

# **Como estruturar a função tecnológica na empresa**

**Eduardo Vasconcellos**  
Prof. Titular do IA/FEA/USP

## A FUNÇÃO TECNOLÓGICA NA EMPRESA

A pesquisa tecnológica era, inicialmente, realizada no Brasil somente pelas Universidades e Instituições de Pesquisa. As empresas obtinham a tecnologia do exterior e em certos casos contratavam Instituições Brasileiras. Nos últimos 15 anos um conjunto de fatores contribuíram para o aumento do número de empresas que passaram a criar unidades próprias para o desenvolvimento tecnológico:

- conscientização da importância da tecnologia para o sucesso da empresa;
- barreiras à importação de tecnologia em função de dificuldades da balança de pagamentos;
- incentivos governamentais para a criação dos Centros cativos;
- dificuldades enfrentados pelas Universidades e Institutos de Pesquisa em satisfazer esta demanda.

Segundo Marcovitch (1981), em 1977, existiam 177 Centros tecnológicos no Brasil vinculados a empresas públicas e privadas.

Espera-se que em futuro próximo, os Centros de tecnologia de empresas no Brasil ocupem o papel que hoje desempenham os Centros de empresas de países desenvolvidos. No Japão, 64% dos investimentos em P&D (8,7 bilhões de dólares em 1975) são gastos pelas empresas. Já nos Estados Unidos, França e Alemanha, os governos financiam grande parte do esforço feito pelas empresas em P&D.

Entretanto, se a criação destes Centros não for acompanhada da utilização de instrumentos eficazes de gestão, os objetivos poderão ser seriamente comprometidos. A estruturação é uma das Funções Gerenciais de maior relevância para o sucesso do Centro de P&D, porque ela permite organizar os recursos humanos e materiais, de forma a possibilitar o atingimento dos objetivos maximizando a utilização dos recursos disponíveis.

Antes de discutir as formas de estruturar P&D na empresa convém refletir sobre o grau de intensidade e concentração dos esforços de P&D (quando existem) em uma dada empresa. De forma geral, os níveis de concentração formam uma escala na qual destacamos três pontos principais:

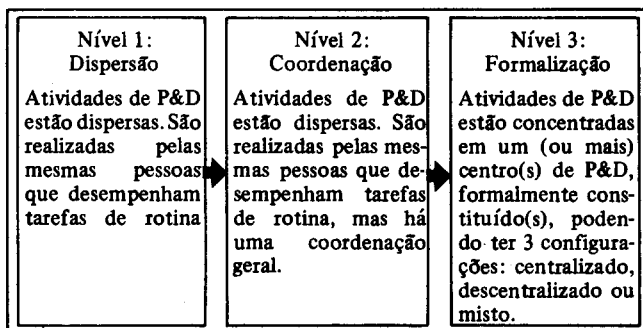


Figura 1: Níveis de concentração em P&D

No primeiro nível, temos a realização de atividades de aprimoramento de processos e produtos, ocorrendo no dia-a-dia da empresa, aproveitando "horas vagas" e realizadas nas várias unidades da Fábrica, no Laboratório de Controle de Qualidade, no Setor de Manutenção etc. Este é o caso mais freqüente, se observarmos o conjunto das empresas nacionais.

Neste primeiro nível temos as seguintes vantagens:

- utilização de capacidade ociosa das equipes de rotina;
- desenvolvimento de atividade de P&D adaptada às necessidades imediatas da empresa porque são realizadas pelas próprias pessoas que sentem essas necessidades. Evita-se fazer pesquisa pela pesquisa;
- facilidade de implantação dos resultados;
- motivação das equipes de rotina porque essa atividade de inovação permite um autodesenvolvimento.

Os principais problemas encontrados pelas empresas que estão nessa fase são:

- as atividades de rotina são sempre prioritárias, ficando a inovação para um segundo plano. Se estiver em um mercado de alta competição tecnológica a empresa não sobrevive;
- visão de P&D fica muito imediatista, buscando soluções a curto prazo para problemas técnicos de processos e produtos, sem uma estratégia definida;
- freqüentemente as pessoas voltadas para a rotina não têm capacitação suficiente para as atividades de inovação tecnológica;
- alto risco de duplicação de esforços.

Quando a empresa decide indicar um coordenador para integrar esses esforços, o segundo nível foi atingido. Este coordenador pode realizar diversas tarefas com objetivo de aumentar o grau de sucesso das atividades de P&D. Algumas delas são:

- manter um sistema de informação para saber o que se faz em termos de desenvolvimento tecnológico nas várias unidades da empresa;
- promover intercâmbio de experiências;
- dar suporte a essas atividades, contratando consultores, promovendo palestras e seminários;
- desenvolver, em conjunto com o setor de recursos humanos, um plano de desenvolvimento técnico do pessoal;
- promover a participação dos elementos envolvidos com P&D em cursos de congressos;
- criar mecanismos para definir necessidades prioritárias de aperfeiçoamento tecnológico junto às várias áreas da empresa.

Esse nível é superior ao primeiro, em termos de desenvolvimento de uma efetiva capacitação tecnológica. Entretanto, as limitações do nível, com exceção da duplicação de esforço, continuam existindo. É difícil, por exemplo, captar recursos externos para o desenvolvimento de projetos de P&D quando as equipes dos projetos poderão ficar totalmente absorvidas por necessidades da rotina, deixando a empresa em má situação quanto ao cumprimento dos cronogramas propostos.

O último nível é a criação de uma (ou mais) unidade formalmente constituída dentro da empresa que dedicará às atividades de P&D. Este Núcleo deverá, não necessariamente fazer pesquisas; ele poderá contratar, ou mesmo comprar pacotes tecnológicos, adaptando-os às necessidades da organização. A empresa poderá optar por ter um único Centro de P&D, um para cada Divisão, ou uma situação mista em que haja um Centro para cada divisão e ao mesmo tempo uma unidade central.

