

Luiz Antonio Barreto de Castro¹ e Elianne Prescott²

Ministério da Ciência e Tecnologia/MCT - Assessoria de Programas Especiais/ASSPE - Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - sala 316 - 70067-900 - Brasília - DF

THE IMPACT OF PADCT ON CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING. Among all activities related to the management of science and technology in Brazil, program monitoring and evaluation is certainly one of the less developed and most needed. There are no universal methodologies that can be applied. In essence programs can be evaluated by relating their achievements to pre-established goals. A second strategy is to compare programs similar in nature, utilizing as reference common indicators. Finally programs can be evaluated by their socio-economic impact comparing investments to outcomes. All strategies mentioned require appropriate program design monitoring and expert independent evaluation. In Brazil as in many other countries including developed ones this activity is complicated by the fact that programs vary widely in their scope and goals. In Brazil program designs often do not specify clearly their purposes and output indicators, many are not monitored properly which makes evaluation difficult. Consequently science and technology programs are difficult to be compared to each other, and even evaluated on the basis of pre-established goals. In PADCT monitoring and evaluation proved to be the most challenging activities. Two lessons however were learnt. One is that the process of monitoring and evaluation has to be continuously exposed to criticism to be perfected; and the second is that the evaluation process must not be exhausted shortly after investments since translation of scientific knowledge into industrial applications may prove to be a lengthy process. In this exercise we certainly do not pretend to evaluate the QEQ subprogram but to organize some of the information produced by different sources related to this subject, including the PADCT administration. We use somewhat each strategy described: compare the outputs of the QEQ to predetermined proposed goals (particularly in PADCT II), compare the QEQ to other PADCT subprograms, and specify some outputs in terms of technological and industrial applications. Finally, we utilize this opportunity to discuss science and technology M&E in general and the complexity of developing this area in Brazil.

Keywords: monitoring and evaluation; indicators for M&E; PADCT; QEQ.

UM HISTÓRICO DO PADCT

Criado em 1984 pelo Governo Brasileiro, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico/PADCT, foi definido como instrumento complementar de implementação da política de fomento à C&T, visando não só o aumento quantitativo do apoio financeiro à pesquisa, como também a introdução de novos critérios, mecanismos, procedimentos e formas indutivas de apoio, com a definição de áreas prioritárias. A cada uma destas áreas correspondeu um subprograma na chamada fase I do PADCT: Química e Engenharia Química/QEQ, Geociências e Tecnologia Mineral/GTM, Biotecnologia/SBIO, Instrumentação/SINST, Educação para Ciência/SPEC, Informação em C&T/ICT, Planejamento e Gestão em C&T/PGCT, Tecnologia Industrial Básica/TIB, Manutenção/SPM. Na Fase II, o PADCT introduziu dois novos subprogramas — Novos Materiais/SNM e Ciências Ambientais/CIAMB — áreas que adquiriram relevância nestes últimos anos e que têm importância estratégica para o desenvolvimento social e econômico do País.

O PADCT, constituiu fonte significativa de recursos para fomento à pesquisa em C&T, tendo investido no setor em doze anos de atividade até dezembro de 1996, recursos da ordem de US\$ 462 milhões.

Em novembro de 1995 o Decreto Presidencial que aprovou

a nova estrutura do Ministério da Ciência e Tecnologia/MCT criou a Assessoria de Programas Especiais/ASSPE que abriga o PADCT. Por força deste ato, o programa passou a integrar o *portfolio* de programas do MCT, independentemente do aporte de recursos oriundos de empréstimos internacionais, que são, entretanto, ainda necessários no curto prazo. Como consequência, o PADCT teve sua infra-estrutura de gerenciamento fortalecida, na medida em que a ASSPE dispõe em seu âmbito de uma Divisão de Acompanhamento e Avaliação de Programas responsável, em grande medida, pelo esforço recente de monitoramento e avaliação do PADCT e pelos resultados apresentados neste artigo.

Negociações envolvendo o Governo Brasileiro e o BIRD prevêem investimentos da ordem de US\$ 600 milhões para a operacionalização da terceira fase do PADCT, que terá duração de cinco anos. A nova fase está prevista para iniciar-se em 1997 e uma de suas principais metas será a consolidação da relação entre os setores produtivo e acadêmico. Tal expectativa se ajusta às macro estratégias definidas no Plano Plurianual/PPA do Governo Federal 1996-1999, onde se postula, em relação à ciência e tecnologia, um crescimento dos investimentos nacionais de aproximadamente 0.7 para 1.5 % do PIB, com participação expressiva do setor privado (30 a 40%) e dos governos estaduais em sua composição.

O Brasil foi particularmente favorecido pelo exercício do PADCT nos últimos dez anos, que permitiu investimentos relevantes em infra-estrutura, capacitação e formação de recursos humanos em áreas em que o País tem oportunidades claramente

¹ Secretário Executivo do PADCT - Chefe da ASSPE/MCT

² Chefe da Divisão de Acompanhamento e Avaliação da ASSPE/MCT

identificadas, além de definir e exercitar mecanismos apropriados de seleção e financiamento de projetos dos grupos mais competentes nestas áreas, que tiveram este financiamento de forma continuada como devem ser os financiamentos de C&T. Os resultados estão sendo avaliados conquanto seja evidente que o Programa sentiu os efeitos perversos da inflação, o que dificultou uma interação adequada entre os setores público e privado e praticamente impediu maiores investimentos por parte do setor privado em C&T. Tem agora o PADCT o ambiente apropriado para consolidar suas propostas, com regras definidas, estabilidade econômica e documentos internacionais importantes como os que resultaram da UNCED, do GATT/TRIPS, e do MERCOSUL, todos estimuladores da cooperação internacional, imprescindível ao desenvolvimento; ao lado de legislações adequadas de patentes, biossegurança já disponíveis e de outras como as leis de incentivo aos investimentos em C&T (8861 e 8248) que estimulam o investimento no setor pelo área privada. Tem, assim o PADCT III, todas as condições para ser a principal e mais significativa experiência programática, em exercício, na América Latina, com referências importantes para outros países em desenvolvimento.

MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE C&T

A avaliação de programas é necessária para permitir correções de rumo e para o exercício de metodologia que possa ser utilizada para todos os programas de C&T no País. Além disso, é fundamental para que se possa perceber o nível de competência dos setores em que investimentos são realizados para otimizá-los, propor estratégias de desenvolvimento e elaborar instrumentos de planejamento. Esta atividade se inclui entre as mais importantes para o futuro do PADCT e para o setor de C&T no Brasil. Várias ações foram propostas e realizadas durante o PADCT II incluindo missões de especialistas da *Organization for Economic Co-operation and Development/OECD* na área de avaliação de programas. Todos os relatórios que produzimos para o GEA nos últimos quatro anos e os que foram produzidos por este colegiado especial de acompanhamento do PADCT, dedicam espaço para este tema. As dificuldades que encontramos até agora para realizar esta missão são de duas naturezas:

1. Não há uma metodologia universalmente aceita para avaliação de C&T, particularmente no que se refere à seleção de indicadores que permitam avaliação de desempenho de programas. Entretanto, existem várias iniciativas bem sucedidas que podem servir de referência para o setor de C&T no Brasil, como por exemplo a base de dados descentralizada da *National Science Foundation/NSF/NSB - Science Engineering Indicators* que congrega 400 mil cientistas e engenheiros dos setores acadêmicos, industrial e governamental nos Estados Unidos.
2. Avaliação de programas impede de informações atualizadas, confiáveis e organizadas de forma a serem consolidadas eletronicamente segundo parâmetros preestabelecidos. Para ser abrangente e dinâmico, este sistema deve ser descentralizado e incluir todas as agências de financiamento a C&T, sob um modelo comum de monitoramento e coleta de dados.

Este primeiro exercício de avaliação é específico para o PADCT. Foi realizado para todos os subprogramas do PADCT e utilizou como base, informações obtidas a partir do *Management Information System/MIS* do programa; dos coordenadores de projetos, coletadas através de formulário eletrônico/DATAVAL e de visitas de campo, as quais foram consolidadas e disponibilizadas para consultores visando realizar um esforço de avaliação do programa como um todo, com base em Termos de Referência definidos pela Secretaria Executiva. Tais consultores foram selecionados entre profissionais que possuem

uma visão detalhada dos respectivos subprogramas e dos setores a que cada um se refere. Com base em sua experiência profissional e nas informações disponíveis, cada consultor respondeu a uma pergunta fundamental: quais foram as conseqüências mais relevantes do PADCT em suas áreas de atuação no que tange à formação de recursos humanos, ao apoio a pesquisa científica e tecnológica e ao apoio à infra-estrutura de serviços. Neste trabalho, apresentamos apenas informações referentes ao subprograma QEQ. Inclui, também, informações obtidas a partir de avaliação do subprograma QEQ realizada sob a ótica do Grupo Técnico do Subprograma (Anônimo, 1996) e de Informes PADCT publicados em março de 1991, março abril e outubro de 1995. Informações sumárias sobre o PADCT I são apresentadas com base no *Project Completion Report/PCR* e em avaliação realizada por consultor (Anônimo, 1995). O processo de avaliação descrito não exauriu a agenda relativa ao monitoramento e avaliação de programas, do setor de ciência e tecnologia no Brasil, nem do próprio PADCT. Entre outras atividades futuras estão previstos o reinício da interação já havida com a OECD, com vistas a organizar um sistema de acompanhamento e avaliação para o setor de ciência e tecnologia no Brasil, em todos os níveis, incluindo a organização um sistema nacional de registro de cientistas que atuam no Brasil, nos moldes do sistema da NSF/NSB, já citado, e a utilização de indicadores para avaliação de programas e do setor de C&T.

INDICADORES DE DESEMPENHO QUANTITATIVOS DO PADCT E DO QEQ

Na Fase I, concluída em 1991, o Programa utilizou um total de US\$ 172 milhões, dos quais US\$ 72 milhões como empréstimo do BIRD e US\$ 100 milhões de contrapartida brasileira. Nesta primeira fase foram financiados cerca de 2.700 projetos de pesquisa básica e aplicada, nas áreas já citadas. Na Fase II, que teve início em 1991 e término em dezembro de 1996, foram apoiados 1.816 projetos (Tabela 1) beneficiando 350 instituições brasileiras, compreendendo um investimento da ordem de US\$ 290 milhões, dos quais US\$ 140 milhões de empréstimo junto ao BIRD e US\$ 150 milhões de contrapartida nacional. O custo médio dos projetos financiados pelo PADCT-II foi da ordem de US\$ 173 mil que, comparado ao mesmo parâmetro no PADCT-I (cerca de US\$ 70 mil), caracteriza uma redução drástica da chamada "pulverização de recursos". Na tabela 1 estão detalhados os recursos comprometidos por subprograma durante o PADCT II. Destes recursos, o Programa desembolsou até dezembro de 1996 US\$ 277 milhões, e concluirá seus compromissos em 1997. Cerca de US\$ 160 milhões foram utilizados no país e US\$ 116.7 milhões no exterior. 78% dos projetos estão sendo implementados em instituições localizadas nas regiões Sudeste e Sul, correspondendo a 80% dos recursos comprometidos. A tabela 2 mostra que o Subprograma QEQ recebeu 18.5% do total de recursos alocados ao PADCT e explicita de que forma os recursos foram alocados por classe de projeto. Os investimentos realizados em pesquisa científica e formação de recursos humanos correspondem a 67% do total de recursos investidos. Pesquisa tecnológica embora tenha aumentado de forma significativa na fase II do programa corresponde apenas a 10% dos financiamentos realizados pelo QEQ.

