

ORGANIZAÇÃO E DESEMPENHO DA PESQUISA CIENTÍFICA NO BRASIL  
(PROJETO ICSOPRU)

Simon Schwartzman

Relatório final da parte brasileira do Estudo Intencional Comparativo sobre a Organização e o Desempenho de Unidades de Pesquisa Científica (Projeto ICSOPRU), realizado por solicitação da Financiadora de Estudos e Projetos — FINEP em convênio com a UNESCO.

Rio de Janeiro, Junho de 1985.

I – Apresentação .....	5
Capítulo 1 - O Projeto ICSOPRU no Brasil: a amostra brasileira .....	6
1. O projeto .....	6
2. O projeto no Brasil.....	7
3. Os questionários.....	7
4. A Amostra.....	9
Capítulo II - as unidades de pesquisa científica no Brasil características gerais.....	15
I. A variedade da pesquisa científica: tipos de instituição e áreas de conhecimento....	15
2. Tradição de trabalho .....	17
3. Recursos humanos .....	18
4. Fontes de financiamento .....	20
5. Equipamentos e informação científica.....	21

6. Possibilidades de aperfeiçoamento .....	22
7. A avaliação dos recursos.....	23
Capítulo III - os objetivos da pesquisa científica e tecnológica.....	26
1. Os diferentes objetivos.....	26
2. As orientações das unidades de pesquisa.....	27
3. As dimensões da avaliação. ....	29
4. Auto-avaliação. ....	30
Capítulo IV - o desempenho da pesquisa.....	34
1. As variações do desempenho .....	34
2. Os determinantes do desempenho: primeira aproximação .....	35
3. Os determinantes do desempenho: segunda aproximação.....	37
4. Um teste dos indicadores de desempenho: as notas da CAPES .....	42
5. Comparações internacionais .....	43
Capítulo V. A organização do trabalho de pesquisa. ....	49
1. O envolvimento no trabalho da pesquisa .....	49
2. O ambiente de trabalho .....	50
3. O papel dos supervisores .....	52
4. O planejamento e a organização do trabalho .....	53
5. A organização do trabalho e a efetividade da pesquisa. ....	54
6. Conclusão: as diferenças organizacionais e seu impacto.....	55

Capítulo VI - autonomia, dependência e contatos externos.....	59
1. A escolha dos temas de pesquisa .....	59
2. Autonomia e efetividade .....	61
3. A obtenção dos recursos .....	62
4. Contatos científicos e técnicos.....	64
5. Os determinantes dos contatos.....	65
6. As conseqüências dos contatos. ....	67
Capítulo VII - os fatores individuais.....	69
1. Origem social .....	69
2. Educação.....	70
3. Condições de trabalho.....	71
4. A situação dos técnicos.....	73
5. Determinantes individuais da produtividade .....	75
Capítulo VIII - conclusões e implicações de política científica .....	78
1. A concentração e diferenciação da pesquisa.....	78
2. A orientação do trabalho.....	78
3. A avaliação do desempenho.....	80
4. Determinantes ambientais e institucionais do desempenho.....	82
5. Fatores organizacionais, administrativos e individuais. ....	83
6. A contribuição do projeto ICSOPRU: estratégias, avaliação, informação. ....	84

7. Conclusão.....	87
Principais termos técnicos e definições operacionais utilizadas.....	88
Bibliografia .....	92

# ORGANIZAÇÃO E DESEMPENHO DA PESQUISA CIENTÍFICA NO BRASIL (PROJETO ICSOPRU)

## I – Apresentação

O Projeto ICSOPRU (International Comparative Study on the Organization and Performance of Scientific Units) é uma pesquisa intencional comparada coordenada pela UNESCO, através de sua Divisão de Política Científica e Tecnológica. A realização desta pesquisa no Brasil foi executada pelo Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ), em cumprimento de convênio assinado entre a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e a UNESCO para este fim. Coube à FINEP o financiamento dos trabalhos. Os dados foram colhidos no primeiro semestre de 1983, e analisados no Laboratório de Computação CIENTÍFICA do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (LCC/CNPq), pela utilização dos sistemas estatísticos OSIRIS IV e MIDAS.

A coordenação dos trabalhos no IUPERJ esteve a cargo de Simon Schwartzman, líder científico no projeto no Brasil, e Amaury de Souza, co-diretor. A equipe técnica inicial foi composta por Maria Cláudia Leite (IUPERJ), Patrizia Suzzi (FINEP), Helena Londres (CNPq) e Lúcia Radler dos Guarany's (MEC/Capes). O presente relatório é de autoria de Simon Schwartzman, e contou com a colaboração de Maria Cláudia Leite.

Todos os dados são apresentados de forma agregada, sem possibilidade de identificação de pesquisadores, unidades de pesquisa ou instituições. Em cumprimento do convênio com a UNESCO, estes dados, uma vez anonimizados, estarão à disposição dos interessados para análises secundárias, o mesmo ocorrendo com os dos demais países que fazem parte deste projeto.

## **Capítulo 1 - O Projeto ICSOPRU no Brasil: a amostra brasileira**

### **1. O projeto**

No primeiro semestre de 1983, 1.554 cientistas, engenheiros e técnico foram entrevistados em 288 unidades de pesquisa científica e tecnológica em diversas regiões do país. O objetivo deste relatório é apresentar, de forma sucinta, os objetivos gerais, características e primeiros resultados deste estudo. Um estudo como este requer um detalhamento técnico muito grande, desde a definição precisa de conceitos até os procedimentos para a seleção da amostra, trabalho de campo, verificação de resultados, etc. Neste relatório, serão apresentados somente os aspectos técnicos indispensáveis para o entendimento do projeto e de seus principais resultados. Informações adicionais podem ser obtidas da coordenação da pesquisa.

Esta pesquisa faz parte do “Estudo intencional Comparativo sobre a Organização e Desempenho de Unidades de Pesquisa”, que vem sendo realizado em vários países sob a coordenação da Divisão de Política Científica e Tecnológica da UNESCO (Projeto ICSOPRU). Seu objetivo é aumentar o conhecimento das condições nas quais a pesquisa científica é de fato conduzida em diferentes países, instituições e áreas de conhecimento, assim como os fatores organizacionais que podem influenciar seu desempenho. Supõe-se que este conhecimento permita identificar práticas administrativas, organizacionais e institucionais que possam contribuir para o desempenho das atividades de pesquisa científica e tecnológica em diferentes partes do mundo. O projeto já foi realizado na Áustria, Bélgica, Finlândia Hungria, Polônia, Suécia, Espanha, Argentina. Índia, Egito, República da Coreia e República Socialista Soviética da Ucrânia. Resultados têm sido publicados pela UNESCO e pelas equipes de pesquisa dos diversos países e pesquisadores individuais em revistas especializadas. O projeto está, atualmente, em sua terceira fase de levantamento de dados. Os dados das duas primeiras fases estão disponíveis para os interessados no Arquivo Belga para a Pesquisa Social, Bruxelas.

Em resumo, o projeto consiste na seleção de uma amostra probabilística de “unidades de pesquisa” (grupos reais, é não meramente formais, com um líder identificável e certa estabilidade no tempo, entre outras características), que são estudados por meio de um conjunto padronizado de questionários. Além disto, cada país desenvolve um adendo nacional, incluindo questões de interesse mais específico. Os questionários padronizados são organizados de tal forma que todas as questões são estritamente comparáveis para todos os países. As análises são feitas de forma agregada, para impedir a identificação de pesquisadores ou unidades de pesquisa individuais. A pesquisa se preocupa com os aspectos gerais da atividade científica e tecnológica, e não com as características específicas de cada pesquisador, unidade de pesquisa ou instituição.

## **2. O projeto no Brasil**

A participação do Brasil neste projeto teve início com acordo entre a UNESCO e a Financiadora de Estudos e Projetos FINEP, e a contratação do Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro IUPERJ para a sua execução. De acordo com o convênio, a UNESCO deveria proporcionar assistência técnica à equipe brasileira, assegurando a comparabilidade intencional dos dados; a FINEP proporcionaria os recursos para a pesquisa no Brasil, atuaria como ligação entre a UNESCO e a equipe responsável pela elaboração do projeto, e participaria da disseminação futura dos resultados; e o IUPERJ ficaria com a responsabilidade de traduzir os questionários padronizados para o português preparar o adendo nacional, definir a amostra de unidades de pesquisa, aplicar os questionários, processar os dados e analisar os resultados. O IUPERJ ficou ainda responsável pela anonimização dos dados assim como por torná-los acessíveis aos interessados em analisá-los, uma vez completado um período de graça.

## **3. Os questionários**

A realização desta pesquisa no Brasil tem entre outros os seguintes objetivos específicos:

- a) Conhecer as formas pelas quais a pesquisa científica e tecnológica é feita no país, em diferentes tipos de instituição, áreas de conhecimento e regiões geográficas;

- b) Conhecer os vínculos que existem entre as unidades de pesquisa científica e seu ambiente externo - instituições, agências de financiamento, empresas, comunidade científica nacional e internacional, etc., em que operam;
- c) Identificar as várias orientações, preocupações e objetivos buscados pelos pesquisadores em seu trabalho;
- d) Identificar eventuais problemas e dificuldades que os cientistas, engenheiros e técnicos consideram prejudiciais a seu trabalho;
- e) Avaliar a efetividade relativa da pesquisa científica em diversos tipos de instituições e áreas de conhecimento e em comparação com a experiência de outros países;
- f) Identificar os fatores que possam estar eventualmente correlacionados com problemas de efetividade no trabalho científico e tecnológico.

Para alcançar estes objetivos, foram utilizados três tipos de questionários, com os respectivos adendos. Um, com questões referentes à unidade de pesquisa como um todo, e respondido, normalmente, pelo líder da unidade. Depois, um questionário para todos os membros efetivos das unidades de pesquisa (líderes, cientistas e técnico); e, finalmente, um questionário de avaliação administrativa externa, respondido por pessoas em posição de autoridade administrativa nas instituições a que as unidades pertencem.

O questionário aplicado às unidades de pesquisa coleta, entre outras, informações sobre seus recursos institucionais, humanos e financeiros; seus procedimentos para a escolha de temas de pesquisa; intercâmbio científico e técnico; e produção científica. No adendo nacional foram acrescentadas questões sobre transferência de tecnologia, o papel da pesquisa na universidade e problemas de financiamento.

O questionário aplicado aos membros das unidades de pesquisa indaga, em sua parte geral, sobre seu perfil individual e profissional, atividades executadas na unidade, ambiente de trabalho, opiniões sobre o trabalho executado, avaliação do orçamento, instalações e serviços



disponíveis, e relacionamento com o supervisor. Em uma parte mais específica, que não é aplicada aos técnicos, existem perguntas sobre padrões de influência planejamento e organização do trabalho de pesquisa, contatos de trabalho, produção científica, disseminação e utilização dos resultados obtidos, e avaliação interna do trabalho na unidade. No adendo nacional existem questões mais detalhadas sobre o perfil individual dos entrevistados, incluindo sua história educacional e profissional, renda e origem socioeconômica; questões sobre estabilidade no trabalho, vínculo empregatício, relações entre trabalho interno e externo à unidade (inclusive consultoria), etc. Outras questões se referem ao acesso e uso de informações científicas.

Finalmente, o questionário de avaliação externa inclui perguntas sobre o funcionamento de unidades de pesquisa do ponto de vista administrativo, e o adendo nacional a esta parte inclui algumas questões sobre as características dos avaliadores.

#### **4. A Amostra**

O projeto teve início em janeiro de 1982, e o primeiro ano foi dedicado à tradução dos questionários para o português, preparação dos adendos nacionais e à seleção de uma amostra probabilística de unidades de pesquisa científica e tecnológica no Brasil. Como o Brasil não dispõe de um diretório organizado de instituições e grupos científicos, foi necessário um esforço bastante grande para desenvolver um quadro amostral de instituições e unidades de pesquisa a partir do qual fosse possível selecionar a amostra. Dadas as restrições de tempo e orçamento, a natureza das questões pesquisadas e a concentração geográfica da pesquisa científica e tecnológica no país, as seguintes decisões foram tomadas desde o início:

- a) Incluir somente as áreas de ciências biológicas, ciências exatas e da terra, tecnologia, ciências médicas e pesquisa agropecuária. Uma das razões pelas quais a área de ciências sociais não foi incluída é que ela não se ajusta bem ao modelo organizacional de “unidade de pesquisa” que é central no projeto da UNESCO.
- b) Incluir somente os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, Pernambuco e o Distrito Federal (Brasília). Esta seleção garante a

presença da maioria das unidades de pesquisa científica brasileiras no quadro amostral, assim como a representação na amostra das regiões Nordeste, Sul e centro-oeste.

- c) Incluir unidades de pesquisa científica e tecnológica em universidades, institutos isolados e empresas, fossem elas públicas ou privadas.

A amostra foi desenhada para representar, tão acuradamente quanto possível, a subpopulação de unidades de pesquisa no Brasil, em termos de sua distribuição institucional, disciplinar e geográfica. Ao mesmo tempo, o quadro metodológico desenvolvido pela UNESCO requeria que a amostra não representasse cientistas nem instituições, mas “unidades de pesquisa”, definidas como grupos reais de pesquisa dotados de pelo menos um líder, três membros efetivos, um ano de existência prevista e trabalho efetivo em um ou mais projetos de pesquisa ou desenvolvimento experimental (P&D).

A seleção de uma amostra com estas características foi dificultada por dois problemas importantes. Primeiro, como já foi dito, o Brasil não possui um registro confiável e abrangente de instituições de pesquisa ou pesquisadores. Segundo, nenhuma das fontes de informação existentes utiliza o conceito da UNESCO de “unidade de pesquisa”. De fato, a suposição feita pela UNESCO que a pesquisa científica se organiza na forma de “unidades de pesquisa” não se aplica a muitas instituições, o que tem importantes implicações quanto à representatividade dos resultados deste estudo.

Assim, um marco amostral apropriado teve que ser desenvolvido, conforme indicado no quadro I.I. Os principais passos foram os seguintes:

- a) Delimitar, “a priori”, as áreas de conhecimento, regiões geográficas e tipos de instituições a serem cobertas;

b) Obter listas parciais de instituições científicas de diferentes fontes. Sempre que possível, estas listas foram atualizadas por contato telefônico direto com as instituições de pesquisa. As principais foram as seguintes:

- a. Listas de programas de pós-graduação organizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - do Ministério da Educação e Cultura. É uma fonte bastante confiável e constantemente atualizada, da qual constam informações sobre o número de professores, campos de especialização, publicações, número de estudantes e mesmo um conceito de avaliação de cada programa. A lista, no entanto, é organizada por departamentos de ensino, enquanto que a pesquisa científica nas universidades está organizada principalmente em institutos. Como institutos e departamentos frequentemente se sobrepõem, foi possível deixar as possíveis discrepâncias para um estágio posterior do procedimento amostral.
- b. A lista de projetos de pesquisa agropecuária proporcionada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). No início houve a suposição de que estes projetos seriam boas aproximações às “unidades de pesquisa” tais como definidas pela UNESCO. Mais tarde, no entanto, ficou claro que esta correspondência não existia.
- c. A lista de instituições de pesquisa compilada pelo “Sistema em Linha de Acompanhamento de Pesquisas” (CELAP), do CNPq. Trata-se de um sistema que ainda se encontrava em fase de implantação em 1982, e os dados que então dispunha eram bastante incompletos e desiguais.
- d. Listas de instituições científicas obtidas por diversas outras fontes, incluindo as Secretarias de Ciência e Tecnologia de alguns estados, agências tais como a própria FINEP e outras.

- e. Identificar a subpopulação de unidades de pesquisa dentro das instituições arroladas. Para isto, foi definida como “unidade primária de amostragem” não a instituição ou a unidade de pesquisa, mas um nível organizacional intermediário que era, supostamente, aquele imediatamente superior às unidades de pesquisa.

Na prática, isto significa que as unidades primárias de amostragem eram institutos, departamentos ou divisões de pesquisa, e nas universidades, institutos ou empresas. Esta identificação requereu um trabalho intenso de contatos com as instituições, particularmente as não universitárias, já que os departamentos de pós-graduação correspondiam bem a esta definição de unidade primária de amostragem, quando possuíam efetivamente trabalho continuado de pesquisa.

Este processo resultou em uma lista de 907 unidades primárias de amostragem, 74% das quais localizadas em 174 instituições no Rio de Janeiro e São Paulo (as informações gerais sobre as unidades primárias de amostragem se encontram no quadro I.2). Existem, certamente, grandes variações no tamanho destas unidades. Pelas informações de que dispúnhamos, cerca de 30% de todos os pesquisadores se concentravam em 24 unidades amostrais, que representavam apenas 3% do total. Em parte, esta assimetria pode ser explicada pela falta de informações mais precisas sobre a estrutura interna de várias unidades amostrais, que mais tarde foram subdivididas. Ao mesmo tempo, elas refletem as assimetrias que de fato existem na distribuição de pessoal qualificado e recursos em qualquer sociedade (quadros I.3 e I.4).

O próximo passo foi a identificação de uma subpopulação de unidades de pesquisa. Na impossibilidade de realizar uma pesquisa completa de todas as unidades primárias de amostragem, decidiu-se por selecionar uma amostra de 252 destas unidades com probabilidades proporcionais a seu número estimado de unidades de pesquisa, depois de estratificá-las por região geográfica, tipo de instituição e área de conhecimento. A estimativa do número de unidades de pesquisa foi feita através da informação disponível sobre o número de cientistas e engenheiros em cada unidade amostral

Estas 252 unidades foram objeto de um levantamento direto de informações (o levantamento do Potencial Científico) com o objetivo de identificar as unidades de pesquisa que de fato existiam em seu interior, assim como listagem existe de projetos que dispúnhamos era uma boa aproximação das unidades de pesquisa existentes.

O penúltimo estágio consistiu na seleção de uma amostra de 400 unidades de pesquisa cujos membros deveriam ser entrevistados. O levantamento do Potencial científico mais a lista de projetos da Embrapa indicavam um total de 1.665 unidades de pesquisa em 252 unidades primárias amostrais, nas regiões, áreas de conhecimento e tipos de instituição selecionados no início. Esta subpopulação foi estratificada por tipo de instituição e área de conhecimento, e uma amostra probabilística simples foi então selecionada a partir de uma fração amostral de 1:4. Para os laboratórios de pesquisa em empresas, o pequeno número de unidades encontradas levou à utilização de uma fração amostral de 1:2. Presume-se que os erros amostrais não tenham sido muito afetados por este procedimento.

Mais adiante, no entanto, ficou claro que não havia suficiente correspondência entre a definição da UNESCO de unidades de pesquisa e os projetos de pesquisa constantes do banco de dados da EMBRAPA. De fato, no sistema da EMBRAPA existe uma estrutura matricial que permite que o mesmo pesquisador participe simultaneamente de vários projetos em diversas capacidades, e as equipes de projeto se entrecruzam de forma bastante ampla. Assim, foi decidido fazer uma pesquisa direta entre os centros de pesquisa da EMBRAPA selecionados como unidades amostrais básicas para identificar suas unidades de pesquisa dentro da definição da UNESCO. Dada a grande interpenetração dos projetos da EMBRAPA, o número de unidades identificadas ficou bastante menor do que o de projetos. Isto fez com que o número total de unidades de pesquisa selecionadas na amostra se reduzisse para 315.

Este número foi ainda mais reduzido durante o trabalho de campo. Em alguns casos, unidades que haviam sido anteriormente identificadas foram eliminadas por não se enquadrarem na definição da UNESCO; em alguns poucos casos houveram recusas em responder aos questionários. O maior número de perdas se deu área da pesquisa agropecuária por uma serie de

razões incluindo as dificuldades de deslocamento dos entrevistadores para o interior dos estados, e apesar da grande cooperação que o projeto recebeu das autoridades da EMBRAPA. Sempre que possível, as unidades eliminadas ou perdidas eram aleatoriamente substituídas por outras do mesmo tipo de instituição, área de conhecimento e região geográfica. Nem sempre, no entanto, esta substituição foi possível. Também em alguns poucos casos foi necessário re-classificar a área de conhecimento ou o tipo de instituição de uma unidade, após a obtenção de dados mais acurados a seu respeito.

Finalmente, chegou-se a um total de 288 unidades de pesquisa que correspondiam perfeitamente à definição do projeto. Este número se aproxima do tamanho das amostras dos demais países que fazem parte do projeto da UNESCO (quadros I.5 e I.6).

A última etapa, finalmente, foi a seleção das pessoas a serem entrevistadas. Em cada unidade de pesquisa, foram entrevistados o líder e mais duas a cinco pessoas, entre pesquisadores e técnicos. Se o número de pesquisadores e técnicos fosse superior, a seleção se fazia por amostragem, garantindo a presença dos dois grupos.

Em conclusão, pode-se afirmar que a amostra selecionada é representativa das unidades de pesquisa científica e tecnológica brasileiras que se enquadram na definição da UNESCO, e para as áreas de conhecimento, tipos de instituição e regiões geográficas selecionadas. Ela não é, no entanto, representativa dos cientistas e pesquisadores brasileiros em geral, dado que muitos não participam de unidades de pesquisa deste tipo. O pressuposto é que as unidades de pesquisa representam a forma mais atual e desenvolve de organização do trabalho científico. Se assim for, as unidades estudadas nesta pesquisa são representativas do setor mais moderno, atual e desenvolvido da ciência brasileira.

