

Lagrange (3). Optamos por incluir esta estimativa inicial no "software" para livrar o usuário da necessidade de arbitrar um valor e principalmente, para otimizar o processamento. Deste modo, somente os valores das concentrações e constantes serão solicitados ao usuário.

RESULTADOS

A tabela 2 mostra uma comparação dos valores de pH obtidos para uma solução de tampão ($K_a = 1,8E-5$). Os cálculos foram feitos com a supressão do equilíbrio de dissociação da água (ph1), e com o uso do "software" (ph2).

Tabela 2. Comparação dos resultados obtidos no cálculo de pH

ca	cb	ph1	ph2	diferença %
0,01	0,10	5,7448	5,7448	0
0,5E-05	0,5E-05	5,4675	5,7642	-0,006
1.0E-06	1.0E-06	6,0437	6,0389	-0,08

CONCLUSÕES

As equações a que chegamos são simples e podem ser facilmente implementadas em calculadoras de bolso. Não obstante, optamos pelo uso do microcomputador para dar maior portabilidade ao "software" e facilitar seu uso por leigos em programação.

Os valores da tabela 2 denotam a boa confiabilidade do "software" e sua utilidade quando se requer cálculos mais precisos. A equação número 14 é a que consome maior tempo para ser solucionada, levando em média um segundo.

NOTAS E REFERÊNCIAS

- 1 O co-processador aritmético permite a execução de cálculos mais precisos, em menor tempo.
- 2 Freiser, H.; Fernando, Q., "Ionic Equilibria in Analytical Chemistry", Wiley, New York, (1963).
- 3 Demidovich, B.P.; Maron, I.A., "Computacional Mathematics", Mir Publishers, Moscow, (1976), p. 127-35, 167-8.
- 4 Carnahan, B.; Luter, H.A.; Wilkes, J., "Applied Numerical Methods", Wiley, New York, (1966), p. 171.

ASSUNTOS GERAIS

O DESENVOLVIMENTO REGIONAL E A PARTICIPAÇÃO DO PESQUISADOR QUÍMICO NO PROGRESSO DA QUÍMICA BRASILEIRA *

Maria Aparecida Hugo Cagnin

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); 70000 - Brasília (DF).

(recebido em 25/03/87)

INTRODUÇÃO

O presente trabalho objetiva, por um lado, avaliar o progresso científico brasileiro nos campos do conhecimento científico onde ferramentas e metodologias químicas são utilizadas quando da consecução das atividades de pesquisa, tendo em vista a nítida ingerência da Química em muitos dos outros ramos da Ciência; pelo outro, busca analisar a contribuição da Química, enquanto área do conhecimento, no contexto global do desenvolvimento químico no Brasil.

A técnica utilizada repousa na contagem das publicações brasileiras listadas nas edições 1972/1982 do Chemical Abstracts (CA) da American Chemical Society (volumes 76/97).

As referências bibliográficas relativas à Química brasileira, indexadas nas edições consideradas, foram obtidas diretamente dos arquivos do CA, e são constituídas, cada uma, de: título do trabalho, autor(es), endereço institucional, país, nome da revista, volume, edição, páginas, código da seção do CA e seu título, códigos de referências cruzadas das seções do CA, tipo de trabalho, ano de publicação e língua do trabalho original.

A exclusão de referências do tipo: patentes, livros, textos estrangeiros traduzidos para o português, dissertações, edições de coletâneas compreendendo relatos em conferências e simpósios, como também referências ambíguas a respeito da exata nacionalidade da pesquisa, levou a conside-

* Conferência proferida, sob o título "A Geografia da Química Brasileira", no Seminário Internacional sobre a Dinâmica das Disciplinas Científicas na Periferia, 18-20/fevereiro, 1987, San José, Costa Rica.

rar-se, neste trabalho, 14.380 referências bibliográficas brasileiras, que compreendem: artigos em revistas, atas de congressos e simpósios, relatos técnicos e livros.

SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

Os 14.380 registros de produção científica brasileira foram examinados considerando-se as seguintes variáveis:

- o ano real de sua publicação e não o ano de sua indexação, como tem sido comum em trabalhos com base no CA⁽¹⁾,
- a forma de sua disseminação, isto é, se em revistas nacionais ou em revistas estrangeiras, diferenciando-se, assim, a publicação nacional da internacional,
- a subárea química onde o registro se insere, tendo como base o próprio sistema classificatório adotado pelo CA (CA, 1982)⁽²⁾,
- a disciplina química, dentro de determinada subárea, cuja taxonomia originou-se de agregações empreendidas no sistema classificatório vigente no CA (CA, 1982)⁽³⁾,
- o "locus" promotor das atividades de pesquisa referente a um dado registro, o que permitiu caracterizar dois setores institucionais onde a prática química é realizada: o setor universitário e o setor governamental e privado. Um terceiro setor foi estabelecido para aquelas publicações inespecíficas quanto à filiação institucional da pesquisa, designando-o de setor não determinado⁽⁴⁾.

O mundo acadêmico, por enfiar uma parcela mais significativa da produção científica em Química foi mais detidamente analisado, visando-se determinar a contribuição das várias regiões geo-econômicas brasileiras no desenvolvimento das diversas subáreas da Química.

Ainda dentro das academias, buscou-se acompanhar a participação específica do pesquisador químico⁽⁵⁾ no crescimento da Química. Para tanto, o sistema classificatório do CA sofreu modificações, a fim de adequá-lo ao clássico critério de subdivisão da Química, do ponto de vista estritamente químico (Mathias, 1983 e Mors, 1983)^{33,35}, apesar disso significar apenas um critério de conveniência, devendo-se salientar que os limites entre as subdivisões são cada vez menos nítidos, devido a interpenetração de uma subdivisão em outra⁽⁶⁾.

O tratamento das variáveis descritas foi direcionado para a determinação do seguinte:

- a velocidade de crescimento das subáreas químicas nos setores institucionais de pesquisa,
- o progresso dessas subáreas nas diversas regiões do país,
- a contribuição do pesquisador químico no desenvolvimento dos ramos da Química que mais de perto lhe dizem respeito,
- a evolução do processo social de comunicação dos resultados das pesquisas químicas dentro da clássica divisão da Química, no que se refere aos ramos e suas disciplinas componentes.

Foram consideradas neste trabalho apenas as publicações compreendidas entre os anos 1972/1979, uma vez que aquelas indexadas nos períodos 1969/1971 e 1980/1982 não correspondiam ao universo real das publicações nacionais nos respectivos anos⁽⁷⁾. Entretanto, não foi viável seguir este critério para efeito da comparação do Brasil com outros países (67), por não se dispor das informações desagregadas destes últimos. Assim, essa comparação foi feita com base no total das publicações indexadas em todas as edições consideradas (1972/1982)⁽⁸⁾.

(1) Dentre os trabalhos cita-se: Solla Price, 1967⁵¹; Boig e Howerton, 1952a⁷ e 1952b⁸; Rowlett, 1979⁴⁵; Nico-dem, 1979³⁷; Baker, 1961¹, 1966², 1971³, 1976⁴ e 1981⁵.

(2) O atual sistema adotado pelo CA considera cinco grandes subáreas químicas: *bioquímica, química orgânica, química macromolecular, química aplicada e engenharia-química e físico-química e química analítica*.

(3) As cinco grandes subáreas químicas são pelo CA, subdivididas em 80 seções, aqui reduzidas a 47 e designadas de disciplinas. Justifica esta agregação a alta dispersão de dados pouco significativos e a busca de retratar-se a realidade da Química no Brasil.

(4) Designa setor universitário o conjunto formado pelas instituições de ensino superior e pelos institutos e centros de pesquisa possuidores de Programas de Pós-graduação. Denomina-se setor governamental e privado o conjunto formado pelos institutos governamentais de pesquisa, centros de pesquisa e desenvolvimento das empresas estatais e das empresas privadas e firmas de engenharia de consultoria. Uma análise mais minuciosa da delimitação de setores encontra-se em Cagnin (1985)¹¹.

(5) A ciência e a tecnologia químicas, do ponto de vista do CA, cobrem um largo espectro das atividades de pesquisa (Baker, 1961 e 1971)^{1,3} dentro de um conceito muito amplo da Química. Isto acarreta a superposição ou completa inclusão de outras ciências na Química (Bourne, 1962)⁹. Com efeito, Narin e Carpenter (1975)³⁶, enfatizam a precaução que é necessária ao lidar-se com fontes de dados como o CA, uma vez que este inclui muitas áreas limítrofes da Biologia, Física e Matemática. No presente trabalho, para o setor universitário, através da utilização do endereço institucional, separou-se a produção científica das diversas áreas do conhecimento; isto é: Química, Física, Ciências da Terra e do Espaço, Engenharias e Ciências da Vida.

(6) Os quatro ramos tradicionais da Química são: Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-Química e Química Analítica.

(7) Exemplo que configura este descompasso entre a publicação e a conseqüente indexação encontra-se em Cagnin (1985)¹¹.

(8) A produção científica total existente nas edições 1972/1982 do CA para os efeitos considerados foi obtida diretamente do Chemical Abstracts Service, Columbus, Ohio, EUA.

Tabela 1. Distribuição pelas subáreas e disciplinas químicas das publicações brasileiras indexadas nas edições 1972/1982 * do Chemical Abstracts.

