



Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária - MAARA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

MÉTODOS QUANTITATIVOS E PLANEJAMENTO NA EMBRAPA

COM ENFOQUE NA INFORMAÇÃO E NA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia

MÉTODOS QUANTITATIVOS E PLANEJAMENTO NA EMBRAPA

COM ENFOQUE NA INFORMAÇÃO E NA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Coletânea de artigos que abordam os métodos quantitativos na pesquisa agropecuária, com envolvimento no planejamento, na informação, na tecnologia da informação, e aspectos atinentes à formação do pesquisador.

Enedino Corrêa da Silva
Editor

Brasília - 1995

EMBRAPA

Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia - DPD

EMBRAPA/SUDE

SAIN Parque Rural Final Av. W/1/Norte

Caixa Postal 04015

70.770-901 - Brasília - DF

Tiragem: 200 exemplares

Capa - EMBRAPA - SPI

**CIP - Brasil Catalogação - na - publicação
Serviço de Produção de Informação (SPI) da EMBRAPA**

Silva, Eneidino Corrêa da. (Ed.).

Métodos quantitativos e planejamento na EMBRAPA com enfoque na informação e na tecnologia da informação / Eneidino Corrêa da Silva (Ed.); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia. - Brasília : EMBRAPA - DPD / EMBRAPA - SPI, 1995.

87p.

Coletânea de artigos que abordam os métodos quantitativos na pesquisa agropecuária, com envolvimento no planejamento, na informação, na tecnologia da informação, e aspectos atinentes à formação do pesquisador.

I. Método Quantitativo - Coletânea. 2. Informação-Sistema. 3. Informação-Tecnologia. 4. Enfoque Sistêmico. I. EMBRAPA. Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia (Brasília, DF). II. Título

CDD 519.5

© EMBRAPA - 1995

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	v
1. Métodos Quantitativos e Planejamento na EMBRAPA.....	7
Bruce B. Johnson - FIA/USP	
Maria Lúcia D'Apice Paez - SSE/EMBRAPA	
2. Aplicação do Enfoque Sistêmico na Gestão de C&T	19
Antônio Maria Gomes de Castro - DPD/EMBRAPA	
Roberto Vicente Cobbe - CNPH/EMBRAPA	
3. Sistema de Informação	43
Enedino Corrêa da Silva - DPD/EMBRAPA	
José Ruy Porto de Carvalho - CNPTIA/EMBRAPA	
4. A Reengenharia de Processos, a Melhoria de Processos e a Tecnologia da Informação na Pesquisa Agropecuária - O Caso da EMBRAPA.....	55
Enedino Corrêa da Silva - DPD/EMBRAPA	
5. Métodos Quantitativos no Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - Um Programa de Capacitação e Reciclagem de Pesquisadores Agrícolas	69
João Gilberto Corrêa da Silva - IFM/UFPEL	

APRESENTAÇÃO

A elaboração desta coletânea de artigos não tem a pretensão de esgotar o tema métodos quantitativos e sua relação direta com o planejamento, com a informação e com a tecnologia de informação na pesquisa agropecuária. Mesmo porque os métodos quantitativos se constituem em um amplo espectro de conceitos, teorias e aplicações no processo de **o que pesquisar e de como pesquisar** nas cadeias produtivas do complexo agroindustrial e do negócio agrícola.

O propósito é dar uma abordagem dos mais recentes aspectos levantados por autores por ocasião de eventos realizados nos anos de 1994 e 1995, com destaque para o III Encontro de Métodos Quantitativos da EMBRAPA e do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). É uma síntese de temas abrangentes que resultam do processo de planejamento estratégico na EMBRAPA, e que situam a área de métodos quantitativos no novo contexto da pesquisa agropecuária no país, e que teve a participação significativa de um grande número de pesquisadores da EMBRAPA e de Instituições do SNPA.

A abordagem dos métodos quantitativos, já no processo do planejamento da instituição, passando pela aplicação do enfoque sistêmico na gestão de C&T, pela informação e pelos sistemas de informação, pela reengenharia de processos e pela tecnologia da informação, culminando com o perfil do pesquisador, voltado para uma formação que vise a melhoria da qualidade da pesquisa e do incremento de seu grau de utilidade no desenvolvimento sustentado da agricultura brasileira, são objetivos do presente documento.

Esta coletânea é a primeira de uma série, no Projeto “Métodos Quantitativos para a Melhoria da Qualidade da Pesquisa na EMBRAPA e no SNPA”, pertencente ao Programa 14 - “Intercâmbio e Produção de Informação em Apoio as Ações de Pesquisa e Desenvolvimento”, e que consta do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária (PRONAPA).

Enedino Corrêa da Silva
Editor

No que se refere à aplicação de previsões para o planejamento de longo prazo, como no caso de instituições de Ciência & Tecnologia (C&T), estas limitações tornam-se ainda mais cruciais. Variáveis quantitativas oferecem informações preditivas parciais e limitadas. Necessitam ser complementadas pela análise de fatores que podem influir na mudança dos eventos futuros mas que podem ser traduzidos em termos quantitativos e probabilísticos.

Tendo em vista estas considerações, este trabalho tem a finalidade principal de examinar e discutir o papel desempenhado pelos métodos quantitativos no planejamento de instituições de C&T, destacando-se a experiência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) na atualização de seus paradigmas de gestão.

2. INOVAÇÃO E PLANEJAMENTO

Inicialmente, faz-se necessário considerar os conceitos básicos de planejamento. Eric Jantsch (1969) definiu o planejamento como “o enriquecimento sistemático da base de informações para a tomada de decisões”. Este enriquecimento é atingido pela análise das conseqüências futuras das alternativas disponíveis bem como pelos impactos no presente de futuros prognosticados.

Neste sentido, avanços na teoria de planejamento, visando à ampliação da base de informações para a tomada de decisão, induzem à busca da compreensão de um futuro que é incerto e indeterminável por natureza. Como bem enfatiza Drucker (1992), nosso conhecimento é sobre o passado, enquanto as informações mais relevantes para o planejamento envolvem o futuro.

Assim, o planejamento, ao explorar a complexidade da interação de fatores que influem na evolução futura de tendências (por efeito dos desvios ou indeterminações mencionadas anteriormente) visa a também subsidiar a tomada de decisões que orientem ou alterem o curso dos acontecimentos futuros. Conforme destacado por Ozbekhan (1969), o planejamento visa criar um futuro desejado.

Sob esta perspectiva, assume particular interesse o processo de inovações tecnológicas cuja compreensão é fundamental a uma eficiente e eficaz tomada de decisão gerencial em instituições de C&T. As relações desse processo de inovação com o planejamento e métodos quantitativos podem ser analisadas através das etapas seqüenciais de que se compõe: planejamento, toma de decisões, implementação de ações, e, acompanhamento e avaliação. (Figura 1)

Ao se focalizar especificamente o planejamento e seus diferentes componentes: análise técnico-econômica, modelagem e prospecção, destacam-se os aspectos que se seguem.

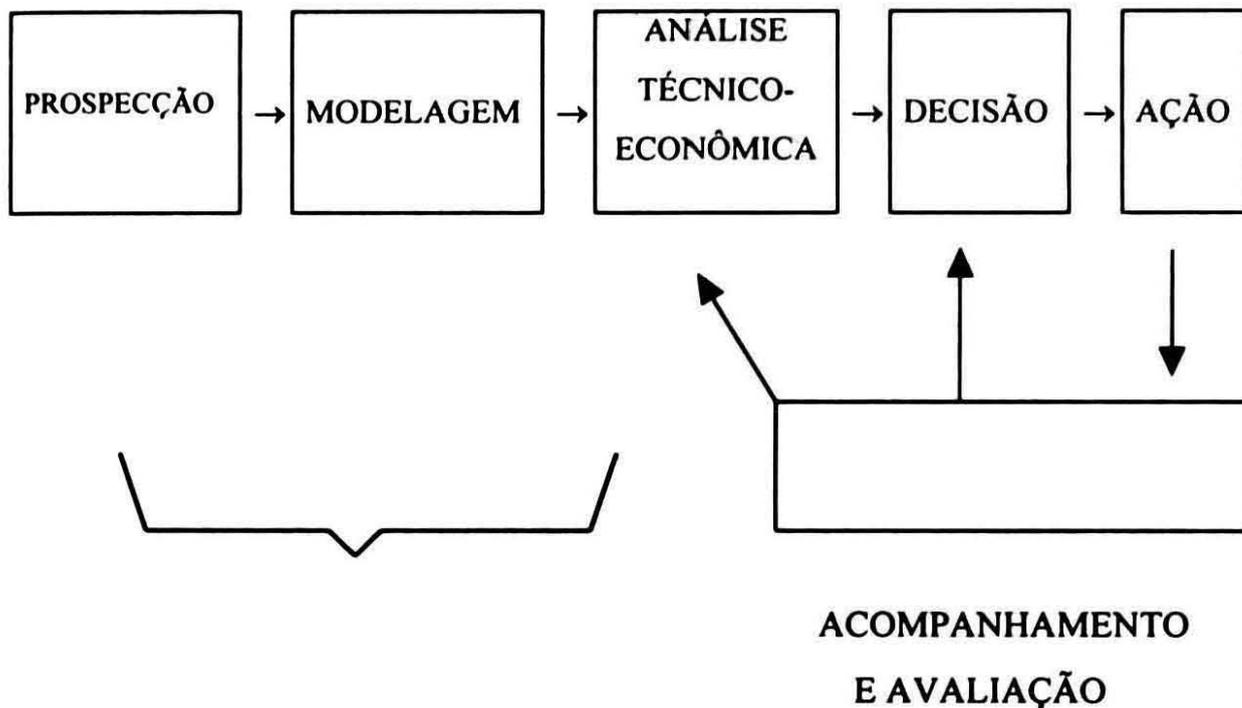


FIGURA 1. Processo de Inovação (Johnson & Marcovitch, 1994)

A análise técnico-econômica produz informação necessária para indicar qual a opção de melhor desempenho entre as soluções técnico-econômicas de um problema. Neste sentido, o planejamento assume mais um caráter determinístico, requerendo precisão de dados e rigor metodológico para projetar tendências por meio de séries históricas quantitativas.

A modelagem é constituída por métodos de projeção aplicados à situações e problemas complexos de planejamento, considerando as interações de sistemas com seus elementos externos, sob diferentes condições hipotéticas. Técnicas de pesquisa operacional e de análise de sistemas são amplamente utilizadas neste caso.

A prospecção envolve o uso simultâneo de métodos quantitativos e qualitativos de análise. Como indica a etimologia do termo “pro-spectare”, tem o objetivo de prognóstico, ou seja, conhecer os futuros relevantes ao planejamento.

A diferença essencial entre o planejamento tradicional baseado exclusivamente em análises técnico-econômicas e o planejamento prospectivo é a ênfase dada a fatores externos incontrolláveis. A escolha dos métodos de análise vai depender do tipo de problema a ser resolvido. O planejamento tradicional é aplicável no curto prazo para problemas passíveis de serem bem definidos e estruturados. Planejamento prospectivo é especialmente válido no longo prazo para problemas complexos onde tanto objetivos como soluções estão sujeitos a questionamento.

Os elementos de que se compõe o planejamento e seu objetivo de análise incluem: contexto, recursos, diretrizes/objetivos e ações (Figura 2).

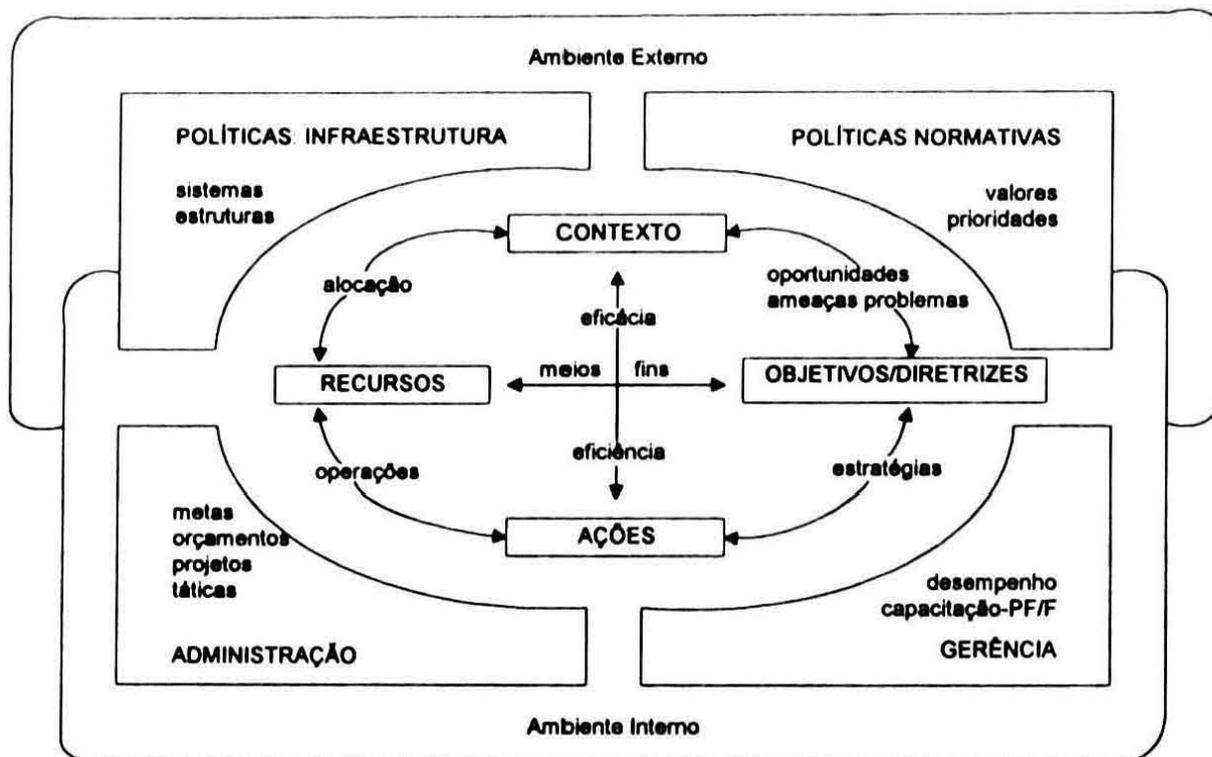


FIGURA 2. Elementos e Fatores do Planejamento (Johnson & Marcovitch,1994)

A seqüência do planejamento se inicia com a identificação das oportunidades e ameaças do contexto externo que se transformam em objetivos/diretrizes da organização. Para estes elementos normativos, são selecionadas estratégias de ação alternativas de acordo com sua eficiência, dada pela comparação entre resultados-recursos para atingir os objetivos estabelecidos. Por fim, as ações são operacionalizadas e os recursos alocados.

O ambiente externo compreende recursos, contexto e objetivos e o ambiente interno inclui alocação de recursos, ações e objetivos. Recursos e objetivos são elementos comuns a ambos. Desta forma, o planejamento das

4. Métodos quantitativos buscam a otimização, como por exemplo, através da análise custo-benefício. Em sistemas complexos, onde cada ator é altamente dependente de outros e de variáveis imprevisíveis e fora de controle, a função-objetivo tende a ser a maximização de opções, não a seleção da melhor. Percebe-se isto claramente em sistemas produtivos para pequenos agricultores quando seu comportamento é dirigido para minimizar o custo de erros. Reconhece-se que a aprendizagem a partir dos erros é maior do que a dos sucessos. Na prática, o sacrifício da eficiência pela flexibilidade e robustez é uma decisão correta em condições de complexidade.
5. Análises quantitativas deslocam a importância de fatores qualitativos. Embora todos processos de planejamento dependam de análises qualitativas (por exemplo, as de valores na fixação de objetivos) a quantificação seduz pela “verdade numérica”, sem se atentar para as premissas implícitas. Os aspectos humanos, organizacionais e políticos são desprezados por não serem “cientificamente” quantificáveis.
6. O futuro é projetado através de tendências históricas, chegando a um cenário único, em geral, probabilístico. Técnicas quantitativas são essenciais para descrever os coeficientes técnico-econômicos do passado e projetar as tendências no futuro. Entretanto, o futuro não é totalmente definido por tendências históricas, uma vez que o equilíbrio de forças propulsoras e restritivas, determinantes da tendência histórica, pode ser alterado por futuras decisões, movimentos sociais, novas tecnologias, novas políticas e outros eventos. Assim, além deste futuro extrapolativo, é necessário analisar futuros possíveis ou exploratórios, com base em hipótese de eventos que alteram as tendências do passado. Também, vale ressaltar que a finalidade do planejamento é de ser proativo ao desencadear ações que visem a um futuro desejável, ou normativo. Este futuro é necessariamente diferente do tendencial, e corresponde a finalidade do processo de inovação que é a mudança administrativa.
7. Métodos quantitativos envolvem técnicas de grande sofisticação mas vulneráveis à qualidade dos dados e às premissas dos planejadores. Para o tomador de decisão que não domina estas técnicas, os resultados são do tipo “caixa preta”, levando a duas situações indesejáveis. Ou a decisão fica com o planejador, quando o tomador de decisão não disputa os resultados. Ou, ao contrário, quando este último não aceita a solução proposta pelo planejador, abre-se um distanciamento com possíveis desconfianças e

incompreensões mútuas. Neste particular, destaca-se que a falta de transparência e a característica de otimização de muitos dos métodos quantitativos criam dificuldades com os “clientes” do planejamento, os tomadores de decisão. Outros atores dentro da organização e fora dela também frequentemente não compreendem a lógica das decisões tomadas e por isso não conseguem participar nos processos de planejamento. Esta participação é um elemento essencial à implementação das ações planejadas e decididas.

4. PLANEJAMENTO E GESTÃO DE C&T: EMBRAPA

A experiência de planejamento na EMBRAPA na época da sua fundação, em 1973, foi a de inovar ao estabelecer um processo centralizado de planejamento de decisões fundamentadas na eficiência. Representou um grande avanço sobre o processo intuitivo e descentralizado, em grande parte realizado pelo esforço isolado do pesquisador.

As condições na criação da EMBRAPA eram propícias ao sucesso deste modelo: um projeto nacional dos governos militares que determinava objetivos claros para a agricultura, onde à pesquisa coube um papel importante pela incorporação, adaptação e domínio das técnicas da “revolução verde”.

Com a volta aos governos democráticos, duas condições diferentes emergiram do contexto. Primeiro, o projeto nacional foi substituído pela sociedade pluralista, na qual as demandas e prioridades da pesquisa agropecuária se multiplicavam. Foi, nesta década, que se implantaram centros de pesquisa para atender segmentos da agricultura e de interesses econômicos e políticos específicos. A segunda mudança foi de caráter interno, resultante da evolução da Empresa, cujo crescimento numérico e aumento da complexidade organizacional levaram à perda de poder de decisão e à inviabilidade do processo de planejamento centralizado da pesquisa. Na transferência de decisões sobre a programação da pesquisa para as unidades descentralizadas, procurou-se manter a aparência de coerência geral através dos Programas Nacionais da Pesquisa (PNP), que, na prática, eram administrados e executados pelas próprias unidades de forma unilateral e corporativista. A coordenação dos PNP's, organizada como um colegiado de pesquisadores, seguindo o modelo acadêmico, passou a não exercer a sua função de planejar a pesquisa com base em métodos quantitativos, ou qualquer outro método sistêmico e padronizado. Como resultado, a pesquisa voltou a ser atomizada, determinada e planejada pelo pesquisador. Em 1990, esta situação

tornou-se muito evidente pela existência de 4000 projetos (quase todos individuais, para cerca de 2500 pesquisadores na empresa), distribuídos entre os 60 PNP's executados predominantemente pelas próprias unidades coordenadoras dos PNP's. O planejamento central ficou com um papel secundário e pontual, reduzido ao mero apoio metodológico, acompanhamento e análise de alguns projetos, programas ou unidades, mas sem ter acesso ao poder de decisão para mudar os rumos da empresa. Esta situação foi decorrência, em parte, das inadequações do planejamento tradicional apontadas anteriormente.

Considerando estes problemas, em 1990, iniciou-se na Sede da EMBRAPA, uma nova abordagem para o planejamento da Empresa, logo estendida obrigatoriamente a todas as suas unidades, tendo os princípios e a metodologia oferecidos pelo planejamento estratégico como instrumentos geradores.

A primeira atividade deste processo foi a elaboração de cenários alternativos do ambiente externo. A finalidade foi de enriquecer a base de informação para determinar as diretrizes e os objetivos de longo prazo, face às incertezas de uma sociedade pluralista em condições de turbulência. O enfoque principal desta fase foi a conquista de uma nova visão estratégica da empresa, com ampliação de sua missão e ênfase dada a uma estratégia de buscar um "salto qualitativo da pesquisa" (EMBRAPA, 1990)

A coordenação do processo coube a um grupo multidisciplinar e interdepartamental de pesquisadores da Sede e de algumas unidades descentralizadas, em sua maioria treinados originalmente em método quantitativos. Apesar disso, as técnicas adotadas neste processo fizeram com que houvesse uma mescla de análises quantitativas e qualitativas, intuitivas e heurísticas para formar uma lógica integradora, criada a partir das expectativas, dos problemas e das necessidades da sociedade para assegurar a sustentabilidade institucional futura da Empresa.

