

# Mensuração de efetividade e eficiência de organizações de pesquisa aplicada: uma abordagem multifinalista

Tarcízio Rego Quirino  
Jairo Eduardo Borges-Andrade  
Pesquisadores do Departamento de  
Recursos Humanos – DRH da Empresa  
Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
– EMBRAPA, Brasília-DF.

## INTRODUÇÃO

A democratização da sociedade – isto é, a abertura para a totalidade das pessoas, passa necessariamente pela racionalização administrativa, isto é, a relação ótima entre os meios usados e o atingimento dos fins propostos – e pelo aumento do controle social sobre as organizações – isto é, o monitoramento dos atos e a cobrança dos resultados dos empreendimentos realizados por grupos organizados para atingir determinados fins. A defesa desta tese parecerá paradoxal para muitos, embora ela precise atualmente ser feita e suas conseqüências serem praticadas, principalmente em instituições governamentais.

À medida que as pessoas assumem sua cidadania, aumenta o interesse em participar na vida social e em tomar parte no exercício do poder. Elas tornam-se mais exigentes sobre o bom uso dos meios disponíveis na sociedade, mais vigilante no sentido de que as decisões provenientes de sua participação no poder sejam de fato implementadas. Portanto, as pessoas se tornam mais propensas e mais aptas a cobrar resultados e exigir racionalização administrativa. É, pois, esperado, com a democratização, que aumente a cobrança às organizações públicas – cujos investimentos são oriundos de recursos da sociedade – no que concerne à sua produção e produtividade.

Os lados entre democratização, propósito finalístico e controle nada têm de paradoxal. Assim, no caso específico das instituições de ciência e tecnologia do Estado, a grita por pesquisa engajada, por transparência administrativa e por racionalidade é uma instância concreta desse movimen-

to de democratização e de participação. Essa exigência de efetividade – isto é, de resultados – e de eficiência – do bom uso dos recursos públicos para produzir tais resultados – precisa encontrar as organizações de pesquisa preparadas para dar tais respostas. É necessário, para isso, que as referidas organizações se tornem capazes de adotar indicadores de produção e produtividade, desenvolvendo respectivamente sistemas de mensuração de efetividade e eficiência adequados, no que concerne aos seus fins esperados e aos meios de que dispõem para alcançá-los. O aumento desta demanda por indicadores de produção e produtividade científica é algo recente no Brasil, embora a literatura internacional sobre o assunto tenha crescido a partir do final da década de 50.

Este trabalho investiga a questão da mensuração de produção e produtividade em organizações de pesquisa aplicada. Para fazer isso, inicia revisando alguns relatos de estudos em que foi medido o desempenho de pesquisadores e de instituições e explorando, nestas instâncias, os conceitos de efetividade e eficiência, de avaliação individual e organizacional, de medidas globais ou unitárias e de mensuração de quantidade ou qualidade. A partir dos exemplos citados, define alguns parâmetros de desempenho organizacional úteis para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, de modo que se possa contar com um sistema de mensuração multifinalista. Reúne, então, dados da Empresa referentes a estes parâmetros e os submete à análise fatorial. Finalmente, os resultados encontrados, isto é, as relações mais evidentes entre os indicadores de desempenho analisados são interpretados.

## A MENSURAÇÃO DE EFETIVIDADE E EFICIÊNCIA

Neste texto, seguindo-se a linha conceitual esboçada anteriormente, define-se efetividade como a quantidade ou qualidade dos resultados esperados e alcançados, ou como a produção de uma dada organização ou de seus indivíduos. Eficiência, por outro lado, é compreendida como um conceito relativo, em que a produção é comparada com o(s) fator(es) de produção utilizados pela organização. Assim, para se medir eficiência, ou produtividade, é preciso levar em conta os resultados obtidos em relação aos meios ou recursos disponíveis. Também no que se refere à eficiência, pode-se falar em resultados organizacionais ou individuais, de acordo com o nível em que se realiza a mensuração.

Do mesmo modo que em efetividade, os resultados, que na avaliação de eficiência são divididos pelo(s) fator(es) de produção, podem em tese ser considerados em suas dimensões quantitativas ou qualitativas. Finalmente, podem-se utilizar indicadores globais de efetividade e eficiência, que geralmente são medidos em escalas de opinião, ou usar somente alguns parâmetros específicos, assumindo-se desde logo que eles são somente parte dos produtos das organizações. Neste último caso, está a maioria dos resultados que podem ser contados por unidades.

Efetividade e eficiência, no sentido aqui definido, são freqüentemente relegadas a um segundo plano, por estudiosos de organizações. Em vez de focar as estruturas ou formas mais efetivas ou eficientes, para cumprir certas atribuições, a teoria organizacional tem se concentrado muito mais no estudo do impacto do tamanho e da tecnologia nas estruturas (Hage, 1980) ou em problemas de poder (Pfeffer & Salancik, 1978).

O maior esforço tem sido dispendido em estudar o processo (ou eficiência, na concepção leiga do termo: ação realizada para se produzir efeitos) e suas relações consigo próprio, ao invés do produto e suas relações com o processo. Há muitas exceções dignas de nota na literatura sobre ciência e tecnologia, como os trabalhos que investigaram as relações entre inovação e estrutura orgânica (Burns & Stalker, 1961; Hage & Aiken, 1970; Zaltman et al., 1973; e Hage, 1980). Os trabalhos de Pelz & Andrews (1978), embora tenham estudado organizações de pesquisa, usaram uma abordagem de psicologia social, em que questões relativas à efetividade e eficiência não foram suficientemente exploradas, especialmente esta última.

### Medidas individuais

A mensuração de efetividade e eficiência pode se dar ao nível individual ou organizacional, como se verá no decorrer desta primeira seção. No primeiro caso, o interesse em medir o desempenho dos pesquisadores está relacionado à necessidade de distingui-los entre si ou de identificar as características pessoais, familiares, do trabalho ou sociais que estariam associadas a desempenho. A escolha de indicadores adequados para efetuar tal mensuração depende de que se responda a uma questão: "Que faz um pesquisador?" Ou, mais especificamente, no que concerne ao problema do presente estudo: "Que faz um pesquisador aplicado?"

Quirino (1981) descreve o papel ocupacional do pesquisador aplicado em seis etapas. Tudo começa pela identi-

ficação de problemas sócio-técnicos, que são aspectos da realidade que não estão funcionando a contento ou que deveriam ser efetivados ou modificados, para possibilitar a realização de algum plano. Essa identificação é, na verdade, a determinação da relevância social da pesquisa que se fará. É também preciso definir que conhecimentos são necessários para resolver aqueles problemas. O segundo passo é transformar esta necessidade em problema de pesquisa, pois em alguns casos basta aplicar conhecimentos já existentes, noutros é preciso descobrir novos conhecimentos e muitas vezes é preciso combinar ambas as estratégias.

A terceira etapa corresponde à pesquisa propriamente dita, usando-se as diversas alternativas de procedimentos do método científico. Numa quarta etapa, é preciso conjugar os diversos conhecimentos produzidos ou acessíveis, para se desenvolverem tecnologias aplicáveis aos problemas identificados. Na quinta etapa é feito o teste da tecnologia, seu acompanhamento e eventual revisão. Por último, deve-se avaliar a tecnologia, em seus aspectos de processo e de efeitos produzidos na realidade social. A diferença fundamental entre esse papel e o do pesquisador básico é a de que o deste se limita a poucas das etapas descritas, se centrando fundamentalmente naquelas intermediárias.