Subárea Disciplina	Ano	1982			1981			1980			1979			1978			1977			1976			1975			1974			1973			1972			1971			1970			1969			
		nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot				
Bioquímica																																												
Farmacologia		10	21	31	23	39	62	43	33	76	34	35	69	30	31	61	36	25	61	41	38	79	34	26	60	40	30	70	45	34	79	20	21	41	14	7	21	5	—	5	—	—	—	
Hormônios Mamíferos		4	33	37	11	18	29	15	15	30	14	19	33	9	11	20	10	21	31	11	28	39	5	18	23	17	16	33	7	12	19	4	7	11	8	10	18	—	2	2	—	1	1	
Toxicologia		6	7	13	19	13	32	18	17	35	19	13	32	11	17	28	10	12	22	8	22	30	8	12	20	12	6	18	15	12	27	8	6	14	11	5	16	2	—	2	—	—	—	
Agroquímicos		16	6	22	38	8	46	68	8	76	78	9	87	72	3	75	50	3	53	43	10	53	63	5	68	45	6	51	32	3	35	22	2	24	39	1	40	8	—	8	3	—	3	
Bioquímica Geral		4	12	16	14	25	39	18	13	31	29	26	55	23	35	58	11	30	41	19	22	41	8	31	39	18	21	39	22	22	44	10	20	30	16	4	20	3	1	4	1	—	1	
Enzimas		1	24	25	22	25	47	16	24	40	16	27	43	10	18	28	11	14	25	24	23	47	8	12	20	9	13	22	6	11	17	8	4	12	4	3	7	1	—	1	—	—	—	
Bioquím. da Radiação		3	3	6	—	2	2	5	2	7	5	3	8	3	4	7	5	3	8	4	—	4	4	1	5	3	—	3	2	—	2	2	—	2	3	—	3	1	—	1	—	—	—	
Métodos Bioquímicos		5	5	10	15	11	26	13	7	20	15	10	25	20	17	37	21	11	32	17	11	28	10	8	18	17	3	20	13	6	19	10	5	15	10	—	10	2	—	2	1	—	1	
Bioquím. Microb.		5	19	24	12	26	38	8	20	28	8	25	33	14	22	36	6	18	24	11	12	23	7	8	15	9	5	14	8	6	14	14	4	18	4	—	4	1	—	1	—	—	—	
Bioquím. Vegetal		4	6	10	15	30	45	28	14	42	27	11	38	21	14	35	28	15	43	19	3	22	16	6	22	29	5	34	23	6	29	13	2	15	10	—	10	3	—	3	—	—	—	
Bioquím. Animal		14	33	47	26	52	78	31	44	75	44	65	109	37	44	81	32	77	109	40	50	90	47	37	84	32	47	79	44	32	76	34	27	61	26	13	39	6	—	6	1	—	1	
Imunoquímica		2	6	8	4	9	13	2	10	12	—	8	8	1	7	8	2	6	8	5	1	6	1	1	2	3	12	15	5	4	9	1	5	6	1	2	3	—	—	—	—	—	—	
Fermentações		5	3	8	10	9	19	13	5	18	8	5	13	5	9	14	12	4	16	15	5	20	12	1	13	2	3	5	7	5	12	7	—	7	2	—	2	—	—	—	—	—	—	
Alimentos		13	8	21	34	14	48	42	10	52	42	11	53	47	14	61	57	9	66	38	8	46	39	10	49	37	8	45	35	4	39	36	11	47	20	1	21	3	1	4	—	—	—	
Nutrição Animal		5	10	15	5	18	23	7	13	20	22	8	30	23	13	36	15	12	27	17	6	23	18	7	25	19	7	26	16	4	20	9	5	14	5	—	5	—	—	—	1	—	1	
Agroquímica		14	4	18	31	9	40	80	11	91	84	14	98	63	16	79	60	10	70	61	5	66	50	12	62	69	6	75	41	23	44	46	6	52	37	1	38	47	—	47	5	—	5	
Registros Quím.		—	1	1	2	2	4	5	2	7	3	1	4	1	3	4	—	—	—	1	6	7	1	2	3	1	—	1	2	1	3	1	3	4	—	—	—	—	—	—	—	1	1	
TOTAL		111	201	312	281	310	591	412	248	660	448	290	738	390	278	668	356	270	636	374	250	624	331	197	528	362	188	550	323	165	488	245	128	373	210	47	257	82	4	86	12	2	14	
Química Orgânica																																												
Fís. Quím. Orgânica		5	14	19	12	21	33	10	21	31	8	28	36	4	22	26	9	14	23	4	26	30	2	14	16	5	11	16	7	11	18	6	7	13	4	—	4	—	—	—	—	—	—	
Síntese		4	13	17	7	17	24	11	12	23	10	18	28	10	17	27	5	21	26	1	11	12	2	11	13	9	9	18	3	6	9	7	3	10	5	—	5	—	—	—	—	—	—	
Quím. Prod. Natur.		3	11	14	10	34	44	24	31	55	8	20	28	10	25	35	12	19	31	14	22	36	6	29	35	3	14	17	8	16	24	20	22	42	13	2	15	4	—	4	—	—	—	—
TOTAL		12	38	50	29	72	101	45	64	109	26	66	92	24	64	88	26	54	80	19	59	78	10	54	64	17	34	51	18	33	51	33	32	65	22	2	24	4	—	4	—	—	—	—
Quím. Macromolecular																																												
Polím. Plast. e Elastôm.		1	5	6	8	9	17	2	9	11	19	3	22	11	6	17	7	3	10	9	3	12	3	2	5	8	3	11	8	1	9	12	6	18	6	—	6	—	—	—	—	—	—	
Têxteis e Corantes		—	—	—	1	—	1	2	1	3	3	1	4	1	3	4	5	—	5	3	1	4	4	—	4	1	—	1	1	—	1	1	—	1	3	1	4	—	—	—	—	—	—	—
Quím. da Madeira		2	1	3	9	—	9	8	5	13	19	2	21	11	3	14	10	1	11	2	1	3	2	1	3	2	—	2	6	1	7	5	1	6	4	—	4	6	—	6	1	—	1	
Outros		1	3	4	1	1	2	3	2	5	6	1	7	1	1	2	3	1	4	2	1	3	2	3	5	—	—	—	2	4	6	3	2	5	2	2	4	1	—	1	—	—	—	—
TOTAL		4	9	13	19	10	29	15	17	32	47	7	54	24	13	37	25	5	30	16	6	22	11	6	7	11	3	14	17	6	23	21	9	30	15	3	18	7	—	7	1	—	1	

Tabela 1. Distribuição pelas subáreas e disciplinas químicas das publicações brasileiras indexadas nas edições 1972/1982 * do Chemical Abstracts.

Subárea Disciplina	1982			1981			1980			1979			1978			1977			1976			1975			1974			1973			1972			1971			1970			1969			
	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	an	int	tot	
Quím. Aplic. e Eng. Quím.																																											
Engenharia Química	—	—	—	8	7	15	11	6	17	10	1	11	6	3	9	5	1	6	9	—	9	4	—	4	1	1	2	—	1	1	1	4	5	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Quím. Indust. Inorg.	—	1	1	—	—	—	—	2	2	2	1	3	1	1	2	—	1	1	2	1	3	6	—	6	4	—	4	20	—	20	2	—	3	2	—	2	1	—	1	—	—	—	1
Propelentes e Explos.	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2	—	2	—	1	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Combustíveis Fósseis	7	3	10	35	5	40	12	2	14	14	3	17	12	6	18	3	—	3	3	—	3	6	3	9	5	1	6	7	1	8	10	—	10	2	1	3	1	—	1	—	—	—	
Quím. da Energia	8	2	10	41	7	48	5	6	11	3	2	5	4	2	6	1	3	4	1	1	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geo-Química	3	10	13	32	12	44	35	23	58	50	19	69	51	13	64	45	18	63	28	9	37	26	21	47	43	15	58	22	20	42	27	14	41	21	4	25	13	1	14	2	—	2	
Eng. Metalúrgica	19	8	27	128	15	143	130	18	148	80	28	108	66	19	85	61	28	89	75	38	113	50	18	68	47	14	61	63	11	74	31	12	43	16	—	16	—	—	—	—	—	—	
Eng. Mat. não Metál.	—	2	2	18	4	22	28	1	29	18	—	18	15	2	17	8	1	9	2	2	4	10	2	12	3	1	4	7	—	7	6	1	7	7	1	8	—	—	—	—	—	—	—
Quím. Ambiental	7	10	17	25	9	34	19	17	36	28	11	39	17	6	23	15	7	22	17	1	18	8	2	10	15	1	16	7	2	9	7	1	8	5	2	7	—	1	1	1	—	1	
Quím. Farmacêutica	2	1	3	9	3	12	27	1	28	18	4	22	15	1	16	20	6	26	19	—	19	30	2	32	27	—	27	22	1	23	32	1	33	24	—	24	3	—	3	—	—	—	—
TOTAL	46	37	83	297	62	359	267	76	343	224	69	293	187	53	240	158	65	223	158	52	210	141	49	190	145	33	178	149	36	185	117	33	150	77	9	86	18	2	20	4	—	4	
Fís. Quím. e Quím. Anal.																																											
Fís. Quím. Geral	—	31	31	10	32	42	13	37	50	24	28	52	9	28	37	12	15	27	6	19	25	6	9	15	8	7	15	4	13	17	1	7	8	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Quím. Sup. e Colóides	—	8	8	7	5	12	3	9	12	2	3	5	2	1	3	2	4	6	5	—	5	3	—	3	1	1	2	—	—	—	6	1	7	1	—	1	1	—	1	—	—	—	—
Fís. Quím. Inorg.	4	2	6	1	4	5	5	7	12	3	2	5	1	6	7	1	2	3	—	4	4	—	5	5	—	3	3	—	4	4	1	1	2	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
Soluções e Equilíbrios	3	5	8	1	7	8	7	4	11	6	8	14	8	4	12	6	5	11	5	1	6	3	5	8	3	2	5	3	4	7	3	7	10	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Termodinâmica	—	1	1	1	6	7	6	7	13	2	4	6	1	5	6	1	2	3	3	1	4	1	—	1	1	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Quím. Nuclear	15	55	70	47	69	116	73	58	131	98	81	179	83	48	131	67	51	118	63	45	108	49	32	81	44	34	78	29	33	62	16	21	37	30	5	35	—	8	8	2	—	2	
Eletroquímica	23	10	33	10	16	26	23	5	28	2	7	9	16	3	19	8	4	12	2	1	3	1	4	5	—	4	4	2	2	4	—	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Espectroscopia	4	58	62	17	105	122	24	62	86	23	84	107	28	62	90	19	62	81	12	72	84	15	36	51	22	36	58	5	32	37	4	25	29	3	3	6	1	—	1	—	—	—	
Quím. da Radiação	—	5	5	—	6	6	2	—	2	3	5	8	7	2	9	3	—	3	1	2	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Cristaloquímica	—	13	13	2	27	29	6	22	28	6	20	26	8	14	22	6	20	26	11	20	31	4	15	19	7	12	19	—	9	9	2	4	6	1	1	2	2	—	2	—	—	—	
Fenômenos elé. e Mag.	4	50	54	16	50	66	18	62	80	23	45	68	20	53	73	15	46	61	6	47	53	6	22	28	5	26	31	2	22	24	3	6	9	2	1	3	—	2	2	1	—	1	
Quím. Inorgânica	4	10	14	12	19	31	12	12	24	7	9	16	7	12	19	10	11	21	9	8	17	10	20	30	8	9	17	6	7	13	4	4	8	1	1	2	1	—	1	1	—	1	
Quím. Analítica	2	8	10	20	12	32	21	8	29	29	15	44	29	7	36	28	10	38	30	8	38	13	13	26	20	11	31	30	10	40	16	5	21	11	1	12	10	—	10	—	—	—	
TOTAL	59	256	315	144	358	502	213	293	506	228	311	539	219	245	464	178	232	410	153	228	381	112	161	273	119	145	264	81	137	218	56	83	139	53	13	66	15	11	26	4	—	4	
Total das publicações	232	541	773	770	812	1582	952	698	1650	973	743	1716	844	653	1497	753	626	1379	720	595	1315	605	467	1072	654	403	1057	588	377	965	472	285	757	377	74	451	126	17	143	21	2	23	

* As publicações dos períodos 1969/1971 e 1980/1982 estão incompletas devido à defasagem existente entre o ano propriamente dito de uma publicação e o ano de sua indexação.

Os dados globais brasileiros constantes das edições 1972/1982 do CA estão documentados nas Tabelas 1 e 2. A Tabela 1 mostra a distribuição anual das publicações brasileiras nas cinco grandes subáreas da Química e suas 47 disciplinas, enquanto que a Tabela 2 contém esta mesma distribuição, levando-se em conta, porém, o local que originou o produto científico, discriminando-se para as atividades de pesquisa acadêmica as áreas do conhecimento participantes nessas atividades.

ANÁLISE DOS DADOS

O Brasil, sua inserção no mundo e no contexto latinoamericano

A produção científica em Química acumulada pelo Brasil coloca-o em posição de liderança na América Latina e Caribe (Figura 1).

Tendo em vista a íntima relação entre o tamanho da riqueza de um país — representado pelo seu Produto Nacional Bruto (PNB) — e o tamanho do esforço desse país em fazer pesquisa — caracterizado por suas publicações científicas — (Solla Price, 1967)⁵, buscou-se, na Figura 1, caracterizar essas duas componentes para um conjunto de 68 países, incluindo o Brasil. Para tanto, a publicação total constante nas edições do CA sob exame, para cada país considerado, foi confrontada com o respectivo valor do PNB, em 1977⁽⁹⁾.

Na Figura 1, uma linha central cheia é caracterizadora do conjunto dos países escolhidos e orienta a disposição desses países no que se refere ao desenvolvimento químico. A linha superior pontilhada refere-se a somatória de 22 países mais significativamente industrializados, em diferentes graus, quer capitalistas (EUA, Japão, Alemanha Ocidental, França, Reino Unido, Canadá, Itália, Austrália, Holanda, Suécia, Bélgica, Suíça, Áustria, Dinamarca, Noruega, Finlândia, Nova Zelândia e Irlanda), quer com economia centralmente planificada (USSR, Alemanha Oriental, Checoslováquia e Polônia), a linha inferior pontilhada diz respeito a todos os países da América Latina e Caribe, excetuando o Haiti, cuja produção química no período foi nula.

Constata-se que, nos três casos considerados, a relação log-linear entre o volume da produção química e o volume da economia nacional é patente, conforme bem demonstram os coeficientes de correlação (R) relativos às equações da reta pertinentes a cada caso, cujos valores são encontrados na própria Figura 1 (Y representando o número total de publicações de um país e X o seu PNB).

A primeira análise comparativa de diferentes linhagens evolutivas na Ciência foi empreendida por Frame (1979)²⁵, que buscou distinguir a influência de variáveis econômicas (como o PNB e o PNB per capita) no esforço científico de 33 países desenvolvidos comparativamente ao de 74 países periféricos (inclusive o Brasil), tendo como base de da-

dos as publicações existentes na edição de 1973 do Science Citation Index (SCI)⁽¹⁰⁾. Em sua análise Frame constatou que, além da produção científica ocorrer em um nível muito maior nos países desenvolvidos (DC's) relativamente aos países subdesenvolvidos (LDC's), suas respectivas linhas de evolução, por serem comparativamente paralelas, mostravam com clareza um fosso intransponível entre os DC's e os LDC's, o que praticamente perpetuaria o "status quo" estabelecido.