Na segunda fase, a de implementação do processo de planejamento estratégico nas unidades descentralizadas, o conteúdo foi ampliado para adicionar aspectos programáticos e organizacionais a esse enfoque institucional. Houve também uma fusão de métodos, propiciada pelo envolvimento intenso do ambiente externo na elaboração dos planos estratégicos das unidades, incluindo usuários, cientistas, e representantes de vários grupos de interesse da comunidade de cada centro de pesquisa. (EMBRAPA, 1991)

Os resultados desses 42 processos descentralizados de planejamento nas unidades da Empresa foram consolidados por um reunião nacional com a presença de todas as chefias. A finalidade primordial dessa reunião foi a de sistematizar e compatibilizar a visão estratégica da Sede com os Planos Estratégicos das Unidades. Como resultado, um novo modelo institucional foi elaborado e implementado, visando a oferecer uma maior coerência ao conjunto, evitar lacunas e duplicação de esforços e alterar macrofunções na Empresa para refletir as novas realidades nacionais de descentralização administrativa e limitação de recursos. (Flores et. al., 1994)

Tornou-se evidente que apenas o novo modelo institucional seria insuficiente para efetivar a pretendida estratégia de salto qualitativo na pesquisa. Entre vários projetos identificados na fase de planejamento estratégico para promover a transformação da EMBRAPA, um foi crítico: o de estabelecer um novo processo de planejamento da programação e da execução da pesquisa. Criou-se, por isso, o Sistema EMBRAPA de Planejamento, (SEP), para reformular este processo de forma consistente com a estratégia institucional adotada. (Goedert et. al., 1994)

O SEP, correspondente à fase de planejamento tático-operacional, fundamentou-se em um modelo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), centrado na demanda da clientela por tecnologias, produtos e serviços e orientado pela necessidade de adotar o enfoque de sistemas e gestão pela qualidade total (Campos et. al., 1994; Castro et. al., 1994; Popinigis, 1994)

O SEP divide o planejamento da pesquisa em duas etapas distintas. A primeira, é constituída por processos de identificação, análise, consolidação e priorização das necessidades e oportunidades para o uso da tecnologia, em forma de demandas da clientela de P&D (Castro et. al., 1994). A segunda, envolve a elaboração, avaliação e aprovação de projetos de pesquisa para atender a estas demandas (Kornelius et. al., 1994).

Este sistema é altamente coerente com a teoria de planejamento, desde que o divide em processos diferenciados: a busca de eficácia (atendimento às demandas) e a busca de eficiência pela avaliação de propostas de projetos, (resposta a demandas ou oferta.). Exige-se, assim, que para etapas distintas, sejam utilizadas e enfatizadas metodologias adequadas de forma a cumprir a principal função integradora do planejamento: a de obter coerência, consistência e equilíbrio entre seus quatro elementos: recursos, contexto, ação e objetivos. O acompanhamento da execução e avaliação "ex-post" compõem a fase final das

etapas do SEP, promovendo a de retroalimentação do processo de planejamento (Paez et. al., 1994, Silva et. al., 1994).

No sentido de fortalecer o elo desencadeador de todo o processo de planejamento no SEP, desenvolve-se, atualmente, um esforço de aprimorar e aplicar à caracterização de demandas, métodos prospectivos e sistêmicos nos níveis estadual, regional e nacional para subsidiar a tomada de decisões sobre prioridades de programas e projetos de P&D e retroalimentar os planos estratégicos da empresa e de suas unidades e das demais instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) (EMBRAPA, 1995).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro de um panorama de indeterminações na qual a ciência está submetida, os métodos quantitativos, apesar de se constituírem em ferramentas essenciais de análise, não poderiam isoladamente contribuir para o avanço do conhecimento científico e de suas aplicações aos diferentes ramos da ciência. A visão holística e de sistemas apresenta-se como uma imposição para atingir um novo patamar da ciência em busca do conhecimento dirigido ao desenvolvimento das sociedades modernas.

Neste trabalho, enfatizou-se essa assertiva ao destacar o nível de relações entre o processo de inovação tecnológica e o de planejamento, frente aos papéis complementares a serem desempenhados por métodos quantitativos e qualitativos como instrumentos na gestão eficiente e eficaz de instituições de C&T, como a EMBRAPA.

No planejamento recente na EMBRAPA, nota-se uma mudança profunda na integração do uso de métodos quantitativos e qualitativos. As mudanças foram provocadas pela substituição de processos centralizados e autoritários de planejamento (top-down) por processos descentralizados, participativos e cibernéticos (top-down e bottom-up). Esta substituição é reflexo de transformações sócio-econômicas de modelo de governo e, no sentido mais amplo, do próprio desenvolvimento de uma sociedade aberta e pluralista. O planejamento tornou-se mais transparente e participativo, incorporando novos métodos e processos mais qualitativos, complementares aos métodos quantitativos.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, F. A. ; LOBATO, E.; GOEDERT, W; CASTRO, A. M. G.; VIEIRA, J. V. - Pesquisa Orientada para o Mercado: O enfoque de P&D. Em EMBRAPA Gestão em Ciência e Tecnologia: Pesquisa Agropecuária EMBRAPA - SPI, Brasília, 1994.
- CASTRO, A. M. G., COBBE, R. V., QUIRINO, T. R. , LUCHIARI JR., A., E; MARTINS, M. A. G. - “Aplicação do Enfoque Sistêmico na Gestão de C&T”. Em EMBRAPA (1994) op. cit..
- CASTRO, A. M. G.; PAEZ, M. L.; COBBE, R. V.; GOMES, D. T.; GOMES, G. C. - Demanda: Análise Prospectiva do Mercado e da Clientela de P&D em Agropecuária. Em EMBRAPA (1994) op. cit..
- DRUCKER, P. F. Managing for The Future: The 1990's and Beyond. New York, 1992.
- EMBRAPA. Cenários para a Pesquisa Agropecuária: Aspectos Teóricos e Aplicação na EMBRAPA, Brasília, EMBRAPA/SEA, 1990.
- EMBRAPA. Documentos de Referência para o Planejamento Estratégico nas Unidades Descentralizadas na EMBRAPA. Brasília, EMBRAPA - SEA, 1991.
- EMBRAPA, Prospecção de Demandas Tecnológicas - Manual Metodológico para o SNPA. Brasília, EMBRAPA-DPD, 1995.
- FLORES, M. X., PAEZ, M. L., SILVA, J. S., FREITAS Fº, A. Planejamento Estratégico em C&T: Teoria e Aplicação. Em EMBRAPA (1994) op. cit..
- GOEDERT, W., GENÚ, P. J.C., GALVÃO, A. P. M., PERES, J. R. R., E CABRAL, J. R. F., Sistema de Planejamento. Em EMBRAPA (1994) op. cit..
- JANTSCH, E. Perspectives on Planning. OECD, Paris, 1969, pg. 29.
- KORNELIUS, E; SILVA, E. C.; CAMPOS, F.A.; CAETANO, V. C.; GENÚ, P. J. - Oferta de Projetos e sua Relação com as Demandas. Em EMBRAPA (1994) op. cit..

- JOHNSON, B. B., e MARCOVITCHI, J. Uses and Applications of Technology Futures in National Development: The Brazilian Experience. Technology Forecasting and Social Change. 45, 1-30 (1994).
- LINSTONE, H. A. - The Need for Multiple Perspective. In: Expert group Meeting on Technology Assessment, Monitoring and Forecasting. UN, Paris, Jan. 25-26, 1993.
- OZBEKHAN, H. Towards a General Theory of Planning. In: Perspective of Planning, OECD, Paris, 1969
- PAEZ, M. L.; CASTRO, A. M. G.; CARVALHO, J. R. P.; MARTINS, M. A. G. - Sistema Integrado de Informação Gerencial em C&T: Acompanhamento e Avaliação. Em EMBRAPA, (1994) op. cit..
- POPINIGIS. F.; BRANDINI, A.; UMA, S. M. V.; MENDONÇA. S. J. B. - Gestão pela Qualidade Total. Em EMBRAPA (1994) op. cit..
- SILVA, E. C.; CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D.; COSTA, M. M. C. - Sistema de Informação. Em EMBRAPA (1994) op. cit..

APLICAÇÃO DO ENFOQUE SISTÊMICO NA GESTÃO DE C&T

**Antônio Maria Gomes de Castro/DPD - EMBRAPA
Roberto Vicente Cobbe/CNPH - EMBRAPA**

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa agropecuária foi inicialmente instalada no Brasil com o propósito de gerar e difundir tecnologias e conhecimentos de interesse para as atividades desenvolvidas pelo produtor rural, e utilizava a abordagem disciplinar para a solução dos problemas da produção na propriedade rural. Mais recentemente, tem sido proposta a ampliação do seu escopo, para considerar os conceitos de negócio agrícola, cadeias produtivas, sistemas produtivos, incorporando também a preocupação explícita com o meio ambiente e os diversos ecossistemas. A incorporação desses conceitos induz a mudanças no gerenciamento da pesquisa agropecuária.

Nas últimas décadas, a agricultura brasileira modernizou-se, exigindo soluções muito mais complexas para novos ganhos de eficiência. Os consumidores aumentaram a sua concentração nas cidades, demandando maior eficiência na produção e melhor qualidade dos produtos da agricultura.

Estas novas contingências requerem da pesquisa agropecuária a produção de conhecimentos e tecnologias talhados para necessidades e situações adrede determinadas, mais diversificados, de melhor qualidade, com alto teor de acabamento e de fácil uso. A pesquisa deve atender a uma clientela potencial ou real, no contexto do negócio agrícola e, sempre que possível, deve ser patrocinada pelo próprio usuário. Assim, o conceito de pesquisa aplicada é levado às últimas conseqüências, num quadro de economia de mercado.

A nova realidade requer que a gestão da pesquisa agropecuária seja repensada. O enfoque de sistemas, que instrumente e garanta o uso da inter/multidisciplinaridade, e o conceito de P&D, como vetor da mudança de um modelo de oferta para o de demanda de tecnologia, estão no epicentro dessas mudanças no processo de gestão.

Ambos os conceitos envolvem considerações sobre qualidade, nos planos técnico e administrativo. Resultam, por um lado, em aumento da eficiência institucional da pesquisa agropecuária e, por outro, em satisfação da clientela. Assim, a introdução desses enfoques no processo de gestão contribui significativamente para o aperfeiçoamento da pesquisa agropecuária.

Neste capítulo, os principais conceitos da teoria de sistemas são revistos, e a partir dessa revisão analisa-se a utilidade do enfoque sistêmico para a gestão de ciência e tecnologia, notadamente a pesquisa agropecuária. São indicadas aplicações do enfoque sistêmico na metodologia de pesquisa, na sua programação e controle e na implementação de processos administrativos de suporte à pesquisa agropecuária. As interfaces entre os enfoques sistêmico e de P&D serão discutidas.

2. REDUACIONISMO E HOLISMO - O ENFOQUE SISTÊMICO

2.1. Reduacionismo e Holismo

O reducionismo pode ser entendido de duas maneiras: a) como filosofia de pesquisa e b) como estratégia de pesquisa. No primeiro caso, apóia-se na crença que tudo na natureza, inclusive organismos vivos e comportamento humano, podem ser explicados como resultante de fenômenos físicos e químicos. Dessa forma, busca-se o entendimento da natureza, decompondo os fenômenos e entidades complexas em partes cada vez menores e isoladas, de forma a conhecer como são feitas e funcionam. Tudo seria explicado através de leis físico-químicas.

Tal filosofia, considerada como insuficiente e inadequada para compreensão da natureza por muitos teóricos, tem permanecido durante o presente século como um ponto de debates na filosofia da ciência. Esse debate está voltando ao primeiro plano, principalmente devido aos recentes avanços dos estudos biológicos, especialmente do funcionamento do cérebro.

Entretanto, deve-se ressaltar que, como estratégia de pesquisa e base para o planejamento de experimentos visando o entendimento do funcionamento dos componentes de um sistema, o reducionismo é um elemento indispensável para o avanço do conhecimento da natureza. O reducionismo complementa o enfoque sistêmico ou holismo, consubstanciado pela Teoria Geral de Sistemas, de desenvolvimento e aplicação recentes na pesquisa agropecuária.

Como filosofia, o conceito de holismo e sistemas não é novo. De fato, data da era clássica grega. Como teoria de uso mais geral, a teoria geral de sistemas foi desenvolvida há cerca de quatro décadas, pelo biólogo alemão L. Bertalanffy, que observou a existência de interfaces entre muitas ciências, principalmente as ciências sociais, a física e a biologia. Os pressupostos básicos da Teoria Geral de Sistemas são:

- a) existe uma tendência para a integração das várias ciências naturais e sociais;
- b) esta integração orienta-se em direção à teoria de sistemas;
- c) a teoria de sistemas é uma maneira mais abrangente de estudar os campos não físicos do conhecimento científico, especialmente as ciências sociais;
- d) ao desenvolver princípios unificadores que perpassam os universos particulares das diversas ciências, a teoria de sistemas aproxima dos objetivos da unidade da ciência (Bertalanffy, 1951)

Os biólogos, aí incluídos os pesquisadores agrícolas, passaram a aplicar os conceitos de sistemas em seus estudos ao final da década de 60, quando, dando seguimento às idéias de Forrester (1961), iniciaram a construção de modelos dinâmicos de simulação de sistemas agrícolas

A teoria de sistemas teria, por si só, importância menor para a gestão da ciência e tecnologia não fossem os avanços conseguidos nos últimos anos, que vieram a consolidar a sua aplicação. O desenvolvimento de modelos matemáticos e a codificação desses modelos em linguagens de computador, abriram novas perspectivas de experimentação com os sistemas modelados. Passou-se inclusive a simular o comportamento dos sistemas reais, de forma dinâmica, possibilitando o teste de hipóteses, de uma forma impossível para os métodos experimentais tradicionais (Brockington, 1979)

O uso de sistemas na pesquisa agropecuária pode ser a ponte entre as ciências básicas, representadas pela fisiologia, climatologia, genética, física e bioquímica, e as ciências aplicadas tais como a fitotecnia, química agrícola e fitopatologia (De Wit, 1986). O processo de construção dos modelos de simulação é uma das maneiras que podem ser formadas as equipes interdisciplinares, melhorando-se assim a qualidade das pesquisas

A EMBRAPA vem procurando introduzir a pesquisa em sistemas como método de pesquisa, desde a sua criação. Blumenschein (1978) já preconizava o uso de análise de sistemas, para acomodar o estudo das ilimitadas interações entre genótipo e fenótipo, como forma de reduzir a complexidade dos experimentos centrais, onde estas interações deveriam ser estudadas. Permite, ainda, avaliar as relações entre as variáveis biológicas e sócio-econômicas. Gastal (1980) sistematizou em livro as propostas da EMBRAPA nesta direção durante os anos pioneiros. Os avanços, no nível operacional, no entanto, têm sido pequenos, em face da quase inexistência de pessoal capacitado. Justifica-se, dessa forma, um esforço institucional no sentido de motivar e capacitar pessoal no assunto.

2.2. Conceitos Básicos de Sistemas

2.2.1 Conceito de sistema

O enfoque sistêmico, pela sua recente aparição no meio científico ligado à agricultura e à ecologia, como também pela própria complexidade dos métodos associados, tem sido objeto de dubiedade. Este fato tem muitas vezes retardado a utilização plena desta filosofia de pesquisa em muitos países, inclusive no Brasil. Frequentemente, os não iniciados na teoria de sistemas confundem o enfoque sistêmico, que se refere à visão holística da realidade, com procedimento sistemático, que se refere à abordagem organizada de algum processo ou fato. Assim, um sistema de cultivo ou manejo de uma espécie agrícola não é a mesma coisa que o sistema cultivado como subsistema de um agroecossistema (v. Fig.1). Impõe-se, portanto, uma análise mais aprofundada dos principais conceitos utilizados na teoria de sistemas.

A idéia de componentes interativos é uma constante em todas as definições de sistema. Uma definição interessante é a de Milsun, citado por Jones (1970), na qual "um sistema é qualquer coleção de processos e materiais interagindo, que conjuntamente realizam alguma função na qual o investigador está interessado".

A representação deste sistema, em qualquer outra forma que não a da própria entidade, é denominada de modelo. Os modelos podem assumir diversas formas, desde os modelos físicos até os modelos conceituais, dos quais os modelos matemáticos (ou quantitativos) são a expressão mais útil para o cientista.

A caracterização de um sistema é a primeira grande etapa de seu estudo. Um sistema é caracterizado pela definição dos seguintes elementos:

- a) objetivos, razão pela qual o sistema opera;
- b) insumos (I), elementos entrando no sistema;
- c) produtos (P), elementos saindo do sistema;
- d) limites (L);
- e) componentes(S), elementos internos do sistema que transformam insumos em produtos;
- f) fluxos (F), movimento de elementos entre os componentes do sistema, definindo as variáveis de estado e as taxas de fluxo, que podem ser utilizadas para se medir o comportamento dinâmico do sistema (Saravia, 1986).

O ambiente do sistema é tudo o que não está incluído nos limites do sistema. O diagrama reproduzido na Fig.1, é um modelo gráfico de um sistema genérico.

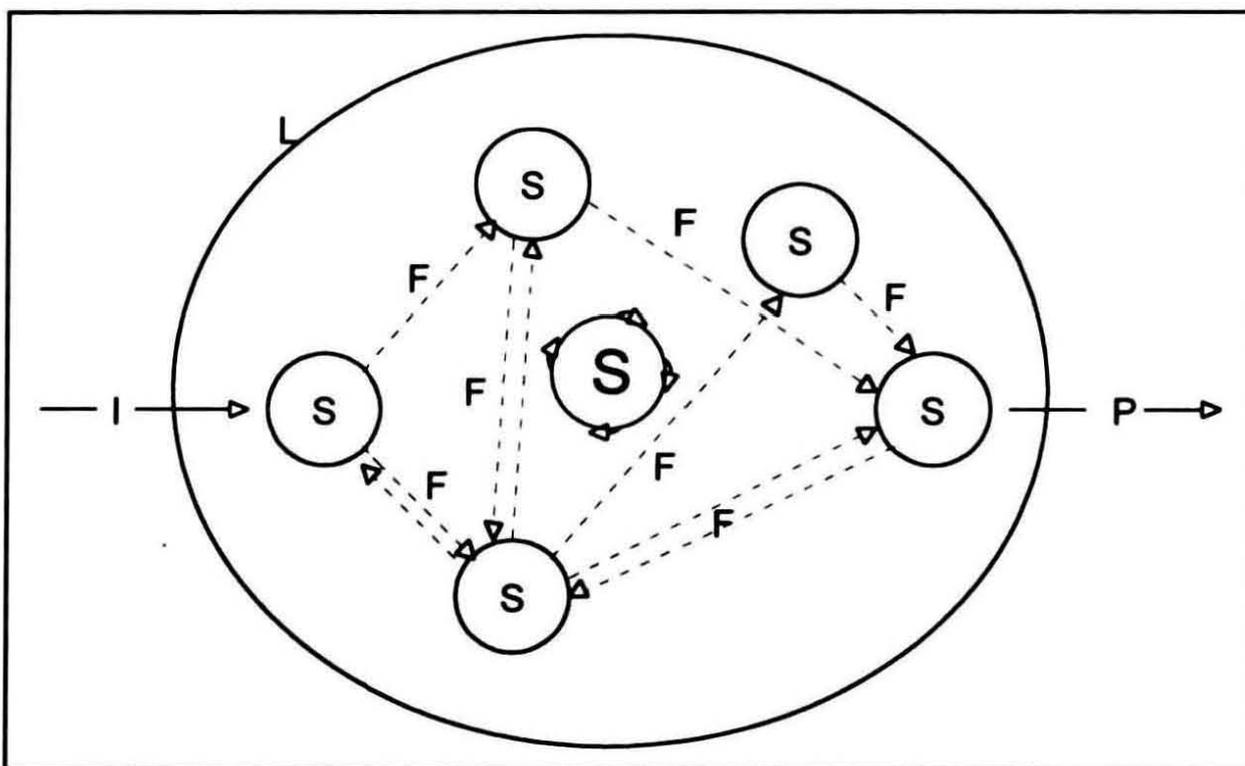


FIG. 1. Um sistema genérico e seus componentes

2.2.2. Modelos

A idéia de modelo é comum a toda a metodologia científica. De fato, sob qualquer enfoque, é através de modelos que a ciência tem se expressado para compreender a natureza dos fenômenos. Os modelos matemáticos, portanto, têm cumprido a função de universalizar o conhecimento, de forma inequívoca. Não é

por acaso que o enfoque sistêmico tem se apoiado principalmente nesses tipos de modelos. A complexidade dos sistemas é simplificada nos modelos que os representam, como forma de facilitar o entendimento do seu funcionamento.

Os modelos de simulação são classificados de acordo com as suas características em várias categorias. Entre elas destacam-se:

- a) empíricos ou explanatórios, considerado o grau de conhecimento do sistema representado no modelo;
- b) determinísticos ou estocásticos, quando as variáveis componentes incorporam (ou não) variabilidade estatística;
- c) estáticos ou dinâmicos, quando se considera (ou não) o desempenho dos componentes no tempo. Na pesquisa agropecuária têm sido comumente elaborados modelos dinâmicos, determinísticos e semi-explanatórios (Penning de Vries, 1989).

Denomina-se simulação a construção de um modelo e a posterior experimentação com o mesmo. É na etapa de construção de qualquer modelo que a pesquisa agropecuária mais se beneficia do enfoque sistêmico, uma vez que esse processo favorece a ampliação do conhecimento sobre o funcionamento do sistema e sobre seu desempenho. Com auxílio dos modelos, é possível traçar e avaliar estratégias para a operação do sistema e até para melhorar o seu funcionamento.

A construção de um modelo evolui por fases, indo da fase preliminar, onde o conhecimento do sistema modelado é vago, passa pela fase de modelos abrangentes, onde a quantidade de conhecimentos sobre o sistema é grande e a complexidade do modelo é alta, e finaliza com a elaboração de modelos sumários. Estes, aliam grande conhecimento do sistema com menor complexidade, o que os torna bastante atrativos para aplicações fora do instituto de pesquisas.