## **Capítulo II - as unidades de pesquisa científica no Brasil características gerais.**

### ***I. A variedade da pesquisa científica: tipos de instituição e áreas de conhecimento.***

“Pesquisa Científica e Tecnológica” é um termo que engloba realidades bastante distintas. É óbvio, por exemplo, que o que vale para um grupo de pesquisa em engenharia em uma empresa privada não se aplica para outra de pesquisa médica em uma universidade. É importante, por isto, examinar as unidades de pesquisa em sua diversidade, e para isto o projeto oferece uma série de possibilidades.

Para efeitos deste relatório, decidiu-se examinar as diferenças sistemáticas entre as unidades de pesquisa ao longo de dois eixos principais, o disciplinar e o institucional. Assim, elas foram classificadas segundo cinco grandes áreas de conhecimento científico: ciências biológicas, tecnologia, ciências exatas e da terra, ciências médicas e ciências agropecuárias – e três tipos de instituição a que pertencem - universidades, institutos de pesquisa não universitários e laboratórios de empresas industriais.

Esta classificação, como qualquer outra que fosse tentada, tem um forte componente de arbítrio, já que a realidade tende a ser sempre mais complexa. A identificação das áreas de conhecimento das unidades foi feita pelos próprios líderes das unidades, a partir de uma nomenclatura padrão utilizada pela UNESCO. Esta nomenclatura, no entanto, permite que a mesma subárea de conhecimento possa ser classificada em mais de uma área principal (físico-química, por exemplo, entra tanto em física quanto em química; eletrônica entra tanto em física quanto em tecnologia; etc.). Para reduzir este problema, a orientação foi no sentido de tomar como referência a área da instituição à qual pertencem as unidades de pesquisa. O agrupamento de várias áreas em uma só categoria (ciências exatas e da terra) foi necessário para que o número de unidades de cada tipo não se reduzisse demasiadamente. A divisão por tipos de instituição foi relativamente mais simples. Por “universidades” entendemos instituições de ensino superior em geral, e institutos intimamente vinculados a elas; por “institutos” entendemos instituições ligadas

a organizações nacionais de pesquisa (CNPq, EMBRAPA, etc.) e institutos de pesquisa servindo em todo ou parte a um setor da produção, ramo da indústria ou serviço público. Por “laboratórios” entendemos instituições de pesquisa que fazem parte de empresas voltadas para a produção econômica, sejam elas públicas ou privadas, nacionais ou não.

Os resultados obtidos por esta classificação podem ser observados o quadro II.1. As unidades de pesquisa estudadas cobrem um total de 76 especialidades diferentes, o que é um indicador da grande variedade ou dispersão do esforço científico do país. No entanto, não é uma divisão homogênea. Nas universidades a amostra se concentra nas ciências biológicas, em biologia animal (24,6%); em pesquisa tecnológica, em tecnologia da construção (26,9%) (ou seja, ligada à engenharia civil); nas ciências exatas e da terra, em física, e particularmente em física do estado sólido (17%); na pesquisa médica, em medicina interna (29%); na pesquisa agropecuária, em agronomia e ciências veterinárias (28% cada). É possível dizer que, com exceção da física de estado sólido, estas são as áreas de concentração mais tradicionais em cada uma das grandes divisões aqui adotadas.

Nos institutos, a biologia animal concentra 30,8%, e imunologia outros 30,8% das unidades pesquisadas na área biológica, e na de pesquisa agropecuária 46,4% das unidades se definem como de “agronomia”. À metalurgia é a subárea mais presente nos institutos de engenharia, seguida da eletrônica, mecânica e construção. Na área de ciências exatas e da terra, predominam as áreas de química e ciências da terra; e na área médica, nutrição e patologia. Finalmente, os laboratórios industriais se concentram principalmente na pesquisa química, seja como química industrial, seja como química propriamente dita.

A distribuição geográfica das unidades de pesquisa estudadas pode ser observada nos quadros II.2 e II.3. São Paulo e Rio de Janeiro concentram cerca de 2/3 das unidades, o que é representativo do universo da pesquisa científica brasileira. O número relativamente grande de laboratórios industriais no Rio de Janeiro reflete a maior dificuldade em pesquisar os laboratórios de empresa na área paulista, encontrada pelo projeto, e não deve ser tomada como representativo. A distribuição por área de conhecimento mostra também resultados esperados, ou seja, maior



concentração de pesquisa médica e de ciências exatas e da terra na região de São Paulo, de pesquisa tecnológica no Rio e São Paulo, e de pesquisa agropecuária nos demais estados, em relação às demais áreas de conhecimento.

## **2. Tradição de trabalho**

A pesquisa científica é uma atividade relativamente recente no Brasil, e este fato é claramente espelhado neste estudo. Em média, as instituições a que pertencem as unidades de pesquisa da amostra foram fundadas em 1961, ou seja, têm pouco mais de 20 anos de existência. Esta distribuição, no entanto, não é homogênea: enquanto as instituições de pesquisa biológica, médica e agropecuária foram fundadas em geral na década de 50, as de tecnologia e ciências exatas são da década de 60 (quadro II.4).

Esta diferença fica ainda mais nítida quando contrastamos os tipos de instituição: as instituições universitárias de pesquisa são mais antigas, datando tipicamente da década de 50; os institutos não universitários são, em média, um pouco posteriores; os mais recentes são os laboratórios de pesquisa ligados a empresas produtivas. Um exame mais detalhado confirma, na amostra, o que é conhecido da história da ciência brasileira: os departamentos de pesquisa agropecuária nas universidades e os institutos de pesquisa médica são das instituições de pesquisa mais antigas do país, enquanto que os centros de pesquisa agropecuária não universitários (excluindo alguns poucos bastante antigos) os laboratórios industriais são, de fato, os mais recentes.

Estas mesmas diferenças de tempo surgem quando examinamos a criação não mais instituições, mas das próprias unidades de pesquisa (quadro II.7). O que se observa é que estas unidades têm, em média, 10 anos de existência, ou seja, foram quase todas criadas nos anos 70, exceto as dos institutos de pesquisa médica. Em conclusão, é possível afirmar que a pesquisa científica tem muito pouca tradição no Brasil; esta conclusão deveria ser aferida posteriormente por comparações internacionais.

### **3. Recursos humanos**

As instituições de pesquisa às quais pertencem as unidades estudadas são relativamente pequenas. O conceito de “instituição” utilizado neste trabalho não se refere, como já foi dito, a universidades, institutos ou empresas como um todo, mas às divisões (institutos, departamentos, laboratórios, etc.) que existem dentro destas instituições maiores. As instituições universitárias possuem em média aproximadamente 160 pessoas, das quais 1/3 são pesquisadores (a UNESCO utiliza a expressão “cientistas e engenheiros” para caracterizar os profissionais de pesquisa de nível superior), conforme mostram os quadros II.5 e II.6.

As diferenças em tamanho podem dar uma indicação dos setores em que existe maior concentração de recursos. Assim, os institutos de pesquisa tecnológica e agropecuária são bem maiores que os demais, enquanto que os núcleos universitários de pesquisa médica e agropecuária são os menores.

As variações de tamanho das unidades de pesquisa são bastante significativas. Em média, elas reúnem 10 membros efetivos (cientistas, técnicos e pessoal auxiliar), variando de 4,5 a quase 15 pessoas conforme a área de conhecimento e tipo de instituição (quadro II.3). A variação do número de pesquisadores em cada unidade vai de 4 a 7, com uma média de 5,6 (quadro II.9). Este tamanho corresponde ao encontrado em outros países pela pesquisa da UNESCO, e parece corresponder à “célula” básica dos sistemas de pesquisa científica nas mais diversas áreas de conhecimento e tipo de instituição. É importante lembrar, no entanto, que esta pesquisa excluiu de sua amostra os pesquisadores que trabalham isolados, e que não são em número desprezível no Brasil.

Deve-se notar ainda que, em termos relativos, existe uma grande diferença no número de pesquisadores conforme o tipo de instituição: as unidades de pesquisa universitárias têm, em média, cerca de 50% mais pesquisadores de que as das empresas (ainda quadro II.9), e são também maiores de que as dos institutos. Isto se explica, entre outras coisas, pela existência de alunos de pós-graduação entre os pesquisadores das unidades universitárias.

Além disto, existem importantes diferenças quanto à experiência profissional dos pesquisadores e líderes. Algumas áreas de conhecimento, como a medicina e biologia, têm lideranças nitidamente mais maduras de que, no outro extremo, a tecnologia. As lideranças nas universidades são mais experientes em todas as áreas de conhecimento, com os laboratórios de empresas no outro extremo. É nos institutos, particularmente de pesquisa médica, que encontramos o corpo de pesquisadores de maior experiência (quadro II.10). Em parte, anos de experiência são uma indicação de maturação e competência; eles também podem significar, no entanto, simples envelhecimento de quadro de pesquisadores.

Uma outra característica significativa das unidades de pesquisa é que elas trabalham com um número reduzido de técnicos, em média um para cada dois pesquisadores (quadro II.11). Esta ausência de técnicos é mais característica da pesquisa universitária, onde, no setor agropecuário, ela chega a um técnico para cada cinco pesquisadores, e no setor médico, a um para três: e é menos dramática nos laboratórios de pesquisa industrial, onde o número de técnicos e pesquisadores é menor, mas o pessoal de apoio mais abundante.

Em média, existe um projeto de pesquisa para cada pesquisador, sugerindo que na maioria dos casos as unidades de pesquisa não trabalham efetivamente em grupo. O número de projetos por pesquisador pode ser também uma indicação aproximada da complexidade dos projetos. Nas ciências exatas e da terra, o número de projetos por pesquisador é menor, sugerindo maior trabalho de equipe; nos institutos, no entanto, parecem predominar os trabalhos individuais (quadro II.12).

Existem ainda grandes discrepâncias quanto às taxas de crescimento de tamanho das unidades de pesquisa nos últimos três anos. Em média, as unidades aumentaram em 25% seu número de cientistas e técnicos, mas este aumento se concentrou nas unidades localizadas em empresas, por um lado, e na área tecnológica, por outro. Duas áreas mostraram índices extremamente baixos de crescimento, que podem ser uma indicação de estagnação ou crise: a de pesquisa médica e a de pesquisa agropecuária, esta última no âmbito universitário. Os institutos

de pesquisa, exceto os tecnológicos, mostram também índices de crescimento relativamente menores, o que pode ser considerado uma indicação de estagnação relativa.

#### **4. Fontes de financiamento**

A pesquisa científica e tecnológica no Brasil é muito dependente de recursos eventuais, obtidos fora e independentemente das instituições onde as unidades de pesquisa atuam. Assim, somente 50% dos recursos de todas as unidades são institucionais, podendo-se supor que eles cobrem, principalmente, salários e instalações físicas das unidades. Os outros 50% devem ser obtidos de outras fontes (quadro II.14).

A maior fonte complementar de recursos é formada pelas agências de fomento à pesquisa (FINEP, CNPq, FAPESP), que cobrem cerca de 35% dos custos adicionais. Pesquisas contratadas cobrem menos de 10% das necessidades, e financiamentos de fontes internacionais são insignificantes.

Existem importantes diferenças por tipo de instituição. A pesquisa universitária é a que menos sustentação encontra dentro de sua própria instituição; por outro lado, é a que se utiliza mais de apoio das instituições de fomento. É a pesquisa universitária, também, que mais se vale de eventuais apoios internacionais. Os laboratórios industriais, no outro extremo, praticamente não se utilizam apoio externo, valendo-se principalmente de contratos com empresas nacionais para a complementação de seus recursos.

As diferenças por área de conhecimento são menos significativas. Assim, as disciplinas mais básicas - ciências biológicas e exatas - são as que obtêm relativamente mais recursos das agências de fomento, e, conseqüentemente, dependem menos de recursos próprios, o inverso se dando para as mais aplicadas. A pesquisa médica é a que menos se beneficia, proporcionalmente, do apoio destas agências. Financiamento de contratos parece existir somente para a área tecnológica e de ciências exatas, enquanto que a área de pesquisa agropecuária parece ser a que mais utiliza recursos internacionais (quadro II.15).

A dependência externa das unidades de pesquisa pode ser vista com mais dramaticidade no quadro II.14. Quase 40% das unidades de pesquisa nas universidades não poderiam sobreviver sem este apoio, enquanto que a pesquisa em institutos e empresas é muito mais auto-suficiente. Novamente, são as áreas de pesquisa mais básica que mais dependem deste apoio externo. As conseqüências deste fato podem ser muitas, e deverão ser analisadas com a utilização de dados adicionais. Por um lado, a dependência externa excessiva pode levar a uma grande instabilidade e insegurança no trabalho de pesquisa. Por outra parte, unidades de pesquisa que não dependem de recursos externos estão sujeitas à rotinização e perda de qualidade de seu trabalho. O quadro II.17 resume as principais fontes de financiamento para as diversas áreas de conhecimento e tipos de instituição.

### **5. Equipamentos e informação científica**

Corno seria de se esperar, as unidades de pesquisa agropecuária são as que ocupam maior espaço físico, sendo de se notar o espaço aparentemente reduzido das unidades de pesquisa da área médica por um lado, e dos laboratórios industriais orientados para as ciências exatas e da terra (tabela não mostrada).

É impossível avaliar o significado deste dado isoladamente. No item equipamentos, no entanto, pode-se observar que as unidades de pesquisa parecem desfrutar de situação satisfatória. Em média, as unidades possuem, disponíveis, um equipamento de mais de 30 mil dólares, um e meio equipamentos entre 10 e 30 mil dólares; 2,7 entre cinco e 10 mil; e 7,4 entre dois e 5 mil dólares. São as unidades de pesquisa agropecuária que mais se queixam da falta de equipamentos, particularmente de grande porte. Não parecem existir diferenças significativas por tipo de instituição.

De uma maneira geral, as unidades de pesquisa consideram que têm entre 2/3 e metade dos equipamentos de que necessitam, segundo as várias categorias de valor (quadro II.18 e II.19). As instituições universitárias são as que mais se queixam, principalmente da falta de equipamentos de grande porte (valor de mais de 10 mil dólares). Por estes dados, pareceria que o

problema de equipamento não é visto como de muita gravidade pelas unidades, já que é normal que exista sempre a aspiração de mais equipamentos do que se dispõe.

Um dado sem dúvida surpreendente é que também não parecem existir maiores problemas, à primeira vista, com serviços de biblioteca e computação. A grande maioria das unidades já dispõe destes serviços, e mais da metade tem acesso a serviços computadorizados de recuperação de informações. Os laboratórios industriais, de uma maneira geral, parecem mais bem equipados destes serviços auxiliares do que as unidades em outros tipos de instituição (quadro II.20).

## **6. Possibilidades de aperfeiçoamento**

Os líderes de praticamente todas as unidades dizem ter boa disponibilidade de treinamento e aperfeiçoamento para seu pessoal, seja através de cursos formais (de duração mínima de duas semanas), seja através de conferências, seminários e visitas de treinamento (quadro II.21). A análise mostra que a principal variação que existe é quanto ao tipo de instituição: em geral, os laboratórios industriais indicam possuir mais possibilidades de aperfeiçoamento do que os demais, e as unidades universitárias menos, exceto em relação a conferências e seminários, quando as diferenças praticamente desaparecem. Os laboratórios industriais são também as instituições que mais oferecem possibilidades de treinamento a seus técnicos.

O exame de cada tipo revela que as unidades em institutos tecnológicos da área médica são as que revelam ter menos possibilidades de aperfeiçoamento formal (50%), enquanto que as unidades dos institutos de pesquisa biológica se colocam no extremo oposto (92,3%), logo seguido pelas dos laboratórios de empresa. Os institutos da área médica também têm menos acesso às demais formas de aperfeiçoamento aqui vistas (tabela não mostrada).

## **7. A avaliação dos recursos.**

Tão ou mais importante que os recursos disponíveis são as avaliações que as unidades fazem, através de seus líderes, sobre se estes recursos são ou não adequados a seus objetivos. A análise fatorial revela que existe um componente geral de satisfação que abrange em maior ou menor grau todos os itens, ou seja, que uma unidade que considera estar bem em um aspecto tende também a se considerar bem nos demais, e vice-versa. No entanto, uma análise mais fina mostra que existem dois fatores nesta avaliação, um referente aos materiais - material de escritório, biblioteca, serviços de informação - e outro a pessoal - sistema de recrutamento, qualidade dos recursos humanos disponíveis, qualidade da assistência técnica recebida.

A comparação entre os três tipos de instituição revela que existem diferenças sistemáticas e profundas entre unidades universitárias, de institutos e de laboratórios industriais, quanto à avaliação que fazem de seus recursos. As unidades universitárias se queixam, basicamente, de problemas de orçamento, assistência técnica e serviços, e recursos para treinamento e desenvolvimento de pessoal. A principal queixa dos institutos são os sistemas de recrutamento de pessoal, seguido de orçamento e qualidade de seus recursos humanos; para unidades em empresas, o problema mais saliente é o orçamentário, seguido dos recursos de treinamento e da qualidade dos recursos humanos.

Podemos observar, comparativamente, que em todos os itens, sem exceção, os laboratórios industriais se consideram mais bem atendidos do que os demais. Em um item apenas as unidades de institutos se colocam em posição inferior às universidades: a avaliação de seus sistemas de recrutamento de pessoal, uma indicação possível das limitações burocráticas que afetam estes institutos. De fato, para as unidades de institutos este é o maior problema que encontram, enquanto que para os demais é a questão orçamentária a que mais afeta, ainda que em níveis distintos (quadro II.22).

A comparação regional mostra que as unidades da região de São Paulo, que seriam, pelo que se supõe, as mais bem aquinhoadas de recursos, são as que mais se ressentem de dificuldades

orçamentárias, de equipamento científico e de escritório, assistência técnica e apoio administrativo. Por outro lado, são as que se consideram em melhor posição quanto a serviço de processamento de dados, espaço físico, recursos de desenvolvimento de pessoal e serviços de informação científica (quadro II.23). De uma maneira geral, no entanto, deve-se assinalar que as diferenças entre as regiões tendem a ser bastante pequenas ou inexistentes. Isto não significa necessariamente que elas disponham dos mesmos recursos, mas sim que a sensação de falta que sentem é similar.

O exame mais detalhado de cada recurso por tipo de unidade de pesquisa mostra que são as unidades universitárias de pesquisa agropecuária as que mais se queixam de problemas orçamentários (1,72), enquanto que somente as dos institutos de pesquisa agropecuária (3,4) e dos laboratórios industriais (3,0 e 3,3) consideram seus orçamentos razoavelmente satisfatórios. As unidades universitárias de pesquisa agropecuária são também as que se consideram piores quanto aos equipamentos disponíveis (2,4). Problemas com sistemas de recrutamento de pessoal parecem ser mais típicos de unidades em institutos, particularmente os tecnológicos (2,2) e médicos (também 2,2). Deficiência de serviços de computação também afetam os institutos de pesquisa médica (1,7) e biológica (1,8) e parecem ser bastante satisfatórios na área agropecuária (4,2). Espaço físico afeta principalmente as unidades universitárias (área biológica, 2,8; área de exatas, 2,7); as unidades universitárias são as que menos têm em termos de assistência técnica (área biológica e tecnológica, 2,3; exatas, 2,5). As unidades em institutos médicos são as que mais se queixam de falta de equipamento de escritório (1,6) e apoio de secretaria (2,0); algumas áreas de pesquisa universitária concentram as maiores dificuldades com bibliotecas. Problemas com a qualidade dos recursos humanos disponíveis são particularmente sentidos nos institutos de pesquisa biológica (2,4) e tecnológica (2,6) (tabela não mostrada).

Uma visão mais abrangente desta questão pode ser vista pelo quadro II.24, que dá a distribuição de dois índices, um referido à satisfação com serviços de informação e equipamentos técnicos, outro à satisfação com recursos humanos e de aperfeiçoamento ou formação profissional (Estes índices resultam da análise fatorial das questões sobre satisfação, que mostra



que as respostas se estruturam segundo estes dois eixos. Os valores são padronizados, com média zero e desvio padrão igual a um). O que fica evidente é o grande contraste entre as unidades em empresas e as universitárias quanto à satisfação com serviços de informação e equipamentos técnicos, uma diferença média superior a um desvio padrão. Parecem existir também problemas críticos quanto a recursos humanos nos institutos de tecnologia e pesquisa biológica, e, na área universitária, nas ciências exatas e da terra. Os institutos da área biomédica são, entre todos, os que mais problemas apresentam quanto a equipamentos, em contraste com os laboratórios de empresas em ciências exatas e da terra, os mais bem aquinhoados.

Estes resultados revelam com clareza que o problema de recursos não pode ser visto em termos absolutos, mas sim em relação às características específicas de cada área de conhecimento e, principalmente, aos níveis de exigência e aspirações das diferentes unidades de pesquisa. O quadro geral revela que existe uma queixa generalizada quanto à falta de recursos orçamentários, que só não afeta as unidades de laboratório (apesar de ser este o recurso que recebe pior avaliação nestas unidades); mas que, em relação aos demais itens, a situação é considerada de regular a boa (acima de 3.0). Nas unidades universitárias as avaliações tendem a ser piores, sendo a metade dos itens colocados um pouco abaixo do nível três. Isto significa que a situação dos recursos para unidades de pesquisa não é satisfatória, particularmente nas universidades; mas também que os eventuais problemas e dificuldades da pesquisa científica e tecnológica brasileira não derivam, predominantemente, da ausência destes recursos.