No caso específico do continente latinoamericano, apesar da sua atual pequenez relativa na produção química mundial (1%, segundo Cagnin, 1985)⁽¹¹⁾, a barreira existente em relação aos países mais avançados poderia, pelo menos do ponto de vista teórico, ser reduzida, tendo em vista o claro não paralelismo entre os seus desenvolvimentos (Figura 1). Para tanto, seria indispensável acelerar significativamente o ritmo do progresso científico latinoamericano, mormente tendo em vista que, nos próprios países desenvolvidos, após o declínio dos recursos nacionais para pesquisa e desenvolvimento (P&D) em relação aos PNB's nacionais (na transição dos anos 60 para os anos 70) e a posterior estabilização desses recursos ao longo dos anos 70, novamente ocorreu um progressivo aumento de tais recursos a partir de 1979. Nos anos 80 essa tendência foi reforçada (NSF, 1983)³⁸, diante da perspectiva de uma nova revolução científica ser provocada pelo desenvolvimento da biotecnologia e pela tecnologia de novos materiais.

A exequibilidade do estreitamento deste fosso tornar-se-ia efetiva se, junto do indispensável crescimento da parcela dos gastos para P&D no PNB nacional, uma intensa colaboração entre os países latinoamericanos pudesse ser estabelecida, com o intuito de buscar, de forma integrada, romper com os condicionamentos históricos de seu subdesenvolvimento. Esta integração significa dispor, a priori, de uma massa de cérebros dedicados à pesquisa, comparável a de países desenvolvidos. De fato, de forma isolada, as mudanças necessárias no panorama científico latinoamericano serão dificilmente concretizadas.

⁽⁹⁾ Utilizou-se os dados de PNB do "World Development Report, 1979. The World Bank".

⁽¹⁰⁾ A subquantificação, no SCI, das publicações científicas provenientes de países do terceiro mundo, que é exatamente reconhecida (Frame, 1977, 1979 I 1980; Rabkin e Inhaber, 1979; Moravcsik, 1981; Blikensstaff e Moravcsik, 1982; Roche e Freitas, 1982; Hodara, 1983a e 1983b; Cagnin, 1985 e Velho, 1986^{24-26,42,34,6,44,29,30,11,53} tornou-a mais significativa no caso brasileiro (Cagnin, 1985 e Velho, 1986)^{11,53} devido à língua portuguesa (Frame, 1980). Na atualidade, busca-se, com o apoio da National Science Foundation (NSF), resolver a problemática relativa à real dimensão da ciência do 3º mundo (Philadelphia Workshop, 1985)⁴¹.

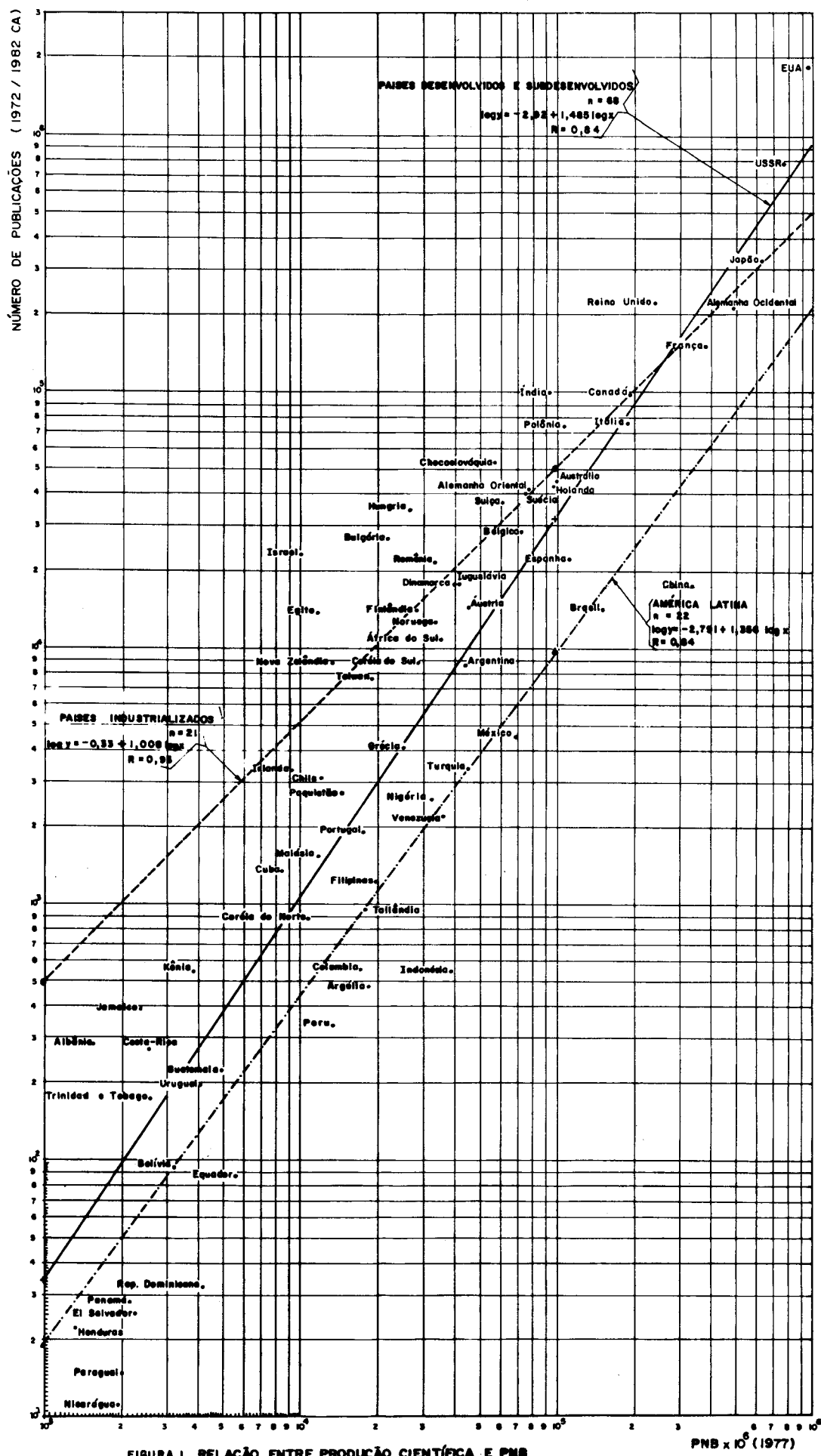


FIGURA 1. RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E PNB

Tabela 2. Distribuição setorial das publicações químicas dos pesquisadores brasileiros no período 1969/1982 *

Ano	1982			1981			1980			1979			1978			1977			1976			1975			1974			1973			1972			1971			1970			1969		
	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot	nac	int	tot
Universidade																																										
Química	40	104	144	68	165	233	117	133	250	79	130	209	83	115	198	67	93	160	52	100	152	26	101	127	33	63	96	38	69	107	52	59	111	31	4	35	11	1	12	-	-	-
Física	22	186	208	50	252	302	116	221	337	117	224	341	84	190	274	71	159	230	44	179	223	47	107	154	34	91	125	17	89	106	10	49	59	15	7	22	1	2	3	1	-	1
C. Espec. e da Terra	7	20	27	36	25	61	15	24	39	38	24	62	44	17	61	29	28	57	19	16	35	19	15	34	20	15	35	12	21	33	21	8	29	15	1	16	6	1	7	-	-	-
Engenharias	16	23	39	130	33	163	113	37	150	62	36	98	59	31	90	48	26	74	50	38	88	38	20	58	35	24	59	38	17	55	26	25	51	19	3	22	2	-	2	-	-	-
Ciências da Vida	83	187	270	218	266	484	308	223	531	320	267	587	252	222	474	256	236	492	266	219	485	251	174	425	277	160	437	239	143	382	197	107	304	164	43	207	47	4	51	6	1	7
TOTAL	168	520	688	502	741	1243	669	638	1307	616	681	1297	522	575	1097	471	542	1013	431	552	983	381	417	798	399	353	752	344	339	683	306	248	554	244	58	302	67	8	75	7	1	8
Governo/Privado	63	21	84	245	64	309	231	53	284	320	57	377	290	74	364	256	78	334	269	41	310	206	47	253	238	50	288	220	37	257	149	33	182	129	16	145	59	9	68	14	1	15
Não determinado	1	-	1	23	7	30	52	7	59	37	5	42	32	4	36	26	6	32	20	2	22	18	3	21	17	-	17	24	1	25	17	4	21	4	-	4	-	-	-	-	-	-
Total das Publicações	232	541	773	770	812	1582	952	698	1650	973	743	1716	844	653	1497	753	626	1379	720	595	1315	605	467	1072	654	403	1057	588	377	965	472	285	757	377	74	451	126	17	143	21	2	23

Fonte: Edições 1972/1982 do Chemical Abstracts

* As publicações dos períodos 1969/1971 e 1980/1982 estão incompletas devido à defasagem existente entre o ano propriamente dito de uma publicação e o ano da sua indexação.

Tabela 3. Número de mestres e doutores titulados no Brasil, até 1985, e o número de doutores no contingente de cientistas e engenheiros nos E.U.A., em 1981, segundo os ramos da Ciência.

País		Brasil				Estados Unidos			
Ramo	Tipo	Mestres	%	Doutores	%	Cient. e Eng. +	%	Doutores	%
C. Exatas e da Natureza		7.517	15,3	1.226	20,4	427.500	14,1	99.000	27,2
Ciências da Saúde		10.023	20,4	2.230	37,1	190.200	6,3	76.500	21,0
Ciências Agrárias		6.246	12,7	471	7,8	155.800	5,2	17.300	4,7
Ciências das Engenh.		7.331	15,0	482	8,0	1.957.300	64,9	69.200	19,1
C. Humanas e Sociais		17.928	36,6	1.602	26,7	286.400	9,5	101.900	28,0
Total		49.045	89,0	6.011	10,9*	3.017.200	89,2	363.900	10,8**

Fonte: CAPES, 1985 e MCT/CNPq, 1985 e NSF, 1983.

+ Cientistas e engenheiros norte-americanos, excluídos os doutores.

* % de mestres e doutores no total de pós-graduados no País.

** % de mestres e doutores no total de cientistas e engenheiros do País.

Obs.: Os números de mestres e doutores formados no País em 1983, 1984 e 1985 foram estimados.

A problemática química brasileira

A carência latinoamericana de recursos humanos qualificados tem no Brasil um exemplo típico: examinando-se o esforço endógeno empreendido no país, desde a década de 40, na formação de recursos humanos através dos seus próprios programas de pós-graduação⁽¹¹⁾, constata-se que a resultante líquida é quantitativamente pouco expressiva, o que se torna bem evidente quando comparada com a disponibilidade norte-americana de pessoal treinado (Tabela 3).

A Tabela 3 mostra que o contingente percentual relativo de doutores formados dentro das fronteiras brasileiras⁽¹²⁾ é similar ao norte-americano, respeitadas as efetivas dimensões. Apesar deste fato, constata-se que, enquanto os cientistas de áreas humanas e sociais ocupam, em ambos os países, parcelas relativamente próximas no contingente global de pessoal de seus respectivos países, a parcela de pesquisadores-doutores, no Brasil, dedicados às Ciências Agrárias e às Ciências das Engenharias são, respectivamente, duas vezes maior e mais que duas vezes menor que a norte-americana. No caso das Ciências da Saúde, o contingente relativo brasileiro é significativamente maior, enquanto que nas Ciências Exatas e da Natureza é menor.

A prática de pesquisa nas áreas de Ciências da Vida, que incorporam as pesquisas agropecuária, médica e biológica, além de ser a mais antiga no Brasil (Schwartzman, 1985)⁵⁰, é a que mais de imediato se vincula aos problemas sociais da nação. Estes dois fatores, somados ao "status" que as áreas mais profissionalizantes das Ciências da Vida têm, tornaram seu impacto no desenvolvimento da Química mais expressivo (35,7% na Tabela 2), resultado lógico de um maior número de pessoas dedicadas à pesquisa acadêmica nas Ciências da Vida.

