porque o preenchimento praticamente integral de vagas só se observa nas universidades públicas. Nas privadas, esse preenchimento esteve entre 43 e 78%, neste mesmo período. Cabe ressaltar que, nos centros universitários e faculdades, o preenchimento de vagas também é maior no setor público que no privado e que, no setor público, as instituições municipais apresentam um preenchimento um pouco inferior ao das federais e estaduais.

Na Figura 3.17, são apresentados os dados do número de ingressantes e de concluintes nos cursos das modalidades do Grupo IV, no Brasil, por personalidade jurídica, e, na Tabela 3.7, o percentual de concluintes em relação aos ingressantes, por personalidade jurídica, no Brasil.





**FIGURA 3.17** – NÚMERO DE INGRESSANTES E DE CONCLUINTES NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR PERSONALIDADE JURÍDICA

**TABELA 3.7** – PERCENTUAL DE CONCLUINTES EM RELAÇÃO AOS INGRESSANTES, POR PERSONALIDADE JURÍDICA, NO BRASIL

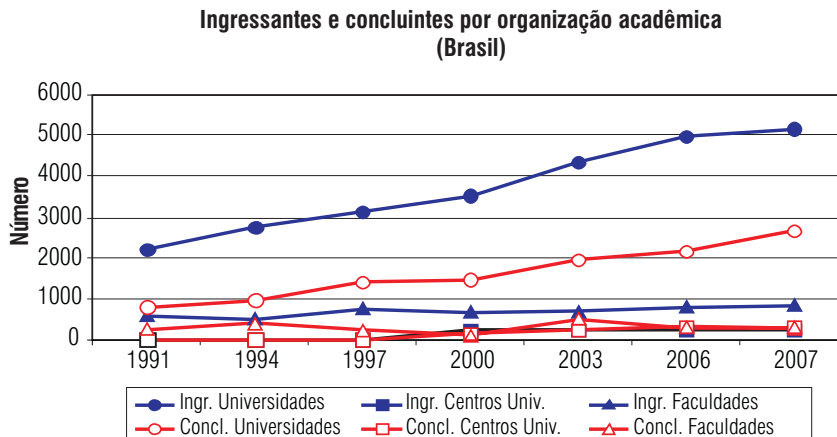
IES	1991	1994	1997	2000	2003	2006	2007
Públicas	43,4	40,4	50,6	39,1	46,0	46,8	53,7
Privadas	32,4	45,6	25,6	40,7	58,7	45,2	49,5
Total	38,4	42,1	41,4	39,5	50,9	46,2	52,2

Da análise desses dados, depreende-se que, no Brasil, a razão concluintes/ingressantes dos cursos das modalidades de Engenharia que compõem o Grupo IV ainda é baixa, à medida que, em média, apenas 44% dos ingressantes, englobando as duas personalidades jurídicas (IES públicas 45,7% e IES privadas 42,5%), concluem o curso no prazo de integralização exigido, o que sugere uma elevada evasão e/ou retenção.

Na Figura 3.18, são apresentados os dados do número de ingressantes e de concluintes, no Brasil, nos cursos das modalidades do Grupo IV, por organização acadêmica.

Observa-se, pela figura, que o número de ingressantes, nas universidades, cresce quase que linearmente, o mesmo ocorrendo com o número de concluintes. Já nas faculdades e centros universitários, o aumento no número de ingressantes também é observado e, apesar de percentualmente ele ser elevado

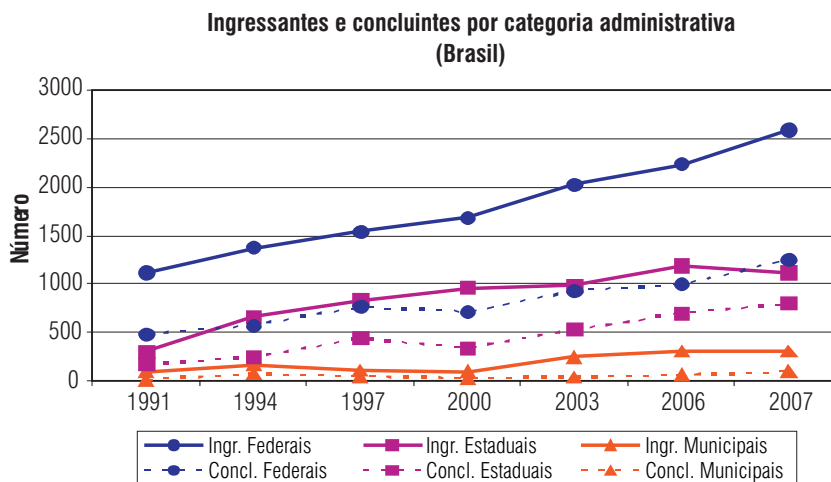
em alguns momentos, numericamente ele é pouco significativo em comparação com as universidades. Para a mesma organização acadêmica, a tendência observada para o número de ingressantes se repete para o número de concluintes, o que sugere que a evasão e/ou retenção tem se mantido praticamente constante ao longo do tempo, independentemente da categoria acadêmica.



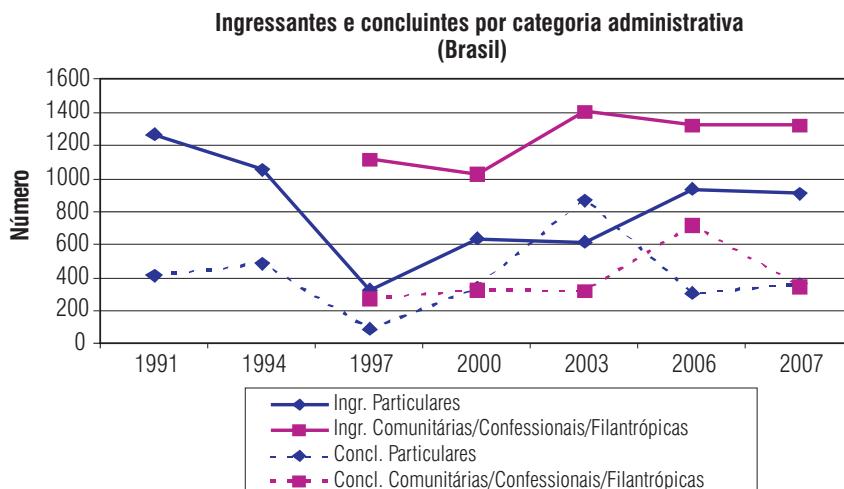
**FIGURA 3.18** – NÚMERO DE INGRESSANTES E DE CONCLUINTES NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA

112

As Figuras 3.19 e 3.20 trazem dados dos ingressantes e concluintes, no Brasil, por categoria administrativa, para as personalidades jurídicas, públicas e privadas, respectivamente.



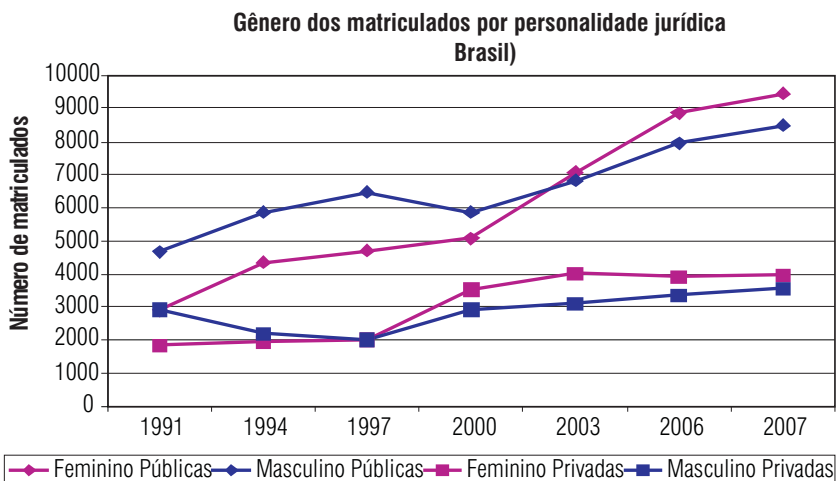
**FIGURA 3.19** – NÚMERO DE INGRESSANTES E DE CONCLUINTES NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA, COM PERSONALIDADE JURÍDICA PÚBLICA



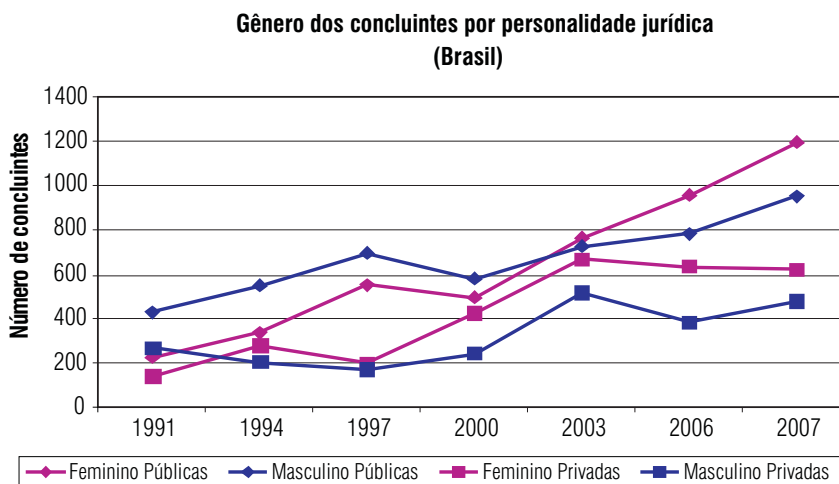
**FIGURA 3.20** – NÚMERO DE INGRESSANTES E DE CONCLUINTES NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA, COM PERSONALIDADE JURÍDICA PRIVADA

A análise das Figuras 8.19 e 8.20 indica que a razão entre o número de concluintes e de ingressantes vem caindo ao longo do período de tempo considerado, na medida em que se verifica um afastamento entre as curvas que representam esses números. Uma exceção é observada nos dados relativos às instituições públicas estaduais, que apresentam tendência de aproximação das curvas de ingressantes e concluintes (Figura 3.19). Os dados disponibilizados pelo INEP referentes a ingressantes e concluintes das instituições comunitárias, confessionais e filantrópicas (Figura 3.20) são restritos ao período de 1997 a 2007, embora a oferta dos cursos do Grupo IV por essas instituições anteceda tal período. Na Figura 3.20, são observados contingentes maiores de ingressantes nas IES comunitárias, confessionais e filantrópicas, quando comparadas com as particulares, decorrentes, possivelmente, da tradição de ensino desse Grupo, aspecto que contribui para o aumento da procura.

Outra informação relevante para a análise da evolução dos cursos do Grupo IV diz respeito à questão de gênero (sexo). Nas Figuras 3.21 e 3.22, são apresentados dados da distribuição dos matriculados e concluintes, por gênero, nas instituições com personalidades jurídicas, públicas e privadas. Observa-se, por essas figuras, o crescimento e a superação do número de matriculados e de concluintes do sexo feminino em relação ao sexo masculino, no período em análise, tanto nas instituições públicas quanto nas privadas.



**FIGURA 3.21**—NÚMERO DE MATRICULADOS NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR GÊNERO E POR PERSONALIDADE JURÍDICA



**FIGURA 3.22**—NÚMERO DE CONCLUINTES NOS CURSOS DAS MODALIDADES DO GRUPO IV, NO BRASIL, POR GÊNERO E POR PERSONALIDADE JURÍDICA

# **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



AIBA, S.; HUMPHREY, A. E.; MILLIS, N. F. *Biochemical engineering*. 2nd ed. New York: Academic Press, 1973.

ALMEIDA, L. M. A.; RIGOLIN, T. B. *Fronteiras da globalização: Geografia geral e do Brasil*. São Paulo: Ática, 2004.

APRENDENDO a exportar alimentos. Apresenta um histórico da relação do homem com a alimentação. Disponível em: <[http://www.aprendendoaexportar.gov.br/alimentos/o\\_setor/estatisticas.asp](http://www.aprendendoaexportar.gov.br/alimentos/o_setor/estatisticas.asp)>. Acesso em: 29 jul. 2009.

BAILEY, J. E.; OLLIS, D. F. *Biochemical Engineering Fundamentals*. 2nd ed. Singapore: Mc-Graw Hill, 1986.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Desenvolvido pelo BNDES. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/bs3inves.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2009.

BELLIS, M. *The textile revolution*. Disponível em: <[http://www.inventors.about.com/od/indrevolution/a/history\\_textile.htm](http://www.inventors.about.com/od/indrevolution/a/history_textile.htm)>. Acesso em: 7 maio 2009.

BORZANI, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E. *Engenharia Bioquímica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1975. (Série Biotecnologia, v. 3).

BRASIL. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Resolução n.º 218, de 29 de junho de 1973. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 31 jul.1973. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/downloads/0218-73.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

BRASIL. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Resolução n.º 1.010, de 22 de agosto de 2005. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/downloads/1010-05.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Parecer n.º 1.362, de 12 de dezembro de 2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 25 dez. 2001. Seção 1, p. 17. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução n.º 11, de 11 de março de 2002. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 9 abr. 2002. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-curriculo-engenharia.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2009.