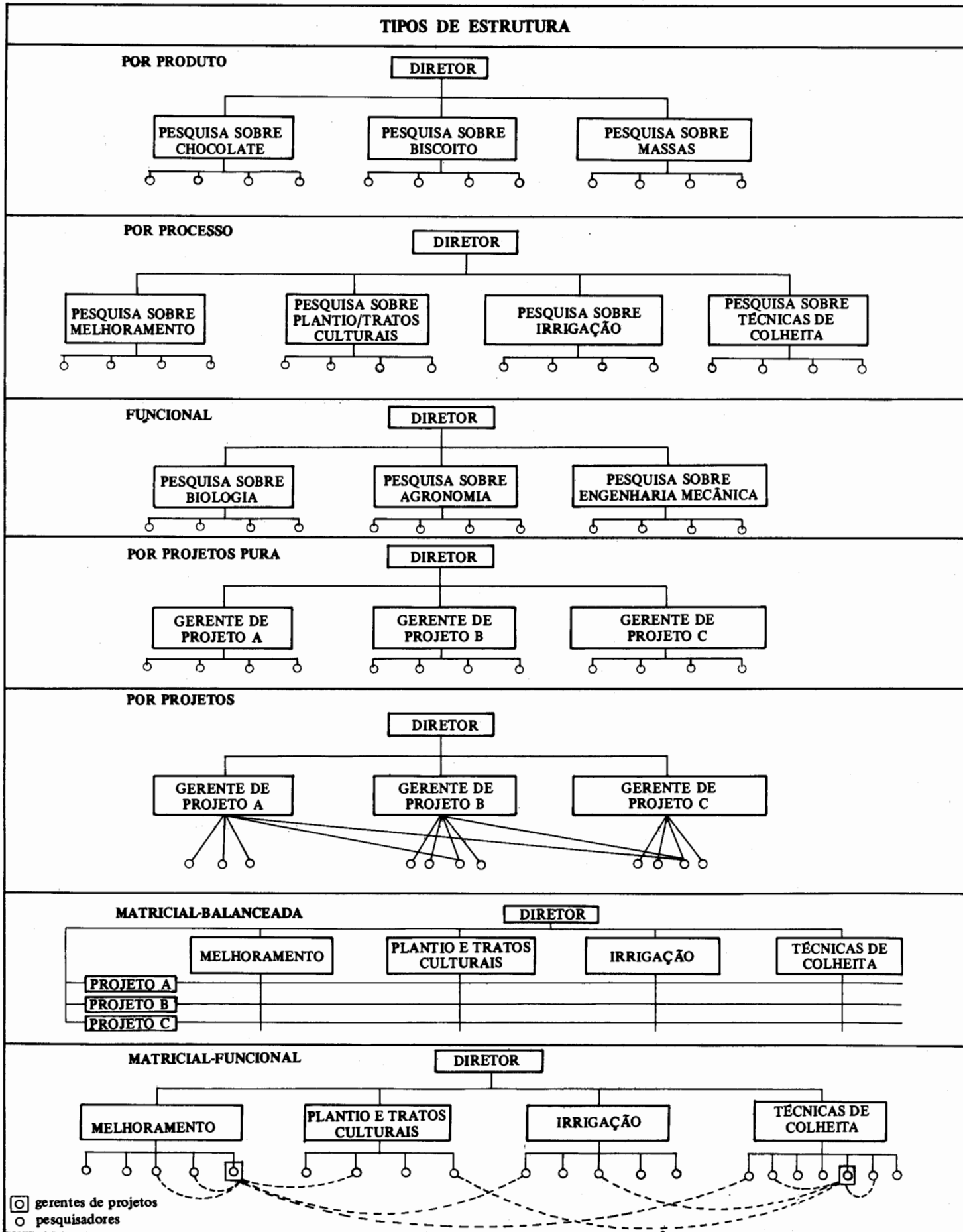


Figura 2: Condicionamento da estrutura: aplicação para um centro de P&D.

	CARACTERÍSTICA	CONDIÇÕES QUE FAVORECEM A PARTICIPAÇÃO	CONSEQUÊNCIAS DA UTILIZAÇÃO
	Pesquisadores agrupados conforme os produtos ou linhas de produto da empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada diferenciação entre os produtos exigindo atenção individualizada</li> <li>- Volume mínimo de pesquisas em cada produto ou linhas de produtos para justificar a existência de uma unidade organizacional</li> <li>- Não há projetos envolvendo pesquisadores de várias unidades do centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior aproximação dos pesquisadores em relação às peculiaridades e necessidades tecnológicas de cada produto</li> <li>- O pesquisador é estimulado por acompanhar de perto a utilização efetiva dos resultados da pesquisa</li> <li>- Risco de duplicação de esforços, duplicação de recursos humanos e equipamentos, caso não haja grande diversificação tecnológica</li> <li>- Com o tempo as unidades ficam estanques dificultando trabalhos integrados no futuro</li> </ul>
	Pesquisadores agrupados conforme etapas de um processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada diferenciação entre as pesquisas feitas para cada etapa do processo</li> <li>- Volume mínimo de pesquisas em cada etapa do processo para justificar a existência de uma unidade organizacional</li> <li>- Não há projetos envolvendo pesquisadores de várias unidades do centro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior aproximação dos pesquisadores com os problemas tecnológicos de cada etapa do processo produtivo</li> <li>- Especialização nas etapas do processo</li> <li>- O pesquisador é estimulado por acompanhar de perto a utilização efetiva dos resultados da pesquisa</li> <li>- Risco de duplicação de esforços, duplicação de recursos humanos e equipamentos, caso não haja grande diversificação tecnológica</li> <li>- Com o tempo as unidades ficam estanques dificultando trabalhos integrados no futuro</li> </ul>
	Pesquisadores agrupados conforme a formação técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada diferenciação entre as especialidades técnicas dos pesquisadores</li> <li>- Necessidade de especialização dentro de cada área técnica</li> <li>- Pesquisas unidisciplinares</li> <li>- Pouca variedade de produtos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mais fácil formar a "memória técnica" do centro</li> <li>- Formação de capacitação científica e facilitada</li> <li>- Maior tendência à especialização por área do conhecimento</li> <li>- Eficiente utilização dos recursos humanos e materiais evitando duplicações</li> <li>- Com o tempo as unidades ficam estanques dificultando trabalhos integrados no futuro</li> </ul>
	Pesquisadores agrupados conforme os projetos que desenvolvem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetos utilizando recursos materiais e humanos em tempo integral</li> <li>- Projetos de duração longa</li> <li>- Centro de pesquisa de tamanho reduzido</li> <li>- Pouca diversificação tecnológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação de capacitação em gerência de projetos</li> <li>- Eficiente integração na equipe do projeto facilitando atingimento de prazos e alterações exigidas pela produção</li> <li>- Ineficiente formação de capacitação tecnológica</li> <li>- Risco elevado de duplicação de recursos e materiais e capacidade ociosa</li> <li>- Há um único responsável pelo projeto que atende a fábrica e as demais unidades da empresa</li> </ul>
	Pesquisadores agrupados conforme os projetos que desenvolvem sendo que cada pesquisador pode estar alocado a mais de um projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetos que usam recursos em tempo parcial</li> <li>- Centro de Pesquisa de tamanho reduzido</li> <li>- Pouca diversificação tecnológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação de capacitação em gerência de projetos</li> <li>- Eficiente integração na equipe do projeto embora em grau menor do que o exemplo anterior facilitando o atingimento de prazos e alterações exigidas pela produção</li> <li>- Ineficiente formação de capacitação tecnológica</li> <li>- Risco de duplicação de recursos e capacidade ociosa, embora em grau menor do que no exemplo anterior</li> <li>- Há um único responsável pelo projeto</li> <li>- Risco de conflitos é maior</li> <li>- Trabalho do gerente geral para realocar recursos é maior</li> </ul>
	Pesquisadores estão alocados simultaneamente às áreas de especialidade e a projetos interdisciplinares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de especialização e ao mesmo tempo existência de projetos interdisciplinares que exigem alto nível de integração entre as várias áreas</li> <li>- Volume mínimo de pesquisadores para viabilizar a existência das áreas</li> <li>- Projetos utilizam recursos humanos e equipamentos em tempo parcial e há oscilações nesta utilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação de capacitação tecnológica</li> <li>- Formação de capacitação em gestão de projetos interdisciplinares</li> <li>- Conduz à eficiente integração entre as áreas</li> <li>- Eficiente utilização de recursos humanos e materiais</li> <li>- Possibilita o atingimento de prazos e alta qualidade técnica</li> <li>- Maior nível de conflitos</li> </ul>
	Pesquisadores estão alocados simultaneamente às áreas de especialidade e a projetos interdisciplinares. Os gerentes de projetos interdisciplinares estão subordinados ao gerente da área de especialidade na qual o projeto tem mais ênfase	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de especialização e ao mesmo tempo existência de projetos interdisciplinares que exigem alto nível de integração entre as áreas</li> <li>- Volume mínimo de pesquisadores para viabilizar a existência das áreas</li> <li>- Projetos utilizam recursos humanos e equipamentos em tempo parcial e há oscilações nesta utilização</li> <li>- Gerentes das áreas de especialidade proporcionam bom atendimento aos gerentes de projetos interdisciplinares embora esses estejam em nível hierárquico inferior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta as mesmas consequências de utilização que a matricial apresentada acima, todavia, como o nível hierárquico do gerente de projeto interdisciplinar é mais baixo, a ênfase no projeto será um pouco menor, atingimento de prazos e integração poderão ser afetados</li> <li>- Por outro lado a ênfase em formação de capacitação, utilização de recursos humanos e materiais serão um pouco maior.</li> <li>- Maior nível de conflitos</li> </ul>

