

Carreira profissional do pesquisador em CPqD industrial

Carmine Taralli

Gerente do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
da Pirelli S/A – Divisão Cabos

INTRODUÇÃO

O estabelecimento de um plano de carreira adequado ao pesquisador/tecnólogo, trabalhando em um CPqD industrial, é um dos problemas fundamentais na administração de recursos humanos em Ciência & Tecnologia. É necessário proporcionar a essa categoria profissional perspectivas de ascensão, tanto no aspecto material quanto de prestígio dentro e fora da Empresa, que correspondam aos naturais anseios humanos de evolução. Deve-se procurar também um nível de equivalência com a carreira oferecida nas outras áreas de trabalho na Empresa.

É incontestável que o leque de oportunidades que as outras áreas, como por exemplo a industrial, podem oferecer é muito maior, tornando-se mais atraentes aos profissionais no momento de uma decisão.

Por outro lado, não há dúvida de que uma adequada seleção pode assegurar a escolha de pessoal que tenha efetiva vocação para a atividade de pesquisador/tecnólogo e que não seja passível de atração por um desenvolvimento profissional que, em muitos casos, pode resultar em mera evolução na escala administrativa.

Entretanto, é necessário munir-se de instrumental suficiente, a fim de se evitar que, em determinado momento, esses profissionais se sintam frustrados ou mesmo sacrificados em suas aspirações profissionais e salariais.

Este trabalho não tem a pretensão de apresentar uma receita infalível para a solução do problema, mas constitui-se numa contribuição que traduz uma experiência satisfatória na administração de um CPqD industrial.

AS ALTERNATIVAS DE CARREIRA

Existem pelo menos dois enfoques em termos de estruturação de um plano de carreira para o pesquisador/tecnólogo.

O primeiro consiste em estabelecer-se uma hierarquização, calcada na carreira administrativa, na qual são previstos cargos de supervisão de equipe, chefias de setores, de departamentos etc., aos quais teriam acesso os pesquisadores/tecnólogos mais bem dotados e com espírito de liderança.

Esse critério tem a vantagem aparente de conferir *status* ao profissional, transparente para toda a organização, tornando-se fácil estabelecer-se uma equivalência de cargos com outros setores.

Entretanto, pode gerar a necessidade de multiplicação de cargos, às vezes dispensáveis, apenas pela circunstância de existirem elementos que estejam merecendo promoção. Ocorre também a probabilidade de cair-se na armadilha de perda de um excelente pesquisador e ganho de um chefe não tão competente. Por algum tempo, esse caminho foi testado em nosso CPqD, com resultados nem sempre satisfatórios.

O outro enfoque consiste em se estabelecer uma possibilidade de evolução dentro da própria função de pesquisador/tecnólogo, na qual o profissional tem a perspectiva de evoluir por toda a escala de categorias salariais da Empresa, sem necessariamente passar por cargos administrativos.

Essa evolução baseia-se na atribuição de responsabilidade por projetos de envergadura e significação cada vez maiores, nos quais uma crescente capacitação técnica é exigida.

A partir de *job descriptions* precisas, que procuram delimitar as fronteiras de cada categoria, torna-se possível a criação de critérios de promoção que evitem ao máximo considerações subjetivas. Esse critério, com alguma composição com o anterior, tem sido aplicado em nosso CPqD com resultados muito bons.

ESTRUTURAÇÃO DA CARREIRA

O plano de carreira, concebido para as diversas áreas técnicas, é apresentado nos Quadros 1 e 2. Para efeito de comparação são mostrados os cargos equivalentes nas demais áreas do próprio CPqD (carreira administrativa) e na área industrial (ver também Anexo 1).

Observa-se que para atingir a categoria salarial máxima, não há necessidade de se passar por nenhum cargo administrativo, embora a carreira técnica seja também uma fonte natural de profissionais para as carreiras administrativas dentro e fora do CPqD. Esta porém é mais uma alternativa de desenvolvimento e não uma obrigatoriedade.

Quadro 1 – Plano de carreira: funcionários mensalistas

Categoria Salarial	Carreiras no CPqD			Área Industrial
	Técnica		Administrativa	Administração/ Manutenção
	Tecnologia ou Pesquisa	Projeto		
G	Tecnólogo ou Pesquisador Senior 1		Gerente (Área - Centro)	Gerente (Fábrica, Industrial, Centro)
F	Tecnólogo ou Pesquisador Senior 2	Projetista Engenharia Experimental 1		Chefe Depto. Produção/ Manutenção
E	Tecnólogo ou Pesquisador Senior 3		Chefe Departamento	
D	Tecnólogo ou Pesquisador 1	Projetista Engenharia Experimental 2	Chefe Seção/ Laboratório	Chefe Setor Produção/ Manutenção
C	Tecnólogo ou Pesquisador 2	Projetista 1		Chefe Seção Produção
B	Engenheiro "trainee" (tecnologia)	Desenhista Projetista 1	Secretária 2/ Supervisor Oficina	Supervisor Produção
A	Analista Químico	Desenhista Projetista 2	Secretária 3/ Bibliotecária	Programador Produção

No Quadro 3, são resumidas as *job descriptions* dos diversos cargos, nas áreas de pesquisa ou tecnologia. Estão baseados nos seguintes atributos: atividade, comunicação, autonomia, criatividade e prestígio técnico.

No Quadro 4 são resumidos os critérios de promoção.

Um plano de carreira bem estruturado pode se transformar numa ferramenta muito útil na administração de recursos humanos num CPqD Industrial. Em particular, um plano que ofereça possibilidade de evolução dentro da própria especialização, permitindo uma excursão por toda a escala salarial da Empresa, sem a necessidade de se recorrer a cargos administrativos, parece ser ideal para a motivação de pesquisadores/tecnólogos.

Quadro 2 – Plano de carreira: funcionários horistas

Categoria Salarial	Carreiras no CPqD				Área Industrial
	Tecnologia ou Pesquisa	Laboratórios Elétricos	Laboratórios Eletrônicos	Oficinas	Manutenção
V	Auxiliar Pesquisador 1		Técnico Eletrônico		Encarregado
IV	Auxiliar Pesquisador 2		Eletrônico 1		Oficial Instrumentista/montador
III	Auxiliar Pesquisador 3	Montador Cabos 1	Eletrônico 2	Oficial	Oficial ajustador/torneiro/eletricista
II	Operador testes	Montador Cabos 2			Soldador/encanador/serrador
I				1/2 Oficial	1/2 Oficial ajustador

Quadro 3 – Job Descriptions – Carreiras de tecnólogo ou pesquisador

Cargo	Descrição do Cargo			
	Atividade	Comunicação	Autonomia/Criatividade	Prestígio Técnico
Tecnólogo ou Pesquisador 2	Realiza etapas de projetos grandes sob supervisão. Responsável por projetos pequenos	Documenta em Relatórios parciais as etapas realizadas. Redige Relatório Técnico conclusivo Dá assistência à Produção	Desejáveis	
Tecnólogo ou Pesquisador 1	Responsável por projeto médio.	Redige Relatório Técnico conclusivo Domínio do inglês Dá assistência técnica à produção e vendas	Necessárias	
Tecnólogo ou Pesquisador Senior 3	• Responsável por projeto de grande porte.	Redige Relatório Técnico conclusivo Domínio inglês e italiano. Representa o CPqD em reuniões internacionais de Pesquisa do Grupo. <i>Papers</i> em congressos nacionais.	Necessárias em grande dose	
Tecnólogo ou Pesquisador Senior 2	• Grande capacitação técnica • Coordenação de Projetos.	Fluente em inglês e italiano. Representa a Empresa em reuniões internacionais do Grupo. <i>Papers</i> em congressos nacionais.	Necessárias em dose notável	
Tecnólogo ou Pesquisador Senior 1	Excepcional capacitação técnica • Coordenação de Projetos.	<i>Papers</i> em congressos internacionais	Necessárias em dose excepcional	Grande prestígio nos meios técnicos

Quadro 4 – Critérios de promoção

Requisito \ Categoria Salarial	C	D	E	F
Escolaridade (Ingresso)	superior	pós graduação	mestrado	doutorado
Experiência no cargo (anos)	3	3	3	3
Projetos concluídos	Pequeno	Médio	Grande	Coordenação
<i>Reporting</i>	Relatório Técnico (apresentado internamente)	Relatório Técnico (apresentado internamente)	• Relatório Técnico (apresentado internamente) • <i>Papers</i> âmbito nacional.	• Coordenação de projetos concluídos. • <i>Papers</i> âmbito nacional.
Créditos cursos internos de aperfeiçoamento	2	5	10	15

Plano de Cargos

Os cargos previstos para o pessoal Mensalista do CEC estão indicados na seqüência.

Descrição dos Cargos

Os cargos são descritos em função de:

ATIVIDADE

A Atividade é medida pela importância do maior Projeto ou Protótipo que o empregado completou com sucesso.

Os Projetos ou Protótipos são classificados conforme o texto seguinte:

COMUNICAÇÃO

A capacidade de comunicação é medida por:

- domínio de línguas estrangeiras
- habilidade de redigir Relatórios ou *papers*
- capacidade de apresentar Relatórios ou *papers* em público
- capacidade de representar a Engenharia ou a Pirelli em reuniões nacionais ou internacionais.

AUTONOMIA E CRIATIVIDADE

PRESTÍGIO TÉCNICO

Condições de Promoção

Seguem as condições a serem preenchidas pelo empregado, no cargo atual, para poder se postular uma promoção:

Projetos/Protótipos concluídos (com emissão do relativo RT):

Categoria	11	13	14
Projeto/Protótipo	Pequeno	Médio	Grande

Para promoção para as categorias 15 e 21, o empregado deverá exercer um trabalho de Coordenação de vários projetos.

Experiência mínima no cargo atual:

A experiência mínima deverá ser de três anos.

Reporting:

- Categorias 11, 13, 14: Deverá ter sido aprovado pelo Comitê de Metodologia e apresentado no Auditório o RT relativo ao Projeto que justifica a Promoção.
- Categoria 15: Deverá ter sido apresentado *Paper* em Congresso ou Seminário nacional.
- Categoria 21: Deverá ter sido apresentado *Paper* em Congresso ou Seminário internacional.

Seminários de aperfeiçoamento internos:

Categoria	11	13	14
Créditos (mínimo)	2	5	10

Créditos dos cursos previstos até o momento

Metodologia Científica	2
Estatística	3
Termodinâmica	5
Ciência dos Materiais	5
Processamento Polímeros	5

Escolaridade mínima de ingresso na Engenharia

Escolaridade mínima para contratação externa:

Categoria	11	13	14	15
Escolaridade (p/ingresso)	Superior	PostGrad	Master	Doutorado
Anos de Experiência	(1 estágio)	5	8	10

CAT	Tecnologia	Pesquisa	Projeto	Administração
21	Tecn. Sen. 1	Pesq. Sen. 1		Gerente
15	Tecn. Sen. 2	Pesq. Sen. 2	Proj. Eng. Exp. 1	
14	Tecn. Sen. 3	Pesq. Sen. 3		Chefe Dept.
13	Tecnólogo 1	Pesquisador 1	Proj. Eng. Exp. 2 An. Sist. Sen.	Chefe Seção Chefe Lab.
11	Tecnólogo 2	Pesquisador 2	Projetista 1 Prog. Comp. Sen.	
10	Eng. Trainee		Des. Proj. 1 Prog. Comp.	Secr. 2 Sup. Oficina
9		An. Quim 1	Des. Proj. 2	Bibliotecária Secr. 3

CARREIRA: TECNOLOGIA E PESQUISA

Tecnólogo 2/Pesquisador 2 [Cat 11]

- Capaz de realizar sob supervisão tarefas relativas a etapas de um Projeto Grande. Capaz de redigir os relativos Relatórios de Prova.
- Responsável por Projetos Pequenos. Capaz de redigir os relativos Relatórios Técnicos.
- Capaz de dar Assistência à Produção.

Tecnólogo 1/Pesquisador 1 [Cat 13]

- Responsável por Projeto Médio. Capaz de redigir os relativos Relatórios Técnicos.
- Dotado de autonomia e criatividade.
- Domínio do inglês.
- Capaz de dar Assistência à Produção e às Vendas.

Tecnólogo Senior 3/ Pesquisador Senior 3 [Cat 14]

- Responsável por Projeto Grande. Capaz de redigir os relativos Relatórios Técnicos.
- Dotado de grande autonomia e criatividade.
- Domínio do inglês e italiano.
- Capaz de representar a Engenharia em reuniões da Pesquisa de Grupo.
- Capaz de apresentar *papers* em congressos nacionais.

Tecnólogo Senior 2/Pesquisador Senior 2 [Cat 15]

- Dotado de grande capacitação técnica.
- Dotado de notável autonomia e criatividade.
- Fluente em inglês e italiano.
- Capaz de representar a Engenharia em reuniões da Pesquisa de Grupo.
- Capaz de apresentar *papers* em congressos nacionais.

Tecnólogo Senior 1/Pesquisador Senior 1 [Cat 21]	Metodologia	Pontos
– Extremamente criativo e inovador.	Toma-se como base metodologia existente	0-1
– Dotado de excepcional capacitação técnica.	Extrapolação de metodologia existente	2-3
– Com grande prestígio nos meios técnicos.	Não existe metodologia que possa ser tomada como referência	4-5
– Capaz de apresentar <i>papers</i> em congressos internacionais.		
CARREIRA: PROJETOS	Experimentação (volume de provas)	
Desenhista Projetista 2 [Cat 9]	Poucos testes	0-1
Capaz de detalhar Protótipos ou Projetos	Nº médio de testes	2-3
	Experimentação extensa	4-5
Desenhista Projetista 1 [Cat 10]	Dificuldades Técnicas	
Capaz de desenhar sob supervisão detalhes e conjunto geral de Protótipos ou Projetos Médios	Existe bom conhecimento do assunto	0-1
Responsável por Protótipos ou Projetos Pequenos.	Soma de assuntos conhecidos	2
	Existe base teórica mas não existe base experimental	3
	Base teórica fraca ou inexistente	4-5
Projetista [Cat 11]	Estado da Arte	
Capaz de desenhar sob supervisão detalhes e conjunto geral de Protótipos ou Projetos Grandes.	Transferência de tecnologia do Grupo com Assistência	0-1
Responsável por Protótipos ou Projetos Médios	Transferência sem Assistência do Grupo	2-3
	Existem referências na literatura	3-4
	Não existem referências na literatura	5
Projetista Eng Experimental 2 [Cat 13]	PONTUAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	
Responsável por Protótipos ou Projetos Grandes.	A pontuação é obtida somando os pontos (0 a 5) resultantes do exame das seguintes características do projeto em questão:	
	Volume de Desenhos/Projeção	
	Dificuldades Técnicas	
	Estado da Arte	
	Os critérios de atribuição dos pontos são os seguintes:	
Projetista Eng. Experimental 1 [Cat 15]	Volume de Desenhos/Projeção	
Dotado de grande capacitação técnica	Poucos Desenhos	0-1
Capaz de supervisionar a execução de vários Protótipos ou Projetos.	Nº médio de Desenhos	2-3
	Projeção extensa	4-5
CLASSIFICAÇÃO DOS PROJETOS OU PROTÓTIPOS	Dificuldades Técnicas	
Os Projetos ou Protótipos são classificados conforme sua pontuação em:	Existe bom conhecimento do assunto	0-1
PEQUENO < 5 Pontos	Soma de assuntos conhecidos	2
MÉDIO 5-15 Pontos	Existe base teórica mas não existe base experimental	3
GRANDE > 15 Pontos	Base teórica fraca ou inexistente	4-5
PONTUAÇÃO DOS PROJETOS	Estado da Arte	
A pontuação é obtida somando os pontos (0 a 5) resultantes do exame das seguintes características do projeto em questão:	Transferência de tecnologia do Grupo com Assistência	0-1
Metodologia	Transferência sem Assistência do Grupo	2-3
Experimentação	Existem referências na literatura	3-4
Dificuldades Técnicas	Não existem referências na literatura	5
Estado da Arte		
Os critérios de atribuição dos pontos são os seguintes:		

Novas tecnologias, emprego e qualificação na indústria mecânica*

Elenice M. Leite

Assistente técnica-administrativa
da DPEA – Divisão de Pesquisas,
Estudos e Avaliação do SENAI-SP

* Este trabalho foi também apresentado, com algumas modificações, ao 2º CONAI – Congresso Nacional de Automação Industrial.

INTRODUÇÃO

“Novas tecnologias” (NT) são, para efeito deste estudo, os equipamentos/sistemas de base microeletrônica — dentre os quais se destaca a MFCN — cujo uso vem se difundindo na indústria do país, notadamente a partir de 1975, conferindo, em tese, uma nova feição e abrindo novas perspectivas ao processo de automação industrial.

Para estudar as características e tendências desse processo, bem como seus impactos sobre a empresa e a mão-de-obra, foram visitadas, entre novembro/84 e março/85, 19 empresas da indústria mecânica paulista, setor que se destaca pela sua participação no emprego, pela alta absorção de pessoal qualificado e, ao mesmo tempo, coloca-se entre os principais usuários das NT no país. Quanto às empresas, fabricantes de bens de capital, seriados e/ou sob encomenda, foram escolhidas pelo fato de se incluírem entre os maiores usuários de MFCNs do setor e/ou produzirem essas máquinas.

As 19 firmas visitadas são, em sua maioria, de médio e grande porte, controladas pelo capital estrangeiro, cuja participação atinge os seguintes níveis: 100% em 11 firmas; 51-95% em 4 firmas; 40% em 1 firma. Apenas três são totalmente nacionais.

Empregam, ao todo, 17.500 trabalhadores, o que representa perto de 9% da mão-de-obra ocupada na indústria mecânica paulista. Todas possuem mais de 100 empregados, sendo que 9 delas ocupam mais de 500 trabalhadores.

Localizam-se, como é esperado, nos grandes centros industriais do Estado: Capital (7 firmas), área metropolitana (5) e interior (7).

Produzem bens de capital, seriados e, sobretudo, sob encomenda: máquinas operatrizes (convencionais, especiais e/ou MFCNs); máquinas, equipamentos e instalações industriais (mecânica pesada); peças, partes e componentes para veículos; máquinas e equipamentos industriais; em suma, produtos de alto nível tecnológico, que implicam processos especializados e ampla utilização de pessoal qualificado.

Seu principal cliente é a própria indústria metal-mecânica, concentrada no Estado de São Paulo. Vendem também para setores de base (petroquímica, siderurgia, hidrelétricas), o que faz do Governo e estatais clientes também importantes.

A maioria exporta regularmente seus produtos, notadamente para países da América Latina, mas o peso das exportações no faturamento não ultrapassa, em média, 20%.

Recorreu-se, nessas empresas, a três fontes de informação, posteriormente cruzadas e confrontadas, para fins de análise:

- informantes da empresa de diferentes níveis, como diretores, gerentes e técnicos (43, ao todo);
- empregados diretamente envolvidos na operação, programação e manutenção dos novos equipamentos/sistemas, aleatoriamente escolhidos (57, no total);
- observação direta dos setores produtivos, notadamente daqueles onde são mais aplicadas as NT.

Como todo assunto “em moda” automação microeletrônica é tema que suscita amplo debate, numerosas dúvidas e poucas respostas. Este estudo não tem, obviamente, a ingenuidade ou a pretensão de se propor a esclarecer todas as dúvidas e questões que se acumulam em relação ao tema. Orientada por uma abordagem qualitativa e exploratória, a pesquisa não comporta generalização de resultados, mas oferece indicações bastante confiáveis sobre a utilização, impactos e tendências das NT, particularmente para o setor

e tipo de empresa considerados. Certamente, não há respostas fechadas nem definitivas: o debate continua.

AS NT NA INDÚSTRIA MECÂNICA: CARACTERÍSTICAS, IMPACTOS, PERSPECTIVAS.

As NT e sua Aplicação

As MFCNs são utilizadas pelas firmas há sete anos, em média, tendo quase todas iniciado sua implantação a partir de 1975, no contexto de aceleração do uso do CN na indústria.

Encontra-se, nessas firmas, um total de 193 MFCNs: duas não possuem nenhuma¹ uma possui duas e as demais, três ou mais MFCNs, colocando-se, este último grupo, em posição destacável no universo de usuários de CN do país, dois terços dos quais registram a posse de, no máximo, duas dessas máquinas (SENAI-DN/SP, 1984, p. 24).

À semelhança do que ocorre no universo de usuários de MFCNs do país (SENAI-DN/SP, 1984, p. 23), tornos e centros de usinagem predominam entre as MFCNs da amostra.

Quadro 1 — Tipos de MFCN existentes

Tipo	Nas empresas pesquisadas	No universo de usuários
Tornos	44%	36%
Centros de usinagem	34%	30%
Fresadoras	8%	16%
Furadeiras	7%	4%
Mandriladoras	5%	6%
Outras	2%	8%
Total	100% (n = 193 MFCNs)	100% (n = 900 MFCNs)

Em média, 53% das MFCNs utilizadas são de geração CNC, variando essa proporção entre 30% e 100%. Por hipótese, o CNC constitui uma tecnologia simplificadora do trabalho, que viria acelerar o processo de “desqualificação” da mão-de-obra. Essa discussão será retomada adiante, podendo-se adiantar, porém, que tal hipótese não parece ainda se confirmar nas empresas visitadas.

É possível que isto se explique pelo fato de a MFCN representar parcela ainda pouco expressiva da capacidade produtiva dessas empresas: em média, as MFCNs totalizam 5% do maquinário das firmas, encontrando-se assim uma MFCN para cada grupo de 18 MFs (máquinas convencionais e especiais).

Quadro 2 — Relação MFCN/MF

Nº de MFs para cada MFCN	Nº de firmas*	Proporção de MFCNs sobre total de máquinas	Nº de firmas*
1	9	Até 5%	8
10 - 19	4	6 - 10%	2
20 - 49	4	10% ou mais	6
50 ou mais			

(*) Excluídas duas firmas que não utilizam e uma que apenas utiliza MFCNs.

Conseqüentemente, é difícil encontrar, além de operadores e programadores, outras categorias profissionais alocadas exclusivamente às MFCNs. Estas geralmente funcionam com o mesmo suporte operacional que existe para o restante do maquinário, o que não elimina o fato de, invariavelmente, exigirem algum tipo de treinamento específico de qualquer profissional que passe a atendê-las.

A programação da MFCN é feita pela própria firma usuária, geralmente em escritório, mas utilizando profissionais oriundos da produção. Predomina, ainda, a programa-

ção manual, à exceção de duas firmas, em que a programação é exclusivamente automática e quatro que aplicam este recurso a programas mais complexos, elaborando manualmente os mais simples.

Quanto à manutenção, a tendência geral é que, vencido seu prazo de garantia, a MFCN seja atendida pela própria equipe de manutenção geral da empresa, recorrendo-se ao fabricante² para a solução de problemas mais difíceis (que geralmente surgem nos primeiros seis meses de utilização).

Quadro 3 – A manutenção das MFCNs

		Nº de firmas
Quem faz	Somente a empresa usuária	7
	Somente o fabricante	4
	A usuária e o fabricante	4
	A usuária e terceiros (firma de assistência técnica)	1
	Usuária, fabricante e terceiros	1
	Total	17
Equipe utilizada	A mesma de manutenção geral	7
	Exclusiva para MFCN	2
	A mesma de assistência técnica aos clientes	4
	Total (*)	13
Profissionais mais utilizados	Mecânico geral/de manutenção	12
	Técnico eletrônico	11
	Engenheiro/tecnólogo mecânico/eletrônico	9
	Técnico mecânico	5
	Eletricista de manutenção	2

(*) Não incluindo as quatro firmas que sempre recorrem ao fabricante.

Pode-se dizer que o “processo de automação” dessas firmas praticamente se esgota no uso da MFCN, uma vez que:

- quinze possuem computadores (micros, em sua maioria), mas apenas seis os aplicam à produção, como suporte ao planejamento, controle de estoques e, principalmente, programação das MFCNs;
- dentre seis que possuem equipamento para programação automática das MFCNs, somente duas utilizam exclusivamente esse tipo de programação, não existindo, porém, o DNC;
- outros recursos da microeletrônica aparecem em nove firmas, mas se trata sobretudo de equipamentos de teste e medição, de uso já consagrado no controle de qualidade e em laboratórios industriais modernos.

Observa-se, portanto, que, mesmo nessas empresas supostamente mais “automatizadas”, o uso dos recursos da microeletrônica é ainda parcial ou localizado, não implicando, pois, alterações de vulto na organização produtiva. No mesmo sentido, percebe-se que a própria forma de implantação das NT – cautelosa e gradual, é outro fator que contribui para atenuar seus impactos.

Impactos e Perspectivas

As MFCNs são implantadas de forma gradual, cautelosa, quase experimental: começa-se com uma ou duas máquinas e se amplia no mesmo ritmo, permitindo que empresa e empregados, aos poucos, se habituem e se adaptem à “novidade”

Embora sejam raros os estudos de viabilidade para justificar a adoção de MFCNs (apenas três firmas os realizaram),

esta decisão é geralmente explicada com base em motivos de ordem técnica, como por exemplo, a busca das vantagens “inerentes” ao CN (melhor qualidade, maior produtividade, precisão etc.), às vezes associada a modificações de projeto e/ou introdução de novos produtos ou, no mínimo, visando se adequar a um padrão internacional de qualidade.

Quadro 4 – Motivos para adoção da MFCN

Motivos	Nº de firmas
a) vantagens inerentes ao CN (produtividade, qualidade, precisão etc.)	6
b) a + modificação c/ou introdução de produto (e incluindo nacionalização de partes e componentes)	4
c) b + orientação da matriz (estrangeira); adequação ao padrão internacional	5

De um ponto de vista estratégico, nem sempre explicitado pela empresa, também devem contribuir para a adoção das NT:

- as relações dessas firmas com empresas estrangeiras ou multinacionais, onde o CN já está largamente difundido;
- o “credenciamento” junto à clientela ou o *status* garantido pela posse dos novos equipamentos: “chega um momento em que ter a MFCN é tão ou mais importante do que realmente usá-la”, de um entrevistado.

Há, contudo, nítida consciência das vantagens obtidas com o uso da MFCN, embora poucas empresas possam quantificá-las, em matéria de ganhos de qualidade, precisão e produtividade, assim como de redução de custos.

Quadro 5 – Vantagens obtidas com a MFCN

Vantagens	Mencionada por
maior produtividade (economia de tempo)	14 firmas
melhor qualidade (precisão, acabamento)	11 firmas
redução de custos de produção	7 firmas
maior confiabilidade na execução/repetição de peças complexas	6 firmas
maior flexibilidade	3 firmas
segurança, humanização do trabalho	1 firma

É interessante observar que aumentos de produtividade e economia de tempo nem sempre garantem redução de custos de produção, dado o custo inicial e operacional relativamente alto da MFCN. Entretanto, como se viu, sua adoção se justifica por um conjunto de fatores, entre os quais o

aspecto “custo” se inclui entre os menos importantes. Uma empresa, por exemplo, adotou determinado tipo de MFCN visando atingir certo grau de precisão nas medidas e, por isso, a utiliza (a um alto custo operacional) mesmo que seja para produzir uma única peça.

Menciona-se, geralmente, a necessidade de uma fase de adaptação, em torno de seis meses, para se superarem problemas técnicos-operacionais ligados ao uso de MFCNs. Passada essa fase, podem restar dificuldades como:

- *escassez de mão-de-obra* já qualificada ou, pelo menos, “treinável” para operação, programação, manutenção;
- lentidão e alta incidência de erros da *programação manual* (que ainda é o sistema predominante);
- *escassez/alto custo de peças/componentes para manutenção*, naturalmente mais complexa em virtude da maior sofisticação e relativa fragilidade dos novos equipamentos e sistemas.

Quadro 6 – O uso das NT: problemas e dificuldades ainda existentes

Operação	Programação	Manutenção
Escassez de operadores já treinados no mercado e/ou de mão-de-obra pelo menos “treinável” (n = 5) Operadores da firma ainda aquém do rendimento esperado (n = 2) Altos salários dos operadores, concorrência entre firmas (n = 2) Ambição dos operadores CN a serem programadores (n = 1) resistência de operários qualificados a passarem para MFCNs (n = 1) Matéria-prima: oscilações de qualidade, especificações (n = 1)	Inerentes à programação manual: erros, lentidão (n = 5) Escassez de programadores já treinados no mercado (n = 4) Inerentes às MFCNs da firma: variedade de comandos, comandos tipo NC (n = 2)	Dificuldades para obtenção e alto custo de componentes importados (n = 10) Escassez de mantenedores (mecânicos e eletrotécnicos) qualificados para o CN (n = 2) Demora no atendimento da parte dos fabricantes (n = 2) Deficiência da rede elétrica, oscilações de voltagem (n = 2) Inerentes aos tipos de CN predominante na firma: importados, mais antigos (n = 2)

Treinamento da mão-de-obra – operadores, programadores e mantenedores – é a principal – e, não raro, a única – medida que precede a adoção da MFCN. Com o acréscimo de novas máquinas, continua o treinamento do pessoal, mas já se consolidam ou se produzem outras alterações, destacando-se, por serem mais freqüentes:

- criação de equipe/setor de programação;
- mudanças de *lay-out* e reforma de instalações;
- formação de equipe de preparação do ferramental;
- modernização dos equipamentos/sistemas de controle de qualidade.

Trata-se, contudo, de medidas de caráter restrito e localizado que, a rigor, não implicam em mudanças substanciais no processo produtivo das firmas. Utilizadas na usinagem, de forma isolada, como qualquer outra MF, as MFCNs geralmente se dispersam entre o restante do maquinário, operando nas mesmas condições e com o mesmo suporte existente para a base técnica convencional.

Tamanho dos lotes, repetitividade e complexidade geométrica das peças são, como é esperado, critérios básicos para alocação da MFCN. Não são, porém, rigidamente mantidos, encontrando-se, por exemplo, a aplicação do CN na execução de uma só peça, ou ainda, em algumas firmas, o uso relativamente indiscriminado da MFCN, a partir da premissa de que “não deve ficar parada”

Não se constata, com raras exceções, a efetiva aplicação de princípios organizacionais mais compatíveis com as NT, como por exemplo, a produção por “famílias de peças”, base da “tecnologia de grupo”

Em tese, o uso do CN exige uma “nova filosofia” Na prática, isso só ocorre à medida que a nova base técnica assume proporções mais relevantes e/ou funções mais definidas na organização produtiva na empresa. Em sua maior parte, as firmas visitadas, não obstante se colocarem entre os maiores usuários de MFCNs do país, possuem estoques ainda pouco expressivos dessas máquinas – seja em termos absolutos, seja em relação à base técnica convencional – e parecem estar ainda explorando suas potencialidades. Sem dúvida, todos os usuários têm consciência de que, à medida que se amplie o número de MFCNs, será necessário proceder a mudanças mais radicais e caminhar para uma nova filosofia de produção. Isto se coloca, no entanto, como perspectiva de longo prazo para a maior parte das empresas.

A curto prazo, pode-se dizer que a maioria das empresas possui perspectivas de “estender” mas não de “aprofundar” o processo de automação. Vale dizer: o que se espera é, sobretudo, um aumento do número de MFCNs, já em 1985, em pelo menos metade do grupo de firmas visitadas.

Com base em informações de 11 empresas, que definiram o número e tipo de MFCNs a serem implantadas em 1985/86, conclui-se que pouco deverá se alterar o perfil do maquinário CN, uma vez que, de 33 MFCNs previstas, 57% serão tornos e 27%, centros de usinagem. Também não deverão ocorrer mudanças radicais na estratégia de incorporação dessas máquinas ao processo produtivo, uma vez que as empresas geralmente prevêem, como já tem acontecido, implantar mais uma ou duas MFCNs por ano, ou seja, em dois a três anos, estima-se um aumento médio de três MFCNs por empresa.

NT, EMPREGO E QUALIFICAÇÃO

Os Novos “Profissionais do CN”

Operários altamente qualificados e técnicos de processos são as categorias mais afetadas pelas NT, uma vez que constituem a base para a formação dos novos “profissionais do CN”: operadores e programadores.

A programação, que absorve boa parte da responsabilidade pelo trabalho de execução na MFCN, é essencialmente tarefa de escritório, mas seus titulares são, quase sempre, homens de “prática”. Observa-se ainda que, embora existam profissionais exclusivamente voltados para programação de MFCN, é mais comum que esta tarefa se adicione ao perfil do técnico de processos, que continua a desenvolver suas demais atribuições.

Em relação aos operadores de máquinas, há dois tipos de alterações: de um lado, como se sabe, a MFCN praticamente “assume” as tarefas de execução da peça, simplificando ou restringindo as atribuições do operador; de outro, amplia e torna mais complexas as tarefas de preparação da máquina, passando a exigir novos conhecimentos e habilidades do mesmo.

Essa dupla tendência com relação ao perfil dos operadores CN – simplificação, de um lado e maior complexidade, de outro – decorre da manifesta preferência, da parte das firmas, pelo profissional mais completo, capaz de manejar os novos (e caros) equipamentos com maior segurança, independência e responsabilidade. Há somente duas firmas em que predomina o perfil do “operador que só opera” complementado pelos “preparadores de MFCN”. Nas demais, o “operador/preparador CN” já é ou tem perspectivas de se tornar a categoria dominante, podendo, no futuro, transformar-se em “operador/preparador/programador”, à medida que se disseminem equipamentos da geração CNC.

A importância da qualificação do operador CN se reforça pelo fato de poucas firmas possuírem, na produção, outras categorias igualmente treinadas para o CN (conforme se viu, as MFCNs raramente funcionam com suporte operacional exclusivo). Dessa forma, não é raro que operadores e programadores CN, geralmente os únicos “iniciados” na nova base técnica, passem a se entender diretamente, estabelecendo um novo fluxo escritório-fábrica.

Na área de manutenção, a adoção das NT não faz propriamente surgir novas ocupações, nem altera substancialmente o perfil das antigas, visto que, do ponto de vista dos usuários e mesmo da maioria dos fabricantes da MFCNs, as intervenções se realizam em campos já relativamente conhecidos, da mecânica e eletroeletrônica.

Não obstante, constata-se que as NT exigem, também dos trabalhadores da manutenção, uma atuação mais eclética e/ou integrada, pois os problemas tendem a se entrelaçar: “o defeito é mecânico até certo ponto, depois é elétrico, volta a ser mecânico e passa à parte eletrônica” (um entrevistado). Nesse sentido, passam a ser valorizados profissionais mais completos – como o mecânico de manutenção e/ou técnicos mecânico e eletrônico – capazes de, pelo menos, diagnosticar, pronta e acertadamente, os problemas e tomar providências para sua solução.

Os novos “profissionais do CN” se originam, em sua maioria, dos próprios quadros das empresas. A opção pelo recrutamento interno se justifica não tanto pela escassez dessa mão-de-obra no mercado, mas sobretudo pelo fato de

permitir à empresa escolher, em um elenco de candidatos já testados e aprovados ao longo de vários anos de casa, aqueles que mais se ajustam aos seus padrões.

Quadro 7 – “Profissionais do CN”:
forma de recrutamento

Recrutamento – segundo empresas	Áreas de trabalho:		
	Operação	Programação	Manutenção (*)
Somente interno	13	8	14
Maioria interno	2	4	2
Interno e externo, igualmente	1	1	–
Maioria externo	1	3	–
Só externo	–	1	1
Total (n = firmas)	17	17	17
Recrutamento segundo empregados			
• Interno, na mesma área de trabalho atual	23	4	9
Interno, em outra área da produção	–	4	–
Interno, em outra área fora da produção	3	1	–
Externo	3	8	2
Total (n = empregados)	29	17	11

(*) Lembrar que, a rigor, as empresas não “recrutam” mantenedoras para o CN, mas aproveitam a equipe de manutenção existente; na amostra de empregados, o grupo de manutenção inclui pessoal de assistência técnica.

Percebe-se que operadores e mantenedores tendem a ser recrutados no próprio setor de trabalho, isto é: usinagem e manutenção geral, respectivamente. Quanto a programadores, porém, registra-se maior frequência de recrutamento externo, o que sugere a relativa escassez, na empresa, de profissionais “recicláveis” para essa ocupação. São duas as principais “fontes” internas de programadores CN: o próprio setor de trabalho atual (planejamento, métodos, processos) ou a produção, de onde se aproveitam operadores CN ou convencionais mais habilitados.

Não se constatou nessas empresas, experiências ou tendências no sentido de alocar pessoal mais jovem e/ou menos qualificado nas MFCNs³. Os requisitos de seleção são geralmente elevados mas, a se julgar pelas declarações das empresas e pelo perfil da amostra de empregados, têm sido adequadamente atendidos. Notem-se, por exemplo, alguns atributos dos entrevistados:

- escolaridade média de 1.º grau completo, para pessoal de operação e 2.º grau, para os da programação e manutenção;
- mais de 2.000 horas, em média, de formação profissional adicionada à escolaridade regular, o que se traduz, com raras exceções, na posse de uma qualificação pertinente às atuais funções;
- experiência média superior a 10 anos em ramos, setores e ocupações afins à situação atual;
- tempo de casa médio superior a sete anos.

Desses atributos, o mais valorizado pela empresa é a experiência prática, em áreas/ocupações afins à atual. A esse respeito, os entrevistados deixam bem pouco a desejar. Além do tempo de experiência, revelam uma trajetória ocupacional bastante pertinente às funções atuais, a saber:

Quadro 8 – Perfil dos “profissionais do CN”

Atributos	Empregados das áreas de:		
	Opera- ção (n = 29)	Progra- mação (n = 17)	Manu- tenção (n = 11)
IDADE			
• Média (anos)	31	31	30
• Faixa predominante (anos)	25-35	25-40	25-35
ESCOLARIDADE (*)			
• Média	1.º grau	2.º grau	2.º grau
• Anos de estudo	8	12	11
FORMAÇÃO PROFISSIONAL			
• Realizaram cursos/Treina- mentos afins à vida profis- sional (**)	28	17	10
• Horas de cursos/treina- mentos afins à vida profis- sional (média)	2.090	2.510	2.560
• Realizaram cursos/treina- mentos sobre CN	19	16	10
• Horas de cursos/treina- mentos sobre CN (média)	130	215	475
EXPERIÊNCIA NO MERCADO (FIRMA ATUAL E AN- TERIORES)			
• Tempo médio de mercado (anos)	15	13	15
• Tempo médio de indústria metal-mecânica (anos)	14	12	11
• Tempo médio na área/ocupa- ção atual e afins (anos)	13	11	12
EXPERIÊNCIA NA FIRMA ATUAL			
• Tempo médio de casa (anos)	7	7	9
• Tempo médio anterior em áreas/ocupações afins à atual (anos)	4	3	3
• Tempo médio na área/ocupa- ção atual	3	3	6

(*) Apenas para se ter uma base para comparação: 73% da mão-de-obra industrial paulista não chega ao nível de 1.º grau (ou ginásio) completo; mesmo na indústria mecânica, que emprega pessoal mais qualificado, esse contingente – abaixo do 1.º grau completo – representa quase dois terços (65%) do total de empregados (MTb/RAIS-82).

(**) Há somente dois indivíduos – um operador e um mantenedor – que não adicionaram cursos/treinamentos à escolaridade formal; esse último, porém, possui formação técnica em nível de 2.º grau.

- todos os operadores CN já foram – e, via de regra, durante a maior parte de sua carreira – operadores de máquinas convencionais;
- os programadores se originam de duas categorias: operadores CN e/ou convencionais e técnicos de processos, que também registram, em sua maioria, alguma experiência prática em usinagem;
- os mantenedores (incluindo pessoal de assistência técnica) há muito tempo exercem funções afins às atuais, na condição de mecânicos, eletricitistas e técnicos em eletrônica.

Por força desses requisitos, os “profissionais do CN” não são nem tão jovens nem tão velhos em relação à força de trabalho industrial⁴, situando-se, em sua maioria, na faixa de 25 a 35 anos, com média na casa dos 30.

Quanto à remuneração, as médias salariais de programadores, mantenedores e operadores atingem, respectivamente, as faixas de 14, 12 e nove SM.

Excluindo-se, de cada grupo, informantes em nível de supervisão/chefia, essas médias passam a se situar nas faixas de 12, 10 e oito SM, o que corresponderia, pela ordem, ao salário médio de técnicos mecânicos, técnicos eletroeletrônicos e ferramenteiros na indústria mecânica paulista (SEADE, 1984). Ainda para efeito de comparação, registre-se que os metalúrgicos do ABC paulista – considerados uma das categorias mais bem pagas da indústria do país – situam-se, em média, na faixa de 10 SM, observando-se porém que 25% do grupo não ultrapassa a faixa de três SM e 80%, a de sete SM. Inversamente, mais de 80% da amostra se coloca acima dessa faixa (sete SM), não se encontrando “profissionais do CN” que recebam menos que três SM.

Não se pode, porém, afirmar que os altos salários do grupo se devam unicamente ao fato de ter passado a trabalhar com as NT. Embora a mudança ocupacional tenha proporcionado acréscimos de salário para boa parte do grupo (43%), tais aumentos foram geralmente modestos, quase simbólicos (10 a 20%). Assim, a remuneração dos profissionais do CN parece refletir, antes de tudo, o fato de terem sido escolhidos entre os “melhores” – em termos de escolaridade, preparo profissional, experiência na firma e no mercado, variáveis que, sabidamente, têm efeitos positivos sobre os salários.

Quadro 9 – “Profissionais do CN”: salário

Salário mensal (em SM) (*)	Empregados das áreas de:				Metalúrgicos do ABC paulista (**)		
	Operação (n)	Programação (n)	Manutenção (n)	Total de “profissionais do CN”		(n)	(%)
até 3	–	–	–	–	–	26.120	25,4
3 - 7	7	1	–	8	14,0	54.770	53,2
7 - 10	17	3	6	26	45,6	12.571	12,2
10 - 15	3	5	3	11	19,4	7.365	7,2
15 - 20	2	7	1	10	17,5	1.285	1,2
mais de 20	–	1	1	2	3,5	837	0,8
Total	29	17	11	57	100,0	102.948	100,0
Salário médio (em SM)	8,8	13,7	11,8	11,7		9,9	

(*) SM = Salário mínimo = Cr\$ 166.560 (de 1.º/11/84 a 30/04/85)

(**) Situação dos metalúrgicos de São Bernardo do Campo e Diadema, em abril/85, segundo o DIEESE (Folha de São Paulo, 04/05/85, p. 18).

De fato, bem poucas empresas possuem planos de carreira que ofereçam vantagens explícitas para o pessoal alocado às NT, operadores principalmente. Acredita-se, porém, que esta é uma situação transitória, típica da fase inicial de adoção das NT e, sobretudo, reflexo da retração geral do mercado de trabalho, entre 1980-84. Com as perspectivas de retomada do crescimento econômico, assim como de ampliação do uso das NT, as empresas têm consciência de que, se não oferecerem vantagens concretas, perderão seus profissionais do CN – e estes sabem disso.

NT e Emprego

É sabido que “mudanças de processo” desde suas versões mais antigas – do vapor e da eletromecânica – resultam em aumentos de produtividade e redução do emprego em alguma atividade econômica. No cômputo geral, o efeito depressivo das “mudanças de processo” acaba compensado pela introdução de “novos produtos” que tendem a gerar empregos (Singer, 1976). Isto significa que a avaliação das relações entre progresso técnico e emprego exige um enfoque global, de toda a atividade econômica.

Mesmo assumindo os riscos de um enfoque restrito, tentou-se estabelecer, a nível de cada empresa, se as NT criam ou destroem empregos; infelizmente, as respostas são inconclusivas.

De fato, quase todas as firmas visitadas sofreram violenta redução do emprego entre 1980/84, mas isto parece ter sido causado principalmente pela recessão que afetou toda a indústria neste período. Com as perspectivas de retomada do crescimento econômico, a maior parte das firmas já havia, no final de 1984, retomado ou superado os níveis de emprego de 1980, enquanto as demais anteviam a possibilidade de fazer o mesmo ao longo de 1985.

Os cortes foram generalizados, atingindo todas as categorias de mão-de-obra; algumas firmas, contudo, declararam ter evitado, na medida do possível, dispensar operários mais qualificados, com sólida bagagem de formação teórica e prática na empresa.

A aplicação ainda restrita/localizada da MFCN não permitiu, acredita-se, identificar seus efeitos em termos de aumento da produtividade média da empresa: entre as firmas visitadas, há somente quatro nas quais se pode constatar que, em relação a 1980, a produção cresceu mais que o emprego. Nas demais, ou a tendência é inversa, ou emprego e produção evoluem no mesmo nível, ou não é possível comparação devido a mudanças no tipo de produto.