## **Capítulo III - os objetivos da pesquisa científica e tecnológica.**

### **1. Os diferentes objetivos**

As unidades de pesquisa científica e tecnológica não variam somente quanto a sua filiação institucional, tamanho, antiguidade e recursos; elas também variam profundamente quanto a suas orientações em relação à pesquisa científica, ou seja, quanto aos objetivos que buscam em seu trabalho.

Esta diferença de objetivos reflete a grande complexidade da atividade científica e tecnológica, que inclui uma grande variedade de pessoas, instituições e tradições de trabalho, cada qual com as características que lhe são próprias. É possível indagar, do ponto de vista de uma instituição ou de um órgão de política científica, quais são seus objetivos prioritários, e se estes objetivos e das se coadunam ou não com aqueles adotados pelos cientistas e pesquisadores em seu trabalho cotidiano. Não é possível, no entanto, deixar de levar em conta os valores e orientações que são próprios do ambiente da pesquisa científica em suas diversas manifestações, sob pena de que se instale a incompreensão e o desentendimento entre os que tratam de orientar o trabalho de pesquisa e os que a executam no cotidiano.

A maneira mais direta de identificar estas diferentes orientações é indagar quais os produtos do trabalho das unidades de pesquisa que seus responsáveis consideram mais importantes para a consecução de seus objetivos. As respostas a esta questão são apresentadas dos quadros III.1 e III.2 A análise destas respostas revela a existência de três orientações principais e não correlacionadas (quadro III.3):

- a) Uma orientação para a produção de tecnologia, na forma de protótipos, patentes, materiais experimentais, etc.;

- b) Uma orientação para a produção acadêmica, na forma de artigos para revistas científicas e livros;
- c) Uma orientação voltada para a produção de relatórios internos à própria instituição.

A introdução de duas outras questões nesta bateria de perguntas, relacionadas com a importância atribuída pelos pesquisadores à utilidade social e aplicação prática dos resultados da pesquisa mostra que elas constituem uma dimensão adicional à parte, e independente das três anteriores (quadro III.4).

A existência destes quatro fatores não correlacionados entre si significa que, quando os pesquisadores se orientam para a produção acadêmica, isto é feito de forma independente, e separada de, por exemplo, sua orientação para a obtenção de produtos tecnológicos específicos, ou para com o impacto econômico ou social de seu trabalho. À mesma unidade de pesquisa, e freqüentemente o mesmo pesquisador podem buscar realizar simultaneamente mais de um objetivo, que tendem a ser percebidos como alvos separados. É natural, assim, que diferentes unidades se especializem em alguns destes objetivos e não outras, como veremos mais adiante.

## ***2. As orientações das unidades de pesquisa.***

A orientação para a produção tecnológica é típica, como seria de se esperar, da área de tecnologia, ou seja, das engenharias. É esta área que dá mais importância à produção de patentes e protótipos, dispositivos experimentais, instrumentos e aparelhagens, componentes, etc. Entre os diversos tipos de instituição, a orientação para a produção tecnológica é mais forte nos laboratórios industriais, boa parte dos quais são, exatamente, de engenharia. O interesse na produção de patentes é bastante mais acentuado nestes laboratórios do que nos institutos ou nas universidades, que em geral tendem a dar menos importância a este objetivo do que ao de produção de protótipos, etc. (o oposto do que ocorre nos laboratórios industriais (quadros III.1 e III.5)).

Em contraste, a produção acadêmica, na forma de artigos em revistas do exterior ou nacionais, é comum a todos os tipos de unidades, mas mais fortemente acentuada na área universitária. A área universitária é a que mais valoriza também a publicação de artigos no exterior, em contraposição às demais, que dão mais importância às publicações no país (quadros III.1 e III.6).

São os laboratórios industriais, finalmente, os que mais se preocupam com a elaboração de relatórios internos, enquanto que este objetivo é pouco importante para as unidades de pesquisa universitárias (quadros III.1 e III.7).

A preocupação com resultados práticos pode ser vista na quadro III.8, que apresenta médias de respostas a uma pergunta sobre a importância destes resultados para a unidade, em uma escala de 1 a 5. São os institutos, do ponto de vista institucional, e as áreas agropecuária e médica, do ponto de vista disciplinar, que mais valorizam este tipo de produto. As unidades universitárias dedicadas às ciências exatas, no outro extremo, são as que mais rejeitam este tipo de preocupação.

Uma outra maneira de examinar a orientação das unidades de pesquisa é perguntar, não sobre produtos específicos, mas sobre como definem seu próprio trabalho, se de desenvolvimento experimental, aplicado, de pesquisa pura ou se não aceitam estas distinções. Os resultados estão nos quadros III.8 a III.11. O quadro III.9 mostra que, apesar de as unidades universitárias serem, de fato, as que têm maior orientação para a pesquisa básica, isto se dá somente em 30% das unidades, enquanto que os outros 70% de orientam para a pesquisa aplicada ou tecnológica. No todo, quase 50% de todas as unidades se definem como de pesquisa aplicada, sendo reduzido, e relativamente concentrado na área empresarial, a trabalho de desenvolvimento experimental.

O quadro III.10 mostra as diferenças por disciplina. O desenvolvimento experimental é mais típico da pesquisa tecnológica; a pesquisa aplicada, das ciências médicas e agropecuárias, e a pesquisa pura das ciências biológicas e exatas. O quadro III.11 mostra que existe uma relação íntima entre a tipo de produto que a unidade de pesquisa valoriza e a tipo de pesquisa que ela

considera que faz. Assim, as unidades que se definem como fazendo predominantemente desenvolvimento experimental preferem produtos tecnológicos e rejeitam os mais acadêmicos, enquanto que as que se consideram como dedicadas à pesquisa pura rejeitam os produtos tecnológicos ou a produção de relatórios para consumo interno. O quadro também mostra, no entanto, que mais importante do que esta definição é o tipo instituição onde a unidade opera, como já vimos anteriormente.

A comparação entre os três tipos de instituição mostra que as unidades de pesquisa universitárias, na perspectiva de seus líderes, têm uma orientação essencialmente acadêmica, voltada para a produção de trabalhos que devem circular por toda a comunidade científica nacional e internacional, e se avaliam pela capacidade de seguir esta orientação. No outro extremo, os laboratórios industriais estão voltados para dentro de suas empresas, para as quais produzem e das quais esperam seu reconhecimento. No meio termo estão os institutos não universitários, sem uma definição clara por um ou outro extremo, e com grandes variações conforme a área de conhecimento.

### **3. As dimensões da avaliação.**

Estas diferenças de orientação se refletem também na maneira pela qual os cientistas avaliam o trabalho de sua unidade de pesquisa. Na época da realização deste estudo, a grande maioria estava satisfeita com seu trabalho, e tinha uma avaliação bastante positiva do trabalho desempenhado pela sua unidade. O exame dos fatores que influenciavam esta avaliação mostra, porém, que ela tende a se guiar por critérios bastante distintos, e não correlacionados entre si (quadro III.12):

- a) Um critério de eficácia da unidade de pesquisa quanto aos objetivos de sua instituição maior, sejam eles de R&D, de treinamento ou outros;
- b) Um critério acadêmico, relacionado com a reputação científica nacional e internacional da unidade de pesquisa;

- c) Um critério prático, relacionado com a obtenção de resultados sociais e com a solução de problemas concretos;
- d) Um critério burocrático-administrativo, relacionado com o cumprimento de cronogramas de trabalho e de previsões orçamentárias.

Novamente, a independência entre estas quatro dimensões de avaliação significa que os líderes das unidades científicas tendem a pensar nestes quatro aspectos do trabalho como coisas compartimentalizadas e independentes, o que significa, por exemplo, que a obtenção de resultados práticos não é vista como vinculada à obtenção de resultados acadêmicos, ou à realização dos objetivos mais gerais da instituição à qual a unidade de pesquisa pertence. Isto não significa que diferentes unidades não tratem de realizar vários destes objetivos ao mesmo tempo; mas leva a que tendam a haver especializações ou preferências marcadas por uma ou outra orientação entre as diferentes áreas de conhecimento.

#### **4. Auto-avaliação.**

Como se avaliam as unidades de pesquisa? De uma maneira geral, a avaliação dos líderes é sempre positiva, seja qual for o item perguntado, tipo de instituição ou área de conhecimento. A avaliação dos pesquisadores nem sempre coincide com a dos líderes em itens específicos; no geral, porém, ela é igualmente aprobatória.

Esta tendência geral não pode ser entendida, evidentemente, como expressão simples da verdade, já que existe uma tendência natural de pessoas envolvidas em seu trabalho de valorizá-lo positivamente. Mais significativo do que o nível geral de avaliação, no entanto, são as diferenças que surgem quando examinamos o peso relativo das diferentes dimensões de avaliação, e sua variação por área de conhecimento ou tipo de instituição. Os dados referentes a estas avaliações estão apresentados de duas formas. Primeiro, são dadas as médias das respostas dos líderes de cada tipo de instituição e área de conhecimento para alguns itens mais significativos de avaliação de cada dimensão. Estas médias variam de um (avaliação negativa) a

cinco (avaliação positiva). Depois, são apresentados os escores fatoriais médios para os mesmos grupos de unidade.

Quase todos os tipos de unidades, sem exceção, crêem que são de grande utilidade para os objetivos de pesquisa e desenvolvimento experimental de suas instituições (quadro III.13). As unidades universitárias, naturalmente, se consideram mais importantes do que as demais quanto a suas tarefas de treinamento que, no entanto, não deixa de existir nas demais. Chamam a atenção as unidades universitárias de pesquisa agropecuária, que se consideram um pouco menos úteis nestes aspectos (3,7). Os escores fatoriais (quadro III.14) permitem ver que, em termos relativos, as unidades de pesquisa médica na área universitária são as que se avaliam de forma mais francamente negativa, enquanto que as avaliações mais positivas se concentram nas unidades de pesquisa tecnológica em universidades ou institutos. A auto-avaliação institucional das unidades em ciências exatas e da terra em empresas também é negativa, o que pode ser um indicador da alienação destas unidades em relação às instituições que as abrigam.

Quanto à reputação externa, são as unidades universitárias que melhor se consideram deste ponto de vista, em contraste com os laboratórios industriais (quadro III.15). A reputação nacional é o forte das ciências biológicas na universidade e da ciência agropecuária nos institutos; a reputação internacional tende a ser relativamente mais baixa para todos, mas é vista como um pouco melhor pelos institutos na área biológica e as unidades universitárias na área exata (3,2). Os laboratórios industriais mostram que tende a não haver demanda ou citações de publicações feitas por suas unidades. Os escores fatoriais (quadro III.16) confirmam a pouquíssima reputação externa das unidades em empresas, em contraste com as de ciências biológicas, exatas e médicas das universidades e com os institutos de pesquisa agrícola. No caso da pesquisa médica, existe um obvio contraste entre a reputação externa que consideram ter e as dificuldades de relacionamento interno reveladas no quadro III.14.

A auto-avaliação quanto a resultados práticos deixa a universidade em segundo plano. Os laboratórios industriais são os que crêem que tem mais continuidade em seus trabalhos, e os institutos são os que atribuem maior valor social ao que produzem (quadro III.17). Os escores

fatoriais revelam que, em geral, são os institutos, particularmente os de medicina e pesquisa agropecuária, que se consideram mais eficazes deste ponto de vista (quadro III.18). Já as unidades universitárias de pesquisa biológica e de ciências exatas e da terra, rejeitam obviamente esta dimensão prática em seu trabalho, e por isto seus escores são tão baixos neste fator.

Finalmente, são as unidades em laboratórios industriais que mais se valorizam do ponto de vista organizacional e burocrático, enquanto que as unidades universitárias tendem a dar pouca importância a este fator (quadros III.19 e III.20).

Estas diferentes auto-avaliações são em linhas gerais coerentes com as orientações seguidas pelos diferentes tipos de unidade de pesquisa. No entanto, algumas surpresas começam a aparecer quando comparamos as diversas avaliações entre si para cada tipo de unidade.

Os líderes das unidades de pesquisa universitárias, que têm, como vimos anteriormente, uma orientação predominantemente acadêmica, valorizam principalmente sua contribuição institucional (cumprimento dos objetivos de P&D e educacionais da instituição), e consideram que têm tido sucesso em cumprir com os requisitos de qualidade de seu trabalho - estes itens recebem uma avaliação superior a quatro pontos, na escala de um a cinco. Sua contribuição geral à ciência e tecnologia é percebida como menos satisfatória (3,4); e elas se vem mais para o lado negativo no que se refere tanto à sua reputação internacional (2,8) quanto à sua contribuição para a solução de problemas correntes.

Os líderes das unidades vinculadas a institutos também percebem sua principal contribuição como sendo para os objetivos de pesquisa e desenvolvimento de suas instituições (4,4) e a qualidade técnica de seu trabalho (4,1). Também valorizam a contribuição social de suas pesquisas (3,0) e têm uma visão negativa da reputação internacional de suas unidades (2,6).

O padrão das unidades pertencentes a laboratórios industriais é semelhante: seus líderes também valorizam, em primeiro lugar, sua contribuição para os objetivos de P&D de suas instituições (4,4) e o cumprimento de requisitos de qualidade (4,0); eles também consideram ser muito produtivos no aumento de conhecimentos, métodos e invenções em seu campo de trabalho



(4,0), ainda que considerem que sua contribuição geral para a ciência e tecnologia em seu campo não seja muito alta (3,0). Finalmente, de todas as unidades, estas são as que se consideram de menor reputação internacional (2,2) e mesmo nacional (2,9).

Por estes resultados, é de se supor que as instituições às quais pertencem as unidades de pesquisa dão grande importância à atividade de pesquisa que se realiza dentro dela. De fato, quando perguntados diretamente, os líderes afirmam que suas instituições tendem a considerar de muita importância a atividade de pesquisa (4,6 em média na escala de um a cinco) e não existem diferenças de monta seja por área de área seja por tipo de instituição.(este dado, no entanto, deve ser confrontado com o do quadro II.14, que mostra que uma parte significativa das unidades de pesquisa depende fortemente de recursos externos para a realização de seus trabalhos).

A comparação sistemática entre os diversos tipos de unidades revela, finalmente, que as unidades de pesquisa tecnológica ligadas a institutos tendem a se situar de forma sistematicamente inferior às demais em quase todos os itens de avaliação, enquanto que, no outro extremo, as unidades ligadas a institutos de pesquisa agropecuária tendem a se situar de forma mais favorável.

A auto-avaliação das unidades de pesquisa não pode ser entendida, naturalmente, como uma avaliação objetiva, mas principalmente como uma expressão de como os líderes das unidades se vêem, e em que medida acreditam que estão realizando os objetivos a que se propõem. Chama a atenção, como tema dominante, a predominância da avaliação positiva da contribuição institucional, colocando outras dimensões em segundo plano. Em síntese, pareceria que, do ponto de vista de suas instituições, os líderes das unidades de pesquisa crêem que cumprem bem seus objetivos. Caberia indagar, no entanto, se estes são os objetivos mais amplos da pesquisa científica e tecnológica, expressos seja nos aspectos mais científicos e acadêmicos, seja naqueles referidos mais diretamente a resultados de significado mais imediato.

## **Capítulo IV - o desempenho da pesquisa**

### ***1. As variações do desempenho***

Os dados sobre desempenho levantados por este projeto são bastante genéricos, e não tem por objetivo nem permitem uma avaliação precisa do desempenho de cada uma das unidades de pesquisa incluídas no estudo. Uma avaliação mais profunda deveria ser necessariamente qualitativa, e exigiria uma análise substantiva da produção de cada unidade em função do estado da arte em sua área específica de trabalho, e em comparação com outras unidades no país e no exterior. Neste projeto, os indicadores que existem permitem tão somente comparações globais, indicativas, entre grupos de unidades.

Existem dois tipos de informação sobre desempenho no projeto, as subjetivas, de auto-avaliação, e as objetivas. As primeiras já foram analisadas no capítulo anterior, e se referem às diferentes orientações das unidades, assim como a seus níveis de exigência. Este capítulo introduz na análise alguns indicadores objetivos de desempenho, e discute a questão de seus determinantes. Além disto, são feitas algumas comparações preliminares de tipo internacional.

Os principais dados objetivos de desempenho disponíveis no projeto se referem ao número de itens produzidos pelas unidades e por cada um de seus pesquisadores nos últimos três anos, em diversas categorias. É evidente que os tipos de produto das unidades varia tanto em relação às áreas de conhecimento quanto em relação às orientações mais gerais que e, já examinadas no capítulo anterior. Assim, é de se esperar que unidades de pesquisa na área tecnológica tenham maior produção de patentes, protótipos e materiais experimentais do que as da área biológica. Além disto, pode-se supor que as unidades que tenham uma orientação mais acadêmica produzam mais artigos para revistas científicas nacionais e internacionais, enquanto que aquelas mais voltadas para o interior de suas instituições produzam mais relatórios de circulação interna.

Os quadros IV.1 a IV.3 confirmam, em linhas gerais, estas suposições. A publicação de artigos em revistas científicas é muito maior nas unidades universitárias do que nas localizadas

em institutos ou empresas, para todas as áreas de conhecimento (quadro IV.1). As unidades universitárias são também as que mais publicam no estrangeiro, o que faz supor uma orientação mais cosmopolita e um padrão acadêmico mais exigente do que o das demais. Não é surpreendente que as maiores médias de publicações no estrangeiro surjam nas ciências mais básicas, ou seja, biologia e ciências exatas e da terra. As áreas médica e agropecuária, de orientação mais aplicada, publicam preferencialmente no Brasil; os laboratórios de empresas praticamente não publicam os resultados de seus trabalhos.

A análise da variação dos dois principais tipos de produto tecnológico patentes e protótipos mostra que eles se concentram preferencialmente nos laboratórios de empresa, e na área tecnológica e de ciências exatas e da terra (quadro IV.2). Note-se, no entanto, que as unidades de pesquisa universitária tem uma produção média maior do que a dos laboratórios industriais em relação a estes itens, apesar de terem também maior orientação acadêmica, o que mostra que não existe incompatibilidade necessária entre estes objetivos. Finalmente, existe uma produção média significativamente maior de documentos internos por parte de unidades em laboratórios e institutos do que em unidades universitárias. É impossível avaliar o significado preciso deste dado. Ele pode significar, no entanto, seja a existência de uma política de sigilo, seja a ausência de padrões adequados que levem à publicação de resultados. Estes dois fatores, como é sabido, freqüentemente vêm juntos.

## ***2. Os determinantes do desempenho: primeira aproximação***

O quadro IV.4 mostra o resultado de uma análise que subdivide as unidades de pesquisa em grupos sucessivos que maximizam as diferenças da variável dependente (produtividade), a partir de variáveis independentes de tipo nominal. Ela introduz, além do tipo de instituição e área de conhecimento, um agrupamento das unidades por região geográfica (São Paulo, Rio, Centro-Sul, Nordeste).

Assim, as unidades de pesquisa da amostra publicaram, em média, 9,6 artigos em revistas nacionais nos últimos três anos. Das três variáveis independentes consideradas - áreas de

conhecimento, tipo de instituição e região geográfica - a primeira é a que divide o total de maneira mais contrastante: de um lado, as unidades em ciências exatas e da terra, biologia e tecnologia, com uma média de 7,1; e, por outro, unidades em pesquisa médica e agropecuária, com média 15,8. Esta divisão confirma que publicações em revistas nacionais tendem a ser mais intensas para as disciplinas mais aplicadas, excetuando a engenharia.

A segunda divisão se dá no interior do primeiro grupo: ela permite identificar as unidades que menos publicam no país, que são as dos laboratórios industriais; e as que mais produzem nesta categoria, que são as unidades localizadas em institutos ou universidades. Ou seja, esta divisão é de tipo institucional. A segunda divisão mostra que, das unidades que mais publicam, são as de São Paulo e Centro-Sul as que concentram o maior número de publicações em contraposição às unidades do Rio de Janeiro e Nordeste. Aqui é a variável geográfica que desempenha maior papel.

Em síntese, publicações nacionais parecem ser uma atividade predominante de unidades de pesquisa aplicada médica e agropecuária na região de São Paulo e Centro Sul, e uma atividade alheia às unidades de laboratórios industriais, da área tecnológica e de ciências exatas. Esta análise confirma, com maior nitidez, o já visto nos quadros anteriores.

As publicações em revistas estrangeiras obedecem a um padrão distinto. Elas tendem a ser próprias de universidades, por contraposição aos institutos e laboratórios industriais; e, mais especificamente, às unidades de pesquisa universitária localiza das na região de São Paulo, por contraposição ao resto do país. Este dado confirma as informações de outras fontes que mostram a grande participação paulista na percentagem de publicações brasileiras citadas na literatura internacional.

Finalmente, a produção de patentes se concentra nas unidades das áreas de tecnologia e ciências exatas, e, dentre estas, nas localizadas na região de São Paulo.

Esta análise permite uma visão mais elaborada da importância destas variáveis independentes do que foi possível até aqui. Assim, existe uma profunda diferença por áreas de

conhecimento, que privilegiam produtos distintos - publicações nacionais para as ciências aplicadas, patentes e protótipos para a área tecnológica, publicações internacionais para as ciências básicas. Além disto, existem diferenças institucionais importantes: os laboratórios industriais quase não publicam, enquanto que as universidades privilegiam as publicações internacionais. Finalmente, existe um fator geográfico de peso: por uma série de razões que estes dados, em si mesmo, não permitem elucidar, são as unidades de pesquisa em São Paulo as que mais produzem os três tipos de produto, incluindo também as unidades mais aplicadas (exceto as engenharias) da região Centro-Sul para a produção de artigos nacionais.