Os níveis não indicam uma evolução obrigatória. Muitas empresas passam diretamente do nível 2 para o nível 3, e outras já começam sua existência no nível 3. Como exemplo desse último caso temos a Aracruz Celulose e a SID Informática. Convém ressaltar que a passagem de um nível para outro não significa necessariamente que o nível anterior deixa de existir. Uma empresa pode estar no nível 3, com um Centro de P&D formalmente constituído e ao mesmo tempo estar no nível 1 porque certas atividades de P&D continuam a ser realizadas nas horas vagas pelas equipes de manutenção, engenharia, controle de qualidade etc.

## FATORES CONDICIONANTES DA ESTRUTURA

O bom desempenho de um Centro de Tecnologia Industrial depende de muitos aspectos. Um deles é o grau de adequação de sua estrutura às características específicas deste Centro. Essas "características específicas" podem

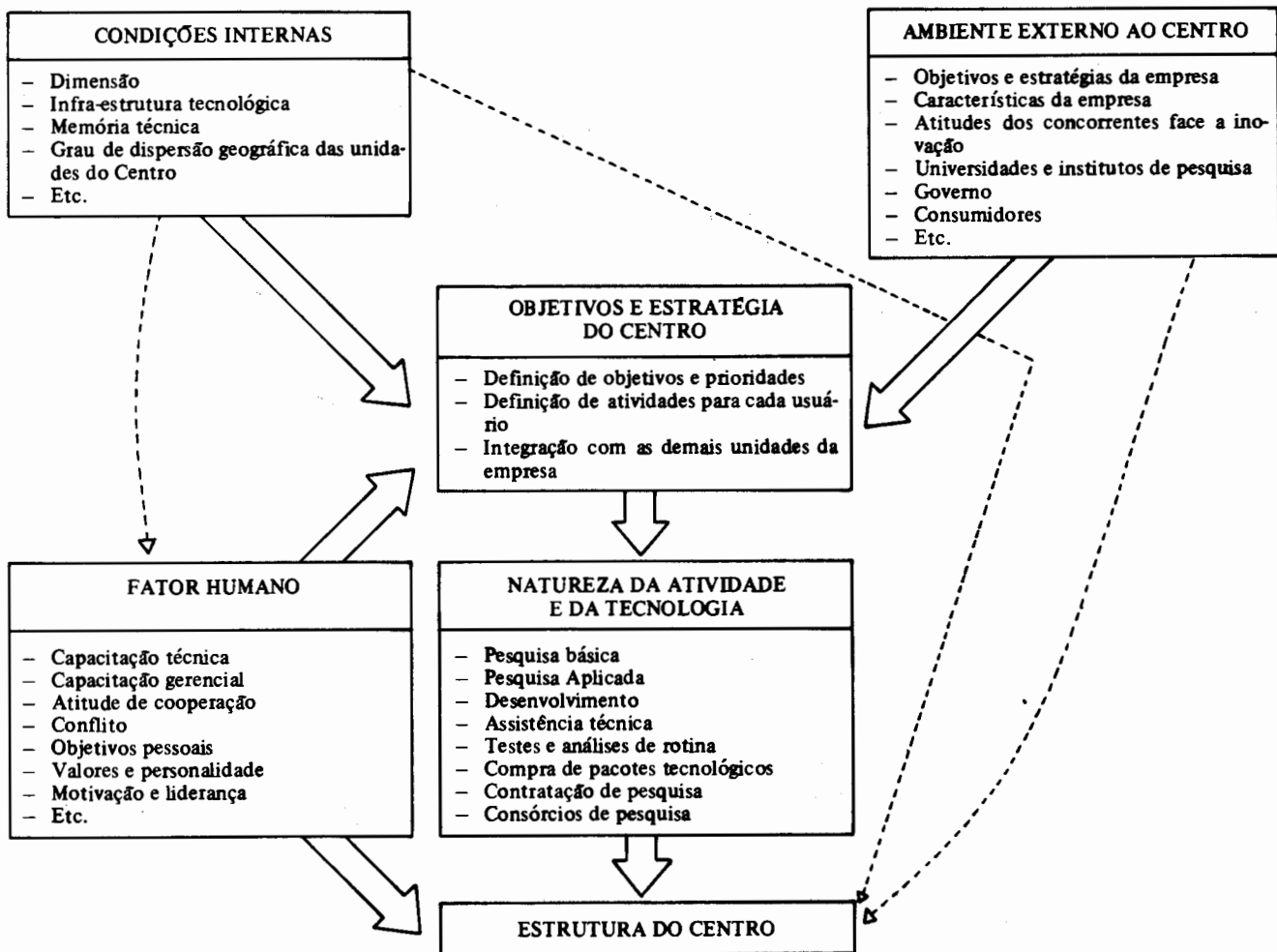
ser melhor descritas a partir de um conjunto de fatores denominados fatores condicionantes da estrutura:

- Condições Internas
- Ambiente Externo
- Objetivo e Estratégia
- Natureza da Atividade e da Tecnologia
- Fator Humano.