Deve-se observar ainda que a própria recessão pode, por si, ter contribuído para aumentos de produtividade: a simples ameaça de “cortes” serve, não raro, para “estimular” os trabalhadores a produzir mais.

Mesmo em se tratando de aplicações localizadas, há poucas empresas que possuem avaliação precisa dos ganhos de produtividade auferidos com as NT. Assim, com base em dados restritos (referentes a um ou alguns tipos de peça), pode-se constatar que:

- em relação ao torno universal, o torno CN é capaz de reduzir os tempos de usinagem (incluindo o de preparação da máquina) de duas a cinco vezes (informação de seis empresas);
- equipamentos/sistemas para programação automática de MFCNs podem multiplicar a produtividade (número de programas/ano) dos programadores manuais de oito a 10

vezes para tornos, de três a cinco vezes, para centros de usinagem (duas firmas).

A desativação de MFs convencionais, em função da entrada de MFCNs, ocorreu em oito das firmas visitadas, atingindo principalmente tornos universais, substituídos por tornos CN na proporção de três a quatro para um, também constatada, com menor frequência, a desativação de furadeiras e fresadoras devido à adoção de centros de usinagem. Segundo essas firmas, no entanto, houve total aproveitamento dos antigos operadores, seja nas novas MFCNs, seja em outras MFs convencionais.⁵

NT e Qualificação

Especificamente com relação aos operários qualificados, cujo saber e perícia seriam, em tese, mais prejudicados pela sua transformação em operadores CN, a opinião das empresas coincide com a dos empregados: as NT exigem reativação/acréscimo de conhecimentos/habilidades, o que resulta em aprimoramento profissional do indivíduo. Isso parece compensar a inevitável redução das atribuições de “execução” assumidas pela MFCN e, conseqüentemente, do trabalho manual.

O acréscimo de conhecimentos/habilidades ou o aprimoramento profissional é justamente, segundo os empregados, a principal vantagem da mudança ocupacional. Em sua opinião, o acesso às NT lhes abre novas e melhores perspectivas de trabalho, além de lhes garantir o emprego, na firma ou no mercado. Essa tranquilidade é, para a maioria, mais importante que o aumento efetivo de salários – que, aliás, não ocorre com tanta frequência.

Os aspectos negativos da mudança – como aumento de responsabilidade, tensão, monotonia, perda de habilidades – são mencionados por um grupo bem menor do que se antevia (22% da amostra). Mesmo sabendo que a amostra se limita à mão-de-obra que “deu certo no CN” esperava-se que os operadores, por exemplo, em vista de sua experiência anterior, tivessem encontrado maior dificuldade de se adaptar ao trabalho na MFCN, que obviamente restringe o exercício de suas habilidades manuais. Essa restrição, no entanto, parece incomodá-los bem menos do que se pensava – talvez porque, na produção, trabalho manual signifique também desgaste físico, cuja falta ninguém lamenta. As queixas, mais freqüentes entre o pessoal da manutenção, referem-se, em geral, ao aumento de responsabilidade/tensão inerente às novas funções; mencionam-se, também, dificuldades iniciais na aquisição e aplicação de conhecimentos essenciais ao manejo das NT – sobre as MFCN e o CN em si, programação, matemática e geometria, tecnologia de mecânica.

Poucas empresas admitem ter enfrentado conflitos ao nível da mão-de-obra, com a adoção das NT.⁶ As reações negativas às NT parecem surgir principalmente de gerentes ou supervisores de fábrica que, aberta ou veladamente, manifestam ceticismo ou, no mínimo, desinteresse pelos novos equipamentos. Não se estranha que isto ocorra: afinal, além de mais velhos e acomodados em suas técnicas e rotinas de trabalho, esses profissionais são forçados a conviver com uma nova “elite” de pessoal qualificado – os operadores CN, que não apenas possuem melhor conhecimento e domínio das NT, mas também estabelecem contatos mais freqüentes e diretos com pessoal de escritório – os programadores e, desse modo, até certo ponto escapam ao controle de seus chefes imediatos.

Percebe-se que os novos profissionais do CN se consideram – e são considerados pela empresa – como uma nova “elite” com *status* próprio. Esta atitude é mais perceptível entre os operadores CN que, por força de suas relações com os programadores, passam a manter um intercâmbio mais freqüente com o escritório, sentindo-se “menos presos à máquina”. É bem verdade que a MFCN transfere para o programador grande parte da responsabilidade pela execução do trabalho, que antes, na tecnologia convencional, cabia ao operador. Essa transferência, no entanto, não parece ter, até o momento, estabelecido maior controle ou dominação do escritório sobre a fábrica: o programador define o trabalho do operador mas, para tanto, precisa contar com a boa vontade e cooperação deste último, que detém informações e iniciativas essenciais ao êxito dos programas.

A nova “elite do CN” se torna, para a empresa, tão ou mais importante do que as antigas elites de operários qualificados. Embora, para a empresa, as NT ofereçam a vantagem de torná-la menos dependente da perícia e desempenho do qualificado, parecem recriar essa dependência sob outras formas, a saber:

- não é tão fácil nem tão rápido formar os profissionais do CN: a rapidez e eficácia do treinamento parece depender, em larga medida, da pré-qualificação da mão-de-obra, em matéria de cursos e experiência prática; ademais, mesmo partindo de uma base sólida, um operador ou programador CN só fica “pronto” depois de, pelo menos, seis meses na função;
- a empresa precisa confiar no pessoal que aloca ao CN: o alto custo dos equipamentos, assim como a maior integração que tendem a impor ao processo produtivo tornam a empresa mais vulnerável aos profissionais do CN que, além de competentes, devem também “vestir a camisa” da firma.

Quadro 10 – “Profissionais do CN” : formação profissional básica (*)

Formação	Empregados das áreas de:		
	Opera-ção	Progra-mação	Manu-tenção
• torneiro mecânico	11	4	—
• fresador, retificador e afins	4	1	—
• ajustador mecânico	5	2	3
• mecânico geral	4	—	—
• desenhista-projetista técnico	4	1	—
• eletricitista/eletrotécnico	—	—	—
• técnico mecânico	—	5	—
• técnico eletrônico	—	—	4
• tecnólogo/engenheiro mecânico eletrônico	—	4	2
Total	28	17	11

(*) Curso mais longo e/ou de grau mais elevado concluído.

Até o momento, as empresas – fabricantes e/ou usuárias – têm assumido a formação das categorias essenciais à implantação das NT – operadores, programadores, mantenedores. Esse treinamento tem sido feito com relativa facilidade e rapidez (40 a 80 horas), uma vez que é ministrado a indivíduos que, segundo se viu, geralmente possuem bom nível de escolaridade e formação profissional⁷, além de considerável experiência prática.

Quadro 11 – “Profissionais do CN”: agentes do seu treinamento para as NT

Agentes (*)	Horas de cursos/treinamentos dos empregados das áreas de:		
	Opera-ção	Progra-mação	Manu-tenção
• empresa fabricante de equipamentos CN	15,8	62,9	19,8
• outra empresa (usuária)	80,7	2,2	44,8
• escolas técnicas/universidades	2,2	19,3	—
• escolas livres	—	2,2	25,5
• outros (SENAI, SOBRACON)	1,3	13,4	9,9
Total (horas)	100,0 (3.740)	100,0 (3.660)	100,0 (5.220)

(*) Cabe observar que esses dados até certo ponto subestimam a participação das firmas “usuárias” na formação de mão-de-obra para o CN, visto que os cursos/treinamentos ministrados pelos fabricantes de equipamentos CN a seus empregados – que representam boa parte da amostra – foram atribuídos ao agente “fabricante de equipamento CN” e não ao “usuário”.

Trata-se, evidentemente, de uma estratégia de transição, não fazendo sentido supor que devam ser formados profissionais plenos para a tecnologia convencional e só depois adequá-los ao CN. Por outro lado, fica patente que, pelo menos para o tipo de empresa analisado, essa mão-de-obra não pode ser obtida a partir de trabalhadores de baixa qualificação.

Empresas e empregados esperam, pois, que entidades de formação profissional progressivamente assumam o encargo de preparar mão-de-obra para a nova base técnica, principalmente sob duas formas:

- oferecendo curso e treinamentos específicos para as NT (reciclagem, especialização etc.);
- garantindo a base de formação geral e tecnológica, indispensável para que o trabalhador consiga acompanhar processo de mudanças cada vez mais rápidas e freqüentes da tecnologia.

NOTAS

- 1 – Uma foi escolhida por constar do Cadastro da SOBRACON, de usuários de CN e a outra, pelo fato de ser fabricantes de MFCNs. Em relação ao Cadastro da SOBRACON, encontraram-se, em oito das firmas pesquisadas, discrepâncias do seguinte tipo: não existem as MFCNs arroladas ou as máquinas listadas não são, a rigor, CN.
- 2 – Deve-se lembrar que o CN propriamente dito é uma verdadeira “caixa preta” sob responsabilidade exclusiva do seu fabricante ou representante autorizado.
- 3 – Encontraram-se duas firmas, fabricantes de MFCN, que têm procurado transformar jovens, recém-formados pelos SENAI ou por escolas técnicas, em operadores e programadores CN. Não se trata, porém, de uma modalidade de formação rápida ou barata, uma vez que tais empresas, além de patrocinar a formação escolar desses jovens, por períodos que vão de dois a três anos, oferecem-lhes mais 18 a 24 meses de formação metódica, teórica e prática no emprego, antes que comecem efetivamente a trabalhar.

- 4 — No Estado de São Paulo, 76% dos empregados da indústria mecânica estão na faixa de 19-40 anos de idade (MTb/RAIS-83).
- 5 — Duas firmas, embora não tenham desativado máquinas convencionais, admitem ter aproveitado a adoção de MFCNs, assim como o contexto recessivo, para fazer uma “limpeza” no quadro de pessoal e se livrar de empregados “indesejáveis”, da produção e outros setores.
- 6 — Na verdade, para se detectar problemas desse tipo, seria necessária outra pesquisa, junto a trabalhadores que não aceitaram a alocação aos novos equipamentos ou não se adaptaram à mudança.
- 7 — É interessante observar que, dos 57 entrevistados, 72% passaram pelo SENAI, que responde por cerca de 55% do total de 130.000 horas de cursos/treinamentos realizados pelo grupo, destacando-se, ainda, a contribuição das escolas técnicas e universidades (20%), da rede de ensino livre (14%) e das próprias empresas (10%).

GLOSSÁRIO

ABC	Região formada pelos municípios paulistas de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, um dos maiores pólos industriais do país.
ABCD	
CAD	<i>Computer Aided Design</i> = Projeto com auxílio de computador.
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> = Fabricação com auxílio do computador.
CN	Comando Numérico.
CNC	Comando Numérico com Computador (programável).
DNC	Comando Numérico Direto (ligado a computador central).
MF	Máquina-Ferramenta (convencional/especial).
MFCN	Máquina-Ferramenta com Comando Numérico.
MFU	Máquina-Ferramenta Universal.
NT	Novas tecnologias = equipamentos/sistemas de base microeletrônica (como MFCN, CAD/CAM etc).
SM	Salário-Mínimo.

BIBLIOGRAFIA

ABIMAQ/SINDIMAQ. Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos — Sindicato Interestadual da Indústria de Máquinas. *Indústria brasileira de bens de produção mecânicos; indicadores conjunturais 1982-1984.* São Paulo, XI(20), 1985.

RATTNER, H. (coord). *Produção e difusão de máquinas-ferramenta de comando numérico no Brasil.* São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, Relatório nº 20, 1982.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. *Anuário Estatístico de São Paulo, 1983.* São Paulo, 1984.

SEADE/DIEESE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos. *Pesquisa de emprego e desemprego na Grande São Paulo.* São Paulo, 1985.

SENAI-DN/SP. *Automação microeletrônica na indústria; subsídios à pesquisa.* Por Elenice M. Leite, Luiz A. C. Caruso e Noriko Iwamoto. São Paulo, 1984.

SENAI-RJ. *Análise ocupacional; comando numérico e máquinas especiais.* Rio de Janeiro, DTP — Divisão de Treinamento Profissional, 1981.

SINGER, P. *Emprego, produção e reprodução da força de trabalho.* São Paulo, CEBRAP, mimeo, 1976.

SOBRACON. Sociedade Brasileira de Comando Numérico. *Cadastro das empresas usuárias de máquinas-ferramenta com comando numérico,* listagens, 1984.

TAUILE, J. R. *Microelectronics, automation and economic development; the case of numerically controlled machine tools in Brazil.* Tese de doutoramento, 1984.

A política de desenvolvimento tecnológico do Metrô de São Paulo

Peter L. Alouche

Assessor Técnico do Metrô de São Paulo

INTRODUÇÃO

O Metrô de São Paulo é um empreendimento de altíssimo significado social para a cidade e de grande valor tecnológico para a engenharia nacional.

O que me proponho, é analisar um pouco das dificuldades que enfrentou a Companhia do Metrô na implantação desse empreendimento, os importantes desafios tecnológicos que teve que transpor, as novas responsabilidades que, por causa do seu sucesso operacional, foram-lhe agregadas, as dificuldades que enfrenta na transferência de sua tecnologia e por fim os perigos e ameaças que pesam em cima do grande acervo tecnológico acumulado.

Esse acervo tecnológico é, hoje, objeto de transferência para outras cidades do Brasil e do exterior.

Uma linha de Metrô é um projeto caro que envolve investimentos da ordem de um bilhão de dólares.

Os benefícios quantitativos desse investimento podem ser classificados em três tipos:

- os benefícios diretos decorrentes da melhoria do sistema de transporte de massa da cidade, a saber, a garantia para a população de um modo de locomoção rápido, seguro e confiável, a economia de combustível importado pela substituição do petróleo por energia elétrica nacional, a redução da poluição atmosférica, a redução dos tempos de deslocamentos na cidade, com a reordenação dos modos de transporte, o desafogo do sistema viário e, em consequência, a melhoria da qualidade de vida urbana;
- os benefícios indiretos para a cidade com os planos de reurbanização que automaticamente são realizados com as desapropriações efetuadas e a implantação da linha, estações do Metrô e dos terminais de integração;
- os benefícios colaterais que decorrem do impacto do investimento nos demais setores da economia devido às repercussões das relações intersetoriais, os mais beneficiados, sendo o da construção civil, o do material ferroviário, o de equipamentos eletro-eletrônicos, a metalurgia e a mecânica.

Esse trabalho pretende tratar tão somente de um dos aspectos desses benefícios colaterais, o tecnológico.

O Metrô de São Paulo tem sido um símbolo de avanço tecnológico na área de transporte urbano no Brasil. Ao ser implantado, apresentava uma tecnologia moderna que contrastava com o obsolescência dos ônibus, operados na sua maior parte por pequenas empresas privadas, sem condições de enfrentar a demanda crescente de transporte nas grandes regiões urbanas, e com a decadência da ferrovia, cuja esperança de remodelação só viria alguns anos depois, por influência inclusive do Metrô.

O que gostaria de analisar é como essa tecnologia se implantou no Metrô de São Paulo, quais são os pioneirismos tecnológicos que vencemos, quais as políticas de desenvolvimento tecnológico e de nacionalização que a companhia adotou, quais as dificuldades que enfrenta na transferência de sua tecnologia e, por fim, quais são os rumos que está tomando esse desenvolvimento tecnológico e o que representaria a dispersão ou a perda dessa tecnologia para o país.

AS PRIMEIRAS ETAPAS DA TECNOLOGIA NO METRÔ

O Metrô de São Paulo é um empreendimento que deu certo. Após dez anos de sucesso, demonstrou uma eficiên-

cia operacional e um desempenho internacionalmente reconhecidos. E deu certo porque, de início, teve um direcionamento na sua gestão em geral — e, mais especificamente, na gestão de sua tecnologia — sério e eficiente, progressista, voltado para o futuro. Sério na concepção, eficiente na sua execução, progressista na sua evolução e sempre procurando soluções modernas que fossem adequadas a médio e longo prazo.

E mais, todas suas decisões tecnológicas tinham como premissa primeira, um melhor desempenho do sistema que se traduzisse, em última instância, numa melhor qualidade de serviço oferecido à cidade. A tecnologia visava diretamente ao usuário que dela iria se servir.

As etapas dessa gestão tecnológica, embora não previamente estabelecidas de modo claro e definitivo, foram sendo executadas com sucesso graças, principalmente, ao entusiasmo e ao empenho de uma equipe coesa, cheia de idéias novas e liderada por homens capazes.

A primeira etapa dessa gestão consistiu em estudar, antes da implantação do empreendimento, e mesmo durante e depois dela, o que outras cidades do mundo tinham adotado como soluções para seu transporte de massa. Avaliar as informações, filtrá-las, ver o que se adaptava à nossa condição peculiar de cidade e de povo, estabelecer as modificações necessárias e pressentir como as condições tecnológicas e econômicas do país poderiam evoluir para, enfim, tomar a decisão de adotar esta ou aquela solução.

Logo de início a companhia promoveu a participação de seus funcionários em viagens técnicas, cursos e seminários, tanto no país como no exterior, preparando assim a formação de um núcleo de técnicos capacitados a absorver a tecnologia e até mesmo a prosseguir no seu desenvolvimento com a sua adaptação às condições nacionais.

A etapa seguinte se preocupou em implementar a solução decidida de modo criterioso, mas sempre perseguindo a meta de se atingir os parâmetros estabelecidos em projeto.

Produtos tiveram que ser desenvolvidos quando não havia, fabricantes e fornecedores criados quando não existiam. Para o financiamento dos projetos, os órgãos do governo estavam aí para que a eles se recorresse.

Se um estudo especial tinha que ser desenvolvido ou uma tecnologia nova criada ou adaptada, recorria-se à universidade ou a uma empresa especializada. Consultores internacionais foram procurados quando um assunto específico o exigia. Assim, além do núcleo interno, estimulou-se a participação dos consultores nacionais, que, da condição inicial de simples detalhistas, puderam constituir equipes que atingiram a plena capacitação em projetos metroviários. Para um equipamento novo, de muita responsabilidade, como o material rodante, por exemplo, um protótipo foi desenvolvido e testado em profundidade.

Bem antes da entrada do sistema em operação iniciou-se a etapa da preparação das equipes operacionais — operação e manutenção — dentro de uma visão tecnológica avançada para a época.

E quando tudo estava instalado, um extenso e profundo esquema de testes de aceitação pré-operacionais foi iniciado para que os sistemas só fossem entregues à equipe de operação depois de seus parâmetros perfeitamente ajustados e seu desempenho comprovado. O gerenciamento desses testes de aceitação, sob a liderança de uma equipe da companhia, foram em grande parte a razão do êxito da operação do Metrô. Esses testes que se prolongaram, inclusive

durante a fase operacional, realimentavam o projeto com dados essenciais para sua revisão e para a preparação dos novos sistemas.

O Metrô se comprovou, em suma, como um ótimo gestor sistêmico, integrando todos os subsistemas componentes de um empreendimento tão complexo como o transporte de massa. E esse papel só o operador é capaz de fazer.

Uma empresa privada é capaz de gerenciar com sucesso partes de um empreendimento desse tipo. Talvez até de toda sua implantação. Mas o sucesso tecnológico do empreendimento como um todo, incluindo sua operação com eficiência, segurança e confiabilidade, só é possível se a mesma equipe que concebeu o sistema, que coordenou a sua implantação, que verificou a sua pré-operação, é aquela que tem a responsabilidade de operá-lo.

A responsabilidade da empresa estatal no caso é total, e quando se pensa num serviço público, como o transporte de passageiros nas grandes zonas urbanas do Brasil, não há como fugir a essa realidade. Só a empresa estatal é capaz, no Brasil, de gerir e manter uma tecnologia de tão alta sofisticação, num empreendimento tão abrangente como o do serviço de transporte de uma cidade tipo São Paulo.

A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Ao inaugurar a sua primeira linha, o Metrô de São Paulo já podia se orgulhar de um rol imenso de eventos tecnológicos, pioneiros não só no país como no resto do mundo, os quais tinha realizado com sucesso.

No campo da *tecnologia da engenharia civil*, a construção da linha Norte-Sul foi uma experiência ímpar que apresentou aspectos técnicos até então inéditos no Brasil, decorrentes desse tipo de obra em área urbana e dos métodos de construção aplicáveis.

Pela primeira vez utilizou-se no país o método em Shield de execução de túneis por via subterrânea, com a utilização de couraças metálicas de frente aberta ou fechada, onde se processa a escavação do terreno, seguida da montagem dos anéis, em operação coordenada que dá o fechamento ao túnel. Essa tecnologia difícil e complexa que, no entanto, evita a interdição das vias públicas durante a obra, deu ao Metrô e às empresas de projeto a construção um complexo domínio dessa importante técnica de construção de túneis.

O trecho sul da linha, escavado pelo método trincheira, também gerou novas tecnologias no campo da engenharia civil, como o escoramento de paredes verticais através de ancoragem em terrenos argilosos e o aperfeiçoamento das técnicas de paredes diafragma e de paredes de estacas justapostas.

A execução de túneis, seja pelo método couraça, seja pelo de trincheira, tecnologia já incorporada ao acervo do Metrô, recebeu contínuos aperfeiçoamentos. Nos trechos em couraça da linha Leste-Oeste, rígidos sistemas de controle de recalques resultaram em perfeita proteção às edificações existentes sobre o traçado ou nas imediações do túnel. Foram também introduzidas modificações na técnica executiva com substituição dos anéis importados por nacionais e realizadas experiências satisfatórias com anéis pré-moldados de concreto e juntas de vedação de neoprene. Nos túneis em trincheira iniciou-se o emprego do método "berlinense", isto é, sem câmara de trabalho entre a obra permanente e a

contenção da escavação e sem impermeabilização externa, sendo a estanqueidade do túnel assegurada pelas características rigorosamente controladas do concreto.

Algumas novidades tecnológicas foram introduzidas na execução do trecho em "Shield", como o rebaixamento parcial do lençol freático, junto ao Largo do Arouche, por meio de poços profundos a fim de baixar a pressão de ar comprimido dentro do túnel. Na estação Anhangabaú, foi executado um trecho de passagem subterrânea, numa área de alta concentração de redes de utilidades públicas, por meio de enfilagem de contorno, parede e tetos em tubos de aço, com encaixe lateral e cravados com macacos hidráulicos.

Os trechos em elevado propiciaram a introdução de técnicas modernas para construção de viadutos, desde a fase de projeto, com extensa aplicação de elementos estruturais — vigas, muros, passagens de emergência — modulados e pré-moldados. Canteiros de pré-moldagem, dispostos ao longo do traçado, centralizaram as operações de fabricação sendo eliminados os cimbramentos convencionais que aumentariam, acentuadamente, a complexidade logística da obra.

Finalmente, no prolongamento norte da linha Norte-Sul, que permitirá o estacionamento de dois trens e maior flexibilidade de manobra, está sendo utilizado o método NATM (New Austrian Tunneling Method).

Para o trecho em superfície, sobre o lastro, foi utilizado um tipo de dormente de concreto, monobloco, pretendido, abandonando a utilização tradicional de dormente de madeira, prática cara e ultrapassada.

Para seus cálculos o Metrô contou na primeira linha com a técnica de um consórcio teuto-brasileiro, de grande valia, porquanto possibilitou a definição das características técnicas das linhas do Metrô e o conhecimento dos novos métodos construtivos, já utilizados na Alemanha, mas ainda desconhecidos no Brasil.

Para sua segunda linha, a Companhia do Metrô contou somente com os seus próprios recursos técnicos e com a participação de firmas projetistas e empreiteiras nacionais.

O consórcio alemão tinha definido em normas técnicas a maior parte dos processos de cálculos necessários à elaboração dos projetos entre os quais o método de cálculo de estruturas de contenção de valas utilizando modelos unidimensionais, simplificados, em que a envoltória das pressões aplicadas pelo solo à parede é estimada baseando-se em hipóteses empíricas ou semi-empíricas. Os esforços internos na parede são determinados através de cálculos estáticos.

As projetistas nacionais desenvolveram e aplicaram nos novos projetos do Metrô um processo de cálculo evolutivo, que tinha surgido na França em 1971, permitindo a simulação das fases de execução da obra, considerando a parede como uma viga, de largura unitária, trabalhando assim com as estroncas e tirantes em regime elástico linear e incorporando a histerese do solo.

Outro modelo matemático foi desenvolvido pelos projetistas, sob a coordenação do Metrô, para a análise do comportamento de estacas quando sujeitas a esforços horizontais. Nele, em vez de considerar para o solo, a hipótese de Winkler, isto é, uma série de molas independentes envolvendo o conceito de coeficiente ou módulo de reação horizontal de difícil avaliação, tenta-se com as curvas tensão-deformação do solo obtidas através de ensaios triaxiais, caracterizar o mesmo por uma barra de comportamento reológico semelhante.

No que se refere ao *material rodante do Metrô*, já em 1968 nas discussões para estabelecer a especificação técnica dos carros da linha Norte-Sul, havia ainda dúvidas quanto à conveniência e a possibilidade da fabricação dos carros metroviários no país. O Metrô, porém, decidiu aceitar o grande desafio de partir para a produção dos mesmos no Brasil, optando por um modelo tecnológico próprio. Apenas alguns subconjuntos de nacionalização mais difícil, como o caso dos truques, foram inicialmente importados.

Essa opção levou à necessidade de um exaustivo programa de testes de protótipo, implicando em que o nível de qualidade e as exigências de desempenho fossem as mais rigorosas.

A decisão de se adotar o sistema de controle de propulsão na base do *Chopper* representou uma decisão extremamente arrojada para a época, visto que tal sistema se encontrava ainda nos primórdios de seu desenvolvimento nos principais Metrôs em operação. Somos o primeiro Metrô do mundo a ter iniciado, com êxito, sua operação comercial, adotando o sistema *Chopper*.

O Metrô de São Francisco, que o tinha também adotado, enfrentava um desastre tecnológico até hoje não inteiramente sanado. O Metrô de Paris experimentava essa nova tecnologia com timidez em uma ou outra de suas linhas.

Hoje, com exceção dos tradicionais ingleses, poucos são os Metrôs e ferrovias, que não adotam *Chopper* na sua tração.

Para a sua segunda linha, o Metrô decidiu elaborar, no país, toda a concepção dos novos carros, inclusive o desenho industrial dos mesmos, fato até então inédito no Brasil.

No campo da *Tecnologia da Engenharia de Sistemas*, a necessidade de equipamentos sofisticados, em vista dos altos padrões de segurança e confiabilidade adotados, representaram, em muitos casos, um pioneirismo no transporte metroviário. Destaca-se neste particular, a condução automática dos trens.

A supervisão centralizada da operação apresenta-se, mesmo hoje, depois de 14 anos de implantação, como um sistema dos mais avançados. Consiste no controle direto, por computadores *on line* e por uma complexa aparelhagem, da circulação dos trens, do fluxo dos passageiros, do desempenho dos equipamentos das estações e dos equipamentos elétricos das subestações.

Foi no campo da eletrônica que as conquistas tecnológicas do Metrô foram as mais contínuas. Por outro lado, são os sistemas eletrônicos que, além dos benefícios diretos e colaterais, provocam efeitos qualitativos mais intensos, como a elevação da qualidade de trabalho, uma maior oferta de trabalho, uma dinamização das universidades e institutos de pesquisa e um fortalecimento de nossa segurança sobre assuntos vitais para os destinos da comunidade.

Os principais sistemas eletrônicos no Metrô são: o controle da tração, a proteção automática dos trens, a operação automática dos trens, a supervisão automática da operação e do sistema de alimentação elétrica, controle de ventilação, a vigilância das áreas públicas por circuito fechado de televisão e o controle de arrecadação de passageiros.

Os requisitos de segurança levaram ao emprego de componentes vitais e ao desenvolvimento de técnicas de circuitos de falha-segura (*failsafe*) que vieram a revolucionar os conceitos de segurança.

Essas técnicas capacitaram a engenharia nacional a desenvolver sistemas complexos de variadas aplicações industriais. Por outro lado, a divulgação dessas técnicas provocou, em outros setores, uma nova mentalidade de segurança, hoje presente e evidente na operação do Metrô. Os benefícios chegaram a repercutir em outros modos de transporte e na engenharia de tráfego, onde se percebe claramente a introdução de novos padrões de segurança.

Os requisitos de flexibilidade, confiabilidade e disponibilidade, levaram, a par de especificações mais rigorosas, à aplicação no transporte público dos conceitos de MTBF (tempo médio entre falhas) e MTTR (tempo médio para reparação), que permitiram a medição da qualidade dos equipamentos. Isso resulta numa significativa melhoria nos padrões de qualidade do produto nacional, permite um processo de nacionalização de alto nível e contribui para a melhoria das normas técnicas nacionais.

O largo emprego de microprocessadores nos sistemas de automatização da operação, e mais recentemente no próprio sistema de tração dos trens, o desenvolvimento totalmente nacional da supervisão operacional da linha Leste-Oeste, utilizando-se computadores nacionais *on line*, o desenvolvimento de transmissão de dados, e atualmente a concepção de um sistema moderníssimo de controle operacional centralizado para a rede de tróleibus, são alguns aspectos desse desenvolvimento tecnológico no campo da eletrônica.

A informática foi, sem dúvida, também, um campo de pioneirismo no Metrô de São Paulo. Merecem destaque os programas de simulação que se referiam basicamente à eletrificação, sinalização e desempenho de trens, sempre levando em conta os aspectos operacionais. Na maioria dos casos, foram desenvolvidos em mais de uma versão, o que é explicado pelo pioneirismo dos empreendimentos e pelas dificuldades na obtenção de informações de forma sistemática e detalhada. À medida que essas versões foram sendo aperfeiçoadas, todo um conjunto de sistemas de computação passou a constituir ferramenta de apoio ao projeto e à construção de novas linhas, bem como à operação das linhas em serviço.

Desde o início da implantação da sua primeira linha, a Companhia do Metrô de São Paulo já se preocupava por uma engenharia de sistemas brasileira. Não existindo, na época, tecnologia nacional nessa área, o Metrô contratou a Engenharia de Sistemas com o fornecedor principal dos equipamentos, explicitamente, como parte do fornecimento. Assim, o contrato de fornecimento do sistema não foi *turn-key*, no sentido comum do termo. Pelas cláusulas do contrato de fornecimento do sistema para a linha Norte-Sul, o fornecedor se obrigava a fornecer todos os detalhes do projeto, não só do sistema como dos equipamentos, estes a nível de circuitos elétricos e eletrônicos e detalhes construtivos, incluindo-se, ainda, memoriais de cálculo de dimensionamento e o *software* completo de controle do processo.

Diversas instituições, tanto nacionais como estrangeiras, foram consultadas para, juntamente com o Metrô, analisar, discutir, revisar ou aprovar o projeto.

Institutos de pesquisa nacionais tais como o FDTE e a UNICAMP foram contratados para a análise de áreas específicas, propiciando, dessa forma, uma absorção maciça de tecnologia.

Com a conclusão da linha Norte-Sul e com o objetivo de transferir a tecnologia absorvida, o Metrô procurou esti-

mular a criação de empresas de consultoria que pudessem atender ao desenvolvimento de toda a Engenharia de Sistemas da sua segunda linha.

Esse programa de incentivo a empresas nacionais no campo da Engenharia de Sistemas, resultou na produção de projetos perfeitamente adaptados às condições do país, na fabricação de equipamento no Brasil com índice de nacionalização dos mais elevados, na consolidação e desenvolvimento de uma tecnologia própria, na geração de pesquisa nacional, na ampliação do fornecimento de produtos para o mercado interno e mesmo externo, na elevação do nível de especialização de mão-de-obra profissional e na formação, enfim, das bases necessárias para a absorção de *know-how* em áreas de maior sofisticação tecnológica, não só no campo do transporte, como também em processos industriais congêneres.

No projeto de implantação da Rede Metropolitana de Tróleibus, estamos utilizando o mesmo esquema, desenvolvendo empresas nacionais para a implementação do controle operacional centralizado, para o esquema de bilhetagem e para o sistema de informação operacional.

A POLÍTICA DE NACIONALIZAÇÃO

A *política de nacionalização* foi sempre diretriz da Companhia do Metrô.

Desde o início, o Metrô enfatizou a necessidade de rejeição de algumas falsas idéias que ainda constroem a ação dos empresários brasileiros:

- o desenvolvimento tecnológico exige recursos financeiros fora do alcance das empresas de países como o nosso;
- o desenvolvimento tecnológico necessita de escala econômica que dificulta a participação de pequenas e médias empresas;
- o desenvolvimento tecnológico é monopólio dos países altamente industrializados.

A carência de técnicos especializados, quando do planejamento da primeira linha — Norte-Sul —, forçou, como foi dito, a contratação inicial de consultoria estrangeira, o que foi feito de modo a permitir aos engenheiros nacionais a discussão das soluções tecnológicas e a participação real nas decisões de projeto. Desde o começo do projeto da primeira linha, a Companhia do Metrô investiu na formação de um núcleo de técnicos brasileiros capacitados a absorver a tecnologia metroviária, a adaptar soluções utilizadas em outros países às condições locais e a prosseguir no desenvolvimento permanente de novas soluções.

Além desse núcleo tecnológico interno estimulou-se, também, a participação de empresas nacionais nos projetos para a Companhia, empresas essas que da condição inicial de simples detalhistas, puderam constituir equipes que atingiram a plena capacitação em projetos metroviários, tornando o país auto-suficiente no setor.

A mesma diretriz foi seguida quanto a construtores e fabricantes de equipamentos, reforçando e estimulando o parque industrial para o fornecimento de equipamentos com a qualidade exigida. Foi um grande desafio enfrentado com sucesso pela indústria nacional que hoje produz cerca de 95% dos equipamentos necessários à implantação do sistema. O impulso dado à indústria de construção civil para o atendimento das obras é considerado de grande importância. As economias paulista e nacional foram estimuladas

de modo significativo, tanto a nível de desenvolvimento tecnológico como de geração de empregos.

Evidentemente, a nacionalização de qualquer produto envolve um fator mercadológico, geralmente restritivo, com a limitada demanda implicando, freqüentemente, em custos maiores de certos equipamentos, se comparados com o similar estrangeiro.

No entanto, foram abertas novas perspectivas para a indústria brasileira, incluindo possibilidades de exportação.

Para a segunda linha, a Leste-Oeste, visando à economia de divisas e à adoção definitiva de uma tecnologia nacional, estabeleceu-se um amplo programa de nacionalização a curto e a longo prazos, em praticamente todos os setores, incluindo planejamento, projeto, obra e fornecimento de equipamentos. Isso criou condições para o desenvolvimento de novas empresas de consultoria, projeto e gerenciamento, novos fornecedores e novas oportunidades para as universidades e centros de pesquisa. Permitiu, também, à indústria brasileira atingir plena maturidade e independência na produção de equipamentos.

Os frutos dessa política já se fazem sentir a tal ponto que grupos nacionais competem, em igualdade de condições, com tradicionais participantes internacionais de concorrências públicas para estudos, consultoria, projetos e implantações de importantes sistemas de transporte público no exterior. Caracas, Medelin, Argel e Bagdá são alguns exemplos dessa realidade.

A eficácia da política de nacionalização pode também ser medida pela elevação significativa dos índices de fabricação no Brasil dos projetos, obras e equipamentos, comparando-se aquilo que se conseguiu na linha Leste-Oeste com o que se obtivera na linha Norte-Sul.

Paralelamente à política de nacionalização na implantação de novos sistemas, a Companhia do Metrô mantém, desde 1975, um programa de nacionalização de sobressalentes para a manutenção, com objetivo de minimizar o risco de falta de peças de reposição, absorver e fixar tecnologia, além, evidentemente, de economizar divisas para o país. De 1975 a 1977, 826 itens foram nacionalizados, o que representou em divisas poupadas na aquisição do primeiro lote, uma economia de US\$ 43.000.

Já em 1978, os 155 itens nacionalizados representaram US\$ 1.693.000. De 1975 a 1984, os 1412 itens representaram uma economia de divisas de US\$ 5.500.000. Incorporando ao primeiro lote, os posteriores que deixamos de comprar no exterior, esse valor chegaria a US\$ 11.000.000 e a US\$ 33.000.000 se a ele incorporarmos os custos indiretos de impostos, taxas, fretes etc.

A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O acervo tecnológico acumulado no Metrô de São Paulo em quinze anos de existência — com engenheiros de projetos e obras experimentados e familiarizados com as peculiaridades desse tipo de obra urbana e com a complexidade dos seus equipamentos, com as equipes de operação e manutenção implantadas, com as firmas brasileiras de engenharia maduras, com o imenso parque industrial nacional perfeitamente apto a fornecer todos os tipos de equipamentos solicitados e com as nossas universidades e centros de pesquisas modernizados e capacitados — é hoje objeto de transferência para outras cidades e outros países.

A tecnologia metroviária paulista está à disposição das cidades que dela necessitam, mediante consultoria que o Metrô de São Paulo está apto a prestar. Isso já vem ocorrendo, como é o caso de convênios de treinamento de operadores e pessoal de manutenção para o Metrô de Caracas e de cooperação técnica e operacional com o Metrô do Rio de Janeiro. Por outro lado, o Metrô de São Paulo, através de um convênio com a EBTU, forneceu consultoria para a implantação dos trens metropolitanos de Recife (Metrorec), Porto Alegre (Trensurb) e Belo Horizonte (Demetrô). Enfim, em consórcio com empresas de engenharia nacionais, colabora na implantação do Metrô de Bagdá, com execução de projetos para onze quilômetros de linha e onze estações.

O Metrô de São Paulo que participa de 10% desse consórcio tem entre outras, a tarefa de treinar os técnicos iraquianos, trabalho que não tem sido fácil, considerando de um lado a cultura e a língua do nosso cliente e do outro, a gestão de venda de serviço para a qual uma estatal não está preparada. De fato, uma empresa estruturada para implantar um empreendimento de um bilhão de dólares, enfrenta, com dificuldade, um contrato de um milhão, e precisa se preparar para isso.

O metrô está aprendendo, tentando se estruturar para tal. Mas terá que se preparar muito se quiser ganhar, por exemplo, o contrato com o Metrô de Argel. E imagino o mesmo para uma outra estatal de transportes, a FEPASA, que poderá ganhar um grande contrato para a remodelação das ferrovias iraquianas.

RUMOS DA GESTÃO DA TECNOLOGIA NO METRÔ DE SÃO PAULO

Com a operação comercial de suas duas linhas de Metrô bem sucedida, com seu sistema de integração com outros modos bem implantado e com o sucesso da operação de seus terminais de ônibus intermunicipais, a Companhia do Metrô começou a receber do Governo outras incumbências. A mais importante é, sem dúvida, a atual implantação da Rede Metropolitana de Tróleibus, que, além de estabelecer um novo sistema moderno de transporte de média capacidade, num corredor quase exclusivo, envolve todo um projeto de renovação urbana e viária.

Todo o gerenciamento das atuais redes de ônibus intermunicipais da região metropolitana também passou para a responsabilidade do Metrô além da operação das linhas de ônibus que atendem o novo aeroporto e dos terminais correspondentes. Para não falar do prolongamento da linha Norte-Sul do Metro até Tucuruvi e da linha Paulista. Tudo exigindo muito acervo tecnológico. Tudo por conta do incontestável sucesso tecnológico do Metrô. Sem, porém, uma estruturação urgente da gestão de seu desenvolvimento tecnológico, a Companhia corre grandes riscos de perder esse acervo, irremediavelmente.

Apesar do sucesso tecnológico e conseqüentemente de uma boa gestão de sua tecnologia, a Companhia do Metrô de São Paulo, absorvida nos seus primeiros anos de vida por um ritmo desenfreado de projetos e obras, com metas sempre difíceis de serem atingidas, descuidou um pouco da institucionalização dessa tecnologia.

Muitos de seus técnicos saíram pelo Brasil afora para ajudar a construir ou renovar, com seu talento e seus conhecimentos, outros empreendimentos. As empresas nacionais

ligadas ao transporte urbano aproveitaram sobremaneira essa mão-de-obra de primeira grandeza: a CMTC, a FEPA-SA, a REDE, a CBTU, a EBTU, a CET, o DSV, a Secretaria dos Transportes, além de muitas empresas privadas especializadas em engenharia de transporte.

O Metrô de São Paulo tornara-se uma universidade de transporte; não houve, porém, a preocupação sistemática de substituir e renovar no Metrô tais recursos humanos. O nível salarial que caíra substancialmente na Companhia, a crise econômica que refreava os investimentos e impedia o recrutamento de novos técnicos e, sem dúvida, a falta de uma política interna clara de desenvolvimento tecnológico, começaram a ameaçar o imenso acervo tecnológico acumulado pela companhia.

Por outro lado, havia uma nítida sensação de que tal acervo difuso pela Companhia e fora dela, deveria ser fixado, canalizado e quase catalogado para não ser perdido. Tentativas diversas, mas isoladas, foram tomadas nesse sentido pelas várias administrações ao longo dos anos: criou-se em meados dos anos 70 um Núcleo de Tecnologia que tentou reunir em torno dele tudo o que representava "tecnologia" na Companhia. Apesar de um bom trabalho a favor da nacionalização de componentes, esse Núcleo não podia dar certo porquanto não surgia de uma discussão participativa de todo o Metrô e nem conseguiu um real envolvimento dos diferentes setores.

Estudos, a esta altura, foram desenvolvidos para indicar o caminho que deveria seguir o gerenciamento da tecnologia. Apresentaram diversas alternativas institucionais para a organização e desenvolvimento de um centro de desenvolvimento tecnológico e chegaram até a um projeto de estrutura para o mesmo. Não deu em nada...

Durante a fase de recessão dos investimentos, técnicos da Companhia preocupados com a fixação da tecnologia, iniciaram um trabalho sério de elaboração de manuais de engenharia e de preparação de ciclos de seminários técnicos, cujo objetivo seria reunir e desenvolver as informações tecnológicas do sistema metroviário, como se a tecnologia pudesse ser contida numa enciclopédia. Mas apesar do apoio formal da Diretoria, a iniciativa que não mereceu prioridade, acabou se traduzindo na realização de um seminário e na edição de dois volumes do manual: um de comunicação visual e outro que pessoalmente escrevi e que seria o primeiro tomo do manual, reunindo nele uma visão geral da Companhia, de seu acervo tecnológico, de seus projetos, construção, operação e manutenção, e de seus equipamentos. Esse manual foi editado na comemoração dos quinze anos da Companhia. Depois dele, nada mais.

Os contratos de transferência de tecnologia que a Companhia tinha assinado com o Metrô do Rio, com o Metrô de Caracas e depois com a EBTU e, através de um consórcio, com o Metrô de Bagdá, levou a Diretoria a criar um Núcleo de Transferência de Tecnologia para a administração comercial desses contratos. Esse núcleo não poderia pretender gerenciar a tecnologia do Metrô, nem era sua função. Nem mesmo o Conselho de Transferência de Tecnologia que a ele foi agregado, poderia assumir tal responsabilidade.

Como uma tentativa séria de se atacar o desenvolvimento tecnológico pela frente, a Diretoria do Metrô criou, há seis meses, um Conselho de Desenvolvimento Tecnológico — CDT, ligado à Presidência da Companhia e que reúne técnicos das mais diferentes áreas da Companhia, com reco-

nhecida contribuição a dar na tecnologia do Metrô e no seu Gerenciamento. Tenho a pesada responsabilidade de coordenar esse Conselho.

A gestão da Tecnologia do Metrô, é tarefa difícil e complexa. Mas logo entendemos que ela só teria sucesso se dela participasse a Companhia como um todo. A própria política de desenvolvimento tecnológico deveria ser estabelecida através de discussão ampla e participativa de maior número de funcionários. O CDT recorreu à universidade para pedir ajuda. O Instituto de Administração da USP tinha um programa de administração em ciência e tecnologia, o PACTO, que colocou à nossa disposição. Através dele organizamos seminários que estão em curso e deverão constituir-se na primeira ferramenta para os técnicos do Metrô, de modo participativo, estabelecerem os caminhos do desenvolvimento da Tecnologia Metroviária. Os primeiros subsídios no sentido de se estabelecer a política de desenvolvimento tecnológico da Companhia já foram gerados.