2.2.3. Limite e hierarquia - sistemas e subsistemas

Dois conceitos importantes e interligados são os de limite e hierarquia. Por limite de um sistema, entende-se a linha imaginária que delimita as fronteiras do sistema em relação ao ambiente externo. Esta linha é traçada em função do interesse do analista do sistema em estudo. Está relacionada com os objetivos a alcançar, no estudo do sistema. Já o conceito de hierarquia decorre do fato de existirem na natureza sistemas dentro de sistemas, numa ordem decrescente, onde

um determinado sistema passa a ser um subsistema em relação à escala hierárquica mais alta e, por sua vez, contém subsistemas numa escala mais baixa. Em agricultura, poderíamos imaginar uma hierarquia conforme sugerida na Fig.2 (Cobbe, 1993). A hierarquização poderia prosseguir, com as plantas e os animais, seus órgãos, tecidos, células moléculas, átomos e partículas atômicas.

A noção de hierarquia tem aplicação na análise de sistemas. Em geral, a explicação do funcionamento do sistema é encontrada a um ou dois níveis hierárquicos inferiores (ou superiores, no caso das ciências sociais). A análise de sistemas apresenta neste ponto interface com o reducionismo, caracterizando a complementaridade dos dois enfoques.

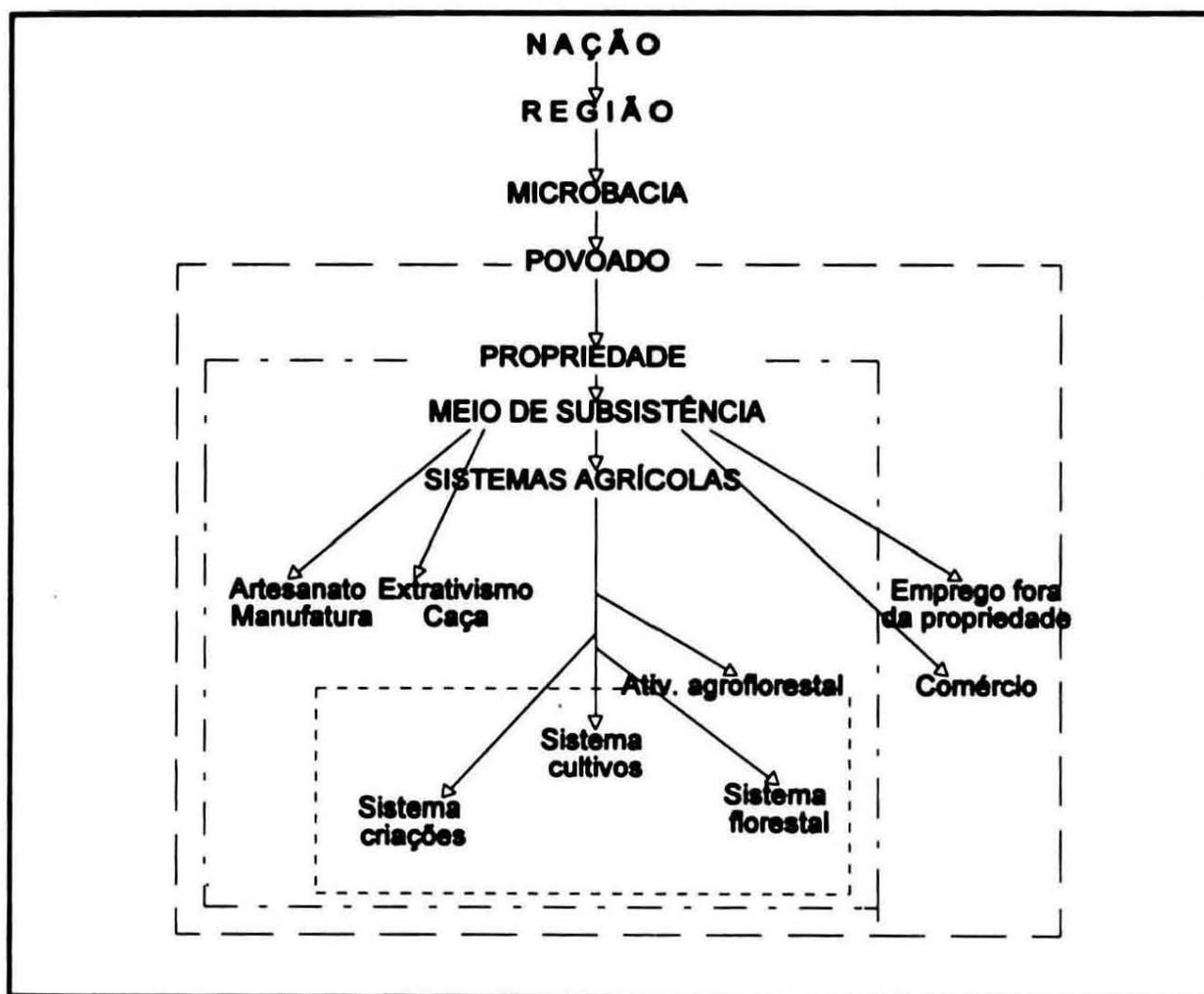


FIG. 2. Sistemas agrícolas hierarquizados dentro de um sistema nacional

Todos estes conceitos estão incluídos na teoria de sistemas, variando apenas o interesse do estudioso, ou seja, os objetivos daquele que se propõe a conhecer o sistema. Os modelos produzidos terão uma conotação própria e as disciplinas envolvidas poderão variar da biologia à sociologia. Os conceitos gerais e os mecanismos, entretanto, serão comuns, qualquer que seja o enfoque e os limites estabelecidos para o modelo do sistema a ser elaborado. Exemplificando, o negócio agrícola, as cadeias produtivas e os sistemas produtivos agrícolas são todos sistemas dedicados à produção agrícola e pesquisados pelos mesmos métodos, sendo diferenciados pelos seus limites e componentes internos.

3. APLICAÇÕES DO ENFOQUE SISTÊMICO NA GESTÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA

3.1. Na Metodologia de Pesquisa Agropecuária

A geração de novas idéias na C&T depende do pensamento inventivo, aplicado na solução de problemas práticos e teóricos. Desse modo, avança o conhecimento e a compreensão do mundo. Esse processo criativo geralmente se embasa em uma nova teoria ou, mais especificamente, em um novo conceito (Beveridge, 1981). Como exemplo de conceitos que embasaram grandes avanços científicos, pode-se citar o gene, o átomo, o elétron.

Não se deve esquecer da importância do pensamento em grupo, como valioso auxiliar na metodologia de pesquisa. Além dos métodos formais e informais disponíveis, criaram-se técnicas específicas para estimular o pensamento em grupo, como o "brainstorming", o "brainwriting", o método Delphi entre outras. Tais técnicas podem ser utilizadas quando se necessita novas idéias para formular hipóteses ou solucionar problemas.

A metodologia de pesquisa é a forma de organização, de gestão sistemática da criatividade em C&T, com o propósito de alargar a fronteira do conhecimento. Ao adotar esta abordagem sistemática da busca do conhecimento, a C&T privilegiou principalmente o pensamento crítico (individual e grupal) e introduziu a necessidade da gestão da criatividade. O produto do processo criativo de busca do conhecimento é o modelo.

De uma maneira geral, um conceito é um modelo, uma concepção mental que ajuda a compreensão de um fenômeno. Embora se possa elaborar modelos sem

A produtividade potencial é um parâmetro de grande interesse para os pesquisadores agrícolas. Ela indica a eficiência máxima que uma exploração agrícola pode apresentar num determinado ecossistema. Os modelos têm sido utilizados com muito sucesso com a finalidade de determinar a produtividade potencial. Dessa forma, os pesquisadores podem ter uma idéia de como aproximar a produtividade do agricultor, das eficiências máxima e econômica, conforme apresentados na Fig.3.

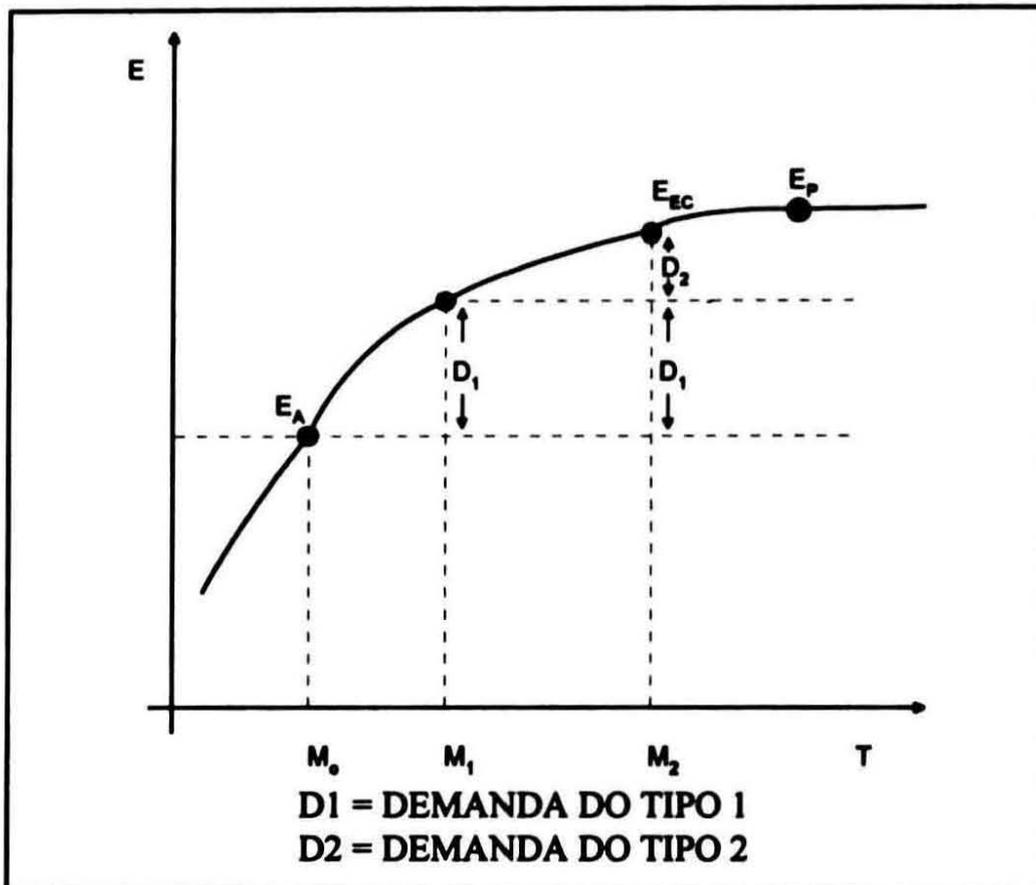


FIG. 3. Curva de resposta de um sistema agrícola, mostrando a evolução da eficiência atual (E_A) para a econômica (E_{EC}) e a eficiência potencial (E_P).

Um ponto importante a considerar é a questão de custo/ benefício na pesquisa. Método científico de boa qualidade implica menos tempo gasto no alcance do resultado e menor dispêndio de recursos. O uso de técnicas de experimentação e enfoques mais modernos, como as ferramentas de sistemas, traz consigo a possibilidade da escolha de uma carteira de projetos mais adequada à demanda da clientela, ou do mercado de tecnologias. A geração de hipóteses e a sua conseqüente avaliação pelo enfoque de sistemas é mais objetiva, por poder pré-

avaliar, em condições simuladas, antes de se lançar experimentos de campo, quais as hipóteses mais factíveis e quais as que de fato enfrentam o problema sócio-técnico.

A aplicação de modelos, nas suas diversas modalidades (pequenas parcelas experimentais, experimentos em vasos, por exemplo), permite também economia de custos quando comparada á instalação e manutenção de experimentos de campo em extensas áreas. É importante ter em mente que experimentos de campo implicam em recursos de custeio e pessoal de apoio, geralmente escassos nas unidades de C&T.

Finalmente, pela capacidade de organizar a complexidade de um sistema de forma didática, os modelos são excelentes auxílio no ganho de conhecimento sobre o funcionamento global de um sistema. O conhecimento ampliado do sistema é a primeira condição para propiciar o alargamento da fronteira do conhecimento, objetivo dos que se dedicam à pesquisa.

3.2. Na Programação da Pesquisa Agropecuária

O enfoque sistêmico têm sido empregado de diversas formas na programação e controle da pesquisa agropecuária, sendo um importante instrumento de gestão. Dentre as possíveis aplicações, serão destacadas as seguintes:

- a) Na caracterização do problema de pesquisa, ou seja na identificação de demandas da clientela de uma instituição de P&D e sua posterior priorização.
- b) Na estruturação do projeto de pesquisa, tornando-o mais abrangente e adequado para a solução de problemas complexos inerentes a P&D.
- c) No processo de acompanhamento, controle e avaliação da programação de pesquisa.

3.2.1. Enfoque sistêmico na identificação de demandas

Grande parte da eficácia da C&T é definida no momento que o pesquisador (ou a instituição de pesquisa) escolhe o assunto a ser pesquisado. Da forma como esta escolha é feita é que define o tipo de enfoque de pesquisa. A

pesquisa básica preocupa-se principalmente com o avanço do conhecimento e menos com aplicabilidade do seu produto pela sociedade. A pesquisa aplicada presta maior atenção ao uso social do produto da pesquisa. A pesquisa aplicada tem sido caracterizada como operando por um modelo de demanda, orientada para as necessidades da sua clientela.

Nos últimos anos, aumentou o interesse por técnicas de prospecção de demandas da clientela da pesquisa agropecuária. O enfoque sistêmico tem sido enfatizado para esta finalidade por diversos autores (Jones, 1970; Anderson & Dent, 1972; Pinstруп & Franklin, 1977; Penning de Vries, 1989). No Brasil, foram realizados trabalhos utilizando enfoque sistêmico para levantamento e priorização de demandas, em seringueira (Castro, 1988); para um centro ecorregional da EMBRAPA, o CPACT no Rio Grande do Sul, por Castro et al.(1994); para centros de produtos (Uva e Vinho-CNPUV e Suínos e Aves-CNPSA).

A prospecção de demandas (ou prospecção tecnológica) pode ser feita dentro de um enfoque disciplinar ou em um enfoque sistêmico. No primeiro caso, consideram-se as necessidades atuais e futuras de conhecimentos e tecnologias no campo de uma disciplina. Obviamente, as possibilidades de aumento da utilidade do produto da pesquisa são proporcionais às possibilidades da disciplina em promover soluções de relevância para os problemas da clientela da instituição de pesquisa.

No enfoque sistêmico, entretanto, as possibilidades de aumento da eficácia são ampliadas. Em geral, os problemas da clientela de uma instituição de pesquisa são de grande complexidade, compreendendo muitas facetas, que transcendem ao escopo de uma disciplina. Em agricultura, os problemas se revelam no âmbito do agroecossistema (v. Fig.4), em que a área de cultivo ou criação está inserida. Estão, pois, intimamente relacionados com os componentes desse agroecossistema e com seu ambiente climático. Fazem parte do agroecossistema os subsistemas solo, pragas, doenças, ervas daninhas e o subsistema cultivo ou cultivos e/ou criação ou criações. Assim, para prever as necessidades atuais e futuras de conhecimentos e tecnologias de uma determinada clientela é importante olhar todo o conjunto de processos que estão operando e estudar como os mesmos se relacionam para formar o produto. Desse estudo, com uma visão de funcionamento do todo, é possível identificar com clareza as limitações à operação do conjunto e, dessa forma, determinar as soluções adequadas que levem em conta o funcionamento do conjunto.

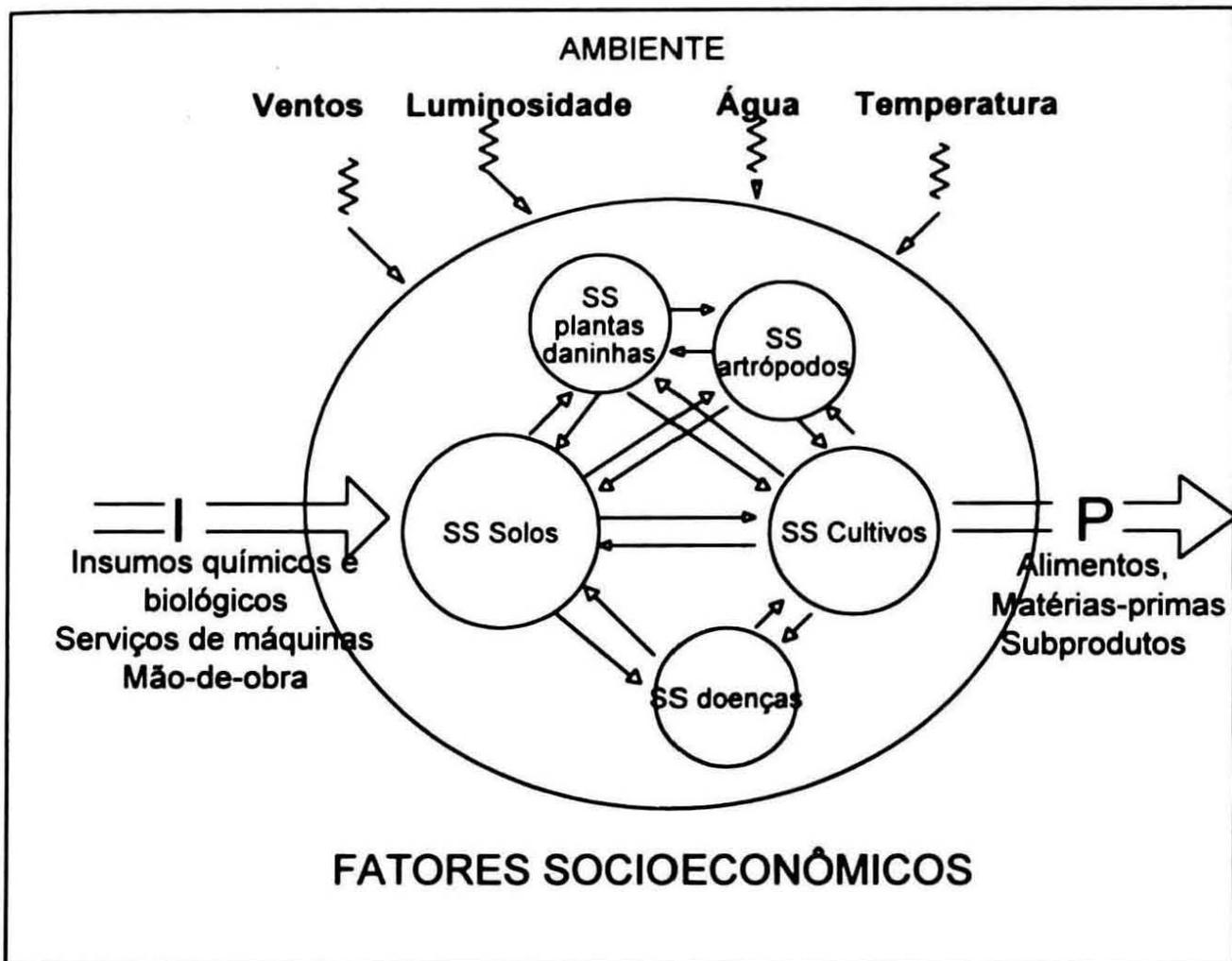


FIG. 4. Modelo de um agroecossistema

Em síntese, a prospecção de demandas com enfoque sistêmico considera as necessidades de conhecimentos e tecnologias da clientela de uma instituição como sistemas, ou seja, como coleções de processos e materiais interagindo. Para a pesquisa agropecuária, são importantes sistemas naturais ou ecossistemas, sistemas produtivos agropecuários e agroflorestais, cadeias produtivas e o sistema mais abrangente, o negócio agrícola.

A prospecção tecnológica sistêmica é feita caracterizando o sistema em estudo (ver item 2.2), definindo eficiências atual e potencial e identificando limitações atuais, potenciais e futuras ao desempenho do sistema. Além de exigir a aplicação das ferramentas de análise de sistemas, o processo utiliza ferramentas de predição (cenários e outras técnicas extrapolativas), bem como técnicas de segmentação de mercado.

3.2.2. O enfoque sistêmico no projeto de pesquisa

O conceito de projeto de pesquisa que vigora no mundo da C&T continua sendo fortemente reducionista, isto é, concentra-se em aspectos pontuais, de tal modo que a geração de conhecimentos se realiza através do teste de um número mínimo de hipóteses científicas (por exemplo, duas ou três), dentro de um tempo limitado (por exemplo, um a dois anos), por uma equipe presumivelmente interdisciplinar, mas em geral apenas multidisciplinar. Está planejado e administrado sob a responsabilidade pessoal de um pesquisador. Nem sempre o propósito do projeto é conduzir a pesquisa até o ponto de adoção dos seus resultados.

Numa perspectiva sistêmica, cada projeto de pesquisa deve ser dividido em quantos subprojetos forem necessários para conceber, inventar, descobrir, aperfeiçoar, coordenar e integrar as diferentes peças de conhecimento ou de tecnologias requeridas para levar a bom termo o projeto global. Os subprojetos, por sua vez, podem ser divididos em experimentos ou em tarefas, sob a responsabilidade de pesquisadores individuais ou de pequenas equipes, ou mesmo sublocados a outras instituições. O líder do projeto garante identidade de propósitos e a complementaridade de esforços, assim como a disponibilidade de meios, sempre que possível captados no mercado.

A abordagem disciplinar nesta concepção sistêmica de projeto é exercitada no subprojeto. Enquanto os objetivos de um projeto com concepção sistêmica estão relacionados ao aumento de eficiência, qualidade ou sustentabilidade de um determinado sistema produtivo (ou até mesmo, em casos excepcionais, de determinada cadeia produtiva), os subprojetos devem contribuir, no campo disciplinar, para a remoção das limitações específicas aos objetivos globais do projeto. A Fig. 5 ilustra esta situação, relacionando objetivos sistêmicos de um projeto de P&D com o aumento de eficiência do sistema e caracterizando um conjunto de limitações à eficiência desse sistema, que constituirão nos tópicos a serem tratados em subprojetos disciplinares.