A relação entre esses fatores é demonstrada na Figura 2, onde as setas em linha cheia mostram as cadeias de causa/efeito mais freqüentes. As linhas pontilhadas mostram relação entre fatores que ocorrem com menos freqüência.

A figura não mostra todas as interações possíveis para evitar excessiva complexidade. Deve-se ressaltar também que pode haver uma inversão nos efeitos. A estrutura, por exemplo, exerce influência sobre o fator humano. O tipo de estrutura selecionado pode aumentar os conflitos, reduzir a integração, aumentar o grau de especialização técnica etc.

A seguir, cada fator será explicado.



- ⇒ Relações de causa e efeito mais freqüentes.  
 ---> Relações de causa e efeito menos freqüentes.

Figura 2 – Condicionantes da estrutura: aplicação para um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento.

## Condições Internas

As condições internas do Centro de P&D envolvem vários aspectos que influem na definição de objetivos do Centro, mas também são afetados por estes de forma interativa.

Uma estratégia de desenvolver internamente o aprimoramento de produtos e processos, para as várias fábricas de uma empresa diversificada, só é viável se o Centro tem uma dimensão compatível com essa estratégia. Por outro lado, o Centro pode decidir contratar pesquisas externamente e ter somente um grupo de coordenação; neste caso essa estratégia trará como consequência um Centro de dimensões reduzidas. Alguns exemplos de aspectos que constituem as condições internas são: laboratório, *lay-out*, dimensão, dispersão (ou concentração) geográfica da infra-estrutura, sistemas administrativos de planejamento, controle e avaliação de desempenho. A rigor, o fator humano deveria ser considerado como um dos elementos das condições internas. Ele foi tratado em separado com objetivo de destacar sua importância.

## Ambiente Externo

O Centro não está isolado, mas é parte de uma empresa que por sua vez está inserida em um contexto maior.

As unidades de marketing, recursos humanos, informática, produção, apoio administrativo, direção geral, constituem parte importante do ambiente externo do Centro. Os objetivos e estratégias da empresa, assim como as estratégias de cada divisão, afetam diretamente os objetivos e estratégias do Centro de P&D.

Cada unidade da empresa deve ser vista como um potencial "cliente", cuja demanda por tecnologia (presente e futura) deverá ser identificada, priorizada e satisfeita. Além da própria empresa, há outros elementos importantes do meio externo: fontes de tecnologia — como Universidades e Institutos de Pesquisa —, mercado de trabalho, fornecedores de insumo e equipamentos para pesquisa e, principalmente, os concorrentes.

## Objetivos e Estratégias do Centro

Em função dos seus pontos fortes e fracos, e das características do ambiente externo, o Centro de P&D deverá definir seus objetivos e estratégias. Por objetivo, entende-se os resultados que o Centro espera alcançar para a empresa. Estratégias são as formas de interagir com o ambiente externo de forma a alcançar os objetivos propostos.

No Brasil "as empresas privadas criaram Centros de P&D para enfrentar a concorrência no mercado internacional e/ou sobreviver e se consolidar no mercado interno" (Marcovitch 1981). As empresas públicas também desenvolveram Centros de pesquisa no sentido de aumentar o grau de independência tecnológica do país, fortalecendo a indústria nacional (como exemplos temos o CEPEL da ELETROBRÁS e CPqD da TELEBRÁS) e possibilitando um serviço mais eficiente ao consumidor.

Os objetivos e estratégias da empresa a que o Centro está ligado têm papel fundamental na definição dos objetivos do Centro de Pesquisa. Muitas unidades de P&D enfrentam problemas sérios devido à indefinição ou falta de comunicação da estratégia da empresa.

O Centro de P&D deve optar entre várias alternativas estratégicas ou então por uma combinação delas. Algumas das decisões importantes que devem ser tomadas neste processo são:

- definição quanto ao tipo de atividade;
- definição sobre fazer x subcontratar x comprar/adaptar;
- definição quanto a fontes de recursos.

## Definição quanto ao tipo de atividade

Um Centro de P&D pode realizar pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento de produtos/processos, assistência técnica à produção e outras áreas da empresa, testes e análises de rotina. É importante definir a porcentagem dos recursos humanos e materiais que serão alocados para cada tipo de atividade e de "cliente" do Centro. Esta definição afetará o tipo de estrutura que o Centro deverá ter.

É comum as empresas adotarem estratégias diferentes para diferentes linhas de produto. Para uma determinada linha a empresa decide realizar pesquisa, procurando inovar e ser líder tecnológica. Em outras linhas de produtos, a empresa copia o que já existe com algum desenvolvimento e, nas demais, copia simplesmente. Este aspecto foi comprovado em estudo realizado no Brasil para o setor de bens de capital (Vasconcellos et alii, 1986; Sbragia, Kruglianskas & Marcovith, 1985).

## Definição sobre fazer x subcontratar a pesquisa x comprar/adaptar

Outro aspecto importante é definir quais atividades deverão ser realizadas pelo próprio Centro e quais deverão ser subcontratadas. Algumas empresas optaram por ter pequenas unidades de P&D, formadas por elementos de alto nível, que definem especificações, contratam serviços de Universidades e Institutos de Pesquisa e acompanham o desenvolvimento desses contratos. Os consórcios de pesquisa, onde várias empresas se unem para realizar em conjunto (ou subcontratar) uma pesquisa é outra variação deste tema. Atualmente um consórcio de várias empresas transacionais está sendo estudado para pesquisar técnicas alternativas de extração de petróleo em águas profundas.

## Definição sobre fontes de recursos

Outra decisão estratégica é definir qual a porcentagem dos recursos do Centro de P&D que virá da própria empresa e qual virá de outras fontes como agências governamentais, Fundações Internacionais etc. Ajustes na estrutura organizacional deverão ser feitos se houver necessidade de obtenção de recursos externos à empresa. Formas associativas de pesquisa têm ocorrido de maneira crescente no Brasil como uma estratégia de se obter os recursos necessários.

## Natureza da Atividade e da Tecnologia

O objetivo de um Centro e sua estratégia estão em função das condições internas e do ambiente externo deste Centro. A estratégia define que atividades serão reali-

zadas para quais usuários e com que prioridade. Assim, a natureza da atividade e da tecnologia decorrem da estratégia e influem diretamente sobre a estrutura.