No caso das engenharias, o baixo quantitativo de pessoas formalmente pós-graduadas reflete a pouca atividade em P&D no País, resultante da opção de se buscar um desenvolvimento acelerado, via importação indiscriminada

de tecnologia sob a forma de "caixa preta", no bojo de um processo maior de importação de capital e de abertura do mercado às empresas transnacionais. Nesse contexto a demanda de pessoal pós-graduado na área, especialmente na indústria química e farmacêutica, é reduzida (Cagnin, 1987)¹².

Quanto às Ciências Exatas e da Natureza, justamente aquelas onde os dados disponíveis, constantes da Tabela 4, são mais abrangentes⁽¹³⁾, constata-se entre os EUA e o Brasil uma inversão na proporção do contingente de químicos (maior nos EUA) e de físicos (maior no Brasil). A Tabela 2 mostra que há uma maior participação acadêmica global da Física (16,6%) sobre a Química (12,7%), no Brasil. Esse quadro é obviamente, uma consequência das prioridades de investimento em Ciência e Tecnologia no País, no que diz respeito à formação de recursos humanos e ao suporte dado às atividades de pesquisa, privilegiando já a longo tempo a Física.

⁽¹¹⁾ Inicialmente, os cursos de pós-graduação brasileiros seguiam os moldes europeus. Em 1968, com a Reforma Universitária, implantou-se no país a pós-graduação segundo o paradigma norte-americano (Schwartzman, 1979)⁴⁹.

⁽¹²⁾ O Brasil investiu na formação de recursos humanos não só dentro de suas próprias fronteiras, como também através de envio de pessoal para treinamento no exterior. No entanto, os dados relativos ao número de pessoas treinadas no estrangeiro só é disponível para as áreas das Ciências Exatas e da Natureza.

⁽¹³⁾ Ver nota 12.

Tabela 4. Distribuição do contingente de pesquisadores-doutores em áreas das Ciências Exatas e da Natureza atuando no Brasil*, em 1985, e, nos E.U.A., em 1981.

Ciências Exatas e da Natureza	Brasil		Estados Unidos	
	Nº	%	Nº	%
Física	900	42,4	22.300	22,5
Química	550	25,9	45.400	45,9
Matemática	440	20,7	16.500	16,7
Geociências	233	11,0	14.800	14,9
Total	2.123	100,0	99.000	100,0

Fonte: SBF/SBPC, 1986; SBQ, 1986; CNPq, 1986 e NSF, 1983.

* doutores titulados quer no próprio Brasil quer no exterior.

Tomando-se o caso do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que tem sido a agência de fomento brasileira que mais tem favorecido a Química na promoção da qualificação de pessoal, e acompanhando-se, na íntegra, a sua distribuição de bolsas, quer no país, quer no exterior, desde a sua fundação, para os diferentes ramos da Ciência (Tabela 5) e para as áreas das Ciências Exatas e da Natureza (Tabela 6), constata-se que o decaimento da participação média relativa das Ciências Exatas e da Natureza, tanto das bolsas no país quanto das bolsas no exterior (Tabela 5), atingiu de forma mais drástica exatamente a área da Química (Tabela 6)⁽¹⁴⁾.

A análise da alocação total dos recursos, a fundo perdido, destinados ao apoio das atividades de pesquisa (Tabela 7), mostra que as principais agências brasileiras dirigiram a Química, nos anos 70, a penúltima parcela dentre as ver-

bas canalizadas para as Ciências Exatas e da Natureza (parcela esta inferior ou igual a alocada à Matemática, área por excelência teórica, sem gastos com reagentes, vidraria e equipamentos de grande porte, como é o caso da Química). Nos anos 80, a Química passou a receber a segunda maior parcela das Ciências Exatas e da Natureza (cuja grandeza, no entanto foi cerca de 3,6 vezes inferior àquela destinada a Física).

Dos recursos federais norte-americanos alocados às Ciências Exatas e da Natureza, quer no período 1972/1976, quer no ano de 1983, mais da metade foi destinado à Física, sendo canalizado para a Geociências, a Química e a Matemática volumes decrescentes de verbas (Tabela 7).

A partição dos recursos brasileiros oferece um perfil de prioridade relativo à Física e à Matemática semelhante ao observado nos EUA, havendo uma inversão no que diz respeito à Química e às Geociências. No entanto, enquanto nos EUA o setor privado investe maciçamente em P&D, e em particular no setor químico, tendo se tornado, inclusive, a sua maior fonte de recursos (NSF, 1983)³⁸, esta contrapartida no Brasil é ainda muito incipiente, sendo o Estado o principal agente patrocinador da pesquisa e do desenvolvimento (P&D).

O quadro descrito decorre do modelo de desenvolvimento dependente adotado pelo Brasil, na modernização acelerada de seu parque industrial "periférico", viabilizado pelas condições intrínsecas (tamanho de mercado interno, dis-

⁽¹⁴⁾ Análise minuciosa sobre o assunto é encontrada em Cagnin e Silva (1987)¹³.

Tabela 5. Participação média relativa dos diversos ramos da Ciência nos Programas de Bolsas no País e no Exterior do CNPq.

Ramo	C.Exatas e da Natureza		C. Saúde		C. Agrárias		C. Engenharias		C.Humanas e Sociais	
	País	Exterior	País	Exterior	País	Exterior	País	Exterior	País	Exterior
1952-1959	45,6	47,4	32,5	30,6	14,7	6,6	3,8	14,0	0,00	0,0
1960-1969	37,7	62,4	37,0	8,9	17,8	4,6	7,0	23,3	0,75	8,0
1970-1979	29,8	41,8	24,0	9,1	22,9	7,7	15,2	30,3	8,00	10,7
1980-1985	24,9	27,1	20,0	14,2	21,5	8,8	16,5	25,7	17,40	24,6

Fonte: Cagnin e Silva, 1987.

Tabela 6. Participação média relativa de áreas das Ciências Exatas e da Natureza nos Programas de Bolsas no País e no Exterior do CNPq.

Período	Física		Química		Matemática		Geociências	
	País	Exterior	País	Exterior	País	Exterior	País	Exterior
1952-1959	26,1	55,8	34,6	26,5	18,4	13,5	20,4	4,2
1960-1969	22,9	39,6	41,8	16,1	14,4	32,2	20,8	11,0
1970-1979	28,2	43,0	23,2	11,8	28,2	28,2	20,4	17,0
1980-1985	32,8	43,4	25,7	16,1	20,7	26,0	20,6	14,5

Fonte: Cagnin e Silva, 1987.

ponibilidade de matérias-primas e legislação favorável) do país, como polo de atração do interesse do "centro dinâmico" da economia mundial. Enquanto a Química, como setor industrial de ponta, se encaixa no contexto geral da modernização dependente do país, tendo como reflexo um entorpecimento, característico dos corpos anestesiados por um elemento estranho, das atividades de P&D, a Física foge à regra, não apenas devido às barreiras para "transmissão" das tecnologias estratégicas, de potencial uso bélico, pelo centro às suas empresas transacionais, como também pela consistente predominância da ideologia de "segurança e desenvolvimento", permeando as decisões da elite governamental brasileira. Evidentemente, este ambiente interno leva a decisões com ele coerentes, no âmbito do fomento oficial à P&D e à pesquisa básica.

Na atualidade, diante do compromisso do governo de mais que duplicar a parcela de recursos para C&T do Produto Interno Bruto (PIB), elevando-a para 2% (MCT/CNPq, 1986)³², com o intuito de reproduzir no país o paradigma médio pré-estabelecido pelos países industrializados para esta componente fundamental do desenvolvimento auto-sustentado de uma nação, há que se considerar que um esforço intensivo na Química deva ser buscado. Porém, "o estabelecimento de uma estratégia de C&T para a Química depende em grande parte da política de desenvolvimento econômico a ser adotada para o setor industrial", sendo "impensável o desenvolvimento de vários outros setores da economia como microeletrônica, metalurgia, agropecuária, etc., sem uma capacitação tecnológica sólida em química" (COPAG, 1985)¹⁹.

É levando em conta as condicionantes supra delineadas, que a pesquisa química no Brasil deve ser analisada, quer no seu conceito mais lato, quer aquela estritamente da responsabilidade dos químicos.

Tendências institucionais no esforço brasileiro em Química

Como visto anteriormente (Cagnin, 1985)¹¹, a pesquisa química no Brasil, como um todo, tende a crescer de forma

significativa, mais circunscrita aos muros universitários, de onde se origina 75% das publicações químicas, predominantemente difundidas em revistas internacionais. O setor governamental e privado, ao contrário, apresenta perspectivas de crescimento muito modestas, participando com cerca de 25% no esforço químico nacional, e tendo como prática dominante a comunicação doméstica dos seus resultados de pesquisa. Nas Figuras 2 e 3, elaboradas a partir dos dados da Tabela 8, estão configuradas as tendências da prática da pesquisa química nestes dois setores institucionais, levando em conta as cinco subáreas químicas. Para a maioria dos casos, os valores das publicações se conformam com a linearidade (Tabela 9).

Nos referidos setores, as atividades de pesquisa química estão fortemente concentradas na *Bioquímica*, (Figuras 2 e 3), para a qual estão canalizadas 48-49% das publicações. No entanto, as academias são quase três vezes mais produtivas que o setor governamental/privado. A esta subárea dedicam-se os pesquisadores das Ciências da Vida (biólogos, médicos e agrônomos). No âmbito universitário, os menores núcleos em termos de pessoal são os da pesquisa médica e agropecuária, existindo, pois, um maior número de pessoas dedicadas a essas atividades nos centros e institutos de pesquisa não acadêmicos (Schwartzman, 1985)⁵⁰. Apesar das lideranças universitárias, em qualquer área do conhecimento, serem as mais experientes, o corpo de pesquisadores dos institutos de pesquisas médicas é muito maduro. (Schwartzman, 1985)⁵⁰. Na área agropecuária extra-acadêmica merece destaque a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que além de contar com um programa próprio para a capacitação de seu pessoal (no país e no exterior) (EMBRAPA, 1983)²¹, materializa seu esforço de pesquisa via o Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária, que conta com a participação de cerca de 4000 pesquisadores (Péllico Netto, 1985)³⁹. Essas condicionantes fazem com que, no setor governamental/privado, a Bioquímica seja a subárea de maior taxa de crescimento e de maior produção científica (Figura 3).

Quanto à *Química Orgânica*, campo de pesquisa estritamente dos químicos acadêmicos (Tabela 8), ela se caracte-

Tabela 7. Distribuição percentual dos recursos federais por agências brasileiras e norte-americanas, por ramos da Ciência e áreas das Ciências Exatas e da Natureza.

Ano		1970/1976			1983	1984	
Ramo	Agência	FINEP	CNPq	DHHS/DOE/NSF	DHHS/DOE/NSF	FINEP	CNPq
Ciências Exatas e da Natureza		53,43	37,87	42,86	41,55	25,50	24,66
Física		47,30	45,30	50,70	53,60	66,50	40,50
Química		15,50	17,30	14,50	14,60	15,40	23,20
Matemática		26,50	17,20	6,40	7,80	4,90	17,80
Geociências		10,70	20,20	27,70	23,30	13,20	18,50
Ciências da Vida		6,30	44,10	40,88	42,12	24,20	34,05
Ciências das Engenharias		25,77	12,48	9,77	11,36	13,10	18,50
Ciências Humanas e Sociais		14,77	5,58	5,41	3,89	10,70	22,80
Outras		—	—	1,08	1,08	26,50	—
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

Fonte: Relatórios anuais e retrospectivas das atividades do CNPq; FINEP (SD); FINEP, 1986 e NSF, 1983.

Tabela 8. As publicações químicas brasileiras segundo os setores institucionais de pesquisa e as subáreas da Química.