Permitir-me-ei transcrever aqui as principais proposições para as missões dessa política:

- Fixar, preservar e desenvolver o patrimônio tecnológico, do qual a companhia é detentora, considerando os pesados investimentos públicos realizados e seu cunho social.
- Buscar a crescente conscientização da comunidade metroviária composta de dirigentes, funcionários e usuários em relação ao papel e importância da manutenção e do desenvolvimento do acervo tecnológico da empresa como forma de garantir a qualidade dos serviços oferecidos à comunidade.
- Dar ênfase ao desenvolvimento de tecnologias, próprias de transportes urbanos de massa, em nível de processos e de equipamentos, priorizando aquelas relativas ao sistema metroviário e de tróleibus urbanos. Para realizar atividades de desenvolvimento, a política estimulará a formação e ampliação das capacidades de pesquisa tecnológica em nível interno da empresa, bem como estabelecerá convênios e mecanismos de apoio e cooperação com outros centros e instituições de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia de transportes urbanos de massa em nível nacional e internacional.
- Induzir o surgimento de competências nacionais nas áreas de pesquisas tecnológicas de transportes urbanos de massa — metroviário e tróleibus — bem como fortalecer a capacidade industrial brasileira através do uso do poder de compra da companhia na busca de índices cada vez maiores de nacionalização das atuais e das novas tecnologias emergentes neste campo.
- Estimular o crescimento constante do “capital humano” da empresa, representado pelo seu atual corpo técnico administrativo, visando cultivar e desenvolver novos talentos nas áreas de gestão, inovação, operação e transferência de tecnologia. O oferecimento de oportunidades sistemáticas de reciclagem e formação serão buscados face às necessidades constantes de atualização com as novas tecnologias de processo, operação e equipamentos emergentes na área de transportes urbanos de massa.
- Buscar a organização e sistematização de esforços tecnológicos já existentes nas diversas unidades da companhia, bem como estimular a implantação de novas atividades diretas e indiretamente relacionadas com o processo de pesquisa e desenvolvimento tecnológico metroviário.

Em síntese, a política de desenvolvimento tecnológico procurará colocar a questão da tecnologia na Companhia como uma das prioridades essenciais a serem consideradas no esforço presente e futuro de manutenção e aprimoramento dos padrões de qualidade dos serviços ofertados aos usuários. Para que isto ocorra, a capacidade de geração de tecnologias nacionais existentes dentro e fora da empresa deve ser apoiada e fortalecida.

Tudo indica que a tarefa de vulto que a Companhia do Metrô deverá desenvolver nos próximos anos, será a organização de um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento que reúna todas as atividades ligadas à tecnologia metroviária.

O que se estará decidindo são os rumos tecnológicos do Metrô para o ano 2000. Os ganhos diretos e indiretos de uma obra como o Metrô são incalculáveis para a cidade e seus benefícios tecnológicos incomensuráveis para o país. Salvaguardar essa tecnologia é tarefa patriótica. O perigo é eminente quando se notam pressões no sentido de esvaziar a Companhia de suas decisões tecnológicas. Sua manutenção na mão de técnicos do Metrô é vital para sua sobrevivência. Há, porém, um constante fluxo de deserção da Companhia de técnicos especializados sem que haja a preocupação — ou a possibilidade — de sua reposição. A política governamental de admissão e de salários são impedimentos reais para isso.

Numa hora em que se discute a empresa estatal, é importante que se leve em conta que só ela é capaz de ser depositária da tecnologia específica acumulada. No caso do Metrô de São Paulo, as empresas privadas foram, sem dúvida, geradoras de grande parte do acervo tecnológico acumulado. Mas nenhuma delas é capaz de ter domínio sistêmico de toda a tecnologia que a operadora do empreendimento detém.

O que está em jogo, na realidade, é junto com a sobrevivência da empresa estatal operadora, a própria sobrevivência da tecnologia nacional.

BIBLIOGRAFIA

ALOUCHE, Peter L. – *Comissionamento ou Testes de Aceitação na Implantação de um Projeto*. Curso de Aperfeiçoamento em Administração de Projetos, Instituto Mauá de Tecnologia, outubro de 1984.

— Gerenciamento da Tecnologia no Metrô de São Paulo. *II Simpósio Brasileiro de Gerência de Empreendimentos*, agosto de 1985.

— A Gestão de Tecnologia: O caso do Metrô de São Paulo. *X Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia - USP*, outubro de 1985.

CASTRO, Cássio Florivaldo – *Política e Estágio da Nacionalização dos Projetos e Obras do Metrô*. Seminário: Desenvolvimento da

Tecnologia Nacional no Metrô de São Paulo, no Instituto Engenharia, junho de 1979.

COSTA, Benedito Luiz – *Política e Estágio de Nacionalização dos Equipamentos Eletrônicos e Electro-Mecânicos*. Seminário: Desenvolvimento da Tecnologia Nacional no Metrô de São Paulo, no Instituto Engenharia, junho de 1979

— Metrô — Um Caso de Absorção da Tecnologia. *Revista Brasileira de Tecnologia*, dezembro de 1983.

IA-FEA-USP – CDT-Metrô Subsídios para a formulação da Política de Desenvolvimento Tecnológico da Companhia do Metropolitano de São Paulo. São Paulo, abril 1986.

KEHL, Sérgio Penna – *O Desenho Industrial no Processo de Desenvolvimento Tecnológico do Metrô de São Paulo*. Seminário: Desenvolvimento da Tecnologia Nacional no Metrô de São Paulo, Instituto Engenharia, junho de 1979.

PACTo – *Proposta de julho de 1985*, da Fundação Instituto de Administração ao Metrô, dentro do Programa de Administração em Ciência Tecnológica.

REIS DE ANDRADE A.M. Claret – Desenvolvimento Tecnológico do Metrô de São Paulo. *Revista do Instituto de Engenharia*, novembro de 1984.

Renove sua Assinatura da

Revista de Administração

FEA — USP

Caixa Postal 11498

05499 — São Paulo

O sistema de planejamento do Centro de Pesquisas da Petrobrás

**Dorodame Moura Leitão e
Otávio Riviera Monteiro**

Engenheiros de Processamento. Assistência de
Planejamento do Cênpes – Centro de pesquisas e
Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello.

INTRODUÇÃO

O Centro de Pesquisas da Petrobrás (Cenpes) foi criado, em 1966, como um centro cativo, com o objetivo central de fornecer suporte tecnológico a todas as atividades exercidas pelos órgãos e empresas do sistema Petrobrás.

O presente trabalho analisa o que tem sido a atividade de planejamento no Cenpes em função da evolução da Petrobrás em seu processo de aprendizado tecnológico, destacando o Sistema de Planejamento ora em implantação.

A industrialização brasileira, feita através de um processo de importação de tecnologia, não propiciou, ao longo do seu desenvolvimento, condições favoráveis à atividade de planejamento tecnológico.

As necessidades a curto prazo, determinadas pela operação pioneira de unidades industriais, desvalorizaram as pesquisas de longo prazo e, por conseqüência, o planejamento estratégico.

O Sistema de Planejamento descrito neste trabalho, em fase de implementação no Cenpes, leva em conta esse fato, e procura integrar o Plano Estratégico recentemente elaborado, visando à valorização do desenvolvimento tecnológico, às atividades táticas de curto prazo, já implantadas.

O Plano Estratégico, além de definir objetivos tecnológicos e estratégias em um horizonte de cinco anos, discute e propõe posturas para a instituição como um todo, face às mudanças que vêm ocorrendo com grande velocidade nos últimos anos, na área em que o Cenpes atua.

Ainda dentro do Sistema de Planejamento adotado para o Cenpes, o trabalho chama a atenção para a etapa de acompanhamento e controle, na qual estão sendo desenvolvidas metodologias que permitem “gerenciar os resultados”

Finalmente, o trabalho aborda, sucintamente, algumas condições que devem ser criadas para permitir a implementação e o funcionamento do Sistema de Planejamento.

O CENPES E SEU MEIO AMBIENTE

Devido a seu caráter multidisciplinar, o Cenpes é um órgão bastante complexo, uma vez que, para atender às necessidades operacionais da Petrobrás, mantém atividades de pesquisa e engenharia básica em todas as áreas de atuação da companhia.

Além disso, apesar de seu principal papel ser o de centro de pesquisa cativo para a *holding* Petrobrás, funciona como órgão de serviços contratados de pesquisa e engenharia básica para atendimento das subsidiárias e coligadas da companhia. Recentemente, passou também a fornecer tecnologia e serviços para o exterior, principalmente em apoio às atividades da Interbrás e da Braspetro.

Esta multiplicidade de papéis e funções exige o funcionamento de um sistema integrado de planejamento, capaz de conciliar diferentes tipos de atividades, em diferentes áreas do conhecimento e para diversos clientes, sem descuidar da capacitação tecnológica para a demanda futura.

Outro importante aspecto que tem sido levado em conta no estabelecimento e implementação de um sistema de planejamento para o Cenpes é a grande mudança que vem ocorrendo, nos últimos anos, no meio ambiente em que atua.

A criação do Cenpes, na década de 60, ocorreu numa época em que a Petrobrás, como todo o País, passava por um período de importação de tecnologia para a construção

e operação das unidades industriais, sem preocupações com seu domínio, a não ser a nível operacional.

Segundo o modelo de aprendizado tecnológico recentemente apresentado e discutido por Leitão (1984-a), à época da criação do Cenpes, a Petrobrás ainda estava no estágio de domínio da tecnologia a nível operacional (*learning by doing*), com algumas poucas e descentralizadas atividades de “desempacotamento” da tecnologia importada. A criação do Cenpes deveu-se, portanto, à visão de longo prazo de alguns dirigentes, e não à demanda dos órgãos operacionais.

A crise econômica e energética, iniciada na década de 70, começou a modificar essa situação, despertando o interesse para o domínio tecnológico das atividades da companhia. Ao mesmo tempo, o Cenpes iniciou sua arrancada para tornar-se um órgão de pesquisa do porte exigido pela complexa indústria de petróleo, ao mudar-se para novas e adequadas instalações na Ilha do Fundão, em fins de 1973. Esta mudança permitiu que seus recursos crescessem até atingirem a massa crítica e a diversificação exigidas para atender às necessidades da companhia.

Naquela década, a Petrobrás passou pelos estágios de desempacotamento e cópia da tecnologia importada, facilitados pela criação da atividade centralizada de engenharia básica no Cenpes, em 1975. Em algumas áreas chegou-se, até mesmo, a trabalhos de adaptação e criação de novas tecnologias.

Com o agravamento da crise, a década de 80 vem registrando uma mudança radical no comportamento dos diversos órgãos da Petrobrás com relação ao problema tecnológico.

Na área de exploração e produção, devido ao endividamento externo do País, a Petrobrás passou a concentrar seus esforços no aumento das reservas e da produção de petróleo nacional a curto prazo. Isso criou maiores desafios técnicos, que têm resultado em crescentes demandas de serviços e tecnologia para a área, principalmente no que se refere à produção de petróleo no mar e, em especial, em águas profundas.

Na área de processos de refinação, a necessidade de modificar o perfil de produção de derivados, praticamente sem investimentos adicionais, gerou uma demanda por tecnologia nunca verificada anteriormente (Leitão, 1984-b). O mesmo vem ocorrendo na área de produtos, onde observa-se a necessidade de modificação das especificações dos produtos existentes e de geração de novos, objetivando o atendimento da nova estrutura do mercado.

Na área petroquímica, a necessidade de exportar (devido à recessão do mercado interno) e de otimizar a produção, tem mostrado a importância de se dominarem as tecnologias importadas, em grau que permita a introdução de modificações necessárias.

O aumento na demanda tecnológica da Petrobrás coincidiu com o amadurecimento de várias equipes de pesquisa e engenharia básica do Cenpes, formadas ao longo da década de 70, permitindo que o processo de aprendizado tecnológico da companhia se consolidasse e alcançasse seus estágios mais elevados: a adaptação da tecnologia importada para fins diferentes da sua concepção original e o desenvolvimento de novas tecnologias (Leitão, 1984-a).

Essa crescente demanda do conhecimento tecnológico pode representar, no entanto, um risco para o futuro do Cenpes, uma vez que sua principal origem é a necessidade

de resolver problemas operacionais a curto prazo. Dessa forma, caso não se tomem os devidos cuidados com a manutenção de atividades de médio e longo prazos, o órgão pode se transformar em um laboratório de grande porte, restrito ao atendimento rotineiro e de curto prazo.

Uma das providências que vêm sendo tomadas para que isso não ocorra é a tentativa de melhorar a operacionalização do modelo de funcionamento do Cenpes, o qual, dentro do espectro contínuo do trabalho de desenvolvimento tecnológico, procura priorizar, para realização interna, a faixa intermediária que vai da pesquisa aplicada ao serviço técnico especial. Tem-se procurado transferir a faixa inicial, referente à pesquisa básica, para universidades e institutos especializados, ao passo que a faixa final do espectro, que diz respeito aos serviços técnicos rotineiros, tem sido contratada com companhias de serviço. Embora o Cenpes procure manter atividades nestas faixas extremas do espectro, dá-se maior ênfase à faixa intermediária.

A outra providência para manter o Cenpes preocupado com seu futuro tem sido o esforço no sentido de definir e implementar um sistema de planejamento de suas atividades.

O SISTEMA DE PLANEJAMENTO

Histórico da Atividade de Planejamento

A evolução da atividade de planejamento no Cenpes tem refletido, de forma geral, as diversas fases por que têm passado a pesquisa e o próprio processo de aprendizado tecnológico na Petrobrás.

No período de 1971 a 1976, verificou-se grande preocupação com a atividade, motivada pelos preparativos de mudança para as novas instalações, ocorrida em fins de 1973. Nessa fase, foram elaborados Planos Globais de Pesquisas (PGP-I, 1970; II, 1972; III 1976) e outros estudos básicos de planejamento (Monteiro & Leitão, 1972 e Almeida & Oliveira, 1972). Após esse período, todavia, seguiu-se uma fase de maior atenção no trabalho de curto prazo, quando abandonaram-se os planos quinquenais (PGPs) que incorporavam o planejamento de médio e longo prazos. Nessa época, atribuiu-se, erroneamente, a pequena participação do Cenpes na solução dos problemas tecnológicos da companhia à realização de projetos de prazo mais longo, desligados do dia-a-dia da Petrobrás. Na realidade, outros fatores, como o estágio de aprendizado tecnológico da companhia — que demandava maior participação da engenharia básica e menor da pesquisa (Leitão, 1984-a) — é que determinavam a reduzida valorização desta última atividade.

Somente em 1980 retomou-se a preocupação com o planejamento de longo prazo, visando não limitar as atividades do Cenpes aos serviços técnicos de curto prazo. Nessa ocasião, foi elaborado um estudo (Almeida et alii, 1980) que, consolidando trabalhos anteriores (Monteiro & Leitão, 1972 e Almeida & Oliveira, 1972), propunha medidas que permitissem a criação de um sistema de planejamento no Cenpes.

Contudo, mudanças organizacionais realizadas em 1982 retardaram a implementação desse sistema e, somente em 1983 o assunto foi retomado, com a proposição de uma metodologia para planejamento estratégico, utilizada por algumas áreas da atividade-fim do Cenpes (Monteiro, 1972 e Monteiro & Leitão, 1983).

No corrente ano, finalmente, elaborou-se o primeiro Plano Estratégico do Cenpes, passo importante para a consolidação do sistema de planejamento e para a valorização da atividade (Plano Estratégico, 1985-89).

A Estrutura do Sistema

Para possibilitar a estruturação de um sistema de planejamento para o Cenpes, a primeira preocupação foi a adoção de uma base conceitual sobre a qual pudessem ser estabelecidos os passos e atividades do sistema. Isso foi necessário devido à multiplicidade de modelos de planejamento e à falta de um consenso sobre este conceito na literatura especializada.

De acordo com essa base conceitual, ainda em fase de aperfeiçoamento (Leitão, 1985), a atividade de planejamento da pesquisa tecnológica no Cenpes pode ser dividida em três grandes fases:

- política, compreendendo a definição dos objetivos;
- estratégica, com a análise e escolha das alternativas para alcançar os objetivos;
- tática, onde são detalhados os planos que permitirão a operacionalização das alternativas escolhidas.

Para completar o sistema de planejamento, deve-se incluir nesta estrutura básica as etapas que se seguem ao planejamento propriamente dito, referentes à implementação dos planos, caracterizando a atividade de gerência de projetos e a avaliação e controle do planejamento que denominamos gerência de resultados.

A figura 1 apresenta, esquematicamente, o sistema de planejamento em implementação no Cenpes. O detalhamento de suas diversas fases será efetuado nos itens que se seguem.

Política

A definição da política da organização deve ser feita através do estabelecimento de seus objetivos. No modelo de planejamento adotado no Cenpes, isto foi feito em dois níveis:

- objetivos permanentes ou missões, que definem a razão de ser do órgão;
- objetivos atuais, ligados a uma determinada conjuntura ou administração.

Os objetivos permanentes do Cenpes são aqueles definidos, em 1970, pelo Conselho de Administração da Petrobrás e válidos até hoje, face ao seu caráter abrangente.

Os objetivos atuais, por sua vez, foram estabelecidos para cada área de atuação do Cenpes e derivaram dos objetivos empresariais da Petrobrás em suas diversas áreas operacionais. Isso deve-se ao caráter de centro cativeiro, cuja função primordial seria viabilizar, do ponto de vista tecnológico, os objetivos da companhia a que está ligado.

Outras informações utilizadas na fixação dos objetivos atuais do Cenpes foram as resultantes da análise da situação interna e do meio ambiente em que o Cenpes atua. Voltaremos ao tema no item seguinte, quando será discutida a etapa estratégica do planejamento.

Outra fonte de informação que já se tornou importante no atual estágio de aprendizado tecnológico da Petrobrás, embora ainda não seja utilizada de forma sistemática no Cenpes, é a resultante da elaboração de prognósticos tecnológicos. Em algumas áreas da Petrobrás, já existe a necessidade de tecnologias pioneiras, como é o caso de produção

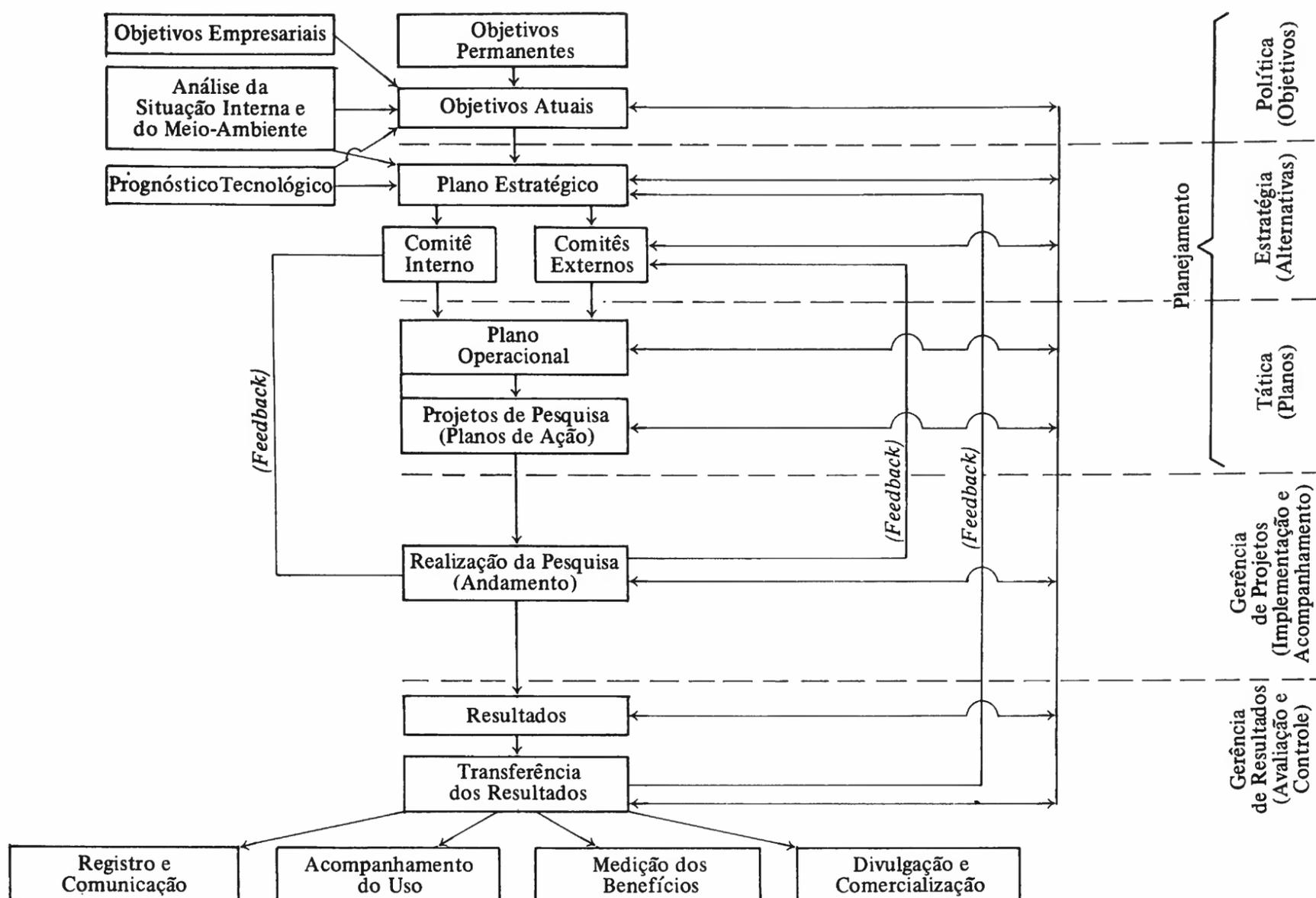


Figura 1 – Sistema de Planejamento do Cenpes.

de petróleo em águas profundas. Por esse motivo, pretende-se iniciar, em breve, pesquisas sobre essa atividade no Cenpes, de forma sistemática. Isso permitirá, também, que o planejamento assuma uma postura mais ofensiva, não ficando somente dependente dos interesses já identificados na área operacional.

Estratégia

A segunda etapa do planejamento caracteriza a ação estratégica, ou seja, aquela que analisa as alternativas para alcançar os objetivos e seleciona as mais adequadas para os ambientes interno e externo.

No modelo adotado no Cenpes, é nesta etapa que se elabora o Plano Estratégico e se cuida de sua operacionalização através dos comitês externos e interno.

A elaboração deste plano foi precedida da preparação de planos estratégicos por suas divisões de pesquisa, para as quais sugeriu-se uma metodologia baseada na técnica das árvores de relevância (Monteiro, 1982 e Monteiro & Leitão, 1983). Outro aspecto importante desta metodologia foi a participação dos pesquisadores na elaboração das estratégias.

As árvores de relevância, que estabelecem os diversos caminhos (estratégias) para chegar-se a cada objetivo tecnológico, indicam, em seus ramos inferiores, os objetivos ou metas dos projetos de pesquisa a serem desenvolvidos. Esses

projetos deverão ser, em seguida, priorizados pelos comitês, que aprovam e acompanham a realização das pesquisas.

No caso do Cenpes, existem dois tipos de comitês: os externos, um para cada área de atuação do Centro, dos quais participam representantes do Cenpes e do órgão da Petrobrás para o qual está sendo realizada a pesquisa; e um interno, formado pela alta direção do Cenpes, que analisa os projetos de longo prazo ainda não caracterizados como de interesse imediato da área operacional. O funcionamento desse comitê interno é fundamental para a adoção da postura ofensiva no planejamento. Além disso, ele tem a importante função de compatibilizar as atividades das diversas áreas. Os comitês externos e interno também funcionam no acompanhamento da execução dos projetos, reunindo-se periodicamente para esse fim.

O Plano Estratégico do Cenpes, contudo, foi estruturado de forma a não ficar limitado a seus objetivos atuais (tecnológicos) e às estratégias (árvores de relevância) para alcançá-los. Se tal ocorresse, o Plano apenas reuniria os Planos Estratégicos de suas diversas divisões, o que seria indesejável, pois é importante que existam posicionamentos estratégicos do órgão de pesquisa como um todo, face às mudanças que vêm ocorrendo em seu ambiente interno e no meio ambiente onde se insere.

Em vista disso, fez-se uma avaliação ambiental que incluiu a análise interna do órgão, através da identificação

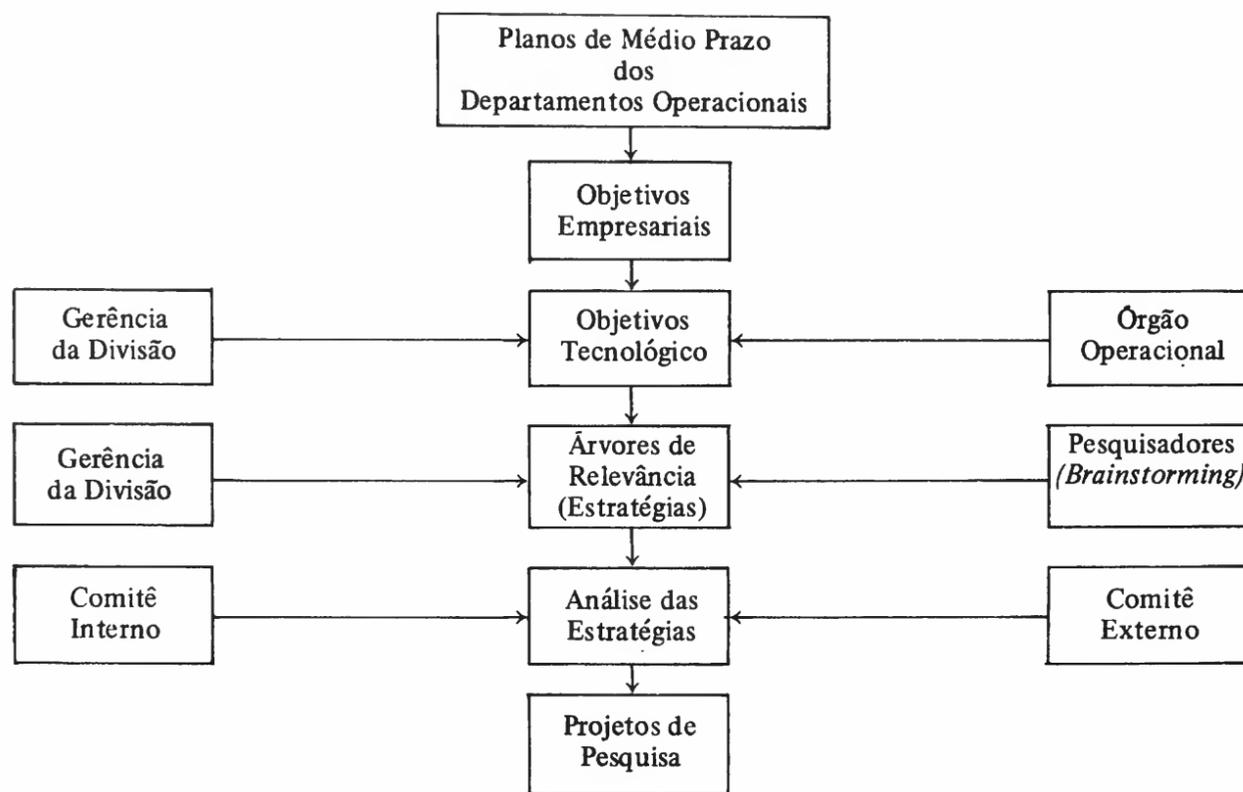


Figura 2 – Metodologia seguida para o Planejamento Estratégico das Divisões do Cenpes

de seus pontos fracos e fortes, e a avaliação do meio ambiente, por meio da caracterização das ameaças e oportunidades.

No modelo adotado no Cenpes, esta análise foi realizada em dois níveis diferentes: nas diversas áreas de atuação e na instituição como um todo. No primeiro caso, realizou-se um processo de análise/síntese, em que a avaliação de cada área, separadamente, permitiu a identificação das questões que, mais de perto, afetavam seu ambiente interno e seu meio ambiente. No segundo nível, a mesma análise feita globalmente para o órgão indicou outros aspectos relevantes não identificados na análise por área. Esta metodologia de

avaliação ambiental permitiu a identificação de situações para as quais mostraram-se necessárias posturas estratégicas com vistas à sua solução.

Tais posturas são posicionamentos a serem adotados face às mudanças que vêm ocorrendo internamente e no meio ambiente em que o Cenpes atua. Pode-se admitir, por esse enfoque, que o objetivo seria a necessidade de mudar, e as estratégias seriam as formas de processar esta mudança definidas pelas posturas.

Com a introdução desses conceitos, o Plano Estratégico do Cenpes ficou estruturado como apresentado a seguir.

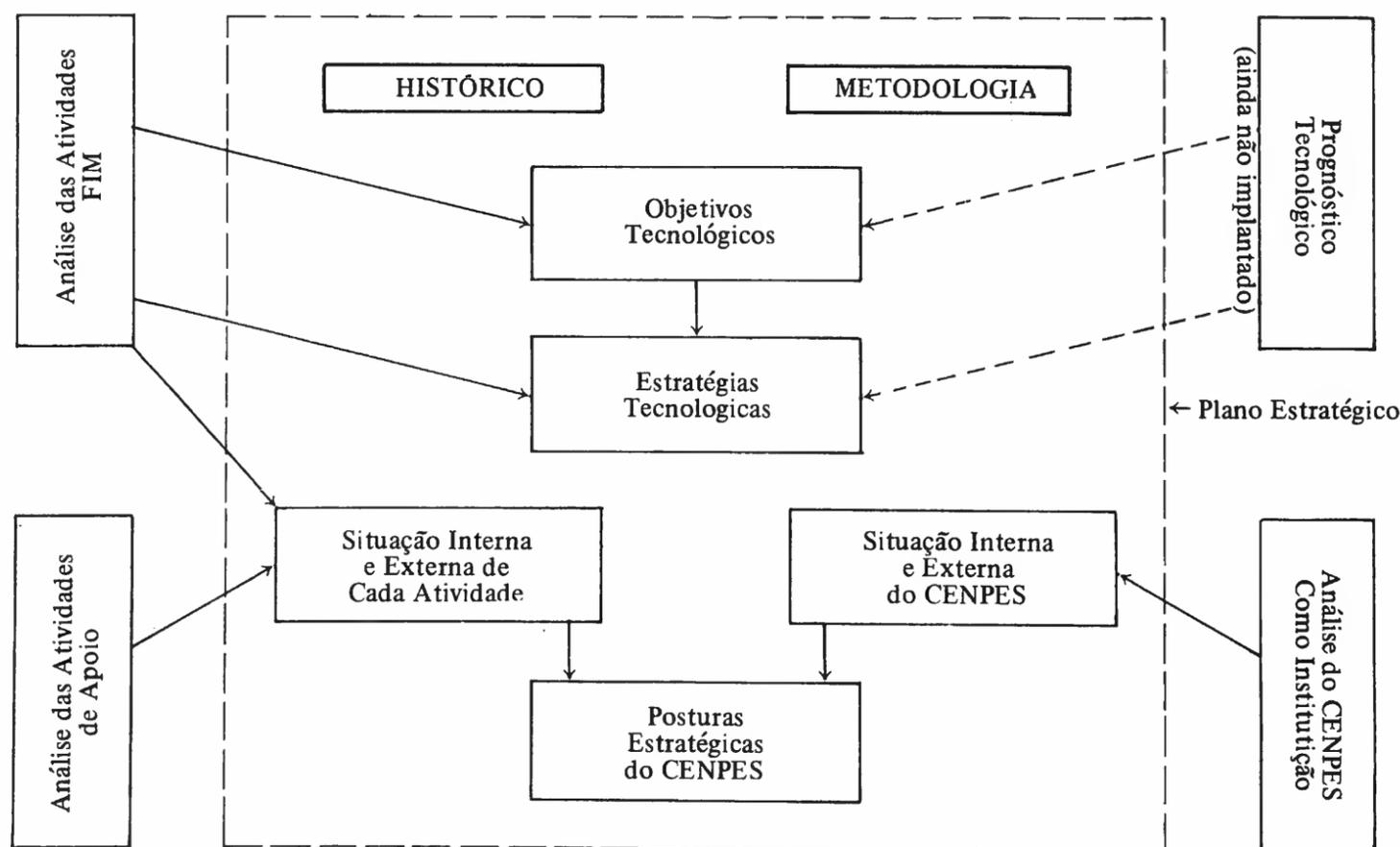


Figura 3 – Estruturação do Plano Estratégico dos Cenpes.

Tática

A etapa seguinte do sistema de planejamento adotado no Cenpes é configurada pela tática, na qual são detalhados os planos e distribuídos os recursos.

O elenco de projetos de pesquisa selecionados para serem desenvolvidos constitui o Plano Anual ou Operacional. Nesse plano constam, além das atividades de pesquisa programadas para o ano com os recursos humanos e materiais previstos, outras atividades, como treinamento, previsão de serviços técnicos a serem realizados etc., de forma a possibilitar o planejamento da utilização dos recursos no ano. Esse plano serve de base para a elaboração do orçamento anual.

Tanto o plano como o orçamento do órgão devem resultar do somatório e compatibilização dos planos e orçamentos de todas as suas áreas de atuação.

A seguir, ainda dentro da etapa referente à tática, devem-se detalhar todos os projetos de pesquisa a serem desenvolvidos no ano, através da elaboração do Plano de Ação de cada um deles. Este plano deverá conter o objetivo (meta) do projeto, as etapas a serem desenvolvidas, conforme um cronograma tentativo, as justificativas para a realização do trabalho, benefícios a serem alcançados (quantificáveis ou não) e os recursos humanos e materiais necessários.

No atual estágio do planejamento da pesquisa no Cenpes, os orçamentos são feitos para a Divisão como um todo, e não para os projetos individualmente. No entanto, uma vez que cerca de 80% dos custos diretos dos projetos relacionam-se a pessoal, o controle mecanizado da utilização da mão-de-obra por projeto fornece um mecanismo adequado ao controle gerencial dos recursos de cada área de atuação.

Implementação e acompanhamento

Terminada a fase do planejamento propriamente dito, segue-se a implementação dos planos, levada a efeito através das atividades de gerenciamento dos projetos.

Esta atividade é realizada em vários níveis de gerenciamento, a começar por um acompanhamento detalhado do coordenador do projeto, diminuindo em detalhe e crescendo em enfoque global à medida que sobe em nível hierárquico.

O acompanhamento dos projetos é feito através de relatórios técnicos parciais e de relatórios administrativos mensais e trimestrais, que fornecem uma idéia de seu desenvolvimento quanto a resultados, cronogramas e custos.

Os comitês externos e interno também acompanham o andamento dos projetos, avaliando-os e recomendando seu prosseguimento ou cancelamento.

Não nos estenderemos muito sobre essa etapa, uma vez que é a mais conhecida e discutida na literatura especializada e, além disso, é aquela que recebe maior importância da administração de um órgão de pesquisa.

Na concepção de Sabato (1975) sobre “fábrica de tecnologia” nesta etapa se processa a produção, enquanto nas tarefas envolvidas na etapa seguinte está a comercialização de tecnologia, que tão pouca atenção merece nos órgãos de pesquisa de países menos desenvolvidos, conforme abordamos em recente trabalho (Leitão, 1984-c).

Avaliação e controle

Concluídos os projetos, passa-se à etapa de avaliação e controle dos resultados. No caso das atividades de pesquisa,

existe, nesse nível, uma série de atividades às quais normalmente não é dada a devida atenção. Essas atividades são denominadas, genericamente, gerenciamento de resultados.

Atualmente, no Cenpes, estuda-se a sistematização dessas tarefas, que deverão ser institucionalizadas. Embora o assunto ainda esteja em análise, já é possível listar algumas atividades importantes a serem desenvolvidas sob esse título, como:

- registro dos resultados (caracterização do produto: pronto para uso, em elaboração; tipo de relatório, sua edição, grau de sigilo etc.);
- sua transmissão (envio dos resultados: transmissão por relatório escrito, palestras, debate interno; barreiras na transmissão; recuperação posterior dos resultados etc.);
- sua utilização (resultados aceitos ou não; *feedback*; acompanhamento da utilização; pré-operação de unidades);
- sua divulgação (interna ou externa; sigilo; patenteamento ou publicação dos resultados);
- mensuração de seus benefícios (metodologia: quantificação, benefícios estratégicos; critérios para mensuração; custo-benefício);
- divulgação de seus benefícios (imagem do órgão; marketing etc.);
- comercialização dos resultados (venda para terceiros; licenciamento; contratos etc.).

Como se pode observar, é grande o número de atividades compreendidas nessa etapa, que também deve fornecer *feedback* para o planejamento da pesquisa (Fig. 1).

CONDIÇÕES PARA SEU FUNCIONAMENTO

Conforme analisado no item anterior, o comportamento cíclico do interesse empresarial pelas atividades de planejamento no Cenpes acabou determinando dificuldades para o macroplanejamento do órgão a nível estratégico. Contudo, por razões ligadas ao funcionamento de sua estrutura organizacional, o microplanejamento, a nível de tática, em cada área de atuação, foi implantado e vem funcionando a contento, uma vez que as necessidades têm estado mais ligadas aos serviços técnicos de curto prazo.

Desta forma, para o funcionamento do sistema de planejamento apresentado na Figura 1, devem ser tomadas medidas para a implementação das atividades a nível de política e estratégia e estabelecidas metodologias para implementação do gerenciamento dos resultados, fundamental para a obtenção do *feedback* necessário para correção do planejamento.

Com vistas a esse segundo objetivo, estão sendo iniciados estudos no Cenpes, e o assunto ainda está em fase de equacionamento. Neste item discutiremos, primordialmente, as condições e providências para a implementação e o bom funcionamento do sistema de planejamento em seus estágios político e estratégico.

Criação de uma Mentalidade de Planejamento

Já vimos que a atividade de planejamento pressupõe uma postura de preocupação com o futuro. Culturalmente, contudo, há uma tendência natural à concentração em problemas do presente, desprezando-se atividades que exijam uma escala de tempo maior.

Há necessidade, pois, de se criar uma cultura de planejamento, para que os gerentes dediquem parte do seu tempo a pensar nas perspectivas de mudanças que serão exigidas de sua organização face às modificações que se processam interna e externamente. Na área de pesquisa e em países em desenvolvimento, essas necessidades são mais prementes, tendo em vista as características da atividade e a mentalidade imediatista prevalecente.

Nesses países, até mesmo os órgãos ditos de planejamento demonstram preocupação com resultados a curto prazo, e acabam se limitando ao planejamento operacional, normalmente elaborando e acompanhando orçamentos anuais. Não existem posturas estratégicas, apenas táticas.

Por estes motivos, está em curso no Cenpes uma programação de palestras e debates sobre planejamento e sobre o Plano Estratégico, recentemente editado. Em paralelo, elaborou-se um relatório contendo as conceituações básicas de planejamento que nortearam a proposição do Sistema de Planejamento do Cenpes. Este relatório foi enviado junto com o Plano Estratégico a todos os gerentes de primeira e segunda linhas do órgão.

Dentro desse objetivo, pode-se citar o Curso de Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento, realizado no Cenpes há três anos, que vem colaborando para a formação de gerentes com a necessária conscientização para a atividade de planejamento.

Além dessas providências, pretende-se envolver o maior número possível de gerentes nos debates que estão sendo iniciados com vistas à implementação e acompanhamento do Plano Estratégico.

Com isso, pretende-se contribuir para a criação de uma mentalidade gerencial voltada para o planejamento, sem o que não será possível conseguir um bom funcionamento do Sistema de Planejamento.

Maior Participação através da Divisão de Responsabilidades

A responsabilidade pelo planejamento é de todos os níveis gerenciais, do gerente do topo até os líderes dos projetos.

Naturalmente, as participações diferem, assim como o tipo de preocupação, que vai desde o estabelecimento da estratégia da organização até o nível tático de um projeto.

Um princípio importante é o da unificação, isto é, todos os níveis devem estar integrados, e o planejamento em cada nível deve estar contido nas estratégias do nível imediatamente superior. Da mesma forma, os planos de curto prazo devem estar contidos nas premissas dos planos de longo prazo. Daí a importância de um órgão, diretamente ligado ao gerente de topo, que seja responsável pela coordenação e acompanhamento de todo o processo. Atualmente, no Cenpes, este órgão está sendo reformulado, a fim de desenvolver maior capacidade de atuação, face à nova fase de atividade de planejamento na instituição.

Este órgão foi responsável pelo projeto do Sistema de Planejamento do Cenpes e, no momento, cuida de sua implementação e acompanhamento. Ele também é encarregado de prover os gerentes de linha com os recursos necessários para o planejamento.

Outra participação fundamental no processo de planejamento é a do gerente de topo. É o responsável pela definição dos valores e pelo direcionamento que definirá o posicionamento estratégico e, portanto, todo o planejamento. Seu papel é tão importante para o sucesso do pla-

nejamento que as principais falhas que normalmente ocorrem neste processo estão ligadas à sua participação: de acordo com Steiner (1979), oito entre dez falhas mais comumente encontradas no planejamento são de responsabilidade, direta ou indireta, do gerente de topo.

A participação dos demais gerentes da organização terá maior ou menor ênfase, dependendo do tamanho da organização, grau de diversificação, dispersão geográfica e estilo gerencial incorporado à cultura da companhia.

No caso do planejamento da pesquisa tecnológica, é fundamental o uso de modelos participativos de planejamento. A metodologia utilizada no Cenpes prevê intensa participação dos pesquisadores e dos gerentes de todos os níveis na elaboração e implementação do Plano Estratégico. Esta participação já foi descrita, com detalhes, anteriormente (Monteiro & Leitão, 1983).

Outra questão sobre a responsabilidade do planejamento se refere ao nível hierárquico em que a visão estratégica é exigida. Tal questão deve ser encarada com suficiente flexibilidade, e dependerá de cada organização e da forma como está estruturada.

No caso de organização de pequeno e médio porte, talvez seja suficiente o planejamento estratégico apenas ao nível do gerente de topo. Todavia, em organizações de grande porte, é fundamental que, além do planejamento a nível de topo, suas diversas áreas de atividade-comercialização, produção, tecnologia etc. — tenham suas estratégias, naturalmente subordinadas à estratégia geral da companhia.

Assim, no caso de centros de pesquisa cativos de grandes empresas, como o Cenpes, é fundamental a elaboração de um plano estratégico, principalmente devido às características da evolução tecnológica. Se a estrutura organizacional do centro for estabelecida por áreas de atuação tecnológica da companhia, como ocorre no Cenpes, o planejamento estratégico é necessário até um nível abaixo, o de divisão técnica, uma vez que nesse estágio estarão as preocupações com o futuro tecnológico da companhia em cada área de atuação. Isto seria dispensável se a estrutura fosse matricial, com divisões organizadas por disciplinas ou áreas do conhecimento humano. Nqvemente aqui deve prevalecer o princípio da hierarquia dos planos, sempre subordinados aos planos de nível imediatamente superior.

Integração com os Clientes

Para que o planejamento de um órgão de pesquisa tecnológica possa ter sucesso, é imprescindível que ele esteja integrado com os objetivos de seus clientes.

Assim, uma preocupação fundamental em um centro de pesquisa e desenvolvimento cativo, como o Cenpes, é que seus objetivos sejam derivados dos objetivos da companhia a que está ligado. No caso de centros independentes, a integração tem que se processar com a sociedade à qual a entidade pertence, e é uma questão ligada à sobrevivência da organização.

A base para o planejamento da pesquisa, portanto, deve ser a identificação dos objetivos empresariais e/ou da sociedade. No sistema em implementação no Cenpes, partiu-se dos objetivos empresariais para a definição dos objetivos tecnológicos que colaborariam na viabilização dos primeiros.

Neste sistema, a área operacional participa do planejamento da pesquisa em três importantes etapas: na defini-

ção dos objetivos empresariais, que é a base de todo o planejamento; na avaliação e no acompanhamento dos projetos de pesquisa, através dos comitês externos que, em alguns casos, participam da execução do projeto; e na fase final do planejamento, pela aplicação da solução técnica em prol da viabilização do objetivo empresarial.

CONCLUSÕES

As atividades de planejamento em um órgão cativo de pesquisa e desenvolvimento como o Centro de Pesquisas da Petrobrás sofrem, diretamente, a influência do processo de aprendizado tecnológico por que passam a companhia e o próprio País.

Por essa razão, no início da década de 70, essas iniciativas foram abandonadas e somente agora, em meados da década de 80, estão sendo retomadas, embora o Cenpes tenha tido posições pioneiras em termos de planejamento da pesquisa — como a elaboração de planos quinquenais, a realização de prognósticos tecnológicos e a proposição de metodologias para o planejamento e administração da pesquisa.