Um Centro que realiza pesquisa aplicada e que tem dimensão reduzida pode ser estruturado "Por Projeto". Se o plano estratégico definiu a realização de pesquisas mais básicas, a estrutura do Centro terá que ser ajustada. Se além disso o Centro se propuser a prestar assistência técnica à Fábrica, solucionando problemas técnicos de maior complexidade, novo ajuste deverá ser feito. No caso da estratégia de atuação contemplar mais a compra de pacotes tecnológicos no Brasil e exterior e contratar pesquisa, ao invés de executá-las, a estrutura do Centro deverá ser totalmente diferente.

### Fator Humano

O conjunto de pessoas que constituem o Centro, seus valores, objetivos pessoais, capacidade técnica e gerencial, conflitos, personalidades, enfim, todos os aspectos que formam a dinâmica de um grupo constituem o Fator Humano. Este fator influencia diretamente os objetivos e a estratégia do Centro porque sua cúpula é constituída de pessoas que, ao estabelecer objetivos e estratégias, mesclam aspectos puramente técnicos e formais com os objetivos pessoais, conflitos políticos e vieses de personalidade.

O Fator Humano condiciona a estrutura de forma direta. Com freqüência, uma estrutura A, que seria ideal para um determinado Centro, não pode ser utilizada porque as pessoas não estão preparadas e até que isso ocorra, uma estrutura B deverá ser usada. Não se pode, por exemplo, descentralizar autoridade para gerentes de projeto até que haja um mínimo de preparação para isso. Até lá, uma estrutura mais centralizada deverá ser utilizada. Este raciocínio não deve levar a uma situação de conformismo na qual os gerentes não podem receber autoridade até terem condições para isso. Como eles não a recebem, não se desenvolvem, e continuam a não ter condições necessárias. Um programa de desenvolvimento associado a uma mudança gradativa na estrutura é a forma mais adequada para lidar com essa situação.

### METODOLOGIA DO ESTUDO

A pesquisa teve por finalidade responder a quatro questões básicas relacionadas com aspectos da estruturação da função de P&D nas empresas:

- qual o nível hierárquico do Gerente de P&D na estrutura da empresa?
- Qual a área funcional a qual P&D está subordinada?
- Como está estruturada a unidade de P&D?
- Como as respostas às questões acima são influenciadas por fatores como: dimensão do centro, natureza jurídica da empresa e natureza da tecnologia?

Questionários previamente testados foram enviados a 74 Centros de P&D de empresas. Foram obtidas 64 respostas, sendo que 4 questionários foram eliminados. A figura 2 mostra a estratificação da amostra por setor.

Dos 60 Centros, 7 eram de empresas públicas e 53 de empresas privadas.

Setores	Nº de empresas
Mecânica . . . . .	11
Elétrica/Eletrônica . . . . .	04
Alimentos . . . . .	06
Siderurgia . . . . .	08
Informática . . . . .	07
Química . . . . .	15
Papel . . . . .	03
Outros . . . . .	06
<b>Total . . . . .</b>	<b>60</b>

Figura 3 – Estratificação da amostra em relação aos setores.

Entrevistas em profundidade (em número de 5) foram realizadas com objetivo de enriquecer a interpretação dos dados obtidos.

A tabulação foi realizada com auxílio do programa SPSS. Os seguintes cruzamentos foram realizados:

- Centros de maior dimensão x Centros de menor dimensão
- Centros de estatais x Centros de empresas privadas
- Centros de setores "de ponta" x Centros de setores de tecnologia mais estável.

Este estudo de caráter exploratório não tem a pretensão de gerar respostas definitivas e sim traçar um perfil dos principais aspectos ligados ao delineamento da estrutura organizacional dos Centros de P&D de empresas. Deve ser apontado que o estudo se baseou na opinião dos entrevistados, o que pode levar à distorção da realidade.

### ONDE POSICIONAR P&D NA ESTRUTURA?

Geralmente, os trabalhos sobre estrutura de P&D analisam aspectos ligados ao grau de descentralização e às formas de departamentalizar.

Twiss (1974) aborda o problema da estrutura de Centros de P&D de empresas enfatizando aspectos ligados à centralização e descentralização. Há 20 anos Schon (1967) propunha uma organização para P&D em empresas de alta tecnologia, baseada numa combinação de centralização de atividades básicas e descentralização de núcleos de P&D, com alto nível de independência para servir às várias unidades de empresa.

Vasconcellos (1979) analisa a problemática da centralização x descentralização dos laboratórios de apoio à Unidade de P&D.

O posicionamento de P&D na estrutura é um tópico enfocado com menor freqüência na literatura.

Este problema envolve dois aspectos: nível hierárquico de P&D e Área Funcional à qual P&D está subordinada. O Quadro 1 mostra o nível hierárquico do gerente do P&D nas 60 empresas pesquisadas. Observa-se que, em mais da metade dos casos (57%), P&D está no 2º nível hierárquico abaixo do Presidente da empresa, isto é, subordinado a um dos diretores da empresa.

Somente em 18% dos casos P&D estão diretamente subordinados ao Presidente da empresa. Isso se deve aos seguintes fatores:

- a grande maioria dos Centros de P&D de empresas tem menos que 15 anos de existência, não tendo, muitas vezes, massa crítica para se equiparar às demais Diretorias;
- a importância de P&D está ainda em processo de conscientização por parte dos dirigentes das empresas;
- as demais Diretorias já existem desde o início da empresa formando uma estrutura de poder consolidada.

A comparação entre Centros maiores e menores mostra que, nos primeiros, o nível hierárquico de P&D é maior: 35% dos Centros estão diretamente abaixo do Presidente contra 6% dos centros menores. Isso se deve às seguintes razões:

- Centros maiores envolvem volume maior de recursos;
- Centros maiores são um indicativo da importância de P&D na empresa, e, assim, é de se esperar que o nível hierárquico do Gerente também seja mais elevado.

Quadro 2

Área funcional a qual está subordinada à Gerência de P&D

Área técnica	14	37%
Área de produção	12	32%
Área de engenharia	06	16%
Diretoria sem especificação	04	11%
Assessoria de planejamento	01	02%
Marketing	01	02%
Total	38	100%

- o nível hierárquico da unidade de P&D deve ser compatível com a importância da inovação tecnológica na estratégia da empresa. Isso está diretamente ligado ao dinamismo do setor.