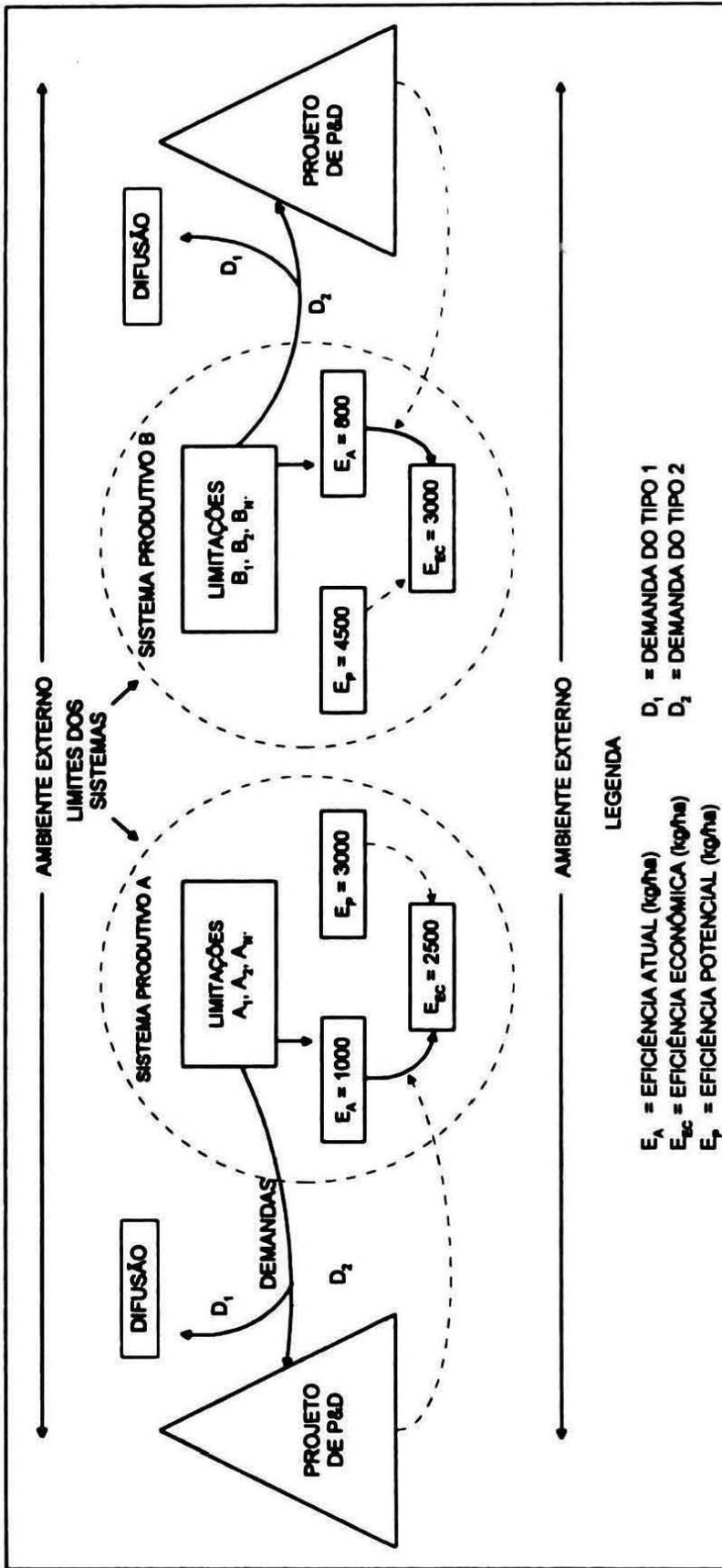


FIG. 5. Ilustração da Análise de Sistemas Produtivos como Referencial ao Projeto de P&D

3.2.3. O enfoque sistêmico no acompanhamento e avaliação

O acompanhamento ou monitoramento e a avaliação são partes integrantes e fundamentais do processo de gestão em ciência e tecnologia. Permitem que o controle das ações executadas e a correção dos desvios sejam realizados, de forma a assegurar o alcance e a eficácia dos objetivos programados.

Alguns princípios gerais se aplicam à avaliação de programas e projetos de pesquisa e se constituem em pontos críticos a qualquer sistema de avaliação (Murphy, 1985):

- a) a programação de pesquisa precisa definir objetivos claros e indicadores de atingimento no seu desenho básico;
- b) devem ser previstos procedimentos sistemáticos de monitoramento da execução;
- c) os programas e projetos (figuras programáticas) devem ser avaliadas considerando-se os relacionamentos com ambiente externo (contexto) em que operam;
- d) as avaliações devem incluir, de forma diferenciada, o alcance dos resultados da pesquisa e as contribuições desses resultados para o desenvolvimento da sociedade.

A avaliação de um projeto/programa de pesquisa deve diferenciar claramente o alcance dos resultados projetados da contribuição desses resultados para o alcance dos objetivos mais gerais de desenvolvimento da sociedade. No primeiro caso, o alcance dos objetivos do projeto é conceituado como eficiência do projeto/programa, enquanto a contribuição desses resultados para o desenvolvimento da sociedade é conceituado como eficácia do projeto/programa.

A eficiência de um projeto/programa pode ser avaliada pela qualidade do desenho, metodologia, implementação, recursos utilizados, efeitos do ambiente externo sobre a implementação, validade científica e potencialidade dos resultados alcançados. Resultados são definidos neste caso como aqueles diretamente derivados do projeto/programa de pesquisa.

A eficácia de um projeto/programa, além dos indicadores de eficiência, deve cobrir a avaliação de conformidade dos mesmos com os planos de

desenvolvimento do País e o impacto da efetiva adoção dos resultados na produção, renda, bem-estar ou qualquer outro indicador de desenvolvimento da sociedade. Este tipo de avaliação é preconizado pelo World Bank nos seus financiamentos de projetos de pesquisa e de desenvolvimento (Baum, 1991).

Os resultados de uma avaliação podem ser utilizados de diversas maneiras, por diferentes escalões e em momentos diferentes. Portanto, qualquer sistema de avaliação precisa definir de forma precisa a sua clientela, as necessidades de informação de cada clientela e a tempestividade da geração e difusão das informações.

Assim, um ponto crítico na elaboração de um sistema de informações para a avaliação da pesquisa é a caracterização consistente dos diversos segmentos de clientela (ou usuários) do sistema e a determinação das necessidades de informação de cada segmento, para ser implementado na modelagem do sistema.

Ao descrever o processo de acompanhamento e avaliação como dependente de informações que fluem dentro de um sistema institucional, fica patenteada a aplicação do enfoque sistêmico neste importante processo para a gestão da C&T. Sistemas de acompanhamento e avaliação podem ser caracterizados pelos seus "input" e "output", fluxos, objetivos, limites, componentes, podendo ser analisados e sintetizados. Os sistemas mais avançados são modelados em computador, facilitando o seu manejo pelos usuários.

3.3. O enfoque sistêmico nos processos administrativos

A atividade de C&T é executada em organizações, algumas de grande porte e com problemas administrativos bastante complexos. A gestão de C&T é composta por processos técnicos, por processos de apoio direto à pesquisa e por processos administrativos gerais, pertinentes à instituição de C&T.

A gestão de laboratórios, campos experimentais, plantas industriais piloto, serviços de informação são processos característicos de suporte à pesquisa. Administração de recursos humanos, de aquisição de materiais e equipamentos, controle de patrimônio são exemplos de processos administrativos pertinentes à estrutura de pesquisa. O ponto em comum entre eles é o tratamento que é dado aos mesmos como processos, podendo-se dessa forma aplicar o enfoque sistêmico para a sua gestão.

Nos últimos anos, desenvolveu-se uma nova escola de administração, a escola sistêmica ou o enfoque sistêmico da administração (Chiavenato, 1981). Por esta escola, a teoria geral dos sistemas e as suas ferramentas passaram a ser utilizadas no processo de gestão das instituições. Um dos desenvolvimentos mais recentes dessa escola é a Gestão pela Qualidade Total (GQT), que incorpora fortemente o enfoque sistêmico.

O modelo de GQT considera a organização (ou seus componentes) como um sistema processador de insumos, oriundos de um fornecedor, gerando produtos para um determinado tipo de cliente. Dentro da organização (sistema), materiais, informação e processos ocorrem, determinando a qualidade e a quantidade de produto. Todos esses processos são influenciados por um contexto, o ambiente externo da organização.

A teoria é abrangente e pode ser facilmente adaptada para a instituição de C&T. Esta tem a particularidade de produzir um tipo especial de produto, o conhecimento e a tecnologia, que pode apresentar peculiaridades em relação ao seu mercado. Entretanto, pode-se facilmente identificar processos e aplicar as técnicas sistêmicas da GQT para organizá-los.

Num outro capítulo, as técnicas e usos da GQT na C&T são apresentadas de forma mais detalhada. O exemplo da aplicação na EMBRAPA é utilizado. Pela sua visão de sistemas, da idéia de fornecedor-cliente, a GQT tem sido até então muito efetiva na modernização dos processos de suporte e administração da instituição de C&T.

4. RELAÇÕES ENTRE OS ENFOQUES SISTÊMICO E DE P&D

4.1. O Modelo de P&D

O enfoque sistêmico está intimamente associado ao enfoque de P&D, um modelo de gestão de C&T apropriado para a organização da pesquisa aplicada. A EMBRAPA optou por este modelo, como forma de atuação.

Para entender as relações entre as organizações de pesquisa agropecuária e a sociedade, é necessário distinguir pelo menos três tipos de interessados: clientes, usuários e beneficiários. Os clientes são os que encomendam e pagam o serviço. Os usuários são os que aplicam os resultados da pesquisa para a produção agropecuária. Os beneficiários são os que recebem algum tipo de melhoria na sua

qualidade de vida em decorrência dos resultados da pesquisa (Flores & Silva, 1992; Quirino, 1985).

O conceito de P&D assenta-se na premissa que a pesquisa deve ser direcionada para e executada com os clientes/usuários. Tal premissa está consubstanciada no modelo proposto por Horton (1991), com adaptações, conforme apresentado em outro capítulo deste livro.

P&D em agricultura é visto como um processo contínuo e cíclico. A diferença é que, aqui, o início e término das ações acontecem no usuário, que é redefinido como os componentes de cadeias produtivas do negócio agrícola (propriedades agrícolas, sistemas produtivos, agroindústrias, fornecedores de insumos e equipamentos agrícolas, comerciantes). Diferentemente da visão clássica predominante, desde o início se toma em consideração a existência de clientes que não são usuários e vice-versa, e a necessidade de considerar discrepâncias entre interesses de clientes, de usuários e de beneficiários.

Quando o mercado de produtos ou serviços tiver motivações de caráter social, a análise socio-econômica deverá substituir os estudos de mercado, passando o papel, anteriormente desempenhado pelos especialistas em marketing, a ser preenchido por cientistas sociais auxiliados pelos profissionais de extensão rural.

Para funcionar perfeitamente, o modelo prevê participação e interdisciplinaridade. Quatro grandes grupos estão envolvidos, com maior ou menor intensidade em cada etapa: pesquisadores e técnicos, especialistas em marketing, cientistas sociais, difusores e extensionistas, clientes e usuários.

É fácil perceber a complementaridade dos enfoques sistêmico e de P&D. Seja pela maneira de encarar o negócio agrícola e seus problemas, seja pela forma de organizar o raciocínio e a abordagem para a solução de problemas complexos, que dependem da interação de muitas variáveis, o enfoque sistêmico proporciona o arcabouço adequado para a produção de resultados em tal contexto. A visão sistêmica permite que o projeto de P&D funcione como o integrador de disciplinas, criando as condições para que estas produzam os resultados adequados e eficazes para a clientela da instituição.

4.2. O Projeto como Integrador dos Enfoques Sistemico e de P&D

Na instituição de C&T, o projeto de pesquisa é a figura programática que enfeixa as ações executivas da instituição. Dessa forma, é na figura do projeto de pesquisa que deve ocorrer a integração entre os enfoques sistêmico e de P&D.

A avaliação de projetos torna-se uma função muito mais importante para a organização. Comissões de pares, membros da instituição de C&T e de fora, passam a avaliar, a assessorar tecnicamente e a monitorar os projetos em sua inteireza, desde o planejamento até a adoção da tecnologia gerada. Aspectos de qualidade, de prioridade e de resposta ao mercado, são incluídos juntamente àqueles da lógica da pesquisa e da estratégia metodológica. Assim, a gerência de C&T pode receber sinais de alarme para desativar projetos sem futuro, substituir ou fortificar equipes inoperantes, e receber incentivos para perseguir mais conseqüentemente temas e estratégias de pesquisa promissores.

A pauta de projetos, que incorpore ambos os enfoques na pesquisa agropecuária, além de incorporar os conceitos de sustentabilidade e direcionados para o negócio agrícola, deve apresentar as seguintes características:

- I - Projetos abrangentes, com definição clara do produto final, usualmente de tecnologia.
- II - Projetos descritivos e de levantamento, sem hipóteses, mas com explicitação das variáveis a serem descritas e/ou mapeadas e do produto final.
- III - Projetos exploratórios, de aspectos desconhecidos da natureza, entregues a pesquisadores de grande experiência. Enfatizar o acompanhamento do andamento e o valor do resultado final através da revisão dos pares.
- IV - Projetos de competição, enfatizando o objetivo quantificado e tomando as melhores variedades locais como comparação a superar. Usualmente sem hipótese.
- V - Projetos de meta-análise, simulação e sistematização, enfatizando dados secundários de múltiplas pesquisas, estudando interpolações, extrapolações, teorias não-lineares e interações. Uso extensivo de computação, análise multivariada e teorias de sistemas. Pode ou não ser complementada com novos experimentos.

VI - Projetos de sistemas produtivos, usando experiências "in loco", mas beneficiando-se das contribuições dos projetos do item anterior.

VII - Projetos de teste de hipóteses, usando experimentos, "surveys", etc.

Estes projetos enfatizam, mais que presentemente, os seguintes aspectos: diversidade, abrangência, sustentabilidade, sistemas naturais, sistemas produtivos, teoria de sistemas, interdisciplinaridade, produto final do projeto, teorias não-lineares, análise multivariada, computação, cumulatividade do saber, pesquisa básica. A lista desses aspectos se torna, por sua vez, uma agenda para o exame e a reformulação das ênfases dos treinamentos de pesquisadores.

5. CONCLUSÕES

Ao final deste exame, pode-se afirmar que a teoria de sistemas e suas ferramentas já são largamente utilizadas na gestão da C&T, notadamente na pesquisa agropecuária, em praticamente todas as suas etapas. Tal uso, entretanto, ainda pode ser considerado de certa forma tímido, se considerado que as abordagens até então realizadas no Brasil têm se restringido ao uso das ferramentas de análise de sistemas, restando um longo caminho a percorrer na etapa da síntese. Pouco se tem trabalhado em modelagem e simulação de sistemas, notadamente sistemas produtivos ou naturais, e são ilimitadas as possibilidades para a gestão de C&T neste campo.

Por outro lado, aplicações de ferramentas analíticas do enfoque sistêmico, por exemplo a análise de sistemas naturais, cadeias e sistemas produtivos para efeito de prospecção tecnológica, têm despertado muito interesse e aceitação no corpo técnico-científico da pesquisa agropecuária, ajudando a estabelecer o uso desse enfoque na gestão da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. R., DENT, J. B. Systems simulation and agricultural research. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, p. 264-269, December, 1972.
- ARNON, I. **Organization and administration of agricultural research**. London: Elsevier, 1968. 342p.
- BAUM, W. C. **The project cycle**. Washington D.C: World Bank, 1991 25p.

- BERTALLANFFY, L. V. **General systems theory: a new approach to unity of science.** Human Biology, Dezembro, 1951.
- BEVERIDGE, W. I. B. **Sementes da descoberta científica.** São Paulo: EDUSP, 1981. 135p
- BLUMENSCHNEIN, A. **Princípios da pesquisa no sistema EMBRAPA.** Brasília: EMBRAPA, 1978. 47p.
- BROCKINGTON, N. R. **Computer modelling in agriculture.** Oxford: Clarendon Press, 1979. 156p.
- CASTRO, A. M. G. de **A systems approach to determining priorities for natural rubber research in Brazil.** University of Reading, England, 1988. 292p. PhD.Thesis.
- CASTRO, A. M. G. de, NAKASU, B. H., PEREIRA, A. S., STEINEMETZ, S. **Caracterização de demandas por análise de sistemas em centros de P&D.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 18. 1994, São Paulo, Anais... p.145-158.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. 548p.
- COBBE, R.V. **Agricultural knowledge and information systems - concepts and models.** Madison: University of Wisconsin, 1993.
- DE WIT, C. T. **Why models are made?** Opening lecture, Wageningen Univ., The Netherlands, 1986. (mimeo).
- FLORES, M. X., SILVA, J. S. **Projeto EMBRAPA II: do projeto de pesquisa ao desenvolvimento sócio-econômico no contexto de mercado.** Brasília: EMBRAPA-SEA, 1992.
- FORRESTER, J. W. **Industrial Dynamics.** Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press, 1961.
- FRANCE, J., THORNLEY, J. H. M. **Mathematical models in agriculture.** London: Butterworks, 1984.
- GASTAL, E. **Enfoque de sistemas nas programações de pesquisa agropecuária.** Rio de Janeiro: IICA, 1980.
- HORTON, P. **The R & D approach in EMBRAPA.** Relatório de Consultoria, The Netherlands: ISNAR, 1991.
- JONES, J. G. W. **The use of models in agricultural and biological research.** Hurley: Grassland Research Institute, 1970.
- JAVIER, E. Q. **An integrated approach to priority setting and resource allocation in agricultural research.** Bellagio, Itália: Rockefeller Foundation Conference, 1987.

- MURPHY, J. **Using evaluations for planning and management: an introduction.** , The Netherlands: ISNAR, 1985. 27p. (ISNAR, Working Paper n^o 2).
- PENNING DE VRIES, F. W. T. et al. **Simulation of ecophysiological processes of growth in several crops.** Wageningen: PUDOC, 1989. 250p.
- PINSTRUP-ANDERSEN, P., FRANKLIN, D. A system approach to agricultural research resource allocation in developing countries. In: ARNDT, T. M. ; DALRYMPLE, D. G., RUTTAN, V. W. Ed. **Resource allocation and productivity in national and international agricultural research.** Univ. Minnesota Press, 1977.
- QUIRINO, T. R. **Princípios para a determinação do quadro de pessoal das unidades de pesquisa da EMBRAPA.** Brasília: EMBRAPA-DRH, 1985. (mimeo)
- QUIRINO, T. R., CRUZ, E. R., SOUZA, G. **O processo de produção de conhecimento em organizações de pesquisa agropecuária.** Brasília: EMBRAPA-SEA, 1992. (mimeo)
- RUTTAN, V. W. **Agricultural research policy.** Minneapolis: University Minnesota Press, 1982.
- SARAVIA, A. **Un Enfoque de sistemas para el desarrollo Agrícola.** San José, Costa Rica: IICA, 1986. 265p.
- SOUZA, I. S. F. **A sociedade, o pesquisador e o problema de pesquisa.** Brasília: SEA/EMBRAPA, 1991. 100p
- VAN KEULEN, H., WOLF, J. **Modelling of agricultural production: weather, soils and crops.** Wageningen: PUDOC, 1986.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Enedino Corrêa da Silva/DPD - EMBRAPA

José Ruy Porto de Carvalho/CNPTIA - EMBRAPA

1. INTRODUÇÃO

O sistema de informação, em uma instituição de C&T, se constitui no produto de duas fases fundamentais que o precedem: a do planejamento, em todos os níveis, e a do processo de acompanhamento e avaliação; isto o transforma em um importante instrumento de gestão.

Neste contexto, a descentralização das decisões é de fundamental importância para a implementação do sistema, destacando-se a gerência superior e as diferentes gerências intermediárias no processo, vislumbrando um sistema de informação distribuído e compartilhado pelos diferentes níveis de usuários.

A EMBRAPA, neste contexto, está pronta para realizar a concepção e proceder o desenvolvimento de um sistema de informação, de acordo com a modernidade de seu instrumental de planejamento, e pela excelência de seu corpo técnico, reconhecido no País e no exterior.

Este capítulo tenta descrever e abordar os pontos fundamentais de todo o processo que chega a um sistema de informação, em uma instituição de C&T, e que a EMBRAPA tenta implementar no contexto da pesquisa agropecuária no País.

2. OS PRÉ-REQUISITOS PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Uma instituição de C&T precisa definir e estabelecer, em sua organização, aquilo que é considerado de fundamental importância para um sistema de informação, ou seja, a estrutura e o fluxo de todo o tipo de informação. Esta informação corresponde às influências que a instituição recebe de seu ambiente externo e as influências que ela exerce sobre este mesmo ambiente.

Pode-se dizer que, neste aspecto, a EMBRAPA conseguiu consideráveis avanços, através de um processo de planejamento estratégico, que possibilitou a sua alta administração estabelecer objetivos e diretrizes globais para a instituição.

Este processo originou o Plano Diretor da EMBRAPA (PDE), que deu as diretrizes para que suas diferentes Unidades delineassem seus próprios Planos Diretores (PDUs). Isto permitiu que a Empresa definisse o seu sistema de planejamento (SEP), o qual estabeleceu a estrutura e o fluxo da informação de uma forma coerente com sua missão.

A efetivação destes planos e sistemas será assegurada pelo monitoramento e acompanhamento da implantação dos planos, programas e projetos, pelo exercício do controle gerencial, fazendo a comparação do planejado com o executado.

A ênfase, portanto, é dada primeiramente na função de planejamento. Após, esta ênfase deve ceder prioridade à função de controle (Johnson, 1994).

Enquanto o processo de planejamento, embora participativo, foi no sentido de cima para baixo, iniciando-se com sua alta administração, o processo de controle deve ser de baixo para cima, culminando no controle estratégico de sua alta administração (Fig. 1).

Isto exige o estabelecimento de instrumentos, e o destaque é para o sistema de informação, como instrumento de gestão.