Ano	Subárea		Bioquímica		Quím. Orgânica		Quím. Macrom.		Quím. Aplic. e Eng. Quím.		Fís.-Quím. e Quím. Anal.	
	Sector		Univ.	Gov./Priv.	Univ.	Gov./Priv.	Univ.	Gov./Priv.	Univ.	Gov./Priv.	Univ.	Gov./Priv.
1972			269	98	58	7	17	13	102	33	108	31
1973			357	123	47	4	5	18	96	72	178	40
1974			411	133	47	4	4	10	102	65	188	76
1975			395	128	61	2	10	7	114	65	218	51
1976			473	144	76	2	7	6	129	76	298	82
1977			467	161	71	8	9	11	138	75	328	79
1978			471	192	84	4	15	11	148	75	379	82
1979			551	179	86	5	19	18	176	102	465	73
Total			3394	1158	530	36	86	94	1005	563	2162	514

Fonte: Edições 1972/1982 do Chemical Abstracts.

Tabela 9. Cálculos para as análises de regressão e correlação.

Subárea	Setor			Universitário			Governamental/Privado		
				R	a	b	R	a	b
Bioquímica				0.94	274.79	33.21	0.95	90.54	12.05
Química Orgânica				0.89	41.18	5.57	0.03	4.61	-0.02
Química Macromolecular				0.39	6.69	0.90	0.01	11.64	0.02
Química Aplicada e Engenharia Química				0.95	77.36	10.73	0.83	41.50	6.42
Físico-Química e Química Analítica				0.99	55.75	47.67	0.76	35.11	6.48

Fonte: Dados da tabela 8.

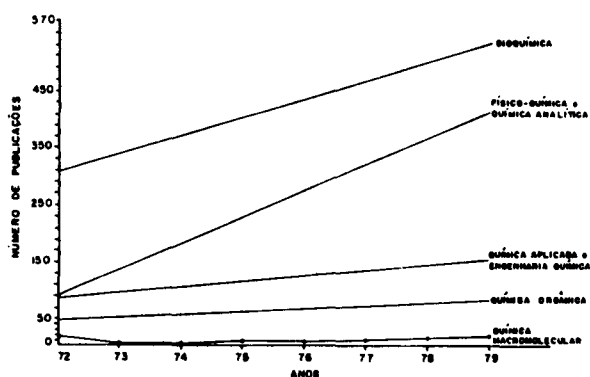


FIGURA 2. CRESCIMENTO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA, POR SUBÁREA, RESULTANTES DE PESQUISAS EMPREENHIDAS NO SETOR UNIVERSITÁRIO.

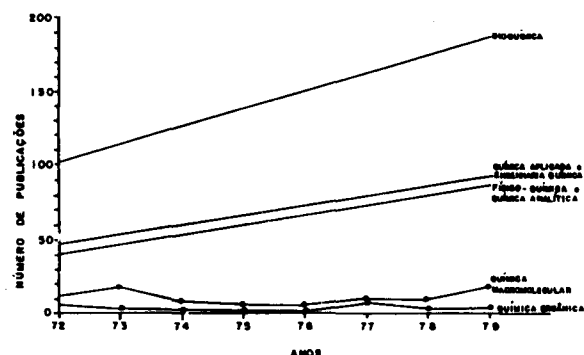


FIGURA 3. CRESCIMENTO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA, POR SUBÁREA, RESULTANTES DE PESQUISAS EMPREENHIDAS NO SETOR GOVERNAMENTAL / PRIVADO.

riza como a segunda subárea acadêmica menos produtiva (Figura 2), participando com apenas 7,4% na produção química universitária. No setor governamental/privado sua atividade é desprezível (Figura 3), representando 1,5% da produção total do setor. As atividades de pesquisa em Química Orgânica são fundamentais ao setor químico industrial, designado no Brasil de Química Fina, que é o supridor vital de vários outros ramos industriais como o de defensivos agrícolas, de medicamentos e de alimentos, entre outros. É pois, um setor estratégico, por envolver segmentos como o de insumos farmacêuticos, interferindo, em certa extensão, nas condições de vida e saúde da população brasileira.

O setor de Química Fina no Brasil é altamente desnacionalizado (77% de sua produção advém de indústrias multinacionais) e, diferentemente do setor petroquímico, a participação do Estado é praticamente nula (ao redor de 0,7%) (CDI, 1985)¹⁷. Considerando que o desenvolvimento endógeno da Química Fina é prioridade governamental (IPNDNR, 1985)⁴⁰ e levando em conta a presença multinacional, a ausência de atividades de pesquisa em Química Orgânica no setor governamental/privado e a baixa atividade da pesquisa acadêmica nesta subárea, depreende-se o grande desafio que se tem a enfrentar.

A *Química Macromolecular* é a subárea mais subdesenvolvida academicamente (Figura 2), contribuindo com 1,2% na produção universitária total, sendo ligeiramente mais expressiva no setor governamental/privado (figura 3), onde sua produção científica é da ordem de 4% da produção to-

tal do setor. A pesquisa em Química Macromolecular é de alta relevância para o setor petroquímico. No caso brasileiro, apesar do setor petroquímico ser o mais moderno e dinâmico da indústria química (provavelmente em decorrência do monopólio estatal do petróleo), ocupando o oitavo lugar na escala de faturamento setorial do mundo ocidental (d'Ávila, 1984)²⁰, ele é tecnologicamente dependente, principalmente no que se refere aos produtos petroquímicos finais, onde 51% de sua produção é dominada pelas empresas multinacionais, prevalecendo o controle local apenas nos produtos básicos e intermediários (97% e 62%, respectivamente) (Carrara Júnior, 1984)¹⁶, cujos preços são controlados com o fim de "estimular" a iniciativa privada na indústria de bens de consumo final. Os produtos finais petroquímicos são exatamente aqueles com maior diversificação e lucratividade, portanto sob o domínio das multinacionais, sendo, também, os produtos mais dependentes de pesquisa em Química Macromolecular: tensoativos (83%), fios e fibras (64%), termorrígidos (59%) e outros polímeros (91%). Neste campo, as firmas brasileiras só prevalecem na produção de termoplásticos (64%).

Relativamente à *Química Aplicada e Engenharia Química*, o setor universitário destinou 14% de seus esforços em pesquisa, enquanto que o setor governamental/dirigiu 24% (Tabela 8), sendo, neste último, a subárea com a segunda maior taxa de crescimento, como ainda, a segunda de maior produção (Figura 3). No entanto, a produção acadêmica nesta subárea, que representa a terceira maior parcela da pesquisa química universitária (Figura 2), é quase duas vezes maior do que a do setor governamental/privado,

Por último, têm-se a subárea da *Físico-Química e Química Analítica*, que no setor universitário é responsável pelo segundo maior número de publicações. A sua expansão quantitativa é marcante, sendo ela detentora da maior velocidade de crescimento no âmbito acadêmico (Figura 2), onde cerca de 4/5 de suas investigações são levadas a efeito.

O desenvolvimento regional da Química no Brasil

Na Figura 4 são mostradas as regiões geográficas do Brasil, indicando as suas respectivas densidades demográficas e percentuais de consumo energético.

Dentre as regiões, o Sudeste, que corresponde a 10% da área do território brasileiro e onde vive 44% da população total do país, consome cerca de 72% da energia elétrica disponível, o que reflete, não só o seu maior desenvolvi-

mento urbano mas, principalmente, uma significativa concentração industrial na região.

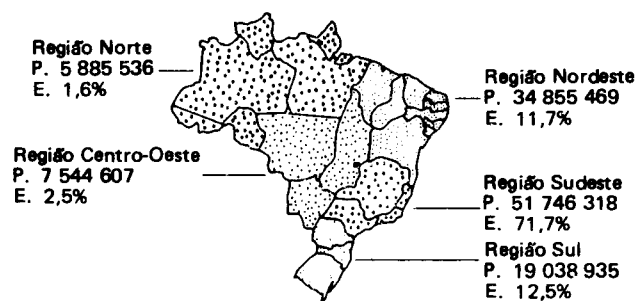


FIGURA 4 DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL E CONSUMO ENERGÉTICO REGIONAL NO BRASIL

É nesta região onde se localizam os mais antigos cursos de pós-graduação do país. Na atualidade, 70,6% das 75 instituições brasileiras possuidoras de cursos de pós-graduação, em todas as áreas, estão no Sudeste; 4% na Região Norte; 10,7% no Nordeste; 2,7% no Centro-Oeste e 12% na Região Sul (CAPES, 1986)¹⁵.

O desenvolvimento desigual das regiões brasileiras, dos pontos de vista sócio-econômico e cultural, afeta, conseqüentemente, o tamanho do produto das atividades de pesquisa em Química. A Tabela 10, que mostra a contribuição percentual de cada região no número total de publicações químicas, no período 1972/1979, explicita que as publicações acadêmicas em Química são essencialmente oriundas da Região Sudeste.

Cerca de 38 instituições produziram publicações em Química no Sudeste. Dentre estas destacam-se as Universidades Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), conjuntamente responsáveis por 53% da totalidade da produção acadêmica nacional em Química, no período. Essas quatro grandes instituições, em conjunto, dominam a produção química universitária em todas as subáreas, excetuando-se a Bioquímica (Tabela 11). A USP, constituída de diversos campi universitários espalhados pelo Estado de São Paulo destaca-se de forma significativa. Na realidade, a Ciência no Brasil só foi institucionalizada após a criação da USP (Schwartzman, 1978 e 1979)^{48,49}, e seus 33 anos de tradição em pesquisa só vêm reforçar o seu papel de instituição líder no país.

Tabela 10. Distribuição percentual das publicações acadêmicas em Química pelas Subáreas segundo as regiões do Brasil, acumuladas no período 1972/1979.

Subárea	Região	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Bioquímica		0,4	9,1	2,5	78,8	9,2
Química Orgânica		4,5	7,0	5,5	75,3	7,7
Química Macromolecular		5,8	3,5	0,0	82,6	8,1
Química Aplicada e Engenharia Química		0,7	8,8	2,0	82,0	6,5
Físico-Química e Química Analítica		0,3	6,7	2,7	83,0	7,3
Produção média em Química		2,3	7,0	2,5	80,3	7,8

Fonte: Edições 1972/1982 do Chemical Abstracts.

Tabela 11. Contribuição relativa de quatro instituições de ensino e pesquisa brasileiras, localizadas na Região Sudeste, no número de publicações de cada subárea química.

Subárea	Instituição	UFMG	UFRJ	UNICAMP	USP	Total
Bioquímica		5,7	6,3	5,5	30,9	48,4
Química Orgânica		7,0	5,5	10,2	38,9	61,5
Quím. Macromolecular		0,0	27,9	1,2	26,7	55,8
Q. Aplic. e Eng. Quím.		4,0	15,4	3,4	28,4	51,2
Fís.-Quím. e Q. Anal.		1,6	4,2	18,9	33,7	58,4

Fonte: Edições 1972/1982 do Chemical Abstracts.

No que diz respeito às demais regiões, detectou-se no período sob exame (1972/1979), 3 instituições ativas em Química na Região Norte, 10 no Nordeste, 4 no Centro-Oeste e 15 no Sul.

O progresso acadêmico nas subáreas da Química nas diversas regiões brasileiras, pode ser acompanhado nas Figuras 5 a 9.

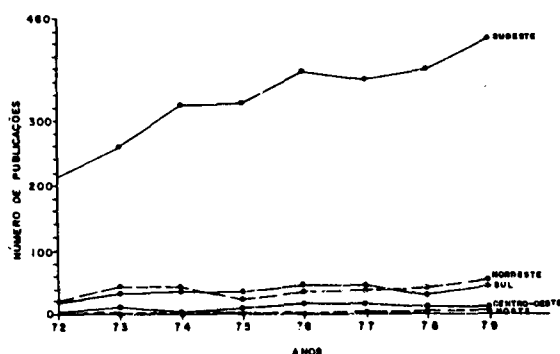


FIGURA 5. EVOLUÇÃO REGIONAL DAS PUBLICAÇÕES EM BIOQUÍMICA NO SETOR UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO.

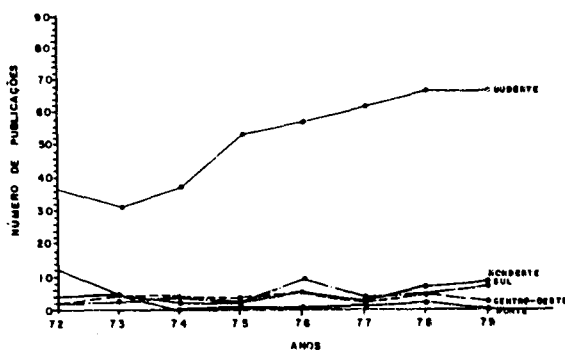


FIGURA 6. EVOLUÇÃO REGIONAL DAS PUBLICAÇÕES EM QUÍMICA ORGÂNICA NO SETOR UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO.