Tendo sido descritas as características essenciais do desempenho do pesquisador aplicado, é preciso saber como avaliá-las, isto é, colher dados que indiquem sua ocorrência e julgar (ou pressupor) seu valor. A consulta à literatura sobre este tema aponta para grande variedade de indicadores e pouco consenso sobre quais devem ser usados. Edwards & McCarrew (1973) utilizam quatro categorias para classificar os possíveis tipos de medidas de desempenho:

- mensuração do desempenho global;
- quantidade de resultados escritos;
- qualidade dos resultados; e
- criatividade dos resultados.

Essas categorias serão, a seguir, descritas e discutidas, com a finalidade de lançar mais luz sobre o problema do presente estudo.

Há medidas que consideram o desempenho global do pesquisador, no que parece ser uma adaptação da técnica conhecida como "painel de juízes" Pelz & Andrews (1976) empregaram um método desta natureza para medir a variável dependente (desempenho) no seu trabalho clássico sobre cientistas e organizadores.

É possível usar somente uma gradação ou ordenação, numa dimensão global (Grasberg, 1959), embora dificilmente se possa tomar decisões com base unicamente em tal julgamento, dada a sua subjetividade. No caso do pesquisador aplicado, tal mensuração é insuficiente, considerando-se a diversidade de desempenhos incluídos em seu papel, como anteriormente descrito.

Uma alternativa para conseguir uma mensuração mais completa do desempenho dos indivíduos é através do uso de mais de uma dimensão ou escala de julgamento, mesmo mantendo-se o caráter global (todo o desempenho, num dado período de tempo) da medida. Stahl & Steger (1977) assim o fizeram, usando indicadores de inovação e produtividade, em duas escalas de nove pontos. Os referidos autores definiram inovação, numa escala crescente de originalidade, como "saltos discretos em teoria do conhecimento, técnica ou produto, que poderiam ser previstos diretamente dos fatos, dado o estado da arte (científico ou técnico) exis-

tentes” Na escala de produtividade, o ponto menor significava “produtividade zero” e o maior “quantidade excepcional de resultados” nos últimos dois anos. Definiu-se, como resultados a serem considerados, publicações, patentes, produtos, materiais, relatórios escritos e projetos apresentados. Os juízes utilizados foram colegas do grupo de trabalho.

É possível, além (ou ao invés) de lançar mão de um painel de “pares”, realizar a mensuração com supervisores, que também estariam capacitados para julgar o desempenho global dos pesquisadores. Seria adequado acrescentar, no caso específico de pesquisa aplicada (Stahl & Steger não o fizeram, embora estivessem trabalhando com engenheiros/cientistas de laboratórios de aviação) outras dimensões, concernentes à relevância social dos resultados obtidos, à sua aplicabilidade, à sua economicidade ou à sua adotabilidade.

O segundo tipo de medida de desempenho, quantidade de resultados escritos, é o mais comumente encontrado, embora muitos autores admitam que este não deva ser o único indicador de produção científica. A frequência com que esta medida é encontrada na literatura, principalmente quando se mede eficácia individual, talvez se deva à facilidade com que se pode obtê-la. É possível coletar os dados diretamente com os pesquisadores, como o fizeram Busch & Lacy (1983) num abrangente estudo sobre as ciências agropecuárias. Estes autores, além disso, tiveram o cuidado de identificar separadamente as instâncias de autoria e co-autoria, bem como as publicações de artigos em revistas científicas, livros, capítulos de livros, sumários, boletins, relatórios e outras.

Outra maneira de obter as informações, com a vantagem de não precisar consultar os sujeitos, foi usada, por exemplo, por Gordon et. al. (1984), num estudo sobre pesquisadores educacionais. Foram contadas as publicações feitas por autores prolíficos (três ou mais textos) em duas revistas científicas de renome na área de conhecimento (pesquisa e psicologia educacionais). A desvantagem deste método, no entanto, é que ele restringe o universo consultado, podendo assim prejudicar sobremaneira aqueles pesquisadores que fazem incursões em distintos campos de conhecimento.

Independente do método usado, não se podem utilizar somente medidas quantitativas de resultados escritos, particularmente quando o contexto é de pesquisa aplicada. Não existe muita garantia de que o que é publicado, mesmo numa grande variedade de veículos de divulgação, tenha impacto suficiente para justificar o que se gastou para produzi-lo.

Um terceiro tipo de mensuração do desempenho individual, que pode ajudar a complementar o anterior, é o que se refere à qualidade dos resultados produzidos, que será descrito adiante. Mesmo assim, ele não consegue, na prática, quebrar a tradição, comum na segunda e terceira categorias de medidas de desempenho, que é a de centrar o foco da atenção em trabalhos escritos. No caso dos pesquisadores aplicados, cujo papel descrito anteriormente requer que criem, além destes resultados, tecnologias, patentes, materiais e outros. A quantidade ou a qualidade das publicações é apenas uma medida parcial de desempenho.

Bayer & Folger (1966) afirmam que as medidas de qualidade das realizações científicas podem ser obtidas pelo uso do julgamento de “pares”, em certas dimensões de qualidade, ou através da contagem de citações bibliográficas. É claro que, como já foi dito, estes autores estão se referindo estritamente à trabalhos escritos, quando falam de

realizações científicas. Consideram que “... o tempo e os custos envolvidos na obtenção deste tipo de medida têm limitado seu uso em pesquisa”.

Hoje, vinte anos depois, a afirmativa citada acima ainda é válida no que concerne ao primeiro procedimento: opinião de “pares” No entanto, é fácil vislumbrar como aquele painel funcionaria. O procedimento é similar ao que é utilizado para mensurar, de maneira global, o desempenho. É preciso, em essência, definir operacionalmente uma ou mais dimensões de qualidade (por exemplo: adequação metodológica, aplicabilidade e adequação da redação), associá-las a escalas e formar o painel de juízes. Este último é o mais difícil de fazer, por razões de amostragem, administrativas e financeiras. A diferença fundamental, entre os painéis do primeiro e do terceiro tipo de medida, é que o objeto a ser avaliado naquele é o conjunto das características que formam o papel do pesquisador, enquanto neste é o produto do que o pesquisador faz, ao desempenhar seu papel.

A medida qualitativa do produto individual do trabalho científico, atualmente mais utilizada, é a contagem de citações bibliográficas. Seu uso parte do pressuposto, algumas vezes contestado, de que elas são um parâmetro objetivo do impacto do trabalho do pesquisador — isto é, publicações — num dado campo do conhecimento humano. A contagem pode ser feita a partir de critérios menos amplos como, por exemplo, o número de vezes que cada cientista é citado em livros textos reconhecidamente representativos do campo do conhecimento (Gordon et. al., 1984). Ela pode, ao invés disto, enumerar todas as citações feitas em livros e artigos científicos publicados (Bayer & Folger, 1966). Pode ainda incluir ou não auto-citações, bem como considerar ou não referências a pesquisadores encontradas em:

- revisões de literatura;
- teses;
- sumários;
- anais;
- boletins de divulgação;
- propostas de projetos;
- inscrições de patentes;
- relatórios internos ou de circulação restrita;
- descrições de tecnologias ou recomendações técnicas.

A inclusão destes cinco últimos tipos de fontes de citações sem dúvida aumentaria a validade da medida no contexto da pesquisa aplicada, embora também dificultasse mais sua operacionalização.

A criação e manutenção do *Science Citation Index* — *SCI*, e de outros equivalentes, tornou possível o uso rotineiro desse método de estudo, pois reduziu muito o esforço gasto com a contagem de citações. O impacto deste sistema pode ser notado, quando se verifica a abundância de artigos científicos que usam, como medida de qualidade, o número de citações de pesquisadores. Contudo, muitos autores indicam problemas derivados do uso do *SCI*. Bayer & Folger (1966) apontam para os vieses metodológicos que podem advir do fato de o sistema só fazer referência ao primeiro autor e só fornecer o último nome completo. Além disto, os autores do presente texto acreditam que, em pesquisa aplicada, onde tem aumentado a quantidade de trabalhos de equipe e a co-autoria, dada a demanda por interdisciplinaridade, aquele pode ser um grave limitante.