Quadro 1

Nível hierárquico do gerente de P&D na estrutura da empresa

Níveis Hierárquicos	Respondentes	Total da amostra N = 60	Centros maiores N = 17	Centros menores N = 17	Centros emp. pub. N = 7	Centros emp. priv. N = 53	Centros tecn. est. N = 20	Centros tecn. ponta N = 11
1º Nível hierárquico abaixo do Presidente		18%	35%	6%	—	21%	5%	64%
2º Nível hierárquico abaixo do Presidente		57%	41%	52%	72%	54%	80%	18%
3º Nível hierárquico abaixo do Presidente		17%	18%	18%	14%	17%	10%	9%
4º Nível hierárquico abaixo do Presidente		3%	—	12%	—	4%	5%	—
Não responderam		5%	6%	12%	14%	4%	—	9%
Total		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Pode-se observar que o nível mais alto para P&D foi encontrado entre as empresas de alta tecnologia, onde 64% dos Centros estão subordinados diretamente ao Presidente da empresa, contra 5% dos Centros de empresa de tecnologia mais estável. Isso era de se esperar dada a importância estratégica desses Centros para o setor de alta tecnologia. Neste setor, é comum a formação do Centro de P&D concomitantemente com as demais áreas da empresa.

O estudo procurou identificar também a área funcional a qual o Centro está vinculado. Das 60 empresas somente 38 deram informações suficientes para essa análise.

O Quadro 2 mostra o resultado da tabulação desta questão.

A frequência maior foi observada na Área Técnica, isto é, em 37% dos casos o Centro de P&D fica vinculado à unidade da empresa com esta denominação. Em 32% dos casos o Centro fica vinculado à Produção, não ao gerente da fábrica, mas a elemento superior a ele. Com frequência menor (16%), o Centro fica vinculado à área de engenharia. Apenas em 1 caso o Centro fica subordinado à área de Marketing.

Em relação a este tópico, cabem as seguintes considerações:

- O Centro de P&D deve estar vinculado à área onde estão as unidades com as quais ele precisa interagir com mais frequência. Quando isso não é possível, porque essas unidades não estão em uma única área, deve-se escolher aquela onde há maior número de unidades importantes e criar mecanismos de comunicação horizontal e diagonal com as demais áreas. Muitas empresas chegam a adotar a operação matricial (ex: Metal Leve) para conseguir realizar essas interações.
- qualquer que seja a decisão final quanto ao posicionamento do Centro, é fundamental resguardá-lo contra um envolvimento excessivo nas atividades de rotina. Este é um perigo de se posicionar o Centro muito próximo à unidade de rotina, que pode desviá-lo da sua missão principal.
- mais importante do que a localização do Centro na estrutura são os mecanismos de interação com o resto da empresa e a definição do processo de decisão sobre P&D de forma a atingir os objetivos da empresa. No caso da Johnson & Johnson do Brasil, por exemplo, o Centro não está subordinado à área comercial; entretanto, como neste tipo de empresa o aspecto comercial tem um peso muito grande, quem *aprova* os projetos de P&D que serão desenvolvidos é a área comercial.

O Quadro 3 propõe quatro alternativas para localização de P&D na estrutura, listando para cada uma as condições que a favorecem. Quando houver condições favorecendo mais de uma alternativa, deve-se procurar posicionar P&D junto à área onde as condições têm peso maior e, a seguir, estabelecer mecanismos de interação (estrutura matricial).

- **Por Produto** – Nesta caso, os pesquisadores são agrupados de acordo com o produto (ou linha de produto) sobre o qual trabalham. Este tipo de estrutura é aconselhável quando existe alto nível de diferenciação tecnológica entre produtos e massa crítica de pesquisa para justificar a formação de unidades separadas.
- **Por Processo** – O centro é estruturado de acordo com as

Quadro 3

Algumas alternativas de posicionamento de P&D e condições que favorecem cada uma

Algumas alternativas para posicionar P&D	Condições que favorecem
P&D junto à fábrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ênfase no aperfeiçoamento de processos existentes</li> <li>– Ênfase em novos processos</li> <li>– Necessidade freqüente de realizar testes na linha de produção</li> <li>– Assistência técnica à fábrica é prestada pelo Centro de P&amp;D</li> </ul>
P&D junto à marketing	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ênfase em novos produtos</li> <li>– Complexidade de fabricação é relativamente pequena</li> <li>– Assistência técnica ao cliente é constante e importante fator de venda, e é prestada pelo Centro de P&amp;D ou com auxílio dele</li> </ul>
P&D junto à Controle de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Empresa atua em setor altamente competitivo onde qualidade é essencial</li> <li>– Utiliza, com freqüência equipamentos caros, da área de CQ, portanto, de difícil duplicação.</li> </ul>
Posição independente de P&D na estrutura diretamente subordinada ao Presidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Setor de alta tecnologia onde inovação é fundamental para o sucesso da empresa e onde P&amp;D é prioritário</li> <li>– Tamanho mínimo para justificar esse nível na hierarquia, isso tende a decorrer naturalmente se o item acima ocorrer</li> <li>– Nível de interação é aproximadamente igual com as várias áreas funcionais da empresa.</li> </ul>

## COMO ESTRUTURAR A UNIDADE DE P&D NA EMPRESA

Hawthorne (1978) aborda o problema da estrutura da função de P&D analisando e comparando as estruturas Funcional, Por Projetos e Matricial. Hill (1974) complementa esta abordagem discorrendo sobre o organograma linear como forma de gerenciar os conflitos nas organizações. Vasconcellos, Sbragia & Kruglianskas (1981) desenvolvem este conceito, adaptando-o para a realidade brasileira.

Rubeinstein (1973) analisa o problema da descentralização de P&D com base em pesquisa realizada em 5 setores industriais. Sbragia, Kruglianskas & Marcovitch (1985) estudam a função de P&D nas empresas brasileiras no setor de bens de capital. Gerentes de Centros de P&D de empresas têm contribuído de forma significativa para a consolidação dos conhecimentos sobre organização da função de P&D na realidade brasileira. É o caso dos trabalhos de Lanna & Pimenta (1977) sobre a função de P&D na USIMINAS; Taralli (1984) que desenvolveu estudo sobre o Centro de P&D da Pirelli; Lepecke Mosse (1977) sobre o CEPTEL; Cerqueira Neto (1985) sobre o CENPES; e muitos outros.

Há muitas formas de se organizar um Centro de P&D. As mais comuns são: por Produto, por Processo, Funcional, por Projetos Pura, por Projetos, Matricial-Balanceada, e Matricial-Funcional.

A seguir, cada tipo de estrutura será conceituado:

etapas do processo produtivo. Este tipo de departamentalização facilita a interação com a fábrica e é aconselhável quando há diferenças tecnológicas significativas entre as várias fases do processo produtivo.