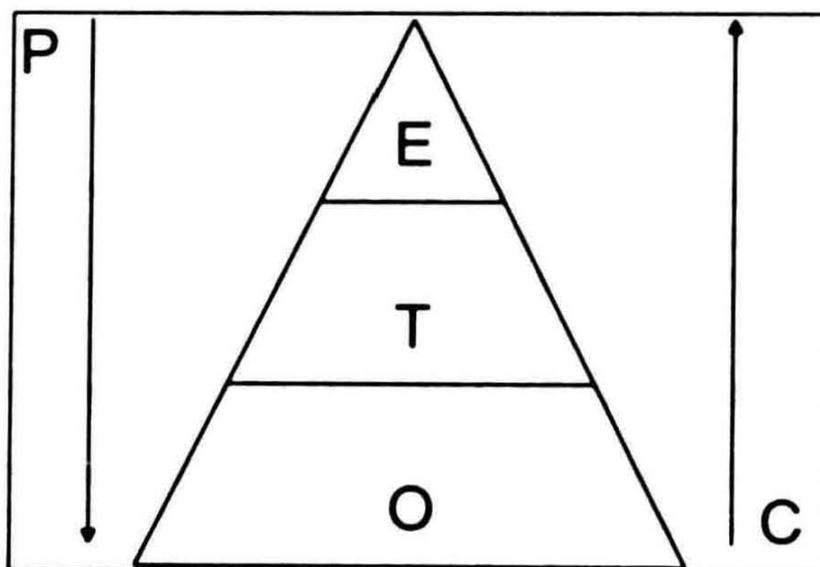


FIG. 1. E = Estratégico; T = Tático; O = Operacional
P = Planejamento C = Controle

O princípio básico é o de que exista total coerência entre os sistemas de acompanhamento e controle e o sistema de informação, e que esta informação

esteja bem estruturada e seu fluxo bem definido. Na EMBRAPA, estes aspectos estão tendo avanços consideráveis, inclusive com bons indicadores de desempenho, os quais são de fundamental importância nos processos de avaliação e de auditoria da qualidade.

O desejável é que todo o processo de avaliação e controle esteja integrado, de forma a viabilizar o sistema de informação, e isto está sendo conseguido através do Sistema de Acompanhamento e Avaliação da EMBRAPA (SIAVE). Este sistema estabelece a arquitetura do processo de controle, e fornece as bases para a concepção do sistema de informação.

3. O SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Portanto, o sistema de informação, em uma instituição de C&T, começa envolvendo (Lundeberg et al. 1981), como base para sua concepção:

- o estudo e a análise das mudanças
- a estrutura e o fluxo da informação
- o sistema e os seus componentes
- os usuários da informação
- o estabelecimento de padrões

O estudo e a análise das mudanças, como foi mostrado, são pré-requisitos para o sistema de informação. A concepção do sistema deve considerá-los como de fundamental importância para o seu sucesso.

A estrutura e o fluxo da informação são bases para a concepção e o desenvolvimento do sistema, e o seu entendimento define os princípios para sua implantação.

O sistema e os seus componentes, considera os limites do sistema, seus componentes e as relações entre esses componentes que operam como subsistemas. Este é o ponto crucial de um sistema de informação, e onde surgem as maiores dificuldades.

Os usuários da informação devem ser envolvidos no processo, em completa interação com o grupo que concebe e desenvolve o sistema de informação. O sistema é distribuído e compartilhado; assim, nos diversos níveis de gerência (Fig. 1) deve-se considerar o usuário como um participante do sistema e dos subsistemas componentes.

O estabelecimento de padrões de "hardware" e de "software", em especial quando se considera o processamento em rede, se faz necessário quando da concepção do sistema de informação.

Estes cinco aspectos do sistema de informação parecem estar bem definidos na EMBRAPA. O sistema e seus componentes são fatores que requerem maior atenção, por sua complexidade, e por sofrer influências setoriais que, muitas vezes, conduzem a uma certa entropia no processo de informatização.

Assim como o SIAVE fornece a arquitetura, o sistema de informação estabelece a engenharia do processo de acompanhamento e controle, e de tudo que se relaciona à informação.

4. A INFORMATIZAÇÃO E A FORMAÇÃO DE BANCOS DE DADOS

O sistema de informação deve estar coerente com os sistemas de acompanhamento e controle, ditados pelo processo de planejamento.

Assim, o sistema deve considerar que o processo de acompanhamento e controle se dá de baixo para cima (Fig. 1). Este processo começa nas Unidades de Pesquisa (nível operacional), passa pelas Comissões Técnicas de Programas (CTPs) e tem sua agregação na sede da Empresa (nível estratégico). Ele deve estar coerente com o processo de planejamento, que na EMBRAPA é ditado pelo SEP e pelo planejamento estratégico.

O sistema de informação, no aspecto de sua informatização, é mostrado na Fig. 2 (EMBRAPA, 1993).

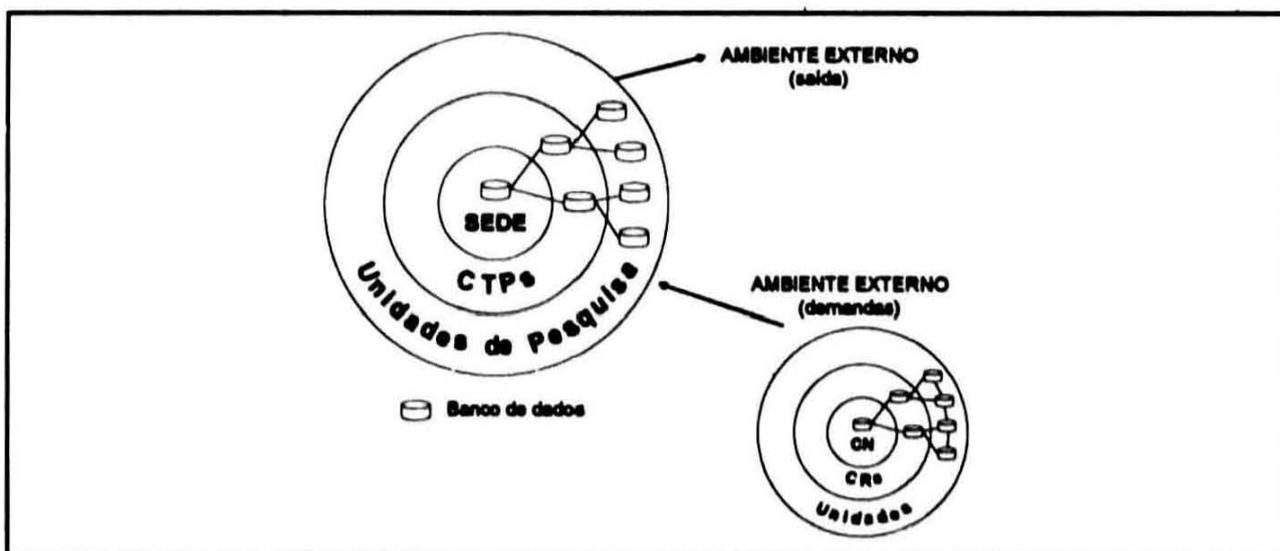


FIG. 2. Fluxo do sistema de informação - sua informatização através dos bancos de dados

As CTPs representam o nível intermediário, entre o estratégico e o operacional, e se constituem no "fórum" programático, descentralizando as decisões da sede, e aglutinando a programação das Unidades de Pesquisa, em atendimento às demandas que advêm do ambiente externo, constituindo a oferta de tecnologias, produtos e serviços, no âmbito regional e nacional.

No aspecto da entrada do sistema (demandas da sociedade), o processo começa também nas Unidades de Pesquisa que, integradas regionalmente, passam pelos Conselhos Assessores Regionais (CRs), e se agregam no Conselho Assessor Nacional (CN).

A saída do sistema de informação se dá para as diferentes instâncias, tais como: órgãos do governo, usuários, agentes financiadores, ... , e a sociedade como um todo, e para a comunidade científica, nacional e internacional.

5. AS BASES DE DADOS

Para as bases de dados, que compõem o sistema de informação, deve-se considerar (EMBRAPA, 1993):

- a entrada de dados
- a formatação
- a recuperação
- a análise e avaliação
- a emissão de relatórios/difusão

Para cada uma dessas partes da base de dados, deve-se contar com "software" apropriado, com função específica para cada caso. Na Fig. 3 é mostrada a configuração de uma base de dados.

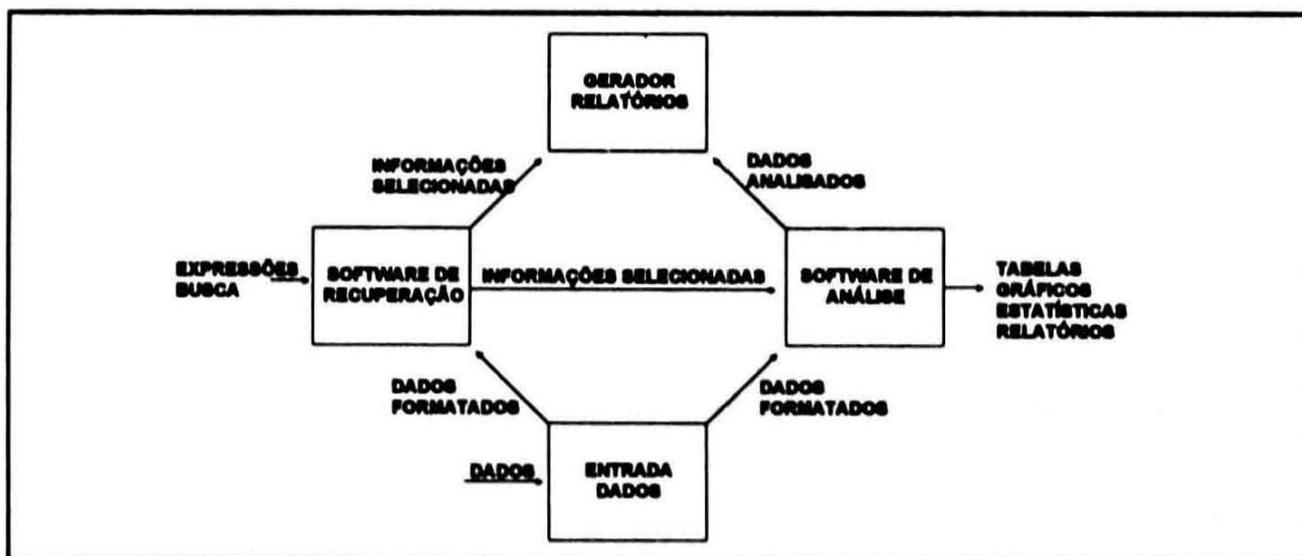


FIG. 3. Ambiente integrado de uma base de dados

A base de dados (Fig. 3), que se pode constituir numa estação de trabalho ("workstation") em seu nível mais avançado, deve considerar a existência de "software" apropriado para a consistência da integração do sistema de informação, e também quanto à qualidade de seu desempenho, individualmente. Não se deve desvincular a política de informática, em uma instituição, da política de "software", na operacionalização do sistema de informação. Assim, existem "software" para recuperação da informação, para a análise da informação, "software" gerador de relatórios, etc.

6. AS REDES DE INFORMAÇÃO

O estabelecimento de redes de informação, ou seja, do processamento em rede, permite que o processo de consulta/resposta seja imediato e interativo.

A EMBRAPA aos poucos está entrando nesse tipo de processamento "on line", o que, sem dúvidas, permitirá uma maior agilidade do sistema de informação e de seus componentes, no processo de acompanhamento e controle, em todos os níveis.

Aí, o estabelecimento de padrões de formatos, de "software" e de "hardware" são pré-requisitos para a fase de desenvolvimento do sistema de informação, para que as diferentes bases de dados se comuniquem entre si.

7. BASES DE DADOS TEMÁTICAS

Simultaneamente, estão em desenvolvimento na EMBRAPA bases de dados sobre temas relevantes para o processo de pesquisa agropecuária no País. São exemplos: rede de informação de recursos genéticos e biotecnologia, projeto de informação documental, base de informação sobre monitoramento e avaliação de impacto ambiental na agricultura, base de informação de recursos humanos, etc.

Essas bases de dados deverão estar dentro dos padrões estabelecidos, quando do desenvolvimento do sistema de informação, como abordado anteriormente, em função da comunicação de dados.

8. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO NA EMBRAPA

A seguir, apresenta-se alguns exemplos de aplicação de subsistemas (componentes) do sistema de informação, todos em fase experimental de desenvolvimento, e que apresentam um certo sinergismo com outros componentes do sistema.

SINSEP: Sistema de Informação do SEP

Objetiva reunir as informações relativas as figuras programáticas do SEP, e envolve todos os projetos e subprojetos, relativos à programação técnico-administrativa da EMBRAPA e demais instituições participantes do SNPA. Os projetos e subprojetos são elaborados nas Unidades de Pesquisa e analisados pelos seus Comitês Técnicos Internos (CTIs), e são avaliados, priorizados e aprovados nas Comissões Técnicas de Programas (CTPs). Os programas e projetos são agregados na sede, originando o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária (PRONAPA).

Isto pode ser interpretado na Fig. 2, ou seja, na base do funil (circulo maior), as Unidades, com projetos e subprojetos, na parte intermediária as CTPs, com programas, projetos e síntese dos subprojetos, e no bico do funil a Sede, com o PRONAPA.

Portanto, é um subsistema que permite o acompanhamento e controle, de baixo para cima, culminando com o controle estratégico, por parte da alta administração, no enfoque da qualidade técnica de sua programação, e do grau de utilidade de seus resultados e seus impactos sociais, econômicos e ambientais.

SISPAT: Sistema de Informação dos Planos Anuais de Trabalho

Os Planos Anuais de Trabalho já vêm sendo monitorados do ponto de vista gerencial, desde 1991, quando se implantou um sistema automatizado de informação contendo o planejamento, a programação anual e o acompanhamento da mesma, no âmbito de todas as Unidades de Pesquisa da EMBRAPA e instituições do SNPA. O tratamento da informação é institucional e vinculado aos Planos Diretores. Não entra no nível de subprojeto ou projeto, como o SINSEP, em sua versão atual. Além disso, dá um tratamento diferenciado daquele do SINSEP, na questão de custos, e inclui um diversificado conjunto de informações não disponíveis ao nível de subprojeto ou projeto.

O sistema fornece informações para a Diretoria Executiva, às unidades centrais (SEA, DEC, ACS, DOD, DRM, etc) e ao ambiente externo (Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária; Tribunal de Contas da União; BID; Banco Mundial; etc) sobre os planos diretores, a programação anual e os resultados obtidos (metas e tecnologias geradas).

O Relatório Anual de Atividades, antes elaborado a partir de informações coletadas no final do ano, de forma desordenada e agregada das mais diferentes formas, agora é totalmente elaborado com base nas informações contidas no sistema PAT.

Da mesma forma, o sistema PAT fornece hoje informações quantificadas sobre metas físicas realizadas nas mais diferentes áreas (difusão de tecnologia, informação e documentação, produção de sementes, produção de publicações, etc), sobretudo na área de desenvolvimento de tecnologias e produtos (cultivares, processos, máquinas e equipamentos, software, etc). A intersecção do SISPAT com o SINSEP está na programação anual e nos seus resultados no nível institucional.

SIAFI: Sistema Integrado de Administração Financeira

Objetiva agilizar e melhor operacionalizar a utilização de recursos do Tesouro Nacional, evitando a ociosidade e a malversação do dinheiro público.

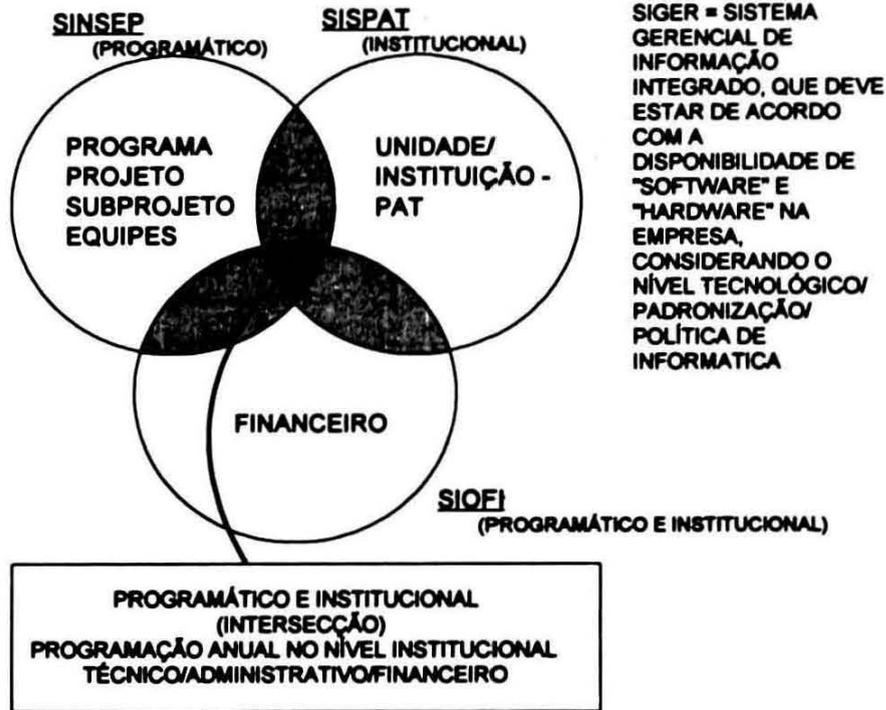
Destina-se não só ao uso dos setores administrativos, como também à consulta e orientação de todos os empregados que direta ou indiretamente manuseiam valores.

SIOFI: Sistema de Informação Orçamentário/Financeiro do SEP

Objetiva atender as demandas orçamentárias/financeiras no nível das figuras programáticas, fontes de financiamento, rubrica, natureza de despesa, contemplados pelo SEP.

O sistema é composto pelas entidades externas, processos, fluxos e relatórios, permitindo uma maximização nas informações.

Exemplo de integração de subsistemas de informação na EMBRAPA



Os três subsistemas devem ser alimentados de uma só vez e a recuperação deve ser padronizada ("on line") para edição de relatórios.

O sistema se decompõe em subsistemas quanto a seus objetivos; estes se integram para evitar duplicidades, de forma a atender a matriz única (Fig. 4).

PROGRAMA (SINSEP)	UNIDADE (SISPAT) 1, 2, 3, 4, 5,M	
PROG 1 PROG 2 PROG 3 PROG N	SIOFI I O F I → ↓	R E L A T Ó R I O S
	RELATÓRIOS	PRONAPA

FIG. 4. Matriz das dimensões programática e institucional que integra os subsistemas

O PRONAPA - Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária - é uma síntese da programação anual de pesquisa, e envolve a integração da dimensão programática com a dimensão institucional, constituindo-se na resultante da matriz acima. A intersecção dos três subsistemas produz o PRONAPA; daí, a importância da integração dos subsistemas, com formatos, "software" e "hardware" padronizados, com o mais elevado nível tecnológico que é possível alcançar nos momentos considerados.

9. CONCLUSÕES

O sistema de informação, quando constituído, em seus diferentes componentes ou subsistemas, denominar-se-á Sistema EMBRAPA de Informação (SEI).

O SEI, quando concretizado, será um sistema que pressupõe uma série de premissas e objetivos, ou seja (EMBRAPA, 1994):

- incentivar o uso de redes de comunicação de dados, visando facilitar o acesso à informação existente no país e no exterior;
- facilitar o desenvolvimento de metodologias e ferramentas de suporte para coleta, tratamento, análise e sistematização da informação;
- realizar a disseminação da informação atendendo a demandas específicas dos usuários;
- implementar bases de dados nas Unidades da EMBRAPA e instituições do SNPA, e acompanhar a sua eficácia;
- facilitar a adoção de padrões nacionais/internacionais de comunicação e intercâmbio de informações.

Com o SEI a EMBRAPA estará cumprindo melhor sua missão, cuja existência deverá causar as seguintes repercussões:

- melhoria da qualidade da pesquisa;
- redução no tempo de adoção de novas tecnologias desenvolvidas pelas instituições de pesquisa;
- maior intercâmbio e integração entre os pesquisadores dentro e fora da EMBRAPA, tanto em nível nacional quanto internacional;
- facilidade de localização e acesso às informações disponíveis nas diversas bases de dados;
- agilização do processo de tomada de decisão.

Resumindo, conclui-se que, cronologicamente, as etapas que chegam ao sistema de informação, em uma instituição de C&T, podem ser estabelecidas, traçando-se um paralelo com o caso da EMBRAPA (Fig. 5).

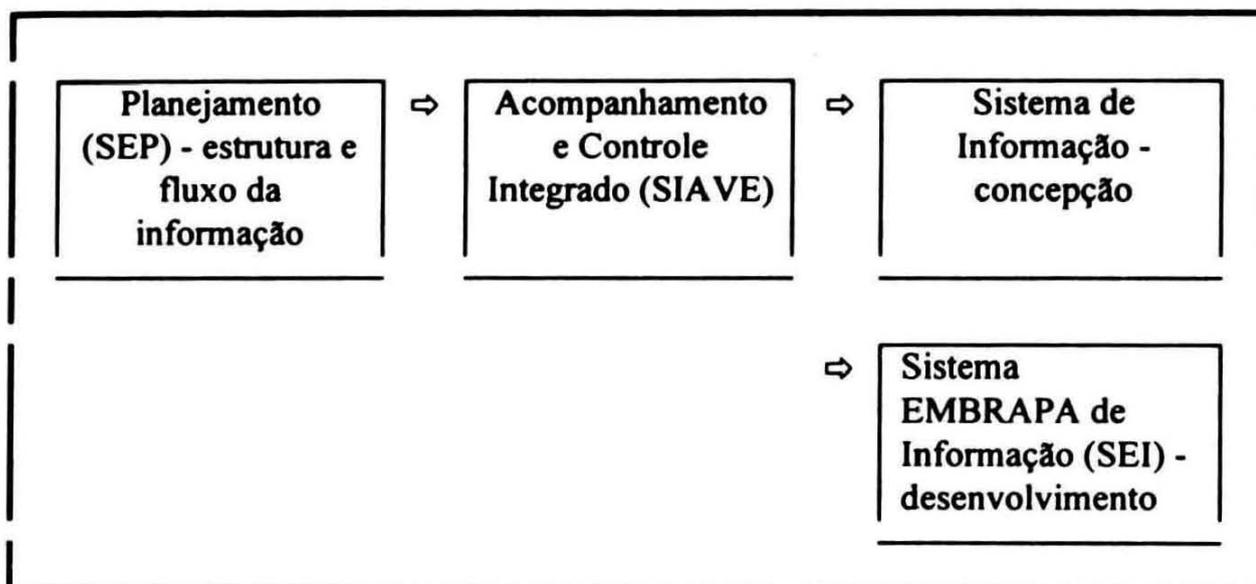


FIG. 5. Etapas que levam ao sistema de informação em uma instituição de C&T- O caso EMBRAPA

A estrutura e o fluxo da informação são delineados pelo sistema de planejamento, o qual deve envolver a participação de todos os níveis de atividades da instituição.

