

A EXPANSÃO DA ENGENHARIA QUÍMICA NO TERCEIRO MILÊNIO

Abraham Zakon - zakon@eq.ufrj.br

Prof. Adjunto, Eng. Químico, Dr. Eng.

Laboratório de Compostos Cerâmicos, Departamento de Processos Inorgânicos,
Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

21949-900 Ilha da Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ

Telefones: 0XX-21-562-7643 Fax: 562-7567

Resumo. *As Academias Militares e as Escolas Politécnicas do Rio de Janeiro e São Paulo e de Minas de Ouro Preto implantaram o ensino das Químicas e Engenharias no Brasil. A Engenharia Química, oriunda da Engenharia e da Química Industrial, desenvolveu as Operações Unitárias, Instrumentação e Controle de Processos, Cinética e Cálculo de Reatores, Engenharia Bioquímica e Fenômenos de Transporte. As Engenharias baseadas na Física sofreram notável expansão. Novas interfaces com a Química e a Biologia estimulam criar outras habilitações além das engenharias química industrial e de alimentos: eng. processos químicos, eng. química de gestão tecnológica, eng. química biológica, eng. química ambiental, eng. quím. de águas e utilidades, eng. quím. de combustíveis, gases e petroquímica, eng. química de materiais e catalisadores e eng. química de fármacos.*

Palavras-chave: Engenharia Química. Novas habilitações. Expansão das Engenharias.

1. ORIGENS E PARADIGMAS DA ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL

As origens do ensino das Químicas no Brasil remontam à criação de disciplinas específicas nas Academias Militares e nas Escolas Politécnicas do Rio de Janeiro e São Paulo e na Escola de Minas de Ouro Preto (Fig. 1), isto é, agregadas ao ensino de diversas especialidades da Engenharia, o mesmo ocorrendo para outras Ciências Exatas.

Segundo Souza Santos (1980), três épocas marcaram a criação e evolução dos cursos de engenharia química: 1^a - a era da **Química Industrial**, que foi até 1940; 2^a - a era das **Operações Unitárias**, desde 1920 até 1950, 3^a - a era (até os anos 80) **das Ciências da Engenharia Química**. Diversos docentes brasileiros aclamam a edição do livro "Transport Phenomena" de Bird, Stewart e Lightfoot (1960) como o paradigma da terceira fase. Os cursos plenos de **engenharia química** tem sido oferecidos com duração de cinco anos (paradigma temporal) e uma formação ampla em Química, Física e Matemática (paradigma curricular), tendo incorporado a Computação. Alguns docentes advogam a redução da duração do curso para quatro anos e tal pretensão envolve riscos de formação incompleta dos futuros profissionais. O modelo americano de ensino exposto por Whitaker (Tab. 1) está sendo cogitado. Alguns entendem que a **Engenharia de Processos Químicos** (com base em projeto e pesquisa apoiados em computação para sistemas industriais de grande complexidade) representa um novo paradigma para a Engenharia Química. Outros entendem que a **Biologia** é também um paradigma. Quais serão as próximas concepções de paradigmas? Qual é a solução curricular ideal para a nossa realidade profissional?