O quadro IV.7, finalmente, dá a distribuição de líderes e pesquisadores que não produziram nada em termos de livros, artigos ou patentes nos últimos 3 anos. A primeira constatação é que os líderes produzem, em média, três vezes mais do que os não-líderes. Isto pode ser entendido como um fenômeno de apropriação do trabalho de uns pelos outros, mas, provavelmente, trata-se principalmente de um reflexo da melhor formação, experiência e qualidade dos líderes. Esta diferença é extrema nas universidades, onde os não líderes são, freqüentemente, estudantes de graduação. É na área tecnológica, e nas unidades de empresas, que os índices mais altos de não produtividade se manifestam, reforçando a dificuldade já assinada em avaliar o desempenho destes grupos.

### **3. Os determinantes do desempenho: segunda aproximação.**

O quadro IV.3 permite avançar mais no exame dos condicionantes do desempenho, tomando outro tipo de indicadores. Pediu-se aos entrevistados que indicassem quais, dentre uma lista de vários possíveis fatores, influenciavam mais fortemente a efetividade das unidades de pesquisa segundo uma série de dimensões. Para cada dimensão, só a influencia mais importante deveria ser indicada.

A contribuição geral de uma unidade de pesquisa para a ciência e tecnologia depende, na opinião dos entrevistados, basicamente de sua autonomia em definir seus próprios projetos, depois da qualidade dos recursos humanos de que se dispõe, e em terceiro lugar de sua

integração com os planos e prioridades nacionais. Existe uma aparente contradição entre a primeira e a terceira condição ela reflete, possivelmente, os tipos distintos de orientação que já foram analisados anteriormente.

A reputação da unidade é vista basicamente como função de seus recursos humanos, e secundariamente de sua eficiência organizacional; em terceiro lugar, ela depende das qualidades de seu líder. Já a efetividade social depende fundamentalmente da vinculação da unidade com planos e prioridades nacionais, e secundariamente de sua vinculação com o ambiente universitário. A efetividade em tarefas de formação e treinamento de recursos humanos depende, em primeiro lugar, dos recursos humanos de que a unidade dispõe, e também de sua vinculação ao ambiente universitário. Sua capacidade de inovação e produtividade também depende de seus recursos humanos, autonomia e recursos técnicos. Finalmente, a aplicação prática dos resultados das pesquisas feitas é entendida como dependendo da vinculação da unidade a planos e prioridades nacionais e ao ambiente empresarial.

Vistos de outra perspectiva, estes dados mostram que, na opinião dos líderes das unidades de pesquisa, o fator mais importante para a efetividade das unidades de pesquisa é a qualidade de seus recursos humanos. Este fator é particularmente central para sua capacidade de formação e treinamento, de inovação e produtividade, e para sua reputação. Ele só não é muito importante para explicar a efetividade social das unidades e sua possibilidade de aplicar bem seus resultados. Para estes últimos objetivos, a integração a planos e prioridades nacionais é considerada como o fator mais importante, o segundo em importância geral. No entanto, esta integração não parece muito significativa para as demais dimensões de efetividade. O terceiro fator em importância a vinculação da unidade com o ambiente universitário, o que afeta particularmente sua capacidade de treinamento e formação. Depois, a autonomia da unidade, básica para a contribuição geral da unidade para a ciência e Tecnologia e para sua capacidade de inovação e produtividade.

Os recursos técnicos e materiais parecem jogar algum papel na determinação da capacidade de inovação e produtividade das unidades, mas muito menos em outras dimensões. A

vinculação com o ambiente empresarial está quase que exclusivamente relacionada com a aplicação dos resultados. A eficiência organizacional afeta a reputação da unidade, mas não as demais dimensões, as qualidades do líder também afetam a reputação das unidades. A participação de pesquisadores e técnicos nas decisões parece ter algum impacto sobre a atividade de formação e treinamento. Finalmente, o nível salarial dos pesquisadores não parece ter peso específico para a efetividade da unidade em nenhuma de suas dimensões.

O quadro IV.9 procura contrastar esta visão dos líderes com uma aproximação do que acontece na realidade. Para isto, as unidades foram divididas para cada uma das dimensões de efetividade entre dois grupos, as que se consideram altamente produtivas em cada dimensão (5 na escala de 1 a 5) e as demais. Os dois grupos, de alta e baixa efetividade, foram a seguir comparados, através de uma análise de variância, em relação à existência ou não dos diversos fatores que poderiam, potencialmente, influenciar a efetividade das unidades. Há uma boa aproximação, ainda que não perfeita, entre a primeira coluna deste quadro e a do quadro anterior.

O quadro IV.9 revela ainda que a percepção de que a unidade de alta contribuição geral à ciência e tecnologia está relacionada à qualidade de seu líder e ao envolvimento de técnicos e pesquisadores em reuniões. Ela está também associada a contatos intensos com usuários das pesquisas e com a efetividade organizacional da unidade, expressa pelo cumprimento de seus cronogramas de trabalho (este último fator é a única característica que acompanha as unidades mais efetivas em todas as dimensões, como um pré-requisito geral de competência).

O sentido deste item de “contribuição geral” parece estar associado principalmente aos aspectos aplicados da pesquisa, mas certamente varia com os diferentes tipos de unidade. Já o item “reputação” parece ser uma dimensão mais estritamente acadêmica, que está fortemente relacionada com a qualidade dos recursos humanos da unidade, sua autonomia e seu pertencimento à universidade. Existe bastante coincidência entre estes resultados e o da tabela anterior.

O quadro IV.8 sugere que a efetividade social da pesquisa depende basicamente da integração das unidades com planos e prioridades nacionais. O que o quadro IV.9 revela é que esta integração não significa que os projetos das unidades devam ser definidos pelas agências que os financiam ao contrário, as unidades mais efetivas são mais autônomas na definição de seus projetos. Existe, isto sim, maior integração com os usuários nas unidades mais efetivas, Em outras palavras, a vinculação com usuários parece ser importante como continuidade do trabalho realizado, mas não necessariamente antes.

As unidades que mais se destacam na formação e treinamento de recursos humanos são basicamente universitárias, possuem recursos humanos de boa qualidade, têm bastante autonomia em definir seus projetos, e são as mais frustradas do ponto de vista salarial. Este dado parece indicar uma certa superposição com as de alta reputação; no entanto, o fato de aquelas se dedicarem mais ao ensino está relacionado com sua maior vinculação universitária e, possivelmente, com sua pior situação financeira. Existe bastante coincidência entre estes resultados e as opiniões expressas pelos líderes no quadro anterior.

Inovação e produtividade não parecem estar relacionados significativamente com nenhum dos fatores aqui estudados, exceto com o cumprimento de cronogramas de trabalho. Já a aplicação dos resultados parece depender basicamente da intensidade dos contatos das unidades com possíveis usuários, e com o caráter não universitário deste tipo de pesquisa. Este dado também coincide com o do quadro anterior.

O exame de cada um dos fatores revela que a escolha de projetos por influência de agências governamentais é um pouco mais freqüente em unidades mais orientadas para a efetividade social, mas isto não lhes garante melhor desempenho. A autonomia na definição de projetos, ao contrário, está fortemente associada à reputação, efetividade e capacidade de formação e treinamento das unidades de pesquisa. A frustração salarial em relação ao custo de vida já era alta em todas as unidades na época de realização da pesquisa, primeiro semestre de 1983. As unidades que se especializam em resultados aplicáveis são relativamente menos frustradas que as demais as que se dedicam ao ensino são as que mais se queixam. Em geral, as



unidades mais efetivas revelam frustração salarial algo maior do que as menos efetivas, exceto quanto às orientadas para aplicação de resultados (as diferenças, no entanto, não são significativas).

Recursos humanos adequados parecem ser fundamentais para a contribuição geral da unidade à ciência e tecnologia, para sua reputação e para sua capacidade de treinamento. Ter ou não ter equipamentos adequados não parece fazer maior diferença. Pertencer ao ambiente universitário se reflete na reputação da unidade e em seu desempenho na formação de recursos humanos, e negativamente em sua capacidade de aplicação de resultados. Ter contatos com usuários é importante para a efetividade social e aplicação. As qualidades do líder afetam a contribuição geral da unidade para C&T. Participação de cientistas e técnicos em reuniões internas não parece ter maior influência, ainda que tenda ser mais comum nas unidades mais efetivas. Finalmente, o cumprimento de cronogramas de trabalho é característica comum a todas as unidades mais efetivas, em todas as dimensões.

O quadro IV.10, finalmente, trata de verificar que tipos de instituição ou área de conhecimento são mais efetivos nas diversas dimensões de efetividade estudadas até aqui. Assim, na área universitária, as unidades de pesquisa biológica se consideram, principalmente, muito efetivas em formação de recursos humanos, e em reputação nacional. As unidades da área tecnológica também valorizam a formação de recursos humanos, assim como sua capacidade de produção de protótipos. As de exatas já dão menos importância à tarefa educativa, mas, em compensação, se consideram melhores na produção de artigos científicos para a literatura internacional. A área médica, que já vimos estar estagnada em seu crescimento e avaliar negativamente sua contribuição aos objetivos de suas instituições, é a que considera ter maior contribuição geral à ciência e tecnologia, reputação nacional, inovatividade, continuidade e aplicação de resultados e produção de artigos nacionais. Estes dados sugerem a existência de uma grande inconsistência entre a qualidade que os médicos atribuem a seu trabalho e as dificuldades que encontram em suas atividades. As unidades universitárias de pesquisa

agropecuária revelam, em geral, índices baixos de efetividade, exceto na produção de artigos publicados nacionalmente.

Entre as unidades de institutos, as de pesquisa biológica também se valorizam principalmente pela capacidade de formação de recursos humanos, pela reputação nacional e contribuição geral à ciência e tecnologia. As de tecnologia se distinguem pela produção de patentes e protótipos, como seria de se esperar as de ciências exatas também dão ênfase ao trabalho formativo, à reputação nacional e a inovatividade. As unidades de pesquisa médica enfatizam acima de tudo sua contribuição social e sua capacidade de formação de recursos humanos, mas também sua inovatividade e aplicação dos resultados de seu trabalho. As unidades de pesquisa agropecuária, finalmente, também enfatizam sua contribuição social e inovatividade, sendo, além disto, as que mais produzem artigos na literatura nacional. As unidades tecnológicas em empresas mostram, em geral, índices bastante baixos em todas as dimensões de efetividade, exceto quanto à produção de protótipos para as da área tecnológica.

#### ***4. Um teste dos indicadores de desempenho: as notas da CAPES***

Uma das principais técnicas de validação de um indicador consiste em verificar em que medida ele coincide ou não com outro tipo de informação semelhante, mas obtida independentemente. Os cursos de pós-graduação brasileiros são submetidos, anualmente, a um processo de avaliação pela CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior do Ministério da Educação, que é geralmente considerado como bastante confiável. Para efeito deste teste, atribuímos às unidades de pesquisa universitárias as notas dos grupos de pós-graduação a que elas estão relacionadas. Isto nos permite verificar em que medida os diversos indicadores sob e objetivos utilizados no projeto ICSOPRU correspondem a esta avaliação. Os principais resultados estão indicados no quadro IV.11, obtido por análise de variância.

O que o quadro revela é que as notas da capes correspondem bem a dois tipos de indicadores objetivos do projeto ICSOPRU, ou seja, a produção de protótipos e a produção de

artigos para a literatura internacional, Os grupos de alta produção de protótipos têm nota média de 1.5 (considerando A=1, etc.), e os de alta produção de artigos internacionais, nota 1.60. Elas também discriminam, ainda que de forma menos nítida, a produção de artigos no país e a reputação nacional da unidade Para os demais indicadores, no entanto, todos eles de auto-avaliação, a relação é inversa, ou seja, os grupos de maior efetividade segundo o projeto ICSOPRU tentem a obter notas menores da CAPES. Na maioria dos casos as diferenças não são significativas, exceto quanto à autopercepção das unidades de sua capacidade de inovação.

Existem várias interpretações possíveis para estes resultados, que só se aplicam às unidades universitárias. A primeira é que as avaliações subjetivas não refletem, na realidade, a efetividade dos grupos, e são meramente auto-congratulatorias; a segunda é que as avaliações da CAPES tendem a sobre-valorizar os aspectos de publicação e produção de resultados, utilizando-se inclusive de indicadores semelhantes aos deste projeto. Na realidade, como as notas da CAPES resultam em uma dimensão única de avaliação, e como o desempenho se da normalmente por dimensões não correlacionadas, seria realmente se esperar que estas notas se vinculassem a um tipo de indicadores e não a outros. Fica, no entanto, a dúvida sobre uma eventual sobrevalorização que as unidades de pesquisa possam estar fazendo de seu trabalho, e que estaria sendo detectada pela avaliação da CAPES, feita por observadores externos e de forma comparada.

## **5. *Comparações internacionais***

Os quadros IV.12 a IV.14 permitem algumas comparações internacionais. O primeiro deles compara a produção de patentes e protótipos das unidades de pesquisa tecnológica no Brasil e em 12 outros países pesquisados por este projeto. Chama a atenção o número extremamente reduzido de registro ou solicitação de patentes originados de unidades de pesquisa tecnológica brasileiras, em comparação com vários outros países. Assim, as unidades de pesquisa brasileiras se colocam em posição semelhante às da Argentina e do Egito, e bastante distantes dos países europeus aqui representados, assim como da Índia e da Coreia. É possível notar que,

em praticamente todos os países, a elaboração de produtos tecnológicos tende a se situar fora do sistema universitário.

O quadro IV.13 compara a produção acadêmica dos diversos países em uma área de conhecimento e tipo específico de instituição, específicos, a pesquisa biológica universitária. Esta especificação é necessária porque, como é sabido, os padrões de publicação variam muito entre as diferentes áreas de conhecimento, e desta maneira a comparação torna-se mais significativa. Ele mostra que as unidades brasileiras têm um volume de publicações intermediário, e em geral inferior ao das unidades européias. No entanto, o que mais chama a atenção é a posição extremamente baixa da produção científica das unidades brasileiras localizadas em institutos não universitários, o que confirma a hipótese da existência de um problema com este tipo de unidade de pesquisa no Brasil.

Estas comparações tornam-se mais inteligíveis se fizermos um pequeno resumo dos padrões de produção científica dos diversos países estudados pelo projeto ICSOPRU, em relação aos itens que estamos analisando.

*Argentina:* As unidades de pesquisa argentinas produzem uma média de 5,5 artigos em revistas nacionais cada três anos, com maior concentração em unidades não universitárias, mas vinculadas a instituições nacionais de pesquisa científica. (Este dado deve ser visto tendo-se em conta que o projeto ICSOPRU naquele país se concentrou em unidades de pesquisa nas províncias.). A média de publicações no exterior é de 4,3, com maior concentração também nas unidades não-universitárias (5,6 vs.4,0). A produção de patentes pelas unidades de pesquisa argentinas é bastante baixa (0,11 em média), com ligeira concentração nas unidades ligadas a instituições nacionais de pesquisa (0,3).

*Índia:* Os dados disponíveis sobre a Índia se limitam a institutos não universitários. A produção média de artigos científicos em revistas nacionais é de 9,6, com maiores valores nas áreas biológica (14,2) e médica (13,9). Estes institutos em geral publicam pouco no exterior

(média 3). As patentes são produzidas preferentemente por unidades tecnológicas ligadas a institutos (7 unidades, com uma média de 2 patentes cada 3 anos).

*Coréia:* As unidades de pesquisa deste país produzem em média 3,1 artigos cada três anos para periódicos nacionais, com uma grande concentração, porém, em unidades universitárias (6,7). Note-se, porém, que as unidades de pesquisa coreanas apresentam um número bastante alto de produção de livros (3,1 para unidades universitárias, 3,7 para unidades em institutos), e há indicações de que esta forma de publicação corresponde a um padrão próprio e distinto de seu equivalente na tradição de publicações ocidental. A publicação de artigos em revistas internacionais é extremamente baixa (0,4), com maior concentração em unidades universitárias (1,1). A produção de patentes se concentra em unidades de pesquisa tecnológica e em ciências exatas e da terra ligadas a empresas produtivas (médias 1,76 e 1,95).

*Polônia-A (segundo “round”):* As unidades de pesquisa deste país apresentam uma média de 15,7 artigos nacionais cada três anos, com maior concentração em unidades universitárias (16,9) e nas vinculadas à Academia de ciências daquele país (15,3). Os institutos, no entanto, também apresentam um padrão alto de publicações nacionais (13,4). São as unidades ligadas à Academia, no entanto, que publicam internacionalmente (7,7; a média para todas as unidades é de 2,6). A produção de patentes se concentra em unidades universitárias de pesquisa tecnológica (3,66) e em institutos de pesquisa agrícola (3,0).

*Ucrânia:* Os dados da Ucrânia não incluem unidades de pesquisa universitária, mas somente as da Academia de ciências e de Institutos. As unidades da Academia são as que mais produzem no país (17,0 vs. 7,4 para as de institutos média total, 14,5). Os níveis de publicação internacional são bastante baixos (1,0 em média, com um pouco mais de concentração na Academia - 1,1). As unidades de pesquisa tecnológica da Academia também apresentam uma média alta de produção de patentes (10,7). Os valores para outros tipos de unidade são também freqüentemente altos: a média nacional no estudo é de 5,5.

*Egito:* A produção média de artigos nacionais das unidades egípcias é relativamente alta (12,1). No entanto, chama a atenção o fato de que elas estão muito concentradas em unidades que se dedicam à venda de serviços de pesquisa (“contract research institutes” na terminologia da UNESCO), com a média de 21,5. A média das unidades universitárias é relativamente alta (14,6), e a do país como um todo, também (12,1). A publicação de artigos em revistas internacionais também se concentra nestas unidades (13,7 artigos em média), dentro de um total nacional que é também relativamente alto (6,7). A produção de patentes é quase totalmente concentrada em 7 institutos da área médica (média de 4,8, contra uma média nacional de 0,39).

*Hungria:* A produção média de artigos nacionais das unidades de pesquisa deste país é alta (13,9), e se mantém para todos os tipos de instituição, ainda que com maior concentração nas universitárias (15,7). No entanto, as unidades de pesquisa agropecuária ligadas à Academia de Ciências são as mais publicam no país (média 21,7), seguidas das unidades universitárias de pesquisa biomédica (16,5). A média de publicações em revistas internacionais é também relativamente alta (5,3), significativamente concentradas nas universidades (7,1). São as unidades universitárias de pesquisa médica as que mais publicam no exterior (11,7). A produção de patentes está fortemente concentrada em unidades de pesquisa ligadas à indústria (6,4), mas existe em todo o sistema de ciência e tecnologia do país (média geral, 1,45). *Áustria:* As unidades de pesquisa deste país produzem relativamente pouco em revistas nacionais (média 6,6), e também pouco internacionalmente (2,3). A produção acadêmica parece estar concentrada em alguns poucos institutos vinculados a universidades (média 16,8 de artigos nacionais e 27,0 de artigos internacionais). A produção de patentes é concentrada em institutos ligados a empresas (6,8), e a média nacional é relativamente alta (3,55).

*Bélgica:* As publicações nacionais na Bélgica se concentram em algumas unidades de institutos não universitários (Média 14,9) e em menor grau nas unidades universitárias (média 8,7). Já as publicações internacionais saem principalmente das unidades universitárias (média 9,5), enquanto que a produção de patentes deriva de unidades ligadas à indústria (3,00).

*Suécia:* Só existem dados a respeito de unidades universitárias na Suécia. Elas publicam em média 4,1 artigos em revistas nacionais e 6,8 em internacionais, o que indica uma orientação internacional bastante forte, que se acentua nas ciências exatas (média 8,9). A produção de patentes é relativamente pequena (0,44), e concentrada na área de ciências exatas e da terra (0,78).

*Polônia-B (primeiro “round”):* Os dados da Polônia do primeiro round não incluem unidades universitárias nem laboratórios industriais. Eles mostram uma média relativamente alta de artigos em publicações nacionais (11,9), com concentração em institutos ligados a universidades (13,8), particularmente na área médica (18,6) e tecnológica (15,4). Artigos em publicações internacionais surgem, no entanto, principalmente de institutos ligados a academias e órgãos nacionais de ciência e Tecnologia (5,4, para uma média geral de 2,2). A produção de patentes é relativamente alta (média 1,3), e concentrada em institutos de tecnologia (média 3,56).

*Finlândia:* A produção de artigos nacionais na Finlândia é relativamente baixa (5,4), e não difere muito entre universidades (5,4) e institutos não-universitários (7,1). A produção de patentes é relativamente pequena (média 0,73) e concentrada em unidades ligadas a empresas produtivas (média 1,44).

A comparação entre os diversos países mostra uma grande diversidade de formatos institucionais e padrões de publicação. Três generalizações, no entanto, parecem possíveis primeiro, existe quase sempre uma especialização disciplinar e institucional quanto ao tipo de produtos: unidades ligadas a empresas produzem mais patentes, unidades de institutos ligados à universidade produzem mais artigos de circulação internacional, etc. Segundo, os mesmos tipos de instituição podem se especializar em produtos distintos conforme o país; seria necessário conhecer em detalhe cada caso para explicar as diferenças. Terceiro, apesar das especializações, alguns países tendem a mostrar níveis elevados de produção de todos os produtos e em todos tipos de instituição, enquanto que outros revelam um nível geral relativamente baixo. O Brasil se aproxima do segundo grupo. Finalmente, existem países como a Suécia, de um lado, e Egito, de

outro, que parecem concentrar sua produção científica e tecnológica em algumas poucas instituições isoladas.