Enquanto o planejamento se dá de cima para baixo, ou seja, do estratégico para o operacional, o controle se dá de baixo para cima, culminando na administração superior, no nível estratégico. Todo o processo de controle deve estar integrado, para viabilizar o sistema de informação.

A concepção do sistema de informação deve envolver os pressupostos básicos a ele atinentes, e envolver a estrutura e o fluxo da informação delineados pelo planejamento e pelo processo de acompanhamento e controle.

O desenvolvimento do sistema de informação e sua operacionalização se constitui no resultado das fases anteriores, dentro da lógica do planejamento, do controle e da concepção do sistema.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. Presidência (Brasília, DF). Resolução normativa nº 018/92, de 22.12.92. Manual de Procedimento do Sistema EMBRAPA de Planejamento (SEP). Boletim de Comunicações Administrativas, Brasília, v. 19, nº 2, 1993. 183 p.**
- EMBRAPA. Sistema EMBRAPA de Informação (Brasília, DF). Programa 14: intercâmbio e produção de informação em apoio às ações de pesquisa e desenvolvimento - documento preliminar. Brasília; 1994. Não paginado.**
- JOHNSON, Bruce B. Sistema de controle estratégico da EMBRAPA. Relatório de Consultoria. São Paulo: FIA/USP, 1994. 20 p.**
- LUNDEBERG, M., GOLDKHUL, G., NILSON, A. Information systems development: a systematic approach. New Jersey: Englewood Cliffs, 1981.**

A REENGENHARIA DE PROCESSOS, A MELHORIA DE PROCESSOS E A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA PESQUISA AGROPECUÁRIA - O CASO DA EMBRAPA

Enedino Corrêa da Silva/DPD - EMBRAPA

1. INTRODUÇÃO

Uma instituição ou empresa, seja pública ou privada, estabelecida em qualquer ramo de atividade, nos dias atuais, não pode prescindir da reengenharia de processos. Instituições ou empresas que aplicam a melhoria de processos, sem executar a sua reengenharia, pouco saem do mesmo lugar.

Ao mesmo tempo, aquelas que automatizam suas rotinas de atividades, usando recursos de tecnologia da informação, sem exercer a reengenharia de processos, apresentam poucos ganhos de qualidade e produtividade.

Em vista disto, a tecnologia da informação tem sido pouco compreendida e muito mal utilizada a ponto de se ter estatísticas pouco expressivas de ganhos com sua utilização no mundo.

A reengenharia de processos, realizada de cima para baixo, em uma entidade, remodela e atualiza a sua organização, e deve ser complementada pela melhoria de processos. Isto é evidente, pois, sem a melhoria, de forma contínua, o processo de mudança pode cair no esquecimento, e até mesmo recrudescer, com o retorno ao status quo anterior.

A melhoria de processos, realizada de baixo para cima, de forma contínua e gradual, consolida o processo de mudança radical, proporcionada pela reengenharia, e minimiza seus riscos.

Neste artigo, procura-se descrever como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária, realizou a reengenharia de processos, e agora caminha na busca da melhoria de processos, de forma gradativa e contínua, e na utilização da tecnologia da informação, com o objetivo de obter ganhos de qualidade e produtividade.

2. A REENGENHARIA DE PROCESSOS NA EMBRAPA

Em primeiro lugar, define-se processo como um conjunto de atividades estruturadas e medidas, destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado.

É neste sentido que a EMBRAPA passou a realizar a sua reengenharia. Com este objetivo, ela optou, inicialmente, por dois macro processos: o processo de cenários alternativos para a agricultura brasileira, e o processo de planejamento estratégico da instituição.

Este foi o marco de seu processo de mudanças, que originou outros dois processos fundamentais: o processo de mudanças no seu modelo institucional e o processo de mudanças no seu sistema de planejamento.

Estas mudanças, que se constituem verdadeiramente em uma reengenharia de processos, pois, modificações radicais foram efetuadas no seu sistema de planejamento, na estrutura e fluxo da informação gerada pela instituição, não só em seu ambiente interno, mas fundamentalmente para com o seu ambiente externo, conduziu à uma identificação e seleção de outros processos, tais como os de Pesquisa e Desenvolvimento, de Marketing e Satisfação da Clientela, de Apoio Técnico e Administrativo aos Projetos de P&D...

Esta reengenharia de processos visa uma mudança não só cultural da empresa, mas também uma mudança estrutural.

Isto é função agora do que se denomina melhoria de processos, que deve ser gradual e contínua, já que o ambiente interfuncional está descortinado na Empresa, e não deve e não pode retroagir. A descentralização e delegação de competência deve fazer parte desta melhoria de processos, em especial no acompanhamento, avaliação e controle, que deve ser realizado de baixo para cima, envolvendo todas as gerências intermediárias, e culminando no controle estratégico de sua alta administração.

Uma vez identificados os processos em alto nível na EMBRAPA, os limites entre eles estão sendo administrados. Várias perguntas, neste interim, estão ajudando a definir limites, entre os quais os seguintes:

- Quando deve começar a preocupação do dono do processo com o mesmo?
- Quando deve começar e terminar o envolvimento dos clientes com o processo?
- Onde começam e terminam os subprocessos?

- Está o processo embutido em outro processo?
- Será provável que resultem vantagens da combinação do processo com outros processos ou subprocessos?

Embora o fim de qualquer processo seja o começo de outro, seja dentro ou fora da organização, a reengenharia de processos resultará muitas vezes em mudanças acima e abaixo do fluxo do processo. Como consequência, o gerenciamento do processo deve ser visto como uma atividade interativa, na qual a reengenharia subsequente num processo dá origem à necessidade de renovar, ou pelo menos modificar, outros processos.

3. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO COMO HABILITADOR DA REENGENHARIA DE PROCESSOS NA EMBRAPA

Como é ao mesmo tempo extremamente importante e pouco compreendida por muitos administradores, deve ser abordada a tecnologia da informação como um habilitador específico da reengenharia de processos. A tecnologia da informação começou a modificar radicalmente o trabalho - sua localização, rapidez, qualidade e outras características-chave, na década de 1950, quando os computadores ligaram-se estreitamente à maneira pela qual o trabalho é realizado.

Mas, em vários estudos da maneira pela qual as empresas adotaram estas tecnologias, encontra-se intervalos de várias décadas entre a adoção inicial e o momento em que a tecnologia provocou mudanças significativas no "Sistema" ou nos processos de organização. O que ocorre, em grande parte, é uma mudança gradual. Uma das causas, é que os executivos usuários dedicam pouco tempo à sua compreensão.

O desejo de construir sistemas de informação que superem limites funcionais também não é novo. "Uma outra desvantagem de preocupar com organogramas é que se torna difícil ultrapassar os limites departamentais ao se desenvolver um tipo de sistema de informação que una os diferentes departamentos e divisões". Estes sistemas interfuncionais levam a importantes mudanças nos processos empresariais.

Para que a tecnologia da informação surta efeito é necessário o aproveitamento total da capacidade da tecnologia de mudar a maneira pela qual o trabalho é feito, e isso leva tempo.

Na EMBRAPA, a melhoria de processos e a reengenharia de processos são a melhor esperança que se tem de obter maior valor dos nossos gastos com tecnologia da informação, e não obstante, os administradores e usuários não se concentraram rigorosamente na mudança dos processos como intermediária entre as iniciativas ou investimentos de tecnologia da informação e os seus resultados econômicos e sociais.

Contudo, a EMBRAPA tem o pressuposto implícito de que a tecnologia da informação permite que os processos existentes sejam executados mais depressa, ou com menos recursos.

Um outro fator positivo na EMBRAPA, é que seus administradores parecem começar a compreender as vantagens da tecnologia da informação, ao refletir sobre a mudança de processos como o fator de mediação entre a iniciativa de tecnologia de informação e o retorno econômico e social. Isto pode levar a uma mudança radical de perspectiva.

Assim, os administradores que buscam um retorno para os investimentos em tecnologia da informação devem fazer com que as mudanças de processos se realizem. Se nada mudar em relação à maneira pela qual o trabalho é feito e o papel da tecnologia da informação for simplesmente o de automatizar um processo existente, as vantagens econômicas serão, provavelmente, mínimas.

A mudança deve ser administrada em níveis múltiplos da organização a partir do trabalho de indivíduos até os processos de grupos e as iniciativas estratégicas da empresa-da computação pessoal ao sistema de informação gerencial.

4. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E AS OPORTUNIDADES DE REENGENHARIA DE PROCESSOS

Na EMBRAPA, as oportunidades para apoiar a reengenharia de processos com a tecnologia da informação se enquadram em pelo menos nove

categorias diferentes (ver Figura 1), que pressupõem um objetivo predominante de redução de custos, eliminação de tempo, etc...

Impacto	Efeito
Automacional	Eliminação do trabalho humano de um processo
Informacional	Captação da informação de processos com o objetivo de compreensão
Sequencial	Modificar a sequência do processo, ou possibilitar o paralelismo.
De acompanhamento	Monitoração rigorosa da situação e objetos do processo.
Analítico	Melhorar a análise da informação e tomada de decisão.
Espacial	Coordenação dos processos à distância.
Integrativo	Coordenação entre funções e processos.
Intelectual	Captação e distribuição de dados intelectuais
Desintermediação	Eliminação de intermediários num processo.

Figura 1. Impacto da Tecnologia da Informação sobre a Reengenharia de processos.

A Tecnologia da Informação, através de um Sistema de Informação bem estruturado, que esteja em consonância direta com a reengenharia de processos, resulta em notáveis ganhos de qualidade e produtividade, em qualquer organização.

Isto é esperado na EMBRAPA, à médio e longo prazos, já que, como dito anteriormente, isto não é imediato.

A literatura mostra a lentidão com que são notados os impactos da tecnologia da informação na qualidade e produtividade das empresas.

5. GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES NO PROCESSO

Dada a importância da informação para os processos e a importância dos processos de informação para a Empresa, como se deve começar a

gerenciar as informações no contexto de um processo? As práticas de gerenciamento das informações devem ser radicalmente mudadas nesta era de processamento de informações e de organizações baseadas na informação, como é o caso da EMBRAPA.

Um aspecto-chave do gerenciamento das informações é a estrutura das unidades organizacionais que têm a responsabilidade desse gerenciamento - a administração superior e as gerências intermediárias. Na maioria dos casos, embora a tecnologia da informação tenha sido muito gerenciada, o gerenciamento das informações, no sentido que se examina, foi esquecido. Isto não surpreende, levando-se em conta a concepção de muitos gerentes de alto nível de que a aquisição, análise e distribuição da informação é trabalho melhor administrado por subordinados. Vê-se pouca concentração da alta gerência na própria informação.

As razões dessa situação são complexas. Algumas nascem da concepção de que os sistemas e a tecnologia da informação constituem, pela sua própria natureza, assuntos menores que são melhor administrados pelo pessoal técnico. Isto deixa as decisões sobre informação nas mãos desse pessoal, ou dos que ocupam cargos com função de geradores de informação.

Esse enfoque na tecnologia e não na informação provoca, não só na EMBRAPA, uma reação contrária às questões relacionadas com a informação.

No entanto, um relatório recente sobre “unidades de informação competitiva” observa que quanto mais essas unidades se aproximam dos processos administrativos importantes, como planejamento estratégico, por exemplo, maior a sua possibilidade de sucesso organizacional.

Assim, na EMBRAPA talvez seja mais eficiente atribuir a área de informação a responsabilidade e direção de executivos-chave. Isso se constitui em estímulo aos mesmos em gerenciarem a informação, pois, assim estarão melhor administrando a instituição. Seriam executivos “híbridos” - com conhecimento dos negócios, da tecnologia e da informação - para comandar tais iniciativas.

Assim, sistemas de informações gerenciais, como é o caso do SIGER na EMBRAPA, deverão ser gerenciados e manipulados pela sua alta administração, em primeiro lugar, e por suas gerências intermediárias, na medida em que as competências são delegadas. Não resta dúvida de que o

contrôle do planejamento estratégico, ou seja o controle estratégico, deve ser realizado por sua alta administração.

Resumindo, a tecnologia da informação, em toda a sua potencialidade, deve estar disponível na reengenharia de processos, e os processos-chave da instituição e o seu sistema de informação devem ser gerenciados, em primeiro lugar, por sua alta administração. Este é o caso dos dois grandes processos da Empresa: o processo do planejamento estratégico, e o processo do sistema de planejamento, que se complementam com o acompanhamento, avaliação e controle, exercidos por todos os níveis de gerência da Empresa.

6. HABILITADORES ORGANIZACIONAIS E DE RECURSOS HUMANOS NA MUDANÇA DE PROCESSOS

Concentrar-se apenas na informação e tecnologias associadas como veículos da mudança de processo é desconhecer outros fatores no mínimo igualmente fortes, ou seja, a estrutura organizacional e a política de recursos humanos. De fato, a informação e a tecnologia da informação raramente são suficientes para provocar mudanças nos processos. A maioria das inovações são possibilitadas por uma combinação da tecnologia da informação, a informação e as mudanças de recursos organizacionais e humanos.

Dos muitos tipos de mudanças, as estruturais podem facilitar novos comportamentos baseados em processos, e um dos mais vigorosos envolve a estruturação do desempenho do processo por equipes. Os conhecimentos interfuncionais facilitam interfaces e atividades de planejamento paralelas. Além disso, um conjunto de conhecimentos e perspectivas amplo aumenta a probabilidade de que o produto atenda a exigências multifuncionais.

A tarefa mais difícil no replanejamento de novos processos é fazer com que os gerentes seniores trabalhem como uma equipe. Eles têm de tirar a camisa funcional e vestir em lugar delas a camisa da empresa, a fim de pensar interfuncionalmente. No entanto, a versão ocidental das equipes de gerenciamento, advoga que se deve combinar uma orientação voltada para o grupo com a liberdade de pensar de modo independente e criativo.

Em geral, os empregados que se saem bem como indivíduos tendem a ter bom desempenho como membros da equipe. A utilização, nas equipes, de empregados que tenham bom desempenho contribuirá para a produtividade, e,

coletivamente, eles devem ter experiência funcional, o conhecimento e habilidade necessários ao processo que está sendo inovado; caso contrário, a equipe não terá probabilidade de sucesso.

Uma relação clara com a estrutura funcional em termos não só de relações de subordinação e avaliação de desempenho e recompensas, mas nas ênfases relativas ao processo versus atividades funcionais também é importante para o sucesso da equipe. Na EMBRAPA, o sistema SAAD procura considerar estas questões.

Contudo, deve ser dada ênfase às relações sinérgicas entre os habilitadores tecnológicos e humanos/organizacionais dos processos, e estão surgindo tecnologias para facilitar o trabalho em equipes. As tecnologias que apoiam estruturas de equipe deram origem a formas totalmente novas de software. Uma delas, denominada “groupware” apóia várias atividades que visam facilitar o trabalho de grupo, incluindo:

- Brainstorming, tomada de decisão e discussão estruturada
- Comunicação em grupo via teleconferência, correio eletrônico e BBS.
- Preparo de documentos em grupo.
- Esquematização de reuniões e instalações em grupo.
- Acesso do grupo a bancos de dados.
- Análise de processo de grupo.

As vantagens potenciais desses tipos de funções de groupware está na redução do tempo de reunião e da frequência de reuniões, reduzindo as falhas de comunicação, os atrasos de projetos, e permitindo um fluxo maior de informações e decisões mais rápidas.

Assim, as mudanças mais recentes na cultura organizacional penderam para uma maior delegação de poderes e participação nas decisões, e comunicações mais abertas, menos hierárquicas.

7. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Em sistemas de informação, a informação, sua estrutura e fluxo, vem antes da tecnologia da informação.

As metodologias dos sistemas de informação mais úteis à inovação são as modelagens de processos e dados. A modelagem de processos, que pode tomar várias formas, como a decomposição da diagramação e do fluxograma, visa ao atendimento das atividades e tarefas que compreendem uma função empresarial e como os dados fluem entre as unidades de trabalho. A modelagem de dados emprega, em geral, a diagramação das relações entre entidades para representar e definir dados usados dentro da área em estudo. Outra técnica útil, o diagrama em associação, envolve o uso de matrizes para mostrar as inter-relações entre os vários componentes, como organizações, entidades e processos. Todas essas abordagens são mais eficientes num contexto de reengenharia, se forem usadas moderadamente, sem se entrar em muitos detalhes.

A EMBRAPA, baseada em seu processo de planejamento, a reengenharia de seu planejamento, usa uma matriz muito simples, a matriz das dimensões institucional e programática do Sistema EMBRAPA de Planejamento (SEP), para a construção de seu sistema de informação.

Na dimensão programática está o Sistema de Informação do SEP (SINSEP), e na dimensão institucional está o Sistema dos Planos Anuais de Trabalho (SISPAT).

Na tridimensionalidade da matriz está o Sistema de Informação Orçamentário e Financeiro (SIOFI), o qual se constitui na bissetriz dos dois sistemas anteriores, e na resultante que vai originar o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Pesquisa Agropecuária (PRONAPA).

Este sistema de informação, ainda composto por bases de dados temáticas de administração (ex.: RH e Patrimônio) e por bases de dados temáticas de recursos naturais (ex.: solos, clima) e por bases de dados de experimentos e levantamentos (desenvolvimento tecnológico), tem a sua derivação para o Sistema EMBRAPA de Informação (SEI). Portanto, se constitui num sistema que vai desde a computação pessoal até o aspecto do gerenciamento técnico, administrativo e financeiro da instituição.

A Figura 2 mostra um esboço deste sistema de informação, ainda em fase experimental de desenvolvimento. As bases de dados temáticas e as bases de dados de experimentos e levantamentos se constituem em suporte técnico-logístico ao sistema de informação.

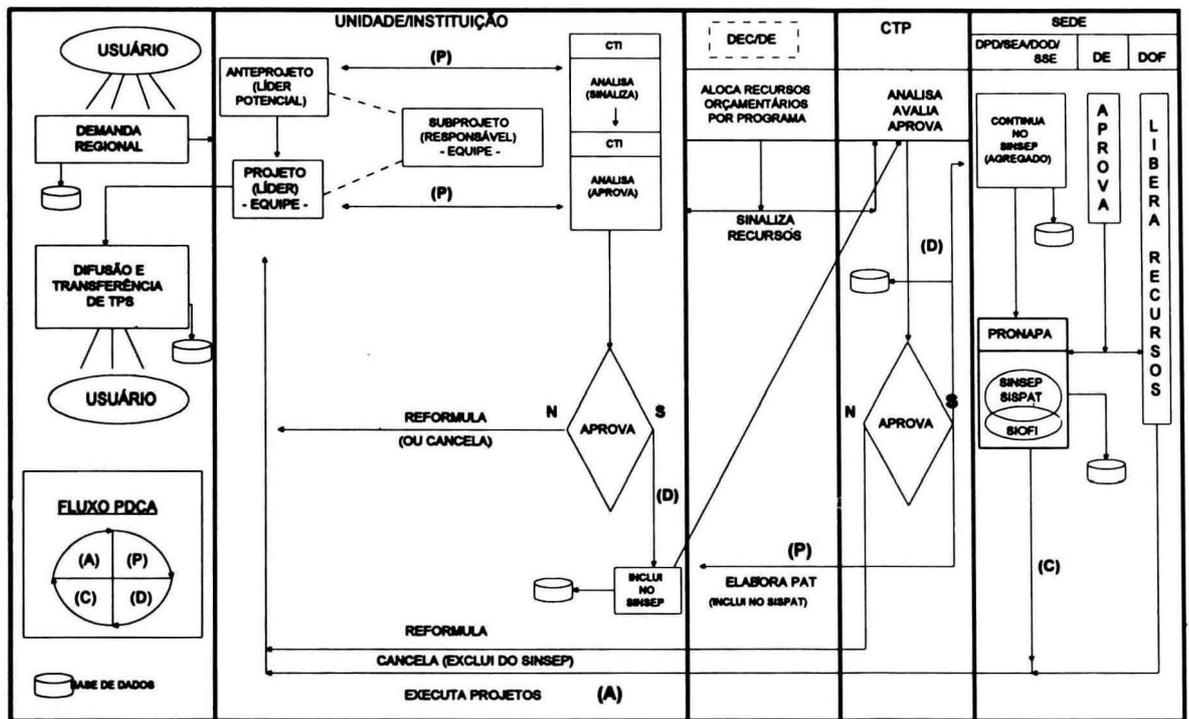


Figura 2 - FLUXOGRAMA TÉCNICO/ADMINISTRATIVO/FINANCEIRO DO PROCESSO DO SEP/EMBRAPA SISTEMA DE INFORMAÇÃO/BASES DE DADOS (Silva, 1995)

Contudo, como foi dito, o sistema de informação não pode ser desenvolvido, sem que se estude a arquitetura dos dados, uma representação da informação usada pela totalidade da empresa, e que orienta o desenvolvimento e projeto dos bancos de dados.