Figura 1 - ORIGENS DO ENSINO DA ENGENHARIA E DA QUÍMICA NO BRASIL

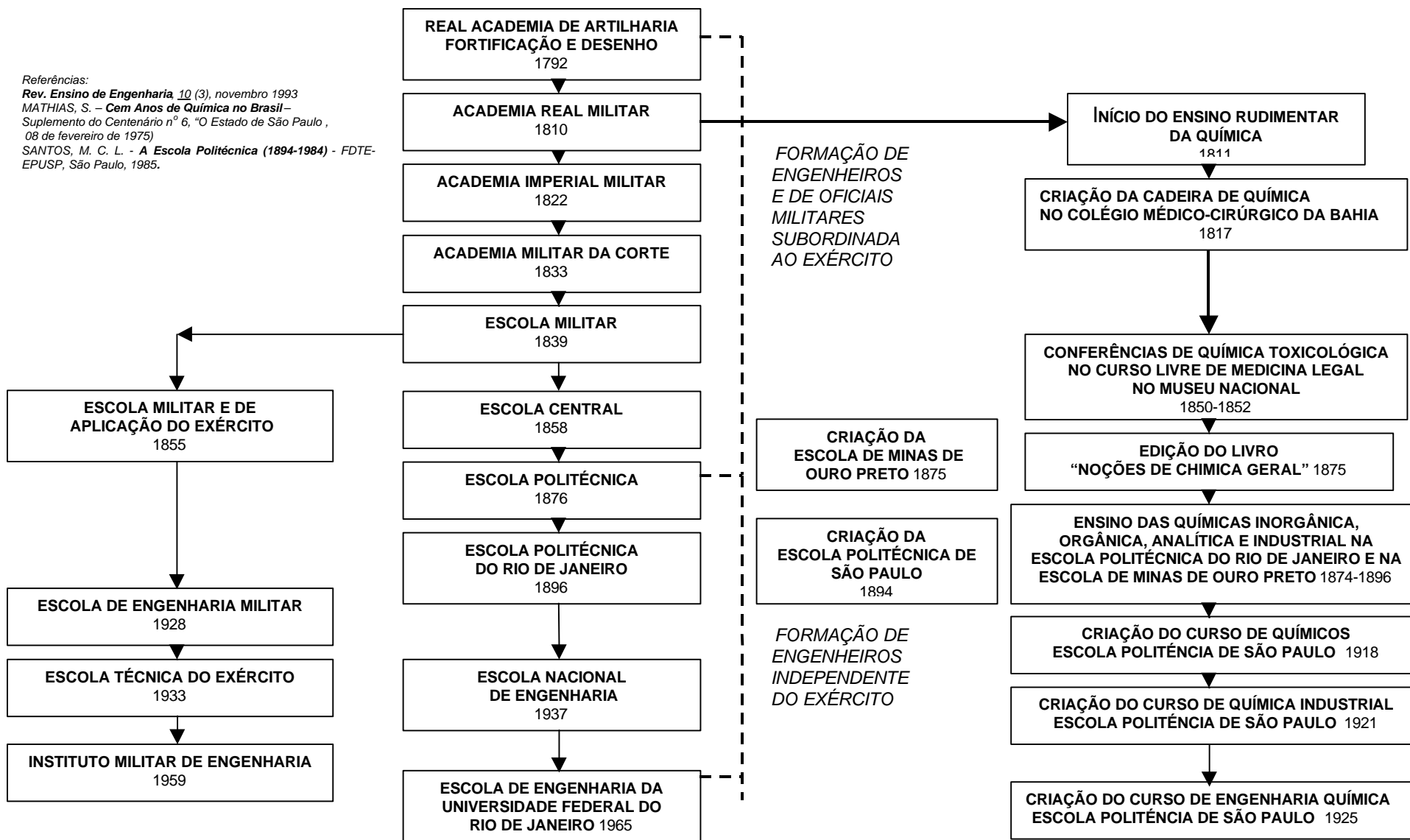


Tabela 1 - Modelo Curricular Americano Apresentado no VII ENBEQ (Whitaker, 1997)

Primeiro Ano	1º Trimestre (Fall)	2º Trimestre (Winter)	3º Trimestre (Spring)
	Química Geral I Cálculo I	Química Geral II Cálculo II	Química Geral III Cálculo III Física I
Segundo Ano	Física II Química Orgânica I Análise Vetorial	Física III Química Orgânica II Eq. Difer. Ordinárias	Física IV Bioquímica ou similar ? Matrizes
Terceiro Ano	Balço de Massa Eq. Diferenciais Parciais Físico-Química I	Termodinâmica I Mecânica dos Fluidos I *	Termodinâmica II Mecânica dos Fluidos II Físico-Química III Transferência de Calor
Quarto Ano	Transferência de Massa I Dinâmica de Processos Desenvolv. Processo I	Transferência de Massa II Cinética Desenvolv. Processo II Laboratório I	Cálculo de Reatores Desenv. Processo III Laboratório II

* - Algum curso de química utilizando conceitos de equações diferenciais parciais.