Naquela época, o estágio do processo de aprendizado na Petrobrás ainda não havia atingido níveis em que a participação da pesquisa fosse fundamental. Na realidade, era muito mais importante a atuação da engenharia básica para que a etapa de cópia pudesse ser mais facilmente alcançada.

Contudo, atualmente, face à aceleração desse processo de aprendizado, causada por razões ligadas à crise econô-

mica e energética, que determinou um aumento sem precedentes da demanda tecnológica da Petrobrás, está se atingindo um ponto de transição, caracterizado pela passagem aos estágios mais importantes do processo, que são a inovação secundária e primária.

Esta é a razão histórica para a retomada da atividade de planejamento de longo prazo no Cenpes e para a valorização da administração estratégica, em lugar de uma preocupação apenas tática, que tem prevalecido nos últimos dez anos.

O principal marco para a estruturação de um verdadeiro sistema de planejamento no Cenpes é a edição, no corrente ano, do seu Plano Estratégico, contendo a política e a estratégia do órgão. O sistema de planejamento foi idealizado de forma a ser compatível com as atividades a nível de tática já em desenvolvimento.

Assim, no momento, estão em curso as atividades de implementação do Plano Estratégico que permitirão interligar a estratégia com a tática. Em um segundo estágio, deverão ser sistematizadas as atividades de avaliação e controle, denominadas gerenciamento dos resultados.

Em paralelo, estão sendo tomadas medidas que facilitem a implementação e funcionamento adequado do sistema de planejamento.

Entre essas medidas, destacam-se a criação de uma mentalidade de planejamento em todos os níveis gerenciais a maior participação de todos os envolvidos com a execução do plano e a adequada integração com os clientes, esta última fundamental em um centro cativo como o Cenpes.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A.C.F. et alii — *Proposição de uma metodologia de administração de pesquisa e engenharia para o Cenpes*. Rio de Janeiro, Petrobrás — Cenpes, 1980.

ALMEIDA, A.C.F. & OLIVEIRA, M.A.M. — *Sugestões para uma metodologia de proposição, seleção, aprovação e acompanhamento de pesquisa no Cenpes*. Rio de Janeiro, Petrobrás — Cenpes, setembro, 1972.

LEITÃO, D.M. — A comercialização de tecnologia em um país em desenvolvimento: visão de um centro de pesquisa cativo. *B. Téc. Petrobrás*, 27(2): 145-57, abr./jun. 1984(c).

— Dez anos de pesquisas tecnológica sobre processos. *B. Téc. Petrobrás*, 27(1): 50-73, jan./mar. 1984 (b).

— O processo de aprendizado tecnológico nos países em desenvolvimento: o caso

da refinação de petróleo no Brasil. Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia. 9., São Paulo, 1984 (a). *Anais do IX Simpósio nacional de pesquisa em ciência e tecnologia*. São Paulo, USP, 1984.

— *Subsídios para a base conceitual do planejamento do Cenpes*. Rio de Janeiro, Petrobrás — Cenpes, maio/1985. (Relatório APLAN-1/85).

MONTEIRO, O.R. — *Prognóstico tecnológico integrado ao planejamento estratégico*. S. Paulo, Protap. 1982.

MONTEIRO, O.R. & LEITÃO, D.M. — *Metodologia de pesquisa para o Cenpes*. Rio de Janeiro, Petrobrás — Cenpes, abril 1972.

— *Planejamento estratégico em um centro de pesquisas cativo*. Simpósio nacional de pesquisa de administração em ciência e

tecnologia. 8., São Paulo. *Anais do VIII Simpósio nacional de pesquisa em ciência e tecnologia*. São Paulo, USP, 1983.

PETROBRÁS. Cenpes — *Plano estratégico (1985-1989)*. Rio de Janeiro, maio/1985.

— *Plano global de pesquisas da Petrobrás — Período 1971-1975*. Rio de Janeiro, 1970.

— *Plano global de pesquisas da Petrobrás (PGO-II) — Período 1973-1977*. Rio de Janeiro, 1972.

— *Plano global de pesquisas da Petrobrás (PGP-III) — Período 1976-1980*. Rio de Janeiro, 1976.

SÁBATO, J. — *La empresa de tecnologia*. Protap/Finep - Programa de treinamento em administração da pesquisa científica e tecnológica. Friburgo, 1975.

STEINER, G.A. — *Strategic planning*. New York, The Free Press, 1979.

Gerenciamento estratégico e a indústria de vidraria para laboratório

**Edgard Pedreira de Cerqueira Neto
Sonia Maria Badaró Manguiera
Maria Conceição Fernandes Camillo**

Técnicos da Divisão de Química (Diquim)
do Centro de Pesquisas (Cenpes) da
Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás)

INTRODUÇÃO

O petróleo, recurso econômico não renovável, objeto do negócio da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás) exige que, cada vez mais, seus gerentes busquem desenvolver métodos e técnicas de gestão tecnológica que integrem os esforços de seus vários Departamentos, Serviços e Centro de Pesquisas (Cenpes), entre si e com a comunidade.

Tecnologia é, simultaneamente, uma variável interna e externa às empresas. Na Petrobrás, muitas são as tecnologias envolvidas em seu processo produtivo para garantir a continuidade normal do abastecimento de petróleo e derivados no Brasil. A Petrobrás é uma empresa complexa e multifacetada.

Sua complexidade e diversidade aparecem toda vez que se observam suas características internas de diferenciação e integração organizacional e seu contexto ambiental nos mercados interno e internacional. A concorrência no mercado externo exige dos gerentes posturas estratégicas cada vez mais eficazes para assegurar a permanência da Petrobrás nos centros de comercialização onde ela hoje opera. Para tanto, não se deve deixar de, continuamente, realocar, reajustar e reconciliar recursos e tecnologias com objetivos empresariais e com as oportunidades percebidas no ambiente onde são sensíveis as ações da companhia.

Este trabalho é um dos muitos exemplos do processo de ajustamento de competência e recursos e de antecipação tecnológica que a Petrobrás tem a oferecer. Trata-se de um esforço metrológico-laboratorial no sentido de garantir informações confiáveis para o processo decisório das gerências das Unidades Operacionais da companhia no Brasil e no exterior. Foi realizado com a experiência dos autores no trabalho junto à Secretaria Especial de Informática (SEI).

O PROBLEMA DE CONFIABILIDADE METROLÓGICA NA PETROBRÁS

Entre as muitas perguntas que um comprador de produtos e serviços da Petrobrás faz, estão:

- os produtos e os serviços da Petrobrás satisfazem a todas as prescrições legais feitas no contrato?
- as condições de segurança estão prescritas?
- atendem às prescrições funcionais e operacionais, como, por exemplo, os objetivos de desenvolvimento, confiabilidade e mantabilidade e as prescrições de inspeção durante o serviço?
- foram selecionados os materiais apropriados?
- a produção e implementação são técnica e economicamente exequíveis?

Produtos e serviços, portanto, devem atender a requisitos pré-estabelecidos pelo cliente para sua satisfação, ou seja, para adequação ao seu uso.

Entre os muitos recursos que o cliente ou mesmo a Petrobrás usam quando compram, está o uso da informação quantitativa obtida através de amostras representativas do cenário sob investigação. Estas tarefas são essencialmente laboratoriais, o que permite afirmar que garantia da qualidade carece de um esforço metrológico-laboratorial. Entende-se qualidade, aqui, como satisfação do cliente, ou adequação ao uso de produtos e serviços que a Petrobrás compra do mercado ou vende para ele.

Surge, portanto, a necessidade de um sistema de Garantia da Qualidade para os laboratórios da Petrobrás, espa-

lhados por todo o país (em Refinarias, Regiões de Produção, Bases, Distritos, Terminais e mesmo nas sondas e plantas industriais). Trata-se de um problema de confiança nos resultados que os Boletins de Ensaios ou Relatórios Técnicos apresentam. Trata-se de compatibilidade metrológica. Os vários laboratórios devem estar harmonizados, não importa onde estejam estabelecidos.

A lei nº 5966 de 11 de dezembro de 1973 institui no Brasil o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), com o objetivo de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de conformidade.

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) é o Laboratório Primário Nacional com reconhecimento internacional, a quem cabe, entre outras tarefas, a gestão da Rede Nacional de Calibração. Esta é uma harmonização, a nível nacional, dos diferentes laboratórios do país, no sentido de transferir a exatidão das medidas dos laboratórios de maior competência metrológica aos de menor competência até que esse valor chegue degradado em precisão até a estação de trabalho nas fábricas, centros de pesquisa e outros usuários.

O Sistema Petrobrás de Confiabilidade Metrológica é um conjunto de relacionamento entre os laboratórios da Petrobrás, e entre estes e os de fora da companhia, no Brasil e no exterior, que indica o grau de confiança que pode ser associado ao resultado de um processo metrológico. Confiabilidade Metrológica é a terminologia para designar garantia da qualidade em laboratórios.

O gerenciamento da atividade laboratorial na Petrobrás inclui as atividades de planejamento do laboratório como empresa, interna e externamente, segundo as variáveis técnicas, econômicas, informacionais, culturais e políticas. Inclui também a implementação e o controle das ações. Assim, diz-se que o laboratório eficaz é aquele que dispõe de administração e tecnologia eficazes.

São premissas para o gerenciamento de laboratórios da Petrobrás:

- todo esforço metrológico tem uma única finalidade, claramente definida: *medir bem, com exatidão e precisão explicitados*;
- a produção de informações laboratoriais necessita da presença de três contribuições: a ação do operador habilitado para executar a medida, a existência de metodologia validada e o instrumento, aferido e calibrado.

Este trabalho objetiva mostrar que no gerenciamento estratégico das atividades laboratoriais de interesse da Petrobrás estão incluídos, entre outros, além da Sociedade como um todo, os seguintes pontos:

- definição do contexto onde se insere a empresa “laboratório Petrobrás” através da explicitação de seus clientes, seus concorrentes, seus grupos regulamentadores e seus fornecedores de recursos;
- definição do contexto onde o trabalho laboratorial (transformar amostras em informações confiáveis) está inserido.

A partir destas definições, a formulação e a implementação das ações estratégicas laboratoriais necessárias às várias Unidades Operacionais da companhia geram relatórios de avaliação e controle que retroalimentam os vários elementos do sistema anteriormente citado (Sistema Petrobrás de Confiabilidade Metrológica). Um conjunto de “não-conformidades” sempre que detectado, redundando num con-

junto de ações corretivas que deve ser gerenciado.

Uma destas “não-conformidades” é a falta de adequação ao uso, para os laboratórios Petrobrás, de artefatos de vidro fabricados no Brasil. Esta foi indicada como necessidade no Cadastro da Copetal (Comissão de Padronização de Equipamentos e Técnicas Analíticas de Laboratório), comissão que promove ações de gerenciamento estratégico da atividade laboratorial da companhia.

Por conseguinte, a ação corretiva prevista foi o desenvolvimento de esforços para organizar a comunidade, em todos seus segmentos, no sentido de buscar racionalidade política (consenso), organizacional (coordenação) e técnica (eficiência).

O PROGRAMA PRELIMINAR DE GARANTIA DA QUALIDADE PARA VIDRARIA LABORATORIAL

Ciência e tecnologia constituem, indubitavelmente, uma das expressões do Poder Nacional no mundo moderno. É pública e notória a atual incapacidade do país em gerar substancial parte dos conhecimentos de que necessita o seu setor produtivo, e a conseqüente dependência científica e tecnológica em que se encontra com relação a outros países. Por isso, geramos produtos e serviços que carecem de conformidade com a qualidade técnica requerida por grande parte das tarefas.

Artefatos de vidro para laboratório são fundamentais para que as informações geradas através de análises e ensaios sejam confiáveis, isto é, exatas e precisas. Sem essa confiança, não será possível garantir a qualidade dos resultados, que são da máxima importância em muitos processos industriais e pesquisas científicas, uma vez que decisões são tomadas com base nesses resultados.

No intuito de solucionar problemas relativos ao assunto em pauta, o Serviço de Material da Petrobrás organizou seu Sistema de Controle de Qualidade de Suprimento de Material, o qual contribuiu para a eficiência, confiabilidade e segurança, das instalações industriais da empresa, assegurando, entre outras coisas, a obtenção da qualidade ao nível de importação de itens e de nacionalização.

Dada a sua expressiva posição de principal comprador de bens de capital da indústria nacional, a Petrobrás teve a iniciativa, através da Divisão de Química (Diquim) do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, e da Divisão de Controle da Qualidade (Diquil) do Serviço de Material da Petrobrás, de organizar um Programa Preliminar de Garantia da Qualidade de Vidraria para Laboratório, promovendo reuniões que buscam gerar ações de metrologia, normalização e qualidade industrial. Trata-se de uma ação descentralizada do Serviço de Material para o Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes).

Como primeiro passo para atingir tais objetivos, a Petrobrás, através da Diquim, promoveu no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) uma reunião com a participação de representantes de fabricantes de vidraria e usuários.

Entre os vários materiais utilizados em análises e ensaios, decidiu-se neste primeiro encontro aferir balões volumétricos, cuja qualidade é desconhecida no país. Entre vários problemas, avulta o que se refere à capacidade, e cabe observar que dúvidas desse tipo podem dificultar ou até mesmo impedir a realização de certos ensaios.

Assim, os participantes enviaram dois balões volumétricos de 100ml de capacidade para serem aferidos no IPT, visando atingir um artefato que pudesse ser considerado um material de referência certificado (MRC). Isto representa apenas um marco inicial para a posterior preparação de outros MRCs de materiais de vidro para laboratório.

Voltada também para esse esforço, a Associação Brasileira das Indústrias Químicas (Abiquim) promoveu reunião para a criação de comissões de normalização, as quais estão tratando de material constituinte de artigos para laboratórios, artigos aferidos e não-aferidos para laboratório e terminologia. Esses trabalhos foram iniciados em agosto de 1985, em São Paulo, com a participação de fabricantes de vidraria, centros de pesquisa e demais usuários.

Ainda em agosto de 1985, nos dias 22 e 23, realizou-se no Cenpes o curso sobre Garantia da Qualidade de Produtos, que contou com a participação de representantes de universidades, centros de pesquisa, fabricantes de vidraria e usuários. Além dos tópicos inerentes ao assunto, o grupo elaborou um plano preliminar de trabalho para o aprimoramento da qualidade da vidraria utilizada em laboratório, o qual prevê o estabelecimento de padrões e sua transferência aos usuários, inventores e fabricantes, sob o ponto de vista de metrologia, normalização e qualidade industrial.

As diretrizes do plano podem ser assim listadas:

- *diretrizes de metrologia:*
 - levantar as disponibilidades e necessidades, no país, de padrões físicos, químicos e físico-químicos; transferir os valores dos padrões existentes com as respectivas incertezas; estimular a produção e divulgação dos padrões necessários para as atividades científicas, tecnológicas e industriais.

O desenvolvimento desses trabalhos está a cargo da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica Industrial (Abipti).
- *diretrizes de normalização:*
 - fazer um levantamento bibliográfico das normas nacionais e internacionais existentes;
 - introduzir a conceituação dos Guias da ISO números 2 e 7, ou equivalentes brasileiros;
 - introduzir na normalização especificações sobre incertezas sistemáticas e aleatórias, exequíveis com as metodologias aprovadas.

Este esforço será desenvolvido pela Diquim do Cenpes.
- *diretrizes de qualidade industrial:*
 - atuar com o Inmetro, entidades de classe e associações educacionais em empresas, centros de pesquisa, universidades e escolas técnicas, para capacitar e adequar recursos humanos às necessidades;
 - incentivar, com o apoio da Associação Brasileira de Controle da Qualidade (ABCQ) e de outras entidades, a implantação de sistemas de garantia da qualidade;

A partida para o alcance dos objetivos nessa área será dada pelo Cenpes, com apoio técnico do Serviço de Material (Sermat) da Petrobrás.

RESULTADOS JÁ OBTIDOS ATÉ 4 DE AGOSTO

Técnicos

Conforme decidido no primeiro encontro, os balões de interessados foram enviados ao IPT (por interessados, pode-se entender tanto fabricantes como usuários).

Nessas condições, solicitou-se que o laboratório de

metrologia industrial, efetuasse o mesmo número de repetições, em todos os casos e fornecesse todos os resultados obtidos, sem descartar nenhum.

Foram recebidos sete balões, todos nominalmente de 100ml, classificados por numerais romanos. Para cada balão repetiu-se oito vezes o processo. O laboratório de metrologia forneceu os resultados das aferições, que constaram de: massa do balão vazio, massa do balão com água, temperatura da água, fator de correção, médias dos volumes a 20°C e os desvios padrão.

Segue-se uma tabela contendo o volume médio e o desvio padrão dos balões (Tabela 1).

Tabela 1

Balão	V. Médio (ml)	V (ml)
I	99,955	0,029
II	99,950	0,034
III	99,970	0,030
IV	100,006	0,013
V	99,928	0,023
VI	99,918	0,034
VII	99,948	0,021

Com os dados transcritos na Tabela 1, foram feitas análises da precisão e da exatidão.

A precisão foi analisada através da aplicação do teste F, de onde conclui-se que as precisões não podem ser consideradas aceitavelmente iguais.

A análise da exatidão foi feita através da aplicação do "t de Student", chegando-se às incertezas nas médias transcritas na tabela seguinte.

Tabela 2

Balão	V. Médio (ml)	ts/n
I	99,955	0,024
II	99,950	0,028
III	99,970	0,025
IV	100,006	0,011
V	99,928	0,019
VI	99,918	0,028
VII	99,948	0,018

A análise ou visualização gráfica é de mais fácil apreensão. Mostramos, por essa razão, na figura 1, as várias médias com os respectivos intervalos de confiança ou incertezas.

Em vista dos resultados obtidos, pode-se observar que o balão IV é o único exato, tendo-se em vista que a capacidade nominal é de 100ml e que a incerteza em sua média abrange o valor nominal. A capacidade nominal dos demais balões requer correções.

Esta descrição está sendo apresentada para mostrar a importância do uso de técnicas estatísticas para obtenção da qualidade.

Econômicos

A Petrobrás, a partir desses balões volumétricos aferidos e calibrados, pode agora harmonizar os demais existentes na companhia e eliminar controvérsias na aquisição de futuras peças desse artefato de vidro. Assim, já foi iniciada uma ação programada para aferição metrológica interna da Divisão de Química como atividade de treinamento no local de trabalho dos seus analistas. Os custos de prevenção serão

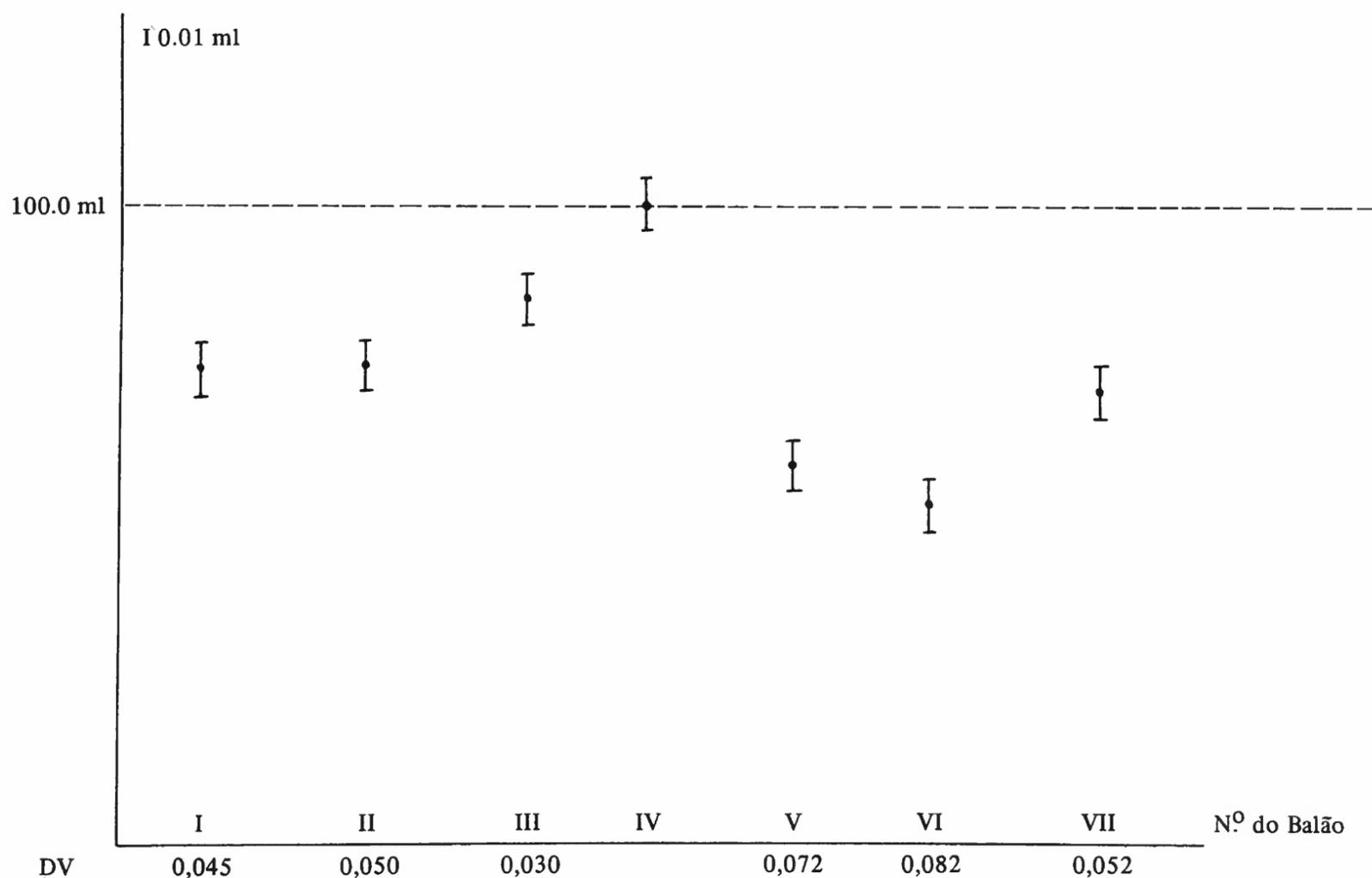


Figura 1 — Médias e suas incertezas

maiores, mas os custos totais diminuirão sensivelmente pela redução de refugos e retrabalhos.

Informacionais

As informações provenientes de atividades com instrumental aferido e calibrado são, provavelmente, mais confiáveis do que as obtidas com materiais sem aferição e calibração. A Copersucar, empresa usuária também envolvida no esforço, terá grande benefício com esse instrumental.

Psicológicos e Sociais (Culturais)

O sentimento da comunidade de que algo está sendo feito, de forma organizada, para garantir a qualidade de vidraria para laboratório está gerando a formação de um grupo que, certamente, irá desenvolver e controlar as ações futuras desse segmento. Assim que seja possível gerar "massa crítica" de pessoas em número adequado e em várias regiões do Brasil, as especificações certamente serão mais rigorosas e com base em evidências objetivas. Portanto, o critério de aceitação/rejeição dos usuários desses materiais terá um embasamento factual que permita o aumento de produtividade da indústria.

Políticos

As revistas Química Industrial e Química e Derivados noticiaram esse esforço integrado e pioneiro e geraram como, conseqüência, grande expectativa na comunidade. Surgem algumas polêmicas como a que diz respeito às chamadas (pela Revista Q&D) de "indústrias de fundos-de-quintal". Algumas delas declaram: "Apesar de termos sido preteridos, os menores fabricantes serão os grandes beneficiários das futuras normas, ao lado dos usuários e, a partir daí, poderemos nos livrar definitivamente dessa alcunha depreciativa de fundos-de-quintal"

Os autores têm grande respeito e admiração pelo esforço de pequenas indústrias, e nesta oportunidade reafirmam a necessidade delas se integrarem às grandes, às Universidades e aos Institutos de Pesquisa na busca de seu objetivo de adequar produtos a mercados. Neste esforço que a Petrobrás vem desenvolvendo, não há política de clientelismo quanto a capacidade técnica e/ou financeira. Que se aproximem, portanto. Todos estão convidados a participar.

O Ministério da Ciência e Tecnologia tomou conhecimento das Atas das Reuniões já desenvolvidas e mostrou interesse em saber quais os resultados desta ação, para avaliar as possibilidades de adoção para desenvolver políticas de integração em outros segmentos industriais.

A REAVALIAÇÃO DO PROGRAMA PRELIMINAR

No dia 15 de outubro, este programa preliminar estará sendo reavaliado para edição do PROGRAMA DEFINITIVO. Dizemos estará porque este trabalho foi entregue aos organizadores do evento no dia 04 de outubro. Foram convidadas as associações de classe, Universidades, Instituições de Pesquisa e Desenvolvimento e outros profissionais para um encontro no Cenpes. Esperamos que lá estejam as pequenas indústrias!

DESDOBRAMENTO DO PROGRAMA

Mais dois programas de confiabilidade metrológica serão iniciados este ano pela Petrobrás. São eles:

- Programa de Garantia da Qualidade de Reagentes para Laboratórios;
- Programa de Garantia da Qualidade para Instrumentação Analítica.

Este último será realizado em conjunto e de conformidade com a Secretaria Especial de Informática (SEI).

CONCLUSÕES

Verificou-se que a etapa preliminar do programa foi concluída satisfatoriamente, gerando padrões certificados do material em pauta. Dando prosseguimento, escolheu-se um novo material que passará pelo mesmo processo metrológico. Posteriormente, outros materiais, como balões volumétricos de outras capacidades, pipetas e buretas, serão aferidos, visando obter novos padrões certificados. Assim, a indústria do vidro poderá fornecer artefatos para uso laboratorial com um grau de precisão tal que as informações geradas através dos mesmos sejam confiáveis. Portanto, não haverá necessidade de recorrer à importação de materiais, haverá redução de custos e os produtos e serviços gerados pelo país terão credibilidade a níveis nacional e internacional, podendo ser exportados.

No sentido de integrar outros esforços e avaliar o programa até o dado momento, estão previstos encontros periódicos no Centro de Pesquisas da Petrobrás, no IPT e na Abiquim (ABNT CB-10).

Programas como este constituem instrumento de apoio à indústria brasileira em seu esforço de capacitação tecnológica. Sendo assim, é fundamental que sejam difundidas ações como esta em todas as áreas, a nível nacional, gerando uma conscientização no que diz respeito à qualidade.

Cabe, entretanto, ressaltar que, para que sejam sensíveis os resultados no mercado, não devem ser desenvolvidas ações desvinculadas, autônomas e individualizadas em metrologia, normalização e qualidade industrial. Não se podem separar esses subsistemas, sob pena de atuar-se em uma estratégia de desperdício de recursos.

Um pequeno glossário sobre confiabilidade metrológica está sendo anexado, no intuito de harmonizar a terminologia utilizada nos vários documentos a serem gerados. Este é o ponto de partida para a normalização técnica.

ANEXO

VERBETES SOBRE CONFIABILIDADE METROLÓGICA

AÇÕES CORRETIVAS – Providências documentadas, decorrentes de uma não-conformidade detectada, que tornam a qualidade de um serviço laboratorial satisfatória, implicando ou não reparos e modificações.

ADAPTAÇÃO – Ação de um laboratório ou estação de análise visando sobreviver em seu meio-ambiente.

ADMINISTRAÇÃO – Corpo organizado de conhecimentos que cuida do estabelecimento de um meio-ambiente favorável para operação de grupos organizacionais formais, ou função de se conseguirem realizações, através de pessoas, com os melhores resultados.

AFERIÇÃO – Comparação de pesos, medidas e instrumen-

tos com os respectivos padrões, com a finalidade de conhecer seus erros.

AUDITORIA – Atividade documentada, realizada por pessoal sem responsabilidade direta sobre os trabalhos em execução, para verificar o cumprimento do seu sistema de garantia da qualidade através da avaliação de evidências objetivas.

AValiação TÉCNICA – Análise da capacitação técnica de um laboratório, objetivando sua pré-qualificação ou qualificação para o fornecimento de informações laboratoriais à Petrobrás.

CALIBRAÇÃO – Comparação de instrumentos ou dispositivos de medida com um padrão de referência certificado e de reconhecida exatidão, para detectar, correlacionar, relatar ou eliminar, por ajustagem, algumas discrepâncias na exatidão do instrumento ou dispositivo de medida.

CAPACITAÇÃO METROLÓGICA – Competência objetivamente demonstrada pelo laboratório para executar medições.

CERTIFICAÇÃO DA QUALIDADE – Atividade exercida pelo laboratório, com o objetivo de documentar a conformidade das informações a serem prestadas com o pedido, diretrizes e normas técnicas aplicáveis, baseadas nos resultados de verificações, exames, ensaios e testes de controle da qualidade.

COPETAL – Comissão de Padronização de Equipamentos e Técnicas Analíticas de Laboratório.

CONFIABILIDADE METROLÓGICA – Indica o grau de confiança que pode ser associado ao resultado de um processo metrológico.

CONTROLE DA QUALIDADE – Atividade exercida pelo laboratório, objetivando a verificação da conformidade dos produtos com as especificações, normas técnicas ou documentos aplicáveis, através do planejamento, das ações, do acompanhamento da execução e de interpretação dos resultados das análises e ensaios, e do acompanhamento das ações corretivas que certifiquem a qualidade dos produtos.

DOCUMENTO – Qualquer informação registrada, escrita ou desenhada, descrevendo, definindo, especificando, relatando ou certificando atividades, requisitos ou resultados do controle da qualidade.

EMPRESA – Organização que assume a responsabilidade e o risco de ordenar e gerir o processo produtivo, coordenando e empregando, juntamente com o fator trabalho, os demais elementos necessários à produção.

ESTAÇÃO DE ANÁLISES OU ENSAIOS – Conjunto de recursos materiais e humanos com capacitação para efetuar certos tipos de medições. Um laboratório possui, via de regra, várias estações, medindo várias grandezas, em faixas diferentes. A estação pode ser isolada ou fazer parte de um laboratório ou instituição mais ampla.

GARANTIA DA QUALIDADE – Conjunto de ações sistemáticas e planejadas para assegurar o desempenho esperado de um determinado produto ou serviço.

INSPEÇÃO – Atividade desenvolvida pelo laboratório, que compreende a execução de exames, ensaios, testes e verificações durante o ciclo de produção do Boletim de Resultados de Análises, ou Ensaios.

ITEM – Qualquer matéria-prima, parte, componente, subconjunto, equipamento, subsistema, sistema, estrutura ou produto acabado, que possa ser considerado individualmente e ensaiado separadamente.

LABORATÓRIO – Conjunto de recursos disponíveis para medições. Este termo deve ser reservado para um conjunto

de estações que possam efetuar medições de vários tipos de grandezas, em várias faixas, com confiabilidade metrológica. Uma instituição pode, por sua vez, reunir vários laboratórios, e é o termo mais abrangente.

MANUAL DE GARANTIA OU DE CONTROLE DA QUALIDADE METROLÓGICA – Documento emitido pelo laboratório, que descreve o Sistema de Garantia ou de Controle da Qualidade Metrológica, especificando as diretrizes, atribuições, responsabilidades e procedimentos adotados para execução das atividades que influenciam a qualidade.

MATERIAIS PADRÃO – São materiais ou amostras com propriedades certificadas e que desempenham a função de padrões primários.

MEDIÇÃO – Indica de modo genérico uma seqüência de ações que permitem efetuar a tarefa metrológica propriamente dita. É aplicável a ensaios, testes, análises ou processos equivalentes. O resultado da medição, em geral numérico, é um valor, na maioria dos casos, observado, medido, lido e registrado.

MEIO-AMBIENTE – É um complexo e dinâmico ecossistema em cujas características temporais e espaciais os laboratórios atuam, visando realizar mudanças efetivas.

NÃO-CONFORMIDADE – Deficiência de ação, características ou documento, exigido por projeto ou norma técnica, que torna a qualidade de um serviço laboratorial inaceitável ou indeterminada, exigindo ação corretiva.

OPERADOR – Técnico capacitado e com responsabilidade específica para trabalhos em laboratório/estação.

PADRÃO – Artefato, substância ou MRC (Material de Referência Certificado) cujo valor é aceito como correto e constitui uma referência.

PRÉ-QUALIFICAÇÃO TÉCNICA – Capacitação técnica do laboratório para a prestação de serviços laboratoriais à Petrobrás, em caráter experimental, determinada através da avaliação técnica.

QUALIFICAÇÃO TÉCNICA – Capacitação técnica do laboratório para prestação de serviços laboratoriais requeridos pela Petrobrás, determinada através de avaliação técnica e expressa por um lado de qualificação.

PROGRAMA DE CONTROLE DA QUALIDADE METROLÓGICA – Documento elaborado pela gerência de um laboratório, que estabelece a abrangência, as atribuições e o cronograma de implantação das atividades referentes ao controle da qualidade metrológica para a prestação de serviço laboratorial.

QUALIDADE – Adequação ao uso.

QUALIDADE METROLÓGICA – Ver Confiabilidade Metrológica.

ÓRGÃO DE COORDENAÇÃO LABORATORIAL – Organização laboratorial, a nível de Sede dos Departamentos, para coordenação dos laboratórios dos Órgãos Operacionais.

REPRESENTANTE PARA A GARANTIA DA QUALIDADE (RGQ) – Pessoa indicada pelo usuário do laboratório para acompanhar e verificar a qualidade do trabalho analítico.

SISTEMA – É um conjunto de dois ou mais elementos que interagem visando atingir um objetivo comum; ou, é um conjunto de relacionamento.

SISTEMA DE CONTROLE DA QUALIDADE METROLÓGICA – Conjunto ordenado de recursos, métodos e documentos, atuando segundo diretrizes determinadas, com o objetivo de assegurar a obtenção da qualidade pré-estabelecida nos projetos, normas técnicas e documentos contratuais

para os serviços laboratoriais executados pela companhia.
SISTEMA DE GARANTIA DA QUALIDADE METROLÓGICA DA PETROBRÁS – Conjunto ordenado de recursos, métodos e documentos, atuando segundo diretrizes determinadas, com o objetivo de assegurar o desempenho satisfatório de um determinado serviço laboratorial, integrando os

sistemas de Controle da Qualidade Metrológica das estações de análises e ensaios existentes no Cenpes, Departamentos e Serviços da Petrobrás.

SISTEMA DE GARANTIA/CONTROLE DA QUALIDADE METROLÓGICA DE SERVIÇOS EXTERNOS – Sistema requerido no laboratório que presta serviços à Petrobrás.

A experiência da CBMM no seu relacionamento com o meio acadêmico

Renato Papaléo

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da
Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração –
CBMM e Professor da Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo.

BREVE APANHADO HISTÓRICO

A CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – explora técnica e economicamente extensa reserva de minério de nióbio situada no município de Araxá, MG, avaliada em 460 milhões de toneladas; o ritmo de exploração atual não atinge a casa de um milhão de toneladas anuais, o que confere à reserva um caráter de perenidade.

Entre 1959 e 1965 a empresa desenvolveu um processo de concentração que elevou o teor de óxido de nióbio contido no minério de 2,5% a 60%. Com este concentrado é produzido o ferro nióbio, principal produto industrializado pela empresa e que se destina à indústria siderúrgica. A partir de 1980 passou a produzir óxido de nióbio, matéria-prima utilizada na fabricação de ferro nióbio e níquel nióbio, ambos de alta pureza e essenciais à elaboração de superligas destinadas à indústria aeronáutica. Entre os desenvolvimentos mais recentes, encontram-se os óxidos ultra-puros utilizados na fabricação de certos tipos de lentes e de componentes ópticos-acústicos.

Os trabalhos que levaram ao quadro atual de consumo de nióbio foram indicados na década de 1950, quando da realização de estudos preliminares sobre os efeitos do nióbio em aços de baixo teor de carbono. O desenvolvimento mais importante ocorreu nos anos 60, quando trabalhos conduzidos pela British Iron and Steel Research Association demonstraram que uma alteração de processamento de laminação (últimos passos realizados a temperaturas inferiores às usuais) provocava um significativo aumento na resistência à propagação de fratura com simultâneo incremento na resistência mecânica. Estava aberta a porta para a introdução dos aços microligados (tipicamente 0,04% do nióbio) que representam, atualmente, 85% do consumo mundial deste metal.

CONCEITUAÇÃO DO PROGRAMA

O programa de P&D, tal como idealizado, está fortemente concentrado em áreas técnicas onde o nióbio não atingiu um grau de disseminação de uso que suas características técnicas permitem antecipar.

A importância relativa menor que é dada à área técnica de aços microligados, que conforme vimos representa 85% do mercado total do nióbio, reside em dois fatores:

- o aumento de ganho tecnológico é comparativamente pequeno se levarmos em conta todo o desenvolvimento já realizado e publicado em pelo menos 500 trabalhos técnicos de alto nível;
- os avanços que ainda experimentamos nessa área têm a tendência natural de se realizarem mais rapidamente nos países onde o grau de desenvolvimento atingiu um elevado estágio de aprimoramento, como é tipicamente o caso do Japão ou da Alemanha Ocidental.

CARACTERÍSTICA DO PROGRAMA

O programa baseia-se inteiramente nas competências institucionais disponíveis, principalmente em departamentos universitários e centros de tecnologia brasileiros. À equipe técnica da CBMM compete a identificação de tópicos relevantes a serem estudados e sua proposição junto a uma instituição nacional que tem como responsabilidade submeter à CBMM uma proposta de trabalho que compreende a

discriminação de:

- objetivo do trabalho;
- justificativa;
- descrição técnica da proposta (com correspondente suporte bibliográfico);
- cronograma de execução;
- orçamento e cronograma de desembolso.

O programa, que trabalha com recursos de até 2,5% para a receita bruta de vendas da empresa, já contratou, em 24 instituições de Ciências e Tecnologia do país, (listadas em anexo) cerca de 90 projetos de pesquisa com um envolvimento direto de mais de 120 pesquisadores, dos quais 60 como bolsistas de iniciação científica, mestrado ou doutorado.

Do ponto de vista acadêmico, todo elenco de oportunidades mereceria a atenção da pesquisa, porém o ponto de vista empresarial força que a orientação a ser imprimida seja aquela ditada pelo mercado. Dois instrumentos muito importantes de orientação neste sentido são as previsões tecnológicas e os levantamentos de mercado que raramente fazem parte do universo acadêmico, particularmente do acadêmico pertencente a um departamento universitário.

Michael Oakeshott dizia em seu trabalho intitulado *O fato de ser conservador* que o conservador prefere o conhecido ao desconhecido, o que foi experimentado ao que não foi, o fato ao mistério, o real ao possível, o limitado ao ilimitado, o conveniente ao perfeito, o riso de hoje à felicidade utópica. O programa tem um pouco deste vezo conservador. Só encontramos nele um único exemplo de atividade que se pode chamar de autenticamente inovadora: a utilização de compostos de nióbio na área de catálise. A característica central dos demais projetos é a da substituição total ou parcial de algum elemento de uso estabelecido por nióbio, em materiais cujas propriedades e comportamentos em serviço já são conhecidos.

A equipe técnica de P&D da CBMM é constituída exclusivamente de metalurgistas, fato que não surpreende dada a predominância absoluta da Metalurgia como campo do conhecimento mais envolvido com a realidade do mercado atual de nióbio. No entanto, este fato, por absolutamente lógico que seja, representa na verdade um certo grau de “acomodamento” que só poderá ser contornado se se conferir um caráter multidisciplinar à equipe.

GERENCIAMENTO DO PROGRAMA

O programa está calcado sobre algumas poucas regras operacionais implantadas no sentido de maximizar a sua eficiência:

- não “violentar” as instituições, isto é, procurar estabelecer a localização do projeto de acordo com a vocação institucional;
- apoiar a formação de recursos humanos (através de bolsas de iniciação científica, mestrado e doutorado) desde que ela se insira num projeto específico;
- o apoio financeiro à aquisição de equipamentos ou de bens permanentes somente deve ocorrer em casos excepcionais;
- a participação dos elementos técnicos da CBMM na definição dos projetos e no seu acompanhamento durante toda a execução;
- a utilização dos responsáveis pelos projetos como “conselheiros técnicos da CBMM” Nesta competência esses

- pesquisadores atuam como especialistas no relacionamento internacional da Companhia e ajudam na definição ou redirecionamento de projetos de pesquisa;
- redirecionamento, ou mesmo suspensão, de um trabalho de pesquisa quando condições supervenientes assim o recomendam.

REALIZAÇÕES, EXPECTATIVAS E FRUSTRAÇÕES NO RELACIONAMENTO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA

A vantagem na execução de um programa conservador – neste caso identificado como de substituição total ou parcial de certos metais por nióbio em materiais já conhecidos – está na relativa facilidade com que se pode obter e analisar os resultados atingidos. A existência de um padrão estabelecido no mercado serve como termo de referência contra o qual avaliamos o nosso material. As dificuldades associadas a este tipo de programa não são de natureza conceitual, ou de conhecimento. Pode-se dizer que num projeto conservador o sucesso técnico está, a exceção de dificuldades operacionais, praticamente garantido pelo conhecimento antecipado da resposta esperada, isto é, obediência às condições mínimas exigidas de comportamento em serviço. O problema que se apresenta porém, pode ser assemelhado à equação de uma hipérbole equilátera (cuja validade não deve ser estendida para além das áreas técnicas tradicionais): quanto mais fácil, mais óbvia, mais imediata ou menos desafiadora uma atividade de P, D, e, eventualmente, E, mais difícil se torna M, a introdução de um produto de mercado. Em outras palavras P, D, E X M = constante. O material, candidato a uma posição no mercado, terá que apresentar vantagens evidentes de natureza técnica e/ou econômica sobre aqueles já consagrados, pois se isto não ocorrer o desenvolvimento terá grande probabilidade de se transformar em “produto de prateleira”

Uma derivação ligada ao tema abordado acima merece tratamento separado, pelo linguajar empregado que lhe confere identidade: são os aspectos de retorno de investimento e de *breakthrough* tecnológico. Uma empresa não apoia pesquisa pelo prazer de causar um avanço no conhecimento da humanidade. Sua atitude não pode ser altruísta, pois, se o fosse, estaria caracterizada uma óbvia anomalia gerencial. A empresa com sua forma utilitária quer ver o resultado do recurso investido mensurável em algo compreensível em termos empresariais, como por exemplo, relação custo-benefício. Um pesquisador mesmo experimentado, porém com limitada exposição à realidade do meio, crê, baseado no seu talento e nas suas realizações anteriores, poder mensurar economicamente sua atividade de modo a satisfazer um executivo. Ao pesquisador não compete provar, o que não pode ser proposto a partir de hipóteses sustentáveis. Se tentar, estará correndo o risco de enunciar um teorema falso cuja demonstração será necessariamente falaciosa. O sucesso técnico do seu trabalho não deve, por outro lado, iludi-lo quanto ao alcance dos resultados obtidos. Um programa conservador não é tendente a provocar *breakthroughs*. Xerox ou dispositivos semi-condutores decorreram de um misto de intuição, inovação e coragem, e estas não são as marcas registradas de uma atitude conservadora.

O pragmatismo industrial, ao impor sua direção, pode involuntariamente agredir a essência de uma Instituição. O trato com o mundo acadêmico deve ser muito cuidadoso, pois ao mesmo tempo em que um empreendedor tem grande apetite por “tocar as coisas” o pesquisador, raramente

é capaz de trabalhar com satisfação sem a montagem de uma estrutura lógica que o satisfaça. O verdadeiro acadêmico exige, no seu íntimo, que lhe seja preservada a autoridade carismática. K. Minogue, um autêntico porta-voz da preservação da essência universitária, assim se manifestou em seu trabalho *O Conceito de Universidade*:

“Assim como os iates-clubes foram fundados por pessoas que apenas gostavam de ‘se divertir com barcos’ (e que não tinham nenhuma outra finalidade), também as universidades foram criadas e mantidas por pessoas que gostavam de pesquisa e de cultivar os estudos. Agora os governos podem ver com bons olhos os iates-clubes, porque são fontes excelentes de recrutamento para a marinha; porém, seria absurdo considerar isto como sua função. Do mesmo modo, as universidades têm muitos efeitos benéficos colaterais, o que algumas vezes levou os Estados a adotá-las entusiasticamente. Mas admitir qualquer um desses efeitos colaterais como função das universidades seria uma distorção de sua natureza”

No princípio da incerteza de Heisenberg (adaptado por Epstein), temas: “Dos três parâmetros envolvidos na definição de um projeto de P&D: tarefa, tempo e orçamento, somente dois, na melhor das hipóteses, podem ser definidos simultaneamente” Esta forma irreverente de tratar do problema é o reflexo da frustração do contratante em relação à performance do contratado. O excessivo otimismo do pesquisador, mais do que a pressão do contratante no momento da definição e da contratação do projeto, é responsável pela validação do princípio.