A partir de 1995 a Secretaria Executiva do PADCT obteve dos coordenadores de projetos, informações destinadas a avaliar o impacto dos resultados alcançados pelo Programa. No âmbito do PADCT-II, foram selecionados cerca de 993 projetos em andamento que tivessem recebido, até março de 1995, pelo menos 50% dos recursos previstos em seus orçamentos. O conjunto de respostas obtidas de 705 projetos constituiu uma base de dados cuja análise permitiu obter alguns indicadores quantitativos. Os resultados apresentados neste relatório são preliminares e estão organizados nas tabelas de números 3 a 9 que embora auto-explicativas, merecem as seguintes considerações:

Tabela 1. PADCT II - Informações orçamentárias. Recursos comprometidos.

| Subprograma | # DE | Local | Externo | Total |
|-------------|----------|------------|------------|------------|
| | Projetos | | | |
| QEQ | 256 | 30.332,47 | 22.744,53 | 53.077,00 |
| GTM | 158 | 20.470,59 | 16.903,41 | 37.374,00 |
| SBIO | 158 | 17.628,15 | 22.798,85 | 40.427,00 |
| SINST | 175 | 13.047,50 | 5.663,50 | 18.711,00 |
| SPEC | 257 | 19.337,92 | 4.198,08 | 23.536,00 |
| ICT | 214 | 4.994,38 | 1.431,24 | 6.425,62 |
| PGCT | 43 | 5.351,93 | 512,07 | 5.864,00 |
| TIB | 247 | 20.784,19 | 11.965,97 | 32.750,16 |
| SPM | 132 | 7.065,97 | 3.219,03 | 10.285,00 |
| SPIN | 45 | 1.684,55 | 999,67 | 2.684,22 |
| SNM | 84 | 11.408,24 | 24.481,76 | 35.890,00 |
| CIAMB | 40 | 9.234,76 | 5.441,24 | 14.676,00 |
| STUDY B1 | 1 | 448,02 | 51,98 | 500,00 |
| STUDY B2 | 1 | 1.700,00 | 0,00 | 1.700,00 |
| ADM. | 5 | 8.800,00 | 516,00 | 9.316,00 |
| TOTAL | 1.816 | 172.288,67 | 120.927,33 | 293.216,00 |

(US\$=mil)

A tabela 3 especifica o tamanho da amostra analisada do ponto de vista financeiro com relação ao total dos investimentos do PADCT II. No caso específico do QEQ 153 projetos de um total de 256 contratados foi analisada correspondendo a 47,2 % dos recursos investidos. A tabela 4 refere-se ao pessoal envolvido nos 705 projetos analisados. Verifica-se que estes projetos envolveram a participação de 5.184 profissionais dos quais 50% com titulação em nível de doutoramento. Este número corresponde a cerca de 14% dos pesquisadores listados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. (Indicadores 1996). É possível inferir que a equipe média em projetos do QEQ é de 8 pesquisadores, sendo seis doutores. A tabela 5 apresenta a produção científica da amostra. Para avaliação da produção científica do PADCT-II, em relação à massa crítica de pesquisadores envolvidos, selecionamos apenas (Tabelas 6 a 8) os subprogramas verticais que são tipicamente de C&T, (QEQ, SBIO, GTM, SNM, CIAMB e SINST), e que envolveram 3.436 pesquisadores, excluídos os de nível técnico. Considerando-se apenas teses e publicações divulgadas em revistas com *referee*, nacionais e estrangeiras, excluídas as comunicações à Congressos e Seminários, verificamos um total de 6.884 artigos/teses, correspondendo a uma média de 2,0 artigos/Teses por pesquisador, conforme a tabela 8. Conquanto a maioria dos projetos ainda estivesse em andamento quando da pesquisa, fizemos um exercício sob a produção científica destes projetos tendo como referência um período de 2,5 anos. A média anual de teses/publicações por pesquisador é de 0,80. Este índice é compatível com a média anual da produção científica (115.558

publicações/teses) de 37.300 pesquisadores, durante o período acumulado de 1990 a 1995 (fonte: *National Indicators of Science & Technology*), que é de 0,61. A média do subprograma QEQ é o dobro da média nacional. Apenas os subprogramas Instrumentação e Ciências Ambientais ficaram a baixo da média (0,43 e 0,40, respectivamente). O primeiro é mais tecnológico do que científico. O segundo tem uma história curta no PADCT, iniciado que foi apenas na fase II do programa. Os 3.436 cientistas envolvidos nos projetos do PADCT II considerados nesta análise, correspondem a 9,21 % da massa crítica citada no *National Indicators of Science and Technology*.

A tabela 9 apresenta a produção tecnológica dos 705 projetos analisados, onde se observa 215 produtos inovados/adaptados, 67 processos desenvolvidos, 87 patentes solicitadas/concedidas, 29 tecnologias transferidas ao setor produtivo e 73 produtos comercializados. O PADCT tem cumprido importante papel entre os programas que investem nas interações entre os setores acadêmico e industrial. Mais de uma centena de projetos financiados pelo programa resultaram na geração de produtos, processos e serviços - alguns deles inovadores, já transferidos ou em fase de transferência para o setor industrial (Informe PADCT setembro 1991, abril e outubro, 1995).