Gordon et. al. (1984) alertam para o problema de que alguém possa ser muito citado pelos erros que cometeu ou pelo caráter controvertido de seu trabalho ou que outro possa ser pouco citado porque publica em veículos não cobertos pelo SCI. Bourson (1982) alerta para o fato de que este sistema privilegia as publicações da língua inglesa e que, por ele ter se desenvolvido em círculos concêntricos, a partir de certas revisões já incluídas nele, criou uma clientela cativa, que cada vez é mais citada no próprio sistema.

Há ainda outros problemas, não especificamente inerentes ao SCI, citados por Edwards & McCarrey (1973):

- é comum não se citar mais alguns autores que produziram conhecimento de alta relevância, o qual se tornou de domínio público;
- os campos de conhecimento variam de tamanho, o que faz com que aqueles que permaneçam em novos campos pareçam menos produtivos; e
- a significância de alguns trabalhos pode não ser reconhecida pelos contemporâneos de certos pesquisadores, que portanto não os citariam.

Considerando-se que em pesquisa aplicada é preciso, além de publicações, esperar também (ou principalmente) por resultados tais como sistemas organizados de conhecimento aplicado (recomendações) materiais novos, tecnologias e patentes, é necessário definir outras dimensões de qualidade. Pode-se pensar, por exemplo, em avaliar a rapidez de adoção das tecnologias geradas, a favorabilidade da relação custo-benefício de certas recomendações técnicas desenvolvidas, o valor de mercado das patentes registradas ou a quantidade de alternativas economicamente viáveis do uso dos novos materiais criados.

As dimensões definidas levariam à criação de escalas, que deveriam ser usadas por painéis de especialistas. Poderiam também possibilitar o desenvolvimento de medidas mais objetivas, que envolveriam a coleta de dados em situações simuladas, experimentos demonstrativos ou procedimentos piloto. Como se pode notar, há muito o que fazer para obter medidas adequadas de qualidade dos produtos da pesquisa. Esta afirmativa se aplica melhor, entretanto, à quarta categoria de medida de desempenho, a ser discutida a seguir.

O último tipo de mensuração, no nível individual, de desempenho em pesquisa, refere-se à criatividade do que é produzido. Embora a criatividade seja somente uma outra dimensão de qualidade dos resultados gerados pelo pesquisador, que poderia estar incluída entre as dimensões que formam a terceira categoria, ela é classificada em separado por Edwards & McCarrey (1973). Isto acontece porque existe um grande consenso de que se deve esperar criatividade dos cientistas, ao gerarem os produtos de seu trabalho. Ao contrário, há muito controvérsia sobre a conveniência de se mensurarem aquelas outras dimensões de qualidade (citações, aplicabilidade, custo benefício, receptividade de mercado e adequação metodológica e de redação, para citar alguns exemplos) e discussão sobre os contextos em que elas se aplicam.

O procedimento mais apropriado para medir a criatividade dos resultados produzidos por um cientista, talvez seja também o de montar um painel de juízes, composto de especialistas, ao qual são submetidos para apreciação dos resultados das pesquisas (publicações, tecnologias e outros).

O julgamento deve ser feito com o uso de uma escala e de uma boa definição de criatividade, a ela associada. Contudo, surge aqui o maior problema, que é o de definir operacionalmente este conceito e conseguir unanimidade de opiniões sobre a adequação dessa definição.

Chambers (1964) e Stahl & Steger (1977) definem criatividade como um processo. Assim, ela não seria uma dimensão adequada, pois o interesse aqui é em medir produto e não processo. Estes segundos autores, no entanto, oferecem uma solução conceitualmente engenhosa, que é a de levar em conta a inovação, já que ela é supostamente resultante (produto) da realização de um trabalho criativo. Concluem, todavia, que ela tem várias dimensões, as quais podem incluir originalidade, utilidade e replicabilidade.

As tentativas que Stahl & Steger (1977) fazem de definir estes três termos podem ser muito úteis para quem quiser usá-los em escalas de mensuração de criatividade de produto. Infelizmente, os autores não tiveram sucesso quando tentaram executar seu projeto de mensuração. A escala que desenvolveram não parece ter sido adequada para cobrir suficientemente essas três dimensões, bem como para julgar resultados, fazendo com que acabassem por realizar uma avaliação de desempenho global, que pode ser categorizada como sendo do primeiro tipo de medida.

As medidas discutidas até aqui se referem, na sua totalidade, à efetividade dos pesquisadores. Pouco tem sido estudado sob o enfoque da eficiência. Para fazê-lo, é necessário colher dados sobre a produção, sob uma ou mais dimensões, pertencentes a parâmetros de uma a quatro das categorias de mensuração citadas. É preciso também obter informações sobre os diferentes aspectos dos fatores de produção (meios ou recursos) de que dispõe o pesquisador para produzir resultados. Depois, é só verificar a eficiência considerando-se aqueles em relação a estes.

Pode-se calcular a eficiência dos pesquisadores, dividindo-se qualquer indicador de efetividade, dentro os muitos aqui sugeridos, pelos possíveis aspectos dos fatores de produção por eles utilizados. Exemplos destes denominadores podem ser: tempo na instituição, carga horária de trabalho, valor dos salários, custos de treinamento em pesquisa, quantidade ou qualidade dos recursos disponíveis em laboratório, número de pessoas de apoio subordinadas a cada indivíduo, volume de publicações (em relação ao de citações) ou custos dos projetos realizados. Com isto, é possível obter uma indicação da produtividade de cada pesquisador, num dado contexto de trabalho ou área de conhecimento.

### Medidas organizacionais

A classificação dos tipos de medidas de desempenho organizacional pode ser desenvolvida a partir do mesmo referencial que foi utilizado para criar as categorias do nível individual. Contudo, considerando que menos frequentemente se argumenta pela necessidade específica de uma mensuração de criatividade de produto organizacional e fala-se, com mais ênfase, na necessidade de medir impacto ambiental, preferiu-se manter apenas as três primeiras categorias, embora definidas de maneira mais ampla. O quarto tipo passa, portanto, a ser uma variante do terceiro.

É possível medir o desempenho organizacional global de uma maneira análoga àquela já descrita para mensurar o desempenho individual, utilizando-se painel de juízes. Há mais de vinte anos Lipetz (1965) descreveu a possibilida-

de se usar escalas para avaliar, através de observação, padrões de desempenho de pessoal científico (o que seria, hoje, uma medida de processo), como uma forma desejável de se prever o sucesso ou o fracasso de organizações. Contudo, ele considerou prematuro o uso do método, pois este ainda se encontrava em desenvolvimento.

Parece que a metodologia de mensuração de desempenho organizacional, tomando como objeto de análise o processo da pesquisa, e não o seu produto, e utilizando sistematicamente a opinião de especialistas ou observadores, progrediu bastante. Ela é o que se pode considerar como o primeiro tipo de medida de efetividade organizacional e terá alguns exemplos de seu uso descritos a seguir.

Quirino & Coqueiro (1985) utilizaram uma única escala para avaliar a qualidade global da pesquisa que se desenvolvia em cada uma de 32 unidades de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Os juízes foram os chefes destas unidades e outros cientistas que estavam diretamente envolvidos com o acompanhamento da pesquisa na Empresa, os quais podiam decidir julgar ou não cada unidade (exceto a sua, que não foi julgada). A partir de um único julgamento de qualidade (superior = 1; média = 2 e inferior = 3), entretanto, estes autores calcularam três índices: de qualidade (média dos julgamentos), de concordância (desvio padrão nos julgamentos) e de visibilidade (proporção de julgamentos feitos, por unidade de pesquisa).