BRASIL. Decreto n.º 6.425, de 4 de abril de 2008. Dispõe sobre o censo anual da educação. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 7 abr. 2008.

**118** BRASIL. Lei n.º 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro agrônomo, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 27 dez. 1966.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Departamento de Assuntos Universitários. *Instituições de ensino: engenharia e tecnologia mínimos de conteúdo e duração da habilitação Engenharia de Alimentos do curso de Engenharia*. Brasília, DF, 1976.

CARRARA JUNIOR, E.; MEIRELLES, H. *A indústria química e o desenvolvimento do Brasil: 1500-1889*. São Paulo: Metalivros, 1996.

CHAUDHURI, J. B. Biochemical engineering – past, present & future. *Trends in Biotechnology*, v. 15, n. 10, p. 383-384, 1997.

CHEN, X. D. *Food engineering for the future: a chemical engineers perspective*. Disponível em: <<http://www.atse.org.au/index.php?sectionid=1210>>. Acesso em: 29 jul. 2009.

COSTA, M. C.; DELISA, R.; ROSENTHAL, A. Revisão: tecnologias não convencionais e o impacto no comportamento do consumidor. *Boletim do CEPPA*, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 187-210, jul./dez. 1999.

CREMASCO, M. A. *Vale a pena estudar Engenharia Química*. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.



DELGADO-GUTIERREZ, C.; BRUHN, C. M. Health professionals' attitudes and educational needs regarding new food processing technologies. *Journal of Food Science Education*, v. 7, n. 4, p. 78-83, out. 2008.

DORAN, P. M. *Bioprocess engineering principles*. Zaragoza: ACRIBIA, 1998.

ERBER, F. S.; VERMULM, R. *Ajuste estrutural e estratégias empresariais*. Rio de Janeiro: IPEA, 1993.

FREITAS, R. F. S. *Cartilha para alunos do ensino médio: Engenharia Química*. Disponível em: <[http://www.deq.ufmg.br/texto/graduacao/cartilha\\_ensino\\_medio.pdf](http://www.deq.ufmg.br/texto/graduacao/cartilha_ensino_medio.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2009.

FREITAS, R. F. S. Diagnóstico sobre o setor químico no país. In: *Relatório interno do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT*. [S.l. : s.n.], 2002.

FREYRE, G. *Casa-grande e senzala*. Rio de Janeiro: Record, 1992.

FURTER, W. F. History of chemical engineering. *Conference Proceedings of American Chemical Society*, 1980.

GOLBERT, A. K. *Meio século de Engenharia Bioquímica*. Disponível em: <[http://www.hottopos.com/regeq2/meio\\_seculo\\_de\\_engenharia\\_bioq.htm](http://www.hottopos.com/regeq2/meio_seculo_de_engenharia_bioq.htm)>. Acesso em: 20 maio 2009.

GORINI, A. P. F.; SIQUEIRA, S. H. G. Complexo têxtil brasileiro. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, nov. 1997.

GUIA DO ESTUDANTE. *Engenharia de bioprocessos e biotecnologia*. Disponível em: <<http://www.algosobre.com.br/guia-de-profissoes/engenharia-de-bioprocessos-e-biotecnologia.html>>. Acesso em: 20 maio 2009.

GUIA DO ESTUDANTE. *Engenharia*. Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/engenharia/profissoes>>. Acesso em: 20 maio 2009.

HELDMAN, D. R. Developments in food engineering education in North America. *Annual Meeting*. New Orleans: IFT, 2001.

HU, W.-S.; SWARTZ, J. R. Biochemical engineering fundamentals: the foundations of our profession. *Biotechnology Progress*, Washington, DC, v. 14, n. 1, p.1-2, 1998.

HUMPHREY, A. Shake flask to fermentor: what have we learned? *Biotechnology Progress*, Washington, DC, v. 14, n. 1, p. 3-7, 1998.

INDÚSTRIA TÊXTIL: dos fusos e rocas aos teares automáticos. Disponível em: <<http://www.seesp.org.br/imprensa/je213memoria.htm>>. Acesso em: 9 maio 2009.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA ORT. *O que é biotecnologia*. Disponível em: <<http://www.ort.org.br/bio/oquee.htm>>. Acesso em : 9 maio de 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Brasil). *Cadastro das instituições de educação superior*. Disponível em: <[www.educacaosuperior.inep.gov.br/inst.stm](http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/inst.stm)>. Acesso em: 7 jun. 2009a.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Brasil). *Resumo técnico: censo da educação superior 2007*. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2009.

ITANI, W. Developments of textile engineering in postwar Japan as science and industrial techniques. *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, Osaka, v. 13, n. 5, p. 164, 1967.

JOHNSON, H. *The story of wine*. London: Mitchell-Beazley, 1989.

MATUME, G. Perda do mercado para têxteis custa o desemprego em África. *Hoje*, v. 9, n. 4, out. 2006. Disponível em: <<http://www.sardc.net/Editorial/sadctoday/portview.asp?vol=484&pubno=v9n4>>. Acesso em: 18 maio 2009.

120

MAY, S. W.; SCHWARTZ, R. D. Biochemical engineering: editorial overview. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 8, n. 2, p. 145-147, abr. 1997.

MONTEIRO FILHA, D. C.; CORRÊA, A. O complexo têxtil. In: *BNDES 50 anos: histórias setoriais*. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

MORAES, I. O. et al. Case studies of *B. thuringiensis* production and biocontrol application. In: THANGADURAI, D; TRIPATHI, L.; BENNET, A. (Eds.). *Crop improvement and Biotechnology*. [S.l.]: Pulyur Bioscience, 2008. p. 241 – 245.

MORAES, I. O. et al. Thirty six years of *B.thuringiensis* in Brazil -1971 – 2007 and a hundred six years in the world 1901 – 2007. In: THANGADURAI, D. et. al. (Eds.). *Biotechnology for food, agriculture and environment*. Jodhpur: Agrobios, 2008.

MORAES, I. O. Produção de microrganismos. In: LIMA, U. A., et. al. (Coords.). *Processos fermentativos e enzimáticos*. São Paulo: Edgar Blucher, 2001. p. 199-217. (Biotecnologia Industrial, v. 3).

MORS, W. *Pesquisa fundamental e pós-graduação: área de alimentos*. Brasília: CNPq, 1974.

MOTA, M. B.; BRAICK, P.R. *História das cavernas ao terceiro milênio*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2002.

O'KENNEDY, R. Development of an undergraduate degree programme in biotechnology. *Biotechnology Education*, v. 2, n. 1, p. 27-29, 1991.

PANIAGO, E. B. O impacto do PADCT na química brasileira: uma visão acadêmica. *Química Nova*, São Paulo, v. 20, dez. 1997.

PERRETTI, S.; CHERRY, R. The needs for and biochemical engineers. *Biotechnology*, v. 7, n. 1124, 1989.

PORTAL LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS. Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. *O que é a Engenharia Química*. Disponível em: <[http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=113&Itemid=426](http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=113&Itemid=426)>. Acesso em: 10 maio 2009.

PORTAL UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. *Departamento de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia*. Disponível em: <<http://www.people.ufpr.br>>. Acesso em: 12 maio 2009.

PORTO, L. M. *A evolução da Engenharia Química: perspectivas e novos desafios*. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/regeq10/luismar.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

REDIGIR REDAÇÃO. *Revolução industrial*. Disponível em: <<http://www.focohistoria.blogspot.com/2008/07/revolu-industrial.html>>. Acesso em: 28 abr. 2009.

SADIR, R.; MEDINA, J. C. *Engenharia bioquímica*. Campinas: Fundação Centro Tropical de Pesquisa e Tecnologia de Alimentos, 1971.

SARAMAGO, A. *Doçaria conventual do norte: história e alquimia da farinha*. Sintra: Colares, 1997.

SCRIBAN, R.; CUVELLIER, G. F. La formation des ingénieurs en bio-industrie. In: SCRIBAN, R. *Biotechnologie*. 4. ed. Paris: Technique & Documentation, 1993.

SHULER, L. M.; KARGI, F. *Bioprocess engineering*. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

SOCCOL, C. R. *O curso de engenharia de bioprocessos e biotecnologia na UFPR*. Disponível em: <<http://www.people.ufpr.br>>. Acesso em: 12 maio 2009.

SPISS, W. E. L. Food engineering education in Europe. *Annual Meeting*, New Orleans: Institute of Food Technologists, 2001.

SUZIGAN, W. *Indústria brasileira: origem e desenvolvimento*. Campinas: Hucitec, 2000.

TEIXEIRA, C. G.; TISSELLI, L. H. P. C. *Ciência e tecnologia de alimentos na Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991.

TEXTILIANET. História da indústria têxtil no Brasil. Disponível em: <[http://www.textilia.net/sitenovo/news\\_principal\\_detalhe.asp?PLC\\_cng\\_ukey=STAR\\_STAR\\_\\_OSTOY18XF&PLC\\_map\\_001\\_c=050102](http://www.textilia.net/sitenovo/news_principal_detalhe.asp?PLC_cng_ukey=STAR_STAR__OSTOY18XF&PLC_map_001_c=050102)>. Acesso em: 10 maio 2009.

THOBER, C. W. A. *A profissão de engenheiro químico no Brasil*. Disponível em: <<http://www.crea-rs.org.br/crea/camaras-especializadas.php?option=8#SISTEMA>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. *Conservação de Alimentos*. Disponível em: <[www.cena.usp.br](http://www.cena.usp.br)>. Acesso em: 28 jul. 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. *Perfil do profissional*. Disponível em: <<http://www.prograd.ufrn.br/conteudo/cursos/curso.php?id=12>>. Acesso em: 25 maio 2009.

VANIN, J. A. Industrialização na área química. In: MOTOYAMA, S. (Org.). *Tecnologia e industrialização no Brasil*. São Paulo: Ed. da Unesp, 1994.

VIEIRA, R. C. C. *Caracterização profissional das várias habilitações do curso de Engenharia*. Brasília, DF: ABENGE, 1982.

**122** WEISS, H. De colônia a nação. In: ENCICLOPÉDIA Delta de História do Brasil. Rio de Janeiro: Delta, 1969. 6 v.

WISEMAN, A. *Princípios de biotecnologia*. Zaragoza: Acríbia, 1986.

WONGTSCHOWSKI, P. *Indústria química: riscos e oportunidades*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

**ANEXO:  
DADOS ESTATÍSTICOS DO ENSINO DE  
ENGENHARIA DO GRUPO IV**



# **DADOS SOBRE OS CURSOS DE ENGENHARIA DO GRUPO IV 1991 – 2007**

**125**

**Censo 2007/Inep**

As tabelas constantes deste Anexo foram elaboradas pela equipe da Diretoria de Estatísticas Educacionais do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), dirigida por Maria Inês Gomes de Sá Pestana e composta por Laura Bernardes da Silva, Nabihá Gebrim e José Marcelo Schiessl.

## **Organização do Anexo**

O presente Anexo tem por objetivo apresentar os principais dados sobre os cursos de Engenharia no período de 1991 a 2007, período de abrangência do Censo da Educação Superior no Brasil.

As tabelas estão assim organizadas:

- Apresentação e Esclarecimentos sobre as Tabelas de Dados;
- Organização das Tabelas de Dados sobre:
  1. Número de Cursos
  2. Vagas Oferecidas
  3. Candidatos Inscritos

4. Ingressantes
5. Matriculados
6. *Concluintes*

Esses dados estão distribuídos pelas Regiões:

- Norte: RR, AP, AM, AP, RO, AC e TO
- Nordeste: MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE e BA
- Centro Oeste: MT, MS, GO e DF
- Sudeste: MG, ES, RJ e SP
- Sul: PR, SC e RS
- BRASIL – Total

E estruturados segundo:

- CATEGORIA ADMINISTRATIVA:  
Públicas: Federal, Estadual e Municipal  
Privadas: Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas
- ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA:  
Universidades, Centros e Faculdades.
- Listagem dos Cursos de Engenharia de Produção tabulados em 2007.

126

### **Apresentação das Tabelas**

As tabelas constantes deste Anexo foram elaboradas pela equipe do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) com base nos dados do Censo da Educação Superior, que é realizado anualmente desde 1991. Estas tabelas subsidiam as análises e reflexões sobre o crescimento e evolução dos cursos de Engenharia no período considerado.

De acordo com o disposto no Resumo Técnico do Censo da Educação Superior de 2007 (BRASIL, 2009), o Censo da Educação Superior é realizado anualmente pelo Inep, que coleta dados sobre a educação superior brasileira

com o objetivo de oferecer aos dirigentes das instituições, aos gestores das políticas educacionais, aos pesquisadores e à sociedade em geral, informações detalhadas sobre a situação atual e as grandes tendências do setor. A coleta anual dessas informações tem por referência as diretrizes gerais previstas pelo Decreto nº 6.425 de 4 de abril de 2008 sobre o censo da educação superior.