O próximo passo será retornar aos entrevistados para um *follow up* das informações prestadas principalmente porque os conceitos de: produto/processo/transferência de tecnologia/produto comercializado não foram explicitados com rigor quando da coleta de dados.

Ressalte-se que os relatórios produzidos no final de 1996 pelos especialistas nas respectivas áreas apoiadas pelo PADCT, apontaram, na sua maioria, para a necessidade de se ampliar a base de dados, agregando informações substantivas para permitir uma avaliação mais concreta. Com essa finalidade, a Secretaria Executiva iniciou, em outubro de 1996, a reestruturação de sua base de dados com o objetivo de recuperar, complementar, atualizar e disseminar dados relativos aos resultados obtidos com a execução dos projetos financiados pelo PADCT-II. Utilizando ambiente WEB/INTERNET e ferramentas ORACLE, espera-se aprimorar o processo de coleta/recuperação de dados e obter indicadores detalhados que subsidiem a avaliação do impacto do programa no setor de C&T. Esse sistema deverá estar concluído em meados de 1997 e será imprescindível para a elaboração do *Project Completion Report/PCR* do PADCT-II.

INDICADORES QUALITATIVOS RELATIVOS AO SUBPROGRAMA QEQ

A análise dos indicadores qualitativos de desempenho do subprograma de Química e Engenharia Química teve como referência dois (2) relatórios produzidos pela comunidade científica, o primeiro sobre o PADCT-I (Anônimo 1995) e o segundo pelo Grupo Técnico do QEQ (Anônimo 1996), sobre o PADCT-II. Ambos procuram responder as perguntas fundamentais que

Tabela 2. PADCT II - Distribuição dos recursos do subprograma QEQ por classes de projetos (em US\$ mil).

| Classe | PADCT-I | | PADCT-II | | Total QEQ | |
|--------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | Valor | % | Valor | % | Valor | % |
| Formação de Recursos humanos | 7.511,00 | 22,85 | 17.413,00 | 33,11 | 24.924,00 | 29,16 |
| P&D | 17.169,00 | 52,23 | 24.517,00 | 46,62 | 41.686,00 | 48,78 |
| - apoio a pesquisa científica | 14.583,00 | 44,37 | 18.193,00 | 34,59 | 32.776,00 | 38,35 |
| - apoio a pesquisa tecnológica | 2.586,00 | 7,87 | 6.324,00 | 12,02 | 8.910,00 | 10,43 |
| Infra-estrutura de serviços | 8.189,00 | 24,91 | 10.348,00 | 19,68 | 18.537,00 | 21,69 |
| Avaliação | | 0,00 | 313,00 | 0,60 | 313,00 | 0,37 |
| Total | 32.869,00 | 100,00 | 52.591,00 | 100,00 | 85.460,00 | 100,00 |

(Fonte: PADCT-I *Study I* e PADCT-II MIS).

Tabela 3. Avaliação do PADCT II - Informações orçamentárias. Composição da amostra (US\$ milhões).

| Valor Subprograma | Amostra Contratado (A) | Amostra Seleccionada (B) | Amostra Analisada (C) | % (C/A) | % (C/B) |
|-------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|---------|---------|
| CIAMB | 14,68 | 7,48 | 4,82 | 32,81 | 64,41 |
| ICT | 6,02 | 2,85 | 2,25 | 37,43 | 79,05 |
| GTM | 37,37 | 21,81 | 20,76 | 55,55 | 95,18 |
| QEQ | 53,08 | 34,35 | 25,10 | 47,29 | 73,07 |
| SBIO | 39,63 | 24,12 | 18,75 | 47,31 | 77,73 |
| SINST | 18,71 | 10,41 | 4,67 | 24,96 | 44,84 |
| PGCT | 4,46 | 3,62 | 1,49 | 33,32 | 41,05 |
| SNM | 35,89 | 22,25 | 18,48 | 51,50 | 83,07 |
| SPEC | 22,74 | 14,15 | 11,07 | 48,70 | 78,25 |
| SPIN | 2,68 | 2,44 | 1,18 | 44,03 | 48,40 |
| SPM | 10,28 | 2,35 | 1,35 | 13,10 | 57,41 |
| TIB | 32,75 | 11,04 | 7,68 | 23,46 | 69,60 |
| TOTAL | 278,29 | 156,87 | 117,60 | 42,26 | 74,97 |

Tabela 4. Avaliação do PADCT II - Número de pesquisadores por projetos do PADCT II por titulação acadêmica.

| Subprograma | Número de projetos analisados | Recém doutor* | PhD | MSc | BSc | Especialista | Técnico | Total |
|-------------|-------------------------------|---------------|-------|-------|-----|--------------|---------|-------|
| CIAMB | 26 | 16 | 217 | 138 | 104 | 13 | 5 | 493 |
| GTM | 60 | 220 | 196 | 144 | 48 | 30 | 25 | 663 |
| ICT | 53 | 6 | 11 | 43 | 25 | 28 | 15 | 128 |
| PGCT | 9 | 14 | 60 | 33 | 4 | 2 | 0 | 113 |
| QEQ | 153 | 410 | 454 | 245 | 51 | 31 | 17 | 1.208 |
| SBIO | 73 | 160 | 175 | 67 | 33 | 3 | 12 | 450 |
| SINST | 62 | 57 | 59 | 73 | 53 | 3 | 20 | 265 |
| SNM | 52 | 99 | 134 | 124 | 66 | 13 | 82 | 518 |
| SPEC | 115 | 31 | 166 | 327 | 162 | 156 | 4 | 846 |
| SPIN | 22 | 31 | 69 | 33 | 6 | 2 | 0 | 141 |
| SPM | 15 | 1 | 15 | 3 | 22 | 4 | 67 | 112 |
| TIB | 65 | 1 | 39 | 35 | 105 | 26 | 41 | 247 |
| TOTAL | 705 | 1.046 | 1.595 | 1.265 | 679 | 311 | 288 | 5.184 |