Ao invés de uma única dimensão, Packer (1983) propõe vários indicadores específicos para medir o desempenho global de programas universitários de pesquisa industrial. Alguns deles são: originalidade conceitual de cada um dos projetos programados, extensão em que estes avançam o conhecimento, sua probabilidade de sucesso comercial e científico, seu potencial de impacto e de custos de adoção e sua elegância técnica. O autor sugere também outros tipos específicos de medidas, num sistema multidimensional, como se descreverá adiante.

Há ainda a possibilidade de se colher simultaneamente dados de natureza mais geral e outros específicos; como fizeram Finsterbusch & Jogaratnum (s.d.) ao mensurar o desempenho de centros de pesquisa agrícola do Sri Lanka. Eles solicitaram a diretores e pesquisadores, bem como a avaliadores externos que utilizassem uma escala de sete pontos (excepcionalmente baixo e excepcionalmente alto) para julgar resultados, sucesso e efetividades gerais, bem como atingimento de metas; novas variedades agrícolas e métodos; treinamentos; publicações; contribuições para a ciência básica, o conhecimento agrícola e a agricultura daquele País; melhorias produzidas na agricultura; implementos em fazendas; reputação e taxa de crescimento dos centros; e suas perspectivas para o futuro. Deve-se ressaltar que os centros foram sempre o objeto das avaliações, fato que permite classificar tal estudo como mensuração do sistema e não do produto.

A segunda e terceira categoria de medidas de efetividade das organizações de pesquisa referem-se respectivamente à quantidade e qualidade dos resultados por elas produzidos. Aqui, mais do que no nível de mensuração individual, é preciso cogitar em incluir resultados fora aqueles escritos, pois raramente as instituições de pesquisa tem como finalidade única a publicação de textos científicos. Outrossim, fica mais fácil, no nível organizacional, medir a quantidade ou qualidade de tecnologias, recomendações, patentes e novos materiais, pois estes produtos são geral-

mente decorrentes de esforço de trabalho em equipe. No nível individual, a tarefa de associar os referidos produtos, especificamente ao desempenho de cada pesquisador, pode se tornar um quebra-cabeças metodológico, além de ter um potencial psicológica e politicamente explosivo, capaz de trazer muitas dores de cabeça ao estudioso de ciência e tecnologia.

O segundo tipo de mensuração está presente no sistema multidimensional proposto por Packer (1983), embora em proporção bem menor que o primeiro, quando este autor sugere indicadores tais como a quantidade de patentes, artigos e teses resultantes dos projetos a serem avaliados pelo referido sistema. Lipetz (1965) previu um futuro promissor para a prática de contar publicações científicas como procedimento de medição da produção das organizações. É difícil acreditar, entretanto, que ele tivesse imaginado o espaço e a dimensão (excessivos, em certos contextos) que tal procedimento viria a ocupar nos dias atuais. No Brasil esta prática tem se tornado muito freqüente, principalmente no sistema universitário.

Um exemplo típico da utilização de publicações como parâmetros de efetividade pode ser oferecido pela descrição do trabalho de Tauer & Tauer (1984), onde classificaram programas de doutorado em economia agrícola nos EUA. A estratégia adotada foi a de somar o número de páginas e o de artigos publicados no *American Journal of Agricultural Economics*, por recém-egressos daqueles programas, num período de dez anos. As duas medidas resultantes tiveram aparentemente uma alta correlação. É preciso outra vez alertar que o uso exclusivo de medidas de resultados escritos (geralmente artigos científicos e livros), em pesquisa aplicada, é bastante discutível, pelas razões já enumeradas no presente texto.

Patentes são também usadas como medidas de quantidade de resultados científicos. Hull & Hage (1982) as utilizaram como indicadores objetivos de inovação, contando o número de requerimentos de patentes feitos por 110 fábricas, num período de cinco anos. Foi preciso, entretanto, lançar mão do cálculo do logaritmo deste número, pois obteve-se um intervalo muito grande de variação dos escores brutos (0 a 3.000) e verificou-se que poucas firmas tinham centenas, enquanto quase a metade não tinha nenhuma petição de patente (Hull & Hage, s. d.).

Os mesmos autores, contudo, alertam para uma possível desvantagem do uso deste indicador, pois muitas invenções não são patenteadas, enquanto outras são superprotegidas. Neste caso particular, patentes de produtos diferem grandemente de patentes de processos, pois as primeiras tendem a ser mais valorizadas. Além disso, o referido indicador não é adequado, por exemplo, para a medição da efetividade da pesquisa agropecuária estatal no Brasil, pois a maioria dos resultados produzidos neste contexto dificilmente pode ter seu uso controlado pelo registro de patentes. Ademais, se isto fosse viável, feriria o pressuposto de relevância social e de bem gratuito dessa pesquisa, pois poderia inviabilizar boa parte dos seus beneficiários potenciais, se tal registro fosse efetivamente transformado em instrumento de controle do uso, para fins lucrativos.

Além da quantidade, muitas vezes verifica-se também a qualidade dos produtos de instituições de pesquisa. Este terceiro tipo de mensuração de efetividade organizacional foi igualmente previsto no sistema multidimensional proposto por Packer (1983), ao sugerir indicadores como qualidade de informação transferida e número de pedidos de in-

formações técnicas, como parâmetros de análise de um programa universitário de pesquisa industrial. Outra sugestão, feita por Lipetz (1965), é a de usar cientistas experientes ou comites de especialistas para interpretar originalidade em publicações produzidas por centro de pesquisa. Isto lembra o painel de juízes, já proposto para realizar o mesmo tipo de mensuração no nível individual.

Uma experiência desta espécie foi realizada por Fernandez et al. (1984), a partir da metodologia estabelecida por Quirino & Coqueiro (1984) e descrita anteriormente, adaptando contudo a referida metodologia para avaliar a qualidade da produção científica da Universidade Federal de Pelotas, ao invés de avaliar desempenho global (sistema). Os trabalhos da Universidade, publicados ou apresentados no decorrer de um ano, foram agrupados por áreas afins e submetidos à apreciação de especialistas internos e externos. Usou-se a mesma escala de Quirino & Coqueiro (1984), embora invertida, mas definiram-se três dimensões de avaliação: nível de qualidade do trabalho, sua utilidade e a qualidade do veículo de divulgação. A segunda destas dimensões ainda foi subdividida em três outras: utilidade da pesquisa para a comunidade, para o processo de ensino-aprendizagem e para o fortalecimento da especialidade. Obtidos os índices, através do cálculo de médias e desvios-padrão, foi possível comparar a efetividade dos Departamentos daquela Universidade. Foi também possível verificar a natureza da utilidade da pesquisa produzida.

A contagem de citações, já discutidas, também é bastante usada para mensurar qualitativamente a produção científica de laboratórios, revistas, universidades etc. Entretanto, no presente contexto interessa somar as citações feitas dos pesquisadores das unidades organizacionais avaliadas, ou ainda o número de vezes que estas ou seus projetos, publicações e produtos são citados. A maioria daqueles pressupostos e limitações deste tipo de medida (principalmente quando se usa o SCI), existentes no nível individual, do mesmo modo se aplica aqui. Acontece ainda outro problema, em situações em que há concorrência por lucro entre empresas privadas de pesquisa ou que existe registro de direito de uso: dificilmente encontrar-se-á uma organização disposta a reconhecer o papel que uma concorrente desempenhou para a geração de uma tecnologia ou material que se pretende patentear ou vender.