No âmbito da Escola de Química da UFRJ, onde lecionou-se apenas o curso de graduação de “Engenharia Química” nas décadas de 70 e 80, e agora, reativou-se o curso de “Química Industrial” (envolvendo o desenvolvimento em escala de laboratório de produtos e processos químicos e atuação em instalações fabris), estão despontando como novas áreas estratégicas - tratadas ainda como “ênfases”: a **Engenharia Química, a Engenharia de Meio Ambiente, a Gestão Tecnológica, a Química Fina e Fármacos, os Compósitos e Catalisadores, além de Materiais Cerâmicos e Poliméricos, Combustíveis, Gases e Petroquímicos.**

O exame das habilitações e modalidades profissionais da Engenharia (Tab. 2) revela que a Física é a ciência básica dominante e a Química constitui a segunda mais importante. Um conjunto de especialidades do conjunto das Engenharias (isto é, Química, Metalurgia, Petróleo, Alimentos, Sanitária) envolve a necessidade explícita de maior conhecimento das Químicas. Prado e Silva (1986) define "Engenharia" vinculando-a às Ciências Físicas. Assim, é possível admitir a existência de, pelo menos, dois grandes grupos de especialidades na Engenharia: as derivadas do ramo das Físicas e as vinculada com as Químicas. **A Engenharia Química representa a versão profissional avançada (“upgrade”) da Química Industrial** (Fig. 2) e é natural que esta evolua e se amplie. Entretanto, é válido e possível preservar cursos de natureza genérica, como a “Química Industrial” e a “Engenharia Química”, modernizando-os em conteúdo e forma e denominando-os “Engenharia Química Industrial” e “Engenharia de Processos Químicos”. Assim, será possível prover a mesma valorização profissional para os egressos dos dois cursos, como os mesmos fundamentos das Químicas, Físicas, Matemáticas, Computação, Ciências da Engenharia, Equipamentos e Processos Industriais.

Tabela 2 - Especialidades superiores credenciadas pelo Sistema Crea/Confea

<i>MODALIDADES</i>	<i>CIÊNCIA(S) BÁSICA(S) CARACTERÍSTICA(S) OU PREDOMINANTE(S) **</i>
<i>PROFISSIONAIS *</i>	
1. ARQUITETO OU ENGENHEIRO ARQUITETO	FÍSICA
2. ENGENHEIRO AERONÁUTICO	FÍSICA
3. ENGENHEIRO AGRIMENSOR	FÍSICA, GEOLOGIA
4. ENGENHEIRO AGRÔNOMO	FÍSICA, QUÍMICA, ECOLOGIA
5. ENGENHEIRO CARTÓGRAFO ou ao ENGENHEIRO DE GEODÉSIA E TOPOGRAFIA ou ao ENGENHEIRO GEÓGRAFO	FÍSICA, GEOGRAFIA FÍSICA, GEOGRAFIA FÍSICA, GEOGRAFIA
6. ENGENHEIRO CIVIL ou ao ENGENHEIRO DE FORTIFICAÇÃO e CONSTRUÇÃO	FÍSICA FÍSICA
7. ENGENHEIRO ELETRICISTA ou ao ENGENHEIRO ELETRICISTA, MODALIDADE ELETROTÉCNICA	FÍSICA FÍSICA
8. ENGENHEIRO ELETRÔNICO ou ao ENGENHEIRO ELETRICISTA, MODALIDADE ELETRÔNICA ou ao ENGENHEIRO DE COMUNICAÇÃO	FÍSICA FÍSICA FÍSICA
9. ENGENHEIRO FLORESTAL	FÍSICA, QUÍMICA, ECOLOGIA
10. ENGENHEIRO GEÓLOGO ou GEÓLOGO	FÍSICA, QUÍMICA, GEOLOGIA GEOLOGIA
11. ENGENHEIRO MECÂNICO ou ao ENGENHEIRO MECÂNICO E DE AUTOMÓVEIS ou ao ENGENHEIRO MECÂNICO E DE ARMAMENTO ou ao ENGENHEIRO DE AUTOMÓVEIS ou ao ENGENHEIRO INDUSTRIAL MODALIDADE MECÂNICA	FÍSICA FÍSICA FÍSICA FÍSICA FÍSICA
12. ENGENHEIRO METALURGISTA ou ao ENGENHEIRO INDUSTRIAL E DE METALURGIA ou ENGENHEIRO INDUSTRIAL MODALIDADE METALURGIA:	FÍSICA, QUÍMICA FÍSICA, QUÍMICA FÍSICA, QUÍMICA
13. ENGENHEIRO DE MINAS:	FÍSICA, GEOLOGIA
14. ENGENHEIRO NAVAL:	FÍSICA
15. ENGENHEIRO DE PETRÓLEO:	FÍSICA, QUÍMICA
16. ENGENHEIRO QUÍMICO ou ao ENGENHEIRO INDUSTRIAL MODALIDADE QUÍMICA:	FÍSICA, QUÍMICA FÍSICA, QUÍMICA
17. ENGENHEIRO SANITARISTA:	FÍSICA, QUÍMICA
18. ENGENHEIRO TECNÓLOGO DE ALIMENTOS:	FÍSICA, QUÍMICA
19. ENGENHEIRO TÊXTIL:	FÍSICA, QUÍMICA
20. URBANISTA	FÍSICA
ENGENHEIRO DE OPERAÇÃO:	
TÉCNICO DE NÍVEL SUPERIOR ou TECNÓLOGO:	
TÉCNICO DE GRAU MÉDIO:	