O quadro IV.14 permite comparar o Brasil com países incluídos no “3º. round” do projeto ICSOPRU ao longo de uma medida de concentração, o “coeficiente de variação”. Comparado com estes países, a produção científica brasileira é altamente concentrada, exceto em relação a artigos em revistas internacionais, que são mais concentrados ainda na Ucrânia e Coréia, países culturalmente muito mais distantes da língua inglesa do que o Brasil. Níveis altos de concentração podem expressar a especialização das unidades de pesquisa em tipos diferentes de produtos, o que, como vimos, ocorre de fato em muitos países. Mas podem revelar, também, grandes desigualdades de desempenho entre as unidades de pesquisa. Se este for o caso, estaríamos diante de um sistema científico cujo desempenho é garantido por uma percentagem diminuta de suas unidades de pesquisa, enquanto que as demais, não chegariam, de fato, a justificar sua existência enquanto grupos de pesquisa. Estes dados não permitem ainda uma avaliação mais precisa neste sentido, mas revelam sem dúvida a existência de um possível problema a ser aprofundado.



## **Capítulo V. A organização do trabalho de pesquisa.**

Como se dá o trabalho de pesquisa no interior das unidades? A que se dedicam os líderes, pesquisadores e técnicos? Qual o impacto das diferentes formas organizacionais sobre a efetividade destas unidades? Este capítulo tem por objetivo apresentar alguns resultados obtidos a respeito destas questões.

### ***1. O envolvimento no trabalho da pesquisa***

As atividades de pesquisa e desenvolvimento experimental nas unidades de pesquisa em análise ocupam, em média, 50% do tempo dos líderes, pesquisadores e técnicos, com os primeiros algo mais dispersos do que os últimos (quadro V.1). A participação em pesquisas em outras unidades é relativamente pequena. Além de pesquisar, os líderes se ocupam de atividades administrativas e de ensino; os pesquisadores também se dedicam de forma significativa ao ensino; já os técnicos dedicam 25% de seu tempo a atividades de rotina, que ocupa relativamente pouco os líderes e demais pesquisadores das unidades.

O quadro V.2 mostra que, em geral, os líderes se envolvem muito mais intensamente com praticamente todos os aspectos da pesquisa do que os pesquisadores e técnicos, exceto nas atividades de coleta de dados. Existe uma diferença óbvia entre o tempo gasto em determinada atividade e o envolvimento da pessoa neste trabalho. Assim, os líderes das unidades se envolvem basicamente na identificação das áreas de interesse para a pesquisa, na formulação dos problemas, elaboração dos projetos, análise dos resultados e sua redação; no outro extremo, se envolvem menos com os aspectos administrativos, de revisão da literatura e coleta de dados. Os pesquisadores se envolvem mais na coleta e análise dos dados, e menos nos outros aspectos. Os técnicos se caracterizam, principalmente, pelo pouco envolvimento participam um pouco mais da coleta de dados, atividade rotineira, e em atividades relacionadas com técnicas, aparelhagem, etc. Fora disto, sua participação é baixa ou Muito baixa nas atividades de pesquisa das unidades como um todo.

O envolvimento dos líderes nas atividades de pesquisa das unidades pode se dar ao longo de três dimensões independentes, como mostra o quadro V.3 Primeiro, há um envolvimento em atividades relacionadas com a concepção de áreas de interesse e de projetos de pesquisa; segundo, o envolvimento na própria execução dos trabalhos de pesquisa (coleta e análise de dados e redação de relatórios); e, finalmente, em atividades de tipo administrativo. Estes três tipos de liderança podem ter, presumivelmente, impactos diferentes no funcionamento das unidades de pesquisa, e não se distribuem aleatoriamente entre elas.

De fato, o quadro V.4 mostra que o envolvimento de líderes em atividades de concepção de projetos é muito mais intenso em unidades universitárias do que em unidades de institutos ou empresas. À comparação das unidades de pesquisa tecnológica mostra uma diferença de mais de um desvio padrão entre unidades universitárias e de institutos em relação a este fator. O inverso se dá, ainda que de forma menos marcante, em relação ao envolvimento dos líderes na execução da pesquisa, que é notavelmente pequeno nas unidades universitárias de pesquisa tecnológica (quadro V.5). As tarefas administrativas, finalmente, tendem a ser mais características da área universitária do que das demais (excetuando-se as unidades universitárias de pesquisas exatas e da terra) e particularmente pesada para as unidades de pesquisa médica em institutos isolados (quadro V.6).

## **2. O ambiente de trabalho**

O ambiente de trabalho nas unidades de pesquisa dá amostra, tal como indicado no quadro V.7, é em geral bastante bom. Em uma escala de 1 a 5, os líderes atribuem valores acima de quatro, em média, a itens tais como espírito de inovação, dedicação ao trabalho, consideração de novas idéias, aceitação de idéias provenientes de pessoal júnior, e cooperação entre os pesquisadores. No outro extremo, dão escores menores do que dois a uma série de itens que indicam a existência de conflitos na unidade ou entre os líderes e seus supervisores, sem estes conflitos de tipo técnico ou não. Os pesquisadores, em geral, tendem a ter uma avaliação um pouco menos positiva de suas unidades (segunda coluna), mas sem maiores discrepâncias. Os técnicos, de uma maneira geral, são tão otimistas quanto os próprios líderes.

A análise fatorial dos itens de avaliação dos ambientes de trabalho mostra que, como é normal, eles se agrupam em algumas dimensões independentes, que não são exatamente as mesmas para os diferentes grupos (quadros V.6 a V.10). Assim, existe uma dimensão de “inovação e cooperação” em questões técnicas, que inclui alta dedicação ao trabalho, espírito aberto para novas idéias, cooperação entre pesquisadores e espírito de inovação duas dimensões de conflitividade, uma de tipo técnico, outra não técnica; uma dimensão referida ao “ambiente participativo”, que se refere especificamente à existência de reuniões freqüentes de trabalho; e outra referente a dificuldades e interferências externas, de tipo ambiental ou burocrático-administrativas.

A avaliação dos pesquisadores é semelhante, exceto que, para eles, a participação faz parte da mesma dimensão de “inovação e cooperação”. Os técnicos reintroduzem a distinção entre estes dois fatores, mas, por outro lado, juntam os dois tipos de conflitividade, técnica e não técnica, em uma dimensão única de conflitividade geral.

Como sempre, a distribuição destas características não é aleatória. O quadro V.11 revela que os líderes das unidades em empresas revelam um nível bem maior de conflitividade do que os das unidades universitárias ou de institutos. Em contraposição, as unidades universitárias revelam melhores ambientes de trabalho do ponto de vista da inovação, cooperação entre pesquisadores e atenção dada ao pessoal mais jovem. Aqui, no entanto, as diferenças disciplinares parecem ter um peso importante: enquanto que nas ciências biológicas este ambiente tende a prevalecer, ele parece estar tipicamente ausente das ciências exatas e da terra. Esta diferença é mostrada em detalhe no quadro V.13, e dependeria de uma análise mais qualitativa para ser compreendida em maior profundidade. À existência freqüente de reuniões, que pode ser um indicador de um ambiente de tipo participativo (que não se confunde com o anterior, de inovação e cooperação) mostra grandes diferenças, ainda que a interpretação deste fato não seja totalmente clara. Sua combinação com o último fator, no entanto, pode ser indicativa: as unidades com maior freqüência de reuniões são também as que apresentam

maiores queixas de dificuldades de tipo externo a seu trabalho (restrições administrativas, distrações no trabalho): são as dos institutos de tecnologia e de pesquisa médica.

### **3. O papel dos supervisores**

Um terceiro aspecto da organização dá pesquisa e o papel desempenhado pelos responsáveis por supervisionar o andamento de seu trabalho. No caso dos líderes, os supervisores são de fora da unidade de pesquisa no caso dos pesquisadores e técnicos, os supervisores são os próprios líderes. .

O quadro V.16 revela que, em geral, os líderes têm relativamente menos contatos com seus supervisores do que os pesquisadores, enquanto que os técnicos trabalham sob um regime de observação mais estrito, Os líderes não crêem muito nos efeitos positivos da supervisão que recebem, ainda que não a considerem tampouco negativa (media 3,0): de fato, as características que mais valorizam em seus supervisores são as de personalidade e caráter (4,0), e não as de cunho técnico-administrativo. Já os pesquisadores dão mais valor aos seus líderes, e os técnicos mais ainda. Este dado é coerente com o clima de cordialidade e avaliação positiva que parece existir nas unidades de pesquisa; ao mesmo tempo, ele sugere que os líderes trabalham com bastante independência de seus supervisores formais, a que é confirmado por uma serie de outros dados desta pesquisa.

O quadro V.17 mostra que existem grandes diferenças quanto ao papel do supervisor conforme a tipo de instituição que analisamos. Na universidade os contatos dos líderes com supervisores externos são infreqüentes, e aumentam nos institutos e, principalmente, nas empresas. Na opinião dos líderes nas universidades, é bom que isto seja assim, já que estes contatos tendem a ter um efeito mais negativo do que positivo (2,6). O padrão de maior contato e apreciação destes contatos nos institutos, e mais ainda nas empresas, se confirma para praticamente todos os itens desta questão.

#### **4. O planejamento e a organização do trabalho**

Os quadros seguintes (V.19 e V.20) mostram como as avaliações das atividades de planejamento e organização do trabalho nas unidades se estruturam ao longo de quatro dimensões principais. A primeira é uma dimensão de participação e informação: as unidades altas nesta dimensão revelam que os entrevistados possuem boa informação sobre o trabalho de pesquisa na unidade e participam de seu planejamento, que consideram em geral, bem feito. A segunda dimensão é a de contatos externos e aplicações: nas unidades em que esta dimensão predomina as possibilidades de aplicação e utilidade social dos resultados tem um peso importante na seleção dos projetos de pesquisa, e o planejamento dos trabalhos prevê contatos intensos com possíveis usuários dos resultados. O terceiro fator se refere ao trabalho de pesquisa enquanto tal. Nas unidades onde este tipo de fator predomina as atividades de pesquisa são interessantes e conceitualmente atraentes, a importância científica dos problemas pesa na seleção dos projetos, o programa de pesquisa da unidade tem coerência, e o trabalho de pesquisa é bem planejado. O último fator, finalmente, é estritamente orçamentário em um extremo, o orçamento da unidade é unificado; no outro, cada pesquisador trabalha com seus próprios recursos.

A distribuição destes fatores entre as unidades mostra que as unidades universitárias, particularmente de pesquisa biológica, são as que se colocam melhor no que se refere à qualidade do trabalho de pesquisa enquanto tal; no outro extremo estão as unidades de pesquisa em empresas, e particularmente as de ciências exatas e da terra. Os institutos de tecnologia e de pesquisa médica também revelam escores particularmente baixos nestes itens. Inversamente, as unidades universitárias revelam os menores índices de orientação para aplicações e contatos externos, com os valores mais extremos para as ciências biológicas e da terra; são os institutos que tem esta orientação mais presente, junto com as unidades de ciências exatas e da terra de empresas. A dimensão de participação e informação revela algumas diferenças importantes por área de conhecimento: a área médica parece ser muito mais participativa, enquanto que as áreas tecnológica e agropecuária se colocam no outro extremo. Finalmente, existem grandes diferenças quanto ao último fator, orçamentário: os orçamentos das unidades em empresas tendem a ser

unificados, dando pouca autonomia aos pesquisadores isolados; no outro extremo, as unidades em institutos de pesquisa agropecuária indicam não possuir orçamentos integrados. De uma maneira geral, a área tecnológica tende a ter orçamentos mais integrados do que as demais.

### **5. A organização do trabalho e a efetividade da pesquisa.**

Uma vez identificadas as principais dimensões da organização do trabalho e sua distribuição entre unidades de diferentes tipos de instituições e áreas de conhecimento, trata-se agora de verificar em que medida estas dimensões tem ou não relação com a efetividade de funcionamento das unidades.

Em relação ao papel dos líderes, o quadro V.25 revela que, em geral, são mais produtivas as unidades em que os líderes se envolvem com a concepção dos projetos de pesquisa, e não com sua execução ou administração. No entanto, existe uma exceção importante em relação a isto, que é a produção de patentes: aqui, esta concentração do líder nos aspectos mais conceituais dos projetos parece ter um efeito negativo, ainda que seu envolvimento com a execução da pesquisa, em si mesmo, não faça maior diferença (esta relação pode também ser espúria, já que a produção de patentes é extremamente concentrada em alguns tipos de unidades). O quadro V.25 mostra ainda que o envolvimento dos líderes na execução das pesquisas não faz nenhuma diferença entre unidades de maior e menor produtividade; e que a produção de artigos nacionais e de protótipos não parece estar relacionada com nenhum destes fatores.

O quadro V.26 revela que, de maneira geral, as unidades mais produtivas possuem um ambiente de trabalho caracterizado por alto espírito de inovação e cooperação técnica. No entanto, este fator não mostra relação com indicadores mais objetivos de efetividade (produção de artigos e patentes) e tem relação negativa com a produção de protótipos. A ausência ou presença de conflitividade não faz maior diferença, exceto em algumas unidades mais voltadas para a aplicação de resultados; dificuldades externas e ambientes participativos tampouco têm maior impacto.

Já o quadro V.27 sugere que as dimensões de organização e planejamento do trabalho tem impactos bem diferenciados na efetividade das unidades. Tanto a dimensão de avaliação da pesquisa quanto a de avaliação dos contatos externos se revelam claramente relacionadas com a percepção que tem as unidades de sua contribuição geral para a ciência e tecnologia, sua efetividade social, capacidade de inovação e produtividade e aplicação dos resultados. Elas têm uma relação aposta, no entanto, com a produção de artigos de circulação internacional, o que mostra serem dimensões realmente distintas e não convergentes do trabalho científico. Intensidade de participação e informação parecem ser características de unidades pouco produtivas de artigos e protótipos, ainda que também das que se consideram socialmente mais efetivas. A existência de orçamentos unificados, finalmente, não parece exercer efeitos positivos em nenhum caso, e ser predominante em unidades de pouca reputação nacional e pouca efetividade social.

#### ***6. Conclusão: as diferenças organizacionais e seu impacto.***

As principais conclusões desta análise estão sumariadas no quadro V.28. O que ele mostra é que as dimensões organizacionais analisadas até aqui - o tipo de envolvimento dos líderes, o ambiente de trabalho, a forma pela qual a pesquisa está organizada - tem relações bem definidas, e distintas, com as diferentes dimensões de efetividade que estamos examinando. No entanto, estas relações de dão principalmente com as avaliações que os líderes fazem do trabalho de suas unidades, e não tanto com os indicadores mais objetivos de efetividade que o estudo utiliza.

“Contribuição geral para a ciência e tecnologia” é uma expressão intencionalmente vaga, e no questionário está formulada em termos de que “a unidade trouxe eminente contribuição para o desenvolvimento científico e tecnológico em seu campo”. As unidades que assim se consideram são mais típicas de institutos agrícolas, de pesquisa biológica e médica, incluindo entre estas últimas as universitárias. Elas se caracterizam um trabalho de pesquisa considerado de boa qualidade e também por bons contatos externos com usuários de seus produtos. Seus líderes

se envolvem pouco em tarefas administrativas, e o ambiente de trabalho na unidade é aberto a inovações e participativo.

As unidades que se consideram de alta reputação nacional são, basicamente, as universitárias, quanto ao tipo de instituição, e médicas, quanto à área de conhecimento, Os institutos de pesquisa biológica tendem a se avaliar bem a este respeito; no outro extremo, nenhuma unidade de pesquisa tecnológica em empresas se considera de alta reputação nacional. Estas unidades, coma as anteriores, tendem a avaliar bem seu trabalho de pesquisa, e possuem ambiente aberto a inovações e cooperação técnica, Seus líderes se envolvem ativamente em tarefas de concepção e elaboração dos projetas de pesquisa. Secundariamente, seus orçamentos não são unificados, o que significa que os pesquisadores têm bastante autonomia financeira; e existem poucas dificuldades de tipo administrativo ou externo a seu trabalho.

As unidades que consideram seu trabalho de grande utilização ou aplicação potencial são principalmente as da área médica e agropecuária, Seus líderes também se envolvem em tarefas de concepção e elaboração técnica da pesquisa, e a ambiente é de inovação e cooperação. Alem disto, há uma avaliação positiva do trabalho de pesquisa e dos contatos externos, entre outras características. Elas são semelhantes, assim, às que se consideram como de alta “contribuição geral” vistas acima.

As unidades que consideram dar contribuição alta à formação de recursos humanos são principalmente as universitárias, e, entre estas, as da área tecnológica. Às unidades em institutos de pesquisa médica também tendem a se colocar mais neste grupo. No outro extremo, elas quase não incluem unidades em institutos de tecnologia e empresas dedicadas às ciências exatas e da terra. Os líderes destas unidades se envolvem em tarefas de concepção e elaboração de projetos, mas também em tarefas administrativas o ambiente de trabalho se caracteriza pela inovação e cooperação técnica, mas não necessariamente pela participação e a organização do trabalho de pesquisa é considerada boa, mas não são relevantes nem os contatos externos nem a participação interna nos trabalhos de planejamento e organização.



As unidades que se consideram altamente inovadoras na geração de novas idéias, abordagens, etc., são mais típicas dos institutos, particularmente da área médica, agrícola e de ciências exatas. Seu perfil organizacional é semelhante às de alta efetividade social. As que consideram que seu trabalho tem aplicações e desenvolvimento posterior também se concentram nos institutos e empresas, e especialmente nos de pesquisa agropecuária e médica, e também apresentam um perfil semelhante.

Não é possível, no entanto, estabelecer relações claras entre as variáveis organizacionais e o número de produtos efetivamente originados nas unidades, sejam eles artigos, patentes ou protótipos. Os líderes das unidades que produzem mais artigos em revistas internacionais se envolvem mais com a concepção e elaboração dos projetos, e não dão muita ênfase à participação interna de pesquisadores e técnicos em seu trabalho, mas as diferenças não são muito fortes. Esta pouca participação é o único fator que distingue as unidades de maior produção de artigos nacionais. Artigos internacionais, como sabemos, são mais característicos de unidades universitárias, enquanto que os nacionais ocorrem tanto em universidades quanto em institutos, mas pouco em empresas.

À produção de patentes já é típica de institutos e também empresas de tecnologia e ciências exatas, e em menor grau de unidades em empresas. Ela está relacionada com pouco envolvimento dos líderes em atividades de planejamento e elaboração de projetos, o que é o oposto das outras dimensões de efetividade. Aqui existe alguma relação positiva com ambiente participativo, mas negativa com o envolvimento dos pesquisadores no planejamento do trabalho enquanto tal. A produção de protótipos, finalmente, comum à área tecnológica, mas predominante na área universitária, também parece não se relacionar com nenhuma característica organizacional clara, exceto, paradoxalmente, com um ambiente de pouca inovação e cooperação técnica.

Estes resultados parecem sugerir que a efetividade das unidades de pesquisa, quando medida em termos de produtos, depende muito mais das características individuais dos pesquisadores, por um lado, ou ambientais, por outro, do que de variáveis organizacionais como

as analisadas até aqui, São estes os aspectos a serem examinados nas próximas partes desta análise.

## **Capítulo VI - autonomia, dependência e contatos externos.**

Um dos aspectos mais importantes do trabalho de pesquisa é o grau relativo em que o ambiente externo influencia seu trabalho. Em um extremo, pode-se supor que a pesquisa totalmente desvinculada do ambiente externo tenderia ao isolamento, à rotina e à esterilidade; no outro, pode-se imaginar que a ausência de autonomia destrói a capacidade de iniciativa e a liberdade de busca de temas de maior relevância científica, que seriam atributos indispensáveis da pesquisa de qualidade, São estas as questões que examinaremos a seguir.

### ***1. A escolha dos temas de pesquisa***

A escolha dos temas de pesquisa é função de uma multiplicidade de fatores, que vão desde a importância científica dos problemas até as possibilidades de aplicação dos resultados da pesquisa, em suas diversas formas. Os quadros VI.1 e VI.2 revelam que nenhum dos quatro fatores listados - importância científica dos problemas, possibilidade de aplicação dos resultados, contatos com usuários potenciais, importância social dos temas de pesquisa é exclusivo de um determinado tipo de instituição ou área de conhecimento, No entanto, existem ênfases bastante claras. Nas unidades universitárias prepondera a importância científica dos temas de pesquisa, enquanto que nos institutos e empresas são as possibilidades da aplicação prática o que mais pesa. A importância social dos temas de pesquisa é um fator importante para a pesquisa em institutos não universitários, tem uma importância secundária para as unidades universitárias, e bastante reduzida para a pesquisa em empresas. Por área de conhecimento, as ciências biológicas, exatas e médicas são mais fortemente orientadas para os aspectos científicos da pesquisa, enquanto que as áreas tecnológica e agropecuária se orientam mais por fatores de aplicação, Tanto a pesquisa tecnológica quanto a agropecuária são sensíveis à existência de usuários potenciais para a definição de seus projetos; a pesquisa médica dá importância maior do que as demais ao significado social de seu trabalho.