Assim, antes de pensar em desenvolver os sistemas de informação, a EMBRAPA fez um estudo da modelagem de dados, através do Sistema de Acompanhamento e Avaliação da EMBRAPA (SIAVE). Este sistema proporciona as diretrizes para a concepção e desenvolvimento do sistema de informação, o que é feito através da tecnologia da informação.

8. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A EMBRAPA, uma instituição de ciência e tecnologia, voltada para o desenvolvimento econômico e social autosustentado da agricultura brasileira, parece ter se antecipado às mudanças que ocorrem no mundo. Isto se tornou evidente quando no limiar da década de 1990, a empresa começou a perceber as mudanças que ocorriam no seu ambiente externo.

As mudanças se tornaram não só necessárias, mas prementes em função da sua própria sobrevivência. Este processo de mudanças, iniciado ainda num campo altamente teórico, já que um modelo conceitual era preciso ser delineado, hoje começa a se tornar realidade.

A reengenharia de processos, ainda pouco conhecida e experimentada em instituições como a EMBRAPA, foi se descortinando, de forma rápida e eficaz, e hoje se consolida com a busca da melhoria de processos, a qual deve ser gradual e contínua, interfuncional, de baixo para cima, através de mecanismos de acompanhamento, avaliação e controle, ajudada pela tecnologia da informação.

A sequência de eventos na EMBRAPA parece bastante lógica e, indubitavelmente, está em consonância com o que diz a mais moderna literatura mundial. A reengenharia é, certamente, a adoção de alguma coisa inovadora, e isto a EMBRAPA está fazendo.

No entanto, a melhoria de processos deve agora envolver o aspecto técnico-econômico, onde a pesquisa agrícola tem sido muito compartimentalizada e assim continua, apesar dos esforços para a reorientação de seu enfoque. A adoção de resultados da pesquisa obviamente requer que qualquer componente do sistema agrícola que esteja sob exame seja encarado

como parte do sistema agrícola global. Frequentemente, as implicações de alterações são muito amplas, de modo que as consequências sociais, econômicas e ambientais devem ser consideradas em um contexto muito mais amplo do que a parte individual sob pesquisa. Certamente, o método científico tem que oferecer contribuições para o estudo do sistema agrícola global, distintas daquelas que estão disponíveis para a pesquisa de pequenas partes do sistema, relevantes para experimentos individuais. Tais contribuições seriam relevantes para a construção de modelos, para o planejamento de experimentos para testes de modelos e para a derivação de referências dessas pesquisas.

Quanto à tecnologia da informação, o advento da computação eletrônica, na década de 1950, juntamente com os inventos anteriores da telecomunicação e de instrumentos para observação e registro e análise, tornou possível a observação, comunicação e manipulação de dados. Sua organização sistêmica tornou viável a mecanização, ou seja, a automação. Desde então, surgiram, também, outras disciplinas relacionadas à matemática aplicada, decorrentes do desenvolvimento da computação eletrônica. Entre elas, a informática, as teorias da comunicação, da informação e da decisão, a cibernética e as ciências do comportamento e da administração. Todos estes aspectos, se bem conduzidos, podem contribuir para a melhoria de processos, após a sua reengenharia na EMBRAPA, tendo como derivação, o Sistema EMBRAPA de Informação, o qual deve ter o envolvimento direto de sua alta administração.

Em geral, a EMBRAPA deve considerar no aspecto operacional, que instituições de pesquisa de países desenvolvidos têm resolvido essas questões de diversas maneiras. Entretanto, elas constituem problemas sérios ainda não solucionados em muitos países em desenvolvimento, como o Brasil e que têm tido impacto negativo para o desenvolvimento científico e tecnológico desses países. Esses problemas decorrem da deficiência e isolamento das instituições de pesquisa, objetivos imediatistas que implicam na execução massiva de pesquisas, sem a necessária atenção para sua qualidade e eficácia, falta de recursos financeiros e falta de profissionais especializados no mercado de trabalho. É o momento de a EMBRAPA repensar essas questões, como consequência de sua reengenharia de processos, para não ficar no meio do caminho, e entrar no terceiro milênio no cumprimento de sua missão maior, ou seja, o seu novo paradigma institucional, que direciona a pesquisa para o mercado e para o desenvolvimento econômico e social autosustentado da agricultura brasileira.

9. BIBLIOGRAFIA

- DAVENPORT, T.H. 1994. Reengenharia de Processos. 4ª Edição. Editora Campus. Rio de Janeiro.**
- DEWAR, R. D. & DUTTON, J. E. 1986. The Adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis. Management Science 32:11**
- JOHANSEN, R. 1988. Groupware: Computer Support for Business Teams. Nova York, Free Press.**
- MARTIN, J. 1989. Information Engineering. Englewood Cliffs, N.J., Prentice - Hall**
- MUMFORD, E. 1983. Designing Human Systems. Manchester Business School. Manchester, U.K.**
- PAEZ, M. L. D'ÁPICE, et all. 1994. Sistema Integrado de Informação Gerencial em C&T: Acompanhamento e Avaliação. Gestão de Ciência e Tecnologia - Pesquisa Agropecuária (Livro). SPI/EMBRAPA, Brasília - DF**
- PORTER, M. E. 1989. Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior. Editora Campus, Rio de Janeiro.**
- SILVA, E. C. DA. 1994, et all. Sistema de Informação. Gestão em Ciência & Tecnologia - Pesquisa Agropecuária (Livro). SPI/EMBRAPA, Brasília-DF**
- SILVA, E. C. DA. 1995. O Planejamento Estratégico, a Centralização e Descentralização, a Concentração e Desconcentração e o Processo de Tomada de Decisão. DPD/EMBRAPA, Brasília - DF.**
- SILVA, J. G. C. DA. 1995. Um Programa de Capacitação e Reciclagem de Pesquisadores Agrícolas. Anais do III Encontro Nacional de Métodos Quantitativos. EMBRAPA. Brasília - DF.**
- YATES, J. 1989. Control Through Communications: The Rise of System in American Management. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.**

MÉTODOS QUANTITATIVOS NO SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (SNPA) - UM PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO E RECICLAGEM DE PESQUISADORES AGRÍCOLAS

João Gilberto Corrêa da Silva/IFM - UFPEL

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa agropecuária brasileira tem contribuído de modo considerável para o desenvolvimento da agricultura nacional. É incontestável o retorno que ela tem propiciado aos investimentos que nela têm sido aplicados. Entretanto, também deve ser reconhecido que muitas pesquisas não têm produzido resultados úteis, ou não têm derivado as informações que potencialmente poderiam produzir.

Esta ineficácia tem diversas origens, mas, em geral, decorre de falhas dos programas de pesquisa e, principalmente, das ações específicas de pesquisas. Uma origem dessas falhas é, muitas vezes, a falta de recursos logísticos. Entretanto, deve-se reconhecer que elas também decorrem da precária ou incompleta formação de muitos pesquisadores e de falhas nas equipes de pesquisa.

A EMBRAPA, desde sua implantação, principalmente, em sua fase inicial, desenvolveu um intenso programa de capacitação especializada de seu quadro de pesquisadores. O programa de pós-graduação propiciou o treinamento avançado de muitos pesquisadores, em áreas específicas. Entretanto, a formação acadêmica formal estreita-se na medida da elevação do nível de treinamento. Paradoxalmente, a elevação do nível de treinamento não contribui, necessariamente, para a melhor formação do pesquisador. Raros programas de pós-graduação contemplam disciplinas relacionadas com a metodologia da pesquisa científica.

Além do conhecimento de sua área específica, o pesquisador precisa ter o adequado domínio dos métodos, técnicas e procedimentos inerentes à pesquisa científica, indispensáveis para o desenvolvimento eficaz das pesquisas em sua área. Entre esses inclui-se o método estatístico, parte integrante do método científico. Em uma instituição de pesquisa, esse domínio de conhecimento deve ser complementado e completado, cooperativamente e solidariamente, através das atividades multidisciplinares e interdisciplinares de equipes completas, integradas por profissionais das diversas disciplinas.

Uma instituição de pesquisa, preocupada com sua produtividade, não pode esperar que seus pesquisadores desenvolvam o conhecimento dos fundamentos da metodologia de pesquisa científica, particularmente do método estatístico, através de iniciativa individual, ao longo da atividade profissional. Mesmo porque tal iniciativa é altamente dependente da vocação individual.

O SNPA, de modo geral, parece encontrar-se em uma fase crucial, após 22 anos de criação da EMBRAPA, em que os recursos que lhe são disponíveis se tornam cada vez mais escassos. Nessas circunstâncias, parece óbvia a necessidade de uma nova tomada de rumos e definições que tendam a implementar condições para a execução de pesquisas mais eficazes, que possam lograr mais impacto, pelo provimento de tecnologias que possam elevar a rentabilidade para a agricultura brasileira.

Pela experiência anterior, esse salto de qualidade teria de partir de investimento em um programa de capacitação de pesquisadores, apropriado para as circunstâncias atuais. Esse programa deveria ser direcionado para complementar a formação dos pesquisadores, obtida em cursos de pós-graduação, através da capacitação em disciplinas não contempladas adequadamente nesses cursos, principalmente em disciplinas relacionadas com o método científico e os métodos quantitativos, particularmente com a estatística.

O ensino de qualquer disciplina é uma questão perene que não tem resposta simples. Em cada disciplina encontra-se uma variedade de opiniões razoáveis. No caso da estatística, o tema de ensino tem sido tópico de discussão em muitos grupos de trabalho, reuniões, simpósios e em outros âmbitos. Há uma literatura crescente sobre o assunto. Entretanto, esses esforços parece não terem produzido os impactos desejados.

A abordagem do ensino da estatística corresponde à opinar sobre as seguintes questões: que? como? onde? As respostas destas questões devem ser antecedidas das respostas preliminares das questões: porque? para quê? para quem?

Neste artigo são abordados e discutidos os aspectos relevantes referentes aos fundamentos da pesquisa científica, às características da pesquisa agropecuária, aos atuais problemas e entraves importantes da pesquisa agropecuária, à relevância dos métodos estatísticos e dos métodos quantitativos na pesquisa agropecuária, ao conhecimento de estatística necessário em uma instituição de pesquisa e às

características de um programa de capacitação de profissionais visando à formação de pesquisadores. São sugeridas diretrizes para o estabelecimento desse programa.

2. PESQUISA CIENTÍFICA

2.1. MÉTODO CIENTÍFICO E ESTATÍSTICA

O sucesso da Física Newtoniana, suportada pela matemática aplicada desenvolveu e fortificou a visão determinística da ciência clássica dos séculos 17, 18 e 19. De fato, o sucesso da aplicação da mecânica de Newton na física e na engenharia estimulou matemáticos à busca de uma lei determinista universal, a partir da qual todos os fenômenos pudessem ser preditos. É atribuído ao matemático Laplace ter proclamado: "Uma vez eu tenha descoberto a lei universal, então, dadas as posições iniciais e as velocidades de todas as partículas neste mundo, eu poderei prever a história futura". O trabalho científico ensinou mais modéstia aos cientistas modernos, que de há muito abandonaram o sonho de uma visão determinística. De fato a pretensão de Laplace foi rechaçada como impossível pelo famoso princípio da incerteza de Heisenberg. Assim, mesmo a física, a líder das chamadas ciências exatas, deixou de ser determinista.

A Estatística é parte da abordagem científica moderna da incerteza. Sua teoria pode ser descrita como a "matemática da incerteza". A lei universal determinista a partir da qual todos os fenômenos poderiam ser preditos exatamente foi abandonada. A abordagem científica moderna admite que as "leis" podem prever apenas "expectativas", e que as observações reais podem diferir destas por "erros estatísticos". É o estudo desses erros que habilita a predições sob incerteza. A matemática da incerteza que governa esses erros é o cálculo de probabilidades.

A estatística, entretanto, não pode ser identificada com o cálculo de probabilidades. Porque a estatística é uma ciência aplicada. Suas inferências dependem vitalmente de conceitos das áreas particulares às quais a estatística é aplicada. Por essa razão ela é comumente identificada com suas áreas de aplicação, assumindo designações específicas em muitos casos, tais como biometria, bioestatística, econometria, sociometria, por exemplo.

Alguns pensam que a estatística não é mais do que um auxílio à ciência, ao qual o pesquisador recorre quando lhe aprouver. No outro extremo, estão aqueles que atribuem à estatística atributos de mágica para extrair informações de dados de pesquisas mal conduzidas. Essas idéias errôneas da função da estatística

decorrem da ignorância do método científico. A estatística é parte integrante do método científico. O conhecimento de sua função e importância na pesquisa científica depende do conhecimento do próprio método científico.

O próprio desenvolvimento da estatística tem decorrido da demanda do método científico e está intimamente relacionado ao desenvolvimento do método científico e ao progresso das diversas áreas da ciência. O progresso da ciência neste século tem sido a fonte para o extraordinário desenvolvimento da estatística.

É notável que o desenvolvimento da estatística moderna iniciou-se justamente na pesquisa agrícola. Na segunda década deste século, as pesquisas da Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra, iniciadas em 1843, tinham gerado um considerável volume de dados. Isto levou seu diretor, John Russell, a procurar, pela primeira vez, um especialista para analisar essa informação numérica, contratando o matemático Ronald Fisher. As expectativas de Russell foram mais que superadas, já que Fisher, no decurso de seus 14 anos em Rothamsted, desenvolveu a teoria e os métodos de que foi necessitando e que se tornaram a base da estatística moderna. No ambiente propiciado por Rothamsted, Fisher conseguiu a aplicação prática de sua teoria da inferência estatística e conclusões relevantes para a pesquisa científica. Entre elas, a de que a quantidade de informação gerada pelas inferências de uma pesquisa não pode ser maior do que a contida nos dados. Conseqüentemente, o processo de geração dos dados passou a assumir uma importância fundamental. Fisher logo compreendeu que, enquanto os mais elaborados procedimentos estatísticos de análise de dados poderiam incrementar a precisão em alguns pontos percentuais, um plano experimental mais apropriado, envolvendo praticamente o mesmo esforço, podia aumentar a precisão ao dobro, ou cinco vezes mais, ou ainda mais, podendo, além disso, fornecer informação adicional sobre importantes questões suplementares.

A partir das contribuições de Fisher para a pesquisa científica agrícola, os novos métodos estatísticos passaram a aplicar-se aos demais ramos da ciência e da tecnologia. Os desenvolvimentos científicos nas diversas áreas demandaram, por sua vez, novas metodologias estatísticas particulares que também se tornaram, em geral, aplicáveis às demais áreas. Assim como o conhecimento científico tornou-se demasiadamente vasto, requerendo a atividade de pesquisa a formação de equipes multidisciplinares, também a metodologia estatística passou a demandar a especialização profissional.

Assim, a eficácia da pesquisa moderna depende não apenas de conhecimento especializado na área de pesquisa particular, mas, também,

fundamentalmente, do conhecimento do método científico, incluindo o método estatístico.

Um fato notório é que, apesar da consolidação do método científico, particularmente do método estatístico, há mais de meio século, os conceitos básicos ainda não são do domínio de muitos pesquisadores. Conseqüentemente, o impacto desse desenvolvimento metodológico ainda não é sentido tão amplamente nas diversas áreas científicas como seria de se esperar.

Esse atraso não é explicado apenas pela demora natural da incorporação de resultados teóricos à atividade prática, no caso à atividade científica e tecnológica. O divórcio que persiste entre a teoria e a prática tem diversas origens, entre elas: falhas no ensino, incluindo a transmissão de conhecimentos através de textos, falta de infra-estrutura e recursos materiais das instituições de pesquisa, obstáculos institucionais e falta de vocação de pesquisadores. Da primeira e da última decorre outra causa não menos importante: a atitude ritualista de muitos pesquisadores, que tendem a aderir, copiar e utilizar idéias, conceitos, métodos e procedimentos, mecanicamente, sem qualquer atitude crítica. Esse comportamento é reforçado pela postura formalista de alguns estatísticos teóricos que tendem a desenvolver os aspectos teóricos de um problema, dissociando-os do contexto prático.

2.2. ABORDAGEM CIENTÍFICA

A Ciência visa a aproximação do conhecimento do mundo empírico, isto é, do mundo passível de experiência pelo homem. Seu propósito é aumentar o conhecimento e melhorar a compreensão acerca dos fenômenos, para seu controle e predição, com vistas à melhoria das condições de vida e do bem estar do homem, e seu domínio sobre a natureza.

O procedimento da ciência para a produção do conhecimento é a *pesquisa científica*, ou seja, a investigação crítica e exaustiva, através do método científico, com o propósito de descobrir novos fatos e sua correta interpretação.

O conhecimento científico cresce e se aperfeiçoa por aproximações sucessivas. Cada pesquisa científica, em última instância, é um processo de modelagem aproximada de relações entre características de *sistemas* (fenômenos, processos). Ou seja, da relação entre um conjunto de características que exprimem o desempenho do sistema de interesse (*características respostas*) e um conjunto de

características (*características explanatórias*) cujo controle e alteração convenientes possam, supostamente, implicar na melhoria do desempenho do sistema. Essa relação, entretanto, é afetada pelas demais características (*características estranhas*) que interferem no desempenho do sistema. A inevitável presença desse terceiro conjunto de características não pode ser ignorada. O estabelecimento de uma relação determinista é, usualmente, uma representação inadequada da realidade. Uma representação realista demanda a formulação de um modelo estatístico.

Diversos níveis, métodos e abordagens de modelagem alternativos podem ser adotados. A modelagem pode deter-se em partes do sistema, estabelecendo relações separadas entre subconjuntos de características de subsistemas do sistema global, ou abranger o sistema globalmente. Os modelos podem ser físicos ou matemáticos. Os métodos e abordagens podem ser empíricos (fatuais) ou conceituais (formais); podem compreender representações objetivas ou subjetivas das situações reais, e podem implicar em presença ou ausência de controle da manifestação de características explanatórias. Essas alternativas distinguem os diversos métodos de pesquisa, que, conseqüentemente, diferenciam-se quanto à representatividade e realismo e à confiabilidade de inferências referentes à direção e natureza de relações causais.

Nenhum método de pesquisa satisfaz simultaneamente a esses três critérios desejáveis para uma pesquisa científica. A escolha do método para uma pesquisa particular depende dos propósitos da pesquisa, de seus custos e exequibilidade. Idealmente, uma instituição de pesquisa deveria contar com organização e recursos humanos e materiais necessários para empregar os diversos métodos de pesquisa, conforme apropriado para cada pesquisa particular. Para tal, seria indispensável a formação de equipes multidisciplinares capacitadas e o exercício de atividades interdisciplinares, cooperativas e complementares, dos pesquisadores.

3. PESQUISA AGROPECUÁRIA

3.1. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA AGROPECUÁRIA

A pesquisa agropecuária visa a melhoria do desempenho dos sistemas agropecuários no que se refere às suas implicações econômicas e sociais. A característica marcante dos sistemas agropecuários são sua complexidade intrínseca e extrínseca. A primeira decorrente da extraordinária variação dos sistemas

agrícolas e pecuários, que compreendem a exploração de grande número de espécies vegetais e animais sob variação também enormemente acentuada de condições tecnológicas, econômicas e sociais. A segunda está relacionada à elevada dependência ou interação com ambiente altamente variável. A conseqüente complexidade para a pesquisa agropecuária é mais acentuadamente elevada em um país com grande abrangência geográfica e elevada heterogeneidade social e econômica, como o Brasil.

Essas características ressaltam a grande complexidade da pesquisa agropecuária no Brasil. Resultados de pesquisa devem ser gerados para resolver problemas de uma extensa área, com enorme variação ecológica e de condições econômicas e sociais.

A variação ambiental constitui um problema complexo para lograr a representatividade da pesquisa agropecuária, aumentando enormemente as dificuldades para inferências com propósitos de gerar recomendações para agricultores. Sob essas condições, a pesquisa, principalmente a pesquisa experimental, exige recursos bastante elevados. Conseqüentes complexidades decorrem para a programação, o planejamento e a condução da pesquisa, e o gerenciamento e a análise da informação utilizada e gerada pela pesquisa.

3.2. PROBLEMAS DA PESQUISA AGROPECUÁRIA

Um programa de capacitação visa a mudança para uma nova situação. No caso particular da capacitação em estatística, o programa tem que visar habilitar os pesquisadores para a utilização da metodologia científica que contribua para o desenvolvimento de pesquisas mais eficazes, que possam ter impacto relevante para o desempenho da agropecuária. Esse programa tem que ter como meta a correção das atuais deficiências da pesquisa e, também, a habilitação dos pesquisadores, incluindo os estatísticos, para as mudanças e novas linhas e possibilidades de pesquisa que estão surgindo.

Portanto, torna-se importante caracterizar os atuais problemas, entraves e deficiências da pesquisa. Uma lista é apresentada a seguir, sumariamente e sem pretensão de que seja completa.

- 1) Demasiada ênfase é destinada à pesquisa experimental, em prejuízo da utilização de outros métodos de pesquisa em circunstâncias em que são mais apropriados.