* SÃO VINTE GRUPOS DE MODALIDADES PROFISSIONAIS E 34 DESIGNAÇÕES.

** A MATEMÁTICA É UMA CIÊNCIA COMUM A TODAS AS MODALIDADES.

FONTE: CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA - RESOLUÇÃO Nº 218, DE 29 JUN 1973 - Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia

Figura 2 - EVOLUÇÃO GLOBAL DA ENGENHARIA QUÍMICA

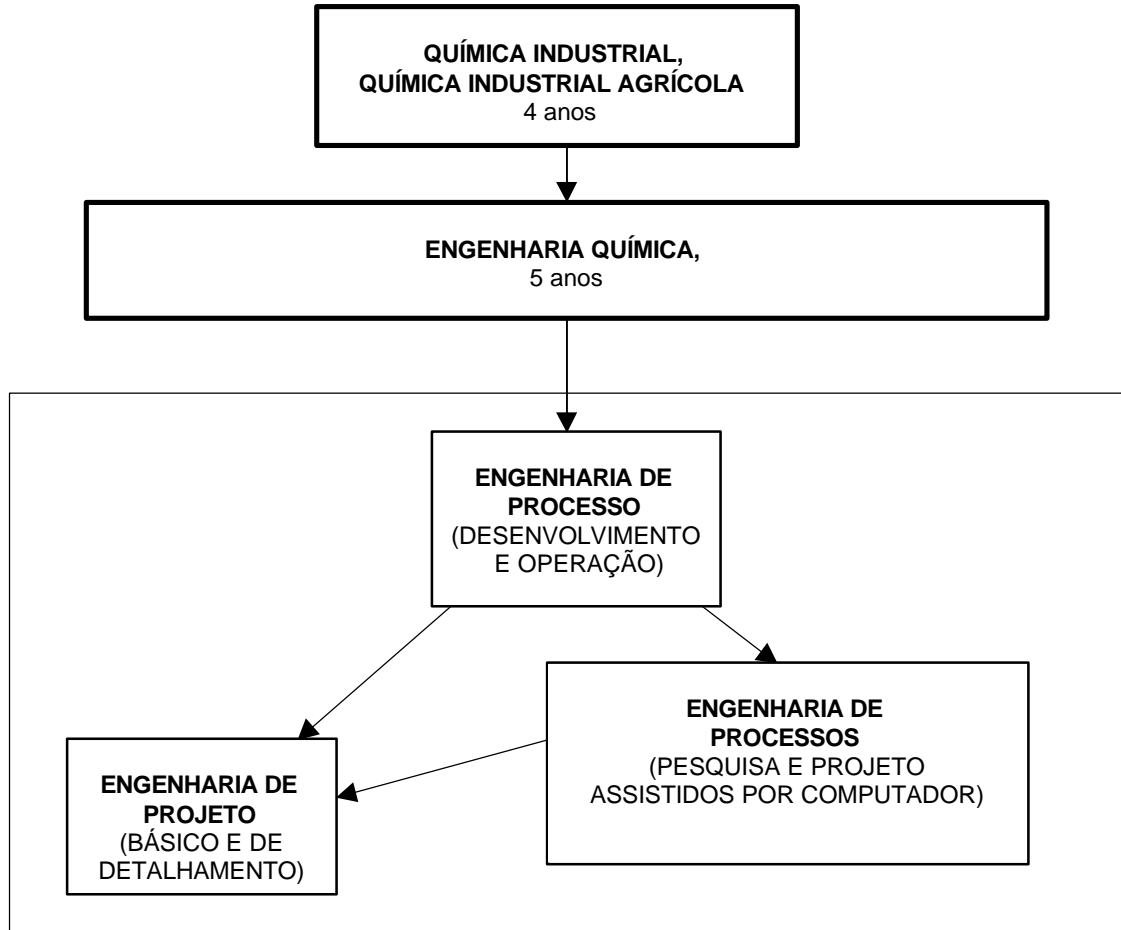


Tabela 3 - Princípios orientadores de qualquer reforma curricular universitária
(Onken, 1999)

-
- 1^a - De tempos em tempos, os currículos universitários devem ser adaptados aos avanços do conhecimento em ciência e tecnologia.
 - 2^a - A adaptação curricular deve ocorrer por reforma, ao invés de adição de conhecimentos - isto é, pela modificação de conceitos. O tempo para estudo é limitado e não pode ser ampliado.
 - 3 - Requisito essencial: conhecimento científico básico e sólido como fundamento para a especialização na universidade e, também, para a educação continuada.
-

COROLÁRIOS:

-
- 1 - *É necessário horizontalizar as habilitações superiores da engenharia química.*
 - 2 - *É necessário revisar, atualizar e ampliar as matérias básicas, químicas profissionais e adicionais previstas em lei.*
 - 3 - *É necessário prover nos cursos de graduação a mesma qualidade de ensino oferecida nos de especialização, mestrado e doutorado, para se oferecer amplas possibilidades de educação continuada.*
-

2. A NECESSIDADE DE REFORMAS CURRICULARES

Uma reforma curricular pode ser oriunda da criação de novos cursos ou da modificação ou da supressão de disciplinas. Onken (1999) apresentou alguns princípios orientadores aplicáveis a qualquer reforma curricular (Tab. 3), que se revelam complementares aos de Levenspiel (1989) e seus colegas americanos e, também, estão sintonizados com as diretrizes de educação continuada do MEC (1999).