Quem decide, no entanto, que projetos devem ser empreendidos? Em sua maioria, os projetos de pesquisa são escolhidos interna mente pelas próprias unidades, seja pela identificação

de uma necessidade prática, seja pela identificação de um problema considerado cientificamente significativo. Como o quadro VI.3 revela, no entanto, existem profundas diferenças a este respeito entre os três tipos de instituição as unidades de pesquisa localizadas em empresas são altamente dependentes de suas próprias instituições para a definição de seus projetos, enquanto que unidades de institutos não-universitários dependem relativamente mais do que outras das agências governamentais de financiamento.

Este resultado confirma, em linhas gerais, o que se poderia esperar, ou seja, que as unidades de pesquisa universitárias, mais acadêmicas, tivessem mais autonomia de pesquisa que as agências governamentais influenciassem principalmente as unidades em institutos governamentais, e que as unidades em empresas respondessem mais diretamente às próprias organizações a que pertencem, No entanto, chama a atenção o reduzido poder de influência das agendas governamentais de financiamento à pesquisa, e a grande autonomia das unidades, apesar de sua dependência de financiamentos externos. O quadro VI.4 confirma que o grau relativo de autonomia ou dependência não é, essencialmente, função da área de conhecimento na qual trabalha a unidade de pesquisa, ainda que a pesquisa tecnológica seja substancialmente menos autônoma que as demais. O fator institucional é preponderante.

A mesma autonomia que existe quanto à escolha dos temas de pesquisa se revela nas atividades de disseminação de seus resultados. Em geral, são os próprios membros das unidades de pesquisa universitária que disseminam os resultados de seus trabalhos, enquanto que as unidades de empresas são as mais sujeitas a demandas de tipo externo. São elas, também, que revelam o maior grau de contato com responsáveis pela continuidade ou utilização dos resultados de seu trabalho, enquanto que as unidades universitárias se mantêm relativamente mais isoladas (quadro VI.5). A pesquisa empresarial é ainda a que mais obedece a normas de sigilo, o que é também uma característica da pesquisa tecnológica (quadro VI.6). Este último quadro mostra que a pressão externa e o contato com usuários são preponderantes nas áreas tecnológica e agropecuária, enquanto que a responsabilidade direta pela disseminação é característica da pesquisa biológica e médica. Isto é compreensível em relação à primeira, dado o caráter

essencialmente acadêmico da pesquisa biológica; mas pode ser um indicador de problema em relação à pesquisa médica, por sua grande orientação para o sentido social de seu trabalho.

## **2. Autonomia e efetividade**

Os quadros VI.7 e VI.8 mostram como as unidades de alta efetividade se diferenciam das demais quanto à escolha de seus projetos de pesquisa.

Em primeiro lugar, não existem maiores diferenças quanto à participação das agências de financiamento, ou seja, esta participação é a mesma para unidades mais ou menos efetivas, exceto quanto à publicação de artigos em revistas nacionais (quadro VI.8). Aqui, as unidades que produzem mais são relativamente mais dependentes destas agências do que as demais. Como já foi visto anteriormente, a publicação de artigos em revistas nacionais é característica de unidades de pesquisa em áreas aplicadas (agropecuária, medicina).

A participação de autoridades ou empresas que controlam a instituição na definição dos temas de pesquisa tende a ser, em geral, pequena, e sua presença tende a ser negativa quanto à reputação acadêmica das unidades e sua capacidade de formação e treinamento de recursos humanos. O mesmo vale para a dependência em relação a instâncias administrativas da própria instituição.

As principais diferenças entre unidades mais e menos produtivas surgem nos indicadores de autonomia. As unidades que trabalham a partir de necessidades práticas identificadas por elas próprias tendem a ter maior contribuição geral à ciência e tecnologia, maior efetividade social, maior capacidade de formação e treinamento, melhor aplicação ou continuidade de seus trabalhos de pesquisa, maior produção de artigos em revistas nacionais. Em contraposição, elas têm menor produção de artigos em revistas internacionais.

As unidades que publicam internacionalmente são, caracteristicamente, as que decidem seus projetos internamente à unidade, e de acordo com a importância e as perspectivas científicas dos temas. Esta mesma preponderância da autonomia científica existe nas unidades de maior

reputação nacional, e de maior desempenho em formação e treinamento de recursos humanos. Em contraposição, a utilização predominante de critérios científicos está relacionada negativamente com a aplicação de resultados e a publicação de artigos em revistas nacionais.

Em síntese, o desempenho da pesquisa parece estar fortemente associado à autonomia, que pode se exercer tanto na busca de objetivos práticos quanto de objetivos acadêmicos, dando também resultados distintos.

### **3. A obtenção dos recursos**

Se são as unidades que decidem, predominantemente, o que devem pesquisar, são elas também que obtêm os recursos de que necessitam para seus trabalhos, como indicam os quadros VI.9 e VI.10. Aqui, novamente, existem diferenças importantes por tipo de instituição: na área universitária são os líderes das unidades que, em mais de 50% dos casos, obtêm o financiamento de seus trabalhos; nos institutos e empresas, a administração das instituições provê as unidades dos recursos que elas utilizam. Isto é particularmente agudo em relação à pesquisa em empresas, aonde existe muito pouco espaço para a iniciativa, seja da líder das unidades de pesquisa, seja de outros pesquisadores. As diferenças por área de conhecimento vão no sentido já conhecido, ou seja, as áreas biológicas e de ciências exatas dependem mais da própria iniciativa de seus pesquisadores da que as demais, exceto a área médica. Ainda aqui parece haver uma anomalia significativa, já que mais de 80% das Iniciativas de financiamento desta área parte dos próprios pesquisadores, uma indicação de que a pesquisa médica não encontra amparo em instituições orientadas para os serviços de saúde.

Os quadros VI.11 e VI.12 confirmam o já sabido: as unidades de pesquisa que tem mais independência, e que obtêm seus próprios financiamentos, são também as que mais informações possuem sobre as modalidades de financiamento existentes, e que mais liberdade tem para utilizar seus recursos.

O quadro VI.13, finalmente, dá uma indicação das razões pelas quais o padrão descrito até aqui se verifica: na área universitária. 40% das unidades de pesquisa não contam com

nenhum recurso de suas próprias instituições para a continuidade de seus projetos, enquanto que as unidades em institutos e empresas têm sua continuidade assegurada.

Em síntese, a pesquisa universitária é realizada com muita autonomia e graças à atividade empresarial de seus líderes e pesquisadores na obtenção de seus recursos; a pesquisa em institutos e empresas requer menos envolvimento empresarial, mas é menos autônoma. Resta saber o que isto significa para a qualidade do trabalho produzido.

O quadro VI.14 procura responder a esta questão. Ele mostra que existe uma clara associação entre a iniciativa na busca de recursos e a percepção que tem as unidades de sua reputação na comunidade. Esta associação se dá particularmente para as unidades de maior orientação acadêmica, que são as que mais se orientam para a publicação de artigos na literatura internacional. No outro extremo, unidades mais efetivas na pesquisa tecnológica têm uma participação significativamente menor de seus líderes e pesquisadores na obtenção de recursos. Isto se explica sem dúvida pelos custos significativamente mais altos da pesquisa tecnológica, que requer um envolvimento administrativo e institucional muito mais pesado em seu apoio do que a pesquisa mais acadêmica.

Esta análise sugere, entre outras coisas, que autonomia não significa necessariamente isolamento, nem que dependência de influências externas significa necessariamente integração efetiva a objetivos sociais e econômicos mais amplos. O que ela mostra é que a pesquisa científica e tecnológica mais efetiva, seja ela de orientação mais acadêmica ou mais aplicada, requer um grau bastante alto de autonomia dos pesquisadores mais ativos quer na identificação de seus temas de pesquisa, quer na busca dos usuários potenciais de seus resultados, quer na obtenção dos recursos para o financiamento de seu trabalho. Existe, em outras palavras, um amplo espaço para uma atividade de “entrepreneur” por parte dos líderes das unidades de pesquisa, e boa parte da efetividade do trabalho de pesquisa parece depender da existência deste espaço. É curioso como este espaço se dá principalmente nas universidades, onde, como é sabido, existe no Brasil muito pouco lugar para o surgimento de lideranças institucionais. E tende a ser mais raro em empresas, onde, pelo contrário, a existência de uma cultura favorável ao

empreendimento individual seria mais esperável. O fato parece ser que, ao colocar toda a possível ênfase empresarial no topo das instituições, as empresas que incluem a pesquisa científica em seu meio parecem mantê-la sob rédeas curtas; enquanto que a universidade, que tende a ser muito mais burocratizada e rotinizada, parece ser mais tolerante para a iniciativa em algumas de suas áreas principalmente daquelas capazes de obter seus próprios recursos de forma independente.

#### **4. Contatos científicos e técnicos.**

Uma das idéias mais freqüentes a respeito da natureza da pesquisa científica e tecnológica é que ela se organiza através de redes informais, ou “colégios invisíveis” de pesquisadores que se encontram em congressos, trocam trabalhos em versões preliminares, e obtêm deste intercâmbio sua base de identidade e o acesso privilegiado a informações. Em um trabalho clássico publicado nos anos 40, Robert K. Merton introduziu a distinção entre líderes de opinião e influencia de tipo “local”, que vivem em função do grupo com o qual convivem no dia a dia, e “cosmopolitas”, que se sentem parte de uma comunidade mais ampla. Aplicada à atividade científica, esta distinção separa os pesquisadores cujo reconhecimento e prestígio se limita à instituição a qual pertencem e em função da qual trabalham, e os que se vinculam primordialmente à sua profissão ou campo científico. Para estes últimos, a vinculação profissional e científica é preponderante. O pesquisador local aceita, em princípio, mudar seu campo de trabalho, se sua organização o exigir; o cosmopolita, ao contrário, tem seu principal investimento no mundo científico e técnico, e preferirá sempre mudar de emprego a mudar de campo de trabalho. É de se esperar que os pesquisadores cosmopolitas tenham um grau de envolvimento muito mais intenso com pessoas fora de seu núcleo de trabalho do que os locais; é de se esperar, também, que sua produtividade seja, em geral, bastante superior.

O projeto ICSOPRU contém uma série de questões sobre contatos que as unidades mantêm ou não para fora de seu ambiente de trabalho mais imediato. A análise a seguir examina, em primeiro lugar, se estes contatos dependem ou não de algumas variáveis de base mais óbvias. Depois, se estes contatos dependem, de alguma forma, da orientação de pesquisa da unidade. E,



finalmente, qual o efeito combinado das variáveis de base e dos contatos sobre a produtividade ou efetividade das unidades, de pesquisa, em suas diversas dimensões.

Existem duas hipóteses extremas. No primeiro caso, a existência ou não de contatos seria uma função direta do tipo de instituição, área de conhecimento ou outra característica genérica das unidades. Neste caso, o efeito dos contatos sobre o desempenho seria nulo, já que seria totalmente explicado pelas variáveis de base. No outro extremo, não haveria relação definida entre contatos e características gerais das unidades, mas sim entre contatos e produtividade o que mostraria que os contatos têm íntima relação forte e importante com o desempenho. Restaria discutir, em maior profundidade, o sentido desta relação.

### **5. Os determinantes dos contatos**

O quadro VI.15 apresenta, de forma sumaria, os efeitos das variáveis região, área de conhecimento e tipo de instituição sobre vários tipos de contato. Uma pequena explicação sobre a metodologia utilizada é necessária. A primeira linha corresponde ao número de visitas que a unidade recebe por ano de pessoas do país. A média para todas é de 3,84 visitas, para um total de 286 unidades sobre as quais existe este tipo de informação. O programa de análise utilizado (“search”) subdivide esta variável dependente em subgrupos das variáveis independentes, buscando as combinações que maximizem valores máximos e mínimos. Assim, o que explica receber poucas visitas é a área de conhecimento; são as áreas tecnológicas, biológicas e agropecuárias que são mais isoladas deste ponto de vista. Elas recebem, em média, somente 2,41 visitas por ano (existem 194 unidades neste grupo). Nas áreas médica e agrícola, são os institutos localizados em São Paulo e na região centro-sul as que recebem mais visitas do país, em uma média de 12,07 por ano (existem 26 unidades neste grupo). A análise produz também valores de grupos intermediários (por exemplo, área médica e agrícola, para todo tipo de instituição e região geográfica), que foram omitidos do quadro para simplificar-lo. Estas três variáveis de base explicam somente 6.2% da variância das unidades quanto este tipo de contato. Isto é compreensível, se observarmos que o grupo com poucos contatos é muito amplo, e deve haver grande variação dentro dele, ainda que não relacionada com as variáveis que estamos utilizando

na análise. Já o grupo de maior contato é bem diferente dos demais, mas relativamente pequeno (somente 26 unidades). A conclusão é que as unidades em áreas mais aplicadas na região de S. Paulo e Centro-Sul são as que mais tem este tipo de contato, mas que existe muita variância a este respeito não explicada por estas variáveis.

Um exame dos demais tipos de contato mostra que, de maneira geral, as variáveis de base explicam pouco de sua variação, exceto quanto ao recebimento de publicações, que uma característica própria da área biológica, e onde se atinge uma variância explicada de 14,7%. Alguns tipos de contato, ou sua falta, são característicos de alguns tipos de unidades. Por exemplo, unidades em empresas recebem e mandam poucas pessoas ao exterior, enviam poucas publicações, mas enviam muitos documentos de trabalho. As áreas médicas e agrícolas, principalmente no centro-sul, mantêm intenso programa de visitas e, na região Rio - S. Paulo, dispõem esforços na organização de reuniões técnicas. A área médica, particularmente não universitária, participa mais de reuniões científicas do que outras. As áreas tecnológica e exata, principalmente se em empresas e fora do eixo Rio - S. Paulo, quase não enviam publicações científicas; as áreas biológica e agrícola são as que têm mais acesso a outros grupos de pesquisa.

Em resumo, tanto a área de trabalho quanto o tipo de instituição quanto a região geográfica têm relação com contatos. Mas estas relações são em geral débeis, sugerindo que, das duas hipóteses sugeridas mais acima, a que parece se dar na realidade é a segunda.

O quadro VI.16 examina o alcance de um outro tipo de determinante possível de contatos, ou seja, a orientação da unidade de pesquisa. À metodologia utilizada para este quadro foi a análise de variância. Às unidades foram separadas entre as que se declaram dedicadas à pesquisa pura, à pesquisa aplicada, ao desenvolvimento experimental e as que não aceitam esta diferenciação. A última coluna dá a probabilidade de que as diferenças encontradas entre grupos sejam aleatórias. Esta probabilidade é alta se a variância dentro dos grupos for grande.

O que este quadro revela é que, de uma maneira geral, os grupos que se dedicam ao desenvolvimento experimental são os que mantêm mais contatos de certo tipo, enquanto que os

de pesquisa aplicada se notabilizam por outros tipos. Assim, a pesquisa aplicada está ligada a visitas recebidas do país, ao envio de documentos e a projetos compartilhados. Já a pesquisa experimental está ligada a contatos no exterior, envio e recebimento de publicações. Finalmente, a pesquisa pura é a que mais recebe documentos, não havendo no entanto nenhum tipo de contato que lhe seja específico. Visitas feitas no país, participação em reuniões, projetos compartilhados, acesso a outros grupos, nem um destes tipos de contatos parece ser típico de uma orientação de pesquisa ou outra.

## **6. As conseqüências dos contatos.**

O quadro VI.17 examina o efeito combinado das variáveis de base e dos contatos sobre o desempenho das unidades. A metodologia utilizada foi o programa “search”, já explicado anteriormente. De uma maneira geral, ele revela que, em combinação com as variáveis de base, os contatos explicam porções realmente significativas das variações de desempenho das unidades, em suas diversas dimensões.

Em primeiro lugar, pode-se ver que algumas dimensões de desempenho variam somente em função de variáveis de base, e não dependem de contatos, Isto se aplica à produção de patentes e à continuidade na aplicação dos resultados das pesquisas (*follow up*), assim como à produção de relatórios internos de rotina. Outras dimensões de desempenho já dependem mais fortemente de contatos: as unidades que organizam mais reuniões publicam mais no país, e tem melhor desempenho na formação de recursos humanos; as que publicam mais no exterior viajam mais ao exterior, e tem muito acesso a outras; as que têm maior reputação nacional enviam mais publicações, e tem acesso a outros grupos; as que têm uma contribuição geral maior para a ciência e tecnologia e atribuem mais valor social a seu trabalho participam mais de reuniões científicas. Finalmente, observe-se que dificilmente estes itens de contato atuam por si sos; eles dependem das áreas de conhecimento que lhes sejam mais típicas, e também das regiões geográficas em que as unidades estão localizadas, o que encobre, geralmente, diferenças qualitativas (isto pode ser observado pela variação dos conceitos que a CAPES aplica aos

programas de pós-graduação aos quais pertencem as unidades universitárias, que variam basicamente em função da localização).

Como interpretar estes resultados? Antes de tudo, chama a atenção o fato de que contatos estão vinculados principalmente àquelas dimensões de efetividade que implicam uma produção qualitativamente diferenciada, e que se expressa, por exemplo, na reputação das unidades, ou na produção científica. Isto poderia ser interpretado de forma causal, ou seja, de que são os contatos que, entre outros fatores, explicam estes tipos de desempenho.

Parece, no entanto, ser possível um outro tipo de explicação, ou seja, que as unidades cientificamente mais ativas são ao mesmo tempo as mais produtivas e as que mais contatos estabelece com o ambiente exterior ao seu trabalho. Os contatos externos seriam, deste ponto de vista, um componente indispensável do “cosmopolitismo” destas unidades de pesquisa e de seu desempenho, ainda que não necessariamente sua causa. Se isto é assim, pode-se concluir que não basta dar recursos para que as unidades de pesquisa mandem seus pesquisadores em viagem, recebam professores visitantes, participem de reuniões nacionais e internacionais, etc., para que elas melhorem seu desempenho. As que forem medíocres e improdutivas por razões mais profundas continuarão a sê-lo. Para as mais efetivas, no entanto, as possibilidades de contato parecem ser um elemento indispensável de suas vidas.

## **Capítulo VII - os fatores individuais**

Cabe agora examinar as características individuais dos pesquisadores, e como elas podem afetar seu desempenho. Além dos 288 líderes de unidades de pesquisa, o projeto possui entrevistas de 824 pesquisadores e 411 técnicos, sendo que estes últimos não responderam ao adendo nacional do questionário individual. As informações que seguem são, assim, basicamente referidas aos líderes e demais pesquisadores (“cientistas e engenheiros”, na linguagem da Unesco). Na última parte examinamos algumas características mais gerais dos técnicos, em comparação com os pesquisadores.

### **1. Origem social**

O primeiro fato a chamar a atenção é o nível extremamente alto de mobilidade social experimentado pelos pesquisadores da amostra, tal como revelado nos quadros VII.1 e VII.2. De fato, cerca de 20% dos entrevistados vêm de famílias cujos pais exerciam profissões manuais, e 33% de famílias cujos pais possuíam somente educação primária ou menos. Esta mobilidade social é muito superior à experimentada pela população brasileira como um todo, o que indica que a atividade de pesquisa científica funcionou como um canal efetivo de progresso social para uma boa parte dos atuais pesquisadores. É possível que este grau tão alto de mobilidade esteja relacionado com a atitude basicamente positiva que mostram os entrevistados para com o trabalho que executam, apesar das dificuldades salariais e de outros problemas que sentem e identificam, estão basicamente satisfeitos com o que conseguiram. O quadro VII.3 mostra que a mobilidade social tem uma relação clara com a idade dos entrevistados: era mais fácil atingir um nível educacional e profissional alto a partir de famílias menos educadas para as gerações mais antigas do que para os mais jovens.

Os quadros VII.4 e VII.5 revelam que não parecem existir diferenças sistemáticas claras entre tipos de instituição e áreas de conhecimento quanto à origem social de seus membros, a não ser em dois aspectos. Primeiro, chama a atenção que os pesquisadores da área de pesquisa agropecuária têm uma origem social nitidamente mais modesta que as demais; e, segundo, que o

recrutamento das empresas é de pessoas de origem social relativamente mais alta, especialmente nas ciências exatas e da terra. Chama a atenção ainda a origem social relativamente mais alta dos líderes das unidades de pesquisa tecnológica das universidades no global, no entanto, não existem diferenças de origem social entre líderes e pesquisadores. A interpretação destes dados não é clara, e haveria que examinar, antes de tudo, o efeito da idade dos pesquisadores e líderes sobre estas diferenças. O quadro VII.6 permite ver, por exemplo, que os pesquisadores de empresas são nitidamente mais jovens do que os demais, o que é congruente com sua origem social relativamente mais elevada. O mesmo efeito, no sentido contrário, parece ocorrer com os líderes das unidades de pesquisa médica. No caso da pesquisa agropecuária, no entanto, pareceria que as diferenças de origem social são genuínas, e não afetadas pelo fator idade.

Um outro dado interessante, de tipo demográfico, são as diferenças por gênero (quadro VII.7) A maioria dos pesquisadores é de homens; além disto, a proporção de mulheres entre os líderes é a metade da proporção entre os pesquisadores. Finalmente, existem algumas áreas que, por razões pouco claras, tendem a concentrar mais as mulheres: elas são a grande maioria entre os líderes de unidades de pesquisa médica em institutos e entre os pesquisadores dos institutos de biologia, e quase metade dos pesquisadores das unidades universitárias da mesma área. Elas estão particularmente ausentes, no entanto, da liderança das unidades de pesquisa tecnológica (exceto nas empresas) e agropecuária.