Essa atividade reúne dados sobre as instituições de educação superior em suas diferentes formas de organização acadêmica e categorias administrativas; os cursos de graduação presenciais ou à distância; as vagas oferecidas; as inscrições; as matrículas; os ingressantes e concluintes, além de informações sobre as funções docentes, entre muitos outros. (p. 3).

Informações específicas e detalhadas do Censo podem ser encontradas nas Sinopses dos Censos, publicadas anualmente e disponíveis na página do Inep.<sup>35</sup> “O Inep pretende, ao tornar públicos estes dados e divulgar uma análise dos mesmos, colaborar com todos aqueles que tenham interesse nas questões relativas à educação superior”. (BRASIL, 2009, p. 3).

A coleta de dados se dá por meio de um questionário eletrônico que as Instituições de Educação Superior (IES), representadas por seu Pesquisador Institucional, utilizam para o envio dos dados requeridos. Conforme estabelece o artigo 4º do Decreto nº 6.425 de 4 de abril de 2008,

o fornecimento das informações solicitadas por ocasião do censo da educação básica e da educação superior, bem como para fins de elaboração de indicadores educacionais, é obrigatório para todos os estabelecimentos públicos e privados de educação básica e para todas as instituições de educação superior, na forma do Art. 9º, inciso V e § 2º, da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (BRASIL, 2008).

O instrumento de coleta é composto por itens sobre as IES e seus respectivos cursos. Durante o período de preenchimento, os pesquisadores institucionais podem fazer, a qualquer momento, alterações ou inclusões necessárias no conjunto de dados de suas respectivas instituições. Encerrado o prazo de preenchimento dos questionários eletrônicos, o sistema é fechado para alteração e os dados são colocados à disposição das IES, sob a forma de relatório, para consulta, validação ou correção das informações prestadas. Após esse período de validação ou correção, o Inep realiza rotinas de análise na base de dados do censo para verificar a consistência das informações prestadas pelas instituições. Realizada a correção e em colaboração com os Pesquisadores Institucionais, o censo é finalizado. Feita a divulgação dos dados e publicada a Sinopse Estatística, não é possível realizar qualquer alteração nas informações do censo, visto que as mesmas passam a ser estatísticas oficiais. (BRASIL, 2009, p. 4).

127

### **Esclarecimentos sobre as Tabelas**

Sobre as tabelas, é importante esclarecer que a coleta e tabulação de dados vêm sendo aprimoradas ao longo dos anos. Dentre as mudanças ocorridas, deve-se destacar:

- Até 1996, os dados das IES privadas não eram separados em Comunitárias/Confessionais/

<sup>35</sup> Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>.

Filantrópicas (sem fins lucrativos) e Particulares (com fins lucrativos) como ocorre atualmente;

- Nos anos de 1995 e 1996 a maioria dos dados sobre os cursos de Engenharia não foram coletados segundo a modalidade ou habilitação específica, foram concentrados na modalidade Engenharia (de forma genérica).

Com essas observações, alerta-se que quaisquer análises sobre os dados de 1991 a 1996 devem levar em consideração essas alterações ocorridas.

Observar ainda que, em algumas tabelas, os dados não se iniciam no ano de 1991. Isso se deve ao fato da não existência da modalidade antes do primeiro ano considerado na tabela.

Também há que se observar a distribuição dos cursos de Engenharia no Censo. Os cursos de graduação – bacharelado e tecnologia – estão organizados no Censo considerando as seguintes Áreas Gerais:

- Educação
- Humanidades e Artes
- Ciências Sociais, Negócios e Direito
- Ciências, Matemática e Computação
- Engenharia, Produção e Construção
- Agricultura e Veterinária
- Saúde e Bem-Estar Social
- Serviços

128

A maioria dos cursos de Engenharia (bacharelado) está concentrada na área geral *Engenharia, Produção e Construção*, mas nesta há também cursos de Tecnologia. Os cursos de Engenharia podem ser encontrados ainda na área *Ciências, Matemática e Computação* (Engenharia de Computação e Engenharia de Software) e na área *Agricultura e Veterinária* (Engenharia Florestal, Engenharia Agrícola e Engenharia de Pesca).

É importante ainda esclarecer que a contabilização dos dados sobre os cursos (vagas, ingressantes, matriculados etc.) ao longo do tempo está sujeita a episódios, como extinção, mudança de denominação, desdobramentos em novas habilitações, entre outros, que podem dificultar a análise temporal das modalidades. Para que se tivesse uma análise com precisão desses dados, seria necessário recuperar documentos oficiais de registro de criação, extinção e mudanças nesses cursos.

Muito embora não influencie os dados apresentados neste Anexo, outra questão a se considerar

refere-se à organização e denominação dos cursos e suas habilitações, que têm sido consideradas de forma diferenciada em função das mudanças ocorridas na legislação, conforme se pode observar no Cadastro de Cursos do Inep. Assim, a título de exemplo, podem ser encontrados:

- Cursos de Engenharia com habilitações em Civil, Mecânica etc.
- Cursos de Engenharia Elétrica com habilitações em Eletrônica, Eletrotécnica etc.
- IES cujos cursos admitem ingressantes na categoria Engenharia e somente após a conclusão do básico (cursado em aproximadamente dois anos) é feita a opção pela modalidade ou habilitação.

Além disso, as denominações utilizadas no Censo nem sempre são as mesmas encontradas nas IES, ou seja, ao tabulá-las, são enquadradas nas existentes no Censo, que são classificadas de acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). A título de exemplo, Engenharia de Agrimensura enquadra-se como Agrimensura, a Engenharia de Energia é enquadrada como Engenharia Elétrica, entre outros.

Outra questão a ser considerada refere-se à evolução das IES no que diz respeito à sua Organização Acadêmica. Diversas IES, no período considerado (1991-2007), evoluíram de Faculdade para Centro Universitário ou de Centro Universitário para Universidade.

Além disso, deve-se considerar que, como em todo processo de coleta e tabulação de dados, não se pode descartar a hipótese de imprecisões na inserção dos dados ou a não existência de base completa dos mesmos nas diversas IES, além da possibilidade de interpretação inadequada dos campos do questionário de coleta de dados.

De todo modo, pelo que se observa das tabelas e das Sinopses do Inep, os dados nelas encerrados refletem a realidade encontrada na Educação em Engenharia nacional. Com os constantes aprimoramentos no sistema de coleta e de tabulação desses dados, o Censo é hoje, indiscutivelmente, um valioso e indispensável instrumento para a formulação de políticas e para o fomento da educação superior no país.



# NÚMERO DE CURSOS

131

## **TABELAS A1.1**

Distribuição Regional por Categorias Administrativas:

*Públicas* – Federal, Estadual e Municipal

*Privadas* – Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

## **TABELAS A1.2**

Distribuição Regional por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)*



## TABELAS A1.1 – NÚMERO DE CURSOS (1991-2007)

Distribuídos Regionalmente por Categorias Administrativas

*Públicas:* Federal, Estadual e Municipal

*Privadas:* Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Pública			Privada	
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular
1991	1	1	1	-	-	-
1992	1	1	1	-	-	-
1993	1	1	1	-	-	-
1994	1	1	1	-	-	-
1995	1	1	-	1	-	-
1996	1	1	-	1	-	-
1997	2	2	1	1	-	-
1998	2	2	1	1	-	-
1999	2	2	1	1	-	-
2000	3	3	2	1	-	-
2001	4	3	2	1	1	1
2002	4	3	2	1	1	1
2003	4	3	3	-	1	1
2004	4	3	3	-	1	1
2005	4	3	3	-	1	1
2006	4	3	3	-	1	1
2007	4	3	3	-	1	1

133

**REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Pública			Privada		
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	10	9	9	-	1	1	-
1992	10	9	9	-	1	1	-
1993	10	9	9	-	1	1	-
1994	10	9	9	-	1	1	-
1995	2	2	2	-	-	-	-
1996	2	2	2	-	-	-	-
1997	10	9	9	-	1	-	1
1998	13	10	10	-	3	2	1
1999	15	12	10	2	3	1	2
2000	15	12	10	2	3	2	1
2001	16	13	11	2	3	2	1
2002	17	14	12	2	3	2	1
2003	17	14	12	2	3	2	1
2004	17	14	12	2	3	2	1
2005	17	14	12	2	3	2	1
2006	18	15	13	2	3	2	1
2007	20	17	15	2	3	2	1

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Pública		Privada		
		Total	Federal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1998	1	-	-	1	-	1
1999	2	1	1	1	-	1
2000	3	1	1	2	1	1
2001	3	1	1	2	1	1
2002	3	1	1	2	1	1
2003	3	1	1	2	1	1
2004	4	1	1	3	1	2
2005	3	1	1	2	1	1
2006	5	3	3	2	1	1
2007	7	4	4	3	2	1

**134****REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	25	12	8	4	-	13	13	-
1992	27	14	9	4	1	13	13	-
1993	28	16	9	6	1	12	12	-
1994	31	16	9	6	1	15	15	-
1995	7	5	2	2	1	2	2	-
1996	9	5	2	3	-	4	4	-
1997	34	18	9	9	-	16	3	13
1998	35	20	9	11	-	15	2	13
1999	37	21	9	12	-	16	4	12
2000	53	22	8	14	-	31	17	14
2001	57	25	10	14	1	32	20	12
2002	59	25	10	14	1	34	21	13
2003	62	27	11	14	2	35	21	14
2004	64	30	13	15	2	34	17	17
2005	65	29	13	14	2	36	18	18
2006	66	31	16	12	3	35	17	18
2007	68	33	18	12	3	35	18	17



**REGIÃO: SUL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	13	9	7	1	1	4	4	-
1992	16	11	7	2	2	5	5	-
1993	17	11	7	2	2	6	6	-
1994	18	11	7	2	2	7	7	-
1995	5	3	3	-	-	2	2	-
1996	5	3	3	-	-	2	2	-
1997	19	13	8	3	2	6	-	6
1998	25	19	10	5	4	6	1	5
1999	24	14	8	5	1	10	2	8
2000	29	16	9	6	1	13	2	11
2001	31	17	9	6	2	14	2	12
2002	31	16	9	6	1	15	2	13
2003	34	17	9	6	2	17	1	16
2004	40	23	9	12	2	17	2	15
2005	42	23	9	12	2	19	2	17
2006	44	23	9	12	2	21	3	18
2007	46	26	11	12	3	20	2	18

**135**
**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	49	31	25	5	1	18	18	-
1992	54	35	26	6	3	19	19	-
1993	56	37	26	8	3	19	19	-
1994	60	37	26	8	3	23	23	-
1995	15	11	7	3	1	4	4	-
1996	17	11	7	4	-	6	6	-
1997	65	42	27	13	2	23	3	20
1998	76	51	30	17	4	25	5	20
1999	80	50	29	20	1	30	7	23
2000	103	54	30	23	1	49	22	27
2001	111	59	33	23	3	52	25	27
2002	114	59	34	23	2	55	26	29
2003	120	62	36	22	4	58	25	33
2004	129	71	38	29	4	58	22	36
2005	131	70	38	28	4	61	23	38
2006	137	75	44	26	5	62	23	39
2007	145	83	51	26	6	62	24	38

**TABELAS A1.2 – NÚMERO DE CURSOS (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)***REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Universidades		Centros Universitários	
		Total	Pública	Total	Privado
1991	1	1	1	-	-
1992	1	1	1	-	-
1993	1	1	1	-	-
1994	1	1	1	-	-
1995	1	1	1	-	-
1996	1	1	1	-	-
1997	2	2	2	-	-
1998	2	2	2	-	-
1999	2	2	2	-	-
2000	3	3	3	-	-
2001	4	3	3	1	1
2002	4	3	3	1	1
2003	4	3	3	1	1
2004	4	3	3	1	1
2005	4	3	3	1	1
2006	4	3	3	1	1
2007	4	3	3	1	1

**136****REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
1991	10	10	9	1	-	-
1992	10	10	9	1	-	-
1993	10	10	9	1	-	-
1994	10	10	9	1	-	-
1995	2	2	2	-	-	-
1996	2	2	2	-	-	-
1997	10	10	9	1	-	-
1998	13	11	10	1	2	2
1999	15	14	12	2	1	1
2000	15	14	12	2	1	1
2001	16	15	13	2	1	1
2002	17	16	14	2	1	1
2003	17	16	14	2	1	1
2004	17	16	14	2	1	1
2005	17	16	14	2	1	1
2006	18	17	15	2	1	1
2007	20	19	17	2	1	1

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1998	1	1	-	1	-	-	-	-	-
1999	2	2	1	1	-	-	-	-	-
2000	3	2	1	1	-	-	1	-	1
2001	3	2	1	1	-	-	1	-	1
2002	3	2	1	1	-	-	1	-	1
2003	3	2	1	1	-	-	1	-	1
2004	4	3	1	2	-	-	1	-	1
2005	3	2	1	1	-	-	1	-	1
2006	5	4	3	1	-	-	1	-	1
2007	7	4	3	1	1	1	2	1	1