Outra crítica advém do fato de que o SCI, ou outros índices de citações existentes, bem como a maioria dos órgãos de divulgação científica, estão fortemente ligados somente a poucos países mais desenvolvidos, dificilmente cobrindo ou prestando atenção ao que se faz na América Latina, nos demais países do terceiro mundo e mesmo em alguns da Europa e Ásia.

Muitas vezes, o problema é muito mais grave do que o de não prestar atenção, pois se trata de desdenhar, como ciência de segunda categoria, o que é produzido nessas regiões do mundo. Arunachalam (1985) descreve exemplos de pesquisas de primeira grandeza, feitas no terceiro mundo e publicadas em revistas internacionalmente reconhecidas, que foram negligenciadas por cientistas de países desenvolvidos, em favor de outras relatadas subsequentemente por seus pesquisadores. Apesar destas limitações, o autor utiliza análise de citações para fazer algumas inferências sobre a ciência em países em desenvolvimento, acreditando que mesmo sob essas condições seja possível fazer algum uso deste tipo de indicador.

Medir a efetividade de organizações públicas de pesquisa — informar o que se está produzindo — pode não ser suficiente, se a sociedade que cobra resultados também estiver interessada em saber como e quão bem seus recursos estão sendo gastos. Em outras palavras, a questão que se coloca é a de relacionar os resultados alcançados pelas instituições aos insumos que elas receberam. Para responder a esta indagação, é necessário calcular a eficiência. Já se definiu, anteriormente, que este cálculo é comumente feito dividindo-se as medidas obtidas de produção (ou efetividade) pelo que foi empregado para se produzir tais resultados. A fração, razão ou proporção assim originada é um indicador de eficiência ou produtividade.

Tendo já sido bastante exploradas as estratégias para se encontrar os numeradores (indicadores de efetividade ou produção científica das organizações), é chegada a hora de sugerir ou descrever algumas alternativas para os denominadores (fatores de produção ou insumos da pesquisa) da referida fração.

Tauer & Tauer (1984), em trabalho já citado anteriormente, mediram a produção de programas de doutorado em economia agrícola através do número de páginas e artigos publicados por egressos destes programas. Contudo, constataram que diferentes departamentos produziram números distintos de Ph.D. no período de mensuração e que, portanto, era preciso controlar este fator. Fizeram isto, dividindo o número de páginas pelo número de títulos conferidos por cada departamento. A razão obtida pode ser considerada como uma medida de eficiência, se o denominador por eles usado é entendido como a condição necessária para que os recém-egressos publicassem. Medida semelhante tem sido derivada do número de publicações.

Os recursos humanos são o mais importante fator de produção para a pesquisa, já que somente as pessoas estão cognitivamente capacitadas para construir e aplicar conhecimentos. Portanto, é possível utilizar esta informação no cálculo da eficiência. Hull & Hage (1982 e s. d.) assim o fizeram, nos estudos em que obtiveram, como indicador de produção, o logaritmo do número de patentes solicitadas. Eles dividiram estes valores de produção pelo número de empregados de cada organização avaliada. Outra alternativa para este denominador pode ser a de utilizar o quantitativo só de pesquisadores, considerando-se que a proporção do número de pessoas de apoio por cientistas pode variar em função do tipo de pesquisa e que, em algumas circunstâncias, é preciso controlar este fator. Quirino & Coqueiro (1985) argumentam que o número de pesquisadores é o denominador mais apropriado, visto que são estes os produtores diretos das pesquisas.

Há ainda outras possibilidades de se explorar o conceito de recursos humanos ou materiais à guisa de fator de produção no cálculo de eficiência, como as de utilizar a quantidade ou qualidade dos equipamentos existentes em laboratórios ou os gastos da organização com pessoal e encargos (na EMBRAPA, eles representam mais de 60% do orçamento). É possível ainda levar em conta, naquele cálculo, o grau de capacitação formal dos pesquisadores. O índice de especialização (EMBRAPA-DRH, 1980), que é a média ponderada (1 = Graduação; 2 = Mestrado; 3 = Doutorado) do nível de titulação dos pesquisadores por Unidade da EMBRAPA, pode servir como um indicador deste grau de capacitação. Neste caso, o pressuposto básico é que esta capacitação é condição necessária para haver produção científica.

Finalmente, outra alternativa para se obter indicadores de eficiência, embora utilizando outro quadro referencial (Evenson, 1977), foi aplicada por Avila et al. (1983), que calcularam a taxa interna de retorno de treinamento, tomando como base os benefícios líquidos deste treinamento, resultantes da adoção das novas tecnologias geradas e os custos totais estimados para treinamento. As bases desta metodologia haviam sido desenvolvidas por Cruz et al. (1982) para relacionar resultados da pesquisa agropecuária (ganhos líquidos do produtor pela adoção de tecnologia oriundas da EMBRAPA) com investimentos totais e capital físico. Posteriormente ela foi desenvolvida para o caso especial e mais complexo de medir os benefícios do treinamento.

## A MENSURAÇÃO MULTIDIMENSIONAL

Na seção anterior observou-se a existência de uma profusão de medidas de efetividade do trabalho científico. Como conseqüência, existe uma variedade ainda maior de medidas de eficiência, pois parte deste conceito está ligada àquele. Esta diversidade não significa simplesmente que os estudiosos da área tenham sido muito criativos, mas pouco eficientes, na geração das referidas medidas. Significa, por outro lado, que existem muitas maneiras de definir o que se espera da pesquisa ou, de forma complementar, que esta produz efeitos de distintas naturezas.

Muitos dos que relatam experiências de mensuração de produção e produtividade científica reconhecem as limitações das medidas unitárias que usam. Eles apontam para outros possíveis resultados relevantes mas não mensurados em seus estudos. Tem sido constatada a necessidade de se desenvolver esforços que levem em conta os diferentes produtos da pesquisa. Deste modo, é preciso imaginar critérios múltiplos ou sistemas que incluam muitas dimensões a serem avaliadas. Edwards & McCarrey (1973) citam vários autores que já usaram este tipo de abordagem.

A necessidade de pensar numa mensuração multidimensional é particularmente verdadeira enquanto se pretende levar adiante aqueles esforços no contexto organizacional, que é o foco do presente trabalho. Isto ocorre porque a integração proposital de pesquisadores em equipes torna estes grupos mais prolíferos e criativos que a soma dos resultados de indivíduos isolados.

Por outro lado, as teorias organizacionais falam frequentemente em organizações que possuem diferentes objetivos. Apesar disso, raramente pesquisas empíricas têm examinado esta concepção de organização, por mais plausível que ela pareça. A teoria das contingências (Lawrence & Lorsch, 1967) levanta o argumento que as organizações se estruturam de modo a se adaptarem ao ambiente em que atuam.

Além disso, há estudos mostrando que mudanças organizacionais decorrem ou, pelo menos, são concomitantes a mudanças de objetivos ou metas nas organizações em consideração. No caso de organizações de pesquisa, há uma multiplicidade de objetivos a serem alcançados, cujas predominâncias e prioridades certamente variam entre elas. É pois, precedente a pergunta: que relação há entre a predominância de determinados objetivos e as características das organizações que percebem prioritariamente este ou aquele objetivo? Ou inversamente, será que determinadas organizações, estruturadas de uma maneira, são mais efetivas para

alcançar um tipo especial de objetivo, do que organizações que se estruturam de maneira diferente? Para responder a estas e a outras questões de igual importância, é necessário a criação de um sistema multidimensional de mensuração da produção e da produtividade da pesquisa. Esta é a finalidade do presente estudo.