- **Funcional** – Este tipo de estrutura agrupa os pesquisadores de acordo com sua especialidade técnica. Este tipo de organização é vantajoso para Centros que necessitam de pesquisadores altamente especializados e que realizam pesquisas dentro de cada unidade técnica sem necessidade de muita integração entre elas.
- **Por Projetos Pura** – Neste tipo de departamentalização, os pesquisadores são agrupados conforme os projetos nos quais estão trabalhando. Eles se subordinam ao gerente do projeto. Esta estrutura é aconselhável quando os projetos têm duração elevada, usam recursos humanos em tempo integral e sem oscilação, não se aplicando a grandes Centros.
- **Por Projetos** – É semelhante à anterior, exceto pelo fato de que pesquisadores podem trabalhar simultaneamente em dois ou mais projetos. É uma estrutura apropriada para Centros pequenos (9 a 20 pesquisadores). Ela é bastante flexível, permitindo rápida adaptação à mudanças na atividade do Centro.
- **Matricial-Balanceada** – Trata-se da estrutura matricial tradicional, onde gerentes de projetos interdisciplinares negociam com os gerentes funcionais uma equipe para o seu projeto. Os pesquisadores se subordinam aos gerentes dos projetos interdisciplinares, mas permanecem subordinados ao seu chefe funcional.

Freqüentemente, cabe ao Gerente de Projeto atividades como:

- integrar as atividades dos pesquisadores das diversas áreas;
- negociar com os gerentes funcionais a equipe para seu projeto;
- interagir com a unidade da empresa que encomendou ou utilizará o resultado do projeto;
- avaliar o desempenho dos pesquisadores;
- acompanhar e assegurar cumprimento do cronograma físico/financeiro;

São, entre outras, responsabilidades do Gerente Funcional:

- decidir sobre alocação dos recursos humanos e materiais aos vários projetos;
- manutenção e atualização dos equipamentos e laboratórios;
- aprovar a qualidade técnica das partes do projeto sob responsabilidade da sua área;
- avaliar o desempenho dos pesquisadores;
- manutenção da memória técnica.

- **Matricial Funcional** – É semelhante à anterior exceto pela subordinação do gerente do projeto que, ao invés de estar no mesmo nível dos gerentes funcionais, subordina-se ao gerente funcional da área em que o projeto é mais forte.

As formas matriciais têm sido usadas com freqüência crescente. Elas apresentam inúmeras vantagens, como integração entre áreas técnicas, ao mesmo tempo que permitem especialização e uso eficiente dos recursos. Entretanto, se mal delineada e implantada, este tipo de estrutura pode comprometer o desempenho da unidade de P&D. Vasconcellos (1986), Vasconcellos & Hemsley (1986a), Sbragia (1977) descrevem com maior profundidade as técnicas disponíveis para o uso eficaz deste tipo de estrutura.

O Quadro 4 mostra o organograma de cada forma de departamentalização, as características de cada uma, as condições que favorecem e as conseqüências da utilização de cada tipo de estrutura. Existem muitas variantes da estrutura matricial que não constaram do quadro para evitar um nível excessivo de complexidade. Essas variantes estão descritas em Vasconcellos (1983), abordando a organização de Institutos de Pesquisa.

O Quadro 4 mostra as formas estruturais encontradas nos 60 Centros de P&D de empresas que constituíram a amostra do estudo. Por razões metodológicas, somente 4 tipos de estruturas foram considerados: Matriz Funcional, Matriz Balanceada, Funcional e Por Projeto.

Foi perguntado qual a estrutura *efetivamente utilizada* e não aquela representada no organograma. Os resultados mostram que a maior parte dos Centros (53%) utilizam a Matriz Funcional ou a Balanceada.

O Quadro permite também analisar o tipo de estrutura em função do tamanho do Centro de P&D. Observa-se que Centros menores tendem a usar com freqüência elevada (47%) a estrutura Por Projetos, que não é usada por Centros grandes. Isso ocorre porque Centros pequenos, em geral, não têm massa crítica suficiente para formar áreas funcionais. Além disso, para um número reduzido de pesquisadores a estrutura Por Projetos permite alto nível de flexibilidade. Todavia, quando o número de pesquisadores aumenta, os seguintes problemas começam a acontecer:

- dificuldade do gerente do Centro para distribuir os recursos humanos entre os vários projetos. Ele passa a ter cada vez menos condições de lembrar e manter-se atualizado sobre as distribuições de carga entre os pesquisadores;
- capacidade ociosa e duplicação de esforços;
- deficiência no desenvolvimento da capacitação técnica do Centro;
- deficiência na formação da memória técnica;

Pelas razões acima, os Centros maiores não têm condições de usar a estrutura Por Projeto. Conforme mostra a figura 8, os Centros maiores tendem a usar principalmente a Matriz-Funcional (41%) e em segundo lugar a Matriz-Balanceada. O uso mais freqüente destes tipos de Matriz nos Centros maiores é devido aos seguintes fatores:

- necessidade de áreas de especialização devido ao grande número de pesquisadores de diferentes formações;
- necessidade de alta integração entre essas áreas porque os Centros de P&D de empresas estão voltados para a solução de problemas práticos que tendem a necessitar do apoio de várias áreas do conhecimento. O mesmo

Quadro 4

Tipos de estruturas de Centros de P&D de empresas

Tipos de Estrutura	Tipos de Respondentes	Total da amostra N = 60	Centros maiores N = 17	Centros menores N = 17	Centros emp. pub. N = 7	Centros emp. priv. N = 53	Centros tecn. est. N = 53	Centros de alta tecn. N = 11
Matriz Funcional		28%	41%	12%	71%	23%	35%	18%
Matriz Balanceada		25%	35%	12%	15%	25%	30%	28%
Funcional		23%	18%	18%	14%	25%	15%	36%
Por Projeto		21%	6%	47%	–	25%	20%	18%
Outras		3%	–	11%	–	3%	–	–
Total		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

não ocorre com a Universidade, cujas pesquisas estão mais voltadas para as ciências básicas exigindo menos interação entre as várias disciplinas. Por esta razão a estrutura da Universidade tende a ser do tipo Funcional. Centros menores podem conseguir essa integração através da estrutura Por Projetos porque eles não têm dimensão para manter unidades técnicas.

A Matriz-Funcional é mais freqüentemente encontrada do que a Matriz-Balanceada, não só em Centros de P&D de empresas mas também em Institutos de Pesquisas e Empresas de Engenharia. Uma razão importante para isso é o fato dessa estrutura ser mais fácil de implantar por que ela ameaça menos o poder vigente. Normalmente, antes de ser Matricial a estrutura é Funcional. A Matriz-Balanceada cria um nível hierárquico *igual* ao dos gerentes funcionais, fazendo com que eles se sintam "diminuídos" na distribuição do poder.

A Matriz Funcional, apesar de mais fácil de ser implantada, só será viável se os gerentes funcionais cooperarem de forma adequada com os gerentes de projeto — embora esses últimos sejam inferiores hierarquicamente.