137

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	25	15	11	4	-	-	-	10	1	9
1992	27	16	12	4	-	-	-	11	2	9
1993	28	18	12	6	-	-	-	10	4	6
1994	31	20	12	8	-	-	-	11	4	7
1995	7	6	4	2	-	-	-	1	1	-
1996	9	7	5	2	-	-	-	2	-	2
1997	34	28	15	13	-	-	-	6	3	3
1998	35	29	17	12	-	-	-	6	3	3
1999	37	29	17	12	1	-	1	7	4	3
2000	53	36	18	18	4	-	4	13	4	9
2001	57	38	20	18	6	-	6	13	5	8
2002	59	37	20	17	7	-	7	15	5	10
2003	62	38	22	16	8	-	8	16	5	11
2004	64	39	25	14	8	-	8	17	5	12
2005	65	38	24	14	8	-	8	19	5	14
2006	66	42	28	14	7	1	6	17	2	15
2007	68	44	30	14	7	1	6	17	2	15

**REGIÃO: SUL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1991	13	13	9	4	-	-	-	-	-
1992	16	16	11	5	-	-	-	-	-
1993	17	17	11	6	-	-	-	-	-
1994	18	18	11	7	-	-	-	-	-
1995	5	5	3	2	-	-	-	-	-
1996	5	5	3	2	-	-	-	-	-
1997	19	19	13	6	-	-	-	-	-
1998	25	25	19	6	-	-	-	-	-
1999	24	24	14	10	-	-	-	-	-
2000	29	28	16	12	1	1	-	-	-
2001	31	29	16	13	1	1	1	1	-
2002	31	30	16	14	1	1	-	-	-
2003	34	31	17	14	3	3	-	-	-
2004	40	36	23	13	3	3	1	-	1
2005	42	39	23	16	2	2	1	-	1
2006	44	40	23	17	2	2	2	-	2
2007	46	42	26	16	2	2	2	-	2

**138**
**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	49	39	30	9	-	-	-	10	1	9
1992	54	43	33	10	-	-	-	11	2	9
1993	56	46	33	13	-	-	-	10	4	6
1994	60	49	33	16	-	-	-	11	4	7
1995	15	14	10	4	-	-	-	1	1	-
1996	17	15	11	4	-	-	-	2	-	2
1997	65	59	39	20	-	-	-	6	3	3
1998	76	68	48	20	-	-	-	8	3	5
1999	80	71	46	25	1	-	1	8	4	4
2000	103	83	50	33	5	-	5	15	4	11
2001	111	87	53	34	8	-	8	16	6	10
2002	114	88	54	34	9	-	9	17	5	12
2003	120	90	57	33	12	-	12	18	5	13
2004	129	97	66	31	12	-	12	20	5	15
2005	131	98	65	33	11	-	11	22	5	17
2006	137	106	72	34	10	1	9	21	2	19
2007	145	112	79	33	11	1	10	22	3	19

# VAGAS OFERECIDAS

139

## TABELAS A2.1

Distribuição Regional por Categorias Administrativas:

*Públicas* – Federal, Estadual e Municipal

*Privadas* – Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantropicas

## TABELAS A2.2

Distribuição Regional por Organização Acadêmica

(*Universidades, Centros, Faculdades*, divididos cada um em públicos e privados)



**TABELAS A2.1 – NÚMERO DE VAGAS (1991-2007)**

Distribuídas Regionalmente por Categorias Administrativas

*Públicas:* Federal, Estadual e Municipal*Privadas:* Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Pública			Privada	
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular
1991	50	50	50	-	-	-
1992	50	50	50	-	-	-
1993	50	50	50	-	-	-
1994	50	50	50	-	-	-
1995	30	30	-	30	-	-
1996	30	30	-	30	-	-
1997	80	80	50	30	-	-
1998	105	105	62	43	-	-
1999	90	90	50	40	-	-
2000	148	148	108	40	-	-
2001	337	125	85	40	212	212
2002	265	165	85	80	100	100
2003	365	165	165	-	200	200
2004	345	125	125	-	220	220
2005	345	165	165	-	180	180
2006	291	165	165	-	126	126
2007	285	165	165	-	120	120

**141****REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Pública			Privada		
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	470	410	410	-	60	60	-
1992	500	440	440	-	60	60	-
1993	490	430	430	-	60	60	-
1994	490	430	430	-	60	60	-
1995	80	80	80	-	-	-	-
1996	90	90	90	-	-	-	-
1997	640	530	530	-	110	-	110
1998	880	590	590	-	290	180	110
1999	1.015	725	605	120	290	80	210
2000	1.055	765	645	120	290	180	110
2001	1.056	806	685	121	250	140	110
2002	1.143	903	710	193	240	140	100
2003	995	835	715	120	160	160	-
2004	1.015	835	715	120	180	180	-
2005	1.075	835	715	120	240	240	-
2006	1.196	889	745	144	307	240	67
2007	1.384	1.064	914	150	320	260	60

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Pública		Privada		
		Total	Federal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1998	105	-	-	105	-	105
1999	250	40	40	210	-	210
2000	340	40	40	300	100	200
2001	340	40	40	300	100	200
2002	340	40	40	300	100	200
2003	340	40	40	300	100	200
2004	430	40	40	390	100	290
2005	340	40	40	300	100	200
2006	400	100	100	300	100	200
2007	600	140	140	460	300	160

**142****REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	1.840	730	500	230	-	1.110	1.110	-
1992	2.193	1.004	620	324	60	1.189	1.189	-
1993	2.131	1.195	580	540	75	936	936	-
1994	2.277	1.242	635	547	60	1.035	1.035	-
1995	454	286	65	146	75	168	168	-
1996	450	203	65	138	-	247	247	-
1997	3.013	1.237	565	672	-	1.776	460	1.316
1998	2.391	1.233	565	668	-	1.158	360	798
1999	2.762	1.225	605	620	-	1.537	583	954
2000	3.262	1.069	505	564	-	2.193	1.178	1.015
2001	3.492	1.370	630	640	100	2.122	1.275	847
2002	3.671	1.269	627	542	100	2.402	1.525	877
2003	3.707	1.415	670	565	180	2.292	1.301	991
2004	3.839	1.545	700	665	180	2.294	1.290	1.004
2005	3.834	1.505	700	625	180	2.329	1.380	949
2006	4.165	1.625	770	625	230	2.540	1.320	1.220
2007	4.427	1.710	855	625	230	2.717	1.501	1.216



**REGIÃO: SUL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	82	510	330	80	100	362	362	-
1992	1.052	590	340	120	130	462	462	-
1993	1.082	590	340	120	130	492	492	-
1994	1.122	580	330	120	130	542	542	-
1995	230	110	110	-	-	120	120	-
1996	280	110	110	-	-	170	170	-
1997	1.220	658	363	160	135	562	-	562
1998	1.366	824	373	220	231	542	120	422
1999	1.489	717	385	232	100	772	90	682
2000	1.547	795	413	282	100	752	60	692
2001	2.027	857	435	282	140	1.170	60	1.110
2002	2.073	821	435	282	104	1.252	50	1.202
2003	2.270	961	435	282	244	1.309	90	1.219
2004	2.616	1.039	435	416	188	1.577	190	1.387
2005	2.455	1	443	372	185	1.455	190	1.265
2006	2.544	1.092	443	454	195	1.452	280	1.172
2007	2.478	1.105	503	372	230	1.373	180	1.193

**143**
**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	3.232	1.700	1.290	310	100	1.532	1.532	-
1992	3.795	2.084	1.450	444	190	1.711	1.711	-
1993	3.753	2.265	1.400	660	205	1.488	1.488	-
1994	3.939	2.302	1.445	667	190	1.637	1.637	-
1995	794	506	255	176	75	288	288	-
1996	850	433	265	168	-	741	417	-
1997	4.953	2.505	1.508	862	135	2.448	460	1.988
1998	4.847	2.752	1.590	931	231	2.095	660	1.435
1999	5.606	2.797	1.685	1.012	100	2.809	753	2.056
2000	6.352	2.817	1.711	1.006	100	3.535	1.518	2.017
2001	7.252	3.198	1.875	1.083	240	4.054	1.575	2.479
2002	7.492	3.198	1.897	1.097	204	4.294	1.815	2.479
2003	7.677	3.416	2.025	967	424	4.261	1.651	2.610
2004	8.245	3.584	2.015	1.201	368	4.661	1.760	2.901
2005	8.049	3.545	2.063	1.117	365	4.504	1.910	2.594
2006	8.596	3.871	2.223	1.223	425	4.725	1.940	2.785
2007	9.174	4.184	2.577	1.147	460	4.990	2.241	2.749

## TABELAS A2.2 – VAGAS OFERECIDAS (1991-2007)

Distribuídas Regionalmente por Organização Acadêmica

(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)

### REGIÃO: NORTE

Ano	Total	Universidades		Centros Universitários	
		Total	Pública	Total	Privado
1991	50	50	50	-	-
1992	50	50	50	-	-
1993	50	50	50	-	-
1994	50	50	50	-	-
1995	30	30	30	-	-
1996	30	30	30	-	-
1997	80	80	80	-	-
1998	105	105	105	-	-
1999	90	90	90	-	-
2000	148	148	148	-	-
2001	337	125	125	212	212
2002	265	165	165	100	100
2003	365	165	165	200	200
2004	345	125	125	220	220
2005	345	165	165	180	180
2006	291	165	165	126	126
2007	285	165	165	120	120

144

### REGIÃO: NORDESTE

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
1991	470	470	410	60	-	-
1992	500	500	440	60	-	-
1993	490	490	430	60	-	-
1994	490	490	430	60	-	-
1995	80	80	80	-	-	-
1996	90	90	90	-	-	-
1997	640	640	530	110	-	-
1998	880	700	590	110	180	180
1999	1.015	915	725	190	100	100
2000	1.055	955	765	190	100	100
2001	1.056	956	806	150	100	100
2002	1.143	1.043	903	140	100	100
2003	995	895	835	60	100	100
2004	1.015	915	835	80	100	100
2005	1.075	975	835	140	100	100
2006	1.196	1.096	889	207	100	100
2007	1.384	1.284	1.064	220	100	100

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1998	105	105	-	105	-	-	-	-	-
1999	250	250	40	210	-	-	-	-	-
2000	340	240	40	200	-	-	100	-	100
2001	340	240	40	200	-	-	100	-	100
2002	340	240	40	200	-	-	100	-	100
2003	340	240	40	200	-	-	100	-	100
2004	430	330	40	290	-	-	100	-	100
2005	340	240	40	200	-	-	100	-	100
2006	400	300	100	200	-	-	100	-	100
2007	600	270	110	160	200	200	130	30	100

145

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	1.840	1.190	730	460	-	-	-	650	-	650
1992	2.193	1.344	944	400	-	-	-	849	60	789
1993	2.131	1.546	880	666	-	-	-	585	315	270
1994	2.277	1.707	942	765	-	-	-	570	300	270
1995	454	379	211	168	-	-	-	75	75	-
1996	450	375	203	172	-	-	-	75	-	75
1997	3.013	2.025	997	1.028	-	-	-	988	240	748
1998	2.391	1.831	993	838	-	-	-	560	240	320
1999	2.762	1.949	1.025	924	100	-	100	713	200	513
2000	3.262	1.944	864	1.080	320	-	320	998	205	793
2001	3.492	2.132	1.070	1.062	280	-	280	1.080	300	780
2002	3.671	2.031	969	1.062	330	-	330	1.310	300	1.010
2003	3.707	2.127	1.115	1.012	390	-	390	1.190	300	890
2004	3.839	2.119	1.245	874	390	-	390	1.330	300	1.030
2005	3.834	2.024	1.205	819	330	-	330	1.480	300	1.180
2006	4.165	2.445	1.475	970	330	50	280	1.390	100	1.290
2007	4.427	2.577	1.560	1.017	370	50	320	1.480	100	1.380

**REGIÃO:** SUL

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1991	841	841	506	335	-	-	-	-	-
1992	869	869	540	329	-	-	-	-	-
1993	950	950	581	369	-	-	-	-	-
1994	941	941	557	384	-	-	-	-	-
1995	206	206	90	116	-	-	-	-	-
1996	267	267	110	157	-	-	-	-	-
1997	1.101	1.101	631	470	-	-	-	-	-
1998	1.123	1.123	764	359	-	-	-	-	-
1999	1.300	1.300	687	613	-	-	-	-	-
2000	1.274	1.274	795	479	-	-	-	-	-
2001	1.565	1.530	819	711	-	-	35	35	-
2002	1.624	1.605	821	784	19	19	-	-	-
2003	1.604	1.604	884	720	-	-	-	-	-
2004	1.747	1.583	1.006	577	64	64	100	-	100
2005	1.813	1.726	998	728	32	32	55	-	55
2006	1.831	1.744	1.054	690	22	22	65	-	65
2007	1.841	1.721	1.088	633	-	-	120	-	120