Se as organizações investigadas são voltadas especificamente para a pesquisa aplicada, dando, portanto, prioridade aos objetivos práticos, a variedade de efeitos esperados pode ser ainda maior. Isto é parcialmente determinado por sua cultura, fortemente influenciada pela formação dos seus pesquisadores, em geral feita em universidades. Esta cultura valoriza publicações, citações, participações em congressos, orientações de teses e trabalhos de docência. Além disso, destas organizações aguarda-se a produção de tecnologias, recomendações e materiais que sejam aplicáveis, adotáveis ou vendáveis e rentáveis. Portanto, além da geração de conhecimentos, presume-se que serão entregues resultados úteis, com base nestes conhecimentos. Neste sentido, mais que multidimensional, a mensuração da efetividade e eficiência de organizações de pesquisa aplicada precisa ser multifinalista. Esperam-se muitos resultados e que, pelo menos uma parte substancial destes, tenha uma destinação prática ou um alvo determinado.

Tendo em vista a necessidade de pesquisar um sistema multifinalista, usando abordagem que possa ser futuramente utilizada na EMBRAPA, com o objetivo de distinguir entre suas unidades de pesquisa e de investigar as relações entre formas, processos e estrutura, por um lado, e resultados por outro, realizou-se o presente estudo. Outra finalidade foi a de aproveitar experiências já realizadas em que se colheram medidas unitárias de efetividade, que não podiam ser perdidas ou olvidadas, ao partir para um projeto mais ambicioso e abrangente. Assim, dados coletados em outras ocasiões serão integrados com novas informações agora obtidas.

A mensuração simultânea de várias dimensões que pretendam ser indicadores de efetividade e eficiência organizacionais traz, entretanto, outros problemas. Alguns podem ser menos relevantes que outros e muitos podem estar intercorrelacionados. É difícil decidir o que incluir num sistema multifinalista e como conjugar várias medidas. A simples adição ou multiplicação de números pode, deste modo, introduzir vieses desconcertantes de mensuração.

A decisão sobre como interpretar e integrar os conjuntos de dados que se obtiverem pode ser facilitada pela análise fatorial. Este é um tipo de análise que os psicólogos e especialistas em medidas educacionais há muito vêm utilizando, para conhecer melhor as relações entre diferentes medidas, identificar fatores comuns e reduzir o número de indicadores de certas características. Packer (1983) parece que também chegou à mesma conclusão, quando sugere o uso desta técnica estatística para construir "mapas de produtos", com a finalidade de analisar a produtividade de organizações de pesquisa e desenvolvimento. Assim, um terceiro objetivo do presente estudo é o de aplicar aquela técnica nas medidas obtidas na EMBRAPA e verificar como elas se relacionam e podem ser integradas.

## MEDIDAS DA EFETIVIDADE E DA EFICIÊNCIA DA EMBRAPA

Defina-se efetividade com a quantidade de produção

conseguida e eficiência, como a quantidade de produção em relação a insumos ou a fatores de produção. Estes conceitos abstratos sugerem que se usem diferentes medidas de produção, incluindo algumas quantitativas e algumas qualitativas.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA é uma organização de pesquisa voltada para a aplicação prática dos resultados do conhecimento gerado, de modo que este produza impacto positivo sobre a agricultura do País. Por isso enfrenta os problemas de mensuração de efetividade e de eficiência que são comuns a organizações multifinalistas. É, pois, com uma abordagem multifinalista que se deve equacioná-los. Propor as medidas adequadas às características da EMBRAPA, operacionalizá-las empiricamente e examinar os resultados, é o que se fará a seguir.

Cada Unidade de Pesquisa Agropecuária da EMBRAPA possui certo grau de liberdade administrativa e financeira e difere na(s) especialidade(s) de suas pesquisas. Das Unidades pesquisadas, três se especializaram, à época da coleta dos dados, pelos recursos edafoclimáticos considerados, dezesseite pelo elenco de produtos animais ou vegetais, nove pela área geográfica e três pelo tipo de serviços prestados. Além disso, a estrutura organizacional e de recursos humanos, outras características da organização, como o processo e os relacionamentos externos, são diferentes entre as unidades. Portanto, é de interesse estudar como esses aspectos importam na efetividade e na eficiência das Unidades. Isto requer a mensuração destas variáveis num nível meso-social, no caso, tomando os Centros de Pesquisa como foco de atenção ou unidade de análise. Assim, o que é feito aqui se inclui na classe das medidas organizacionais.

O Projeto Propesquisa é uma tentativa de compreensão das relações entre efetividade e eficiência da pesquisa agropecuária na EMBRAPA e aspectos organizacionais e de recursos humanos (Quirino et al., em preparação). As análises se baseiam em dados empíricos sobre 32 Unidades de Pesquisa, coletados:

- uma amostra de 30% dos pesquisadores, estratificados por Unidade;
- 30% de três categorias ocupacionais de apoio à pesquisa (mínimo de dois por Unidade), a saber: Bibliotecários, Técnicos de Laboratório e Técnicos Agrícolas;
- Chefes de Unidades;
- Chefes Adjuntos Técnicos e Administrativos, ou Sub-Chefes, conforme a estrutura da Unidade;
- Coordenadores de 44 Programas Nacionais de Pesquisa.

As informações coletadas foram transformadas em dados referentes às 32 Unidades de Pesquisa e complementadas por dados de outras fontes que geralmente dizem respeito a características globais das Unidades. Neste artigo, serão enfocadas apenas as medidas de efetividade e eficiência.

Foram usadas sete medidas de efetividade que, levando em consideração, por um lado, o uso da literatura anterior e, por outro, as características específicas da pesquisa agropecuária aplicada, servissem de base para as medidas mais sucintas e, portanto, mais genéricas. São elas:

- *Publicações da Unidade de Pesquisa* – Esta variável foi medida pelo número total de artigos, livros, teses e dissertações, boletins técnicos, comunicações, folhetos, instruções técnicas, relatórios e outros escritos semelhantes, publicados entre 1980 e 1983 por cada uma das Unidades de Pesquisa e por seus pesquisadores. Os dados foram

fornecidos pelo Departamento de Difusão de Tecnologia (DDT). A média de publicações é de 273 por Unidade.