* Inclui também pós doutoramentos

Tabela 5. PADCT II - Avaliação dos resultados científicos.

| Subprograma | Composição da amostra | Teses | | Publicações | | Congressos (abstracts) |
|-------------|-----------------------|-------|-----|-------------|----------------|------------------------|
| | | MS | PhD | Nacionais | Internacionais | |
| CIAMB | 26 | 132 | 7 | 238 | 153 | 854 |
| GTM | 60 | 321 | 100 | 370 | 281 | 1.261 |
| ICT | 53 | 167 | 57 | 189 | 364 | 983 |
| PGCT | 9 | 107 | 20 | 176 | 69 | 454 |
| QEQ | 153 | 887 | 336 | 710 | 1.719 | 6.807 |
| SBIO | 73 | 157 | 78 | 120 | 334 | 675 |
| SINST | 62 | 80 | 21 | 59 | 84 | 337 |
| SNM | 52 | 154 | 72 | 93 | 378 | 1.220 |
| SPEC | 115 | 117 | 17 | 154 | 33 | 289 |
| SPIN | 22 | 139 | 88 | 144 | 427 | 1.776 |
| SPM | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TIB | 65 | 12 | 0 | 15 | 2 | 115 |
| TOTAL | 705 | 2.273 | 796 | 2.268 | 3.844 | 14.771 |

Fonte: MCT/SE/PADCT

Tabela 6. Avaliação do PADCT II - Número de pesquisadores por titulação acadêmica, por subprogramas selecionados.

| | # Total de projetos contratados | # Total de projetos analisados | recém-doutor* | PhD | MSC | Bacharel/Especialista | TOTAL |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------|-------------|------------|-----------------------|-------------|
| QEQ | 256 | 153 | 410 | 0454 | 245 | 082 | 1191 |
| SBIO | 158 | 73 | 160 | 175 | 67 | 36 | 438 |
| GTM | 158 | 60 | 220 | 196 | 144 | 78 | 638 |
| SNM | 84 | 52 | 99 | 134 | 124 | 79 | 436 |
| CIAMB | 40 | 26 | 16 | 217 | 138 | 117 | 488 |
| SINST | 175 | 62 | 57 | 59 | 73 | 56 | 245 |
| TOTAL | 871 | 426 | 962 | 1235 | 791 | 448 | 3436 |

Tabela 7. Avaliação do PADCT II - Produção científica de subprogramas selecionados.

| | # Total de projetos contratados | # de projetos analisados | Teses de Mestrado | Teses de Doutorado | Publicação em Revistas Nacionais | Publicação em Revistas Internacionais | TOTAL |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| QEQ | 256 | 153 | 887 | 336 | 710 | 1719 | 3652 |
| SBIO | 158 | 73 | 157 | 78 | 120 | 334 | 689 |
| GTM | 158 | 60 | 321 | 100 | 370 | 281 | 1072 |
| SNM | 84 | 52 | 154 | 72 | 93 | 378 | 697 |
| CIAMB | 40 | 26 | 132 | 7 | 238 | 153 | 530 |
| SINST | 175 | 62 | 80 | 21 | 59 | 84 | 244 |
| TOTAL | 871 | 426 | 1731 | 614 | 1590 | 2949 | 6884 |

Tabela 8. Avaliação do PADCT II - Relação produção científica/pesquisadores/subprogramas selecionados.

| | # de Pós-Doutores e Doutores (A) | # de MSC/BSc (B) | # Total de Pesquisadores (C) | # Produção Científica (D) | D/A | D/C |
|--------------|----------------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
| QEQ | 864 | 327 | 1191 | 3652 | 4,23 | 3,07 |
| SBIO | 335 | 103 | 438 | 689 | 2,06 | 1,57 |
| GTM | 416 | 222 | 638 | 1072 | 2,58 | 1,68 |
| SNM | 233 | 203 | 436 | 697 | 2,99 | 1,60 |
| CIAMB | 233 | 255 | 488 | 530 | 2,27 | 1,09 |
| SINST | 116 | 129 | 245 | 244 | 2,10 | 1,00 |
| TOTAL | 2197 | 1239 | 3436 | 6884 | 3,13 | 2,00 |

Tabela 9. Avaliação do PADCT II - Resultados tecnológicos.

| Subprograma | Composição da amostra | Produtos | Processos | Patentes | Tecnologia Transferida | Produtos Comercializados |
|--------------|-----------------------|------------|-----------|-----------|------------------------|--------------------------|
| CIAMB | 26 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 |
| GTM | 60 | 9 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| ICT | 53 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| PGCT | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| QEQ | 153 | 70 | 11 | 51 | 0 | 1 |
| SBIO | 73 | 5 | 2 | 5 | 3 | 3 |
| SINST | 62 | 19 | 12 | 10 | 9 | 12 |
| SNM | 52 | 28 | 33 | 6 | 11 | 3 |
| SPEC | 115 | 74 | 0 | 9 | 0 | 53 |
| SPIN | 22 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| SPM | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TIB | 65 | 7 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| TOTAL | 705 | 215 | 67 | 87 | 29 | 73 |

Fonte: MCT/SE/PADCT

citamos acima: conseqüências relevantes do PADCT sobre a Química e Engenharia Química. Procura-se em ambos os casos comparar o setor após os investimentos realizados pelo programa com o passado e as realizações do programa tendo como referência o proposto em ambas as fases do PADCT.