**146**

**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	49	39	30	9	-	-	-	10	1	9
1992	54	43	33	10	-	-	-	11	2	9
1993	56	46	33	13	-	-	-	10	4	6
1994	60	49	33	16	-	-	-	11	4	7
1995	15	14	10	4	-	-	-	1	1	-
1996	17	15	11	4	-	-	-	2	-	2
1997	65	59	39	20	-	-	-	6	3	3
1998	76	68	48	20	-	-	-	8	3	5
1999	80	71	46	25	1	-	1	8	4	4
2000	103	83	50	33	5	-	5	15	4	11
2001	111	87	53	34	8	-	8	16	6	10
2002	114	88	54	34	9	-	9	17	5	12
2003	120	90	57	33	12	-	12	18	5	13
2004	129	97	66	31	12	-	12	20	5	15
2005	131	98	65	33	11	-	11	22	5	17
2006	137	106	72	34	10	1	9	21	2	19
2007	145	112	79	33	11	1	10	22	3	19

## **TABELAS A3.1**

Distribuição Regional por Categorias Administrativas:

*Públicas* – Federal, Estadual e Municipal

*Privadas* – Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

## **TABELAS A3.2**

Distribuição Regional por Organização Acadêmica

(*Universidades, Centros, Faculdades*, divididos cada um em públicos e privados)



**TABELAS A3.1 – CANDIDATOS INSCRITOS (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Categorias Administrativas

*Públicas:* Federal, Estadual e Municipal*Privadas:* Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Pública			Privada	
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular
1991	313	313	313	-	-	-
1992	185	185	185	-	-	-
1993	299	299	299	-	-	-
1994	202	202	202	-	-	-
1995	91	91	-	91	-	-
1996	61	61	-	61	-	-
1997	257	257	210	47	-	-
1998	255	255	175	80	-	-
1999	293	293	223	70	-	-
2000	375	375	323	52	-	-
2001	850	735	444	291	115	115
2002	1.114	-	509	516	89	89
2003	1.159	976	976	-	183	183
2004	965	896	896	-	69	69
2005	768	701	701	-	67	67
2006	678	726	726	-	60	60
2007	926	849	849	-	77	77

**149****REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Pública			Privada		
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	2.290	1.939	1.939	-	351	351	-
1992	1.726	1.594	1.594	-	132	132	-
1993	1.407	1.313	1.313	-	94	94	-
1994	1.456	1.374	1.374	-	82	82	-
1995	244	244	244	-	-	-	-
1996	425	425	425	-	-	-	-
1997	1.844	1.684	1.684	-	160	-	160
1998	2.095	1.940	1.940	-	155	68	87
1999	3.389	3.269	2.332	937	120	28	92
2000	3.944	3.836	2.670	1.166	108	30	78
2001	4.122	4.034	3.060	974	88	43	45
2002	4.806	4.681	3.341	1.340	125	77	48
2003	5.368	5.283	3.820	1.463	85	85	-
2004	5.159	5.033	3.638	1.395	126	126	-
2005	5.242	5.049	3.763	1.286	193	193	-
2006	6.127	5.764	4.529	1.235	363	296	67
2007	6.374	5.810	4.697	1.113	564	497	67

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Pública		Privada		
		Total	Federal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1998	449	-	-	449	-	449
1999	1.134	479	479	655	-	655
2000	752	301	301	451	78	373
2001	889	604	604	285	92	193
2002	613	282	282	331	61	270
2003	1.030	611	611	419	104	315
2004	682	395	395	287	36	251
2005	758	461	461	297	48	249
2006	1.145	929	929	216	33	183
2007	993	779	779	214	90	124

**150****REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	10.913	8.209	4.023	4.186	-	2.704	2.704	-
1992	11.492	9.972	4.670	5.210	92	1.520	1.520	-
1993	11.640	10.643	4.672	5.903	68	997	997	-
1994	12.347	10.910	3.865	6.941	104	1.437	1.437	-
1995	4.195	4.123	966	3.032	125	72	72	-
1996	3.528	3.347	891	2.456	-	181	181	-
1997	13.379	11.710	4.106	7.604	-	1.669	444	1.225
1998	9.974	9.260	3.892	5.368	-	714	259	455
1999	10.339	9.164	4.205	4.959	-	1.175	448	727
2000	13.806	11.282	4.969	6.313	-	2.524	1.714	810
2001	16.843	12.370	4.881	7.478	11	4.473	2.360	2.113
2002	14.665	12.057	5.490	6.555	12	2.608	1.187	1.421
2003	15.661	13.101	6.279	6.731	91	2.560	1.140	1.420
2004	17.400	14.877	6.688	7.984	205	2.523	1.518	1.005
2005	17.388	14.839	6.956	7.717	166	2.549	1.387	1.162
2006	20.266	17.459	7.928	9.259	272	2.807	1.580	1.227
2007	19.341	16.563	9.815	6.527	221	2.778	1.508	1.270



**REGIÃO: SUL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	3.572	2.682	2.000	442	240	890	890	-
1992	3.134	2.506	1.840	459	207	628	628	-
1993	2.487	1.958	1.508	320	130	529	529	-
1994	2.665	2.048	1.460	393	195	617	617	-
1995	663	469	469	-	-	194	194	-
1996	1.107	666	666	-	-	441	441	-
1997	4.435	3.502	2.441	907	154	933	-	933
1998	4.543	3.949	2.200	1.399	350	594	49	545
1999	5.521	4.548	2.787	1.676	85	973	115	858
2000	6.092	5.256	2.973	2.137	146	836	19	817
2001	7.079	5.631	3.324	2.079	228	1.448	15	1.433
2002	8.387	5.960	3.595	2.178	187	2.427	19	2.408
2003	7.625	5.843	3.906	1.606	331	1.782	21	1.761
2004	7.620	6.202	3.528	2.294	380	1.418	233	1.185
2005	7.404	6.036	3.485	2.131	420	1.368	105	1.263
2006	8.555	7.177	3.638	3.036	503	1.378	208	1.170
2007	7.900	6.626	3.303	2.786	537	1.274	94	1.180

**151**
**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	17.088	13.143	8.275	4.628	240	3.945	3.945	-
1992	16.537	14.257	8.289	5.669	299	2.280	2.280	-
1993	15.833	14.213	7.792	6.223	198	1.620	1.620	-
1994	16.670	14.534	6.901	7.334	299	2.136	2.136	-
1995	5.193	4.927	1.679	3.123	125	266	266	-
1996	5.21	4.499	1.982	2.517	-	622	622	-
1997	19.915	17.153	8.441	8.558	154	2.762	444	2.318
1998	17.316	15.404	8.207	6.847	350	1.912	376	1.536
1999	20.676	17.753	10.026	7.642	85	2.923	591	2.332
2000	24.969	21.050	11.236	9.668	146	3.919	1.841	2.078
2001	29.783	23.374	12.313	10.822	239	6.409	2.510	3.899
2002	29.585	24.005	13.217	10.589	199	5.580	1.344	4.236
2003	30.843	25.814	15.592	9.800	422	5.029	1.350	3.679
2004	31.826	27.403	15.145	11.673	585	4.423	1.913	2.510
2005	31.560	27.086	15.366	11.134	586	4.474	1.733	2.741
2006	36.879	32.055	17.750	13.530	775	4.824	2.117	2.707
2007	35.534	30.627	19.443	10.426	758	4.907	2.189	2.718

**TABELAS A3.2 – CANDIDATOS INSCRITOS (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)***REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Universidades		Centros Universitários	
		Total	Pública	Total	Privado
1991	313	313	313	-	-
1992	185	185	185	-	-
1993	299	299	299	-	-
1994	202	202	202	-	-
1995	91	91	91	-	-
1996	61	61	61	-	-
1997	257	257	257	-	-
1998	255	255	255	-	-
1999	293	293	293	-	-
2000	375	375	375	-	-
2001	850	735	735	115	115
2002	1.114	1.025	1.025	89	89
2003		976	976	183	183
2004	965	896	896	69	69
2005	768	701	701	67	67
2006	786	726	726	60	60
2007	926	849	849	77	77

152

**REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
1991	2.290	2.290	1.939	351	-	-
1992	1.726	1.726	1.594	132	-	-
1993	1.407	1.407	1.313	94	-	-
1994	1.456	1.456	1.374	82	-	-
1995	244	244	244	-	-	-
1996	425	425	425	-	-	-
1997	1.844	1.844	1.684	160	-	-
1998	2.095	2.027	1.940	87	68	68
1999	3.389	3.389	3.269	120	-	-
2000	3.944	3.944	3.836	108	-	-
2001	4.122	4.122	4.034	88	-	-
2002	4.806	4.806	4.681	125	-	-
2003	5.368	5.368	5.283	85	-	-
2004	5.159	5.159	5.033	126	-	-
2005	5.242	5.242	5.049	193	-	-
2006	6.127	6.127	5.764	363	-	-
2007	6.374	6.374	5.810	564	-	-

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1998	449	449	-	449	-	-	-	-	-
1999	1.134	1.134	479	655	-	-	-	-	-
2000	752	674	301	373	-	-	78	-	78
2001	889	797	604	193	-	-	92	-	92
2002	613	552	282	270	-	-	61	-	61
2003	1.030	926	611	315	-	-	104	-	104
2004	682	646	395	251	-	-	36	-	36
2005	758	710	461	249	-	-	48	-	48
2006	1.145	1.112	929	183	-	-	33	-	33
2007	993	646	522	124	53	53	294	257	37

**153**

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	10.913	9.002	8.209	793	-	-	-	1.911	-	1.911
1992	11.492	10.097	9.880	217	-	-	-	1.395	92	1.303
1993	11.640	10.094	9.604	490	-	-	-	1.546	1.039	507
1994	12.347	10.687	9.873	814	-	-	-	1.660	1.037	623
1995	4.195	4.070	3.998	72	-	-	-	125	125	-
1996	3.528	3.390	3.347	43	-	-	-	138	-	138
1997	13.379	11.972	11.143	829	-	-	-	1.407	567	840
1998	9.974	8.990	8.620	370	-	-	-	984	640	344
1999	10.339	8.949	8.455	494	257	-	257	1.133	709	424
2000	13.806	11.078	10.186	892	475	-	475	2.253	1.096	1.157
2001	16.843	13.413	10.808	2.605	359	-	359	3.071	1.562	1.509
2002	14.665	11.562	10.492	1.070	548	-	548	2.555	1.565	990
2003	15.661	12.569	11.244	1.325	389	-	389	2.703	1.857	846
2004	17.400	14.130	13.106	1.024	307	-	307	2.963	1.771	1.192
2005	17.388	13.566	12.651	915	276	-	276	3.546	2.188	1.358
2006	20.266	18.200	17.237	963	464	126	338	1.602	96	1.506
2007	19.341	17.412	16.374	1.038	350	123	227	1.579	66	1.513

**REGIÃO:** SUL

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada	
1991	3.572	3.572	2.682	890	-	-	-	-	-	
1992	3.134	3.134	2.506	628	-	-	-	-	-	
1993	2.487	2.487	1.958	529	-	-	-	-	-	
1994	2.665	2.665	2.048	617	-	-	-	-	-	
1995	663	663	469	194	-	-	-	-	-	
1996	1.107	1.107	666	441	-	-	-	-	-	
1997	4.435	4.435	3.502	933	-	-	-	-	-	
1998	4.543	4.543	3.949	594	-	-	-	-	-	
1999	5.521	5.521	4.548	973	-	-	-	-	-	
2000	6.092	6.092	5.256	836	-	-	-	-	-	
2001	7.079	7.017	5.569	1.448	-	-	62	62	-	
2002	8.387	8.365	5.960	2.405	22	22	-	-	-	
2003	7.625	7.620	5.843	1.777	5	5	-	-	-	
2004	7.620	7.312	6.202	1.110	106	106	202	-	202	
2005	7.404	7.275	6.036	1.239	58	58	71	-	71	
2006	8.555	8.418	7.177	1.241	45	45	92	-	92	
2007	7.900	7.729	6.626	1.103	-	-	171	-	171	