3. CONCLUSÕES:

1^a – É impossível prover uma visão completa de todos os novos enfoques da Engenharia Química, e criar currículos genéricos compactos (e atrofiados) para os cursos atuais, para acomodá-los em quatro anos, e dotar os egressos de conhecimentos amadurecidos.

2^a – A acomodação de vocações e demandas pode ser efetuada via expansão horizontal das especialidades da Engenharia Química (Tab.4), à exemplo das “Engenharias Físicas”.

3^a – A necessidade de diversas especialidades vinculadas à Química visa estabelecer um elenco de profissionais capazes de desenvolver processos químicos em harmonia e interfaciando com outras especialidades da Engenharia, como, p. ex., a Construção Civil.

4. REFERÊNCIAS:

PRADO E SILVA, A. (Organizador) - **Nôvo Dicionário Brasileiro Melhoramentos, Ilustrado, 4ª edição, revista** - Comp. Melhoramentos de São Paulo, Indústrias de Papel, São Paulo, 1968.

SOUZA SANTOS, P. - **Conceituação do Ensino de Engenharia Química** - *Revista Brasileira de Engenharia Química*, 4 (3/4): 14-22 (1980)

BIRD, R.B.; STEWART, W.E.; LIGHTFOOT, E.D. – **Transport Phenomena** – John Wiley & Sons, Inc., New York, 1960.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA- **Resolução Nº 218, de 29/junho/1973** - *Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia*. Publicada no D.O.U. de 31/julho/1973, no Rio de Janeiro.

LEVENSPIEL, O. - **Chemical Engineering Education - where do we go from here ?** - *Anais do III Encontro Brasileiro Sobre o Ensino de Engenharia Química*, Itatiaia, RJ, 24 a 27 de setembro de 1989, páginas 3 a 13.