QEQU NO PADCT-I

Os dados relativos ao PADCT-I, como dissemos, são escassos. A tabela 2 revela que o PADCT-I foi responsável por um investimento da ordem de US\$ 33.0 milhões destinados, principalmente, a pesquisa científica e formação de recursos humanos que, em conjunto, utilizaram 67% destes recursos. O investimento em infra-estrutura foi importante (25.0 %), e o esforço tecnológico participou com cerca de 8.0%.

Apoio a Formação de Recursos Humanos

Cerca de 23.0 % dos recursos do QEQU no PADCT-I foram destinados ao apoio a cursos de pós-graduação (18.0 %) e graduação (5.3 %). O apoio a cursos de pós-graduação concentrou-se (86%) em 10 instituições: UFRJ, IQ/USP, IQ/UNICAMP, UFMG, UFSCAR, UFRRJ, UnB, UFCE, UFSM e UFSC. Embora não tenha havido um incentivo explícito à criação de novos cursos de Pós-graduação, o número de cursos aumentou na Química de 24 para 34 no período e na Engenharia Química de 4 para 8. No período de 1985 a 1991 foram formados 899 Mestres e 344 Doutores em Química/Eng. Química. O apoio a graduação, uma característica do QEQU também concentrou-se (81.0%) em 10 instituições, incluindo algumas já citadas e outras como: UFBA, UFF, UFPE, UFPB, e UFPA.

Produção científica e tecnológica

Foram consultados e responderam ao questionário DATAVAL 62 coordenadores de projetos correspondendo a 41.8 % , (\$ 14.6 milhões) dos recursos investidos pelo QEQU na fase I do PADCT. Os resultados não permitem conclusões a nível da produção científica/pesquisador/ano como no caso do PADCT-II. Entretanto, a produção científica/docente/ano na área de Química era de 0.61 em 1983 de acordo com estimativa realizada pela CAPES com base nos cursos de pós-graduação onde se concentra a maioria dos grupos de pesquisa da área de Química/ Engenharia Química.

A análise realizada pela Divisão de Acompanhamento e Avaliação da ASSPE revelou no PADCTI/QEQU uma produção científica (publicações no país e no exterior) excluindo teses, de 1088 publicações, uma média/projeto da ordem de 17.5, semelhante ao que se verificou no PADCT-II. Entretanto, é provável que a produção científica destes projetos tenha extrapolado ao período do PADCT-I uma vez que muitos dos entrevistados quando da consulta já recebiam recursos do PADCT II.

O número de projetos de desenvolvimento tecnológico analisado foi pequeno. Nove projetos produziram 4,3 produtos e três novos processos de interesse industrial. Emergem na área de Química como conseqüência do apoio (não exclusivo) do PADCT-I empresas como a MICROBIOLÓGICA, QUIRAL QUÍMICA DO BRASIL, e a BIOCARBO INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Maiores detalhes sobre o impacto do PADCT na área da Química e Engenharia Química estão no Informe PADCT (1991).

Serviços e Infra-estrutura

Dos investimentos realizados pelo PADCTI/QEQU na área de infra-estrutura e serviços cerca de 83% foram destinados a apoio a bibliotecas e centrais analíticas, praticamente na mesma proporção. Bibliotecas como a da USP recebeu cerca

US\$ 700 mil do PADCTI/QEQU. Sete outras bibliotecas receberam cerca de US\$ 250 mil cada uma e outras cinco bibliotecas cerca de US\$ 80 mil. Independente dos benefícios imediatos que resultaram destes investimentos, com o advento da INTERNET e o conceito de bibliotecas virtuais esta estratégia deve ser revista no PADCT-III para que o apoio a bibliotecas possa ser efetivo também a longo prazo. Em síntese o QEQU na fase I do PADCT atingiu todos as metas traçadas com exceção da área tecnológica por razões que serão discutidas posteriormente. Nenhum investimento foi feito pelo GT do QEQU para avaliação do subprograma ao contrário do que aconteceu na fase II.

O QEQU NO PADCT II

O QEQU teve o maior orçamento entre todos os subprogramas do PADCT II. Ainda assim financiou apenas 253 (29%) dos 878 projetos apresentados em resposta aos editais. Em termos financeiros o orçamento de cerca de US\$ 52.6 milhões atendeu a 27% de uma demanda de cerca de US\$ 190 milhões. Como se verifica na tabela 2, o QEQU estrategicamente funcionou da mesma forma nas duas fases do PADCT. A que registrar apenas um aumento no esforço tecnológico, na formação de recursos humanos e na avaliação do subprograma na fase II. Analisamos neste artigo principalmente o documento de avaliação do QEQU produzido pelo GT (Anônimo 1996), que apresenta uma visão muito mais detalhada das realizações do subprograma.

Apoio a formação de recursos humanos

O QEQU investiu cerca de US\$ 17.4 milhões na formação de recursos humanos. Foram apoiados 53 cursos de graduação em 27 instituições brasileiras distribuídas nacionalmente, um esforço da ordem de US\$ 4.7 milhões ou 27.0 % do total de recursos investidos pelo QEQU em recursos humanos. O restante dos recursos nesta classe de projetos foi utilizado para apoiar 43 cursos de pós graduação em 17 instituições brasileiras. A grande maioria destes cursos tem conceito na CAPES no nível A ou B. O esforço do PADCT/QEQU na área de formação de recursos humanos foi responsável por um aumento drástico da massa crítica de químicos e engenheiros químicos nos últimos anos. A comunidade de químicos e engenheiros químicos no final da década de 80 era da ordem de 500 doutores em química e 100 doutores em engenharia química. Existem atualmente registrados no Diretório Nacional dos Grupos de Pesquisa/CNPq 850 doutores em Química e 225 doutores em Engenharia Química. O número de alunos dobrou no período 1991-1996 na maioria dos cursos. Ainda assim, são formados por ano 100 doutores em Química e 25 em Engenharia Química, número considerado insuficiente pelo Grupo Técnico que avaliou o programa. É importante verificar o grau de absorção pela indústria química deste pessoal pós-graduado, fato que certamente estimularia maiores investimentos nesta classe de projetos.