**154**

**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	17.088	15.177	13.143	2.034	-	-	-	1.911	-	1.911
1992	16.537	15.142	14.165	977	-	-	-	1.395	92	1.303
1993	15.833	14.287	13.174	1.113	-	-	-	1.546	1.039	507
1994	16.670	15.010	13.497	1.513	-	-	-	1.660	1.037	623
1995	5.193	5.068	4.802	266	-	-	-	125	125	-
1996	5.121	4.983	4.499	484	-	-	-	138	-	138
1997	19.915	18.508	16.586	1.922	-	-	-	1.407	567	840
1998	17.316	16.264	14.764	1.500	-	-	-	1.052	640	412
1999	20.676	19.286	17.044	2.242	257	-	257	1.133	709	424
2000	24.969	22.163	19.954	2.209	475	-	475	2.331	1.096	1.235
2001	29.783	26.084	21.750	4.334	474	-	474	3.225	1.624	1.601
2002	29.585	26.310	22.440	3.870	659	-	659	2.616	1.565	1.051
2003	30.843	27.459	23.957	3.502	577	-	577	2.807	1.857	950
2004	31.826	28.143	25.632	2.511	482	-	482	3.201	1.771	1.430
2005	31.560	27.494	24.898	2.596	401	-	401	3.665	2.188	1.477
2006	36.879	34.583	31.833	2.750	569	126	443	1.727	96	1.631
2007	35.534	33.010	30.181	2.829	480	123	357	2.044	323	1.721

## **TABELAS A4.1**

Distribuição Regional por Categorias Administrativas:

*Públicas* – Federal, Estadual e Municipal

*Privadas* – Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

## **TABELAS A4.2**

Distribuição Regional por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)*



## TABELAS A4.1 – INGRESSANTES (1991-2007)

Distribuídos Regionalmente por Categorias Administrativas

*Públicas:* Federal, Estadual e Municipal

*Privadas:* Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Pública			Privada	
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular
1991	50	50	50	-	-	-
1992	50	50	50	-	-	-
1993	50	50	50	-	-	-
1994	50	50	50	-	-	-
1995	27	27	-	27	-	-
1996	25	25	-	25	-	-
1997	79	79	50	29	-	-
1998	96	96	50	46	-	-
1999	90	90	50	40	-	-
2000	114	114	84	30	-	-
2001	214	124	84	40	90	90
2002	217	165	85	80	52	52
2003	198	164	164	-	34	34
2004	175	125	125	-	50	50
2005	198	163	163	-	35	35
2006	204	163	163	-	41	41
2007	210	163	163	-	47	47

157

**REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Pública			Privada		
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	457	400	400	-	57	57	-
1992	454	394	394	-	60	60	-
1993	358	301	301	-	57	57	-
1994	411	361	361	-	50	50	-
1995	51	51	51	-	-	-	-
1996	85	85	85	-	-	-	-
1997	670	561	561	-	109	-	109
1998	679	566	566	-	113	68	45
1999	775	715	595	120	60	16	44
2000	823	764	644	120	59	21	38
2001	840	808	687	121	32	14	18
2002	873	840	719	121	33	25	8
2003	875	839	719	120	36	36	-
2004	905	839	719	120	66	66	-
2005	945	838	718	120	107	107	-
2006	1.032	870	748	122	162	125	37
2007	1.189	1.024	905	119	165	130	35

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Pública		Privada		
		Total	Federal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1998	103	-	-	103	-	103
1999	249	39	39	210	-	210
2000	271	40	40	231	60	171
2001	276	41	41	235	42	193
2002	214	40	40	174	33	141
2003	188	41	41	147	29	118
2004	164	42	42	122	9	113
2005	193	39	39	154	20	134
2006	194	99	99	95	-	95
2007	248	145	145	103	48	55

**158****REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	1.435	561	340	221	-	874	874	-
1992	1.624	984	642	320	22	640	640	-
1993	1.676	1.157	575	538	44	519	519	-
1994	1.853	1.231	624	547	60	622	622	-
1995	316	261	65	145	51	55	55	-
1996	299	213	75	138	-	86	86	-
1997	2.064	1.205	564	641	-	859	326	533
1998	1.550	1.164	518	646	-	386	195	191
1999	1.778	1.178	572	606	-	600	239	361
2000	1.924	1.026	501	525	-	898	534	364
2001	2.371	1.258	519	736	3	1.113	619	494
2002	2.318	1.164	611	547	6	1.154	556	598
2003	2.397	1.312	664	573	75	1.085	553	532
2004	2.498	1.473	691	671	111	1.025	601	424
2005	2.544	1.442	697	629	116	1.102	626	476
2006	2.729	1.545	767	631	147	1.184	683	501
2007	2.745	1.580	848	619	113	1.165	668	497



## REGIÃO:

SUL

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	841	506	330	80	96	335	335	-
1992	869	540	338	120	82	329	329	-
1993	950	581	340	120	121	369	369	-
1994	941	557	332	117	108	384	384	-
1995	206	90	90	-	-	116	116	-
1996	267	110	110	-	-	157	157	-
1997	1.101	631	364	157	110	470	-	470
1998	1.123	764	385	220	159	359	37	322
1999	1.300	687	394	233	60	613	55	558
2000	1.274	795	414	282	99	479	24	455
2001	1.565	854	445	282	127	711	12	699
2002	1.624	821	440	281	100	803	0	793
2003	1.604	884	437	282	165	720	-	720
2004	1.747	1.006	437	411	158	741	121	620
2005	1.813	998	456	382	160	815	76	739
2006	1.831	1.054	456	439	159	777	127	650
2007	1.841	1.088	519	372	197	753	63	690

159

## TOTAL BRASIL

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	2.783	1.517	1.120	301	96	1.266	1.266	-
1992	2.997	1.968	1.424	440	104	1.029	1.029	-
1993	3.034	2.089	1.266	658	165	945	945	-
1994	3.255	2.199	1.367	664	168	1.056	1.056	-
1995	600	429	206	172	51	171	171	-
1996	676	433	270	163	-	243	243	-
1997	3.914	2.476	1.539	827	110	1.438	326	1.112
1998	3.551	2.590	1.519	912	159	961	300	661
1999	4.192	2.709	1.650	999	60	1.483	310	1.173
2000	4.406	2.739	1.683	957	99	1.667	639	1.028
2001	5.266	3.085	1.776	1.179	130	2.181	687	1.494
2002	5.246	3.030	1.895	1.029	106	2.216	624	1.592
2003	5.262	3.240	2.025	975	240	2.022	618	1.404
2004	5.489	3.485	2.014	1.202	269	2.004	797	1.207
2005	5.693	3.480	2.073	1.131	276	2.213	829	1.384
2006	5.990	3.731	2.233	1.192	306	2.259	935	1.324
2007	6.233	4.000	2.580	1.110	310	2.233	909	1.324

**TABELAS A4.2 – INGRESSANTES (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)***REGIÃO: NORTE**

Ano	Total	Universidades		Centros Universitários	
		Total	Pública	Total	Privado
1991	50	50	50	-	-
1992	50	50	50	-	-
1993	50	50	50	-	-
1994	50	50	50	-	-
1995	27	27	27	-	-
1996	25	25	25	-	-
1997	79	79	79	-	-
1998	96	96	96	-	-
1999	90	90	90	-	-
2000	114	114	114	-	-
2001	214	124	124	90	90
2002	217	165	165	52	52
2003	198	164	164	34	34
2004	175	125	125	50	50
2005	198	163	163	35	35
2006	204	163	163	41	41
2007	210	163	163	47	47

**160****REGIÃO: NORDESTE**

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
1991	457	457	400	57	-	-
1992	454	454	394	60	-	-
1993	358	358	301	57	-	-
1994	411	411	361	50	-	-
1995	51	51	51	-	-	-
1996	85	85	85	-	-	-
1997	670	670	561	109	-	-
1998	679	611	566	45	68	68
1999	775	775	715	60	-	-
2000	823	823	764	59	-	-
2001	840	840	808	32	-	-
2002	873	873	840	33	-	-
2003	875	875	839	36	-	-
2004	905	905	839	66	-	-
2005	945	945	838	107	-	-
2006	1.032	1.032	870	162	-	-
2007	1.189	1.189	1.024	165	-	-

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1998	103	103	-	103	-	-	-	-	-
1999	249	249	39	210	-	-	-	-	-
2000	271	211	40	171	-	-	60	-	60
2001	276	234	41	193	-	-	42	-	42
2002	214	181	40	141	-	-	33	-	33
2003	188	159	41	118	-	-	29	-	29
2004	164	155	42	113	-	-	9	-	9
2005	193	173	39	134	-	-	20	-	20
2006	194	194	99	95	-	-	-	-	-
2007	248	165	110	55	39	39	44	35	9

161

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	1.435	854	561	293	-	-	-	581	-	581
1992	1.624	1.124	962	162	-	-	-	500	22	478
1993	1.676	1.171	873	298	-	-	-	505	284	221
1994	1.853	1.351	931	420	-	-	-	502	300	202
1995	316	265	210	55	-	-	-	51	51	-
1996	299	244	213	31	-	-	-	55	-	55
1997	2.064	1.294	965	329	-	-	-	770	240	530
1998	1.550	1.102	924	178	-	-	-	448	240	208
1999	1.778	1.239	978	261	100	-	100	439	200	239
2000	1.924	1.077	821	256	234	-	234	613	205	408
2001	2.371	1.506	1.055	451	214	-	214	651	203	448
2002	2.318	1.381	958	423	219	-	219	718	206	512
2003	2.397	1.523	1.106	417	206	-	206	668	206	462
2004	2.498	1.589	1.236	353	162	-	162	747	237	510
2005	2.544	1.561	1.206	355	108	-	108	875	236	639
2006	2.729	1.836	1.445	391	178	50	128	715	50	665
2007	2.745	1.927	1.494	433	145	49	96	673	37	636

**REGIÃO: SUL**

Ano	Total Geral	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	2.008	1.928	1.044	884	-	-	-	80	80	-
1992	1.682	1.606	987	619	-	-	-	76	76	-
1993	1.789	1.722	1.083	639	-	-	-	67	67	-
1994	1.658	1.629	1.012	617	-	-	-	29	29	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	1.961	1.961	1.202	759	-	-	-	-	-	-
1998	1.970	1.970	1.294	676	-	-	-	-	-	-
1999	2.121	2.058	1.082	976	63	-	63	-	-	-
2000	2.094	1.965	990	975	129	-	129	-	-	-
2001	2.237	2.074	1.125	949	65	-	65	98	-	98
2002	2.294	2.135	1.259	876	58	-	58	101	-	101
2003	2.311	2.130	1.362	768	118	-	118	63	-	63
2004	2.100	1.938	1.341	597	65	-	65	97	-	97
2005	2.076	1.969	1.340	629	59	-	59	48	-	48
2006	2.269	2.119	1.418	701	79	-	79	71	-	71
2007	2.583	2.407	1.439	968	76	60	16	100	-	100

**162**
**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	2.783	2.202	1.517	685	-	-	-	581	-	581
1992	2.997	2.497	1.946	551	-	-	-	500	22	478
1993	3.034	2.529	1.805	724	-	-	-	505	284	221
1994	3.255	2.753	1.899	854	-	-	-	502	300	202
1995	600	549	378	171	-	-	-	51	51	-
1996	676	621	433	188	-	-	-	55	-	55
1997	3.914	3.144	2.236	908	-	-	-	770	240	530
1998	3.551	3.035	2.350	685	-	-	-	516	240	276
1999	4.192	3.653	2.509	1.144	100	-	100	439	200	239
2000	4.406	3.499	2.534	965	234	-	234	673	205	468
2001	5.266	4.234	2.847	1.387	304	-	304	728	238	490
2002	5.246	4.205	2.824	1.381	290	-	290	751	206	545
2003	5.262	4.325	3.034	1.291	240	-	240	697	206	491
2004	5.489	4.357	3.248	1.109	276	-	276	856	237	619
2005	5.693	4.568	3.244	1.324	175	-	175	950	236	714
2006	5.990	4.969	3.631	1.338	241	50	191	780	50	730
2007	6.233	5.165	3.879	1.286	231	49	182	837	72	765

# MATRICULADOS 163

## **TABELAS A5.1**

Distribuição Regional por Categorias Administrativas:

*Públicas* – Federal, Estadual e Municipal

*Privadas* – Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

## **TABELAS A5.2**

Distribuição Regional por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)*



**TABELAS A5.1 – MATRICULADOS (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Categorias Administrativas

*Públicas:* Federal, Estadual e Municipal*Privadas:* Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Pública			Privada	
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular
1991	302	302	302	-	-	-
1992	307	307	307	-	-	-
1993	319	319	319	-	-	-
1994	342	342	342	-	-	-
1995	25	25	-	25	-	-
1996	40	40	-	40	-	-
1997	346	346	284	62	-	-
1998	377	377	289	88	-	-
1999	385	385	274	111	-	-
2000	416	416	289	127	-	-
2001	521	461	375	86	60	60
2002	668	575	426	149	93	93
2003	760	665	665	-	95	95
2004	849	764	764	-	85	85
2005	920	803	803	-	117	117
2006	943	816	816	-	127	127
2007	954	841	841	-	113	113