- 2) Dedicam-se atenção e tempo insuficientes para a concepção e o planejamento das pesquisas. Conseqüentemente, são realizadas pesquisas com problemas e hipóteses inadequados e mal formulados, são conduzidos experimentos repetitivos, experimentos se tornam inconclusivos ou não fornecem respostas às questões que visavam responder, e resultados de pesquisa não são aplicáveis à realidade.
- 3) Experimentos não têm seus dados criticados e analisados, têm dados apenas parcialmente analisados e não têm dados analisados a tempo para consideração dos resultados alcançados nas reuniões de programação das pesquisas.
- 4) Como conseqüência, prolonga-se demasiadamente a execução de experimentos, altera-se planos de experimentos e interrompe-se experimentos inadequadamente.
- 5) Atribui-se atenção insuficiente ao acompanhamento das pesquisas e ao registro e controle dos dados, com conseqüentes prejuízos para a qualidade das informações geradas.
- 6) Há pouca atividade interdisciplinar, especialmente importante nas fases de planejamento e avaliação de resultados da pesquisa, o que significa pouco intercâmbio de experiências e pouco exercício de crítica que possa favorecer a qualidade das pesquisas..
- 7) Pouca atenção é dedicada à exploração de dados de pesquisa para estudos visando a derivação de informações importantes, além daquelas que constituíram os propósitos dos experimentos, e a avaliação dos progressos das pesquisas.
- 8) Inexiste sistemática institucional de registro, armazenamento e preservação das informações geradas pela pesquisa, o que torna difícil ou inviável os estudos referidos no item anterior, especialmente quando decorre afastamento de pesquisadores.
- 9) Atividades de pesquisa cumprem um ritual, em prejuízo da orientação científica de racionalidade e criatividade.
- 10) Pesquisadores tendem a seguir "receitas estatísticas", sem consideração de sua adequabilidade e dos "ingredientes" disponíveis. São exemplos, os

indiscriminados usos de delineamentos de parcelas divididas para experimentos fatoriais e de procedimentos de comparações múltiplas.

- 11) Pesquisadores têm conhecimentos insuficientes da metodologia da pesquisa científica, em particular dos métodos estatísticos, indispensáveis para o exercício das atividades de pesquisa em sua área especializada.**
- 12) Falta interesse e motivação para estudo da metodologia da pesquisa científica, particularmente do método estatístico.**
- 13) Falta e usa-se mal recursos para a automação da coleta e processamento da informação da pesquisa, particularmente da análise de dados.**
- 14) Falta (quantitativa e qualitativa) de pesquisadores especialistas em estatística e, em geral, em métodos quantitativos.**
- 15) Falta de política de capacitação contínua de pesquisadores, em particular de estatísticos, e falta de oportunidade para treinamento em métodos quantitativos.**

Importante, também, é a capacitação dos pesquisadores, para as novas perspectivas que se descortinam. São esperanças as mudanças que poderão advir dos recentes desenvolvimentos na biologia molecular e na manipulação genética de plantas e de animais, que abrem perspectivas para aplicação em biotecnologia, assim como na agricultura convencional. Elas também poderão provocar nova visão na biologia de plantas e animais. Também há expectativas de maiores desenvolvimentos na habilidade de plantas para fixação de nitrogênio, tanto do ar como do solo, e na habilidade de animais para a conversão de proteína. Nestas áreas, há importantes e difíceis problemas de delineamento e análise de experimentos para os estatísticos. Experimentos tradicionais serão necessários quando esses novos métodos e novos materiais genéticos tiverem que ser avaliados e integrados no nível de cultivo ou rebanho. Possivelmente, a pesquisa experimental será parte de uma pesquisa muito mais ampla do sistema, envolvendo os novos métodos e os novos materiais. Para que os estatísticos possam contribuir para essa nova era devem reconhecer que o mundo está mudando e continuará a mudar. Deverão reavaliar suas prioridades. Trabalhos aplicados estão demasiadamente concentrados em ganhos marginais em delineamento de experimentos e análise de dados. Essas pequenas melhorias são muitas vezes espúrias dada a natureza aproximada dos modelos usados na análise e porque a parte crítica da inferência estatística é o passo do experimento para o mundo mais

amplo, não dos dados para as conclusões do experimento. Os estatísticos envolvidos com a pesquisa agrícola precisam reconhecer e envolver-se mais com a pesquisa científica básica que está conduzindo a novos e melhores métodos de produção de alimentos. A modelagem de sistemas terá um relevante papel, tanto nas pesquisas básicas como na implementação de novas descobertas de pesquisa.

3.3. A ESTATÍSTICA E OS MÉTODOS QUANTITATIVOS NA PESQUISA AGROPECUÁRIA

O desenvolvimento da matemática aplicada, particularmente da estatística, tem decorrido da demanda do progresso científico e tecnológico. O fato de que o desenvolvimento da estatística moderna iniciou-se justamente na pesquisa agrícola explica suficientemente a elevada relevância dos métodos estatísticos nessa área de pesquisa. O desenvolvimento da base conceitual e metodológica da pesquisa científica, e, em particular, na pesquisa experimental, de planos experimentais mais apropriados para as circunstâncias de cada experimento, bem como de métodos mais objetivos e eficientes de análise de dados, têm incrementado a velocidade, as possibilidades e a confiabilidade da pesquisa agrícola.

Esse desenvolvimento metodológico tem decorrido, em grande parte, do vasto incremento da capacidade de computação que se tornou disponível a partir da década de 1960. As crescentes facilidades de computação têm permitido aos pesquisadores maiores possibilidades para decisões referentes ao melhor uso dos recursos disponíveis para a pesquisa; em particular, para planejar melhores experimentos e analisar seus dados mais adequadamente, logrando a exploração mais eficiente da informação provida pelos experimentos.

Esses desenvolvimentos têm tido consideráveis implicações para as atividades do estatístico e dos demais pesquisadores e, em particular, para programas de capacitação e atualização de pesquisadores, incluindo os estatísticos. Sem a apropriada capacitação para a compreensão dos métodos implementados nos "pacotes" de computação, essas poderosas facilidades disponíveis para a análise de dados não poderão ser utilizadas e, se utilizadas incorretamente, poderão conduzir a resultados enganosos.

Como decorrência desse progresso, os pesquisadores e os estatísticos em particular devem mudar atitudes e interesses. Apenas dessa forma poderão incrementar sua contribuição para a pesquisa agrícola e, por consequência, para a

agricultura. Caso contrário, adicionarão muito marginalmente às grandes contribuições do passado.

Saliente-se que muito da potencial contribuição da estatística para a pesquisa agrícola depende da mudança de orientação da própria pesquisa. A pesquisa agrícola tem sido muito compartimentalizada e assim continua, apesar dos esforços para a reorientação de seu enfoque. A adoção de resultados da pesquisa obviamente requer que qualquer componente do sistema agrícola que esteja sob exame seja encarado como parte do sistema agrícola global. Frequentemente, as implicações de alterações são muito amplas, de modo que as conseqüências sociais e econômicas devem ser consideradas em um contexto muito mais amplo do que a parte individual sob pesquisa. Certamente, a estatística tem que oferecer contribuições para o estudo do sistema agrícola global, distintas daquelas que estão disponíveis para a pesquisa de pequenas partes do sistema, relevantes para experimentos individuais. Tais contribuições seriam relevantes para a construção de modelos, para o planejamento de experimentos para teste de modelos e para a derivação de inferências dessas pesquisas.

A estatística é a matemática aplicada ao processo de modelagem que leva em conta a incerteza decorrente da aproximação da realidade através da representação lograda pelo modelo. Entretanto, modelos deterministas continuam a ser usados com utilidade em muitas situações, como, por exemplo, modelos não estocásticos de programação matemática e de simulação. A teoria e a aplicação desses métodos passaram a ter grande desenvolvimento, principalmente a partir da década de 1940. Esses métodos de modelagem têm sido geralmente abrangidos pelas designações de pesquisa operacional e engenharia de sistemas. A consideração da estrutura estocástica nesses modelos vincula, estreitamente, essas disciplinas com a estatística.

O advento da computação eletrônica, na década de 1940, juntamente com os inventos anteriores da telecomunicação e de instrumentos para observação e registro de propriedades de objetos e eventos, tornou possível a observação, comunicação e manipulação de símbolos. Sua organização sistêmica tornou viável a mecanização do trabalho físico e mental, ou seja, a automação. Desde então, surgiram, também, outras disciplinas relacionadas à matemática aplicada, decorrentes do desenvolvimento da computação eletrônica. Entre elas, a informática, as teorias da comunicação, da informação e da decisão, a cibernética e as ciências do comportamento e da administração.

A utilização da estatística, dessas outras disciplina e da matemática aplicada em geral tornou-se altamente dependente da informática.

Em particular, as aplicações da estatística na pesquisa agropecuária estão estreitamente relacionadas com as aplicações da informática. Estão relacionadas, também, com a matemática aplicada à modelagem de sistemas, especialmente com a pesquisa operacional. Dessa forma, um programa de capacitação contínua em estatística tem, necessariamente, que estar relacionado com programas semelhantes nestas duas áreas. Entretanto, aqui, tenta-se restringir considerações à capacitação em métodos estatísticos.

4. CONHECIMENTO DA ESTATÍSTICA EM UMA INSTITUIÇÃO DE PESQUISA

Questões naturais dizem respeito ao domínio de conhecimento do método estatístico que os pesquisadores nas diversas áreas devem possuir para que possam cumprir suas funções apropriadamente, à demanda de especialistas em estatística nas equipes multidisciplinares de pesquisa, e à organização institucional dessas equipes. Em geral, instituições de pesquisa de países desenvolvidos têm resolvido essas questões de diversas maneiras. Entretanto, elas constituem problemas sérios ainda não solucionados em muitos países em desenvolvimento, como o Brasil, e que têm tido impacto negativo para o desenvolvimento científico e tecnológico desses países. Esses problemas decorrem de deficiência e instabilidade das instituições de pesquisa, objetivos imediatistas que implicam na execução massiva de pesquisas, sem a necessária atenção para sua qualidade e eficácia, falta de recursos financeiros e falta de profissionais especializados no mercado de trabalho.

A pesquisa científica, desde há muito, é uma atividade coletiva, conduzida por equipes multidisciplinares, formadas por especialistas de diversas áreas; no caso da pesquisa agropecuária, especialistas das diversas disciplinas relacionadas com a agricultura e a pecuária. Para que possam ser eficazes no cumprimento de suas responsabilidades, essas equipes têm que ter o domínio do conhecimento de sua área de atuação. No que diz respeito à estatística, em particular, devem ter condições e capacidade para utilizar os métodos estatísticos mais modernos e apropriados para cada situação particular, incluindo o uso dos recursos exigidos para a implementação desses métodos, como os recursos de computação.

Os pesquisadores especialistas das diversas áreas de pesquisa devem ter domínio de conhecimento da metodologia da pesquisa científica que seja

indispensável para a compreensão e a tomada de decisões e de ações referentes aos aspectos usuais do planejamento e da condução das pesquisas sob suas responsabilidades, e para a execução da análise, interpretação e difusão de seus resultados. Esse domínio de conhecimentos deve abranger os métodos estatísticos e os recursos de computação estatística, incluindo os "pacotes" para análise de estatística.

Cabe aos especialistas em estatística a complementação do domínio de conhecimento das equipes de pesquisa, com o conhecimento dos métodos mais sofisticados que demandem capacitação especializada e que requeiram base teórica mais avançada em matemática e estatística. Também compete ao estatístico a capacitação para a execução de estudos e pesquisas visando a adaptação e o desenvolvimento de novos métodos e técnicas.

Esta é a distribuição ideal do conhecimento de estatística pelas equipes de pesquisa. Na realidade, entretanto, ela não ocorre nas instituições de pesquisa brasileiras, pela incompleta formação da grande maioria dos pesquisadores e de muitos estatísticos, e porque as instituições de pesquisa nacionais não contam com profissionais especializados em estatística, ou não os têm em quantidades adequadas.

Dessa forma, um programa de treinamento terá de basear-se nessa realidade das instituições de pesquisa e na realidade brasileira. Parece mais realista buscar a capacitação dos pesquisadores, visando elevar seu domínio de conhecimentos tanto quanto possível, na dependência de sua formação e vocação, propiciar a capacitação dos novos estatísticos e o aperfeiçoamento continuado dos mais experientes.

Um recurso indispensável na atual situação é a aproximação dos especialistas de universidades para a execução de atividades de consultoria mais especializada, integração de equipes de treinamento e desenvolvimento de pesquisas cooperativas com estatísticos e pesquisadores do SNPA

5. UM PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM MÉTODOS QUANTITATIVOS

5.1. INTRODUÇÃO

Um programa de capacitação em métodos quantitativos para pesquisadores do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária tem que se adequar à presente situação e às necessidades da pesquisa agropecuária brasileira, caracterizadas anteriormente. Principalmente, ao seguinte:

- 1) O SNPA conta com um número elevado de pesquisadores, com formação diversificada, exercendo atividades em uma grande variedade de disciplinas e de áreas de pesquisa. Em geral, esses pesquisadores têm conhecimentos precários ou insuficientes da metodologia da pesquisa científica, em particular, dos métodos estatísticos, indispensáveis para que desempenhem eficazmente suas funções.
- 2) A abrangência dos métodos quantitativos é extremamente ampla. Alguns desses métodos são de importância fundamental para qualquer atividade de pesquisa; outros têm aplicabilidade variável com a área de pesquisa.
- 3) O SNPA compreende um número extraordinariamente elevado de instituições e unidades de pesquisa, distribuídas pela extensa área geográfica do País.
- 4) O SNPA conta com um número muito reduzido de estatísticos, com formação heterogênea; alguns deles têm formação acadêmica em nível de doutorado; a maioria tem formação em nível de mestrado ou de curso superior.
- 5) Há em universidades brasileiras um contingente razoável de especialistas em estatística que poderiam colaborar através de atividades de consultoria, pesquisa e ensino.
- 6) A execução do programa não pode conflitar com as atividades de pesquisa. Dessa forma, ele deve ter caráter intensivo e ser desenvolvido por etapas e modularmente, favorecendo a elevação dos conhecimentos dos pesquisadores paulatinamente.

Um programa de capacitação em métodos quantitativos tem que ser homogêneo e abrangente quanto às unidades e instituições de pesquisa do SNPA, ao corpo de pesquisadores e aos métodos e, ao mesmo tempo, levar em conta suas particularidades. Dessa forma, ele deveria ser coordenado e supervisionado por uma Comissão Coordenadora, vinculada ao Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia (DPD) da EMBRAPA.

Com base nessas circunstâncias, sugere-se, para discussão, a caracterização que segue de um Programa de Capacitação em Métodos Quantitativos para Pesquisadores.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO PARA PESQUISADORES

O programa deveria constar das seguintes atividades:

- 1) Cursos de curta duração.
- 2) Estudos orientados.
- 3) Livros-textos, monografias, boletins didáticos e outros meios de difusão escrita de metodologias, procedimentos, etc.
- 4) Seminários.
- 5) Consultoria.
- 6) Estágios e treinamento em serviço.

Cursos de curta duração

Objetivo: Ensino de disciplinas e tópicos específicos para grupos de pesquisadores, conduzido principalmente em salas de aula e laboratórios.

Público alvo: Pesquisadores do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária.

Equipe docente: Estatísticos e pesquisadores do SNPA com capacitação compatível, docentes de universidades e consultores.

Estrutura: O conjunto dos cursos compreenderia duas etapas: a primeira geral para todos os pesquisadores, sem distinção de disciplinas e de áreas de pesquisa; a segunda para grupos de pesquisadores de áreas ou disciplinas afins. Em cada uma das duas etapas, os cursos seriam estruturados modularmente, com conteúdos apropriadamente definidos para cumprir as exigências de prerrequisitos, de modo que cada curso abranja de uma a quatro semanas.

Conteúdo: As ementas dos cursos seriam definidas pela Comissão Coordenadora. O Plano de Ensino de cada curso, incluindo programa detalhado, carga horária e cronograma de execução, seria elaborado pela correspondente equipe docente e aprovado pela Comissão Coordenadora. Em linhas gerais e sumariamente, o conteúdo poderia compreender o seguinte:

- Primeira etapa: Disciplinas e tópicos necessários para a formação do pesquisador em geral, independentemente de área de pesquisa e disciplina: Pesquisa científica (caracterização e fundamentos da pesquisa científica e dos métodos de pesquisa), estatística básica (estatística descritiva, elementos de

probabilidade e de inferência estatística), métodos estatísticos de aplicabilidade geral na pesquisa agropecuária (métodos de amostragem, estatística experimental, análise de regressão e correlação) e computação estatística, sistemas agropecuários, bancos de dados, “software” aplicativos.

- Segunda etapa: Disciplinas e tópicos referentes à áreas particulares de pesquisa; por exemplo, métodos estatísticos e técnicas experimentais para pesquisas com plantas anuais, métodos estatísticos e técnicas experimentais para pesquisas com plantas perenes, métodos estatísticos e técnicas experimentais para pesquisas com animais de pequeno porte, métodos estatísticos e técnicas experimentais para pesquisas com animais de grande porte. métodos estatísticos e técnicas experimentais para o melhoramento genético de plantas, métodos estatísticos e técnicas experimentais para pesquisas de fertilização e conservação de solos, métodos estatísticos e técnicas experimentais para pesquisas de tecnologia de sementes, estatística aplicada à agrometeorologia, estatística aplicada a pesquisas em fitossanidade. métodos estatísticos para pesquisas epidemiológicas, pesquisa em sistemas, computação científica aplicada, uso de software aplicativos, etc...

Orientação: Dada a inexistência, em geral, de textos apropriados para os propósitos do Programa de Capacitação e seu caráter intensivo, cada curso seguiria um texto especialmente elaborado para atendimento dos propósitos do treinamento e que viessem a servir para o ulterior desenvolvimento de estudos e consultas pelos pesquisadores. Os textos deveriam enfatizar os aspectos conceituais e metodológicos, com ampla ilustração com exemplos da pesquisa agropecuária. Os cursos que envolvam computação estatística deveriam adotar um "pacote" de análise estatística apropriado, disponível para utilização dos pesquisadores do SNPA. Seria conveniente que os participantes recebessem um treinamento introdutório ao uso desses pacotes, anteriormente aos cursos. Os docentes deveriam ficar à disposição dos participantes, em seus respectivos locais de trabalho, para atendimento de consultas e orientação no desenvolvimento de estudos, no período subsequente à cada curso.

Localização: Os cursos poderiam ser regionais, ou locais, conforme a demanda.

Épocas: Escolhidas apropriadamente, de modo a evitar conflito com as atividades de pesquisa.

Dedicação dos participantes: Exclusiva, com frequência obrigatória de, pelo menos, 90% das atividades.

Avaliação dos cursos: Referentes ao conteúdo, material utilizado, aspectos didáticos, etc., efetuada na conclusão de cada curso.

Avaliação da aprendizagem dos participantes: Prova escrita, realizada de duas a quatro semanas após a conclusão de cada curso.

Certificados: Aos participantes aprovados em cada curso seria conferido o correspondente certificado.

Estudos orientados

Um período de estudos orientados seguir-se-ia após a conclusão de cada curso, sob a orientação da respectiva equipe docente, com o propósito do desenvolvimento dos estudos e consolidação da aprendizagem.

Livros-textos, monografias, boletins didáticos, manuais e outros meios de difusão escrita de metodologias, técnicas, procedimentos, etc.

Livros-textos e monografias seriam especialmente elaborados pelas equipe docentes para suporte ao treinamento. Dessa forma, os pesquisadores do SNPA teriam à disposição, para estudos e consultas, pelo menos um texto correspondente a cada um dos cursos desenvolvidos.

Além disso, seriam utilizados outros meios, tais como boletins didáticos e manuais, para ensino e difusão de metodologias, técnicas e procedimentos, incluindo o uso de programas e pacotes para a análise de dados.

Seminários

Seminários sobre tópicos específicos para a difusão de metodologias úteis para a pesquisa agropecuária, seriam programados e conduzidos nas unidades de pesquisa.

Consultoria

O programa deveria contar com atividades de consultoria de pesquisadores capacitados e experientes dos próprios quadros do SNPA e de docentes e pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa nacionais, estrangeiras e internacionais.

Estágios e treinamentos em serviço

Estágios e treinamentos em serviço em unidades de pesquisa do próprio SNPA e em instituições de ensino e pesquisa nacionais, estrangeiras e internacionais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKOFF, R.L. Science in the systems age: Beyond IE, OR and MS. **Operations Research**, v.21, p.661-671, 1973.
- BOX, G.E.P. Science and statistics. **Journal of the American Statistical Association**, v.71, n.365, p.791-799, 1976.
- CORRÊA DA SILVA, J.G. Métodos quantitativos na pesquisa agropecuária; métodos quantitativos na EMBRAPA: origens, histórico, situação atual e perspectivas futuras. In: MEMÓRIA DO PRIMEIRO ENCONTRO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DA EMBRAPA. Brasília, 1982. p.21-86. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, 1982.
- CORRÊA DA SILVA, J.G. **A Estatística na Pesquisa Agrícola**. Palestra apresentada no Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.
- CORRÊA DA SILVA, J.G. **Pesquisa Científica**, versão preliminar. Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 1992. 56p.
- COX, C.P. Some observations on the teaching of statistical consulting. **Biometrics**, v.24, p.789-801, 1968.
- CURNOW, R.N. Statistics in biometry and agriculture. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, v. 147, p.349-358, 1984.
- FEDERER, W.T. Some remarks on statistical education. **The American Statistician**, v.32, n.4, p.117-121, 1978.
- FEDERER, W.T. Cutting edges of biometry. **Biometrics**, v.40, p.827-839, 1984.

- FINNEY, D.J. The statistician and the planning of field experiments. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, v.119, p.1-27, 1956.
- FINNEY, D.J. Statistics and statisticians in agricultural research. **Journal of Agricultural Science**, v.91, p.653-659, 1978.
- GOWER, J.C. Statistics and agriculture. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, v.151, n.1, p.179-200, 1988.
- HARTLEY, H.O. Statistics as a science and as a profession. **Journal of the American Statistical Association**, v.75, n.369, p.1-7, 1980.
- INFANTE, A.M. **Teoria e Prática no Planejamento de Experimentos**. Relatório Técnico N° 13/88. IMECC - UNICAMP. Campinas, 1988. 29p.
- KEMPTHORNE, O. **The Teaching of Statistics: Content Versus Form**. Journal Paper N° J-9366. Iowa State University, Home Economics Experiment Station. Ames, 12p.
- PREECE, D.A. La biométrie: Pas rites mais science. In: **INTERNATIONAL BIOMETRIC CONFERENCE, XI. Proceedings**. Toulouse, 1982. p.189-193.
- RIPLEY, B.D. Statistics in the natural sciences. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, v.147, p.340-348, 1984.



IMPRESSÃO: EMBRAPA - SPI