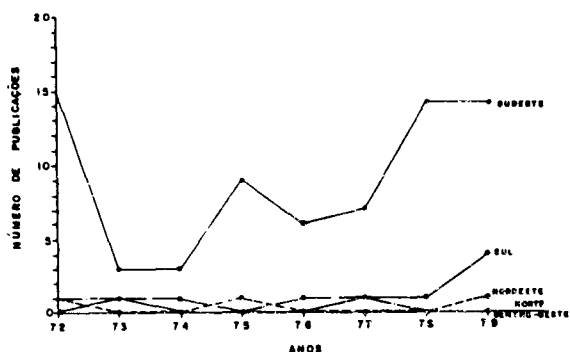


FIGURA 7. EVOLUÇÃO REGIONAL DAS PUBLICAÇÕES EM QUÍMICA MACROMOLECULAR NO SETOR UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO.

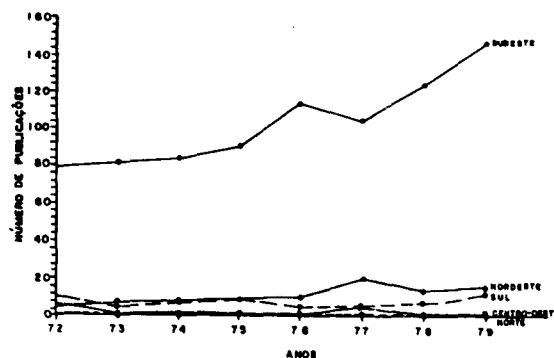


FIGURA 8. EVOLUÇÃO REGIONAL DAS PUBLICAÇÕES EM QUÍMICA APLICADA E ENGENHARIA QUÍMICA NO SETOR UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO.

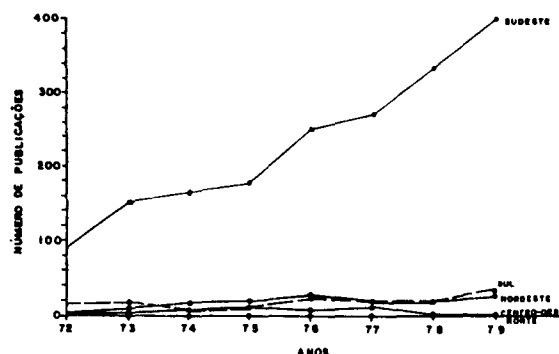


FIGURA 9. EVOLUÇÃO REGIONAL DAS PUBLICAÇÕES EM FÍSICO-QUÍMICA E QUÍMICA ANALÍTICA NO SETOR UNIVERSITÁRIO.

Pode-se constatar que, em todas as cinco subáreas, há uma intensa concentração das atividades de pesquisa química no Sudeste. Em um distante segundo lugar situa-se, ou o Nordeste (Bioquímica, Química Orgânica e Química Aplicada e Engenharia Química), ou o Sul (Química Macromolecular, Físico-Química e Química Analítica).

O produto das regiões Centro-Oeste e Norte ainda é muito pouco significativo no contexto global. Suas atividades em pesquisa química são entretanto mais dirigidas à Química Orgânica (no Norte os esforços de pesquisa estão concentrados na Química de Produtos Naturais e no Centro-Oeste na Síntese Orgânica).

A participação do pesquisador-químico no progresso acadêmico da Química brasileira

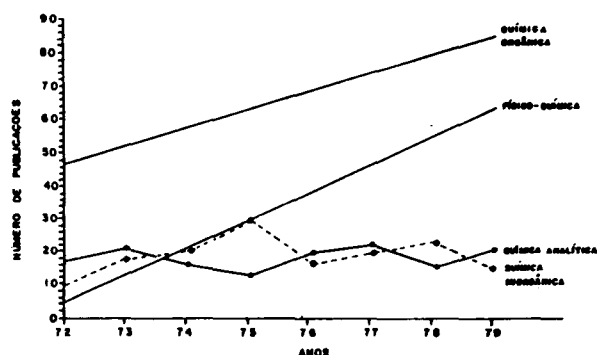
Entende-se que, para uma melhor compreensão do papel do químico no progresso da Química brasileira, a forma mais didática seria analisar os dados da produção química dos anos 70 segundo a clássica divisão da Química, enquanto área específica do conhecimento, buscando isolá-la, principalmente, das áreas de Engenharia Química e Bioquímica, que têm práticas científicas bem distintas. Claro está que divisões arbitrárias foram necessariamente tomadas quando da delimitação de cada ramo, dito químico. No entanto, elas são pertinentes, na medida em que atendem aos propósitos em pauta.

Na Tabela 12 as publicações químicas estão dispostas segundo a tradicional divisão da Química, pelos diversos se-

tores institucionais de pesquisa, destacando-se, dentro do setor universitário, a contribuição específica dos pesquisadores vinculados aos Departamentos e Institutos de Química. Pela Figura 10 pode-se acompanhar a dinâmica da Química, segundo à sua clássica divisão, a partir das regressões lineares, cujos valores encontram-se na Tabela 13 (nos casos de não linearidade, utilizou-se os próprios dados da Tabela 12).

A Figura 10 mostra que a mais alta produção dos químicos é na Química Orgânica, enquanto que a mais baixa é na Química Inorgânica, seguida da Química Analítica. É, entretanto, a Físico-Química, o segundo ramo mais produtivo, que detém a mais alta taxa de crescimento.

O domínio dos químicos acadêmicos nas Químicas Orgânica e Inorgânica é, respectivamente, de 97,7% e 88,2%, ao se considerar a produção acadêmica global nestes ramos (Tabela 12), cuja característica extra-universitária é a pouca ênfase em pesquisa (6,4% e 2,9%, respectivamente) (Tabela 12).



QUÍMICA ORGÂNICA

As pesquisas em Química Orgânica dão maior ênfase à Química de Produtos Naturais (Figura 11), que compreende, principalmente, a Fitoquímica. Isto é uma consequência lógica da imensa riqueza da flora brasileira, que vem atraindo a atenção de naturalistas desde a época do descobrimento do Brasil (1500), referindo-se, as mais antigas observações, às plantas utilizadas pelos índios, quer para a ca-

Tabela 12. Distribuição das publicações químicas brasileiras, segundo os ramos tradicionais da Química, pelos setores institucionais de pesquisa, destacando-se aquelas resultantes das atividades empreendidas nos Institutos e Departamentos de Química Universitária.

Ramo	Química Orgânica			Físico-Química			Química Inorgânica			Química Analítica		
	Univers.		Governo/Privado	Univers.		Governo/Privado	Univers.		Governo/Privado	Univers.		Governo Privado
	Quím.	Outros		Quím.	Outros		Quím.	Outros		Quím.	Outros	
1972	58	—	7	16	65	27	9	—	1	17	38	7
1973	46	1	4	20	117	24	17	—	—	21	37	28
1974	46	1	4	11	141	61	20	—	—	16	35	49
1975	60	1	2	19	148	44	29	5	1	13	40	26
1976	73	3	2	32	225	64	16	5	—	20	39	32
1977	70	1	8	39	245	61	19	3	2	23	62	35
1978	83	1	4	62	275	63	22	4	—	15	65	38
1979	82	4	5	74	342	58	17	3	1	21	79	46
Subtotal	518	12	36	273	1558	402	149	20	5	146	395	261
Total	530		36	1831		402	169		5	541		261

Fonte: Edições 1972/1982 do Chemical Abstracts.

Tabela 13. Cálculos para as análises de regressão e correlação.

Ramo	Setor	Universitário						Governamental/Privado		
		Químicos			Total *					
		R	a	b	R	a	b	R	a	b
Química Orgânica		0,90	40,78	5,34	0,89	41,18	5,57	0,03	4,61	-0,02
Físico-Química		0,91	-4,07	8,49	0,98	23,64	45,61	0,76	27,11	5,14
Química Inorgânica		0,33	15,14	0,77	0,47	14,96	1,37	0,20	0,36	0,06
Química Analítica		0,21	16,86	0,31	0,85	39,07	6,35	0,64	17,25	3,42

Fonte: Dados da tabela 12.

* Considera o conjunto das publicações acadêmicas, inclusive às oriundas dos Institutos e Departamentos de Química.

ça e a pesca, quer para fins decorativos, guerreiros ou como medicamentos⁽¹⁵⁾ (Mathias, 1983)³³.

As pesquisas fitoquímicas datam de forma mais sistemática de 1874, quando das publicações relativas (cerca de 150) às análises, no Laboratório Químico do Museu Nacional (Rio de Janeiro), de mais de 6.000 plantas brasileiras. Esta experiência foi descontinuada e, após outras tentativas pontuais, a Química de Produtos Naturais é retomada nos anos 30, no Departamento de Química da USP. No entanto, ela só se desenvolveu de forma mais intensa na década de 50, no Instituto de Química Agrícola (Rio de Janeiro). "No início da década de 60, com a extinção desse instituto, a excelente equipe que se dedicara à investigação sobre produtos naturais dispersou-se e alguns de seus elementos mais brilhantes passaram a formar novos grupos" (Mathias, 1983)³³, hoje atuando nos mais importantes centros de pesquisa do país.

A Síntese Orgânica e a Físico-Química-Orgânica estabeleceram-se como campos de pesquisa quando da criação da USP, (Mathias, 1983)³³. A Figura 11 mostra que a taxa de crescimento mais expressiva em Química Orgânica é a relativa à Síntese.

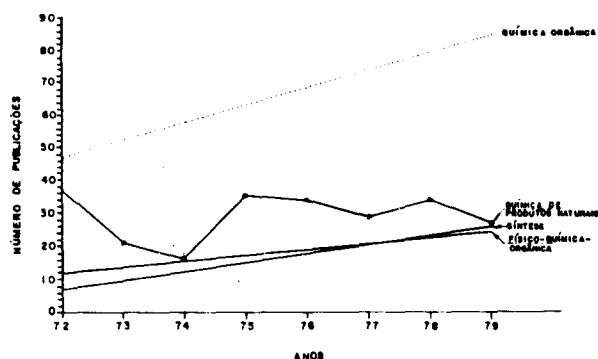


FIGURA 11. EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA ORGÂNICA, E EM SUAS DISCIPLINAS, NO SETOR UNIVERSITÁRIO.

Os resultados das pesquisas em Química dos Produtos Naturais (Figura 12), Síntese (Figura 13) e Físico-Química-Orgânica (Figura 14) são preferencialmente publicados em revistas internacionais, dado o caráter mais básico dessas pesquisas.

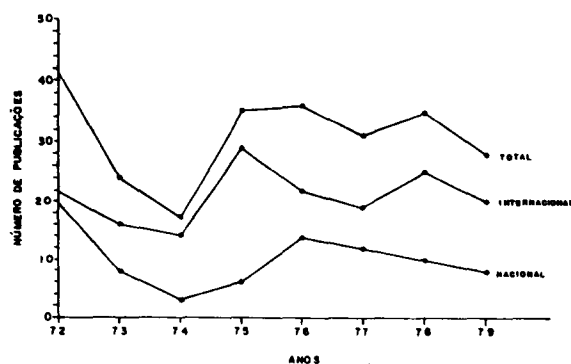


FIGURA 12. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA DE PRODUTOS NATURAIS.

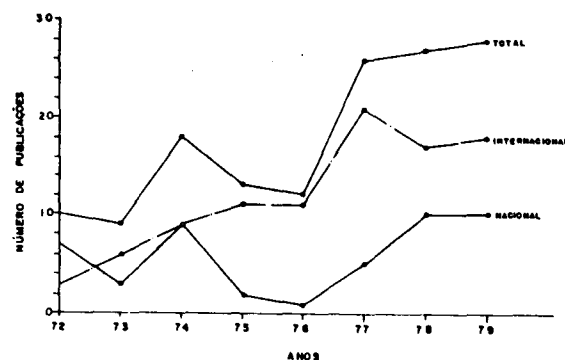


FIGURA 13. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM SÍNTESE.