“É difícil convencer meu vizinho a não dormir quando quem sofre de insônia sou eu” Talvez o maior problema da pesquisa contratada é o da transferência para um terceiro de um problema que não é dele. Transferência de motivação depende só em grau reduzido do entusiasmo e da força de argumentação do contratante. Paciência e, portanto, tempo são requeridos para a obtenção dos primeiros resultados consistentes de um trabalho de pesquisa. São estes, e não a provocação intelectual, que farão com que um pesquisador comece, eventualmente, a vibrar na mesma frequência do interlocutor da empresa.

Cumpra observar que esta saudável vibração esteve ausente em alguns projetos durante todo o período de seu desenvolvimento. Três causas puderam ser identificadas com essa situação de engajamento mais físico do que intelectual do pesquisador: a sua insatisfação institucional, travestida de múltiplas e variadas formas, a sua necessidade de trabalhar para obter recursos financeiros para si próprio ou para seu laboratório, e o fator *not-invented-here* que atuou, algumas vezes, no sentido da rejeição de uma idéia.

Talvez o maior destaque técnico do programa deva ser creditado a bolsistas, particularmente àqueles que foram selecionados conjuntamente pelo departamento universitário e pela CBMM através de exame de qualificação e de entrevista.

O sinete de uma Instituição confere, a seus documentos, seriedade aliada ao peso político, mas não tem o condão de realizar o trabalho. Este é conduzido pelo “homem certo” ou seja, aquele que reúne não apenas qualificações técnicas exigidas para o bom desempenho da tarefa, como também satisfaz as idiosincrasias do contratante. Estabelecer as bases sobre as quais irá se assentar a confiança mútua é condição altamente desejável (indispensável?) para o sucesso do empreendimento, que subtende, outrossim, a compreensão pelas inevitáveis falhas de ambas as partes.

COMENTÁRIOS FINAIS

Recorrendo estes seis anos, algumas colocações de ordem geral podem ser feitas cuja validade, porém, não se pretende que sejam extrapoláveis a terceiros sem as devidas adaptações e análises. A experiência só pode ser um presente útil à medida que é colocada dentro da circunstância de cada um.

- As limitações de recursos laboratoriais dos departamentos universitários normalmente impedem que um trabalho possa ser executado numa única instituição. Sem se propugnar por um trabalho multi-institucional (face suas complicações adicionais) o projeto de pesquisa deve ter, no entanto, flexibilidade operacional para permitir a contratação de alguns serviços de terceiros.
- A dimensão e a duração do envolvimento de uma empresa com determinada instituição pode tornar recomendável a contratação, pelo contratante para a instituição, de pesquisador que dedicaria tempo integral aos trabalhos de pesquisa do interesse da empresa.
- Os resultados positivos colhidos com o apoio a bolsistas mostraram que esta prática deve ser incentivada. A experiência acumulada indica ser este o mecanismo que requer o menor investimento para um determinado retorno técnico. É, obviamente, um pressuposto à necessidade de orientação competente.
- Recomenda-se considerar o apoio, através de acordos de cooperação com entidades estaduais e federais de fomento à Ciência e Tecnologia, tipo FAPESP e CNPq, à pesquisa e à formação pós-graduada no exterior quando estas atividades não puderem ser conduzidas satisfatoriamente no Brasil.
- A vinda de especialistas estrangeiros, de preferência aposentados, por representarem um bom compromisso entre custo e competência, pode-se revelar um instrumento muito eficaz na transferência de informações, enriquecimento conceitual e *cross-fertilization*.
- O interlocutor pela empresa deve conhecer a experiência e a vida acadêmicas.
- Se a indústria encarar a Universidade como prestadora de serviços técnicos especializados e se, por sua vez, esta aceitar a incubência de tentar resolver os problemas daquela (normalmente de curto prazo) a interação Universidade-Indústria tem todos os ingredientes necessários ao insucesso.

Henri Poincaré dizia: “Faz-se ciência com fatos como se faz uma casa com pedras; mas uma acumulação de fatos não é uma ciência assim como um montão de pedras não é uma casa”

Nestes seis anos de interface com uma parte do meio gerador de ciência e tecnologia, um número não insignificante de projetos enquadraram-se tecnicamente como aquém de medíocres. O saldo positivo (?) deixado por estes trabalhos, desprovidos de mérito técnico-científico, foi a identificação daqueles “pesquisadores” que se auto-eliminaram do programa. A presente contribuição foi elaborada sem utilizá-los, e à sua participação, como termos de referência.

RELAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES

- Associação Brasileira de Soldagem – ABS
- Centro Moraes Rego da Universidade de São Paulo – CMR
- Confab Industrial S.A. – CONFAB
- Coordenação dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE
- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – EESC
- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP
- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC
- Fundação para o Incremento da Pesquisa e o Aperfeiçoamento Industrial – FIPAI
- Fundação para o Ensino da Engenharia em Santa Catarina – FEESC
- Fundação de Tecnologia Industrial – FTI
- Fundação Tupy S.A.
- Instituto Mauá de Tecnologia – IMT
- Instituto Militar de Engenharia – IME
- Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – IPD
- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT
- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC/RJ
- Siderúrgica Nossa Senhora Aparecida S.A. – NSA
- Sociedade Técnica de Fundições Gerais S.A. – SOFUNGE
- Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
- Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
- Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
- Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais – USIMINAS

Sistema de qualidade de P&D

Talmir Canuto Costa

Consultor técnico e Chefe da Divisão de ICT da
Vice-Direção do CTA – São José dos Campos, membro do
Conselho de Orientação do IPT.

FILOSOFIA DA QUALIDADE

O contexto

A Indústria se depara com um problema decorrente do avanço científico-tecnológico: ter que lançar um produto ao mercado tão mais rapidamente quanto possível, com um relevante grau de atualidade tecnológica necessária para concorrer, com vantagens, neste mercado.

Muito tem sido discutido no tocante à absorção da tecnologia por parte da indústria, e um dos fatores, considerado, de nosso interesse é geração e transferência da tecnologia por parte dos Centros de P&D.

Normalmente, um Centro de P&D não consegue atender em tempo às necessidades tecnológicas da Indústria, principalmente se Centro e Indústria trabalharem como duas entidades discretas.

Nos últimos anos, uma solução tem se mostrado válida e vem propiciando resultados altamente benéficos para o parque industrial e para a rede de entidades de C&T.

A fim de diminuir o tempo de acoplamento entre o Centro de P&D e a Indústria, a fase de desenvolvimento do Projeto tem sido realizada em conjunto, isto é, elementos da indústria são envolvidos nessa fase, trabalhando, dentro de um cronograma bem definido, lado a lado com os pesquisadores. Assim, a engenharia do produto ou do processo é elaborada *pari passu* com o desenvolvimento do Projeto.

Dentre as inúmeras vantagens dessa estratégia, pode-se destacar uma: o produto da Pesquisa já sai com toda a documentação necessária, em linguagem compreensível por ambas as partes.

Cumprir destacar que em determinados setores industriais — por suas características de trabalho com tecnologias avançadas e complexas, — as indústrias envolvidas têm que apresentar um nível de qualidade industrial adequado.

A avaliação desse nível de qualidade industrial pode ser feita pelo Centro de P&D no momento em que escolhe o seu parceiro para caminhar junto com ele, no desenvolvimento do Projeto.

No entanto, à medida que o binômio Centro de P&D/ Indústria vem sendo enfatizado nessa fase de desenvolvimento, torna-se também obrigatório e oportuno o estabelecimento de uma correta consciência de qualidade interna ao Centro.

Assim sendo, propugna-se pela implantação de um sistema de qualidade de P&D, com suas condições de contorno bem definidas e de pleno conhecimento das empresas participantes do processo.

Enfim, todos esses aspectos ganham relevância à medida que o País vetoriza a produção do seu parque industrial para atender ao mercado externo, mais exigente em nível de qualidade industrial.

A filosofia da qualidade

A fim de promover o desenvolvimento qualitativo da indústria nacional, e atingir o nível de qualidade competitivo no exterior, o governo brasileiro decidiu institucionalizar o SINMETRO — Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

O SINMETRO foi criado pela Lei 5.966 de 11 de dezembro de 1973, tendo o CONMETRO como órgão normativo e o INMETRO como órgão executivo.

As atividades do SINMETRO são desenvolvidas por três subsistemas: Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

A filosofia da qualidade aplicada a uma entidade envolve uma série de conceitos básicos, dentre os quais citamos os mais importantes:

- organização — estabelecimento de uma organização formal, documentada e que possa, com presteza, identificar os problemas de qualidade;
- política de qualidade — estabelecimento de uma política de qualidade claramente definida e de conhecimento das partes envolvidas;
- controle de qualidade dos materiais e equipamentos adquiridos e dos serviços contratados;
- documentação — elaboração dos documentos necessários, tais como especificações, planos, desenhos e outros, em estreita obediência às instruções e procedimentos da qualidade;
- controles de ensaios, testes e inspeções, objetivando verificar a conformidade com a documentação pertinente;
- controle de equipamentos de medidas e de testes, a fim de que atendam às precisões exigidas;
- ações corretivas bem delineadas nos produtos de P&D não conformes;
- auditorias, como recursos de foros mais amplos para as ações corretivas;
- custos relacionados com a qualidade devem ser analisados com vistas à maximização do fator benefício/custo.

Vários desses conceitos, muitas vezes, são tratados dispersamente pelos setores do Centro de P&D, o que naturalmente vai demandar uma coordenação, racionalização e compatibilização das ações envolvidas.

A filosofia da qualidade deve ser de conhecimento do pessoal em todos os níveis, e demanda uma conscientização plena desde a direção até o pessoal de operação, não só do Centro de P&D mas também das demais entidades envolvidas.

Precisando ser clara e formal, não deve no entanto a filosofia da qualidade ser estática no tempo. Assim, é importante que seja condensada num *Manual de Procedimentos da Qualidade*, a ser atualizado com a participação livre de todos os técnicos e pesquisadores, dentro de uma hierarquia de aprovação.

Este trabalho se mantém em perfeita sintonia com o tratamento do assunto qualidade dado pelo SINMETRO. Desta forma, as atividades de qualidade de P&D deverão englobar: Metrologia, Normalização e Certificação da Qualidade, estruturadas de um modo sistêmico.

ESTRUTURA DA QUALIDADE DE P&D

Introdução

Coerente com as bases e preceitos da filosofia da qualidade anteriormente expostos, a estrutura da qualidade num Centro de P&D deverá estar hierarquizada em três níveis: nível político, nível programático e nível operacional.

No *nível político* propõe-se a instituição de uma Comissão Central, abrangente no tocante à origem setorial dos seus membros que, por suas atribuições, disponha de informações sobre a Política Nacional da Qualidade Industrial e sobre as Políticas de Ciências e Tecnologia e Industrial, para que possa elaborar as diretrizes básicas para a estrutura interna da qualidade. Esta Comissão será fundamental à

medida que detecta as competências institucionais externas que venham à complementar aquelas existentes no Centro de P&D, conformando a Rede de Qualidade de P&D.

No *nível programático* propõe-se o estabelecimento de Coordenadorias que transformarão as linhas de ação em metas quantificadas a serem executadas pelos setores operacionais. As Coordenadorias Programáticas serão responsáveis pela correta distribuição de metas aos setores e laboratórios internos e externos, precavendo-se contra a desnecessária ampliação da competência interna, quando existir adequada capacitação externa. Também a elas será atribuída a contínua preocupação de racionalização interna de laboratórios e setores, visando à maior eficiência da Estrutura.

No *nível operacional*, os setores e laboratórios disporão de recursos humanos devidamente qualificados para exercer suas tarefas operativas dentro dos estreitos requisitos da qualidade de P&D, isto é, utilizando padrões e mate-

riais certificados, equipamentos com precisões definidas; aplicando as normas existentes, realizando ensaios e testes dentro dessas normas e, por fim, mantendo e transmitindo toda uma consciência crítica de qualidade em seus ambientes e no Centro como um todo.

A estrutura global

A estrutura da qualidade em um Centro de P&D apresentaria, então, as seguintes funções e setores (Figura 1):

- *nível político*: Coordenador da Qualidade
Comissão Central da Qualidade
- *nível programático*: Coordenadoria da Metrologia
Coordenadoria de Normalização
Coordenadoria de Certificação da Qualidade
- *nível operacional*: Setores e Laboratórios

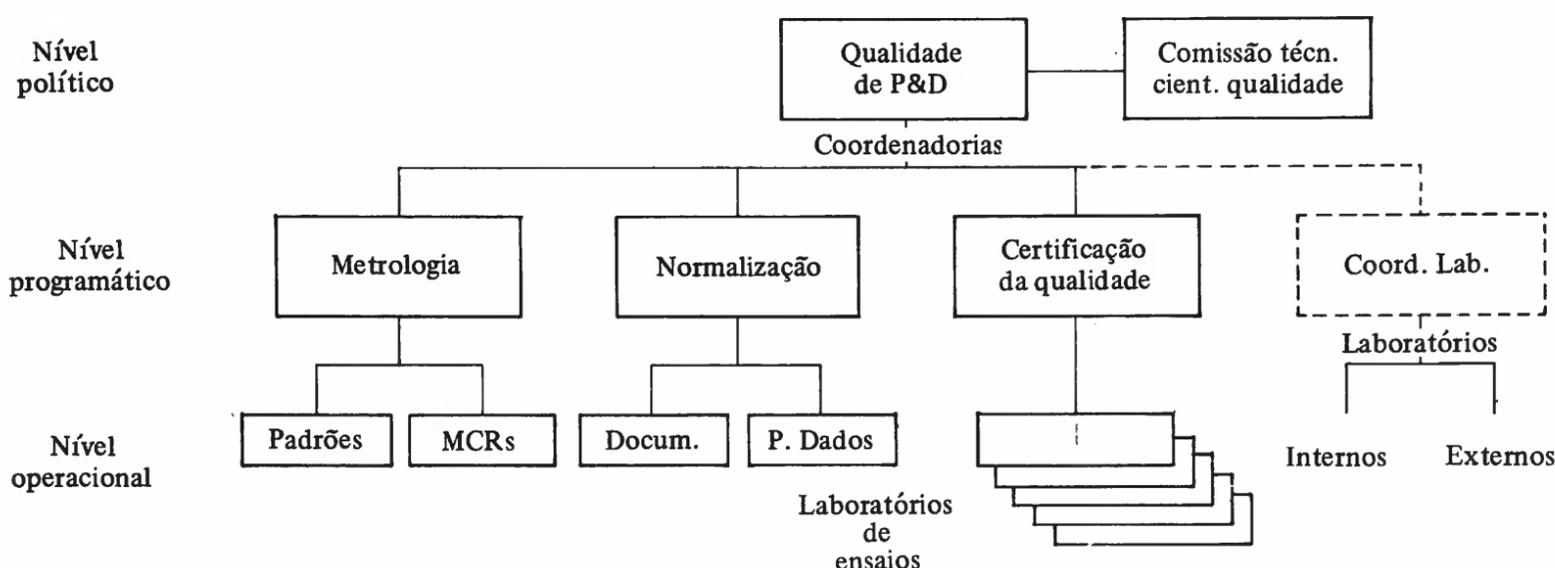


Figura 1 – Estrutura funcional da qualidade de P&D

Coordenador da qualidade

O Coordenador da Qualidade deve estar a nível de Direção ou Gerência Técnica do Centro de P&D, e será o Presidente da Comissão Central da Qualidade.

Caberá ao Coordenador da Qualidade supervisionar a obediência ao Manual de Procedimentos da Qualidade, por meio de estreito contato com as Coordenadorias, bem como promover a contínua atualização do Manual, dentro das diretrizes estabelecidas pela Comissão Central da Qualidade.

Comissão Central da Qualidade

Esta Comissão deverá ser constituída de especialistas dos vários setores do Centro de P&D e de representantes das entidades e indústrias associadas. Mesmo sendo multi-institucional, esta Comissão deverá ter um máximo de nove membros para ser flexível e ágil, com demanda uma estrutura de Qualidade eficiente e eficaz.

A Comissão Central da Qualidade se posicionará como órgão máximo de deliberação, aprovando o Manual de Procedimentos da Qualidade, bem como as diretrizes para sua contínua atualização.

As Coordenadorias

Cada Coordenadoria poderá ser constituída de um Coordenador e de uma Comissão Orientadora. A Coordenadoria não deve constituir estrutura administrativa, devendo ser apenas um ente funcional da Estrutura da Qualidade de P&D.

A Comissão Orientadora seria composta de um representante de cada unidade organizacional do Centro de P&D, e teria como Presidente o Coordenador.

Quanto às atividades de apoio ao desenvolvimento de cada Coordenadoria, elas poderão ser fornecidas pelo setor do Centro de P&D que tiver maior envolvimento com as áreas de Metrologia, Normalização e Certificação da Qualidade.

As operações dessa Estrutura serão descentralizadas por meio dos setores e laboratórios específicos internos e externos ao Centro. O conjunto formado pelo Centro e mais as entidades externas envolvidas, dentro de uma homogênea filosofia da Qualidade, irá conformar a Rede de Qualidade de P&D específica.

Coordenadoria de Metrologia

Objetivo

A Coordenadoria de Metrologia, através dos setores e laboratórios de metrologia do Centro e das entidades externas associadas, deverá prestar serviços metrológicos, calibrando as unidades metrológicas dos laboratórios.

É importante que o Centro de P&D possua, pelo menos, os seguintes setores que são os fundamentais para consolidação de uma competência metrológica de P&D.

- Setor de Padrões
- Setor de Materiais de Referência Certificados

A Rede Metrológica

Atuam na área da Metrologia no País:

- STI/MIC – como órgão central do SINMETRO.
- INMETRO – órgão executor da Política emanada do CONMETRO.
- Órgãos estaduais e municipais que executam atividades de Metrologia.
- Órgãos e entidades da administração federal, estadual, municipal e entidades privadas que, mediante convênios, acordos, contratos e ajustes, sejam credenciados a exercer atividades na área metrológica, conforme Resolução 01/52 de 27 de abril de 1982 do CONMETRO.

Desta forma, cabe ao Centro de P&D, por meio de sua Coordenadoria de Metrologia, integrar-se a Rede Nacional de Calibração, que possui um extenso conjunto de laboratórios credenciados pelo INMETRO. Assim, o Centro de P&D poderá ter um laboratório de Metrologia credenciado pelo INMETRO, ou ter laboratórios associados ao laboratório credenciado.

No Regulamento Geral da Rede Nacional de Calibração, constam como atribuição do laboratório credenciado o seguinte:

- prestação de serviços, no tipo e amplitude de sua competência, para outras entidades;
- emissão de certificados padronizados pelo INMETRO;
- participação nos programas de intercomparação laboratorial;
- encaminhamento ao INMETRO de *dossier* de avaliação dos laboratórios que desejam participar com os laboratórios associados;
- apoio, supervisão e rastreamento a periódico dos laboratórios associados de sua responsabilidade técnica; e
- promoção da credibilidade técnica dos certificados emitidos pelos laboratórios associados.

Atributos da Metrologia

A Metrologia é uma atividade que trata das grandezas, dos métodos e técnicas de medir.

A Metrologia exerce, no contexto da qualidade, um papel de suma importância pois que, sem o emprego adequado e eficiente dos controles metrológicos, dificilmente poder-se-á agregar ao desenvolvimento e à produção, os parâmetros de confiabilidade e a precisão exigidos pela indústria.

No entanto, não se deve pensar a capacitação metrológica concentrada em uma única entidade, mas sim, deve

ser prevista a integração das várias competências, dentro de programas interlaboratoriais adequados ao Setor.

Coordenadoria de normalização

Objetivo

A Coordenadoria de Normalização terá como objetivo, através do Setor de normas do Centro, coordenar atividades de elaboração, divulgação e atualização das normas técnicas relacionadas com o SINMETRO.

A Coordenadoria de Normalização será o elo de contato com a ABNT e o INMETRO.

A Normalização

A ABNT é o grande fórum nacional de normalização, onde a elaboração e revisão das normas são desenvolvidas por meio de 22 Comitês Brasileiros.

A norma, uma vez aprovada na ABNT, é encaminhada ao INMETRO onde é registrada e se torna NBR – Norma Brasileira.

Em síntese, os objetivos específicos da Normalização do Centro serão:

- integração com entidades nacionais e internacionais de Normalização, buscando subsídios para elaboração e/ou revisão das normas elaboradas;
- armazenamento e disseminação das normas;
- elaboração de um plano de padronização.

Atributo da Normalização

A norma, em síntese, é um conjunto de métodos, processos e valores submetidos ao consenso de um grupo. A norma define como medir e como comparar com os padrões.

A normalização conduz a uma série de benefícios, na organização, dentre os quais podemos citar:

- aumento de produtividade;
- maior eficácia do controle de qualidade dos insumos dos projetos de desenvolvimento e da produção;
- uniformidade de linguagem entre o Centro de P&D e as empresas envolvidas; e
- garantia da qualidade pré-determinada para os serviços e produtos de P&D e de fabricação.

Basicamente, a Coordenadoria de Normalização deve buscar a consciência completa do uso da norma como documento obrigatório de P&D.

Coordenadoria de certificação da qualidade

Objetivo

A Coordenadoria de Certificação da Qualidade terá como objetivo, através dos setores de qualidade do Centro de P&D e das indústrias interligadas, garantir que os produtos e serviços estejam, com regularidade, em conformidade com as especificações das normas.

A condição básica para que possa ser emitido um certificado é a existência de norma técnica aplicável ao produto ou serviço, que contenha, os métodos de ensaio e a aparelhagem pertinentes definidos com a devida precisão e clareza.

A certificação da qualidade

Entre outros, os seguintes pontos devem ser questionados ao se analisar a emissão de um certificado de qualidade:

- os produtos e serviços estão satisfazendo as especificações legais e as planejadas?
- as condições de desempenho, segurança, confiabilidade e manutenibilidade estão sendo atendidas?
- a implementação e a fabricação são tecnicamente viáveis?

Cumpra observar que a qualidade começa no estudo de viabilidade do produto e continua no projeto, na aquisição de matérias-primas e insumos, no processo de produção, na aferição e na calibração de medidores, na inspeção do produto acabado, no sistema de expedição e de distribuição dos produtos e na assistência ao consumidor.

Sendo a certificação da qualidade uma atividade multidisciplinar a integração Centro de P&D – indústria é favorável ao pleno desenvolvimento dessa atividade. Por outro lado, isto leva ao fundamental aspecto de que todos os envolvidos tenham a mesma consciência sobre a garantia da qualidade.

Atributos da Certificação da Qualidade

A Coordenadoria da Certificação da Qualidade deve promover a implantação do sistema de garantia da qualidade nas empresas envolvidas, objetivando a qualificação destas empresas a nível nacional e internacional, se for necessário.

O apoio ao Controle de Qualidade das empresas será dado pelos laboratórios e setores específicos, dentro dos programas interlaboratoriais.

Os sistemas de certificação, identificados pelo Comitê de Certificação da ISO-CERTICO, são classificados em oito categorias:

- ensaio de tipo;
- ensaio de tipo seguido de supervisão via amostras retirados no comércio;
- idem amostras retiradas no fabricante;
- idem amostras retiradas no comércio e no fabricante;
- ensaio de tipo, avaliação e aprovação do CQ do fabricante, supervisão via auditorias no fabricante e amostras retiradas no comércio e no fabricante;

- avaliação e aprovação do CQ do fabricante;
- ensaio de lote; e
- ensaio de 100%.

CONCLUSÕES

A Garantia da Qualidade, no setor produtivo, envolve os seguintes requisitos fundamentais:

- autoridade;
- planejamento;
- controle da documentação técnica;
- controle de recebimento;
- controle de qualidade da fabricação;
- controle de materiais discrepantes;
- controle de qualidade final;
- controle de equipamentos de inspeção e de ensaios;
- controle de materiais em estoque;
- embalagem e expedição;
- auditorias da qualidade.

Estes requisitos, mais os conceitos e as finalidades da garantia da qualidade utilizados no setor produtivo, podem ser transplantados para os Centros de P&D, desde que estes atendam a algumas condições básicas iniciais, tais como:

- projetos de P&D devidamente estruturados e planejados;
- envolvimento do setor produtivo na fase de desenvolvimento do projeto de P&D; e
- disposição da Diretoria em implantar a atividade de qualidade, que depende muito mais de ampla conscientização de todo o pessoal do que de uma estrutura administrativa.

O sistema de qualidade de P&D proposto no trabalho, tem como vantagens não criar outros setores administrativos, mas implantar um sistema funcional que permeia a organização e, através de uma conscientização ampla, melhorar o nível de qualidade dos produtos de P&D do Centro.

E por fim, fica estabelecido a nível de conjunto – Centro de P&D e empresas – um Mini-SINMETRO, em perfeita analogia com o Sistema Nacional, que vai permitir coerência de atitudes e ações em toda a Rede Nacional.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – *Preparo e Apresentação de Normas Brasileira*, NBR 6822, março 1982.

CANUTO COSTA, T. – *Rede de Qualidade Aeroespacial*, CTA, Relatório, Junho 1985.

FALCÃO BAUER, L.A. – *A Garantia da qualidade para o desenvol-*

vimento industrial, *Rev. Problemas Brasileiros*, setembro 1983, p. 4.

MIC-CONMETRO – *Regulamento Metrológico* – Resolução 01/82, Capítulo II, 27 abril 1982.

MIC-INMETRO – *O SINMETRO* – Informativo 1984.

PEREIRA DE CERQUEIRA, E. – *Administração, empresa e tecnologia versus Metrologia, Normalização e Qualidade*. *Rev. INMETRO*, 2(3), 1983, p. 18.

TÁVORA VEADO, J. – *Certificação da qualidade industrial*, Relatório de GT, *Rev. CONMETRO*, 09/83, abril 1984.

Acompanhamento de projetos de P&D em empresas industriais de informática: problemas e sugestões*

Eduardo Vasconcellos

Membro do PACTo – Programa de Administração em Ciência e Tecnologia do IA-FEA/USP e Professor Titular da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.

Lidia Maria Huguene Riccó

Pesquisadora e Membro da Equipe de Consultores do PACTo/IA-FEA/USP

* O trabalho utilizou-se de dados obtidos pela pesquisa realizada por Lidia Maria Huguene Riccó, sob orientação do Professor Eduardo Vasconcellos, que constitui suporte para dissertação de Mestrado a ser apresentada à FEA/USP. Os autores agradecem à FAPESP o apoio financeiro recebido.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista da empresa industrial, há uma série de fatores que contribuem para seu interesse em investir em uma capacitação tecnológica: manter a capacidade competitiva, aproveitar as oportunidades de mercado e aproveitar a crescente oferta de conhecimentos, transformando-os em produtos comercializáveis.

Segundo Archibald (1976), as organizações, principalmente aquelas cujas atividades envolvem sistemas complexos ou produtos de tecnologia avançada, utilizam-se de projetos como meio para conceber seus novos produtos, desenvolvê-los e colocá-los no mercado. O gerenciamento de projetos como forma para otimização de recursos escassos na organização possibilitará a continuidade da sua operação de forma lucrativa e de seu crescimento.

Um aspecto fundamental para o sucesso do gerenciamento de projetos é um sistema de controle apropriado, de forma a assegurar que o projeto seja realizado no prazo, dentro do orçamento previsto e que o produto e/ou serviço resultante atenda aos requisitos de qualidade técnica.

Isto posto, os tópicos abaixo, de maneira resumida, refletem a importância de se estudar acompanhamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e engenharia (P&D).

- A atividade de P&D tem características especiais. Uma delas é o alto grau de incerteza e complexidade que exige sistemas de acompanhamento apropriados.
- Recursos para P&D são geralmente escassos. Um sistema adequado de acompanhamento de projetos permite melhor utilizá-los.
- A existência de um sistema de acompanhamento de projetos permite antecipar problemas e tomar medidas corretivas, aumentando a probabilidade de sucesso do projeto
- Existem poucos estudos sobre este tema adaptados à realidade brasileira.
- Empresas do setor de informática são sujeitas a elevado nível de mudanças tecnológicas, exigindo decisões rápidas. Essas decisões são aplicadas por um sistema adequado de acompanhamento de projetos.

A partir de um estudo de campo planejado e programado em função de uma base conceitual e experiências de profissionais do setor de informática, o presente estudo espera oferecer alguma contribuição para a prática do acompanhamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e engenharia.

Assim, inicialmente é apresentada uma revisão com alguns textos mais significativos na área de planejamento e controle de projetos. A seguir, são apresentados a metodologia e os resultados parciais de uma pesquisa empírica que teve por objetivos identificar características, problemas e — eventualmente — propor alguns aprimoramentos que poderiam ser introduzidos na operação de sistemas de acompanhamento de projetos de P&D, a partir de uma amostra selecionada em empresas fabricantes de equipamentos de processamento de dados pertencentes ao setor de informática. Finalmente, algumas conclusões e recomendações são apresentadas.

A FUNÇÃO DE PLANEJAMENTO E ACOMPANHAMENTO

Marcovitch, num trabalho em que procura dar uma visão de conjunto da administração por projeto, esclarece a

diferença entre “administração por projeto” e “administração de projeto”: “administração por projeto corresponde à abordagem utilizada por uma organização para estruturar suas atividades” e, “administração de projeto corresponde à utilização das funções administrativas na gestão de um projeto específico” e afirma que todas as organizações que lançam mão da administração por projeto utilizam o conhecimento da administração de projeto.

Dois conceitos-chaves são apontados por Archibald (1976) como suporte do enfoque organizacional de administração por projeto, e são os seguintes:

- *Único ponto de responsabilidade integrativa*: cada projeto terá um responsável pela integração dos esforços de trabalho, que pode ser denominado como gerente de projeto ou equivalente. A escolha do profissional mais indicado para assumir esta responsabilidade dependerá da solução organizacional adotada pela empresa.
- *Planejamento e controle integrado*: cada projeto deve ser planejado e controlado de forma integrada, incluindo toda contribuição das áreas funcionais ao longo das fases do ciclo de vida do projeto, o que significa colocar juntos todos os elementos de informação relativos a: (a) produtos ou resultados do projeto, (b) prazos, (c) custos de mão-de-obra, ou outros recursos-chaves. Finalmente, planejamento e controle integrados requerem contínua revisão dos planos futuros, comparação dos resultados atuais com os planos e projeção do tempo total e do custo para conclusão do projeto, intercalado com todos os elementos de informação.

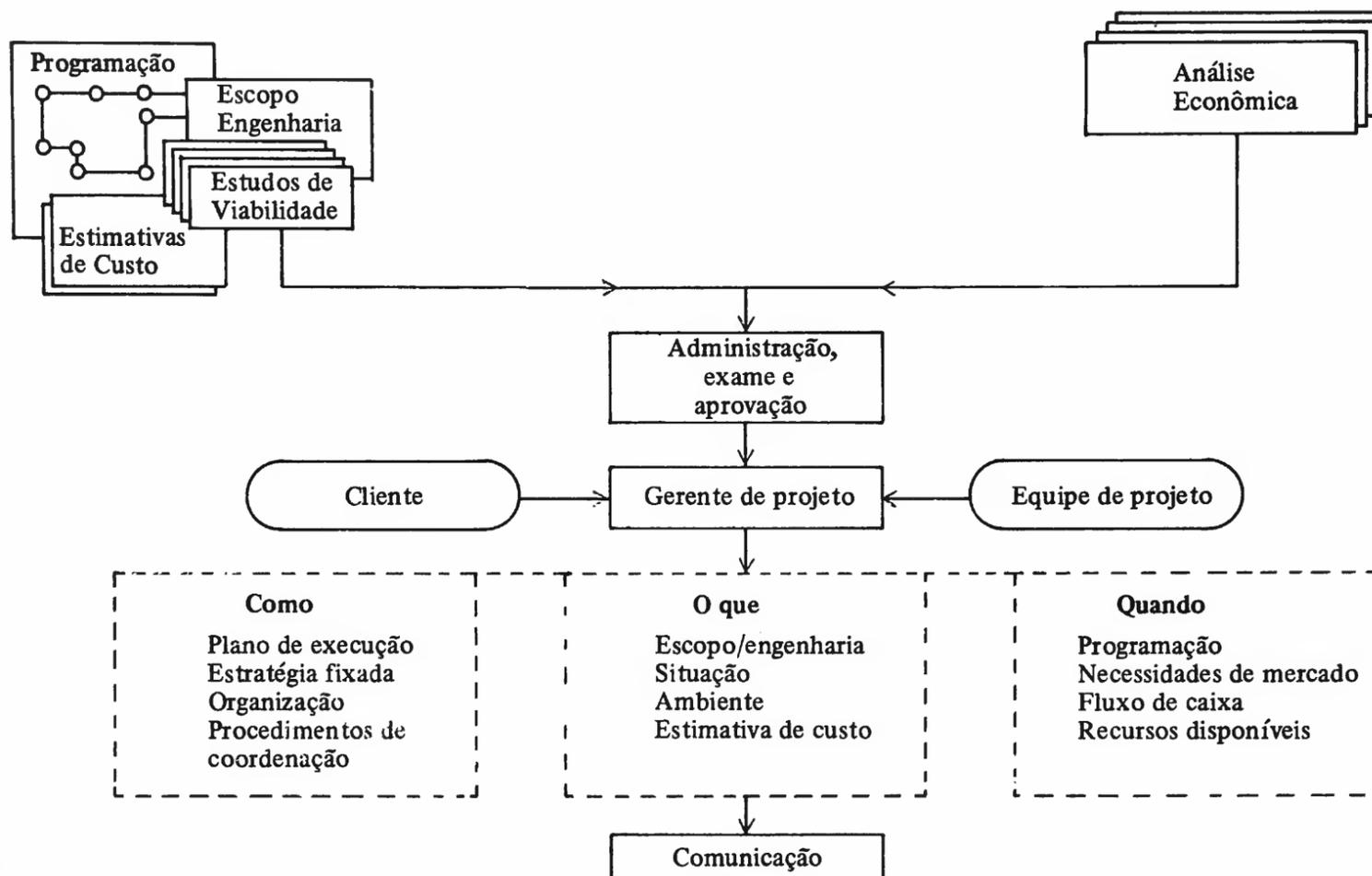
Marcovitch (1983) conceitua *projeto* como sendo “o conjunto de atividades executadas para atingir um objetivo claramente definido num período de tempo pré-determinado e com recursos humanos e materiais previamente dimensionados”

Sendo projeto um conjunto de atividades temporárias com objetivos/metaspesificamente definidos, existe uma tendência das decisões nos projetos não serem repetitivas e, aquelas tomadas de forma errada em qualquer estágio do ciclo de vida, afetarão o projeto podendo comprometer o alcance dos objetivos. Geralmente é difícil recuperar o projeto de deficiências de gerenciamento ocorridas no passado (Harrison, 1981).

Desenvolver estimativas para planejamento e controle do esforço do projeto é complicado por muitos fatores, dos quais podemos destacar: a falta de precedentes no trabalho de P&D, a imprevisibilidade dos problemas técnicos, as mudanças nos programas resultantes de nova tecnologia ou redirecionamento das atividades, a incerteza do prazo para conclusão, a produtividade humana variável e os vieses dos estimadores. Para promover a aprovação do projeto, os profissionais de P&D têm a tendência de subestimar o tempo e os recursos necessários bem como a extensão dos problemas técnicos a serem resolvidos e minimizar dificuldades, além de exagerar os benefícios do produto potencial. No acompanhamento dos projetos de P&D, a mais acurada fonte de informação tende a ser as pessoas que estão tecnicamente e/ou operacionalmente envolvidas. Entretanto, os profissionais tendem a ser relutantes em admitir a existência de dificuldades técnicas e excessivamente otimista sobre o trabalho, e também tendem a dar informações que levam à direção errada como simples expediente e a delegar as tarefas de fazer relatórios (apresentar formalmente os fatos) às pessoas menos qualificadas (Butler Jr., 1983).

Segundo Bent (1983) o objetivo do planejamento do projeto é identificar o trabalho que deve ser feito, obter a participação daqueles melhores qualificados para executá-lo e elaborar de forma objetiva o custo e a programação do projeto. O planejamento minimiza ações inúteis, define cla-

ramente para todos os participantes seus papéis no projeto, possibilita a apreciação dos elementos do projeto e assegura os recursos necessários para satisfazer os prazos. A figura 1 ilustra os principais elementos do planejamento do projeto.



Fonte: Adaptado de Bent (1983)

Figura 1 – Planejamento do Projeto

A extensão do planejamento é ditada pelos objetivos e pelos recursos a serem aplicados no projeto. Deve ser limitada ao nível de controle que se espera exercer dentro do projeto.

Segundo Cleland & King (1978) o planejamento do projeto estabelece os critérios pelos quais avaliamos o desempenho, os objetivos, as orientações políticas, os procedimentos e as regras, passadas ou presentes. Tais critérios tornam-se padrões quando se relacionam com a função controle. O projeto não pode ser bem administrado sem padrões, e a qualidade de projeto dependerá do realismo e autenticidade de seus padrões. Cada um desses parâmetros é desenvolvido conforme as exigências do projeto.

Quando o projeto tem início, a alta administração, o gerente do projeto e até a própria equipe têm necessidade de saber em que grau o plano está sendo cumprido. O sistema de controle do projeto deve fornecer informações sobre o andamento em termos de prazos, custos e técnicas, de forma que ações corretivas possam ser tomadas.

A sofisticação de um sistema de controle, segundo Cleland & King (1978), depende da “complexidade do projeto e da capacidade dos participantes em administrá-lo. Um projeto simples pode requerer somente alguns indicadores para determinar se ele está ou não progredindo de acordo

com o cronograma e dentro das restrições de custo e desempenho. Por outro lado, um projeto de maior porte irá requerer um extenso sistema de controle, que identificará e relatará muitas condições que refletem seu progresso. Independente da complexidade do projeto, entretanto, certas condições básicas devem ser realizadas para se ter um sistema de controle praticável:

- ele deve ser compreendido pelas pessoas que o usam e obtêm dados a partir dele;
- deve ter relação com a organização do projeto, já que organização e controle são interdependentes – nenhum deles pode funcionar adequadamente sem o outro;
- deve antecipar e relatar desvios em tempo oportuno, de modo que a ação corretiva possa ser iniciada antes que desvios mais sérios realmente ocorram;
- deve ser econômico para justificar o gasto de manutenção adicional;
- deve ser suficientemente flexível para permanecer compatível com o ambiente organizacional em mudança;
- ele deveria indicar natureza da ação corretiva necessária para recolocar o projeto em consonância com o plano;
- deveria reduzir-se a uma linguagem (palavras, figuras, gráfico ou outros modelos) que permita um quadro visual que seja fácil de ler e compreensível em sua comunicação;

- deveria ser desenvolvido através da participação ativa de todos os principais executivos envolvidos no projeto”

Outro aspecto importante a ser mencionado é aquele apresentado por Pearson (1983) quando analisa o trabalho de Souder (1972). Ele relata que, na prática, alguns gerentes consideram as atividades de planejamento e controle tão fortemente inter-relacionadas e complementares a ponto de serem indistinguíveis. Além disso, a distinção entre a ação de replanejamento e o reajustamento do controle pode ser em grande parte conceitual. A distinção feita por Souder é de que a ação de planejamento muda o orçamento ou padrão de controle, enquanto que a ação de controle simplesmente corrige desvios em relação ao padrão previamente estabelecido. Esta colocação é útil de ser feita porque, sob um sistema de administração de projetos, torna-se particularmente importante para o Gerente de Projeto e a alta administração concordarem sobre certos conceitos de planejamento e controle tais como: o que constitui um desvio a ser corrigido por uma ação de ajustamento do controle a nível do Gerente do Projeto; e o que constitui um desvio de replanejamento a ser tratado a nível da alta administração.

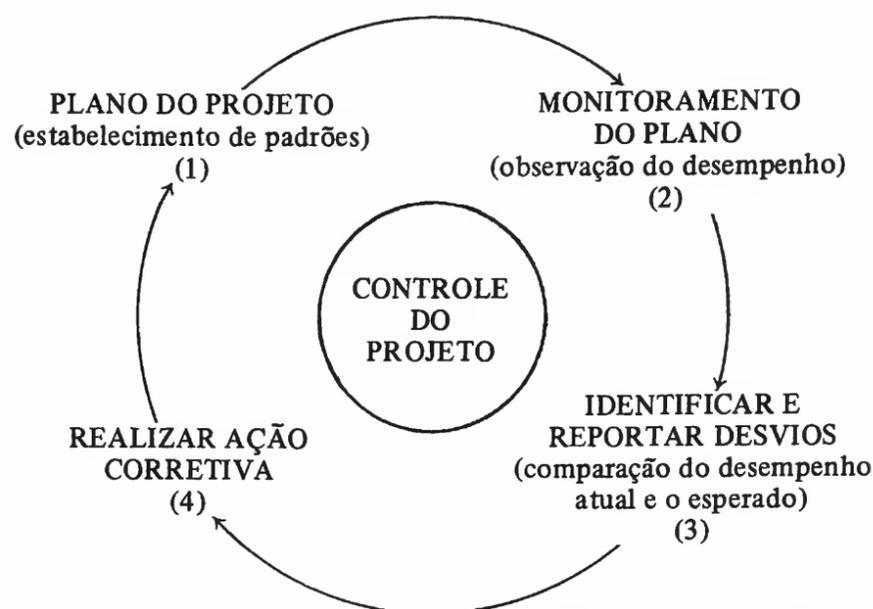
Matin & Miller (1980) ressaltam que os sistemas de controle podem ser formais ou informais e podem ser escritos ou verbais, e que os itens abaixo constituem barreiras a um bom sistema de controle:

- inadequado significado dos dados coletados, ou seja, a qualidade e utilidade das saídas do sistema (relatórios) estão em função direta dos dados que foram introduzidos dentro do sistema. Marcovitch (1983) exemplifica com a forma de preenchimento das fichas periódicas (entradas) de alocação de tempo dos técnicos: se adequadamente preenchidas, os relatórios resultantes serão úteis e facilitarão o processo de tomada de decisão; mas, se preenchidas sem nenhuma exatidão, apenas por mera aparência, os relatórios serão inúteis e desnecessários;
- inadequado significado dos dados analisados pois, não é de nenhuma valia listagens de computador/relatórios com informações perdidas no emaranhado de dados sem nenhuma análise;
- os dados respondem de forma imprópria às necessidades dos chefes ou destinatários da informação (tais como: gerente de cada projeto, o coordenador de linha de pesquisa e/ou de programa, gerente funcional, diretores e outros) ou seja, o nível de agregação dos dados deve ser compatível com o destinatário da informação.

A abordagem adotada está fundamentada na premissa de que planejamento e controle são funções interdependentes e que o acompanhamento é o meio pelo qual se realizará o controle. Para melhor se definir o âmbito de estudo, na figura 2 é apresentado um ciclo de controle adaptado de Hollenbach (1983) e Cleland & King (1978).

Esta interdependência aparece quando, no início do ciclo, temos a definição dos padrões através de um “plano” do projeto monitorável que reflita o desempenho esperado. Os demais elementos essenciais ao controle do projeto poderiam ser apresentados como se segue:

- monitoramento contínuo que observa, registra e avalia o desempenho em comparação ao “plano”
- sistema de relatórios que identifica desvios do “plano” por meio de tendências e previsões;
- ações oportunas para se obter vantagens de tendências favoráveis ou para se antecipar/corrigir desvios.



Fonte: Adaptado de Hollenbach (1983) e Cleland & King (1978)

Figura 2 – Ciclo de Controle

O foco do trabalho, como já especificado, estará voltado principalmente para os aspectos (2) e (3) do ciclo de controle que, a nosso ver, constitui o acompanhamento. Entretanto, o sistema de controle de projetos como um todo, foi considerado na pesquisa, à medida que iria ajudar a compreender o processo de acompanhamento de projeto.

METODOLOGIA

Esta seção apresenta inicialmente a concepção, desenvolvimento e aplicação dos métodos e técnicas selecionadas para a realização do estudo de campo. Aborda em seguida os resultados obtidos e as conseqüentes análises efetuadas.

Modelo do estudo

Com base na revisão bibliográfica, um conjunto de variáveis foi escolhido. Estas variáveis vão ajudar na identificação de problemas que ocorrem durante a operação de sistemas de acompanhamento de projetos de P&D nas empresas industriais de informática, conforme mostra o modelo de estudo (figura 3). Este modelo está dividido em dois grupos: o primeiro apresenta as informações sobre o sistema de acompanhamento e o segundo, os produtos esperados.