- *Índice de qualidade da pesquisa* – É a média de julgamentos sobre a qualidade da pesquisa das Unidades, feitos por um painel de 44 juízes composto de Chefes de Unidades da EMBRAPA e de especialistas da Sede (Quirino & Coqueiro, 1985). Solicitou-se que cada juiz classificasse a qualidade da pesquisa das Unidades em superior, média e inferior. Para esta pesquisa o resultado foi transformado em escores, de modo que 3 é a qualidade mais alta e 1 a mais baixa.
- *Visibilidade da Unidade* – A escala de visibilidade é a frequência com que a unidade é considerada como uma organização conhecida por parte relevante da comunidade científica. Representa a frequência relativa com que o painel de juízes referido acima reconheceu ser apto a julgar a qualidade da pesquisa da Unidade (Quirino & Coqueiro, 1985).
- *Pesquisadores eminentes* – O número de pesquisadores eminentes representa o reconhecimento, pela comunidade científica, de que alguns dos pesquisadores da Unidade se destacam em um determinado assunto. Cada pesquisador incluído na amostra do Projeto Propesquisa foi instado a mencionar seus dois melhores trabalhos de pesquisa e a enviar uma cópia de cada. Além disso, foi-lhes perguntado quais os dois mais eminentes especialistas naquele assunto entre todos os pesquisadores da EMBRAPA. Perguntas semelhantes a respeito do trabalho das Unidades foram feitas a todos os Chefes e seus Adjuntos. Estes indicaram também os melhores especialistas nos assuntos desses trabalhos. A soma de todas as indicações feitas por Chefes e Pesquisadores é a medida dos pesquisadores eminentes de cada Unidade. Cada indicação representa, pois, um ponto para o índice da Unidade a que pertence o pesquisador indicado.
- *Tecnologias e metodologias* – Tecnologias são os meios resultantes da pesquisa, de realizar determinados aspectos do processo produtivo agropecuário. Dizem respeito a produtos, recursos naturais, agro-indústrias, engenharia agrícola, irrigação e outros aspectos menos importantes da produção agropecuária. Metodologias se destinam ao uso na pesquisa e foram juntadas às tecnologias, porque são em número muito pequeno. Um total de 367 tecnologias e 10 metodologias foi produzido no período de 1974 a 1983 (EMBRAPA, 1983).
- *Recomendações* – São essencialmente o mesmo que tecnologias, com a diferença de que têm uma gama menor de aplicações. São, na maioria das vezes, tecnologias apropriadas a áreas limitadas. Apesar disso, foram consideradas em pé de igualdade com as tecnologias, porque não se pode supor que sejam mais fáceis de produzir ou que tenham menor valor científico ou de aplicação, embora sejam produzidas em maior quantidade. Além disso, a estruturação da EMBRAPA requer que algumas Unidades, isso é, as UEPAEs e UEPATs (Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual ou Territorial), dêem prioridade a pesquisas dirigidas a tal tipo de resultados. A média de recomendações por Unidade é de 176 no período de 1974 a 1983.
- *Efetividade econômica* – É o resultado, em Cruzeiros de dezembro de 1982, do crescimento da produção dos agricultores e pecuaristas durante aquele ano, como decorrência da difusão da pesquisa produzida por cada Unidade. Foi medida a partir dos dados publicados por Ávila

et al. (1983), suplementados pelos dados não redundantes de Ávila et al. (1984). Tentou-se usar a soma de todos os benefícios do período 1981-83 e os resultados alcançados foram muito semelhantes aos dos dados referentes a 1982 ( $r = 0,992$ ).

Outra medida de qualidade da pesquisa é o índice de citações ou equivalente. Esta medida foi considerada para inclusão, mas concluiu-se que seria muito problemática. Por um lado, parte apreciável da produção científica é bastante recente, não tendo ainda atingido o estágio de publicação em larga escala, na forma de artigos de revistas científicas ou de divulgação. Parte da produção jamais chegará a esse estágio, por causa de sua natureza aplicada ou por atenderem interesse apenas local. Por outro lado, como se mostrou atrás, é muito duvidoso que o índice de citações seja apropriado para medir o impacto da ciência dos países periféricos com o mesmo nível de confiabilidade com que mede o dos países centrais. É mais provável que boas pesquisas conduzidas no interior do País sejam notadas e valorizadas pelos especialistas da EMBRAPA, do que refletidas num índice que é administrado e apurado nos Estados Unidos.

As sete medidas de efetividade foram, então, submetidas à análise fatorial, com a finalidade de identificar se se referem a um único conceito, ou se medem aspectos distintos da realidade, como propõe a abordagem multifinalista.

O Quadro 1 mostra os resultados relevantes da análise fatorial, pois representa a matriz decorrente da rotação varimax. Tem-se, basicamente, uma estrutura com dois fatores.

Quadro 1

A estrutura fatorial de medidas de efetividade

Variável	Fator 1	Fator 2
Visibilidade da Unidade	0,929	0,043
Pesquisadores eminentes	0,790	0,156
Índice de qualidade	0,547	0,212
Tecnologias-metodologias	0,172	0,983
Recomendações	0,134	0,607
Publicações	0,598	0,544
Efetividade econômica	0,276	0,112

Efetividade econômica não é altamente carregada em nenhum dos dois fatores. Publicações, ao contrário, é carregada nos dois, com pesos quase iguais e consideráveis. Visibilidade da Unidade, pesquisadores eminentes e índice de qualidade são carregados principalmente no primeiro fator, enquanto tecnologias-metodologias e recomendações o são no segundo.

O exame das diversas cargas fatoriais levou a interpretar o primeiro fator como referindo-se a percepção de qualidade e o segundo como efetividade técnica. A variável publicações será tratada separadamente porque é carregada em ambos. Efetividade econômica pode ser interpretada como uma dimensão à parte, pois não correlaciona fortemente com nenhum dos dois fatores. Assim, as sete medidas de efetividade são reduzidas a quatro, que espelham

quatro finalidades das organizações de pesquisa agropecuária aplicada: publicações, efetividade técnica, efetividade econômica e qualidade. Três delas são quantitativas, enquanto a última é de natureza qualitativa e nológica.

Para chegar às agregações finais, foram ainda feitas algumas transformações dos indicadores que compõem as medidas de efetividade técnica e qualidade. Todos foram submetidos à transformação Z, por serem fortemente oblíquos em sua distribuição (skewedness), e posteriormente somados. Para obter valores positivos em toda a extensão da escala, foi adicionada a constante 3 no primeiro caso e 5, no segundo.

O Quadro 2 apresenta as estatísticas descritivas das quatro medidas de efetividade. Três delas se prestam para derivar medidas de eficiência, através da divisão pelo número de pesquisadores. Isso produz medidas do número de publicações por pesquisador, do número de resultados técnicos por pesquisador e da quantidade de benefício econômico produzido por pesquisador. A quarta medida, de qualidade, não se presta a ser dividida por número de pesquisador, porque se trata de um predicado global das Unidades de pesquisa. As estatísticas descritivas das três medidas de eficiência são também mostradas no Quadro 2.

Quadro 2

Estatísticas descritivas das medidas de efetividade e eficiência da pesquisa agropecuária

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Des./Padrão
<i>Medidas de Efetividade</i>				
Qualidade	0,74	9,04	5,00	2,54
Publicações	15,00	1.091,00	273,34	235,70
Efetividade técnica	3,06	10,96	5,00	2,05
Efetividade econômica	0,00	15.783,43	2.614,45	3.551,03
<i>Medidas de Eficiência</i>				
Publicações por pesquisador	0,68	41,96	7,68	6,97
Eficiência técnica	0,06	0,33	0,17	0,08
Eficiência econômica	0,00	464,22	68,78	101,83

## RELAÇÕES ENTRE OS ASPECTOS DE EFETIVIDADE

Os aspectos de eficiência são diretamente ligados a aspectos de recursos humanos, de tamanho e outros, o que torna difícil entender os relacionamentos entre eles sem levar em consideração uma análise mais ampla da organização. Estes serão, pois, deixados de lado, em benefício de uma análise mais detalhada dos aspectos de efetividade.

As quatro medidas de efetividade são moderadamente correlacionadas ( $r$  de Pearson) entre si (Quadro 3). Publicações é a medida que apresenta correlações mais altas com as demais, como seria de antecipar dada a análise fatorial. Correlaciona 0,42 com qualidade, 0,44 com efetividade técnica e 0,34 com efetividade econômica. Visto haver alguma sobreposição entre publicações e efetividade técnica — as recomendações e tecnologias são divulgadas em forma de publicações — era até de esperar uma correlação mais alta entre estas duas medidas de efetividade.

Efetividade técnica correlaciona 0,39 com qualidade e 0,16 com efetividade econômica. Mais uma vez, seria de

esperar mais alta correlação entre efetividade técnica e econômica, dada a sobreposição entre tecnologias e recomendações passadas ao agricultor, de um lado, e o aumento de seus lucros, de outro. Apesar dessa expectativa, efetividade técnica apresenta correlação mais alta com qualidade de que com efetividade econômica.