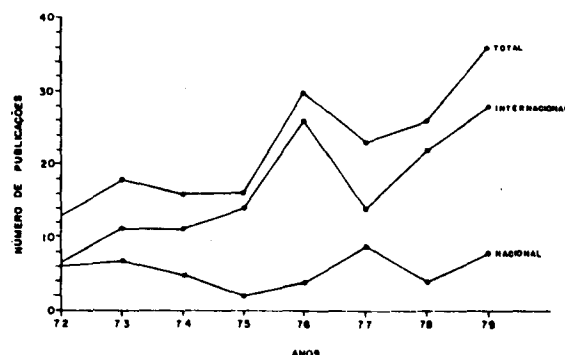


FIGURA 14. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM FÍSICO-QUÍMICA-ORGÂNICA.

⁽¹⁵⁾ Rocha e Silva (1976)⁴³, em um relato "Birth and Development of experimental Science in Brazil", considera que "a primeira conquista da ciência experimental na América Latina foi dada pelos índios brasileiros, peruanos e venezuelanos da Bacia Amazônica", tendo em vista a sua maestria no preparo secreto do curare, cujo segredo só foi desvendado após 4 séculos da descrição de sua preparação, pelo naturalista D'Aughera.

FÍSICO-QUÍMICA

Conforme já assinalado, a delimitação de um certo ramo da Química, dada a natureza interdisciplinar da pesquisa científica neste vasto campo de estudos, é arbitrária, principalmente para os ramos tradicionalmente designados da Físico-Química, Química Inorgânica e Química Analítica, onde tal interdisciplinariedade é ainda mais acentuada.

A Físico-Química tem sido fundamentalmente desenvolvida no circuito acadêmico (Figura 15), responsável por 82% da produção total em Físico-Química no país, no período 1972/1979 (Tabela 12). A contribuição dos químicos no desenvolvimento acadêmico da Físico-Química é secundário (15%), cabendo à primazia aos físicos (75% ou 1.374 publicações) (Figura 15).

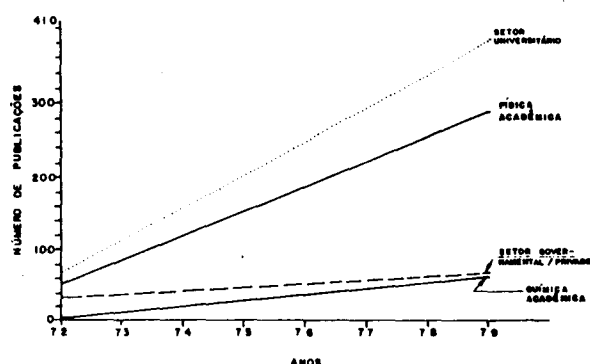


FIGURA 15. EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM FÍSICO-QUÍMICA NO SETOR GOVERNAMENTAL/PRIVADO E NO SETOR UNIVERSITÁRIO, DESTACANDO-SE, NESTE ÚLTIMO, O PROGRESSO FÍSICO-QUÍMICO DOS INSTITUTOS E DEPARTAMENTOS DE QUÍMICA E DE FÍSICA. OBS.: AS PUBLICAÇÕES EM FÍSICO-QUÍMICA INORGÂNICA FORAM AQUI DESCONSIDERADAS.

A contribuição do setor governamental/privado para o progresso científico da Físico-Química é mais expressivo do que a dos químicos acadêmicos, apesar das perspectivas futuras serem aparentemente favoráveis a estes últimos (Figura 15). No entanto, caso a evolução atual mantenha-se inalterada, o papel do químico frente ao do físico no progresso físico-químico brasileiro, será, como agora, de simples coadjuvante (Figura 15).

As pesquisas físico-químicas só começaram a ser desenvolvidas pelos químicos a partir de 1944 (Mathias, 1983)³³, dez anos após de iniciados no Departamento de Física da USP, onde os químicos interessados nos aspectos mais físico-químicos da Química buscaram abrigo (Schwartzman, 1979)⁴⁹.

As atividades de pesquisa em Físico-Química no setor governamental/privado têm sido dirigidas mais intensamente para a área nuclear (Cagnin, 1985)¹¹. A preocupação governamental no campo da energia atômica foi o motor político e objetivo principal da criação do CNPq, em 1951. Somente em 1956, com a criação da Comissão Nacional de Energia Atômica é que o CNPq se volta inteiramente para apoio às atividades científicas do país. Entretanto, a opção governamental por adquirir tecnologia atômica estrangeira, em 1968, comprometeu a capacidade da pesquisa endógena. (Schwartzman, 1979)⁴⁹. Com o acordo nuclear Brasil-Alemanha, firmado em 1974, agrava-se de vez o afastamento dos físicos acadêmicos, dedicados a esse campo de estudo, do setor produtivo. Mas, nesta época, a Física acadêmica, como um todo, já possuía uma marcha própria de desenvolvimento.

No ramo de Físico-Química prevalece o processo de difundir o produto das atividades de pesquisa nos meios internacionais (Figura 16).

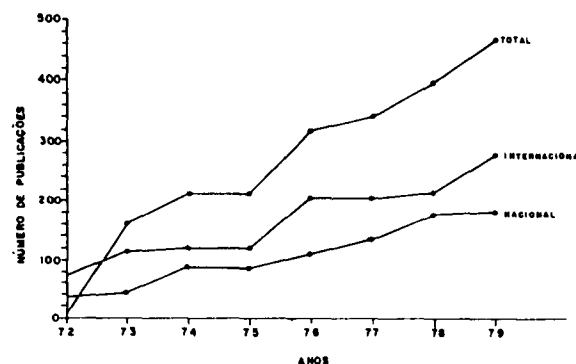


FIGURA 16. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM FÍSICO-QUÍMICA
OBS.: AS PUBLICAÇÕES EM FÍSICO-QUÍMICA INORGÂNICA FORAM AQUI DESCONSIDERADAS.

QUÍMICA ANALÍTICA

No que se refere ao ramo da Química Analítica, 67,5% de suas publicações são originadas no meio acadêmico, comparecendo o setor governamental/privado com 32,5%, (Tabela 12).

Os pesquisadores químicos não são os atores principais do desenvolvimento químico-analítico acadêmico, tendo em vista a parcela de sua produção (27,0%) no número total das publicações acadêmicas neste ramo. Os pesquisadores acadêmicos mais atuantes são os geólogos, que contribuem com 47% da produção total, e que se constituem no grupo de pesquisadores mais ativos da Geoquímica acadêmica, a disciplina do ramo da Química Analítica de maior desenvolvimento científico, ao longo dos anos 70 (Figura 17).

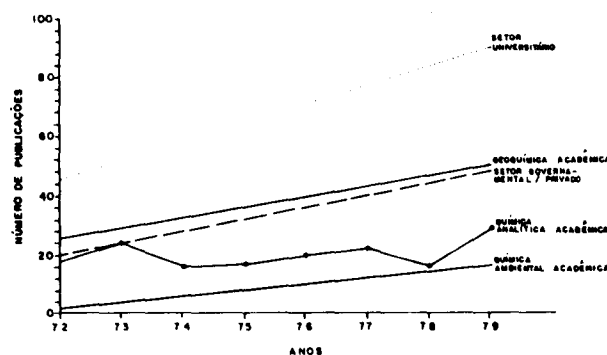


FIGURA 17. EVOLUÇÃO BRASILEIRA DAS PUBLICAÇÕES EM GEOQUÍMICA, QUÍMICA AMBIENTAL E QUÍMICA ANALÍTICA NO SETOR UNIVERSITÁRIO. COMPARAÇÃO DO CRESCIMENTO DO SETOR UNIVERSITÁRIO COM O SETOR GOVERNAMENTAL/PRIVADO, NO QUE DIZ RESPEITO AO COM JUNTOS DESSAS TRÊS DISCIPLINAS.

Na Química Ambiental acadêmica o químico tem tido um papel relevante, conjuntamente com os físicos e geólogos, dedicando-se, principalmente, aos estudos de poluição ambiental, através do monitoramento das concentrações de poluentes na água, ar e solo. Esta disciplina químico-analítica é a de maior juventude e, conseqüentemente, de menor desenvolvimento (Figura 17).

A Química Analítica, enquanto disciplina química, compreende a instrumentação e metodologia analíticas. É área

de trabalho por excelência dos químicos. No Brasil, o campo do desenvolvimento da instrumentação analítica é altamente deficiente, (exceção é o Centro de Energia Nuclear para a Agricultura/USP), havendo maior atividade de pesquisa, porém de reduzida dimensão, no campo de metodologias analíticas. Na opinião de especialistas, esta disciplina se ressentir de uma certa falta de vigor, principalmente por apresentar a mais baixa densidade de elemento humano (Mors, 1983)³⁵.

No ramo da Química Analítica há a prevalência de publicações em revistas nacionais, para todas as suas disciplinas (Figuras 18-20). Essa forma de divulgação predomina devido ao papel relevante da Química Analítica no levantamento e utilização de recursos naturais do país, assim como no controle de qualidade dos produtos industriais destinados ao mercado interno e à exportação.

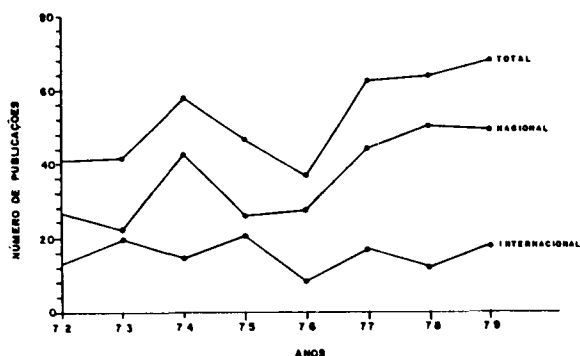


FIGURA 18. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM GEOQUÍMICA.

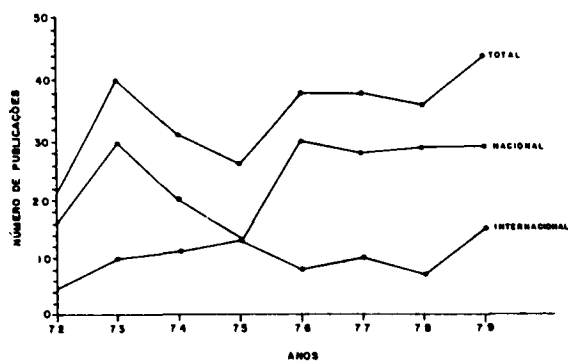


FIGURA 19. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA ANALÍTICA.

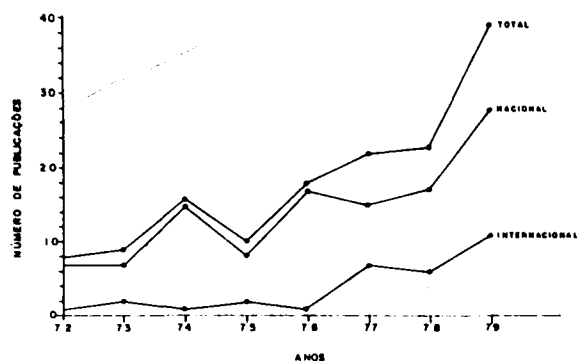


FIGURA 20. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA AMBIENTAL.

QUÍMICA INORGÂNICA

A pesquisa em Química Inorgânica, em sua quase totalidade (97,2%) é de origem acadêmica, sendo os pesquisadores químicos responsáveis por 88,2% dessa produção (Tabela 12), cujos resultados são preferencialmente publicados em revistas internacionais (Figura 21).

O centro principal de pesquisa básica em Química Inorgânica localiza-se no Instituto de Química da USP, cujas atividades remontam a época de sua própria criação. (Mathias, 1983)³³.

A Química Inorgânica desenvolvida no país refere-se principalmente ao desenvolvimento de temas ligados à Química de Coordenação, bem como, ao estudo da cinética e mecanismos de reações inorgânicas (denominado de Físico-Química-Inorgânica). Esses campos de pesquisa são caracterizados por um número pequeno de investigadores, pela pouca diversidade dos assuntos estudados e pela intensa endogenia de formação, que é restrita ao Estado de São Paulo (Mors, 1983)³⁵. "Paradoxalmente, apesar da endogenia citada, há muito isolamento entre os pesquisadores das diversas instituições", excetuando-se aquelas localizadas em São Paulo (Mors, 1983)³⁵.