Instrumentos utilizados

A partir da definição deste quadro de informação, foram elaborados dois tipos de instrumentos para a coleta de dados.

- *Questionário Tipo I*: roteiro da entrevista com o responsável pela unidade de P&D (Diretor ou Chefe do Centro), visando dar-lhe conhecimento dos objetivos da pesquisa; obter dados gerais sobre a empresa, centro e dimensão dos projetos e obter a indicação dos demais respondentes para o questionário Tipo II.
- *Questionário Tipo II*: instrumento auto-preenchível que foi respondido pelo responsável pela unidade de P&D, responsável pela unidade de PCP (quando existia) ou outro responsável pelo acompanhamento e usuários do sistema.

A decisão de se trabalhar com respondente(s) como responsável(eis) pelo sistema de acompanhamento, responsável pela área de P&D e os usuários do sistema, objetivou cobrir os diversos pontos de vista.

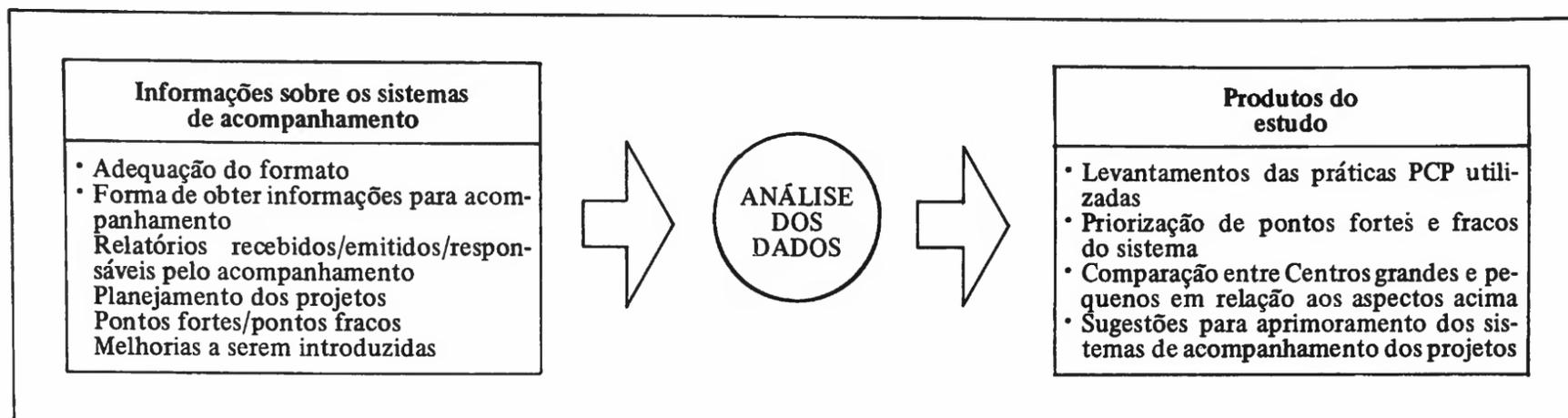


Figura 3 – Modelo do Estudo

Os questionários se constituíram nos instrumentos básicos através do qual os dados foram coletados.

O acesso à empresa foi feito por meio de telefonema prévio à entrevista pessoal para aplicação dos questionários, e quando não era possível resposta imediata do questionário Tipo II eles foram deixados para posterior remessa. O índice de retorno dos questionários foi de 90,5%, sendo que dos questionários preenchidos, 9 eram do *Tipo I* e 35 do *Tipo II*. As entrevistas foram realizadas no período de janeiro a maio de 1985.

Amostra

Foram selecionadas para este estudo nove empresas industriais brasileira do setor de informática, fabricantes de equipamentos de processamento de dados. Seis delas estão localizadas no Estado de São Paulo e as demais no Distrito Federal.

Todas as empresas possuem Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia que trabalham simultaneamente em pelo menos duas áreas distintas.

“Centros de P&D, e Engenharia” são utilizados para identificar a unidade organizacional constituída por grupo(s) formalmente constituído(s) na empresa que desenvolve, há mais de um ano, pesquisa e/ou desenvolvimento e/ou engenharia de produto e/ou processos, de forma sistemática e como principal atividade.

Esta unidade é encontrada na empresa com denominações variadas como Diretoria Técnica, Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, Diretoria de Desenvolvimento, Divisão de Engenharia e Desenvolvimento etc.

Estes Centros apresentam diferenças nos seus tamanhos. Apresentam, ainda, alguma variação na natureza, na forma como está a função, inovação e na dimensão dos projetos que executam.

A amostra foi definida a partir de um total de 172 empresas que possuíam projetos aprovados pela SEI – Secretaria Especial de Informática – até o ano de 1984. Desse universo, somente foi considerado para efeito deste estudo, aquelas empresas que, segundo a classificação da Revista Dados e Idéias pertencessem aos segmentos de mercado de indústria terminal, periféricos, automação industrial e equipamentos auxiliares; dispusessem de Centro de P&D, estivessem preferencialmente no Estado de São Paulo e fossem empresas nacionais.

A utilização desses critérios apresentaria a vantagem de integrar o trabalho em um esforço já iniciado (estudo anterior do IA/FEA/PACTo/USP já havia identificado 10 empresas com estas características) e de manter contato

com Centros que já tinham demonstrado anteriormente abertura para discussão e estudos na área de Administração da Pesquisa.

O número de profissionais de nível superior que trabalha no Centro foi utilizado para definir seu porte e constituiu critério de diferenciação entre Centros Grandes e Centros Pequenos. Para efeito dessa pesquisa, foi considerado como Centro Pequeno aquele em que o número de profissionais de nível superior fosse igual ou inferior a 31; e Centros grandes aqueles com 70 ou mais profissionais de nível superior. O estudo não identificou nenhum centro de P&D que pudesse ter seu porte classificado numa faixa intermediária entre as acima apresentadas.

A figura 4 apresenta a síntese das principais características das empresas e de seus Centros participantes da amostra, bem como os aspectos da dimensão dos projetos de P&D.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Marcovitch (1983) apresenta *planejamento e controle* como “duas funções administrativas interdependentes”. A primeira busca a definição dos objetivos e metas a serem alcançadas, enquanto a segunda procura identificar, através do acompanhamento, as discrepâncias existentes entre o planejado e o executado.

ADEQUAÇÃO DO FORMATO

O uso efetivo de um sistema de acompanhamento de projetos depende de vários aspectos relacionados com a maneira pela qual os produtos do sistema são apresentados, bem como, estar o sistema acompanhando/controlando o que realmente interessa aos diferentes usuários das informações geradas. Este tópico, portanto, reúne aspectos ligados à linguagem visual dos relatórios, nível de agregação dos dados, envolvimento em decisões estratégicas do projeto, flexibilidade, padronização e tipos de controle realizado.

O Quadro 1 mostra que, numa análise global, existe uma concordância considerável quanto à existência de fatores nas empresas pesquisadas, o que parece estar sendo coerente, uma vez que estes aspectos são apontados por alguns autores como entre aqueles básicos para se acompanhar e controlar projetos. Vamos encontrar uma concordância bem baixa notadamente no fator “não há nada em termos de formulários padronizados” (17,1%), o que reflete uma relativa formalização. Entretanto, este dado tem que ser analisado em conjunto com os fatores “os formulários do sistema de acompanhamento são flexíveis e adaptáveis a

Empresa	Centro
<p>1. <i>Regime Jurídico</i>: Pública (11%); Privada (89%)</p> <p>2. <i>Mercado Predominante</i>: Mercado Interno (100%)</p> <p>3. <i>Natureza</i>: 3.1. <i>Segmento de Mercado</i> (classificação <i>Dados e Idéias</i>) indústria terminal (67%) periféricos (33%)</p> <p>4. <i>Dimensão</i>: 4.1. <i>N.º de Funcionários (X)</i>: $X \geq 1000$ (33%) $500 \leq X < 1000$ (33%) $X < 100$ (23%) outro (11%)</p> <p>5. <i>Função P&D&E</i> 5.1. <i>% Recursos Aplicados/Atividade</i> Desenvolvimento (77% das empresas aplicam prioritariamente)/Engenharia de produto (23% das empresas aplicam prioritariamente)/Pesquisa Aplicada (77% das empresas aplicam menos de 20% dos recursos disponíveis e 23% das empresas <i>não fazem pesquisa aplicada</i>) Assist. Técnica ou Apoio Produção (77% das empresas aplicam menos que 10%)</p> <p>5.2. <i>Custo-ano de um Pesquisador</i> ≤ 4000 OTN (55%) > 4000 OTN (22%) não informaram (23%)</p> <p>5.3. <i>Orçamentos para P&D</i>: não tem orçamento pré-fixado, tudo que é solicitado, é concedido (55,5%), tem orçamento (44,5%).</p> <p>Obs.: os dados foram coletados em ORTN. Para efeito da publicação foi feito a conversão 1 ORTN = 1 OTN.</p>	<p>3.2. <i>Tipo de Atividade Principal</i> Desenvolvimento (77%) Eng. Produto (23%) Pesquisa (0%) Apoio à Produção ou Assist. Técnica (0%)</p> <p>4.2. <i>N.º Técnicos Nível Superior (x)</i> $X \geq 70$ (44%) $X \leq 31$ (56%)</p> <p>5.4. <i>Subordinação</i>: Presidência/Diretor Superintendente (100%)</p> <p>5.5. <i>Estrutura</i>: Descentralizada pela Estrutura da Empresa (33%) Descentralizada Geograficamente (22%) Centralizada (44%)</p> <p>5.6. <i>Dimensão dos Projetos</i>: – Tamanho médio da equipe – <i>projeto típico</i>: 4.75 técnicos com nível superior (amplitude variação 2-10 <i>projetos especiais</i> 23.3 técnicos nível superior (amplitude variação 10-50). – Duração projeto típico (em n.º de meses): 4 a 12 meses (70.0%); acima 12 meses até 24 meses (30), projetos especiais vão até 36 meses. – Custo médio projeto típico: 1000 a 10.000 OTN (20%) acima 10.000 a 50.000 OTN (50%) não informaram (30%)</p> <p>Obs.: uma empresa declarou ter dois tipos de projetos típicos (grandes e pequenos) e as duas hipóteses foram consideradas.</p>

Figura 4 – Síntese das principais características das empresas da amostra e de seus centros

cada situação” (51,4%) e “os procedimentos e formulários do sistema são padronizados” (42,9%). Estes resultados parecem coerentes, em se tratando de projetos de P&D que têm como característica intrínseca a incerteza no comportamento das diferentes variáveis do seu planejamento (Lima Jr., 1983), os procedimentos e formulários dos sistemas de acompanhamento e controle têm que ter uma relativa flexibilidade para melhor adequação dos fatos que emergem da execução; e tampouco a função controle pode ser exercida dentro das linhas mais tradicionais. Entretanto, esse quadro modificar-se-á um pouco quando se aumenta ou se diminui o porte dos centros, uma vez que implica em maior ou menor número de pessoas envolvidas com a função P&D. Nos Centros Pequenos diminui a concordância, tanto em termos da existência de formulários flexíveis como de formulários padronizados, mantendo-se, entretanto, a aparente necessidade de maior flexibilidade relativa. Nos Centros Grandes, aparentemente, a necessidade/existência de flexibilidade é semelhante à de padronização. O que a princípio parece ser antagônico, poderia ser explicado pelo aumento das dificuldades gerais de gerenciamento quando se envolve um número maior de pessoas. Outro aspecto que provavelmente deve também interferir na maior formalização dos Centros Grandes é a existência de projetos de maior dimensão.

A literatura diz que, globalmente, o controle do trabalho do projeto pode ser uma combinação de fatores técnicos, prazos, custo/fluxo de caixa, procura de equipamentos e materiais (fornecedores), progresso, evidentemente adaptados à situação desta ou aquela empresa (Harisson, 1981). Entretanto, de forma geral, observou-se que o con-

trole integrado do projeto envolvendo aspectos técnicos, financeiros e progresso físico ainda não está consolidado nas empresas pesquisadas (frequência de 40%). Isto poderia ser explicado pelo pouco tempo de existência das empresas e pelo rápido crescimento que elas apresentaram. A médio prazo, isso poderá ser um ponto fraco significativo, caso não seja corrigido, principalmente tendo em vista uma redução gradativa nas barreiras protecionistas. Nada se modifica quando a análise é estratificada.

Na amostra pesquisada, o acompanhamento feito em termos de “etapas pré-determinadas” teve o maior grau de concordância (80%); sendo 86% para grandes centros e 76% para pequenos; feito em termos de “número de homem-hora” (62,9%), “atendimento às especificações técnicas” (68,6%) e de procura de materiais e equipamentos, onde perguntou-se se eram identificados com antecedência atrasos de fornecimento, 37,1% concordaram e também se identificavam com antecedência o não atendimento às especificações da encomenda dos fornecedores (37,1%), que juntamente com acompanhamento de custo (40%) são relativamente baixas.

Em parte, a baixa concordância em acompanhamento de custo pode ser explicada pela postura adotada pelas empresas em relação à elaboração do orçamento global para P&D, onde 33% delas não têm orçamento pré-fixado, gastando o que é necessário. O prestígio organizacional dos centros é grande, uma vez que em 100% das empresas estes estavam subordinados diretamente ao Presidente ou Diretor Superintendente.

Aparentemente, prazo é o que mais se controla, provavelmente devido à postura mercadológica adotada pelas

Quadro 1 – Adequação do formato

	Concordância		
	Geral	Centros Pequenos	Centros Grandes
	% Total N = 35	% N = 21	% N = 14
Relatórios têm linguagem visual fácil	68.6	61.9	78.6
O controle do projeto é uma combinação de controle de fatores técnicos, de progresso, de custo, de mudanças, de fluxo de caixa e de recursos	40.0	42.9	35.7
Relatório têm formato adequado (nível de agregação dos dados)	62.9	52.4	78.4
Formulários do sistema de acompanhamento são flexíveis	51.4	47.6	57.1
Procedimentos e formulários do sistema são padronizados	42.9	33.3	57.1
Não há nada em termos de procedimentos e formulários padronizados	17.1	28.6	—
Acompanhamento é feito verbalmente (contatos pessoais-telefônicos)	28.6	33.3	21.4
Há controle do número de homens/hora alocados aos projetos	62.9	57.1	71.4
Há acompanhamento quanto ao atendimento das especificações técnicas	68.6	66.7	71.4
Há acompanhamento da conformidade com custo previsto	40.0	33.3	50.0
Há acompanhamento da evolução de acordo com etapas pré-determinadas	80.0	76.2	85.7
A informação está direcionada ao nível apropriado	60.0	42.9	85.7
Envolvimento na definição de pontos estratégicos	77.1	71.4	85.7
Uso de sistemas computadorizados no acompanhamento	42.9	47.6	35.7

empresas que têm atuação predominante no mercado interno e que concentram seus projetos típicos em desenvolvimento e engenharia de produto.

Um dado que parece curioso é que os Grandes Centros tenham concordância mais baixa do que os Pequenos, no que se refere ao “uso do sistema computadorizado” Provavelmente, pode-se atribuir este resultado ao processo de mudança em curso nas empresas visitadas.

Formas de se obter informações para o acompanhamento/periodicidade dos contatos

A obtenção de informações para o acompanhamento e controle pressupõe o monitoramento contínuo que observa, registra, avalia desempenho em comparação com o “plano do projeto” e a existência paralela de um sistema de relatórios (escritos e verbais) que identifica os respectivos desvios (Hollembach, 1983). Este tópico tem um caráter mais descritivo, abrangendo aspectos de como é feito o monitoramento e a periodicidade destes contatos para se identificar, reportar desvios e antecipar mudanças aos diferentes usuários da informação.

Por ocasião da coleta de dados, foi colocado aos respondentes que as diversas situações não eram excludentes, exceção feita ao aspecto “periodicidade”; portanto, a análise tenta refletir esta realidade.

O Quadro 2 mostra que as formas de contato para obtenção da informação podem ser hierarquizadas quanto ao uso, uma vez que, de uma maneira geral, todas as empresas as utilizam. Em 80% das respostas, “reunião” foi a forma mais utilizada, seguida do próprio “responsável pelo projeto” (71,4%); “observação da equipe” (68,6%), “relatórios escritos” (54,3%) e finalmente “contatos pessoais e telefônicos” (28,6%).

O responsável pelo projeto como uma importante forma de obtenção de informações pode significar que as empresas pesquisadas têm como enfoque organizacional predominante o de administração por projetos (Archibald, 1976).

A periodicidade da emissão de relatórios se divide entre semanal e mensal (37,1% o nível de concordância para

Quadro 2 – Forma de se obter informação para acompanhamento/periodicidade de contatos

	Geral			Centros Pequenos			Centros Grandes		
	% N = 35			% N = 21			% N = 14		
O responsável pelo projeto acompanha o desenrolar do projeto, recebe as informações e faz a comunicação aos órgãos competentes sempre que se revele necessário	71.4			71.4			71.4		
Análise da situação observando a ação da equipe	68.6			61.9			78.6		
Reunião para verificar o progresso, execuções encontradas ou antecipações de mudanças	80			66.7			100		
Informações sobre o andamento através de relatórios escritos	54.3			42.9			71.4		
O acompanhamento é verbal (contatos pessoais e telefônicos)	28.6			33.3			21.4		
	D	S	M	D	S	M	D	S	M
Periodicidade do recebimento de relatórios escritos	—	37.1	37.1	—	33.3	38.1	—	42.9	35.7
Periodicidade de contatos verbais	34.3	34.3	14.3	38.1	33.3	14.3	28.6	35.7	14.3

Legenda: D = Diário – S = Semanal – M = Mensal.

os dois fatores). Esta proporcionalidade se manteve quase inalterada nos Centros Pequenos e Grandes. O que existe é um pequeno aumento da distância de recebimento dos relatórios escritos (mensal, 38,1%) e uma diminuição nesta mesma distância (semanal, 42,9% de concordância) para os Centros Grandes.

Nos centros menores parece haver uma maior informalidade, existindo um aumento de contatos verbais (passam a ser diários) e maior espaçamento no recebimento de relatórios escritos (mensal). Nos centros maiores ocorre o inverso, parece haver maior tendência à formalização com contatos verbais semanais e aumento da frequência de relatórios escritos que passam de mensais para semanais. De qualquer forma, esta maior formalização ou menor informalidade nos Centros Grandes continua guardando coerência com os resultados até aqui encontrados.

Relatórios recebidos/relatórios emitidos/responsabilidade pelo acompanhamento

Ao analisar em conjunto as respostas referentes a relatórios escritos emitidos pelo sistema e recebidos pelo respondente, verifica-se que existe desinformação por parte dos respondentes com respeito ao Sistema de Acompanhamento/Práticas de Acompanhamento de Projeto em uso na empresa; existindo uma tendência dos respondentes a enumerarem os relatórios que recebem ou também de deixarem de responder à pergunta (55% dos questionários tiveram esta pergunta respondida). Portanto, as respostas à questão 28 – relatórios emitidos pelo sistema – ficam prejudicadas. Passemos então à questão sobre relatórios recebidos.

De uma maneira geral, as empresas têm relatórios que cobrem aspectos referentes a recursos, prazos, progresso físico e técnico, controle de horas e recursos gastos sendo custeio de projeto algo ainda aparentemente embrionário. O controle dos prazos novamente volta a aparecer como o de maior preocupação das empresas, estando associado ao atendimento das necessidades de mercado – estar sempre à frente da concorrência. Exemplo disso seriam as respostas dos engenheiros pertencentes tanto a Centros Grandes como Pequenos – os relatórios que recebem são cronogramas, tendo apenas uma exceção, um Centro Pequeno envolve um engenheiro com custo do projeto.

Quando analisamos os resultados referentes às questões “a informação está direcionada ao nível apropriado” “os relatórios têm uma linguagem visual fácil” e “os relatórios têm um formato adequado ao receptor” (Quadro 1), encontramos no geral uma concordância acima de 60%, sendo que nos Centros Pequenos esta concordância cai em média para a faixa de 50% e nos Grandes sobe para a faixa de 80%. Quando se analisa o rol de Relatórios Recebidos e Discriminados pelos Diferentes Usuários Segundo o Porte dos Centros (quadro 3), vamos encontrar alguma relação entre a abordagem qualitativa e quantitativa do problema relatórios recebidos. Cleland & King (1978) e Marcovitch (1983) concordam que o nível de agregação dos dados variará em função dos destinatários da informação. Nos Centros Grandes, onde o nível de concordância nas perguntas quantitativas subiu para 80%, encontramos os Diretores dos Centros com relatórios bem mais amplos que os dos Centros Pequenos que parecem estar acompanhando todos

os projetos, ainda que superficialmente, através de relatórios resumos. Esta maior concordância parece também refletir um maior cuidado no uso de relatórios escritos por parte dos centros maiores. Outro aspecto que parece ser interessante é o tipo de assunto a ser tratado nos mesmos níveis hierárquicos quando se analisa separadamente Centros Grandes de Pequenos. Nos Centros Pequenos, os aspectos referentes a custo estão afetos ao diretor do centro; enquanto que, nos Centros Grandes tudo indica ser responsabilidade do nível de gerência/coordenação de projetos. Não foi possível estabelecer com nitidez o que seriam relatórios típicos a ser recebidos pelos gerentes e pelos responsáveis pelo setor de PCP; isto se deve ao fato de que existem apenas cinco empresas com setores específicos de PCP (apenas em três empresas os responsáveis responderam), nas demais o próprio gerente é o responsável; além disso, na categoria gerente (Quadro 3), estão gerentes de projeto, de área e coordenadores, estando agrupado, portanto apenas o nível gerencial.

O Quadro 4 mostra como a responsabilidade pelo acompanhamento está distribuída nas empresas participantes da amostra segundo o porte dos centros.

Planejamento dos projetos/padrões de controle

Considerando que o planejamento do projeto estabelece os padrões pelos quais os responsáveis serão cobrados; a autenticidade e o realismo destes padrões irão permitir melhor qualidade do acompanhamento e controle dos projetos. Este tópico apresenta uma visão de conjunto de alguns pontos mais relevantes da função planejamento nas empresas pesquisadas. Estes, por estarem associados à função controle, tornam-se padrões. O quadro 5 apresenta a tabulação dos dados que se referem a este tópico.

A preocupação com prazos “tempo para realização das tarefas” (91,4%) e “definição de quando o projeto será concluído” (85,7%) parece ser parâmetro prioritário. Nos Centros Grandes esta preocupação aumenta; 100% dos respondentes confirmaram este aspecto. A preocupação com prazo parece evidenciar uma postura mercadológica de se ser o primeiro a colocar produtos novos no mercado.

O parâmetro que transparece como o menos prioritário é custo; “para cada projeto é elaborado um orçamento?” – apenas 48,6% concordaram. Nos Centros Pequenos, provavelmente associado ao fator “disponibilidade de recursos”, a preocupação aumenta (52,4% concordaram); nos Centros Grandes a “elaboração de orçamentos” é menos freqüente.

A organização do projeto se faz presente de forma marcante na elaboração do plano do projeto, “responsabilidades por quem vai fazer o que” são definidas quando o plano do projeto é elaborado (88,6% nível de concordância) entretanto não nos parece que existe grande envolvimento da equipe do projeto, tanto na fase de planejamento como de replanejamento (25,7% informaram que existia). Outra constatação interessante é que o processo de planejamento do projeto é interativo; encontramos concordância de 77,4% quando aos respondentes foi perguntado se “havendo mudanças nos objetivos, prazos, especificações, orçamentos ou outras metas existia replanejamento” Nos Centros Grandes, este processo é acentuado. Este resultado nos parece mais uma vez associado ao aspecto de

Quadro 3 Relatórios recebidos discriminados pelos diferentes níveis de usuário segundo a dimensão dos centros

Diretor ou Chefe do centro/área de P&D		Gerência/Coordenação de projetos em P&D	
Centro pequeno	Centro grande	Centro pequeno	Centro grande
Resumo relatório de atividades Resumo de relatório de projeto Progresso técnico Estimativas de custo Tendências tecnológicas	Relatórios gerenciais Relatório de monitoramento de qualidade (erros de projeto na fabricação) Análise da situação	Cronograma diário de atividades Planejamento geral Pendências + Cronograma do projeto + Relatório semanal de atividades + atas de reuniões de acompanhamento + Pareceres técnicos Relatórios de situação Relatório de acompanhamento de projetos Relatório de progresso	+ Status geral dos projetos que coordena (maior contato pessoal) + Cronogramas de acompanhamento de projetos em desenvolvimento + Alocação RH + Custo % de projetos relativos a despesas do departamento Resumo do acompanhamento das atividades Cronogramas Atas de reuniões de acompanhamento Cronograma atualizado apropriação de horas por projeto por atividade/por qualificação do funcionário Resultado de metas
		Obs.: Os marcados com + são das empresas que declararam que o GD é o responsável pelo acompanhamento	
Responsável pelo setor de planejamento e controle de projeto N = 3		Engenheiros (área de P&D) N = 7	
Centros Grandes		Centro pequeno	Centro grande
Cronograma detalhado por projeto. Resumo geral dos eventos previstos com comentários Progresso técnico Relação dos projetos paralisados e concluídos Grandes marcos Cronogramas Horas apropriadas por atividade/projeto/unidade administrativa Homem/semana por projeto Participação percentual em custo de projeto por atividade/por unidade administrativa/por qualificação profissional Análise da situação (tempo e recursos) Sem resposta (aux. de adm. que executa serviços de PCP sob supervisão do GP e que foi indicada como uma das responsáveis pelas atividades de PCP junto com o GP Obs: Cinco (55,5%) das nove empresas pesquisadas declararam possuir setor específico de PCP. Entretanto, apenas em três empresas os diretores de P&D indicaram os responsáveis pelo setor como respondentes do questionário II e eram de centros grandes		• Cronogramas gerais Relatórios semanais de atividade • Cronograma do projeto - Estimativas de custo Ante-projeto funcional	Prazos fixados para as várias fases do projeto

maior formalização, o que é lógico quando existe maior número de pessoas envolvidas.

No plano industrial os fornecedores ocupam papel de destaque. Pesquisa realizada pela SEI, junto a fabricantes nacionais de computadores e periféricos, identificou alguns problemas enfrentados pelos fabricantes nacionais do setor de informática. A confiabilidade nos fornecedores nacionais

de componentes, partes e peças (prazo, preço, qualidade) aparecem como o terceiro principal problema. Isto requeria um cuidado maior e, conseqüentemente, envolvimento dos fornecedores no sistema de planejamento e controle de projetos (PCP). Neste aspecto, a nível de planejamento, os fornecedores são consultados quanto a "prazo" (60,0%), quanto às "especificações de seus produtos" (77,1%) e o

Quadro 4 – Responsabilidade pelo acompanhamento segundo o porte dos centros

	Geral n = 9	Pequenos centros n = 5	Centros Grandes n = 4		Observação
As atividades de coleta, processamento análise dos dados e emissão dos relatórios dos diferentes usuários da informação são de responsabilidade: • Do gerente de projeto/ funcional (área) Setor específico de PCP	44,5 55,5	Setor Específico de PCP 40,0	GP/GF 60,0	Setor Específico de PCP 75,0	GP/GF 25,0 porém possui um auxiliar para o serviço de suporte administrativo do acompanhamento
Total	100%	40%	60%	75%	25%

Quadro 5 – Planejamento dos Projetos

	Concordância		
	Geral	Centros Pequenos	Centros Grandes
	% Total	% N = 21	% N = 14
Existe definição de quando o projeto será concluído?	85.7	76.2	100
As tarefas relevantes são previamente identificadas?	88.6	81.0	100
Os tempos para realização das tarefas são estimados?	91.4	85.7	100
A seqüência lógica das atividades e acontecimentos são definidos?	88.6	81.0	100
Para cada projeto é elaborado um orçamento?	48.6	52.4	42.9
As responsabilidades por quem vai fazer “o que” são definidas quando o plano do projeto é elaborado?	88.6	85.7	92.9
Há participação dos executantes na fase de planejamento e replanejamento?	25.7	28.6	21.4
Havendo mudanças nos objetivos, prazos, especificações, orçamentos ou outras metas, existe replanejamento?	77.4	66.7	92.9
Os fornecedores são consultados em tempo hábil quanto aos prazos?	60.0	61.9	57.1
Os fornecedores são consultados quanto às especificações de seus produtos e/ou da possibilidade de se fazer adaptações?	77.1	76.2	78.6
Os insumos necessários ao projeto são previstos com antecedência	77.1	76.2	78.6
Para evitar atrasos na execução são considerados os prazos pedidos pelos fornecedores para as entregas dos insumos?	74.3	76.2	71.4
Atrasos para prover os insumos que não foram previstos	40.4	33.3	50.0

“plano do projeto considera os prazos pedidos pelos fornecedores” (76,3%). Entretanto, existem atrasos nos projetos devido à “não previsão de insumos encontrados para pronta entrega” (40,0% de concordância); e quando estes “insumos não estão disponíveis devido às especificações especiais” este aspecto se agrava (48,0%). A nível do acompanhamento e controle os “atrasos nos fornecimentos” e o “não atendimento às especificações pelos fornecedores” são detectados a tempo em apenas 37,1% dos casos. Considerando a não confiabilidade dos fornecedores, identificada pela pesquisa da SEI, é um pouco preocupante este ponto fraco dos sistemas de PCP. Porém, considerando o caráter mais exploratório da pesquisa que gerou os dados para este artigo, este ponto mereceria ser melhor investigado posteriormente.

Pontos fortes e fracos do acompanhamento de projetos

Este fator procura identificar o grau em que os sistemas de acompanhamento contribui para detectar problemas e aumentar a eficiência dos projetos, o que em outras palavras significaria prover constante vigilância das condições do projeto para efetiva e economicamente se criar uma condição de “não surpresa”

Autores como Marcovitch (1981) e Bent (1983), apontam alguns dos principais objetivos do acompanhamento e controle de projetos que mereceriam ser aqui destacados como instrumento auxiliar de análise dos dados: registrar e informar aos vários níveis, permitir realocação de recursos, centralizar, ao nível da instituição, o registro dos resultados (acertos e erros) visando a uma “memória técnica” prever e avaliar os riscos potenciais antes que ocorram, para que uma ação preventiva possa ser realizada, rever tendências ou situações existentes para analisar seus impactos e, se possível, propor ações para aliviar a situação.

Isto posto, passemos a analisar o quanto, nas empresas pesquisadas, os sistemas ou práticas de acompanhamento são mais ou menos úteis aos seus usuários. O Quadro 6 mostra a tabulação dos vários aspectos a serem analisados. De uma maneira geral, “os sistemas ou práticas de acompanhamento” foram considerados essenciais ao desempenho dos projetos (68,6%). Quando os estratos são analisados, encontramos variações para mais e para menos para Centros Grandes e Pequenos respectivamente.

Entretanto, se cruzarmos a essencialidade do sistema com sua avaliação global dos projetos em termos de prazo, custo, qualidade adequada, verificaremos que principalmente nos Centros Grandes, onde 100% dos respondentes afirmaram “ser o sistema essencial para o desempenho”, apenas 42,9% concordaram que seus “projetos são concretizados dentro do prazo e custo estabelecidos, com a qualidade adequada” Diante disso podemos imaginar algumas situações: o sistema, apesar de essencial, não está atendendo às necessidades, guardando algumas deficiências que interferem no desempenho gerencial global do projeto e/ou existem outros fatores intervenientes externos ao centro e até à empresa que desencadeiam o processo. Aliás, os próprios dados dão algumas respostas. Na verdade, os sistemas ou práticas de acompanhamento não estão permitindo que seus usuários prevejam e avaliem com a antecedência necessária os riscos e desvios potenciais para que o gerente de projeto e demais gerentes envolvidos possam tomar decisões que, ao nível do projeto, normalmente não são repetitivas. E, segundo Harrison (1981), aquelas decisões tomadas de forma errada em qualquer estágio do projeto vão afetá-lo através de sua vida. Geralmente, é difícil recuperar o projeto de deficiências de gerenciamento ocorridas no passado.

Ao que tudo indica, os efetivos pontos fortes dos sistemas ou práticas de acompanhamento estão relacionados com a propriedade e credibilidade das informações. A afirmação que obteve maior concordância foi quanto à “utili-

Quadro 6 – Pontos fortes e fracos do sistema

Questões	Origem/função dos respondentes	Geral	Centros Pequenos	Centros Grandes
		% N = 35	% N = 21	% N = 14
Não duplica devido ao uso da "memória técnica"		48.6	57.1	35.7
Relata desvios em tempo oportuno		45.7	33.3	64.3
Eventuais atrasos nos fornecimentos são detectados a tempo		37,1	33.3	42.9
O não atendimento às especificações estabelecidas na encomenda é visto c/antecedência		37.1	38.1	35.7
O sistema permite a realocação de RH e materiais		68.6	61.9	78.6
O sistema é essencial ao desempenho		68.6	47.7	100
Utilidade da informação (dados coletados e processados)		74.3	66.7	85.7
Tendências ou situações do ambiente		54.3	52.4	17.1
De uma maneira geral os projetos são concretizados dentro dos prazos e custos estabelecidos com a qualidade adequada e com os meios disponíveis que foram considerados suficientes para o efeito		42.9	42.9	42.9
Informações fornecidas para o sistema têm credibilidade		74.3	71.4	21.4

dade dos dados coletados e processados pelo sistema" (74,3%). Isso é coerente com o elevado número de concordância (80,0%) quanto à "credibilidade das informações". Nos Centros maiores tanto a concordância em relação à "utilidade dos dados" (85,7%) como em relação ao nível de "credibilidade" (78,6%) foram mais elevados do que nos Centros menores. Isso é explicado por um grau de maior formalização dos sistemas de acompanhamento nos Centros maiores, como já foi observado no Quadro 1. Porém, são deficientes principalmente em aspectos que vão influir diretamente no prazo que para as empresas pesquisadas, foi considerado prioritário. Existe, então, uma aparente dissonância entre as necessidades de cumprimento de prazos para colocação rápida de produtos no mercado e o que os sistemas ou as práticas de acompanhamento estão conseguindo oferecer. Outro aspecto que para os Centros Grandes parece agravar ainda mais o fato da aparente não antecipação de desvios ou tendências por parte do acompanhamento, é a percentagem baixa de concordância (17,1%) para o fator "tendências ou situações do ambiente"

Melhorias a serem introduzidas nos sistemas ou práticas de acompanhamento de projetos

O estudo procurou também identificar os problemas/pontos fracos dos sistemas ou das práticas de acompanhamento que, na visão dos respondentes, deveriam ser resolvidos, prioritariamente, para que os projetos pudessem ser concretizados dentro dos prazos e custos estabelecidos, com a qualidade adequada e com os meios disponíveis que foram considerados suficientes para sua realização. Neste sentido, os respondentes receberam uma lista de 12 problemas possíveis de serem encontrados em sistemas de acompanhamento de projetos. Eles foram solicitados a apontar quais das afirmações eram verdadeiras para o caso das respectivas empresas e, a seguir, priorizarem os três principais problemas em função da sua importância.

Para podermos priorizar os problemas apontados foi atribuído peso às prioridades dadas pelos respondentes. Prioridade 1 = Peso 3; Prioridade 2 = Peso 2; Prioridade 3 = Peso 1; e em seguida feita a ponderação das frequências absolutas obtidas. O Quadro 7 mostra a tabulação desta pergunta.

Numa análise global os três principais problemas apontados seriam, em seqüência, a falta de orçamento para os projetos, a informação não chegar a tempo para a tomada de decisão e a não existência de uma definição confiável dos marcos identificáveis para as várias etapas do projeto. O primeiro e terceiro sugerem a necessidade de se aperfeiçoar o planejamento do projeto, ao passo que o segundo problema exige aperfeiçoamento na própria sistemática do acompanhamento. Com exceção do terceiro problema, a análise já havia demonstrado estas deficiências agora diretamente apontadas pelos usuários. O mérito desta seção é, portanto, a priorização de problemas.

Numa análise estratificada, a presença dos dois primeiros problemas ocorre em todos os estratos mas, a ordem nem sempre se mantém.

A inexistência de um planejamento adequado continua sendo crítica para o acompanhamento. Os centros Pequenos parecem ser mais problemáticos. A lista a seguir mostra a situação. Como pode ser visto, acrescenta dois problemas como prioritários em relação à análise geral; entretanto, o planejamento continua ocupando lugar de destaque.

Prioridade/problemas

- 1º – A informação não chega na hora certa para auxiliar a tomada de decisão.
- 1º – Não é definido *a priori* o total de custo que a empresa pode suportar por projeto (falta de orçamento).
- 2º – Não existe uma definição confiável de quando os eventos significativos (*milestones*) deverão ser completados e o projeto, como um todo, concluído.
- 3º – O nível de agregação por dados não está compatível com o destinatário da informação.
- 3º – O não envolvimento dos fornecedores e de seus problemas na programação do projeto.
- 3º – O pessoal normalmente não planeja.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo representa um esforço de identificar a forma pela qual projetos de P&D são planejados e acompanhados em empresas do setor de informática. Com base nos

Quadro 7 – Problemas dos sistemas de acompanhamento de projetos

Pontos fracos a serem melhorados	Concordância		
	Geral N = 35	Centros Pequenos N = 21	Centros Grandes N = 14
	Σ Frequência absoluta ponderada F (prioridade)		
A informação não chega na hora certa para auxiliar a tomada de decisão	26	20	6
Inadequado significado dos dados coletados	15	9	6
Inadequado significado dos dados analisados	5	5	—
O nível de agregação dos dados não está compatível com o destinatário da informação	15	15	—
A informação mostrada não tem uma linguagem visual fácil de ler, o que prejudica a comunicação	6	5	1
O não-envolvimento dos fornecedores e de seus problemas na programação do projeto	18	15	3
Não é definido <i>a priori</i> o total de custo que a empresa pode suportar por cada projeto	38	20	18
Não existe uma definição confiável de quando os eventos significativos (<i>milestones</i>) deverão ser completados e o projeto como um todo concluído	25	19	6
O pessoal normalmente não planeja	13	13	—
Ninguém acredita nas informações fornecidas pelo sistema	10	8	2
O sistema não é usado no acompanhamento da marcha do projeto pois não fornece <i>feedback</i> para as pessoas	8	8	—
Existe grande dificuldade de se receber relatórios	9	6	3

dados coletados, as principais conclusões estão listadas abaixo:

- **Planejamento é a Base do Sistema:** um bom sistema de planejamento de projetos constitui a base para um bom sistema de acompanhamento. Embora tenha sido constatada a existência de sistemas de planejamento, o estudo mostrou que há margens consideráveis para aprimoramento. Ficou patente, por exemplo, a necessidade de melhorar a sistemática de orçamentação dos projetos, que em um período de crescimento do setor, pode parecer de importância secundária, entretanto, esta sistemática é uma pré-condição fundamental para aumento de eficiência e redução de custos para fazer face a uma concorrência crescente. Um melhor planejamento dos insumos, envolvendo os fornecedores demonstrou ser um fator de muita importância para o alcance dos objetivos e metas dos projetos.
- **Importância do Sistema de Acompanhamento:** o estudo detectou alto nível de relevância dos sistemas de acompanhamento para o sucesso dos projetos. Não há neces-

sidade de se “vender a idéia” do acompanhamento de projetos, o que facilita a implantação de procedimentos que venham a aprimorar o que já existe.

- **Formalização:** existe de forma geral um certo nível de formalização dos sistemas, entretanto, observou-se nos Centros maiores um nível mais elevado.
- **Recomendações para Aprimoramento:** a necessidade de planejamento mais apurado, concluindo orçamentação, já foi mencionada. O delineamento de um sistema integrado englobando acompanhamento físico, financeiro e de qualidade técnica mostrou-se necessário. Outra sugestão de aprimoramento relevante foi a necessidade de agilizar o fluxo de informações para que este chegue a tempo para tomada de decisão, o que não vem acontecendo em muitos casos.

Este trabalho não tem a pretensão de dar a última palavra sobre tema tão complexo. Os autores estão cientes das limitações inerentes a este fato de pesquisa, esperando, entretanto, terem contribuído com alguns elementos para reflexões que possibilitem o aumento da eficiência e eficácia da atividade de gerenciamento de projetos de P&D.

BIBLIOGRAFIA

ARCHIBALD, Russel D. — *Managing high-technology programs and Projects*, New York, John Wiley & Sons, 1976.

BENT, James A. — Project control: an introduction, in *Project Management Handbook*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1983.

BUTLER, Jr. Arthur G. — Project management — its function and disfunctions, in *Project Management Handbook*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1983.

CLELAND, David I. & KING, William R. — *Análise de sistemas e administração de projetos*, São Paulo, Editora Pioneira/USP, 1978.

CUSTÓDIO, Isaias et alii — Contribuição da pesquisa universitária para a formação do setor de informática no Brasil, Relatório de Pesquisa, São Paulo, IA/FEA/USP, 1984.

CHURCHMAN, C. West — *Introdução à teoria dos sistemas*, Petrópolis, Editora Vozes Ltda., 1972.

HOLLEMBACH, F.A. — Project control in Bechtel Power Corporation, in *Project Management Handbook*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1983.

LIMA Jr., José Geraldo de — Aspectos de gestão de projetos em atividades de pesquisa e desenvolvimento, in *Administração em Ciência e Tecnologia*, São Paulo, Editora Edgar Blücher Ltda, 1983.

MARCOVITCH, Jacques — Administração por projeto: visão de conjunto, texto parte de uma publicação em fase de elaboração num trabalho conjunto com o Prof. Raymond Radosevich, University of New Mexico.

MARCOVITCH, Jacques — Planejamento e controle na instituição de pesquisa aplicada, in *Administração em Ciência e Tecnologia*, São Paulo, Editora Edgar Blücher, 1983.

MARTIN, Martin D. & MILLER, Kathleen — Planning and control as reciprocal communications seminar/Symposium, Arizona, *Proceedings PMI*, 1980.

MICHAEL, Stanford B. & STUCKENBRUCK, Linn C. — Project planning, in *The Implementation of Project Management: The Professional's Handbook*, California, PMI, Addison — Wesley Pub., 1982.

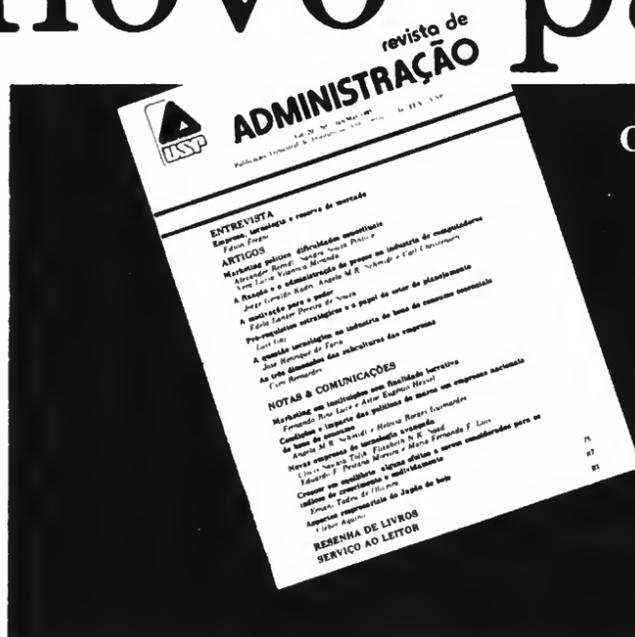
PEARSON, A.W. — Planning and monitoring in research and development — a 12 years review of paper in *R&D Management*, *R&D Management* 13(2), 1983.

REVISTA DE DADOS E IDÉIAS — As 100 maiores no setor de informática, Publicação *Gazeta Mercantil*, São Paulo, agosto/84/85.

SECRETARIA ESPECIAL DE INFORMÁTICA — Panorama da indústria nacional — computadores e periféricos — *Boletim Informático*, 4(12), p. 88, Brasília, setembro de 1984.

VASCONCELLOS, Eduardo & HEMSLEY, James — Organizações para inovação. São Paulo, Editora Pioneira, 1986.

Agora você vai descobrir o seu novo papel.



O homem de administração precisa estar inteirado de tudo o que há de mais novo e palpitante na área.

Agora você já dispõe do meio mais adequado para desempenhar o seu papel, apoiado nos mais recentes estudos e pesquisas.

A Revista de Administração leva até você, trimestralmente, os mais relevantes trabalhos realizados no país, ligados à administração, numa linguagem clara e objetiva.

Não deixe esta oportunidade passar em branco. Assine a publicação científica que sabe ser dinâmica e atual.

Revista de Administração: o novo papel do administrador.