## **2. Educação**

Estudos no exterior tem grande importância para os pesquisadores brasileiros (quadro VII.8). Quase metade dos líderes, e 19% dos pesquisadores obtiveram uma ou mais de suas especializações fora do país. As diferenças por instituição são significativas as universidades apresentam níveis bem mais altos de estudos no exterior do que os institutos e empresas. Nestas, a especialização no exterior parece estar reservada para os líderes, Entre os institutos, são os de pesquisa agropecuária e os de tecnologia que possuem percentagens mais altas de formação fora do país. Por área de conhecimento, as áreas de ciências exatas e tecnológicas são as mais beneficiadas. Cerca de 3/4 dos líderes de ciências exatas e da terra nas universidades tiveram esta

experiência. No outro extremo, são as unidades de pesquisa médica, assim como os institutos de pesquisa biológica, que receberam menos este tipo de benefício. Como os estudos no exterior são realizados normalmente com o apoio de instituições financiadoras, este quadro é revelador das prioridades ciências exatas e da terra, tecnologia e agropecuária. Ele mostra, também, que tipos de unidades ficaram à margem desta política: basicamente as de pesquisa médica, e os institutos de pesquisa biológica.

O quadro VII.9 dá a distribuição de títulos de doutorado completo entre pesquisadores e líderes, seja no Brasil, seja no exterior. Aqui, as diferenças institucionais são básicas. Quase oitenta por cento dos líderes em unidades universitárias possuem doutorado, caindo para 6% nas unidades empresariais. Para os pesquisadores, os números caem para 25 e 1%, respectivamente, mas na mesma direção. As diferenças por área são significativas: as disciplinas mais acadêmicas, como a biologia e as ciências exatas e da terra, apresentam percentagens maiores de doutorado; a pesquisa agropecuária apresenta os níveis mais baixos para seus líderes, mesmo na área universitária. Estas diferenças de formação possuem um forte componente regional São Paulo tem a maior proporção de líderes e pesquisadores com doutorado, enquanto que os estados do nordeste se colocam na posição inferior (quadro não mostrado).

Como seria de se esperar, os líderes das unidades de pesquisa tem muito mais experiência - o dobro, na realidade do que os demais pesquisadores (quadro VII.10). Estas diferenças são mais acentuadas na área universitária do que nas demais, assim como nas áreas de pesquisa biológica (exceto nos institutos) e médica.

### **3. Condições de trabalho**

O trabalho de pesquisa na unidade ocupa a maior parte do tempo dos entrevistados, ainda que, na área universitária, o número de horas semanais seja menor, presumivelmente por causa das atividades de ensino. Fora das universidades, são os pesquisadores da área médica que se dedicam menos à pesquisa na unidade, presumivelmente por causa do trabalho clínico (quadro VII.11).

As condições salariais de líderes e pesquisadores estão indicadas nos quadros VII.12 e VII.13, e se aplicam ao primeiro se mestre de 1983, antes, portanto, que os efeitos de achatamento do Decreto-Lei 2065 se fizessem sentir de forma mais dramática. Chama a atenção, desde logo, o grande desnível que havia entre os salários pagos nas empresas e nas universidades e institutos. Em relação aos pesquisadores, é digno de nota que mais de 20% destes, na área universitária, trabalhavam sem remuneração, o que indica uma situação de estudante (bolsas de estudo não foram consideradas como salário). Os quadros seguintes (VII.14 a VII.19) tratam de elucidar em que medida os pesquisadores obtinham rendimentos fora da instituição onde pesquisam. Cerca de 30% de líderes e pesquisadores participavam de atividades externas de consultoria (quadros VI.17 e VI.18), os das universidades muito <mais do que os demais, e principalmente na área médica ("consultoria", aqui, inclui clínica médica). No entanto, o peso destas atividades nos rendimentos dos pesquisadores era pequeno menos de 2% auferiam mais de 70% de sua renda destas fontes. A atividade de ensino, por outro lado, era responsável pela maior parte dos rendimentos de quase metade dos pesquisadores de institutos e empresas, ainda que estas não sejam, em geral, instituições com programas de ensino próprio. Este dado sugere que os pesquisadores em institutos e empresas mantêm vínculos com o ambiente universitário, que são uma fonte importante de seus salários (quadro VII.16).

Além das diferenças institucionais e disciplinares, existe uma variação geográfica significativa para as atividades de consultoria: ela tende a ser menor nas regiões de desenvolvimento médio (Centro-Sul, Rio de Janeiro) e maior nos extremos de maior e menor desenvolvimento (São Paulo e Nordeste). Talvez seja possível interpretar este resultado como uma implicação de que a atividade de consultoria externa pode ter dois sentidos distintos: nas regiões menos desenvolvidas, elas são uma indicação da pouca profissionalização dos pesquisadores; em São Paulo, o que poderia estar havendo é um processo bem mais intenso de abertura do sistema de pesquisa à comunidade externa do que no resto do país. As regiões de desenvolvimento médio já teriam capacidade de reter seus pesquisadores, mas não haveria ainda mecanismos mais efetivos de vinculação externa. É uma especulação consistente com os dados, mas que requer, naturalmente, verificação mais profunda.



#### **4. A situação dos técnicos**

Um dos problemas típicos freqüentemente apontados a respeito da atividade científica no Brasil é o da inexistência, ou má qualificação, dos quadros técnicos que atuam junto aos pesquisadores em seu trabalho cotidiano. O número de técnicos por pesquisador é, em média, 0,5, número considerado extremamente baixo, e indicativo de que nossos pesquisadores trabalham, normalmente, sem apoio técnico adequado.

Existe no Brasil um certo folclore a respeito do técnico como uma pessoa mais idosa, freqüentemente de origem estrangeira, e detentora de um tipo de formação especializada que o Brasil não proporciona em outras palavras, uma espécie em extinção. Os quadros VII.20 e VII.21 revelam no entanto que, comparados com os pesquisadores, a maioria dos técnicos hoje existentes em nossos grupos de pesquisa são relativamente jovens (com 30 anos de idade em média à época da pesquisa) e com um nível de escolaridade pouco acima do secundário completo. É possível que boa parte destes técnicos seja formada por estudantes ainda em fase de formação, que estejam se preparando para ocupar posições de pesquisador profissional mais tarde. Exceto na área de medicina, onde são mais antigos (e também mais velhos), estavam na unidade há cerca de cinco anos, e trabalhavam normalmente no escalão inferior da pirâmide ocupacional, ou seja, praticamente sem ninguém sob sua supervisão direta.

O quadro VII.22 examina o que fazem estes técnicos em termos percentuais. O quadro apresenta as médias para todos os técnicos pesquisados, e as características de alguns subgrupos - áreas de conhecimento ou instituições que divergem mais acentuadamente da média. Assim, o tempo dos técnicos é dedicado, principalmente, a uma atividade descrita amplamente como “P&D dentro da unidade”, que engloba cerca de 50% de seu tempo. Em segundo lugar, eles se dedicam a análises de rotina, levantamentos, etc., com 25% do tempo, e que chega a 35% do tempo em unidades de empresa. O resto do tempo é dividido em coleta e preparação de informações, ensino (especialmente em medicina e nas universidades), administração (principalmente em empresas), etc.

Mais detalhes podem ser vistos no quadro VII.23, que dá o envolvimento dos técnicos em uma serie de atividades, dentro de uma escala de cinco (muito envolvimento) a um (pouco ou nenhum envolvimento). O que este quadro revela é que os técnicos são empregados principalmente na coleta e produção de dados, assim como na manipulação de aparelhagens, e trabalho de tipo técnico propriamente dito. Para todos os demais itens o envolvimento tende a ser abaixo de três, ou seja, tende a não existir.

Como este pouco envolvimento com as tarefas consideradas “mais nobres” da pesquisa científica se refletem no trabalho quotidiano dos técnicos? Uma maneira de ver isto é examinando a quantidade de não respostas dos técnicos às perguntas dos questionários, na suposição de que a ausência de respostas significa alheamento, ou alienação, em relação ao trabalho. O quadro VII.24 revela que, de fato, os técnicos opinam sobre questões que afetam diretamente seu trabalho (questão L) ,opinam menos sobre o ambiente de trabalho de uma maneira geral (questão K) e menos ainda sobre os recursos disponíveis para a pesquisa na unidade (questão M). Isto parece sugerir que eles se situam nas unidades principalmente como empregados, sem maior compromisso ou envolvimento com os problemas quotidianos da pesquisa.

O sentido mais preciso deste envolvimento, ou não envolvimento, pode ser visto no quadro VII.25, que dá as atitudes médias dos técnicos em relação aos itens das questões K e L, destacando os subgrupos que mais se afastam da média, De uma maneira geral, o quadro mostra que os técnicos expressam opiniões positivas sobre o ambiente de trabalho na unidade, sendo a situação um pouco menos favorável nas unidades de empresas. Na pesquisa agropecuária parece haver maior tensão entre técnicos e pesquisadores, e na área de biologia uma maior participação dos técnicos em questões de conteúdo das pesquisas. A atitude em relação às condições de trabalho também é positiva, exceto no que se refere às condições salariais e quanto ao nível de responsabilidade que lhes é atribuída, que os técnicos gostariam que fosse maior. Os técnicos em empresas se queixam mais quanto a quase todos os aspectos do trabalho, exceto quanto a salários, Os de pesquisa agropecuária se sentem particularmente seguros no emprego e dedicam

horas extras, o que talvez explique seu maior envolvimento em discussões com outros setores. Finalmente, o quadro VII.26 revela que os técnicos avaliam positivamente, de forma geral, seu relacionamento com seus supervisores, com nítida inferioridade para as unidades em empresas, e superioridade para as de pesquisa biológica.

Em resumo, a análise dos dados relativos aos técnicos revela que se trata de um grupo jovem, significativamente menos educado que o dos pesquisadores, dedicado primordialmente a tarefas de rotina, relativamente pouco integrado ao trabalho das unidades, mas com uma atitude positiva em relação a seus supervisores e seu ambiente de trabalho. Não são, ao que tudo indica, um fator de crise ou dificuldades. Mas é possível que também não tragam a contribuição que eventualmente poderiam proporcionar.

### **5. Determinantes individuais da produtividade**

Quais os efeitos das características individuais sobre a efetividade na pesquisa? É isto que o quadro VII.27 trata de responder. Este quadro apresenta os coeficientes de correlação parcial ( $r$ ) entre uma série de variáveis dependentes e os diversos indicadores quantitativos de produção de que o projeto dispõe. Dada a distribuição assimétrica desta produção, os dados foram submetidos a uma transformação logarítmica, que também dá conta dos valores zero. Às variáveis independentes combinam algumas características individuais com outras de tipo institucional, e ainda algumas relacionadas com as condições de trabalho dos pesquisadores.

A produção de artigos nacionais, como indica a primeira coluna, se explica por uma combinação de elementos pessoais, institucionais e acadêmicos. Em primeiro lugar, há que estar vinculado à área médica ou agropecuária, e não trabalhar em uma empresa. Depois, há que ter nível de doutorado; é importante, ainda, ser líder de seu grupo de pesquisa, mas não se dedicar exclusivamente à pesquisa dentro dele; e seu trabalho atual deve estar relacionado com sua área de formação.

A publicação de artigos na literatura internacional é influenciada, basicamente, pela formação acadêmica do pesquisador, ou seja, por possuir cursos de doutorado. Além disto, pesa

muito ter estudado no exterior e estar trabalhando em área relacionada à de sua formação. A posição de líder, neste caso, tem importância, mas não tão grande quanto na produção de artigos em publicações nacionais.

Estes dois tipos de publicação são os que podem ser mais bem explicados pelas variáveis incluídas nesta análise. Em terceiro lugar vem a elaboração de protótipos, que depende basicamente de que o pesquisador trabalhe na área tecnológica ou de ciências exatas e da terra, e que seja do sexo masculino. Além disto, parece ser uma característica deste grupo que seu trabalho atual não esteja relacionado com sua área de formação. Estar na universidade ou em uma empresa também conta, ou seja, é melhor não estar em um instituto. Ter estudado no exterior tem também algum peso.

A produção de relatórios internos de rotina depende, fundamentalmente, de variáveis institucionais. Para que surjam estes produtos, é necessário que o pesquisador não esteja na universidade, e sim em empresa, que seja o líder de sua unidade, e do sexo feminino. É importante ainda que ele não possua doutorado, e não trabalhe na área de ciências exatas.

Finalmente, a produção de patentes é característica de unidades não universitárias. Ter estudado no exterior é importante, assim como é importante pertencer à área médica e não se dedicar somente à pesquisa na unidade.

Em resumo, artigos em revistas científicas internacionais são os produtos que mais fortemente dependem da capacidade individual do pesquisador, expressa por um curso de doutorado completo, e por uma experiência internacional. A produção de artigos em revistas nacionais também está relacionada com este componente individual, mas decorre com muito mais força da posição ocupada pelo pesquisador na sua unidade e de sua área de trabalho. A produção de protótipos é típica da área tecnológica, e parece estar relacionada a uma cultura masculina; o ambiente institucional pesa relativamente pouco, e a qualificação acadêmica menos ainda. A produção de relatórios de rotina é função quase que exclusiva da posição da pessoa e da localização de sua unidade, e não decorre de mérito individual. À produção de patentes,

finalmente, não parece obedecer a nenhum padrão claramente identificável; e, de fato, é uma ocorrência bastante rara entre nossos pesquisadores.

## **Capítulo VIII - conclusões e implicações de política científica**

### **1. A concentração e diferenciação da pesquisa.**

O projeto ICSOPRU permite uma série de conclusões, algumas bastante óbvias para os que conhecem de perto o sistema brasileiro de ciência e tecnologia, outras menos evidentes. Assim, ele confirma que a pesquisa científica brasileira é altamente concentrada, sob diversos pontos de vista. À grande maioria dos pesquisadores trabalham em universidades. Os pesquisadores universitários são, em média, muito mais qualificados do que os demais. Não obstante, as unidades de pesquisa universitárias são as mais carentes de recursos, em contraposição às unidades localizadas em empresas. A pesquisa científica é concentrada, geograficamente, na região do Rio de Janeiro e São Paulo. Além da concentração numérica, existe a concentração da qualidade de uma maneira geral, o desempenho das unidades localizadas em São Paulo é superior às do resto do país; as unidades da região Nordeste, e em alguns casos do Rio de Janeiro, tem desempenho pior. As da região Centro-Sul parecem ocupar posição intermediária.

### **2. A orientação do trabalho**

Menos trivialmente, o estudo mostra que as decisões sobre que projetos de pesquisa são desenvolvidos, e que objetivos são buscados, dependem só em pequena parte das agências governamentais que financiam a pesquisa. De um modo geral, os pesquisadores da área universitária definem seus próprios objetivos de pesquisa, e buscam os financiamentos que necessitam; os pesquisadores de empresas públicas ou privadas pesquisam o que as direções de suas empresas decidem; e os pesquisadores de institutos governamentais se aproximam mais do padrão universitário do que do padrão das empresas.

O financiamento da pesquisa científica obedece também a diferentes padrões, A pesquisa universitária é altamente dependente de recursos externos, que são obtidos em instituições como o CNPq, a FINEP e a FAPESP, que em geral trabalham com sistemas de avaliação competitivos, A pesquisa em institutos e empresas é financiada predominantemente pelas próprias instituições

em que as unidades estão localizadas, e em geral não está submetida a mecanismos de competição e avaliação da qualidade e desempenho do trabalho.

O estudo também deixa claro que a efetividade da pesquisa científica não pode ser avaliada segundo um padrão único. Diferentes grupos e unidades de pesquisa trabalham para objetivos distintos, e necessitam critérios diferentes de avaliação. Os principais objetivos buscados são os seguintes:

- a) O desenvolvimento de pesquisa básica ou fundamental, de padrão internacional. É um objetivo típico de unidades de pesquisa em ciências físicas e biológicas, e localizadas em universidades. Os produtos típicos desta orientação são artigos de circulação internacional.
- b) O desenvolvimento de pesquisa aplicada, de interesse nacional, e divulgado dentro do país. É o objetivo típico de unidades de pesquisa na área médica e agrícola, tanto na área universitária quanto em institutos. Os produtos típicos desta orientação são artigos em publicações nacionais e, para as universidades, formação de pessoal.
- c) A pesquisa tecnológica em engenharia, voltada para eventual utilização prática. É o objetivo de unidades de pesquisa em empresas, assim como também de institutos e unidades universitárias na área tecnológica, Os produtos típicos desta orientação são protótipos, materiais experimentais e eventualmente patentes.
- d) O trabalho de pesquisa de tipo interno, voltado para a produção de serviços ou relatórios restritos ao âmbito da instituição em que este trabalho é feito. O estudo mostra que muitas unidades de pesquisa se orientam basicamente para este tipo de produto, que, por não transcender ao âmbito da própria instituição, não pode ser avaliado com os instrumentos disponíveis neste projeto.

### **3. A avaliação do desempenho**

De fato, nem todos os tipos de trabalho de pesquisa podem ser igualmente avaliados com a metodologia da UNESCO, utilizada neste projeto. Basicamente, os questionários da UNESCO incluem os seguintes dados:

- a) Número de produtos científicos de diversos tipos artigos em publicações nacionais e internacionais, livros, relatórios internos de pesquisa de rotina e originais, protótipos, patentes, materiais experimentais, etc. Estes números podem ser ponderados pela relevância que os pesquisadores atribuem a cada um destes produtos tendo em vista os objetivos de seu trabalho.

Estes dados sofrem duas limitações principais. O número, por si mesmo, é uma medida muito sumaria, que só pode ser utilizada para comparações de conjuntos de grupos de pesquisa. Segundo, eles podem significar a soma de coisas muito heterogêneas: publicações em revistas de qualidade variada, livros de editoras prestigiosas ou não, relatórios burocráticos ou de pesquisa tecnológica de ponta. Esta limitação aumenta quando passamos de produtos mais públicos - artigos na literatura internacional - aos mais privados - relatórios internos de pesquisa.

- b) Avaliações subjetivas. Os pesquisadores avaliam (dão notas) suas próprias unidades quanto ao desempenho em uma série de aspectos contribuição à ciência e tecnologia, importância social e prática do trabalho, reputação nacional e internacional da unidade de pesquisa, etc.

As avaliações subjetivas refletem a autopercepção das unidades. Nem sempre esta avaliação é positiva na realidade, ela em muitos casos é bastante crítica, mas, por outro lado, ela não se relaciona de forma muito significativa com indicadores mais objetivos, seja de produtos, seja, para as unidades universitárias, as notas da CAPES. Como vimos, os conceitos da CAPES para os programas de pós-graduação se aproximam bastante bem dos indicadores objetivos de efetividade, principalmente no que se refere à atividade tecnológica, por uma parte (produção de protótipos) e à atividade de pesquisa básica por outra (artigos em revistas internacionais). Eles



também coincidem, ainda que de forma menos clara, com a produção de artigos no país. Isto significa que, apesar de suas limitações. Estes indicadores podem ser tomados como referências razoavelmente adequadas ao desempenho das unidades, Para os demais indicadores, no entanto (exceto reputação), as relações são inexistentes ou até negativas, mas pouco significativas estatisticamente, Estes resultados podem ser interpretados de duas maneiras. A primeira é a que as avaliações de tipo subjetivo são feitas em causa própria, e não podem ser consideradas como medidas objetivas do desempenho das unidades. A segunda é que as avaliações da CAPES têm uma tendência que favorece as unidades com produtos mensuráveis, e não toma em consideração aos aspectos mais qualitativos capturados pelos questionários deste estudo. Dada a reputação que as avaliações da CAPES tem nos meios acadêmicos brasileiros, é provável que a primeira interpretação seja a mais correta.

As principais implicações de política científica destes resultados são que, primeiro, não parece ter sido possível até agora, nem pareceria ser possível no futuro, pretender dirigir as pesquisas nas diversas unidades a partir de centros administrativos colocados em níveis decisórios mais altos. Às agências de fomento à pesquisa parecem ter diante de si duas atividades importantes e significativas primeiro, distribuir os recursos disponíveis para a ciência e tecnologia entre as grandes áreas de conhecimento, em função de prioridades politicamente definidas e, segundo, criar e fortalecer o “mercado” de projetos que competem entre si e são avaliados por mecanismos prestigiados de julgamento por pares. Uma terceira atividade destas agências é a de prover as instituições de pesquisa de melhor qualidade, principalmente no âmbito universitário, de uma base de sustentação permanente mais estável. Escapa à competência destas agências, no entanto, a capacidade de avaliar projetos específicos ou determinar o trabalho a ser feito por unidades ou centros de pesquisa determinados.

A segunda conclusão é que a atividade científica não pode ser submetida a critérios unidimensionais de avaliação, A pesquisa acadêmica pode ser avaliada, dentro de certos limites, com os indicadores tradicionalmente utilizados para tal - publicações, citações, etc. A pesquisa de orientação aplicada, no entanto, assim como a tecnológica, parece exigir avaliações muito

mais substantivas em função de seus resultados concretos. A facilidade de obtenção de indicadores de desempenho acadêmico pode levar, muitas vezes, à sua aplicação para grupos e setores cujos objetivos são totalmente distintos, o que pode trazer serias conseqüências. Esta avaliação qualitativa e caso a caso torna-se especialmente necessária para as unidades localizadas em empresas públicas, que não estão sujeitas e pressões nem do mercado econômico, nem do mercado acadêmico, e por isto mesmo correm o risco de se perpetuarem em níveis bastante insatisfatórios de desempenho.