Apesar de um significativo número de problemas tecnológicos estar ligado ao conhecimento da Química Inorgânica – por exemplo, tratamento e processamento de minerais, sua utilização como matéria-prima de produtos químicos, metalurgia, fabricação de materiais inorgânicos e catalisadores (Mors, 1983)³⁵ – os fatores anteriormente delineados são agentes inibidores da diversificação que é desejável nesta disciplina, levando-a, por conseguinte, a apresentar uma negativa duplicação de linhas de pesquisa.

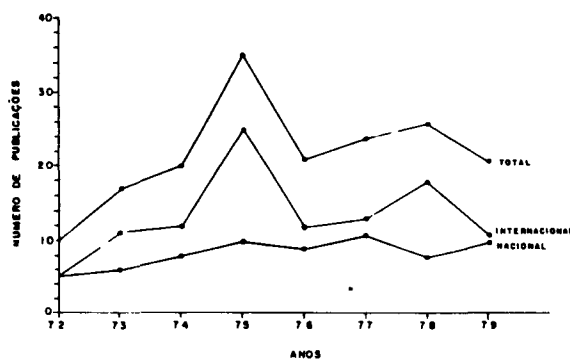


FIGURA 21. EVOLUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM QUÍMICA INORGÂNICA. OBS. A QUÍMICA INORGÂNICA É AQUI CARACTERIZADA PELAS PUBLICAÇÕES EM QUÍMICA INORGÂNICA E EM FÍSICO-QUÍMICA INORGÂNICA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há dúvida que a pesquisa brasileira em Química, apesar de sua atual modesta dimensão, tem bom nível de qualidade, atestada, por exemplo, para as pesquisas de caráter mais básico, através da aceitação dos respectivos trabalhos por revistas internacionais.

A pesquisa química brasileira ressen-te-se de pesquisadores de elevado grau de maturidade e de vivência técnica: entre os químicos acadêmicos, apenas 24% obtiveram seus títulos de doutor há mais de 15 anos; 47% o fizeram há cerca de 7-14 anos (época em que o pesquisador ganha maturidade técnica e autonomia para liderança de pesquisa) e os restantes 35% estão titulados há menos de 7 anos (Coelho, 1986)¹⁸.

A pesquisa química brasileira vem sendo inibida, ademais, pelas graves deficiências instrumentais, motivadas, quer pela manutenção precária do instrumental químico disponível, quer pela obsolescência técnica do mesmo, em vista do seu constante refinamento tecnológico, a nível mundial, e que, por razão de seu custo, tem a sua aquisição dificultada. Consequentemente, não só a competitividade da pesquisa fundamental poderá ser seriamente comprometida como também a pesquisa em P&D, face ao deficiente desenvolvimento nacional da indústria de instrumentos. Ademais como o processo de importação é altamente burocratizado, esta se dá de forma muito lenta, prejudicando o andamento de projetos de pesquisa ou mesmo parali-zando-os.

A pesquisa química brasileira como todas as demais está subordinada à conquista de recursos extra-muros, através de solicitações às agências financiadoras de pesquisa, o que indica a sua instabilidade e fragilidade na universidade, que são exacerbadas pela falta de agilidade dessas agências na liberação de recursos concedidos para o pesquisador, grupo ou instituição de pesquisa. Tais recursos são usualmente inferiores às quantias solicitadas e desconsideram inclusive a desvalorização da moeda devido à inflação, tornando-os, por conseguinte, quando liberados, irrealis frente aos objetivos iniciais previstos nos projetos de pesquisa.

As dificuldades da prática química no Brasil e as possíveis soluções cabíveis vêm sendo apontadas consistentemente pela comunidade científica, quer de forma espontânea, quer quando conclamada pelo governo a manifestar-se¹⁶. Porém, os estrangulamentos persistem, na falta de uma política firme e coerente, de longo prazo, voltada efetivamente aos interesses mais legítimos do país.

"A solução dos problemas aparentemente insolúveis dos países em desenvolvimento, especificamente desemprego, pobreza e fome, requer uma significativa e crítica contribuição da ciência e da tecnologia químicas" (Szmant, 1982)⁵², exigindo a busca de caminhos próprios, via a valorização e uso racional dos recursos humanos e naturais desses países. Ao contrário da importação da pesquisa aca-

bada, embutida nas tecnologias que vêm sendo adquiridas do exterior, a disponibilidade de tecnologias de ponta importadas para a prática da pesquisa, é útil e deve ser recomendada. Porém, os objetivos e a natureza da pesquisa, em vista dos fatores sócio-econômicos próprios de cada país, precisam ser orientados segundo prioridades específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Baker, D.B.; Chem. Eng. News (1961) 39, 78.
 - ² Baker, D.B.; Chem. Eng. News (1966) 44, 84.
 - ³ Baker, D.B.; Chem. Eng. News (1971) 49, 37.
 - ⁴ Baker, D.B.; Chem. Eng. News (1976) 54, 23.
 - ⁵ Baker, D.B.; Chem. Eng. News (1981) 59, 29.
 - ⁶ Blickenstaff, J. and Moravcsik, M.J.; Scientometrics (1982) 4, 135.
 - ⁷ Boig, F.S. e Howerton, P.W.; Science (1952a) 115, 25.
 - ⁸ Boig, F.S. e Howerton, P.W.; Science (1952b) 115, 555.
 - ⁹ Bourne, C.P.; "The World's Technical Journal Literature: An Estimate of Volume, Origin, Language, Field, Indexing, and Abstracts. American Documentation" (1962).
 - ¹⁰ CA "Subject Coverage and Arrangements of Abstracts by Sections in Chemical Abstracts 1982 Edition. American Chemical Society, Columbus, Ohio", C.A. (1982).
 - ¹¹ Cagnin, M.A.H.; Interciencia (1985) 10, 64.
 - ¹² Cagnin, M.A.H.; Rev Bras. Tecnol. (1987) 18.
 - ¹³ Cagnin, M.A.H. e Silva, D.H. da; "A Ação do Fomento na História do CNPq", CNPq, Assessoria Editorial, Brasília (1987) (prelo).
 - ¹⁴ CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior); "Relação Atual dos Cursos de Pós-Graduação Cadastrados e Existentes na Memória", mimeo (1985).
 - ¹⁵ CAPES Sistema de Acompanhamento e Avaliação. Resultados da Avaliação por Área do Conhecimento — 1977-84, junho, mimeo (1986).
 - ¹⁶ Carrara Júnior, E.; Rev. Quim. Ind. (1984) 62I, 11.
 - ¹⁷ CDI (Conselho de Desenvolvimento Industrial). Relatório Anual de Atividades 1984. Grupo Setorial III — Indústrias Químicas, Petroquímicas e Farmacêuticas (1985).
 - ¹⁸ Coelho, R.R.; Rev. Quim. Ind. (1986) 8.
 - ¹⁹ COPAG (Comissão Para o Plano de Governo). Subsídios para uma política científica e tecnológica, mimeo (1985).
 - ²⁰ d'Avila, S.G.; XVI Congresso Latino-Americano de Química (1986), Rio de Janeiro, RJ.
 - ²¹ EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). EMBRAPA ANO 10. Destaques dos resultados de pesquisa de 1982, 12, Brasília (1986).
 - ²² Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) (SD): Ação da Finep — O FNCT — Colaboração Concedida 1970/1976. mimeo.
 - ²³ Finep: Relatório de Atividades 1985 (1986).
 - ²⁴ Frame, J.D.; Interciencia (1977) 2, 143.
 - ²⁵ Frame, J.D.; Social Studies Sci. (1979) 9, 233.
 - ²⁶ Frame, J.D.; Scientometrics (1980) 2, 133.
- ⁽¹⁶⁾ Periodicamente, sob a coordenação do CNPq, mas sob a própria responsabilidade dos pesquisadores, são geradas análises acerca do estágio de desenvolvimento de áreas e subáreas científicas, acrescidas de recomendações relativas à melhoria de suas perspectivas de crescimento. Tais documentos são designados de *Avaliação & Perspectivas*. Sua última versão data de 1983 e foi o resultado de 18 meses de intenso trabalho analítico dos produtores do desenvolvimento científico do país.

- ²⁷ Frame, J.D. e Carpenter, M.P.; *Social Studies Sci.* (1979) 9, 481.
- ²⁸ Frame, J.D.; Narin, F. e Carpenter, M.P.; *Social Studies Sci.* (1977) 7, 501.
- ²⁹ Hodara, J.; *Estudos Sociológicos* (1983a) 1, 509.
- ³⁰ Hodara, J.; *Funciones Explícitas y Implícitas en la Cuantificación de las Ciências en América Latina. I Seminário Panamericano em Métodos Quantitativos em Política Científica e Prospecção Tecnológica*, fevereiro, San José, Costa Rica. presented to the First (1983b).
- ³¹ MCT/CNPq (Ministério de Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) *Ciência e Tecnologia no Brasil. Evolução recente e perspectivas*. Coordenação Editorial, Brasília (1985).
- ³² MCT/CNPq: *O CNPq na transição democrática*. Assessoria Editorial, Brasília (1986).
- ³³ Mathias, S.; *A Pesquisa Química no Brasil*, mimeo (1983).
- ³⁴ Moravcsik, M.S.; "Assessment of Science in Developing Countries in Technology Assessment and Development"; Manzanal Srinivasan ed., Praeger Special Studies Series (1981).
- ³⁵ Mors, W.B.; *Química in Avaliação & Perspectivas 1982*, Vol. 2/ Ciências Exatas e da Terra: 337-413, CNPq, Coordenação Editorial, Brasília (1983).
- ³⁶ Narin, F. e Carpenter, M.P.; *Journal of the American Society for Information Science* (1975) 26, 80.
- ³⁷ Nicodem, D.E.; *Molec. Photochem.* (1979) 9, 373.
- ³⁸ NSF (National Science Foundation): *Science Indicators 1982. An Analysis of the State of U.S. Science, Engineering, and Technology*. National Science Board, Washington, D.C. (1983).
- ³⁹ Péllico Netto, S.; *Aspectos essenciais para o desenvolvimento das ciências básicas com as ciências aplicadas in Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências Agrárias: 80-89*, CNPq, Assessoria Editorial, Brasília (1985).
- ⁴⁰ IPNDNR (I Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República): 1986/1989. Projeto de lei, setembro (1985).
- ⁴¹ Philadelphia Workshop: *Strengthening the Coverage of Third World Science. The Final Report*, julho (1985).
- ⁴² Rabkin, Y.M. e Inhaber, H.; *Scientometrics* (1979) 1, 261.
- ⁴³ Rocha e Silva, M.; *Interciencia* (1976) 1, 215.
- ⁴⁴ Roche, M. and Freitas, Y.; *Interciencia* (1982) 7, 279.
- ⁴⁵ Rowlett, Jr., R.; *Chemtech* (1979) 9, 348.
- ⁴⁶ SBF/SBPC (Sociedade Brasileira de Física): "Avaliação da Física Brasileira". 38a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência, julho, Curitiba, Paraná (1986).
- ⁴⁷ SBQ (Sociedade Brasileira de Química): *Metas a serem atingidas na área da Química no Brasil para o triênio 1987-1989*, junho, mimeo (1986).
- ⁴⁸ Schwartzman, S.; *Minerva* (1978) 16, 545.
- ⁴⁹ Schwartzman, S.; *Formação da Comunidade Científica no Brasil*. Cia. Editora Nacional/Finep, Rio de Janeiro (1979).
- ⁵⁰ Schwartzman, S.; *Organização e Desempenho da Pesquisa Científica no Brasil. Relatório final da parte brasileira no Estudo Internacional Comparativo sobre a Organização e o Desempenho de Unidades de Pesquisa Científica (Projeto ICSOPRU), FINEP/UNESCO*, junho (1985).
- ⁵¹ Solla Price, D.J. de: *Nations Can Publish or Perish. Science & Technology for the Technical Men in Management*, outubro: 84-90 (1967).
- ⁵² Szmant, H.H.; *Cienc. Cult.* (1982) 34, 892.
- ⁵³ Velho, L.; *Scientometrics* (1986) 11, 51.