ENTRE EM CONTATO CONOSCO E RECEBA, GRATUITAMENTE, A RELAÇÃO DOS MELHORES ARTIGOS PUBLICADOS PELA RAUSP

Tel: (011) 814-5500

Objetivos institucionais dos Institutos de Pesquisa em Tecnologia Industrial - IPTI*

José Adeodato de Souza Neto

Diretor Executivo IPT- Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de S. Paulo S/A

INTRODUÇÃO

Na década de 70, o governo federal, através da FINEP, executou um programa de apoio aos Institutos de Pesquisas em Tecnologia Industrial, com recursos financeiros oriundos do FNDCT e do BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento, especialmente reservados para esta finalidade. O programa possibilitou o reaparelhamento e ampliação dos institutos existentes, e a criação de novos institutos. Esta ação governamental teve como justificativas básicas um conjunto de premissas calcadas em um diagnóstico da situação, caracterizando as necessidades daquele momento e, por outro lado, propondo a criação ou fortalecimento dessas instituições como uma forma de dar resposta aos problemas colocados. Imaginava-se para esses institutos um conjunto de atributos ou de características, as quais eram baseadas em outras experiências nacionais e, principalmente, internacionais. A primeira parte do trabalho é dedicada à reconstituição desse pensamento da época ou do cenário dentro do qual se inseriu o programa.

Em seguida, o trabalho apresenta uma rápida descrição dos investimentos e de outras ações realizados pela FINEP na década de 1970, acompanhados de algumas estatísticas pertinentes. Segue-se a apresentação dos resultados do levantamento de informações realizado no final de 1984 e início de 1985. Os dados permitiram uma comparação da situação atual com os pressupostos do início dos anos 70. Os temas discutidos agrupam-se em três grandes classes: formas organizacionais, relações institucionais e estratégias.

O principal enfoque da discussão sobre organização é aquele voltado para o gerenciamento de projetos e para o grau de autonomia institucional relativo a esse gerenciamento. São discutidas, a seguir, as relações do Instituto de Pesquisas em Tecnologia Industrial com o seu Conselho de Administração, Secretário de Estado, universidades, agências de fomento de P&D, empresas e outros Institutos de Pesquisas em Tecnologia Industrial, mantendo-se como principal propósito a identificação dos padrões dessa relação e o seu nível de formalização. As estratégias de crescimento, financeira e de relações com o mercado são também investigadas.

Uma síntese do quadro comparativo entre os pressupostos da década de 70 e a situação atual, conforme percebida, é apresentada na última parte do trabalho, acompanhada de discussões e conclusões.

O universo estudado limitou-se aos Institutos de Pesquisas em Tecnologia Industrial vinculados aos governos estaduais que, com maior ou menor intensidade, participaram dos programas de apoio da FINEP.

Foram visitados e entrevistados os diretores dos seguintes institutos:

- NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial, Fortaleza;
- ITEP – Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco, Recife;
- ITPS – Instituto de Tecnologia e Pesquisa de Sergipe, Aracaju;
- CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, Camaçari;
- TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná, Curitiba;
- CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, Porto Alegre;

- CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte;
- ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas;
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

As entrevistas foram baseadas no roteiro apresentado no Anexo 1, que não foi aplicado como questionário, porém como guia ou agenda para a discussão de temas. As perguntas, com aparente nível de desagregação ou de detalhe excessivo, foram muito úteis para manter a objetividade da entrevista. Assim, quando se solicitou três exemplos de tecnologias (processos ou produtos) desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa em Tecnologia Industrial que tenham permanecido no mercado por mais de um ano, a discussão sobre transferência de tecnologia ganhou uma objetividade contundente, o mesmo sendo válido para outros temas.

Em média, as entrevistas duraram duas horas, tendo sido anotados os dados e assuntos discutidos.

PRESSUPOSTOS DO PROGRAMA DE APOIO À INFRA-ESTRUTURA DE PESQUISA TECNOLÓGICA

Os objetivos Institucionais dos IPTIs

Os objetivos institucionais dos IPTIs, salvo pequenas variações, foram definidos como a prestação de apoio ao desenvolvimento tecnológico regional e nacional, de forma a aumentar o grau de independência tecnológica do país. Caberia igualmente aos IPTIs promover a adaptação de tecnologias às peculiaridades econômicas regionais e nacionais, equacionar o aproveitamento de recursos naturais ou de matérias-primas regionais, através de estudos de beneficiamento ou transformações.

A formação de recursos humanos nas áreas técnicas de sua competência, ocupando, principalmente, o espaço não abrangido pelas universidades, escolas técnicas federais e SENAI, estava incluída nos objetivos institucionais de alguns IPTIs. Uma outra contribuição esperada seria a de suporte ao planejamento de C&T, pela elaboração de estudos e planos para os governos federal e estaduais.

Para atingir esses objetivos os IPTIs realizariam atividades de pesquisa científica e tecnológica, ensaios, análises químicas, estudos técnicos e econômicos etc.

Acreditava-se que os custos dos investimentos e da manutenção de uma instituição de pesquisa polivalente não seriam compatíveis com a atividade empresarial, cabendo, portanto, um papel importante ao governo, que deveria manter essas instituições. Somente as grandes empresas teriam condições de montar centros de pesquisa e, mesmo assim, eles seriam voltados para a solução de problemas imediatos, incapazes de atacar os multidisciplinares e de médio e longo prazos.

Predominava o modelo dos institutos de pesquisas por contato (*contract research*) americanos, voltados para atender às demandas dos setores público e privado, mediante a contratação de projetos.

Possuindo uma capacidade multidisciplinar, providos de equipamentos, instalações e pessoal especializado nas diversas áreas, estariam em condições de tornar-se uma alternativa vantajosa para as indústrias que pagariam, tão somente, os custos referentes ao projeto contratado. As receitas advindas dos contratos industriais, do recebimento de

royalties e da prestação de serviços técnicos cobririam parcialmente os custos operacionais e, em alguns casos, exigia-se, estatutariamente, objetivo de auto-sustentação. Assim, os IPTIs deveriam ter uma postura empresarial ágil de busca de clientes e o volume total de operações com empresas serviria, inclusive, como indicador de eficiência e adequação dos serviços do IPTI às necessidades de mercado.

Em alguns casos, as estruturas desses institutos explicitavam uma área comercial ou de desenvolvimento de negócios, e estariam presentes as preocupações com a propriedade industrial, patentes, estudos de prospecção de oportunidades, fomento industrial, transferência de tecnologia etc..

Por outro lado, acreditava-se que as universidades não teriam condições de preencher este vazio: seus objetivos institucionais eram outros e a sua estrutura não estava voltada para estas metas. Caberia aos IPTIs ser uma espécie de elo entre as universidades e as empresas; teriam melhores condições de trabalhar na área de desenvolvimento, mais voltado para o mercado, enquanto que a formação de pessoal e a pesquisa acadêmica seriam realizadas dentro da estrutura universitária.

Os IPTIs teriam capacidade de negociação de contratos, de gerenciamento dos projetos, aquisição de materiais e equipamentos, e uma melhor estrutura de apoio administrativo. Entretanto, era considerado fundamental o engajamento dos professores e pesquisadores universitários nos projetos dos IPTIs, pela reconhecida existência, nos quadros da universidade, de especialistas nas mais variadas áreas do conhecimento humano.

Não fosse este argumento suficiente para justificar a aproximação universidade-instituto, desejava-se evitar também a duplicação de laboratórios e equipamentos caros, de bibliotecas etc. Desta colaboração resultaria, inclusive, a melhoria dos padrões das universidades, não somente porque o ensino passaria a contar com a experiência prática de casos reais e exemplos aplicativos, como também porque a pesquisa acadêmica seria beneficiada com um conjunto de temas de investigação inseridos na realidade local.

A despeito de terem sido selecionados alguns problemas em áreas de interesse nacional, os IPTIs deveriam preocupar-se fundamentalmente com os problemas ou vocações regionais.

Estrutura e Forma Institucional

As formas institucionais consideradas mais adequadas para atender aos requisitos eram as de fundação ou de empresa estatal, ambas com personalidade jurídica privada. A simplicidade legal e contábil levava à preferência pelas fundações, que, além disso, apresentavam-se como uma solução para os baixos níveis salariais pagos pelos órgãos da administração pública direta. Somente uma estrutura de cargos e salários compatível com o mercado profissional poderia viabilizar tais instituições. Discutia-se, enfaticamente, a necessidade da criação de um sistema de estímulo e recompensa ao pesquisador: participação nos resultados do trabalho de pesquisa, gratificação especial em função da sua performance gerencial etc.. Outrossim, tornava-se necessária a possibilidade da ágil contratação ou dispensa do pessoal em função dos contratos a cumprir, contratação de consultoria especializada, inclusive estrangeira, profissionais de apoio técnico

e administrativo. Também consideradas incompatíveis eram as outras práticas administrativas do serviço público, relacionadas com suprimentos de materiais e equipamentos. Advogava-se uma estrutura organizacional do tipo matricial por projetos, na qual a figura do gerente do projeto possuía um conjunto de responsabilidades bem definidas e cuja autoridade seria contraposta à dos chefes dos departamentos especializados, de onde provinham as equipes técnicas dos projetos.

Peça-chave neste tipo de organização, o gerente deveria cuidar da qualidade do projeto, traduzida pela satisfação do cliente ou outro indicador apropriado, manter os prazos e custos acertados, além de preservar a motivação e satisfação da equipe. A própria autonomia advogada para os IPTIs era dependente da autonomia dos seus gerentes de projeto, a quem a delegação de autoridade pressupunha, por outro lado, um bom sistema de informações gerenciais, particularmente de controle e acompanhamento de projetos. A verticalização da estrutura organizacional deveria ser evitada, mantendo-se poucos escalões hierárquicos.

A direção geral seria exercida por um diretor presidente, ouvindo um conselho de administração ou um conselho de curadores, de cuja composição participariam representantes dos vários setores da economia, da universidade, de algumas áreas da administração federal, além de garantir ao nível estadual a presença do órgão encarregado da indústria, do comércio e outros.

A ATUAÇÃO DO GOVERNO NOS ANOS 70

A modernização e adequação dos institutos existentes, bem como as novas implantações, mereceram substancial apoio da FINEP, que fez uso, principalmente, do FNDCT e de repasses de recursos do BID, objeto dos contratos 361/OC-BR e 327/SF-BR.

Esse esforço concentrou-se na construção da infraestrutura física, na capacitação de recursos humanos e na realização de uns poucos projetos de pesquisa. Três fases podem ser distinguidas: a primeira, que vai de 1971 a 1977, precedeu a constituição formal de um programa dentro do FNDCT. Os apoios financeiros eram prestados individualmente, projeto a projeto.

A segunda fase se iniciou em junho de 1978, com a aprovação da Exposição de Motivos nº 118, autorizando a alocação de recursos do FNDCT ao Programa de Apoio à Infra-Estrutura de Pesquisa Tecnológica.

A terceira fase caracterizou-se por uma grande retração nos investimentos a fundo perdido, os quais se restringiram ao treinamento de pessoal. A novidade constitui-se numa linha de crédito oferecida ao IPTIs, na qual o valor total destinado a financiamento de projetos *in house* estava vinculado ao valor total de créditos reembolsáveis, contratados com a indústria, para desenvolvimentos conjuntos ou transferência de tecnologia.

A capacitação técnica do pessoal, elaborada sob a forma de projetos, ao nível institucional, foi uma maneira prática de oferecer treinamento em pós-graduação formal, cursos de especialização, estágios, visitas de observação, entre outras, no Brasil e no exterior.

A ajuda financeira para a cobertura do salário do treinando, ou do seu substituto, foi uma inovação que facultou o treinamento do pessoal senior da instituição.

A preocupação com a fixação do pessoal técnico nos

IPTIs levou a FINEP a assumir enorme flexibilidade nas modalidades de apoio. Em alguns casos, foi dado suporte financeiro para complementação salarial de especialistas estrangeiros, cobertura de despesas de mudança e fixação de pessoal senior, contratação de consultores ou de orientadores etc..

Sem figurar como uma parte integrante do financiamento, porém como uma ação paralela, a FINEP promoveu o PROTAP – Programa de Treinamento em Administração de Pesquisas, cuja clientela principal foi o pessoal dos IPTIs. O objetivo geral a ser atingido foi o de elevar a competência gerencial de Diretores, Gerentes e Pesquisadores. Concebido com a assessoria da Arthur D. Little, o Protap constituiu-se em um curso básico em três módulos com um mês de duração cada, em regime de internamento, e de outras atividades complementares formadas por cursos específicos, estágios, bolsas no exterior, estudos, pesquisas etc. e mesmo consultoria por parte de organismos internacionais.

O curso básico modular reuniu um conjunto de instrutores e conferencistas do mais elevado gabarito internacional. Dele participaram, por exemplo, professores do M.I.T. e de Sussex, dirigentes de pesquisas da Sony e da Phillips, pessoal da ANVAR – Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche e do NRDC – National Research & Development Corporation etc. Os temas tratados versaram sobre fatores humanos na pesquisa, planejamento estratégico, comunicação e informação na pesquisa, modelos (internacionais) de desenvolvimento, controle e acompanhamento de projetos de pesquisa etc.

Não raro, os projetos de pesquisa apoiados dentro do Programa tinham por objetivo permitir a formação da equipe, o ajuste das rotinas de laboratório, formação e familiarização com a bibliografia especializada, estabelecimento de contatos e conhecimento das fontes de *know-how* e dos representantes do setor produtivo, usuários potenciais da tecnologia, ou seja, o objetivo primordial foi o de formar e consolidar a competência dos IPTIs.

PERFIL DOS INSTITUTOS VINCULADOS AOS GOVERNOS ESTADUAIS

Algumas Características Institucionais

A tabela abaixo resume as formas institucionais dos IPTIs estudados:

Tabela 1 – Formas Institucionais dos IPTIs

Nome	Forma Institucional	Vinculação
NUTEC	Fundação	Sec. Indústria e Comércio
ITEP	Fundação	Sec. Indústria, Comércio e Minas
ITPS	Autarquia	Sec. Indústria e Comércio
CEPED	Fundação	Sec. Planej. Ciência e Tecnologia
TECPAR	Empresa Pub.	Sec. Indústria e Comércio
CIENTEC	Fundação	Sec. Indústria e Comércio
IPT	Empresa Pub.	Sec. Ind. Comércio, Ciência e Tecnologia
ITAL	Administ. Central	Sec. Agricultura e Abastecimento
CETEC	Fundação	Sec. Ciência e Tecnologia

Destacando-se o IPT, com aproximadamente 2.800

empregados, e o ITPS com menos de 80 funcionários, cujos tamanhos lhes conferem características especiais, os outros institutos, de 300 a 800 pessoas, guardam homogeneidade ou semelhança entre si.

No tocante às áreas de atividades, o único instituto setorialmente especializado é o ITAL, que atua na área de tecnologia de transformação de produtos agropecuários. Todos os outros são mais ou menos polivalentes, com diferentes áreas de concentração. O TECPAR tem forte especialização na Biotecnologia, particularmente na produção de vacinas, o CETEC em recursos naturais e meio ambiente, o CEPED em beneficiamento de minérios, tecnologia mineral etc. Com exceção do ITAL, todos os outros trabalham em engenharia civil e materiais de construção. Outras áreas de trabalho mais ou menos comuns são: Minerais, Alimentos, Energia, Química, Meio Ambiente etc.

Os objetivos institucionais dos IPTIs, definidos nos seus estatutos, reproduzem as idéias e conceitos dos anos 70, não tendo havido alterações. A principal missão continua sendo o desenvolvimento tecnológico da empresa nacional.

Gerenciamento de Projetos

A entrevista, na sua primeira parte, foi orientada no sentido de conhecer o nível de desenvolvimento do gerenciamento de projetos. De uma forma geral, os IPTIs usam a figura do projeto na organização do seu trabalho. Dois institutos não possuem sistemática de acompanhamento de projetos (estão em fase de implantação) e outros três procedem somente ao acompanhamento formal da parte financeira, sendo informal e ocasional o acompanhamento físico e técnico. O baixo nível de receitas externas, a estrutura adotada pelos IPTIs, o baixo grau de formalização da nomeação dos gerentes de projeto e da definição de suas atribuições indicam que somente em três desses Institutos existem sistemas formais de controle e acompanhamento de projetos. Esses sistemas possuem características aproximadamente equivalentes.

Em sua maioria, os institutos têm uma organização funcional, isto é, os “Departamentos Funcionais” são definidos segundo áreas-programas que, em si, são multidisciplinares. Desta forma, a maioria dos projetos se situa dentro de um “Departamento” e somente um projeto interdepartamental estará organizado em matriz. Dois dos institutos parecem realmente estar organizados em forma matricial, apresentando uma estrutura departamental por disciplinas (meio).

Somente três possuem procedimentos (ou estruturas) formais de seleção de projetos. Os projetos de demanda externa são aprovados sem maiores preocupações de seleção, desde que haja a capacidade interna para atendê-los e que o solicitante tenha meios e condições de pagar. Os projetos *in house* e as propostas de fomento e oportunidade são objeto de processo de seleção. Nos outros IPTIs, a seleção é feita informalmente, baseada nos critérios mais variados, e a decisão é tomada após reunião do Diretor com a equipe proponente.

Respeitada a heterogeneidade de situações, podemos afirmar que os instrumentos formais de gerenciamento de projetos encontram-se em estado relativamente precário, mesmo em alguns dos maiores e mais importantes IPTIs.

Menos praticada ainda é a formalização dos procedi-

mentos de seleção dos projetos, principalmente quando se considera o grande número de projetos *in house* ou seja, com recursos transferidos de fontes que não podem ser consideradas como cliente demandante.

De menor importância, registramos ainda a pouca frequência com que se formaliza a nomeação e as responsabilidades dos gerentes de projeto.

Autonomia Decisória

Foi propósito do conjunto de questões trazidas investigar o grau de autonomia do IPTI, entendido como a autoridade da Diretoria no gerenciamento de recursos, bem como o nível de delegação de poderes aos gerentes de projeto.

Com uma única exceção, os Institutos não possuem, no momento, autoridade para decidir sobre contratação de pessoal, mesmo tratando-se de simples substituição. A contratação de pessoal é da alçada dos governadores e o seu processo decisório, não raro, envolve o parecer dos secretários de Estado.

Por outro lado, em alguns Estados, as Comissões Permanentes de Licitações devem participar dos processos de aquisição de materiais ou contratações de serviços, desde que o valor ultrapasse um limite estabelecido.

No que concerne às delegações internas, aos gerentes de projeto ou escalões gerenciais equivalentes, não parece haver dificuldades. Nas instituições de menor porte existe maior centralização, devendo o Diretor envolver-se com pequenas decisões operacionais. Nas outras, a delegação dessas decisões está implantada.

Podemos concluir que a situação encontrada no tocante à autonomia decisória dos IPTIs, embora conjuntural, nada tem a ver com aquela constante das expectativas e pressupostos do Programa.

Principais Metas Estratégicas

O tema posto em discussão referiu-se às Metas Estratégicas de médio prazo (6 meses a 1 1/2 ano) que a atual Administração tenha adotado: algo que lhes fosse característico e que representasse uma preocupação central. A questão foi trazida com um viés involuntário para problemas-meio, em lugar de temas relacionados com os fins institucionais.

Recebeu maior ênfase o problema de fixação e motivação do pessoal técnico. A compressão salarial associada às limitações de contratação de pessoal tem criado grandes embarços. Tem havido evasão de pessoal técnico qualificado, não sendo possível a sua reposição. Embora essa manifestação tenha sido apresentada como prioritária por somente quatro Diretores, os demais fizeram as mesmas referências ressaltando, porém, que o problema fora equacionado, minorado ou resolvido, recentemente.

Como segunda prioridade (critério de frequência) surgiu a capacitação técnica e gerencial das equipes, bem como a adequação das instalações físicas e dos equipamentos (quatro IPTIs para ambas).

Busca de autonomia decisória (2), ampliação e diversificação dos serviços (2), manutenção de reserva de capital de giro para fazer face ao pagamento do pessoal nos primeiros meses do ano (1), geração de superávit operacional para aplicar na aquisição de equipamentos e projetos *in house*,

(1), retomada dos objetivos de pesquisa e alocação de pessoal para trabalhar nas áreas de interesse (1), constituem-se nas outras preocupações das atuais administrações.

O Conselho de Administração e a Secretaria de Estado

O estudo das relações do IPTI (Diretoria) com o Conselho de Administração (ou similar) e com a Secretaria de Estado, à qual o Instituto está vinculado, é importante para que se entendam os mecanismos e o grau de orientação recebido.

Excetuando-se um caso, todos os Conselhos reúnem-se com frequência que varia de duas a nove vezes por ano. As reuniões apresentam formatos aproximadamente comuns: apreciam-se programas de trabalho, relatórios, propostas orçamentárias, balancetes etc. São também levados ao Conselho planos de cargos e salários, alterações do regimento interno, relatório de movimentação de pessoal, compras etc..

Alguns Institutos apresentam verbalmente, a cada reunião, um relatório de andamento de uma área-programa. Tem-se, assim, a oportunidade de discutir com os conselheiros, ao longo do ano, os trabalhos em andamento em cada área. As orientações são dadas informalmente durante a parte da reunião em que se discutem assuntos gerais.

Os Institutos sabem que os membros do Conselho de Administração não avaliam os seus trabalhos e, quando o fazem, é de maneira informal. Outrossim, a orientação obtida é insuficiente em seis dos IPTIs entrevistados e considerada boa em dois outros.

Tem-se a sensação de que os Conselhos assumem uma postura reativa, estando, quase sempre, dispostos a homologar as proposições da Diretoria, ou, em outras palavras, não há a explicitação de uma expectativa de performance ou de um papel a ser cumprido pelo IPTI, como também não existem os mecanismos formais de avaliação.

Os despachos com o Secretário são esporádicos (4), quinzenais (1), semanais (3) ou diários (1). Geralmente esses despachos não têm pauta pré-fixada; constituem-se em boa oportunidade para a atualização de informações gerais de parte a parte. Uma forte motivação para haver pedido de audiência com hora marcada pelo Diretor do Instituto é a necessidade de apoio político (recomendação por telefone ou ofício) a propostas apresentadas a algum órgão financiador.

A estrutura burocrática da Secretaria acompanha balancetes, folha de pessoal etc.. As avaliações não-burocráticas são intuitivas e informais.

Com uma exceção apenas, as transferências do Tesouro do Estado significam entre 44 e 76,5% da receita total do Instituto, sendo que o valor típico é por volta de 60 a 65%. Este último limite deve corresponder aproximadamente ao valor líquido da folha de pagamento. Embora a Secretaria seja a maior financiadora, ela não é uma "cliente exigente". Os recursos são transferidos institucionalmente, sem amarrações a um orçamento-programa ou a projetos específicos. Somente quatro Institutos apontaram a existência de projetos do interesse da Secretaria. Esses, usualmente, não são trabalhos de pesquisa e desenvolvimento.

Pode-se concluir que a orientação emanada da Secretaria ou do Conselho de Administração é genérica, não se constituindo esses órgãos nas principais fontes de balizamento e diretrizes para atuação do IPTI. Há, entretanto,

toda uma parte burocrática e formal que homogeneiza a atuação dos órgãos estaduais e que é transmitida pela Secretaria. Além disso, esta cumpre o importante papel de manter o IPTI atualizado sobre a máquina do Estado e as suas ações, novos projetos etc., ou seja; os IPTIs não têm autonomia administrativa, porém, na área técnica e programática têm bastante liberdade.

Um padrão de relação mais aberto é obtido nos casos em que no Conselho de Administração existem representações das classes empresariais e dos órgãos da administração federal (FINEP, CNPq, STI, outros).

A flexibilidade referida acima permanece válida ainda nos casos (3) em que se aprova um orçamento por área-programa ao nível do Conselho de Administração.

Relacionamento com a Indústria

Mais uma vez, o interesse foi o de caracterizar os aspectos formais da relação, isto é, definição de organismos políticos ou procedimentos com essa finalidade, incorporação da relação com a indústria nas metas formais, mecanismos de aferição da utilização dos resultados do trabalho pelo cliente etc..

A tabela abaixo mostra a participação relativa de algumas das fontes de receita do Instituto:

Tabela 2 – Participação Relativa das Fontes Orçamentárias

	Faturamento %	Setor Privado %	Agências Federais % (inclui Finep)	Finep %	Subsídios %
NUTEC	38	14	13	4,5	62
ITEP	50	20	10		50
ITPS	23,5	2,6	1,12		76,5
CEPED	47	19	16	4	53
CETEC	35	15	18	3	65
TECPAR	80	20	10		20
CIENTEC	38	20	18		62
IPT	35	12	8*	5	65
ITAL	30	7	20	10	70

* FINEP – no caso do IPT não são apenas recursos do FUNDCT, porém créditos reembolsáveis majoritariamente.

Os dados apresentados são aproximados, devendo ter um sentido ou interpretação qualitativa, assim justificado pelo fato de que nem todos os institutos possuem sistema de apropriações financeiras, e aqueles que o possuem nem sempre fazem suas agregações segundo os mesmos critérios.

Na primeira coluna, sob o título “Faturamento” é apresentada a soma das receitas resultantes de convênios com agências e órgãos federais e estaduais, contratos com indústrias e serviços de ensaios, testes, análises e outros. Na segunda coluna, tem-se a fração do faturamento que tem origem na indústria privada, sendo que a terceira e quarta desagregam as participações das Agências Federais (FINEP, CNPq, STI, FIPEC etc.) e as da FINEP individualmente. O orçamento oriundo do Tesouro do Estado tem a sua contribuição mostrada na última coluna.

Uma boa parte dos serviços prestados às indústrias deve ser incluída na categoria da assistência técnica e ensaios. Somente três institutos apresentaram exemplos de contratos de P&D com as indústrias. Os outros indicaram a

realização de trabalhos de extensão industrial.

É interessante observar que os maiores índices de captação de recursos externos ao orçamento estadual ocorrem nos dois institutos que têm a forma jurídica de empresa pública. O inverso, isto é, aqueles com menor percentual de relacionamento com setores externos, corresponde justamente a uma autarquia e à administração centralizada do Estado.

Em cinco dos IPTIs, o relacionamento com a indústria, além de ser da alçada dos técnicos e gerentes de pesquisa, é da responsabilidade de um organismo da estrutura formal, o qual, em alguns casos, é uma Diretoria de Desenvolvimento e, em outros, uma Gerência Comercial ou Superintendência de Relações com o Mercado (embora na maioria desses IPTIs exista hoje um NIT – Núcleo de Inovação Tecnológica). Também em cinco IPTIs existem procedimentos formais de relacionamento com a indústria. Três incorporam esse relacionamento nas metas formais e somente um acompanha os clientes após o término do trabalho, com o objetivo de avaliar a sua satisfação e saber do uso ou proveito dado ao serviço prestado.

É comum a confusão entre cliente, no sentido de usuário, e de financiador ou patrocinador. Este fato é responsável por grande parte do desvirtuamento na seleção de projetos.

A preocupação com o patenteamento está presente em quase todos os IPTIs, havendo pessoas ou equipes encarregadas de cuidar do assunto. Entretanto, não existem elementos de avaliação desta atividade.

Quando solicitados a dar exemplos de processos ou produtos desenvolvidos pelo instituto que tenha, permanecido em uso no mercado, pelo menos durante um ano, cinco IPTIs apresentaram os casos, que formalmente não foram avaliados ou registrados, porém, que fazem parte da memória viva da instituição.

Mais uma vez, ressalvada a heterogeneidade da amostra trabalhada, podemos dizer que o nível de gerenciamento da relação com a indústria apresentado pelos IPTIs não está compatível com a idéia do *contract research institute*, ou da entidade auto-financeável que serviria de suporte tecnológico às empresas locais etc.. Não se trata, tão somente, de aferir o volume da receita com origem no setor privado, é preciso haver a definição e apropriação de indicadores mais complexos para orientar a gestão dessa relação.

Relacionamento com a Universidade

Com exceção do NUTEC, que mantém uma série de laboratórios comuns com a UFCE, os outros institutos relacionam-se pouco com as universidades. Há usualmente um chamado convênio “guarda-chuva”, firmado entre a universidade e o instituto, e o desdobramento é feito por meio de ajustes específicos.

O termo “assistencial” foi utilizado para adjetivar essa relação, indicando que as universidades usufruem muito mais do que contribuem. Na maioria dos casos, entretanto, a cooperação é praticamente inexistente.

Os casos de sucesso giram em torno dos cursos de extensão ou pós-graduação. O instituto colabora com professores, abriga estudantes durante o período de tese, e contribui com a sua maior flexibilidade operacional cuidando de despesas miúdas.

Não foram apresentados exemplos de projetos de pes-

quisa e desenvolvimento conduzidos conjuntamente, outrossim, a idéia de que o IPTI funcionaria como interface universidade-empresa não tem ocorrido e é considerada inviável. Este papel não cabe ao IPTI, conforme opinião de alguns dirigentes.

Relacionamento com a FINEP

A existência de um organismo ou de políticas formais de relacionamento com as chamadas Agências de Fomento, especialmente com a FINEP, está reduzida a dois institutos. A preocupação principal é a de fazer o acompanhamento das propostas em tramitação, dos pedidos de liberação de recursos, das aprovações ou aceitações de relatórios etc., bem como a de ter, a todo instante, uma posição consolidada acerca de todos os projetos financiados pela Agência. Não há *a priori* uma identificação das características de um projeto para ser submetido a essa ou aquela Agência. Sondagens pessoais ao nível dos técnicos ou chefes de departamento da FINEP, por exemplo, é o método mais eficaz de serem identificadas prioridades ou preferências. Todos os entrevistados queixaram-se do fato de não terem a menor idéia do que é prioritário para a FINEP, assim percebida como um balcão de projetos no tocante à capacidade de fomentar, e como “caixa preta” no tocante ao seu processo decisório.

A Tabela 2 mostra a participação relativa das Agências e da FINEP nas receitas dos institutos. Ressalva-se que, em alguns casos, a participação da FINEP faz-se através de financiamentos com retorno e não “compra de projetos” ou fundo perdido.

No passado, houve algumas tentativas bem sucedidas de negociações agregadas para apoio a programas, entretanto, mais recentemente, as tentativas não tiveram êxito. A idéia da identificação das propostas de pesquisa sob a forma de projeto tem por finalidade permitir uma melhor avaliação e seleção, como também descaracterizar o agente financiador como uma fonte adicional de recursos orçamentários. Esta prática, hoje, encontra-se distorcida. Sob a forma de projeto são apresentadas típicas propostas de complementação orçamentária para cursos de pós-graduação, auxílio à realização de congressos e seminários, reforço de despesas para a publicação de revistas, para universidades etc..

Relacionamento com outros IPTIs

O relacionamento formal entre os IPTIs é antigo, provavelmente tão antigo quanto as próprias instituições. Em meados da década de 70, sob os auspícios da FINEP, iniciou-se uma série de reuniões entre os institutos, tendo resultado na criação da ABIPTI – Associação Brasileira dos Institutos de Pesquisa em Tecnologia Industrial, no final de 1980. Diversos temas gerais foram discutidos ao longo dessas reuniões, a exemplo de políticas de pessoal, estrutura organizacional, controle e acompanhamento de projetos, documentação e informação etc., aproximando não somente os Diretores como também o responsável por cada um desses temas no instituto. Os principais elementos para a elaboração do Programa de Apoio à Infra-Estrutura de Pesquisa Tecnológica e os subsídios para uma política de apoio e fortalecimento dos IPTIs foram os produtos obtidos e apresentados à FINEP.

O PROTAP tem sido um outro importante fator de aproximação e integração.

O desejo implícito de que a relação entre os IPTIs fosse mais intensa, apresentando projetos ou programas de pesquisa conjuntos e uma maior troca de experiências, pode ser facilmente detectado. Entretanto, não é o que ocorre. Com exceção de um projeto na área de Hidrogeologia entre o IPT e o NUTEC, não foram apresentados outros exemplos de projetos comuns. Os institutos menores do Nordeste têm, ocasionalmente, usado a experiência do IPT no treinamento de pessoal, seja em estágios ou em cursos. Outros poucos exemplos de rápidas trocas de experiências foram mencionados, porém é consenso geral de que a cooperação entre IPTIs pode ser muito melhor explorada. Um dos principais fatores restritivos apontados foi o custo financeiro envolvido no pagamento de pessoal, passagens e diárias.

Estratégias Institucionais

Três aspectos principais foram enfocados no estudo: a gestão do crescimento ou expansão institucional, a administração financeira e a atitude em relação ao mercado.

A tabela que se segue resume o crescimento dos IPTIs nos últimos três anos.

Tabela 3 – Crescimento dos IPTIs nos últimos três anos

	NUTEC	ITEP	ITPS	CEPED	TECPAR	CIENTEC	IPT	ITAL	CEIEC
Pessoal (aumento)	100%	Não	Não	Não	20%	30%	D	D	Não
Novas Áreas de Atuação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		Não	Sim
Desativação de Áreas	Não	D	D	Sim	Sim	Sim		Não	Sim

D = Decréscimo de atividades ou diminuição do pessoal.

Como se pode observar, somente três IPTIs apresentaram crescimento no quadro de pessoal, entretanto, quase todos criaram novas áreas de atuação, através de remanejamentos internos. Houve grande coincidência das novas áreas entre os diversos institutos, sendo as duas mais comuns as de Eletro-Eletrônica e Energia.

O espaço de manobra deixado à direção do IPTI é extremamente exíguo, uma vez adotado o controle centralizado da contratação de pessoal pelo Governador do Estado e, considerando a significativa predominância dos recursos do Tesouro nas receitas do instituto. A essas limitações devem ser adicionadas as restrições à formulação da política

salarial e aos investimentos fixos. Os limites de dispêndio para o ano são fixados em função das despesas mínimas essenciais à sobrevivência, isto é, parte-se do princípio de garantir a folha de pagamento do pessoal existente e acrescentam-se as outras despesas operacionais. Os investimentos de capital são mantidos nos níveis mais baixos. Por essas razões alguns institutos têm tido dificuldades em aprovar, nos seus programas globais de dispêndio, reservas para a realização desse ou daquele projeto de pesquisa. Assim, fica afastada a possibilidade de se discutir o orçamento em função das prioridades de atuação ou dos objetivos programados.

A captação de recursos externos, através da venda de serviços às indústrias ou pela realização de convênios com os órgãos da Administração Federal, passa a ser uma necessidade. Somente assim o IPTI consegue aumentar a sua flexibilidade operacional e melhorar a autonomia, negociando o relaxamento de algumas restrições, sob o argumento de que a captação de recursos externos somente será viável mediante maior flexibilização.

As entrevistas confirmaram que o aumento da participação percentual dos recursos externos permite ao instituto fazer uma programação de inversões fixas, possibilita a obtenção de saldo de caixa para fazer face ao pagamento do pessoal nos meses de janeiro, fevereiro e março, quando, em alguns Estados, o Tesouro atrasa as liberações e, eventualmente, possibilitará condições de aprovação de uma tabela salarial mais adequada.

Consideradas as limitações acima, houve total perda de interesse em se discutir o desempenho orçamentário, bem como as operações de crédito e aplicações financeiras, uma vez que estão fora da alçada decisória dos IPTIs e não são usualmente praticadas.

Unanimemente, os entrevistados acham que os IPTIs devem reagir atendendo às demandas de serviços postas pelo mercado, entretanto, devem reservar uma parte do seu esforço para desenvolver as próprias idéias, procurando ser inovadores. Embora se deva perseguir metas de auto-sustentação, através da venda de serviços, essa situação somente será factível (semanticamente como acontece com os *contract research institutes* americanos), quando o governo contratar (ou aportar recursos) para torná-la viável. Parece que a proporção atual, ou seja, 50% de subsídios, 50% de contratos, não está longe do desejável ou recomendável, conforme opinião de alguns IPTIs.

Somente três institutos dispõem de um organismo voltado para as relações com o mercado, entre cujas atribuições está a de prospectar e detectar oportunidades, não estando claro se esses organismos têm trabalhado sistematicamente em prospecções. Um quarto instituto, embora não tenha organismo especializado, realizou um amplo diagnóstico de oportunidades antes de definir algumas áreas de atuação (o NIT não foi lembrado como tal).

Também o acompanhamento formal de um projeto (cliente) após o término do serviço somente é feito em um instituto. Dois outros o fazem informalmente.

A relação com o mercado de tecnologia faz-se, principalmente, através da venda de serviços às empresas. Raramente o expediente da compra de serviços (protótipos por exemplo) é feito, tendo quatro institutos apontado alguns poucos exemplos.

CONCLUSÕES

Os Institutos de Pesquisa em Tecnologia Industrial vinculados aos Governos Estaduais apresentam, hoje, uma personalidade institucional diferente daquela imaginada na década passada e incorporada aos seus estatutos e outros documentos. Na realidade, eles não são uma antítese dos antigos Institutos de Tecnologia, seus antecessores, mas guardam muitas semelhanças com estes, mesmo após as reformas introduzidas na década de 70.

Sem pretender discutir o mérito ou mesmo encontrar as razões ou justificativas, os Institutos não têm se constituído num importante instrumento de apoio ao desenvolvimento de tecnologias para a indústria brasileira, isto é, as indústrias têm se utilizado mais de outros expedientes para obter tecnologia. Mais uma vez, resguardada a heterogeneidade entre os institutos, foram poucos os exemplos de sucessos de desenvolvimento e transferência de tecnologia para a indústria nacional e, menor ainda, os números de exemplos ou casos atuais de contratos de desenvolvimentos conjuntos com a indústria. O relacionamento atualmente mantido com as indústrias é mais freqüentemente do tipo de realização de análises e ensaios, bem como de consultoria e assistência técnica. Outrossim, a função "geração e transferência de tecnologia" não está suficientemente estruturada e instrumentada para permitir um adequado gerenciamento. Não se dispõe de análises ou estudos para se saber da disposição da indústria brasileira (clientela potencial) em utilizar os IPTIs nas suas competências; de que a indústria precisa? Em que condições estaria disposta a adquirir o serviço ou a tecnologia? Que preço estará disposta a pagar? Por outro lado, naqueles casos em que se logrou sucesso no desenvolvimento e transferência de tecnologia para a indústria, não foram estabelecidos prêmios, distinções ou destaques, nem mesmo se investigou as razões e condições do sucesso. Na realidade, salvo raras exceções, não se tem a documentação técnica, as estatísticas, os registros ou memória dos sucessos e insucessos.

Os dados levantados descaracterizam também a expectativa existente de que o IPTI funcionasse como intermediário entre a universidade e a empresa. Com facilidade, poderá ser constatada a duplicação de laboratórios, bibliotecas e pessoal técnico, sendo considerado baixo ou fraco o nível de relacionamento entre eles. Vale acrescentar não haver grandes expectativas, por parte dos Diretores entrevistados, nesta relação: alguns sustentam que não há muito mais o que fazer, além do que vem sendo feito.

Mantido o objetivo institucional de ser um instrumento do governo voltado para apoiar o desenvolvimento tecnológico da empresa nacional, é fundamental que a capacitação do relacionamento com a indústria se reflita na estrutura e nas políticas e procedimentos internos. Em outras palavras, sendo esse relacionamento uma peça-chave no cumprimento do principal objetivo institucional, é necessário e justificável que uma parte do esforço do IPTI seja voltado para o gerenciamento dessa relação. Estudar bem o mercado potencial; conhecer a clientela; identificar quais são as suas necessidades; definir os principais foros de contato (associações, sindicatos etc.); definir outros mecanismos de relacionamento (do tipo comitês internos); oferecer cursos de treinamento, publicações, financiamentos para os serviços; instituir procedimentos de gerenciamento dos projetos, inclusive diferenciando a consultoria, os ensaios e a pes-

quisa, de maneira a permitir acompanhar o nível de atingimento de metas; estabelecer um sistema de prêmio ou vantagens para o pesquisador ou equipe que lograr sucesso.

Em síntese, deverá ser definida toda uma política para fortalecer o relacionamento com a indústria e para o desenvolvimento de novas tecnologias.

A principal estratégia para se conseguir autonomia e flexibilidade, coerente com a discussão acima, é diversificar e aumentar as receitas próprias em relação às contribuições do Tesouro. O IPTI é um órgão da estrutura do Estado, porém, não deve servir primordialmente ao Estado.

ANEXO

ROTEIRO DA ENTREVISTA

Obter documentos com informações gerais sobre a instituição:

- cópia dos estatutos
 - descrição das áreas de atuação
 - estrutura física, área construída, laboratório, *staff*, organograma.
 - outras informações de natureza geral.
1. **Características da Instituição**
(gerenciamento de projetos)
 - 1.1. Como se caracteriza a estrutura organizacional
() matricial () funcional () por projeto () outros
 - 1.2. Quais as responsabilidades e autoridade do Gerente de Projeto? (Documento)
 - 1.3. Há procedimento formal de acompanhamento de projetos? (formulário, programas de computador, reuniões etc. para avaliar cronograma físico, cronograma financeiro, custos e qualidade dos resultados)
 - 1.4. Há um procedimento formal de seleção de projetos?
() sim () não
Quais são os critérios? Quem aprova?
(autonomia decisória/nível de delegação)
 - 1.5. Considerando os seguintes níveis hierárquicos - Técnico, Gerente, Superintendente, Diretor, Presidente, Diretoria, Secretário, Governador, quem decide sobre as questões:
 - contratação de técnico universitário
 - contratação de técnico nível médio
 - contratação de auxiliar administrativo
 - desligamento de pessoal
 - contratação de consultor
 - pequenas obras civis (até 2.000 UPCs)
 - compra de equipamento (até 3.000 ORTNs)
 - serviço de terceiros
 - aprovação de convênios/contratos
 - viagens domésticas para fora do Estado
 - viagens internacionais
 - operações financeiras com bancos comerciais
 - obtenção de financiamento junto à FINEP
 - 1.6. Qual o principal objetivo gerencial que orienta a administração do instituto?
 2. **Relações Institucionais**
(Conselho de Administração)
 - 2.1. Data das últimas cinco reuniões do Conselho de Administração.
 - 2.2. Pauta das duas últimas reuniões do Conselho de Administração.
 - 2.3. O Conselho de Administração aprova formalmente um plano de trabalho e o seu relatório? Como o Conselho de Administração avalia o instituto?
 - 2.4. Quais os documentos encaminhados regularmente aos membros do Conselho?
(Secretário de Estado)
 - 2.5. Frequência de despacho com o Secretário.
 - 2.6. Qual a pauta dos despachos?
 - 2.7. Que relatórios são sistematicamente enviados à Secretaria?
 - 2.8. Os recursos da Secretaria são transferidos por programas, por projetos ou institucionalmente? Qual a participação relativa (%) desses recursos no total do instituto?
 - 2.9. Como o Secretário avalia a performance do instituto?
 - 2.10. Quais os projetos em realização que são do interesse direto da Secretaria (mantenedora)? Título e valor.
(relacionamento com a indústria)
 - 2.11. Qual a participação percentual da receita dos serviços prestados à indústria na receita total?