Quadro 3

Correlação entre as medidas de efetividade

Medidas de efetividade	Publicações	Qualidade	Efetividade Técnica
Qualidade	0,421	—	—
Efetividade técnica	0,441	0,393	—
Efetividade econômica	0,342	0,273	0,156

Pergunta-se então, como se pode dar sentido a este padrão observado de correlações, partindo da proposição de que cada uma das quatro medidas de efetividade capta um aspecto especial das finalidades ou objetivos das Unidades de Pesquisa.

Tomando por guia a magnitude das correlações, pode-se chegar a uma cadeia causal, se for aplicada a suposi-

ção de que as causas correlacionam mais fortemente com os efeitos imediatos de que com os mais remotos. Qual é, pois, esta cadeia de causalidade?

O primeiro produto da organização de pesquisa será qualidade, que gera publicações, que provoca efetividade técnica, que tem como impacto final a efetividade econômica. Dada a natureza desses produtos, é de esperar que eles assim se encadeiem. Qualidade é um atributo da organização e por isso advém direta e indiretamente de sua ação e a ela adere. Vem, então, as publicações, que fazem o elo para fora. A partir delas são codificados os resultados técnicos, em forma de tecnologias, metodologias e recomendações. Só depois aparece o impacto na renda dos agricultores, à medida que os resultados se difundem. Mesmo assim, há muitos outros fatores necessários para que esse impacto se dê. Como sempre eles compõem a cena, a correlação entre este último aspecto da efetividade e os seus antecessores se mostra remota e fraca.

Em conclusão, as quatro medidas de efetividade parecem apropriadas para distinguir entre as diversas Unidades de pesquisa agropecuária, porque conseguem captar aspectos essenciais das múltiplas finalidades das organizações de pesquisa agropecuária e distinguir, de modo lógico e teoricamente satisfatório, entre as naturezas desses produtos. Três delas, se usadas em relação ao número de pesquisadores, deverão ser úteis para a compreensão das relações entre os aspectos da organização e sua eficiência.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARUNACHALAM, S. — "Citation Counts as Indicators of the Science and Technology Capacity of Third World Nations". Trabalho apresentado no Encontro Anual da "American Association for the Advancement of Science" de 26 a 31 de maio de 1985, em Los Angeles/Calif., Nova Delhi, Publications and Information Directorate, *Indian Journal of Technology* (reprografia), 1985.
- ÁVILA, A.F.D.; BORGES-ANDRADE, J.E.; IRIAS L.J.M. & QUIRINO, T.R. — Formação do capital humano e retorno dos investimentos em treinamento na EMBRAPA. *Documentos*, 5. Brasília/DF, EMBRAPA, 1983.
- ÁVILA, A.F.D.; IRIAS, L.J.M.; & VELOSO, R.F. — "Avaliação dos Aspectos Socioeconômicos do Projeto Procensul I — EMBRAPA/BID" Brasília/DF, EMBRAPA, 1984.
- BAYER, A.E. & FOLGER, J. — Some correlates of a citation measure of productivity in science. *Sociology of Education*, 39(4): 381-390.
- BOURSON, J.L. — Evaluation de la recherche: la prime à l'anglais. *La Recherche*, 13(130):270.
- BURNS, T. & STALKER, S.H. — *The Management of Innovation* Londres, Tavistock, 1961.
- BURSCH, L. & LACY, W.B. — *Science, Agriculture, and the Politics of Research*. Boulder/Co., Westview Press, 1983.
- CHAMBERS, J.A. — Relating personality and biographical factors to scientific creativity. *Psychological Monographs: General and Applied*, vol. 78, F, 1964.
- CRUZ, E.R. da; PALMA, V. & ÁVILA, A.F.D. — Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico. *Documentos*, 1. Brasília/DF. EMBRAPA-DDM, 1982.
- EDWARDS, S.A. & McCARREY M.W. — Measuring the performance of researchers. *Research Management*, 16 (1):34-41.
- EMBRAPA-DRH. *Relatório de Atividades-1979*. Brasília/DF, EMBRAPA-DID (reprografia), 1980.
- EMBRAPA-DTC. Síntese — Tecnologias geradas pelo Sistema EMBRAPA. *Documentos*, 3. Brasília/DF. EMBRAPA-DTC, 1983.
- EVENSON, R.E. — Comparative evidence on returns to investment in national and international research institutions. *Resources Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*. Minneapolis/Minn., University of Minnesota Press, 1977.
- FERNANDEZ, F.G.; OSÓRIO, E. A.; LARA, S.I.M. & GUARENTI, V.P.J. — *Avaliação de Qualidade em Pesquisa* (versão preliminar), Pelotas/RS, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Pelotas (reprografia), 1984.
- FINSTERBUSH, K. & JOGARATNUM, T. *Factors Related to the Success of Agricultural Research Centres in Sri Lanka*. College Park/Md, Department of Sociology. University of Maryland. (reprografia), s.d.
- GORDON, N.J.; NUCCI, L.P.; WEST, C.K.; HOERR, W.A.; UGUROGLU, M.E.; VUKOSAVICH, P. & TSAI, S. Productivity and citations of educational research: using educational psychology as the data base. *Educational Researcher*, 13(7):14-20.

GRASBERG, A.G. Merit rating and productivity in an industrial research laboratory: a case study *IRE Transactions on Engineering Management*, 31 (1):31-37.

HAGE, J. — *Theories of Organizations*. Nova York, Willey, 1980.

HAGE, J. & AIKEN, M. — *Social Change in Complex Organizations*. Nova York, Random House, 1970.

HULL, F. & HAGE, J. — *Innovative Pay-off from R. and D.: Organization Designs for Efficient Research Performance*. College Park/Md., Center for Innovation Studies in Organization Design, Entrepreneurship and Strategic Management, University of Maryland (reprografia), s.d.

HULL, F. & HAGE, J. — Organizing for innovation: beyond Burns and Stalker's organic type. *Sociology*, 16 (4):564-577.

LAWRENCE, P.R. & LORSCH, V. W — *Organization and Environment*. Cambridge/Mass., Har-

vard Graduate School of Business Administration, 1967.

LIPETZ, B. — *The Measurement of Efficiency of Scientific Research*. Carlisle/Mass., Intermedia, Inc., 1965.

PACKER, M.B. — Analysing productivity in R. and D. Organizations. *Research Management*, 26 (1):13-20.

PALZ, D. & ANDREWS, F. — *Scientists in Organizations: Production Climates of Research and Development*. Nova York, Willey, 1972.

PFEFFER, J. & SALANCIK, G. — *The External Control of Organizations*. Nova York, Harper and Row, 1970.

QUIRINO, T.R. — A socialização ocupacional do pesquisador agropecuário. *Documentos*, 4. Brasília/DF, EMBRAPA-DID, 1981.

QUIRINO, T.R. & COQUEIRO, E. P. — Um exercício de avaliação da qualidade da pesquisa agro-

pecuária na EMBRAPA. *Revista de Economia Rural*, 23 (3):351-368.

QUIRINO, T.R.; HAGE, J. & BORGES-ANDRADE, J.E. (em preparação) Determinants of Results of Agricultural Centers: the impact of human resources, organizational arrangements and communication patterns in EMBRAPA (reprografia). Brasília/DF, EMBRAPA-DRH.

STAHL, M.J. & STEGER, J.A. — Measuring innovation and productivity — a peer rating approach. *Research Management*, 20 (1):35-38.

TAUER, L.W. & TAUER, J.R. Ranking doctoral programs by journal contributions of recent graduates. *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (2):170-172.

ZALTMAN, G.; DUNCAN, R. & HOLBEK, J. — *Innovations and Organizations*. Nova York, Willey, 1973.

**Assine a**

**Revista de**

**Administração**

Atualidade e  
Informação certa  
Para a sua área

**Fone 814-5500**