Produção Científica e Tecnológica

Os investimentos de apoio a grupos de pesquisa científica destinou cerca de US\$ 18 milhões, dos quais 45% para grupos emergentes e 55% para grupos consolidados. No total, 70 projetos foram financiados nesta classe. Considerando-se que existem cerca de 500 grupos de pesquisa classificados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq pode-se dizer que o PADCT II atendeu a cerca de 14% dos grupos citados. A produção científica dos projetos QEQU como já citado é a mais alta dentre todos os subprogramas do PADCT.

Os investimentos tecnológicos aumentaram 144% com relação ao PADCT I. Ainda assim da meta prevista de apoiar 60 projetos, somente 33 projetos nesta classe foram recomendados

para financiamento. Um investimento de US\$ 6.3 milhões a nosso ver bastante significativo considerando o exercício de outros programas do gênero como o FAPESPTEC e OMEGA desenhados para esta finalidade. O PADCT-II, por outro lado, não foi projetado para equacionar a relação Universidade/Empresa e não estabeleceu *a priori* regras específicas para este fim. Tivemos que adotá-las ao longo da implementação do programa. Estabelecer mecanismos de parceria Universidade /Empresa têm se constituído em uma das mais difíceis tarefas do PADCT e também de outros programas de C&T. Durante muitos anos, convivemos com uma inflação perversa que desestimulava qualquer investimento de longo prazo por parte da iniciativa privada.

Somente no final de 1994, após o *Mid Term Review*, foi definido que, para esta classe de projetos, o contrato da Agência seria feito sempre com a instituição pública, partícipe da parceria. Esta, por sua vez, firmaria contrato com a empresa privada para definir obrigações, e o destino dos benefícios dos projetos financeiros e da propriedade intelectual, em nome do interesse público. Neste particular, nada caberia às Agências que repassam recursos do PADCT para esta modalidade de projeto. Mas esta pré-condição de contrato, entre a empresa pública e a empresa privada, não deveria ser obrigatória no ato da apresentação do projeto aos Comitês Assessores/CAs, mas sim, para a assinatura do contrato entre a instituição pública e a Agência, ou mesmo para a efetividade do projeto (recebimento dos recursos). Isto para que houvesse mais tempo para as negociações entre as partes. A experiência mundial indica que estas negociações podem e, via de regra, são demoradas. Ainda assim destacamos uma amostra (certamente não exaustiva) de projetos importantes financiados pelo PADCT, no âmbito do subprograma QEQ, voltados para a interação Universidade/Empresa.

- 1) Estudo da oxidação seletiva de hidrocarbonetos por diferentes mecanismos, UNICAMP/IQ - Interação com a NICROCARBONO
- 2) Produção de Goma Xantana, UFRJ/EQ - Interação com Indústrias Químicas Taubaté-IQT, participação de 20% do recurso total do projeto
- 3) Desenvolvimento de um catalisador biofuncional-hidrodesulfurização de H₂S formado, UFRJ/COPPE - Interação com OXITENO, participação de 20% do recurso total do projeto
- 4) Otimização do processo de reforma catalítica. Estudo de desativação de catalisadores, UFBA/IQ -Interação com a COPENE, participação de 20% do recursos total do projeto
- 5) Partículas ocas e películas revestidas, UNICAMP/IQ - Interação com TINTAS E RESINAS ALBRI
- 6) Desenvolvimento da tecnologia de síntese industrial do antiviral aciclovir, EMPRESA NORTEC - Financiamento através de operação de risco
- 7) Purinas, pirimidinas, seus nucleosídeos e derivados bioativos, EMPRESA MICROBIOLÓGICA - Financiamento através de operação de risco
- 8) Química atmosférica de álcoois, aldeídos, ácidos carboxílicos e ácidos sulfúricos, UFBA/IQ - Interação com a POLIALDEN
- 9) Química de novos compostos anti-chagásicos, UNICAMP/IQ - Pedido de patente ao INPI
- 10) Química de reações fermentativas e reagentes suportados, UNICAMP/IQ - Patente de processo
- 11) Obtenção de compostos anti-inflamatórios e anti-alérgicos a partir de produtos naturais abundantes, UFSC/DQ - Patente de produto
- 12) Pesquisa e desenvolvimento de um novo catalisador para a fabricação de poliálcoois por hidrogenação sob pressão de açúcares ou xarope de amido hidrolizado, UFRJ/COPPE - Interação com a Getec, participação de 20% do recursos total do projeto