**165****REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Pública			Privada		
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	1.950	1.715	1.715	-	235	235	-
1992	2.076	1.856	1.856	-	220	220	-
1993	2.083	1.836	1.836	-	247	247	-
1994	1.967	1.745	1.745	-	222	222	-
1995	311	311	311	-	-	-	-
1996	266	266	266	-	-	-	-
1997	2.055	1.805	1.805	-	250	-	250
1998	2.365	2.063	2.063	-	302	63	239
1999	2.731	2.468	2.388	80	263	36	227
2000	3.075	2.829	2.648	181	246	55	191
2001	3.325	3.095	2.829	266	230	53	177
2002	3.582	3.372	3.009	363	210	64	146
2003	3.915	3.732	3.287	445	183	76	107
2004	4.231	4.013	3.474	539	218	145	73
2005	4.455	4.203	3.617	586	252	201	51
2006	4.478	4.138	3.580	558	340	260	80
2007	4.937	4.505	3.947	558	432	330	102

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Pública		Privada		
		Total	Federal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1998	103	-	-	103	-	103
1999	282	38	38	244	-	244
2000	488	76	76	412	27	385
2001	684	113	113	571	70	501
2002	805	148	148	657	81	576
2003	844	184	184	660	82	578
2004	808	189	189	619	82	537
2005	774	191	191	583	82	501
2006	702	191	191	511	58	453
2007	729	300	300	429	57	372

166

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	7.027	3.603	2.234	1.369	-	3.424	3.424	-
1992	7.502	4.217	2.650	1.364	203	3.285	3.285	-
1993	7.657	5.347	2.735	2.433	179	2.310	2.310	-
1994	8.356	5.598	2.837	2.568	193	2.758	2.758	-
1995	1.206	1.159	309	661	189	47	47	-
1996	1.616	1.011	330	681	-	605	605	-
1997	8.643	6.292	2.940	3.352	-	2.351	991	1.360
1998	7.580	5.675	2.817	2.858	-	1.905	882	1.023
1999	7.674	5.839	2.934	2.905	-	1.835	934	901
2000	8.240	4.557	2.498	2.059	-	3.683	2.725	958
2001	8.870	5.709	2.717	2.989	3	3.161	2.139	1.022
2002	10.823	6.505	2.723	3.775	7	4.318	2.989	1.329
2003	10.077	5.523	2.738	2.712	73	4.554	2.837	1.717
2004	10.595	6.043	2.978	2.887	178	4.552	1.906	2.646
2005	10.846	6.051	2.971	2.834	246	4.795	2.054	2.741
2006	11.506	7.004	3.196	3.454	354	4.502	2.132	2.370
2007	12.081	7.474	3.503	3.610	361	4.607	2.344	2.263



## REGIÃO:

SUL

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	3.070	1.959	1.356	292	311	1.111	1.111	-
1992	3.332	2.330	1.403	423	504	1.002	1.002	-
1993	3.495	2.385	1.437	471	477	1.110	1.110	-
1994	3.682	2.526	1.580	485	461	1.156	1.156	-
1995	551	226	226	-	-	325	325	-
1996	769	413	413	-	-	356	356	-
1997	4.108	2.702	1.702	573	427	1.406	-	1.406
1998	4.052	2.948	1.706	795	447	1.104	23	1.081
1999	4.567	2.791	1.789	791	211	1.776	223	1.553
2000	5.225	3.091	1.929	924	238	2.134	104	2.030
2001	5.393	3.275	1.934	1.070	271	2.118	100	2.018
2002	5.629	3.363	2.001	1.048	314	2.266	99	2.167
2003	5.984	3.796	2.119	1.099	578	2.188	56	2.132
2004	6.603	4.374	2.207	1.581	586	2.229	150	2.079
2005	6.938	4.510	2.304	1.573	633	2.428	187	2.241
2006	7.168	4.668	2.373	1.611	684	2.500	234	2.266
2007	7.446	4.790	2.543	1.508	739	2.656	218	2.438

167

## TOTAL BRASIL

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	12.349	7.579	5.607	1.661	311	4.770	4.770	-
1992	13.217	8.710	6.216	1.787	707	4.507	4.507	-
1993	13.554	9.887	6.327	2.904	656	3.667	3.667	-
1994	14.347	10.211	6.504	3.053	654	4.136	4.136	-
1995	2.093	1.721	846	686	189	372	372	-
1996	2.691	1.730	1.009	721	-	961	961	-
1997	15.152	1.145	6.731	3.987	427	4.007	991	3.016
1998	14.477	11.063	6.875	3.741	447	3.414	968	2.446
1999	15.639	11.521	7.423	3.887	211	4.118	1.193	2.925
2000	17.444	10.969	7.440	3.291	238	6.475	2.911	3.564
2001	18.793	12.653	7.968	4.411	274	6.140	2.362	3.778
2002	21.507	13.963	8.307	5.335	321	7.544	3.233	4.311
2003	21.580	13.900	8.993	4.256	651	7.680	3.051	4.629
2004	23.086	15.383	9.612	5.007	764	7.703	2.283	5.420
2005	23.933	15.758	9.886	4.993	879	8.175	2.524	5.651
2006	24.797	16.817	10.156	5.623	1.038	7.980	2.684	5.296
2007	26.147	17.910	11.134	5.676	1.100	8.237	2.949	5.288

**TABELAS A5.2 – MATRICULADOS (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Organização Acadêmica

*(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)***REGIÃO: NORTE**

Ano	Total	Universidades		Centros Universitários	
		Total	Pública	Total	Privado
1991	302	302	302	-	-
1992	307	307	307	-	-
1993	319	319	319	-	-
1994	342	342	342	-	-
1995	25	25	25	-	-
1996	40	40	40	-	-
1997	346	346	346	-	-
1998	377	377	377	-	-
1999	385	385	385	-	-
2000	416	416	416	-	-
2001	521	461	461	60	60
2002	668	575	575	93	93
2003	760	665	665	95	95
2004	849	764	764	85	85
2005	920	803	803	117	117
2006	943	816	816	127	127
2007	954	841	841	113	113

168

**REGIÃO: NORDESTE**

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
1991	1.950	1.950	1.715	235	-	-
1992	2.076	2.076	1.856	220	-	-
1993	2.083	2.083	1.836	247	-	-
1994	1.967	1.967	1.745	222	-	-
1995	311	311	311	-	-	-
1996	266	266	266	-	-	-
1997	2.055	2.055	1.805	50	-	-
1998	2.365	2.302	2.063	239	63	63
1999	2.731	2.723	2.468	255	8	8
2000	3.075	3.069	2.829	240	6	6
2001	3.325	3.319	3.095	224	6	6
2002	3.582	3.576	3.372	204	6	6
2003	3.915	3.915	3.732	183	-	-
2004	4.231	4.231	4.013	218	-	-
2005	4.455	4.455	4.203	252	-	-
2006	4.478	4.478	4.138	340	-	-
2007	4.937	4.937	4.505	432	-	-

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1998	103	103	-	103	-	-	-	-	-
1999	282	282	38	244	-	-	-	-	-
2000	488	461	76	385	-	-	27	-	27
2001	684	614	113	501	-	-	70	-	70
2002	805	724	148	576	-	-	81	-	81
2003	844	762	184	578	-	-	82	-	82
2004	808	726	189	537	-	-	82	-	82
2005	774	692	191	501	-	-	82	-	82
2006	702	644	191	453	-	-	58	-	58
2007	729	642	270	372	31	31	56	30	26

169

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	7.027	4.198	3.582	616	-	-	-	2.829	21	2.808
1992	7.502	4.632	3.991	641	-	-	-	2.870	226	2.644
1993	7.657	4.874	4.171	703	-	-	-	2.783		1.607
1994	8.356	5.247	4.348	899	-	-	-	3.109		1.859
1995	1.206	1.017	970	47	-	-	-	189	189	-
1996	1.616	1.076	1.011	65	-	-	-	540	-	540
1997	8.643	6.464	5.291	1.173	-	-	-	2.179		1.178
1998	7.580	5.582	4.790	792	-	-	-	1.998	885	1.113
1999	7.674	5.813	4.987	826	-	-	-	1.861	852	1.009
2000	8.240	5.764	4.541	1.223	1.009	-	1.009	1.467	16	1.451
2001	8.870	6.043	4.707	1.336	525	-	525	2.302		1.300
2002	10.823	7.043	5.524	1.519	1.342	-	1.342	2.438	981	1.457
2003	10.077	6.090	4.517	1.573	1.448	-	1.448	2.539		1.533
2004	10.595	6.422	4.988	1.434	1.525	-	1.525	2.648		1.593
2005	10.846	6.621	5.096	1.525	1.407	-	1.407	2.818	955	1.863
2006	11.506	8.372	6.855	1.517	1.064	42	1.022	2.070	107	1.963
2007	12.081	8.808	7.269	1.539	1.018	79	939	2.255	126	2.129

**REGIÃO: SUL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Privada
1991	3.070	3.070	1.959	1.111	-	-	-	-
1992	3.332	3.332	2.330	1.002	-	-	-	-
1993	3.495	3.495	2.385	1.110	-	-	-	-
1994	3.682	3.682	2.526	1.156	-	-	-	-
1995	551	551	226	325	-	-	-	-
1996	769	769	413	356	-	-	-	-
1997	4.108	4.108	2.702	1.406	-	-	-	-
1998	4.052	4.052	2.948	1.104	-	-	-	-
1999	4.567	4.567	2.791	1.776	-	-	-	-
2000	5.225	5.225	3.091	2.134	-	-	-	-
2001	5.393	5.393	3.275	2.118	-	-	-	-
2002	5.629	5.597	3.363	2.234	32	32	-	-
2003	5.984	5.943	3.796	2.147	41	41	-	-
2004	6.603	6.404	4.374	2.030	109	109	90	90
2005	6.938	6.741	4.510	2.231	72	72	125	125
2006	7.168	6.952	4.668	2.284	69	69	147	147
2007	7.446	7.163	4.790	2.373	56	56	227	227

**170**
**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários			Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Público	Privado	Total	Pública	Privada
1991	12.349	9.520	7.558	1.962	-	-	-	2.829	21	2.808
1992	13.217	10.347	8.484	1.863	-	-	-	2.870	226	2.644
1993	13.554	10.771	8.711	2.060	-	-	-	2.783	1.176	1.607
1994	14.347	11.238	8.961	2.277	-	-	-	3.109	1.250	1.859
1995	2.093	1.904	1.532	372	-	-	-	189	189	-
1996	2.691	2.151	1.730	421	-	-	-	540	-	540
1997	15.152	12.973	10.144	2.829	-	-	-	2.179	1.001	1.178
1998	14.477	12.416	10.178	2.238	-	-	-	2.061	885	1.176
1999	15.639	13.770	10.669	3.101	-	-	-	1.869	852	1.017
2000	17.444	14.935	10.953	3.982	1.009	-	1.	1.500	16	1.484
2001	18.793	15.830	11.651	4.179	585	-	585	2.378	1.002	1.376
2002	21.507	17.515	12.982	4.533	1.467	-	1.467	2.525	981	1.544
2003	21.580	17.375	12.894	4.481	1.584	-	1.584	2.621	1.006	1.615
2004	23.086	18.547	14.328	4.219	1.719	-	1.719	2.820	1.055	1.765
2005	23.933	19.312	14.803	4.509	1.596	-	1.596	3.025	955	2.070
2006	24.797	21.262	16.668	4.594	1.260	42	1.218	2.275	107	2.168
2007	26.147	22.391	17.675	4.716	1.218	79	1.139	2.538	156	2.382

# CONCLUINTES

171

## **TABELAS A6.1**

Distribuição Regional por Categorias Administrativas:

*Públicas* – Federal, Estadual e Municipal

*Privadas* – Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas

## **TABELAS A6.2**

Distribuição Regional por Organização Acadêmica

(*Universidades, Centros, Faculdades*, divididos cada um em públicos e privados)



**TABELAS A6.1 – CONCLUINTES (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Categorias Administrativas

*Públicas:* Federal, Estadual e Municipal*Privadas:* Particular e Comunitárias/Confessionais/Filantrópicas**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Pública			Privada	
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular
1991	16	16	16	-	-	-
1992	9	9	9	-	-	-
1993	12	12	12	-	-	-
1994	7	7	7	-	-	-
1997	18	18	18	-	-	-
1998	26	26	26	-	-	-
1999	33	33	33	-	-	-
2000	37	37	31	6	-	-
2001	33	33	25	8	-	-
2002	30	30	14	16	-	-
2003	47	47	47	-	-	-
2004	80	80	80	-	-	-
2005	64	54	54	-	10	10
2006	120	68	68	-	52	52
2007	118	107	107	-	11	11

**173****REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Pública			Privada		
		Total	Federal	Estadual	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	153	133	133	-	20	20	-
1992	142	115	115	-	27	27	-
1993	162	140	140	-	22	22	-
1994	180	150	150	-	30	30	-
1995	16	16	16	-	-	-	-
1996	12	12	12	-	-	-	-
1997	188	153	153	-	35	-	35
1998	184	160	160	-	24	-	24
1999	128	113	113	-	15	-	15
2000	137	125	125	-	12	-	12
2001	198	186	186	-	12	-	12
2002	208	186	186	-	22	9	13
2003	240	223	223	-	17	6	11
2004	301	288	244	44	13	5	8
2005	321	302	232	70	19	7	12
2006	356	333	256	77	23	7	16
2007	524	500	382	-	24	16	8