Os Centros de P&D das empresas públicas apresentam com maior freqüência a forma Matricial Funcional ou Balanceada (71% + 15% = 86%) do que os Centros de empresas privadas (23% + 25% = 48%). Isso se deve basicamente ao tamanho dos Centros: 470 pessoas, em média, nos Centros de empresas públicas contra 97 nos Centros de empresas privadas. Pode se observar que, nos Centros de P&D de empresas públicas, a Matriz Funcional é muito mais usada (71%) contra 15%) do que a Balanceada, enquanto nos Centros de P&D privados acontece o inverso. Isso pode ser explicado pela maior dificuldade e rigidez encontrada na empresa pública, onde mudanças estruturais são mais difíceis de serem feitas. Uma razão importante para isso é que o poder nas organizações públicas é muito mais disperso que nas empresas privadas.

Um último aspecto a ser salientado é a análise das estruturas de Centros de alta tecnologia em relação aos Centros de tecnologia mais estável. Na amostra pesquisada, 46% utilizam alguns tipos de matrizes, entretanto, é difícil entender porque as empresas de tecnologia mais estável usam matriz com maior freqüência: 65%.

Ao mesmo tempo, é difícil explicar de forma adequada o elevado número de empresas de tecnologia de ponta, utilizando no Centro de P&D a estrutura Funcional, que

pela sua natureza é menos adequada para lidar com o dinamismo desse tipo de tecnologia.

Um aspecto que poderia explicar este dado é que os Centros de empresas de alta tecnologia são relativamente recentes. Formas mais avançadas de estrutura tendem a aparecer somente após algum tempo, quando os tipos mais tradicionais se mostrarem inadequados. Empresas como Scopus e SID já estão implantando formas matriciais na área de P&D.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, este texto apresenta três níveis de concentração para atividades de P&D na empresa, ressaltando os principais problemas encontrados. A seguir, três aspectos são abordados com maior profundidade: Nível hierárquico do Gerente de P&D na estrutura da empresa, área funcional a qual P&D está subordinado e como organizar a unidade de P&D. Dados coletados em 60 Centros de P&D de empresas brasileiras serviram de base para as análises realizadas.

Com respeito ao nível hierárquico do Gerente de P&D, observou-se que, na maioria dos casos (57%), está no segundo nível, abaixo do presidente; isto é, subordinado a um dos diretores da empresa. Em Centros maiores, o centro está subordinado diretamente ao Presidente, com maior freqüência do que em centros menores. Empresas de alta tecnologia apresentam os centros de P&D diretamente subordinados ao Presidente com maior freqüência do que centros de empresas de tecnologia mais estável.

Em relação à área a qual o centro está subordinado, observa-se que em 37% dos casos de P&D estão ligados à área Técnica e em 37% ficam vinculados à área de Produção. No texto, são apresentados os fatores a serem considerados para decidir sobre a área da empresa à qual P&D devem estar vinculados.

Em relação à estrutura do Centro, sete alternativas são analisadas em termos de características, condições que favorecem sua utilização e conseqüências da sua utilização sobre o desempenho do Centro. Dados coletados sobre 60 centros de P&D de empresas brasileiras mostraram que mais da metade deles usam a estrutura matricial. A estrutura Por Projetos é usada com mais freqüência em Centros menores.

Este estudo não tem a pretensão de dar a última palavra sobre um tema tão complexo como a estruturação da função de P&D na empresa, mas contribuir para um melhor entendimento do problema.

## BIBLIOGRAFIA

CERQUEIRA NETO, Edgar P. — Afinal o que é um Centro Cativo de Pesquisa e Desenvolvimento? *Seminário Franco-Latino Americano de Gestão Tecnológica*, PACTo/IA/USP, São Paulo, 1985.

HAWTHORNE, Eduardo P. — *The Management of Technology*. McGraw-Hill, 1978.

HILL, D. — *Organization, Structure, Coordination and Communica-*

*tion. Chartered Mechanical Engineer*, 21: 79-82, abr. 1974.

LANNA, Leal Francisco et alli — O Centro de Pesquisa da USIMINAS: práticas administrativas. *II Simpósio de Pesquisa em Administração de C&T*, 1977.

LEPECK, Jerzy et alli — Organização e Atividades de Planejamento no Centro de Pesquisa de Energia Elétrica/CEPEL. *Simpósio de Pesquisa em Administra-*

*ção de Ciência e Tecnologia*. PACTo/IA/USP, dez. 1977.

MARCOVITCH, Jacques — O Centro de Tecnologia na Empresa: seu papel no processo de inovação. *Revista de Administração*, USP, 16(2):31-47, abr/jun. 1981.

RUBENSTEIN, Albert H. — *Organizational Factors Effecting Research and Development Decision Making in Large Decentra-*

- lized Companies. *Management Science*. 10(4):618-633, jul. 1964.
- SBRAGIA, Roberto – Uma Análise das Características da Estrutura Matricial em instituições de Pesquisa e Desenvolvimento Industrial. *II Simpósio de Pesquisa em Administração de C&T*, 1977.
- SBRAGIA, Roberto et alli – A Função de P&D e sua Gestão nas Empresas do Setor de Bens de Capital: Um estudo exploratório. *Seminário Franco-Latino Americano de Gestão Tecnológica*, 1985.
- SCHON, Donald A. – *Technology and Change: The New Heraclitus*. Pergamon Press, 1967.
- TARALLI, Carmine. – Organização do Centro de P&D da PIRELLI: divisão de cabos. *Revista de Administração*, USP, 19(1): jan/mar. 1984.
- TWISS, Brian – *Managing Technological Innovation*. Longman Group Limited, 1974.
- VASCONCELLOS, Eduardo. et. alii – Organograma Linear: um instrumento para o delineamento da Estrutura. *Revista de Administração*, USP. 16(4):out/dez. 1981.
- VASCONCELLOS, Eduardo – Estrutura Organizacional para Pesquisa. *Administração em Ciência e Tecnologia*. Coordenado por Jacques Marcovitch, Editora Blücher, maio, 1985.
- VASCONCELLOS, Eduardo et alli. – Estrutura das Organizações: Estruturas tradicionais, estrutura para inovação, estrutura matricial. São Paulo, Pioneira/EDUSP, 1986.
- VASCONCELLOS, Eduardo – Organization design for interdisciplinary research: conflicts and performance. *IV International Conference on Management of Interdisciplinary Research*. INTERSTUDY, Minnesota – EUA, August 1968.
- VASCONCELLOS, Eduardo – Centralização x Descentralização: uma aplicação para Laboratórios de Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento. *Revista de Administração*, 14(2):abr/jun, 1979.