- 13) Catalisadores para a hidrogenação seletiva de benzeno, UFRRJ - Interação com o INT e Fábrica Carioca de Catalisadores, participação de 20% do recursos total do projeto
- 14) Síntese e caracterização de novos fármacos anti-chagas, Empresa Nortec/UFPE - Financiamento através de operação de risco
- 15) Centro de Secagem de Pastas e Suspensões de Sementes, UFSCAR - Interação com as empresas da região: Prefeitura de Matão, Prefeitura de São Carlos, Agricontrol, refinações de Milho Brasil, Rhodia
- 16) Síntese enantiosseletiva e alcalóides de aspidosperma, UFRJ/NPPN - Cooperação com a Nortec para o desenvolvimento de produto/Estágio avançado
- 17) Purificação de proteínas por processo ADS com bolhas, UNICAMP - Cooperação com a Biobrás para o desenvolvimento de processo - testes em resíduos industriais
- 18) Espectroscopia atômica e nuclear aplicada, PUC/RJ - Interação com as empresas Merck, Bayer, Liquid Carbonic, Ingá(RJ), Sibrás(BA), Bio-Rio
- 19) Xilanas, Pentoses e Derivados obtidos de fontes naturais brasileiras por métodos extrativos, USP - Desenvolvimento de produto
- 20) Modelagem, síntese e avaliação biológica de antibióticos catiônicos, IME
- 21) Síntese e caracterização de catalisadores à base de cromo; COPPE/UFRJ -Interação com a P.P.H., participação com 20% do recursos total do projeto

Serviços e Infra-estrutura

O QEQ, na fase II, investiu US\$ 10.3 milhões no apoio a 24 bibliotecas (US \$ 2.64 milhões) e o restante foi utilizado para apoiar 13 projetos de infra-estrutura na aquisição de equipamentos de grande porte multi-usuário. O apoio continuado e as principais bibliotecas de Química do país, durante os últimos doze anos, certamente foi fator significativo para a qualidade da produção científica da comunidade neste período.

Quanto aos equipamentos de grande porte recém adquiridos, o GT do QEQ tem a expectativa de que a manutenção destes equipamentos deva merecer especial atenção no PADCT-III. A solução para minimizar os custos deve ser possibilitada através de contratos multi-institucionais a serem realizados por famílias de equipamentos, posição que a Secretaria Executiva do PADCT vem defendendo de forma sistemática desde o início do PADCT-II, embora com dificuldades nas negociações com o Banco Mundial.

O FUTURO DO QEQ

O subprograma de Química e Engenharia Química sempre foi um programa líder no PADCT. Além do mais, sempre foi um programa que enfrentou desafios procurando inovar e ajustar-se às novas realidades (isto é evidente no esforço tecnológico e nas chamadas centrais analíticas). Por outro lado o QEQ soube perseguir, com obstinação, prioridades que assim devem ser equacionadas como o apoio a recursos humanos e a bibliotecas. É um programa bem sucedido quando se comparam as metas executadas e propostas como evidencia esta análise. Isto não significa dizer que maiores desafios estejam no caminho do QEQ como dos demais programas que farão parte do PADCT-III.

Entre estes desafios, em parte como conseqüência do seu próprio sucesso, a comunidade de grupos emergentes do QEQ cresceu. Somente 8.9 % destes grupos foram contemplados com recursos do PADCT II. Uma interação maior com grupos consolidados na forma de projetos multi-institucionais poderia ser

uma solução nos moldes do que ocorreu com projetos do PRONEX. Atrair grupos emergentes para regiões menos favorecidas (um problema de todas as atividades de C&T) incentivando estes grupos através de bolsas de estudo e recursos em parceria envolvendo o PADCT e as FAPs está na agenda do PADCT-III. Entretanto, o vínculo destes grupos com grupos consolidados no país ou no exterior nos parece imprescindível para o sucesso desta iniciativa.

A relação Universidade/Empresa é outro desafio. O PADCT-III terá um forte componente nesta área. Novas regras são necessárias com base no que funciona em países desenvolvidos. Uma ação prospectiva do QEQ no sentido de identificar quais os reais problemas da indústria para facilitar esta interação é essencial e, sabemos, está em andamento. A necessidade de satisfazer a uma competição cada vez mais difícil tem feito com que os empresários que nos procuram demonstrem interesse em investir em ciência desde que em temas relevantes para a indústria, como catálise por exemplo. Aumentar a interação com a indústria será necessário sobre todos os aspectos.

Será também necessário, ampliar a formação de recursos humanos em nível de graduação e pós-graduação, demonstrando ao mesmo tempo que o pessoal formado é necessário e absorvido pela indústria.

Finalmente, as áreas de informação/monitoramento e avaliação (utilizando todos os recursos disponíveis na INTERNET) e manutenção de equipamentos de grande porte, exigem soluções inovadoras, algumas já citadas. A interação internacional

sempre foi tímida no PADCT. Todos estes temas estão na agenda do GT do QEQ e são citados no documento de avaliação do subprograma menos o último, salvo engano de nossa parte.

REFERÊNCIAS

1. Anônimo, *An Approach to Evaluate PADCT I*. Secretaria Executiva do PADCT, ASSPE/MCT. Mimeo. Novembro 1995.
2. Anônimo, *PADCT- Análise de desempenho do Subprograma de Química e Engenharia Química -QEQ, Fase II 1990-1996*. Produzido pelo Grupo Técnico do QEQ.
3. Anônimo, *Project Completion Report/PCR-PADCT I*. Elaborado sob a responsabilidade da Secretaria Executiva do PADCT.
4. Anônimo, *Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia, 1990-1995*. Ministério da Ciência e Tecnologia, CNPq. Dezembro 1996.
5. Anônimo, *Informe PADCT - Projetos*. Ano II N° 6 Setembro 1991. Editado pela Secretaria Executiva do PADCT.
6. Anônimo, *Informe PADCT - Evolução Tecnológica do Conhecimento Científico*. Ano V N° 20 Abril 1995. Editado pela Secretaria Executiva do PADCT.
7. Anônimo, *Informe PADCT- Interação Universidade/Empresa*. Ano V N° 21 Outubro 1995. Editado pela Secretaria Executiva do PADCT.