#### **4. Determinantes ambientais e institucionais do desempenho**

Dois fatores ambientais têm influencia clara no desempenho das unidades de pesquisa, ou seja, o tipo de instituição e a região geográfica em que estão localizadas. Os fatores institucionais parecem ter uma influencia predominantemente negativa, no sentido de que eles podem ser uma condição necessária, mas não suficiente, para o bom desempenho. Assim, unidades de pesquisa ligadas a empresas são as que menos produzem artigos na literatura aberta, e as universitárias as que mais produzem. Publicações internacionais praticamente só são feitas por unidades universitárias. Aldeã produtividade, no entanto, não é explicada por fatores institucionais, mas por “geografia” uma condição quase essencial para publicações internacionais é a unidade estar localizada no Estado de São Paulo ou no centro-sul para publicações nacionais. A área de conhecimento determina basicamente o tipo de produto artigos no país para agricultura e medicina, publicações internacionais para biologia e física, protótipos para a área tecnológica. O que está por detrás de “geografia” são as condições socioeconômicas e culturais de cada região.

As implicações destes achados para a f científica são grandes. Eles levantam importantes duvidas sobre a política de criação de grandes institutos de pesquisa isolados do ambiente universitário, assim como assinalam a necessidade de dota a pesquisa universitária de melhores condições de trabalho, O estudo indica que a pesquisa universitária não tem, como freqüentemente se pensa, uma orientação predominantemente acadêmica e indiferente aos problemas do país. Mas ela encontra sérios problemas em sua capacidade de colocar-se a serviço

de objetivos sociais e tecnológicos mais amplos e que ultrapassem suas tarefas educativas e de pesquisa mais tradicionais.

Como explicar o melhor desempenho da pesquisa universitária? Uma das principais vantagens do ambiente universitário é que ele permite, ao pesquisador de alto nível, condições para um trabalho de liderança, “empresarial”, que dificilmente existe em outros ambientes, inclusive nos propriamente empresariais, onde os pesquisadores ocupam normalmente uma posição subordinada. Segundo, os pesquisadores podem contar com a colaboração e o trabalho dos estudantes de pós-graduação; terceiro, o sistema de recompensas materiais e imateriais da pesquisa universitária é mais ajustado ao desempenho científico dos pesquisadores do que em outras áreas, cujos sistemas de recompensa e reconhecimento obedecem freqüentemente a outras lógicas.

### ***5. Fatores organizacionais, administrativos e individuais.***

Este estudo mostra que os fatores propriamente organizacionais e administrativos parecem desempenhar um papel relativamente pouco importante no desempenho das unidades de pesquisa. As unidades de melhor desempenho são, em geral, aquelas em que os líderes se envolvem predominantemente com a concepção e orientação das pesquisas (e não com sua execução ou administração); onde existe um clima de grande cooperação técnica e científica entre os pesquisadores; onde a qualidade do trabalho de pesquisa enquanto tal é considerada satisfatória. A existência ou não de conflitos dentro da unidade, a maior ou menor participação grupal nas decisões, orçamentos unificados e controlados, nada disto parece ter maior influência.

Um dos supostos básicos deste estudo, tal como definido pela UNESCO, era que a pesquisa científica e tecnológica tenderia a ser cada vez mais um processo grupal, e não individual. Este suposto representa sem dúvida um avanço em relação à sociologia empírica convencional, que tende a tomar os indivíduos como sua principal ou quase única unidade de análise. A sociologia da ciência e a observação quotidiana, no entanto, tendem a enfatizar de maneira muito especial o papel dos indivíduos na produção científica e tecnológica como líderes,

inovadores, inventores. A análise de regressão realizada na parte VII permitiu mostrar que as variáveis individuais têm forte poder explicativo para a produção científica mais acadêmica, enquanto que variáveis contextuais (tipo de instituição, área de conhecimento) contribuem basicamente para a elaboração de produtos mais rotinizados.

As implicações destes dados para a política científica seriam óbvias, não fossem elas tão freqüentemente descuradas em nosso meio. Elas sugerem que não tem muito sentido, e pode significar desperdício de recursos, tratar de melhorar a pesquisa científica pela via organizacional, institucional ou a administrativa. O problema básico, e sem o qual nada pode ser feito, é o do elemento humano qualificado. Uma vez obtido este elemento, é claro que ele necessitará de um ambiente minimamente coerente com seus valores e objetivos para que seu trabalho possa se desenvolver. Isto significa que ele necessitará de recursos, certamente, mas sobretudo de liberdade de ação e de um sistema que o recompense pelo desempenho em seu trabalho.

#### **6. A contribuição do projeto ICSOPRU: estratégias, avaliação, informação.**

As conclusões aqui sumariadas, e outras apresentadas de forma mais detalhada e qualificada no texto, mostram que o Projeto ICSOPRU pode dar uma contribuição importante na sugestão de algumas estratégias a serem seguidas pelos responsáveis pela política científica e tecnológica do país, assim como indicar alguns caminhos freqüentemente adotados e que parecem não conduzir a bons resultados.

No entanto, havia a expectativa, quando do início deste projeto, de que ele fosse mais além, e pudesse dotar os tomadores de decisão de instrumentos bastante específicos para suas atividades quotidianas. O primeiro destes instrumentos seriam “informações a respeito do desempenho de grupos de pesquisa obtidos através de uma metodologia testada internacionalmente”. Este instrumento não pode ser obtido através deste projeto por duas razões. A primeira as informações dadas ao Projeto ICSOPRU obedeceram a estritas cláusulas de confidencialidade, que não permitem que a equipe responsável pelo trabalho forneça a quem

quer que seja (nem mesmo à FINEP, que financiou o estudo) informações sobre unidades de pesquisa individualizadas. Segundo, como já foi indicado anteriormente, os indicadores utilizados no projeto se prestam somente para análises comparadas globais, mas não são suficientemente finos para a avaliação individualizada de unidades de pesquisa. O estudo permitiu identificar, na realidade, algumas áreas de pesquisa que parecem estar em situação particularmente difícil. Por exemplo, unidades de pesquisa médica de maneira geral, e de pesquisa agropecuária nas universidades, mostram vários indicadores de dificuldades e tensões, e mereceriam um exame mais aprofundado. Há também razões para crer que unidades vinculadas a grandes empresas estatais são provavelmente muito pouco efetivas, principalmente em comparação com seus custos. É difícil, no entanto, ir muito além destas afirmações de tipo geral, e este projeto não é um instrumento para a monitoração permanente e contínua do desempenho.

Apesar da ênfase posta pela UNESCO nos aspectos internacionais e comparativos deste projeto, esta é também uma questão que necessita ser examinada com mais profundidade. A maioria das análises feitas até o momento com os dados deste projeto tem sido nacionais, país a país; quando são feitas comparações, elas dificilmente vão além de quadros meramente descritivos. Em alguns casos unidades de vários países são examinadas em conjunto, mas a “variável país” quase nunca é levada em consideração. À Divisão de política Científica e tecnológica da UNESCO tem investido muito em garantir a comparabilidade item a item entre os questionários dos diversos países. Entretanto, existem algumas incertezas básicas e não resolvidas a respeito de como o conceito de “unidade de pesquisa” foi interpretado em cada país, assim como sobre o conceito de “instituição”. O sentido de produtos tais como “artigos na literatura nacional”, “livros publicados”, e “patentes”, por exemplo, pode variar muito de um país a outro. Eles dependem da língua que se fala no país, sua ligação histórica com centros internacionais de pesquisa, da existência ou não de revistas nacionais de qualidade, do conceito de “livro” (que na Coréia é diferente do que no Ocidente), do estado da indústria editorial de cada país, das diferentes legislações sobre patentes, etc. Na medida em que este projeto migra de seu local de origem, a Europa Ocidental, para a Europa Oriental, América Latina, África e Ásia, as dificuldades em manter a comparabilidade item a item vão se tornando cada vez maiores, e

sua utilidade cada vez mais problemática. Estas dificuldades explicam porque não foi possível avançar muito nas comparações internacionais dos dados brasileiros, apesar de a equipe do IUPERJ contar com todos os dados dos dois primeiros turnos do projeto.

Um outro resultado que se esperava do projeto seria que ele sugerisse “estratégias para a melhoria da administração da pesquisa científica”. Algumas sugestões de ordem estratégica já foram indicadas anteriormente. Elas se referem a conteúdo das políticas adotadas, já que não há nada do projeto que se refira diretamente à maneira pela qual as agências de fomento devam ou não se organizar para a implementação de suas estratégias. Entretanto, se as conclusões a respeito da importância dos fatores individuais e dos sistemas competitivos forem válidas, elas permitem sugerir que seria necessário que estas agências desenvolvessem cada vez mais os mecanismos de revisão por pares na avaliação de projetos e programas de pesquisa, dado que os pares são, obviamente, mais qualificados do que funcionários para a identificação da qualidade.

Finalmente, havia a idéia de que este projeto pudesse proporcionar aos tomadores de decisão “conjuntos de dados e índices de efetividade, produtividade e clima organizacional das unidades de pesquisa”. Isto pode ser interpretado como um sistema de monitoração permanente das unidades de pesquisa científica do país. No entanto, mesmo que a cláusula de confidencialidade fosse levantada em estudos futuros semelhantes a este, caberia ainda indagar se um tipo de monitoração permanente como este não seria demasiado caro e uma fonte de fricção desnecessária entre cientistas e as agências de fomento. A receptividade geral para este projeto foi bastante boa em todo o país, mas ela seria possivelmente pior se o estudo fosse repetido cada dois ou três anos. Mais basicamente, é claro que o acompanhamento do desempenho da pesquisa científica só pode ser feito mais a fundo com a participação da própria comunidade, e requer avaliações específicas dos conteúdos dos trabalhos realizados, a que escapa aos recursos metodológicos de um estudo como este.

## **7. Conclusão**

O Projeto ICSOPRU é certamente um bom instrumento para proporcionar uma visão abrangente a respeito de como a pesquisa científica se organiza em diferentes contextos e países. A comparação internacional dos resultados obtidos até aqui ainda está para ser feita em maior profundidade. Apesar da ênfase original em teorias referidas ao funcionamento de grupos de pesquisa, ele contém importantes informações de nível individual que confirmam a dimensão pessoal da atividade científica e tecnológica. Se propriamente analisada, ele proporciona resultados não-triviais, que inclusive ajudam a decidir entre concepções alternativas a respeito da organização e do desempenho da pesquisa científica e tecnológica. No entanto, ele não é adequado para fornecer aos administradores informações sobre unidades específicas de pesquisa científicas, nem critérios precisos de decisão em circunstâncias específicas. Ele não diz nada, diretamente, a respeito da maneira pela qual as agências de fomento à pesquisa deveriam se organizar para o desempenho de suas funções.

Como as pessoas responsáveis pela política científica e tecnológica do país utilizarão estes resultados dependerá de sua disposição em aceitar as principais conclusões do projeto e em sua capacidade política, administrativa e técnica de tirar as consequências que delas decorram. Este estudo revela que a transformação de resultados de pesquisa em práticas efetivas é um processo difícil, e nem sempre levado a cabo com a presteza e eficiência que tanto pesquisadores quanto administradores gostariam. Isto não impede, no entanto, que as pesquisas sejam concluídas, e seus resultados tornados públicos, contribuindo para formar opinião. Em longo prazo, é de se esperar que o conhecimento se transforme em prática.

## **Principais termos técnicos e definições operacionais utilizadas**

**ANÁLISE FATORIAL** - Procedimento pelo qual, a partir de uma matriz de intercorrelações entre uma série de itens, extrai-se um conjunto menor de fatores que, hipoteticamente, explica as variações de cada item (“factor loadings”). Os coeficientes mostrados nos quadros indicam a correlação entre cada item e os diversos fatores extraídos, Quando o coeficiente se aproxima de um ou -1, o item está fortemente relacionado ao fator, positiva ou negativamente. Quando se aproxima de zero, não tem relação com o fator. Os nomes atribuídos aos fatores são arbitrários, e elaborados a partir dos itens que mais se associam a eles.

**ANÁLISE DE VARIÂNCIA** - técnica estatística que compara médias dos valores de uma determinada variável dependente entre diversas categorias, ou valores, de variáveis independentes. O objetivo da análise é verificar se a variação da variável dependente é função da variável independente (ou seja, se a variância entre classes é maior do que a variância dentro das classes).

**CIENTISTAS E ENGENHEIROS** - Qualquer pessoa que tenha recebido educação científica e técnica nos campos das ciências naturais e exatas, engenharia, agricultura, ciências médicas, humanas ou sociais, da seguinte forma: (a) educação de terceiro grau completa; ou (b) treinamento e experiência profissional que sejam nacionalmente reconhecidos como equivalentes à educação formal indicada em (a).

**COEFICIENTE DE VARIAÇÃO** - É o resultado da divisão do desvio padrão pela média de uma distribuição, Se seu valor é um, significa que o desvio padrão é igual à média; se for 0,50, que é igual à metade da média, e assim por diante, Se os desvios são grandes, isto significa que poucos produzem muito e muitos produzem pouco.

**DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL** - Uso sistemático dos resultados da pesquisa básica ou aplicada e do conhecimento empírico visando à criação de novos produtos, materiais, projetos, processos e métodos, ou melhoramento dos já existentes, incluindo o desenvolvimento de protótipos e plantas piloto.



**DIMENSÕES** - o mesmo que variáveis. Na análise fatorial, o termo "dimensão" é utilizado como sinônimo de “fator”.

**ESCORES FATORIAIS** - índices construídos a partir de uma bateria de questões, de forma tal que as correlações de cada item com cada fator sirva de base para o peso deste item na composição do índice. O escore fatorial se expressa em valores estandardizados (média igual a zero, desvio padrão igual a um), e dá o peso ou importância relativa de cada fator para cada unidade de análise.

**ÍNDICE** - são combinações entre itens, que expressam uma variável ou dimensão que se queira analisar.

**INSTITUIÇÃO** - Para fins deste projeto, é organismo ao qual pertence a unidade de pesquisa e cuja atividade (total ou parcialmente) pode ser considerada como científica ou tecnológica. A “instituição” tem existência formal própria, e pode ser um departamento de uma universidade, um centro de pesquisa de uma indústria, etc.

**ITEM** - são respostas a perguntas ou questões dos questionários.

**ROTAÇÃO** - A análise fatorial permite diversas alternativas para extração de fatores. Dois fatores independentes e não correlacionados podem ser interpretados como formando duas linhas perpendiculares entre si (em posição ortogonal).

**PESQUISA APLICADA** - Qualquer atividade que auxilia a ampliação do conhecimento técnico-científico ou a descoberta de novos campos de investigação, visando um objetivo prático imediato.

**PESQUISA básica** - qualquer atividade orientada para a ampliação do conhecimento técnico-científico ou para a descoberta de novos campos de investigação, sem qualquer objetivo prático imediato.

**PROJETO DE PESQUISA** Conjunto de atividades inter-relacionadas de pesquisa e desenvolvimento experimental. Seu objetivo é a obtenção de resultados originais, seja pela criação de novas teorias e métodos, seja pelo melhor conhecimento da natureza, seja pela invenção ou desenvolvimento de novos produtos e processos, ou descoberta de novos campos de pesquisa, etc. Os resultados obtidos pelos projetos de pesquisa são, normalmente, objetos de relatórios específicos enviados às autoridades superiores e agências financiadoras da unidade, Os projetos podem ou não ter objetivos práticos definidos.

**SINAIS INVERTIDOS** - A análise fatorial freqüentemente dá soluções nas quais os itens aparecem como correlacionados de forma intensa, mas negativa, com determinados fatores (valores próximos a -1). O mesmo se reflete nos escores fatoriais. Nestes casos, para clareza de interpretação, pode ser conveniente inverter todos os sinais.

**TÉCNICOS** - Qualquer pessoa que tenha recebido treinamento especializado vocacional ou técnico em qualquer ramo da ciência ou da tecnologia, seja (a) treinamento de um a dois anos além da educação completa de segundo grau ou treino de três a quatro anos além do primeiro grau, com ou sem diploma ou (b) treinamento no trabalho e experiência profissional que sejam nacionalmente reconhecidos como equivalentes ao nível de educação indicado em (a). Esta definição inclui assistentes de laboratório, e exclui pessoal administrativo, de escritório, de apoio e auxiliar.

**TRANSFORMAÇÃO LOGARÍTMICA** - Coeficientes de correlação e regressão supõem que os dados se distribuem de forma aproximada à curva normal. Variáveis que tem distribuição de tipo exponencial, como são, tipicamente, os indicadores de produtividade, requerem uma transformação matemática que faça a distribuição se aproximar à normal. Isto é obtido pela substituição dos valores originais por seus logaritmos, o que equivale a transformar progressões geométricas em aritméticas. A interpretação, naturalmente, deve levar isto em conta.

**UNIDADE DE PESQUISA** - É um conjunto de pesquisadores e técnicos com as seguintes características: a) pelo menos um líder ou responsável que seja membro efetivo da

unidade; b) ter pelo menos três membros efetivos, cada um dos quais já pertencente à unidade de pesquisa por, no mínimo, seis meses; ter uma expectativa de existência de pelo menos um ano, Além disto, as unidades de pesquisa devem realizar efetivamente projetos de pesquisa.

**VARIÁVEIS DE BASE** - (ou de “background”): são características mais permanentes das unidades em análise, que supostamente têm relação de antecedência ou explicação com variáveis de comportamento ou desempenho. Neste projeto, as variáveis de base mais importantes são tipo de instituição, área de conhecimento e região geográfica.

**VARIÁVEIS** - São aspectos da realidade estudada cujas diferenças se pretende entender. As variáveis são frequentemente expressas através de índices, ou itens isolados.

**VARIÁVEL NOMINAL** - São variáveis cujos valores não tem relação de ordem ou proporção. O mesmo que variável categórica.

## Bibliografia

- Aimetti, Jean Paul, Nicole Visart, and C. Y. Gainche. 1979. "The utility of using different typologies of research units to understand their functioning and management." *R&D Management* 9.
- Alestalo, Marja. 1977. "Interdisciplinarity in the light of the development of science and the actual research work." in *Sociology of Science Conference*, edited by J. Farkas. Budapest.
- . 1979. "Patterns of influence in research work: the problems of autonomy and democracy." *R&D Management* 9.
- Andrews, Frank M. 1979. *Scientific Productivity. The Effectiveness of Research Groups in Six Countries*: Cambridge University Press; UNESCO.
- Blume, Stuart S. 1980. "A Managerial View of Science." *Science* 207:48-49.
- . 1983. "Determining Priorities for Science and Technology a Review of the Unesco method and its application seminar on evaluation of priority determination methods in S&T, 1983." in *Seminar on evaluation of priority determination methods in S&T*.
- Deheneffe, J. C. and E. Legros. 1983. "Archiving of ICSOPRU data." in *UNESCO ICSOPRU Workshop*. Paris.
- Dobrov, Gennady. 1982. "The experience of the participation of the Ukrainian SSR Academy of Sciences in the UNESCO ICSOPRU project (information note)." Ukrainian Academy of Sciences, Kiev.
- Nagpaul, P. S. 1995. "Leadership, group climate and R&D performance." in *UNESCO ICSOPRU Workshop*. Paris.
- Nagpaul, P. S., S. P. Gupta, and Suman Pangasa. 1982. "Characteristics of supervisors and working climate in research units." in *International Seminar on Efficiency of Research Units*. Kiev.
- Nagpaul, P. S., S. P. Gupta, and Suman Pangasa. 1993. "Comparative study of research planning: orientation and choice of research themes." in *UNESCO ICSOPRU Workshop*. Paris.
- Schwartzman, Simon. 1985a. "Coming Full-Circle for a Reappraisal of University Research in Latin America." *Minerva* 34:456-476.
- . 1985b. "Desempenho das unidades de pesquisa ponto para as universidades." *Revista Brasileira de Tecnologia* 16:54-60.
- . 1985c. "Policy implications and utilization of ICSOPRU results." in *UNESCO ICSOPRU Workshop*. Paris.

- Souza, Amaury de and Patrizia Suzzi. 1983. "THE ICSOPRU sampling design in Brazil." in *IUPERJ, Documentos de Trabalho*. Rio de Janeiro.
- Stolte-Heiskanen, Veronica. 1979a. "Comparison of patterns of research effectiveness and output and their stability accross six countries." *R&D Management* 9.
- . 1979b. "The management of research groups (introduction)." *R&D Management* 9.
- . 1983. "The role and status of women scientific research workers in research groups." in *Research in the interweave of social roles: jobs and families*, edited by V. Stolte-Heiskanen.
- . 1984. "Dimensions of autonomy and effectiveness of research groups." *Journal of Scientific and Industrial Research* 43:1-7.
- Ukranian Academy of Sciences. 1982. "Efficiency of research units - theses of reports to the International Seminar." in *International Seminar on the Efficiency of Research Units*. Kiev.
- Unesco. 1980. "Discussion paper on the active dissemination and utilization of the ICSOPRU study at the national level." Paris.
- . 1981a. "ICSOPRU information paper." Paris.
- . 1981b. "A selected bibliography on research management." Paris.
- . 1983. "R&D effectiveness - productivity and management profiles of research units - intermédiaire results." Paris.
- Virtanen, Katrina. 1977. "The role and position of the technical staff in research organizatgion." in *Sociology of Science Conference*, edited by J. Farkas. Budapest.