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Pública		Privada		
		Total	Federal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
2002	54	-	-	54	-	54
2003	84	33	33	51	-	51
2004	119	34	34	85	7	78
2005	126	34	34	92	14	78
2006	112	32	32	80	15	65
2007	127	32	32	95	15	80

**174****REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	679	346	199	147	-	333	333	-
1992	810	445	215	196	34	365	365	-
1993	873	518	243	219	56	355	355	-
1994	927	546	295	217	34	381	381	-
1995	151	147	47	72	28	4	4	-
1996	208	122	38	84	-	86	86	-
1997	988	737	374	363	-	251	90	161
1998	921	740	348	392	-	181	75	106
1999	915	755	301	454	-	160	65	95
2000	1.106	607	337	270	-	499	339	160
2001	1.225	655	282	373	-	570	510	60
2002	1.296	720	307	413	-	576	507	69
2003	1.644	710	365	345	-	934	842	92
2004	1.407	799	377	422	-	608	246	362
2005	1.512	811	372	438	1	701	294	407
2006	1.507	799	372	425	2	708	280	428
2007	1.694	933	409	487	37	761	310	451



**REGIÃO:** SUL

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	221	164	127	26	11	57	57	-
1992	237	196	139	21	36	41	41	-
1993	241	186	132	24	30	55	55	-
1994	256	185	122	25	38	71	71	-
1995	35	12	12	-	-	23	23	-
1996	46	12	12	-	-	34	34	-
1997	426	344	219	75	50	82	-	82
1998	431	322	221	51	50	109	-	109
1999	287	186	109	53	24	101	9	92
2000	460	303	212	65	26	157	-	157
2001	504	350	231	98	21	154	-	154
2002	612	406	238	136	32	206	36	170
2003	662	478	258	181	39	184	18	166
2004	659	508	284	182	42	151	-	151
2005	752	562	288	223	51	190	19	171
2006	670	513	259	193	61	157	-	157
2007	792	577	316	194	67	215	18	197

175

**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Pública				Privada		
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	Particular	Com/Conf/Fil
1991	1.069	659	475	173	11	410	410	-
1992	1.198	765	478	217	70	433	433	-
1993	1.288	856	527	243	86	432	432	-
1994	1.370	888	574	242	72	482	482	-
1995	202	175	75	72	28	27	27	-
1996	266	146	62	84	-	120	120	-
1997	1.620	1.252	764	438	50	368	90	278
1998	1.562	1.248	755	443	50	314	75	239
1999	1.363	1.087	556	507	24	276	74	202
2000	1.740	1.072	705	341	26	668	339	329
2001	1.960	1.224	724	479	21	736	510	226
2002	2.200	1.342	745	565	32	858	552	306
2003	2.677	1.491	926	526	39	1.186	866	320
2004	2.566	1.709	1.019	648	42	857	258	599
2005	2.775	1.763	980	731	52	1.012	334	678
2006	2.765	1.745	987	695	63	1.020	302	718
2007	3.255	2.149	1.246	799	104	1.106	359	747

**TABELAS A6.2 – CONCLUINTES (1991-2007)**

Distribuídos Regionalmente por Organização Acadêmica

(Universidades, Centros, Faculdades, divididos cada um em públicos e privados)

**REGIÃO:** NORTE

Ano	Total	Universidades		Centros Universitários	
		Total	Pública	Total	Privado
1991	16	16	16	-	-
1992	9	9	9	-	-
1993	12	12	12	-	-
1994	7	7	7	-	-
1997	18	18	18	-	-
1998	26	26	26	-	-
1999	33	33	33	-	-
2000	37	37	37	-	-
2001	33	33	33	-	-
2002	30	30	30	-	-
2003	47	47	47	-	-
2004	80	80	80	-	-
2005	64	54	54	10	10
2006	120	68	68	52	52
2007	118	107	107	11	11

**176****REGIÃO:** NORDESTE

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
1991	153	153	133	20	-	-
1992	142	142	115	27	-	-
1993	162	162	140	22	-	-
1994	180	180	150	30	-	-
1995	16	16	16	-	-	-
1996	12	12	12	-	-	-
1997	188	188	153	35	-	-
1998	184	184	160	24	-	-
1999	128	128	113	15	-	-
2000	137	137	125	12	-	-
2001	198	198	186	12	-	-
2002	208	202	186	16	6	6
2003	240	240	223	17	-	-
2004	301	301	288	13	-	-
2005	321	321	302	19	-	-
2006	356	356	333	23	-	-
2007	524	524	500	24	-	-

**REGIÃO:** CENTRO-OESTE

Ano	Total	Universidades			Faculdades	
		Total	Pública	Privada	Total	Privada
2002	54	54	-	54	-	-
2003	84	84	33	51	-	-
2004	119	112	34	78	7	7
2005	126	112	34	78	14	14
2006	112	97	32	65	15	15
2007	127	112	32	80	15	15

177

**REGIÃO:** SUDESTE

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1991	679	404	336	68	-	-	275	10	265
1992	810	491	404	87	-	-	319	41	278
1993	873	461	378	83	-	-	412	140	272
1994	927	512	436	76	-	-	415	110	305
1995	151	123	119	4	-	-	28	28	-
1996	208	126	122	4	-	-	82	-	82
1997	988	767	624	143	-	-	221	113	108
1998	921	660	609	51	-	-	261	131	130
1999	915	708	647	61	-	-	207	108	99
2000	1.106	827	607	220	157	157	122	-	122
2001	1.225	717	547	170	242	242	266	108	158
2002	1.296	790	596	194	191	191	315	124	191
2003	1.644	926	580	346	222	222	496	130	366
2004	1.407	802	669	133	295	295	310	130	180
2005	1.512	884	713	171	291	29	337	98	239
2006	1.507	962	787	175	274	274	271	12	259
2007	1.694	1.132	913	219	272	272	290	20	270

**REGIÃO:** SUL

Ano	Total	Universidades		
		Total	Pública	Privada
1991	221	221	164	57
1992	237	237	196	41
1993	241	241	186	55
1994	256	256	185	71
1995	35	35	12	23
1996	46	46	12	34
1997	426	426	344	82
1998	431	431	322	109
1999	287	287	186	101
2000	460	460	303	157
2001	504	504	350	154
2002	612	612	406	206
2003	662	662	478	184
2004	659	659	508	151
2005	752	752	562	190
2006	670	670	513	157
2007	792	792	577	215

178

**TOTAL BRASIL**

Ano	Total	Universidades			Centros Universitários		Faculdades		
		Total	Pública	Privada	Total	Privado	Total	Pública	Privada
1991	1.069	794	649	145	-	-	275	10	265
1992	1.198	879	724	155	-	-	319	41	278
1993	1.288	876	716	160	-	-	412	140	272
1994	1.370	955	778	177	-	-	415	110	305
1995	202	174	147	27	-	-	28	28	-
1996	266	184	146	38	-	-	82	-	82
1997	1.620	1.399	1.139	260	-	-	221	113	108
1998	1.562	1.301	1.117	184	-	-	261	131	130
1999	1.363	1.156	979	177	-	-	207	108	99
2000	1.407	1.461	1.072	389	157	157	122	-	122
2001	1.960	1.452	1.116	336	242	242	266	108	158
2002	2.200	1.688	1.218	470	191	191	321	124	197
2003	2.677	1.959	1.361	598	222	222	496	130	366
2004	2.566	1.954	1.579	375	295	295	317	130	187
2005	2.775	2.123	1.665	458	301	301	351	98	253
2006	2.765	2.153	1.733	420	326	326	286	12	274
2007	3.255	2.667	2.129	538	283	283	305	20	285

## **SOBRE OS AUTORES**



### *Adriane Salum*

Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em 1998. Atualmente é professora associada dessa Universidade e do Ministério da Educação. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia Química. Atua principalmente nos seguintes temas: membranas líquidas surfatantes, cobalto, níquel, extração líquido-líquido, Cyanex 272.

### *Ana Maria Ferreira de Mattos Rettl*

Formada em Engenharia Química pela Universidade Federal de Rio Grande, possui pós-graduação em Engenharia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Engenharia de Alimentos e Administração Universitária, na França e no Canadá, respectivamente. Foi professora adjunta IV da UFSC na graduação e na pós-graduação de 1974 até 2001. Foi Coordenadora do Curso de Engenharia de Alimentos, vice-diretora do Centro Tecnológico (CTC) da UFSC, diretora do CTC, diretora presidente da Fundação de Ensino de Engenharia de Santa Catarina e Pró-Reitora da UFSC. Fez parte da diretoria da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (Abenge), foi conselheira do Crea/SC, foi membro da Comissão de Especialistas de Engenharia da SESu/MEC, membro do Comitê Assessor da SESu, membro da Comissão do Programa de Recuperação e Ampliação dos Meios Físicos das Instituições de Ensino Superior do Depem/Sesu/MEC, da Comissão de Análise dos Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI), da Sesu/MEC, membro do quadro de avaliadores para avaliação de curso e institucional do Inep/MEC e membro da Comissão Técnica de Avaliação (CTA), do Inep/MEC. Atualmente é pró-reitora de graduação e extensão da Universidade Camilo Castelo Branco (Unicastelo).

181

### *Iracema de Oliveira Moraes*

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em 1976, e livre-docente por essa Universidade em 1981, onde é professora titular. É diretora presidente da Probiom Tecnologia – P&D Experimental em Ciências Físicas e Naturais Ltda.; curadora da Coleção de Culturas Tropicais da Fundação André Tosello, da qual é pesquisadora e membro fundador. Diretora administrativa da Associação Brasileira de Engenheiras e Arquitetas; membro do comitê internacional *Women In Engineering – Wie From The World Federation Engineering Organization*. Membro da Associação Brasileira de Engenheiros de Alimentos (Abea), da qual é diretora de relações institucionais e ex-presidente. Membro da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Diretora de Educação e coordenadora da

comissão especial Crea Jr/Crea Jovem. Coordenadora do GT Legislação Específica, coordenadora adjunta da Comissão de Relações Públicas e coordenadora da Comissão de Valorização Profissional, todos do Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia de São Paulo (Creasp). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Engenharia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: *bacillus thuringiensis*, processos fermentativos, fermentação submersa, fermentação em estado sólido, substratos e reatores alternativos, bactérias entomopatogênicas e obtenção de inoculantes, enzimas, biopesticidas (bioinseticidas bioherbicidas e biofungicidas) e outros bioprodutos, incluindo o cultivo de microalgas e a obtenção de biocombustíveis até terceira geração. Membro da Comissão de Avaliadores/Especialistas do Ministério da Educação (MEC) e do Conselho Estadual de Educação de São Paulo.

#### *Leticia S de Vasconcelos Sampaio Suñé*

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em 1993. Atualmente é professora aposentada do Departamento de Engenharia Química e colaboradora da Secretaria de Educação Superior. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Industriais de Engenharia Química. Atua principalmente nos seguintes temas: leito de jorro, sistemas particulados, dinâmica.

182

#### *Pedro Lopes de Queirós*

Pós-Graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade de São Paulo (USP), é professor titular aposentado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), conselheiro federal do Confea e representante das IEEs. Foi presidente da Abenge (1999/2004) e da Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (Asibei) (1999/2001).

#### *Vanderlí Fava de Oliveira*

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente é professor associado II da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); coordenador do curso de Engenharia de Produção e representante do Conselho de Graduação no Conselho Superior da UFJF; membro da Comissão Técnica de Acompanhamento e Avaliação (CTAA); membro da Comissão de Especialistas do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) na parceria Confea/MEC; membro



da Comissão de Graduação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Abepro) e seu atual coordenador; membro da Comissão de Engenharia de Produção do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC); membro do Conselho Fiscal da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge); membro do comitê científico dos periódicos *Revista de Educação em Engenharia*; *Produto & Produção*, *Graf & Tec*, *Revista Educação Gráfica*, *Revista Gepros e Produção & Engenharia*. Foi presidente da Associação Brasileira de Expressão Gráfica (Abeg) – 2000-2003; diretor da Abepro – 2005-2007; presidente do Fórum Mineiro de Engenharia de Produção (Fmepro) – 2005-2009; avaliador de cursos de Engenharia do Inep/MEC – 2002-2009; multiplicador do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes) – 2007. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Educação em Engenharia e Gestão Estratégica da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: educação em Engenharia, gestão e avaliação de sistemas educacionais e estratégia organizacional.

---

Esta obra foi impressa em Brasília-DF, em outubro de 2010.

Capa impressa em papel cartão supremo 250g e miolo em papel off-set 90g.

Texto composto em Swis721 LtCnBT corpo 10.

---



**CONFEA**  
Conselho Federal de Engenharia,  
Arquitetura e Agronomia

**INEP**

Ministério  
da Educação