WHITAKER, S. - **Discontinuities in Chemical Engineering Education** - *Anais do VII Encontro Brasileiro Sobre o Ensino de Engenharia Química*, Associação Brasileira de Engenharia Química, 14 a 17 de setembro de 1997, páginas 23 a 45.

SECRETARIA DE ENSINO SUPERIOR - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação Superior; definidos pela Comissão de Especialistas de Engenharia da SESu/MEC e pela Comissão de Especialistas de Ensino de Química** - <http://www.mec.gov.br/sesu/diretriz/diretriz.htm> em 19/janeiro/1999.

ONKEN, U. - **Chemical Engineers and Industrial Chemists - Professional Roles and University Courses in Germany** - Seminário de Reforma Curricular, Escola de Química-UFRJ, julho de 1999

SANTORO, A. - **Meu emprego é verde** - *VEJA*, XXXIII (20): 176-177, 17 de maio (2000).

Tabela 4 - Propostas para novas habilitações de Engenharia Química

NOVAS HABILITAÇÕES DA ENGENHARIA QUÍMICA	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
1 ^a - <i>engenheiro químico industrial</i>	designação compatível com a legislação e com o enfoque misto dos tradicionais engenheiros químicos de processo e projeto (formados sob a inspiração dos currículos do regime seriado de engenharia química e química industrial, inspirado no currículo tradicional de cinco anos);
2 ^a - <i>engenheiro de processos químicos (*)</i>	enfocando a pesquisa e o projeto assistidos por computador, baseada num currículo concentrado em quatro anos dotado de fortíssima base matemática, inspirado em moldes americanos;
3 ^o - <i>engenheiro químico gestor tecnológico</i>	para gerir sistemas de dados em pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos, produção, mercado, vendas, assistência técnica, logística da distribuição, competição e prospecção tecnológica química, sistemas de gestão ambiental e atuação responsável, e criar sistemas de garantia da qualidade fabris e de produtos de qualquer ordem de grandeza.
4 ^o - <i>engenheiro químico biológico</i>	para atender às demandas biotecnológicas e de biomateriais e desenvolver produtos, processos e projetos
5 ^o - <i>engenheiro químico ambiental</i>	para avaliar o impacto das indústrias (químicas e outras) sobre o meio ambiente e desenvolver processos e projetos na área.
6 ^o - <i>engenheiro químico sanitársta -</i>	para desenvolver projetos e processos para tratar e controlar os resíduos provocados por atividades industriais, urbanas, rurais e militares. e diferenciar do engenheiro civil sanitársta
7 ^o - <i>engenheiro químico de águas e utilidades</i>	- para formar especialistas voltados para o desenvolvimento de produtos, processos e projetos referentes tratamento de águas naturais e servidas necessários aos segmentos municipais e industriais, e diferenciado do engenheiro civil hidráulico
8 ^o - <i>engenheiro químico de combustíveis, gases e petroquímica (*)</i>	- para atender à produção e desenvolvimento de produtos, processos e projetos das áreas de petróleo, gases industriais e natural e petroquímica, inspirados em moldes brasileiros.
9 - <i>engenheiro químico de materiais e catalisadores</i>	- para atender ao desenvolvimento de produtos, processos e projetos dos segmentos de cerâmica, refratários, vidro e alomerantes (cal, gesso, cimentos), tecnologia mineral, metais e suas ligas, polímeros, compósitos e catalisadores.
10 - <i>engenheiro químico de fármacos</i>	para atender aos mercados de especiarias e química fina

AGRADECIMENTOS:

* Eng^o Químico LUÍS FERNANDO DE OLIVEIRA GUTTMAN, Presidente do CRQ-III

* Sra. SUELY BAPTISTA DOS SANTOS, Chefe do Setor de Fiscalização de Empresas e Profissionais do CRQ-III

* Prof. BRUNO DE BONIS, Conselheiro do CREA-RJ

* Prof. NEI PEREIRA JÚNIOR, Chefe do Dep. Engenharia Bioquímica da EQ-UFRJ

* Prof. ADELAIDE MARIA DE SOUZA ANTUNES, SIQUIM - Dep. Processos Orgânicos - EQ-UFRJ

* Prof. LIDIA YOKOYAMA, Chefe Substituta do Dep. Processos Inorgânicos - EQ-UFRJ