- 2.12. Que proporção do valor acima é devido a serviços/ensaios e à consultoria/pesquisa?
- 2.13. Quantos contratos de P&D existem hoje com indústrias? Quais os três maiores: nome e valor.
- 2.14. Há algum organismo interno voltado para o relacionamento com a indústria?
- 2.15. Há procedimentos formais de relacionamento com a indústria? (Modelo de proposta, modelo de contrato, etc.)
- 2.16. Já foi feito algum estudo para saber se o resultado do projeto foi ou está sendo usado pela indústria, após o seu término?
- 2.17. Dê exemplos de processos ou produtos desenvolvidos pelo instituto que tenham permanecido em uso no mercado por pelo menos um ano. (Nome da indústria, pessoa de contato).
- 2.18. O IPTI persegue alguma meta de contratação com a indústria? (Valor %, nº de contratos etc.)
- 2.19. Quantos processos de patentes já foram requeridos pelo Instituto? Qual a posição? Quem cuida disso para o instituto?
(relações com a universidade)
- 2.20. Quantos projetos/convênios conjuntos existem: instituto/universidade? Valor?
- 2.21. Há pessoas contratadas pelo instituto realizando pesquisa na universidade ou vice-versa?
- 2.22. Quais os laboratórios que têm uso regular comum? Qual a frequência aproximada?
(relações com a FINEP)
- 2.23. Existe algum organismo encarregado do relacionamento com as "Agências Federais", em especial a FINEP?
- 2.24. Existem políticas, ou procedimentos formais para orientar esta relação?
- 2.25. Quais as características de um projeto para que seja considerado adequado à FINEP? (Valor, volume de equipamentos, volume de construção civil, tópico, outros).
- 2.26. Quantos projetos são atualmente financiados pelas Agências Federais?
- 2.27. Houve alguma negociação mantida a nível de Presidência do Instituto e Presidência da FINEP, no sentido de obter a aprovação para um conjunto de projetos ou um programa?
- 2.28. Em que a ABIPTI tem facilitado este relacionamento?
(relações com outros IPTIs)
- 2.29. Quantos projetos/convênio existem? título e valor.
- 2.30. Há pessoas do quadro do Instituto trabalhando em outro Instituto e vice-versa? Quantas?
3. **Estratégias Institucionais**
(crescimento)
 - 3.1. Houve aumento de quadro de pessoal nos últimos 3 anos? Quantos?
 - 3.2. Criaram-se novas áreas de atuação nos últimos três anos?
 - 3.3. Desativaram-se áreas de atuação nos últimos três anos?
 - 3.4. Quem determina o nº de vagas ou que aprova a criação ou desativação de áreas de trabalho? (Secretário, C.A., Diretoria, outros).
 - 3.5. Quais são os mecanismos ou instrumentos que limitam o crescimento? Há uma estratégia atual de crescer? Investe-se nas áreas prioritárias ou nas áreas carentes?
(financeira)
 - 3.6. Qual a participação percentual dos recursos orçamentários do Tesouro, contratos e convênios com órgãos estaduais, com órgãos federais, com setor privado e outras receitas.
 - 3.7. Como se distribui percentualmente a aplicação de recursos: por área programa? ou por projetos?

- 3.8. Quando e quem aprova o orçamento de aplicação por área programa?
- 3.9. Como o Instituto utilizaria uma doação de US\$ 500 mil? (construção civil, compra de equipamento, contratação de pessoal, iniciar nova área de trabalho, sanear as finanças etc.).
- 3.10. O Instituto tem apresentado déficit orçamentário no final do ano?
- 3.11. O déficit, superávit ou equilíbrio é voluntário, planejado ou acidental? Quais as razões? Qual o objetivo?
- 3.12. Como são orientados os balanços? A demonstração de uma estrutura financeira sólida com superávit ao final de ano será facilitadora ou dificultadora da negociação orçamentária do ano seguinte? (mercado)
- 3.13. Em que medida a atuação do Instituto deve ser orientada pelas demandas imediatas do mercado e em que medida essa atuação deve ser baseada em idéias próprias?
- 3.14. É válido orientar-se o Instituto em busca de auto-sustentação? É factível?
- 3.15. Há algum organismo interno cuja função seja prospecção de oportunidades? Há algum procedimento de detecção ou seleção de oportunidades?
- 3.16. Depois da conclusão de um contrato, há algum tipo de acompanhamento formal? Como se afere a satisfação do cliente? Como saber se o resultado do trabalho está sendo usado?
- 3.17. Dar exemplos de situações em que o Instituto "comprou" da indústria o desenvolvimento de um produto, de um sistema, ou outra forma de tecnologia.

BIBLIOGRAFIA

- Descrição da estrutura organizacional proposta para o NUTEC. Organograma linear da estrutura organizacional do NUTEC. *NUTEC (Documentos Internos)*. Fortaleza.
- Resumo das Atividades (jan-out/84) – NUTEC – Fortaleza.
- Relatório das Atividades do NUTEC, ano de 1983.
- Programa de apoio à implantação de micro e pequenas empresas industriais no Interior do Estado do Ceará.
- Plano estadual de ciência e tecnologia. Ação 1984/1987 – Pernambuco.
- Encontro de dirigentes de institutos de tecnologia industrial, 12 a 14 de setembro de 1977. Relatório FINEP.
- Documento operacional para o programa de apoio à infra-estrutura de pesquisa tecnológica – FINEP, 1978.
- A FINEP e a atuação dos institutos de pesquisa tecnológica*. Palestra apresentada pelo Dr. Alfredo Baumgarten, Recife, 1980.
- Relatório sobre o simpósio de institutos de tecnologia industrial – FINEP, 1978.
- Exposição de motivos nº 118 de 27 de abril de 1978*, apresentada pela FINEP e aprovada pelo Presidente da República.
- CEPED – *Relatório síntese de atividades*, 1984.
- CETEC – *Cópia dos estatutos e do regimento interno*.
- CETEC – *Informações gerais*. Janeiro de 1985.
- CIENTEC – *Legislação básica*. Folhetos.
- IPT – *Proposta de plano diretor para 1985*.
- IPT – *Relatório de atividades*, 1983.
- IPT – *Orçamento operacional para 1985: prévia*.
- IPT – *Maiores clientes* – novembro de 1984.
- ITEP – *Alteração no estatuto – Diário Oficial do Estado*, jan. 1980. Folhetos – Recife.
- TECPAR – *Legislação básica*.
- CASTRO, F.A. – Maracujá: Geléia e Nectar. Série *Informações Tecnológicas*, nº 7, Fortaleza 1982 (NUTEC)
- COSTA, A.C.S. & LINHARES, P. S. – *Avaliação técnica operacional do Instituto de Tecnologia e Pesquisa de Sergipe*. CEPED. Camaçari, 1982.
- D'AVILA, S.G. – *Diagnóstico do Instituto de Tecnologia e Pesquisas de Sergipe*, Relatório Final, FUNICAMP, Campinas, SP. 1982.
- D'ÁVILA, S.G. – *Análise de Pessoal de institutos de pesquisa*. Abril de 1982. Relatório apresentado à FINEP.
- HOLANDA, F.A. – *Estratégias de desenvolvimento para o Ceará: alternativas tecnológicas*. Palestra proferida aos estagiários da Escola Superior de Guerra, Fortaleza 18/08/1984.
- KRUGLIANSKAS, I. & SBRAGIA, R. – *Diagnóstico Organizacional dos ITPS*. Instituto de Administração da USP. Abril, 1984.

A implantação de uma infra-estrutura metrológica nacional como peça essencial para o desenvolvimento tecnológico autônomo

**Lélia Rita Vieira Villela Dantas
Carneiro Monteiro**

Coordenadora do Projeto de implantação
do Laboratório Nacional de Metrologia,
INMETRO/CEMCI

A OPÇÃO POR UM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO AUTÔNOMO

Para que uma nação se desenvolva, não basta dispor de mão-de-obra, matéria-prima e capital. É necessário que disponha ainda de tecnologia — “conjunto ordenado de conhecimentos científicos, empíricos e intuitivos, empregados na produção e comercialização de bens e serviços¹”

O Brasil, rico em matéria-prima e dotado de mão-de-obra barata, mas tecnicamente incipiente, tem optado, a fim de atingir um crescimento econômico rápido, por uma industrialização quase que inteiramente baseada na importação de tecnologias avançadas dos países mais industrializados.

Essa opção tem gerado, a par de poucas vantagens auferidas quase que exclusivamente pelas camadas economicamente dominantes (5% da população), inúmeros efeitos prejudiciais ao país. Entre esses, podemos citar a crescente dependência externa de nossa economia e o bloqueio na criação de uma tecnologia endógena, orientada para a solução de problemas do país. Alguns desses problemas são tão específicos e peculiares ao Brasil — como é o caso do álcool etílico utilizado como combustível, produzido e comercializado em larga escala — que jamais seriam naturalmente resolvidos através de importação de tecnologia.

É essencial, então, que nos preocupemos em dotar o país de competência tecnológica adequadamente desenvolvida para resolver não só os problemas especificamente brasileiros, à medida que eles forem se apresentando, como também para que se formulem novas opções tecnológicas para o parque fabril nacional. Dessa forma, poderemos re- frear a desnacionalização acelerada da indústria brasileira, que nos tem impedido de ser uma grande potência; a orientação alienígena das empresas estrangeiras em nosso solo, que tem modificado hábitos sociais e valores culturais de nosso povo; e a evasão de divisas para os países exportadores de tecnologia, que vem deteriorando a economia nacional.

Uma vez que politicamente se tenha optado pelo desenvolvimento autônomo, há que se conjugar esforços para a criação de tecnologia no país. Em última análise, um encaqueamento sistemático de atividades de pesquisa, desenvolvimento experimental e engenharia, privilegiando a utilização de matéria-prima nacional, permitirá a elaboração das instruções necessárias à produção de bens e serviços, ou aperfeiçoamento dos já existentes, de forma tecnologicamente independente.

É evidente que toda essa transformação pressupõe, no seu bojo, o aproveitamento de mão-de-obra especializada disponível no país, para utilização imediata ou posterior a um treinamento específico, quando se fizer necessário. Não se pode esquecer que tecnologia é conhecimento e, portanto, sua criação ou transferência é matéria pertinente, em primeira instância, ao cérebro humano.

Quanto ao capital necessário para financiar essa alteração na política tecnológica, cabe analisar quem são seus maiores beneficiários. Uma vez que a nova opção política tenha sido efetivamente abraçada pelo Estado, representando as aspirações de todas as classes sociais e não apenas das classes dominantes — consumidores de alta renda, interessados na manutenção do *status quo* — tem-se, por hipótese, que a expansão do poder, o equilíbrio econômico e político, o bem-estar social e a hegemonia nacional a serem atingidos são fatores mais que compensadores do investimento maciço de recursos governamentais na empreitada.

Por outro lado, as vantagens a serem obtidas pela expansão do parque fabril apontam diretamente para o segmento industrial brasileiro como parceiro óbvio do governo nesse investimento.

Nesse ponto, cabe fazer uma consideração especial. O setor produtivo do país compõe-se de grupos distintos: a indústria genuinamente brasileira — da matéria-prima à tecnologia; a indústria que, por associação às empresas estrangeiras ou simples compra de tecnologia (compra de direitos ou contratação de serviços), produz bens cuja tecnologia implícita ou explícita é estrangeira; e as subsidiárias de indústrias transnacionais. A essas últimas, e talvez mesmo às anteriores, não interessaria investir em pesquisa e desenvolvimento da tecnologia nacional autônoma. Infelizmente, esse é o grupo de empresas que mais se expande no país, nos últimos vinte anos. Mas, se atentarmos para o fato de que “segundo pesquisas realizadas, apenas 6% do P&D das empresas multinacionais norte-americanas foram realizadas no estrangeiro em 1966, enquanto que a produção das subsidiárias correspondia a 50% do total”, e que “nos últimos 15-20 anos, as grandes corporações (mundiais) têm aumentado constantemente suas verbas de P&D, chegando a suplantar o orçamento de muitos países, mesmo os industrializados²” concluímos facilmente que os lucros obtidos das atividades dessas empresas, nos países em industrialização, têm servido para amortizar parte dos gastos de P&D da matriz, às custas da nossa dependência tecnológica, realimentando-a. Se a opção feita é por uma reversão nesse quadro, há que se criar mecanismos legais, fiscalizadores e financeiros que possibilitem canalizar parte desses lucros para o financiamento de P&D no Brasil, numa estratégia nacional de desenvolvimento tecnológico.

A METROLOGIA COMO ATIVIDADE ESSENCIAL PARA O DESENVOLVIMENTO AUTÔNOMO

A geração, o aperfeiçoamento e a transferência de tecnologia — processo de absorção e difusão interna das tecnologias estrangeiras adquiridas — são as várias atividades a que se deve devotar o país para que se atinja a tecnologia industrial autônoma. Como um esforço inicial nesse sentido, classificaríamos como prioritária a implantação das atividades que garantam não só o apoio básico ao desenvolvimento tecnológico, como também a qualidade da produção industrial: a normalização técnica e a metrologia.

A normalização técnica fixa os valores numéricos e as tolerâncias dos parâmetros a que devem estar submetidos os processos industriais, resultando na uniformização do produto que, superior e mais confiável, teria melhor aceitação nos mercados consumidores externo e interno ao país. Além disso, a fabricação sob controle, isto é, dentro de critérios quantitativos rigidamente controlados, reduziria os custos de produção, através da eliminação do desperdício e dos produtos rejeitados, o que significaria aumento de eficiência e de produtividade industrial.

É claro que, se por um lado as normas técnicas são documentos em que se estabelecem os limites quantitativos das grandezas correlacionadas à produção industrial, por outro lado, aquelas normas de nada adiantariam, se não houvesse maneira de avaliar com precisão o quanto as medidas das grandezas em questão situam-se dentro dos valores preconizados.

Surge então a necessidade do domínio do conhecimento e da técnica de medir bem — conhecer com exatidão e precisão o número de unidades de cada grandeza física presente no processo ou no produto a ser verificado.

Essa constatação faz concluir que, na base do desenvolvimento tecnológico industrial, situa-se a Metrologia — ciência e técnica das medições.

Para que um processo de fabricação seja bem sucedido, é essencial existir uma infra-estrutura metrológica adequada, que possibilite, no local da produção, medidas mais precisas e exatas do que as tolerâncias mais severas que se possam prever. A Metrologia, a partir dessa exigência, reveste-se, portanto, de caráter preventivo e avançado, uma vez que a capacidade de medição oferecida com apoio ao sistema produtivo tem que estar à frente da capacidade deste em produzir as medidas das mercadorias ou serviços, a fim de que haja efetivo controle.

Além do aspecto abordado, é necessário ainda que cada medida tenha aceitação universal. Não sendo atingida essa universalidade, não se cria tecnologia ou produto nacional compatível com os dos outros países. Esse fato não só restringiria a oferta brasileira no mercado exportador, como também acarretaria os inconvenientes da inadequação — e desperdícios — nas importações de bens estrangeiros, sempre que o objetivo fosse acoplamento entre esses e outros bens fabricados no país ou sua substituição.

Não se pretende afirmar aqui que implantação da infra-estrutura metrológica básica acarretará, pronta e automaticamente, o surgimento da tecnologia nacional autônoma; um fato não é consequência lógica do outro. Entretanto, baseado na experiência dos países que possuem tecnologias próprias e que, através dessas, mantêm o domínio econômico e técnico sobre aqueles que precisam comprá-las, pode-se garantir que somente com metrologia básica bem planejada e preventivamente implantada, haverá condições para a criação, o aperfeiçoamento e a real transferência de tecnologia no país, resultando daí o produto industrial efetivamente brasileiro e de boa qualidade.

A IMPLANTAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA METROLÓGICA — ASPECTOS ORGANIZACIONAIS E INSTITUCIONAIS

As características necessárias até aqui apresentadas conduzem à conclusão de que a infra-estrutura de metrologia deve ser estabelecida em dois níveis: primário, relativo à aquisição e/ou fabricação dos padrões, ou referências metrológicas nacionais, e seu constante rastreamento ao nível zero, internacional (BIPM), de forma a garantir a aceitação universal das medidas do país; e secundário, relativo à disseminação dessas mesmas medidas até o âmbito do setor produtivo, dotando-o do suporte indispensável à busca da qualidade do bem ou serviço a ser industrializado.

O nível secundário, devido à continentalidade de dimensões e diversidade de atividades econômicas encontradas no país, deve ser exercido por uma rede externa de núcleos de aferição/calibração, hierarquizados segundo as precisões atingidas e coordenados tecnicamente pelo laboratório metrológico central. Essa rede deve ser criada utilizando-se preferencialmente a capacidade laboratorial já existente nas várias regiões brasileiras, posto que essa capacidade possivelmente já é voltada para as vocações econômicas e setoriais locais. Dessa forma, o investimento inicial minimiza-se,

por se tratar de adaptação laboratorial para ampliação de tarefas técnicas, o que não é simples, mas, menos dispendioso do que a implantação de um laboratório — construção, aquisição de equipamentos, treinamento de pessoal em nível gerencial e técnico etc.

Ainda objetivando a otimização de recursos, faz-se mister que, como subsídio para a implantação dessa rede, se proceda a um levantamento da demanda de serviços metrológicos regional e local, em nível nacional, não só para que a oferta de cada núcleo corresponda ao perfil real das necessidades da comunidade industrial e comercial, como também para evitar aplicações de recursos em serviços desnecessários e duplicações de laboratórios de mesmas características numa vizinhança.

O nível primário, que pressupõe vultosos investimentos em equipamentos e instrumentação sofisticados, paralelamente à formação e manutenção de mão-de-obra altamente especializada, deve ser implantado na forma de um laboratório central de padronização. Essa central metrológica, além de manter o vínculo das medidas nacionais às internacionais, assegurará a uniformidade das medidas no país, através não apenas da orientação técnica dos núcleos regionais, no que diz respeito à metodologia empregada na disseminação das medidas e às campanhas de intercomparação nacional, como também, e principalmente, da aferição/calibração dos seus padrões.

Já que a rede de núcleos regionais tem como tarefa o atendimento direto do usuário do setor produtivo, solicitações da indústria ao laboratório central somente deverão ser atendidas nos casos em que as exigências, ou necessidades, de precisão e exatidão sejam incompatíveis com a capacidade de medição dos núcleos localizados próximos da indústria em questão. Embora possa parecer tratar-se de aspecto trivial na implantação de infra-estrutura metrológica, o *by-pass* do nível secundário de padronização é uma tendência natural, sendo recomendável que se criem mecanismos impeditivos para essa prática indesejável, a fim de evitar degradação dos padrões nacionais e desperdício de recursos humanos e materiais. Deve-se preservar a padronização metrológica rigorosamente dentro dos níveis estabelecidos.

A estrutura organizacional da metrologia básica, no que se refere ao vínculo do nível primário com o nível secundário, pode ser de dois tipos:

- Vinculação indireta:

Nesse caso, a rede de núcleos prestadores de serviços metrológicos é centralizada num órgão que, desvinculado do centro nacional de metrologia primária, intermedia os contatos desse nível com o secundário, responsabilizando-se pelo rastreamento das medidas secundárias às primárias. Esses intermediários agem ainda como coordenadores dos núcleos regionais controlando, registrando e divulgando todas as atividades metrológicas em nível secundário. Essa é a solução adotada, por exemplo, pela Alemanha e Inglaterra. Na Alemanha, o *Deutsch Kalibrierungs Dienst (DKD)* não tem vínculos organizacionais com o *Physikalisch-Technische Bundesanstalt*, órgão nacional alemão de metrologia primária; na Inglaterra, similarmente, o *British Calibration Service (BCS)*, órgão coordenador de laboratórios de aferição/calibração industrial, atua desvinculado, ainda que com pleno contato, do *National Physical Laboratory*. O desempenho dessas estruturas funcionais é excelente. No entanto, as rea-

lidades européia e brasileira são muito diferentes, levando a que nos inclinemos pelo segundo modelo como sendo a melhor solução para o caso nacional.

- vinculação direta:

Nesse caso, a rede de núcleos de metrologia secundária é coordenada diretamente pelo centro nacional primário, através de uma de suas divisões administrativas. Esse é o modelo que o Brasil tem, até aqui, adotado, e que nos parece muito mais adequado à nossa realidade, pelas vantagens apresentadas a seguir.

No Brasil há ainda necessidade de informação maciça e conscientização sobre o papel da metrologia dentro do processo de industrialização; conseqüentemente, há que se fiscalizar a disciplina para os serviços metrológicos, tanto no que se refere à utilização, quanto nos aspectos ligados à sua prestação. O uso abusivo, errôneo ou disvirtuado do credenciamento — processo de oficialização da integração dos núcleos laboratoriais à rede de laboratórios prestadores de serviços em nível secundário — é distorção fácil e efetivamente encontrada no país, para citar apenas um dos muitos problemas a serem resolvidos.

A adoção do segundo modelo — centralização direta da rede secundária no nível primário — dispensando-se entidade intermediária autônoma a vincular os dois níveis, possibilitaria um melhor controle da disseminação das medidas no país, em forma e conteúdo. O centro nacional primário, além da manutenção e guarda das referências nacionais, rastreamento das suas medidas às internacionais e promoção do rastreamento das medidas de nível secundário às do nível primário, responsabilizar-se-ia por mais esta atribuição — coordenação da rede secundária — garantindo para si o acesso a todas as informações referentes a atividades executadas em nível secundário, incluindo-se aí o registro dos dados de aferição/calibração das referências secundárias. Esse acervo de informações não apenas possibilitaria o controle e fiscalização do serviço, no que diz respeito à correção e eficiência técnica de sua prestação, como também propiciaria o estabelecimento de metodologia e de periodicidade de aferição/calibração para vários instrumentos, de acordo com frequência e método de utilização (problema que tem preocupado toda a comunidade ligada à metrologia científica e industrial, internacionalmente). Também as escalas de periodicidade para as campanhas nacionais e regionais de intercomparação, dentre as várias grandezas físicas e suas faixas de medição, viriam a ser melhor estabelecidas a partir daqueles dados.

Além de tudo isso, as informações cadastradas forneceriam ainda subsídios para a formulação da política tecnológica industrial como um todo, por evidenciarem não só a realidade metrológica vigente, no nível industrial, como também as tendências do mercado consumidor de serviços metrológicos em nível secundário. Dessa forma, contribui-se para que os programas de governo possam revelar-se eficazes, além de eficientes, por virem ao encontro das necessidades da comunidade no momento em que elas apresentam o caráter preventivo da metrologia.

Outro argumento a favor da adoção do segundo modelo de vinculação seria o controle da preservação da hierarquização de padrões, abordado anteriormente. Pelos critérios expostos, o atendimento de uma solicitação de serviços, feita diretamente da indústria ao laboratório primário, estaria condicionada à comprovação de não disponibilidade de serviços equivalentes, em nível de precisão e tipo de exigên-

cias, em núcleos de metrologia da rede secundária. Se adotamos um modelo tecnicamente centralizado no nível primário, esse é um simples processo de verificação de cadastros. Se, por outro lado, adotamos o modelo europeu, pressupõe-se então um processo de troca de informações que, além de mais longo, trará fatalmente em seu bojo exigências burocráticas envolvendo declarações, certificados etc.

Para que fosse atingido o mesmo nível de desempenho com este outro modelo, no nosso país, seria necessária integração entre entidade intermediária e nível primário, em tão alto grau de estreiteza e harmonia, que dificilmente seria atingido.

Como último argumento a favor da coordenação direta da rede metrológica industrial pelo centro metrológico científico, apresentamos o fator economia: este modelo requer a criação de uma nova divisão no organograma da entidade primária de metrologia; na prática, então, está-se propondo apenas a contratação e treinamento específico de um pequeno grupo de técnicos para desempenhar essas funções na instituição de nível primário, junto aos seus técnicos e chefes de laboratório, e não a criação de um novo órgão com espaço, instalações físicas e *staff* administrativo próprios e diversos dos já existentes na central metrológica primária.

É evidente que essa recomendação não pressupõe, em qualquer momento, coordenação administrativa ou qualquer tipo de ingerência nos aspectos político-organizacionais dos núcleos secundários. Restringimo-nos à política metrológica e metodologia técnica, pois o procedimento visa única e exclusivamente o produto — harmonização e hierarquização de medidas em nível primário — e não o meio.

Uma vez escolhido o modelo organizacional para o nível secundário de serviços metrológicos, de forma que o rastreamento de suas medidas às do nível primário seja garantido, vamos nos ocupar do modelo organizacional deste último nível. Há inúmeras soluções possíveis de serem adotadas, dependendo a sua escolha muito mais da capacitação já existente no país, que de qualquer outro fator a ser considerado. Se já há entidades que se ocupem de atribuições, ou parte delas, referentes à metrologia em nível primário, é desejável que se as aproveitem em toda a sua capacitação, conjugando ou ampliando essas atribuições, de forma que todas as necessidades do país sejam cobertas.

Em linhas gerais, pode-se optar por dois tipos de organização, dependendo das capacitações existentes, a saber:

- Não existe qualquer instituição com tarefa de metrologia científica e industrial no país. Nesse caso, cria-se um centro nacional de metrologia primária isolado, vinculado ao Ministério mais voltado para o assunto, ou atribuem-se ao órgão nacional de fiscalização metrológica de produtos e serviços — existentes em quase todos os países do mundo — as tarefas adicionais de criar e gerir o centro nacional de metrologia primária, sem prejuízo de suas funções anteriores de órgão central de metrologia legal.
- Existem uma ou mais instituições desempenhando funções metrológicas em alguns campos do conhecimento. Nesse caso, oficializa-se cada uma delas como órgão primário, dentro do seu campo de atuação, e cria-se um novo órgão — se necessário — para encarregar-se de padronização metrológica primária, nos campos não cobertos pelas instituições existentes. Exemplificando esse tipo de solução, temos a Itália, onde existem dois órgãos com funções de laboratórios nacionais de metrologia: o Insti-

tuto de Eletrotécnica Nacional é a central metrológica para todas as medidas de grandezas eletromagnéticas, enquanto que o Instituto de Metrologia Gustavo Colonetti o é para todas as outras grandezas físicas.

No Brasil, a solução adotada fica num meio-termo entre as duas apresentadas. Em 1973, visando promover o desenvolvimento qualitativo do produto industrial brasileiro, foi criado o SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – congregando todas as entidades brasileiras, públicas ou privadas, que de alguma forma estivessem voltadas para qualquer das três atividades.

A lei 5966, de 11/12/73, criou ainda o CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – como órgão normativo do Sistema, para estabelecer sua política e fixar suas diretrizes, e o INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – como órgão central executivo do Sistema.

O INMETRO, no uso de suas atribuições, pode delegar responsabilidade a outros órgãos, no que se refere às atividades de padronização metrológica primária e de qualidade industrial, como fica bastante claro no texto da Resolução 01/82 do CONMETRO; fica obrigatoriamente retida para o INMETRO a autoridade sobre a Metrologia Legal do País (indelegável), o que vem possibilitando a atribuição de algumas atividades de metrologia, em nível primário, a entidades já capacitadas para desempenhá-la, resultando otimização de recursos e esforços. Assim, no Brasil, a instituição que representa o nível primário de metrologia para tempo e frequência é o Serviço da Hora do Observatório Nacional, bem como, para grandezas de radioatividade, é o Instituto de Radioproteção e Dosimetria, ambas instituições ligadas ao CNPq/MCT.

Não existindo instituições já capacitadas para o exercício das funções metrológicas em nível primário, para a maioria das grandezas físicas (com exceção das já citadas), o INMETRO, autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria e do Comércio, teve que criar um laboratório de metrologia, praticamente a partir do nada, para desempenhar suas funções.

Cabe ressaltar a diferença entre a estruturação brasileira e a italiana: ao passo que a responsabilidade pelo nível primário é, na Itália, dividida entre os dois institutos, que atuam em paralelo, no Brasil toda a responsabilidade é centralizada no INMETRO, que delega autoridade e competência às outras instituições para atuarem, em seus respectivos campos, como órgão primário, em nome do INMETRO, através de processo de credenciamento.

O INMETRO, ao ser criado, por ter entre suas atribuições as atividades de metrologia legal do país, assimilou o Instituto Nacional de Pesos e Medidas, órgão que até então era responsável por aquelas tarefas, herdando, por assim dizer, seu *staff* técnico e administrativo, que passou a integrar o quadro de pessoal do novo instituto, bem como seus prédios, terrenos, instalações, móveis, equipamentos e material. A absorção dessa capacitação já instalada – patrimônio e pessoal – com conseqüente ampliação de funções, sugere que se proponha solução similar para o nível secundário.

Existem em todo o país órgãos estaduais e representações regionais de metrologia legal, remanescentes da antiga estrutura e já integradas à nova, que, no entanto, atuam quase que tão somente nas áreas de fiscalização e aferições comerciais compulsórias – âmbito da metrologia legal. As

condições físicas em que funcionam essas entidades variam muito de tamanho e tipo, ao longo da enorme superfície do país. De minúsculos e pobres escritórios até amplos prédios, dotados inclusive de espaços laboratoriais com instalações sofisticadas, temos toda uma gama de diferentes acomodações.

Por que não serem aproveitados de imediato os órgãos bem instalados, e/ou aparelhados, dessa rede de metrologia legal, integrando-os à rede de núcleos de metrologia industrial, ou nível secundário? Esses órgãos estaduais poderão ser os primeiros núcleos secundários, junto com os laboratórios de metrologia das universidades e centros de pesquisa do Estado. Uma vez levantada a demanda por serviços metrológicos secundários da região – ou Estado – pode-se elaborar um programa de capacitação para o órgão estadual, de forma a habilitá-lo a atuar conjuntamente com a universidade, o centro de pesquisas ou qualquer outra instituição da região – ou Estado – a fim de atender a todas as necessidades daquela comunidade. As vantagens desse procedimento são inúmeras: equipamentos já obsoletos para utilização em nível primário, mas adequados à utilização em nível secundário, são transferidos sem qualquer burocracia das dependências do nível primário para as do nível secundário, por tratar-se do mesmo patrimônio; os técnicos dos órgãos estaduais já têm conhecimento de metrologia e atuam em área correlata, o que barateia os custos de treinamento de pessoal, dentro do programa de capacitação proposto.

Esse programa consistiria, basicamente, do seguinte:

- aquisição de equipamentos, muitas vezes minimizada pela possibilidade de remanejamento citada e pelo aproveitamento de alguns outros do próprio órgão estadual, até então somente utilizados para o exercício de atividades de metrologia legal;
- treinamento de recursos humanos do órgão estadual, no laboratório primário, em estágio de curta duração, por tratar-se de pessoal que já possui os conhecimentos básicos desejáveis;
- implantação de mecanismos de facilitação do acesso – já existentes – à informação e bibliografia técnica disponível no órgão primário, por parte dos órgãos estaduais;
- pequenas obras de adequação laboratorial, quando necessárias, para implantação dos novos serviços.

Tais programas de pequeno custo, quando executados, dotariam o país, rapidamente, de três ou quatro núcleos secundários de metrologia, representando um bom começo para a infra-estrutura metrológica nacional, por prover o atendimento imediato das necessidades mais prementes.

O CENTRO METROLÓGICO NACIONAL – METROLOGIA EM NÍVEL PRIMÁRIO – INSTALAÇÕES, RECURSOS MATERIAIS E SERVIÇOS.

O centro de metrologia primária terá que ter prédios e instalações tão específicos, atendendo a exigências tão rigorosas nos seus vários aspectos, que dificilmente pode ser imaginada a utilização de centro laboratorial já existente, construído inicialmente para outros objetivos e adaptado posteriormente para aquele fim.

A precisão obtida nas medidas, se fosse esse o caso, ficaria provavelmente bastante comprometida. Partimos, então, da premissa recomendável de que vai ser construído um complexo laboratorial especialmente com a finalidade de ser o centro metrológico nacional.

O local escolhido deve ser amplo o suficiente para que possam ser implantados todos os laboratórios agrupados, conforme a área de atuação, em diferentes prédios, cada um com características especiais e bem determinadas; deve, ainda, ser suficientemente afastado do litoral, do centro urbano e de vias de tráfego intenso, de forma a isolar os equipamentos de precisão de maresia que os possa corroer rapidamente e das vibrações mecânicas intensas, provocadas por veículos, grandes obras ou multidões.

O projeto arquitetônico deve levar em conta as futuras necessidades de expansão, preferencialmente na horizontal. Além disso, detalhes técnicos, como as estreitas especificações de temperatura e umidade relativa do ar (com seus rígidos limites de tolerância, variáveis de acordo com cada laboratório, ou grupo laboratorial), necessidade de blindagem eletromagnética e outros, devem ser considerados desde a fase inicial de elaboração do projeto, de forma que os prédios, uma vez prontos, possam realmente oferecer as condições absolutamente essenciais à atividade a ser desenvolvida.

É fundamental que o projeto preveja espaço para instalação de pequenas oficinas eletroeletrônicas e mecânicas em cada prédio laboratorial, além de uma grande oficina central, bem maior. O objetivo dessas oficinas será explicado posteriormente, ao abordarmos o tópico sobre equipamentos.

É também fundamental que o grupo de técnicos que operará os laboratórios interaja com o grupo que elabora os projetos de obras civis, a fim de fornecer os subsídios necessários para que todos os detalhes de engenharia civil e de instalações sejam adequados e compatíveis com os equipamentos que vão ser utilizados e com as funções que o laboratório vai exercer. Os encontros entre as duas equipes — de construção e de futura operação — devem ser freqüentes na fase de elaboração do projeto, para que a interação seja intensa; durante a fase de execução do projeto, podem ser bastante espaçados ou até mesmo inexistentes, bastando que se encontrem os responsáveis por cada equipe. Esse é o período ideal para a capacitação inicial dos recursos humanos, de forma maciça, que abordaremos especificamente em item posterior.

Na fase final da execução do projeto, relativa ao acabamento, devem voltar a ser intensificados os encontros e a interação entre as duas equipes. Nessa altura, os equipamentos já estariam todos especificados e encomendados; por sua vez, a equipe laboratorial já estaria devidamente treinada e especializada, tendo cada qual suas atribuições definidas e toda a capacidade para exercê-las. A colaboração dessa equipe, em forma de sugestões para acréscimos, retiradas e modificações de detalhes de projeto, seria especialmente útil, fornecendo dados para ajustes finais que viabilizassem a inauguração do prédio em condições ideais de funcionamento e operacionalização.

Com relação aos equipamentos a adquirir, é importante que desde o início se adote uma metodologia que vise otimizar os recursos envolvidos, pois esta é a parcela mais cara de todas excetuando as obras civis — com o agravante de ser quase toda paga em moeda estrangeira.

A metodologia proposta consiste, em plano geral, na elaboração de um anteprojeto de relação de equipamentos, a ser feito obrigatoriamente pelo *staff* técnico, devidamente treinado em metrologia. Esse treinamento inclui visitas aos maiores centros metroológicos estrangeiros, o que fornecerá

valiosos subsídios para que os anteprojetos de lista de equipamentos sejam uma aproximação razoável da situação ideal. O passo seguinte é a constituição de comissões técnicas mistas, reunindo especialistas do país, nos vários ramos da Física envolvidos. Uma sugestão seria a formação das seguintes comissões: Mecânica Rígida, Mecânica dos Fluidos, Eletricidade e Magnetismo, Calor, Óptica, Acústica, Tempo e Freqüência. Essas comissões, constituídas por representantes dos setores científico, técnico e industrial, iriam analisar e discutir os anteprojetos de lista com as equipes laboratoriais, em vários encontros especialmente planejados para isso. Esses debates com a comunidade, a par de concomitante troca de correspondência com fabricantes, representantes e equipes técnicas de centros laboratoriais estrangeiros, é que possibilitarão que se produza uma relação de equipamentos definitiva, organizada segundo as prioridades para a aquisição, estabelecidas em função das reais necessidades da comunidade de usuários de serviços metroológicos.

Alguns parâmetros importantes a serem considerados por todo esse grupo de pessoal envolvido na elaboração da lista definitiva, a fim de que haja minimização de custos e maximização de benefícios, são a garantia, por parte do fabricante ou representante, de completa assistência técnica, em nosso país, ou o fornecimento de manual detalhado para a manutenção e reparo do equipamento, com todas as especificações, além de provimento de todas as peças de reposição, por dez anos, a partir da compra.

Em se tratando de aquisição de grande vulto, essas exigências, por parte do comprador, aparentemente tão rigorosas, não encontrarão barreiras muito fortes ao seu cumprimento. É um procedimento bastante natural e amplamente utilizado por vários compradores, tratando-se de aquisição desse porte.

Além do estabelecimento das prioridades, as comissões técnicas representativas da comunidade serão de grande valia nas análises relativas à decisão entre importar ou tentar fabricar (e/ou montar) determinados equipamentos, sistemas, componentes ou acessórios, no Brasil. É uma decisão via de regra difícil, exigindo grande sensibilidade. Muitas vezes, um projeto conjunto entre Universidade, Empresa e órgão primário de metrologia poderá resultar, em médio prazo, numa solução nacional para um problema que exigiria a importação de um ou mais itens caros e de tecnologia ainda não dominada no país. O benefício para o desenvolvimento tecnológico nacional, paralelamente à economia de divisas, será inegável e esses fatores levarão a que se penda para a decisão de atacar o projeto que substitui a importação. O prazo, porém, para que esse projeto atinja os resultados esperados, ou a própria dúvida sobre a sua exequibilidade, farão a decisão pender para o lado oposto. Se se tratar de montagem para implantar determinado serviço metroológico, cuja necessidade da comunidade seja premente, é freqüentemente menos prejudicial aos potenciais usuários pagar pela sua importação, do que aguardar pela execução bem sucedida do projeto. Haverá, inclusive, aqueles casos em que a simultaneidade das ações — adquirir o importado e dar início imediato ao projeto nacional que, em médio prazo, vai substituí-lo — será a melhor solução. É claro que, no extremo oposto, ocorrerá também, a importação de itens que não vale a pena fabricar ou desenvolver no país, mesmo quando pensados a longo prazo, por tratar-se de objetos de pouca e rara aplicação, específica e unicamente indicados para centros metroológicos nacionais primários.

Não existe fórmula para que se tome essa ou aquela decisão: cada país tem uma realidade diferente, cada caso é um caso, merecendo análise metódica e ponderada. Portanto, somente bom-senso e, repetimos, sensibilidade, ajudarão a encontrar a solução mais adequada para cada problema examinado. A metodologia proposta, ou seja, a utilização de comissões de especialistas provenientes dos setores científico e produtivo, não é a receita para que não haja dificuldades na elaboração da lista de equipamentos, mas sim útil instrumento para que aquelas possam ser contornadas de alguma forma que represente um consenso entre fornecedores e usuários de serviços metrológicos, voltado para o interesse nacional.

É ainda merecedor de atenção o fato de não tratar-se de luxo ou colonialismo importar tanto equipamento caro e sofisticado: para que se possa desempenhar as tarefas de centro metrológico nacional, realizando aferições e medições no nível de precisão mais alto do país, é necessário possuir equipamentos modernos e de mais alta qualidade, muitos deles não se constituindo produtos de linha, mas algo especialmente projetado e fabricado sob encomenda, para as finalidades de metrologia primária.

O que se deve ter em mente é que esse grande investimento em moeda estrangeira vai possibilitar o desenvolvimento tecnológico autônomo brasileiro e a consolidação da tecnologia desenvolvida, além de expandir a exportação de nossos bens e produtos, em melhores condições. Trata-se, portanto, de importar muito hoje, para exportar mais amanhã e para não precisar importar tanto depois de amanhã.

Tendo em vista a intenção exposta, de que as importações presentes venham a gerar riqueza e independência tecnológica no futuro, os equipamentos a serem adquiridos devem permitir não apenas a solução dos problemas metrológicos imediatos, como também o desenvolvimento de pesquisas que venham a resultar nas desejadas substituições de importações. Os programas de pesquisas a serem estabelecidos no centro metrológico nacional, com vistas a atender às futuras exigências do parque industrial brasileiro, somente serão bem sucedidos se, a par de um planejamento consciencioso e eficaz, contarem com infra-estrutura de instalações e instrumental adequados ao seu propósito.

Como uma última precaução a ser tomada nessa atividade, visando mais uma vez otimizar os recursos investidos, é essencial que se equipem as oficinas previstas para cada prédio laboratorial com máquinas e ferramentas selecionadas, de forma a possibilitar que a manutenção e os reparos mais simples e comuns dos instrumentos utilizados sejam feitos no próprio edifício em que se encontrem. A elaboração da relação dos equipamentos laboratoriais, simultaneamente à dos equipamentos para oficinas, facilitará a compatibilização pretendida, no que se refere tanto à oficina eletroeletrônica quanto à oficina mecânica de cada prédio. É nessas oficinas que armazenar-se-ão peças de reposição e sobressalentes de componentes, quer tenham sido enviados junto com os equipamentos, quer façam parte de um estoque planejado para esse fim. Esse procedimento, juntamente com a elaboração de programa de manutenção periódica preventiva, para todos os equipamentos instalados e cadastrados no prédio, viabilizará a utilização otimizada de toda a coleção de instrumentos, com o mínimo de ociosidade.

Os consertos mais difíceis ou especializados serão executados na oficina central, que deverá ser, portanto, muito melhor equipada que as anteriormente descritas. Essa ofici-

na terá que abranger todas as faixas de serviços das áreas eletroeletrônica e mecânica, além de divisão especializada em construção e reparo de vidraria de laboratório. Resulta daí que sua capacitação será um dos itens mais caros na implantação do centro metrológico nacional. Trata-se, no entanto, de investimento que rapidamente se compensa, conforme passaremos a mostrar.

É sabido que manutenção e reparo de instrumentação moderna, cara e sofisticada — como será a desses laboratórios — são atividades dispendiosas e demoradas, se executadas através de contratação de serviços de terceiros. Muitas vezes, nem existirá no Brasil a possibilidade de reparar todos os danos, a não ser que se equipe uma oficina, com pessoal treinado especificamente para esse fim.

A oficina central deverá ainda, estar capacitada a fabricar pequenas peças e instrumentos, especialmente imaginados para determinadas medições, ou executar adaptações em equipamentos para aferições especiais, como acontece em laboratórios de metrologia.

Por conseguinte, o investimento aplicado na capacitação de uma oficina desse tipo, além de evitar as despesas de importação de serviços, também viabilizará o desenvolvimento de pesquisas e projetos que reproduzirão, no Brasil, efeitos ou montagens somente obtidos até então em laboratórios estrangeiros, possibilitando, muitas vezes, a criação de soluções nacionais ou substituição de soluções importadas. Para que se possa apoiar o desenvolvimento tecnológico nacional autônomo, é, portanto, absolutamente essencial que essa oficina seja equipada à altura do desempenho e eficiência que dela se esperam.

Passaremos agora a abordar o aspecto da informação técnica. Se se quer implantar um centro laboratorial, destinado a realizar as medições de mais alto grau de precisão do país, e a interagir em pé de igualdade com os centros similares dos países mais avançados, o acesso do seu *staff* técnico à informação científica básica e à atualização quanto ao desenvolvimento de pesquisa e de tecnologias é fundamental. É necessário, então, que se organize, concomitantemente com a implantação dos laboratórios, e próximo deles, um núcleo de informações técnicas voltado especificamente para metrologia, capaz de armazenar e disseminar a informação de forma adequada e eficaz.

O programa para a implantação desse núcleo especializado deve incluir:

- instalação de biblioteca e formação de acervo de documentos avulsos — Todo o acervo já existente e disponível, voltado para metrologia, deve ser transferido para essa biblioteca. Além disso, devem ser iniciados procedimentos para a aquisição maciça de material informativo, não só sobre metrologia, como também sobre as inúmeras divisões da Física, como Mecânica, Eletricidade, Termologia, Óptica e Acústica, além de bibliografia ampla sobre Matemática, Estatística, Informática e Automação, Química, Engenharia, Eletrônica, Tecnologia, Instrumentação, Materiais etc. Esse acervo constituir-se-á de livros, artigos, folhetos, normas, tabelas, anais e todo tipo de publicações avulsas. Deve-se dar especial atenção às publicações mais recentes e significativas de Física e Engenharia;
- assinatura de periódicos — Sendo essa a forma mais eficiente de manter-se o *staff* técnico em dia com o avanço tecnológico e o desenvolvimento científico mundial, deve-se selecionar imediatamente as publicações mais expressivas e apropriadas, dentre os periódicos técnicos e

científicos existentes. É importante que a seleção seja feita pelos próprios profissionais de metrologia, a partir de catálogos ou relação de bibliografia do gênero, não só no caso dos periódicos, como também no caso dos documentos a adquirir para o acervo de publicações avulsas, abordado no item anterior. É aconselhável, inclusive a criação de uma comissão de usuários para a triagem do acervo de documentos avulsos e periódicos — seleção, eliminação e substituição. A adoção desse procedimento, a possibilitar constate aperfeiçoamento e atualização do estoque bibliográfico, asseguraria à biblioteca condições de atingir grande eficácia, por compatibilizá-la com as reais necessidades de seus utilizadores;

- implantação de serviço — No mundo de hoje, em que o volume de informação técnica e científica se expande velozmente, não basta que se organize uma biblioteca; há que se criar uma infra-estrutura de serviços bem mais complexa, que possibilite acesso imediato às informações de outras bibliotecas, de centros de documentação, de bancos de dados e de outros sistemas de registros automatizados. Além desses, é importante que se disponha de serviços e divulgação de fontes de informação, análise de documentos, atendimentos de consultas técnicas, disseminação de informações, levantamento bibliográfico e reprodução de documentos.

Convém que, desde o início da implantação do núcleo de informação, fique claramente definida a política de acesso à informação e, bem divulgados, os serviços disponíveis. Como última recomendação, sugere-se o treinamento especializado dos funcionários que vão administrar e operar o núcleo, de forma que o nível de atendimento aos seus usuários seja compatível com o seu potencial de oferta de informação.

RECURSOS HUMANOS PARA METROLOGIA — SELEÇÃO, CAPACITAÇÃO E PROGRAMAS.

A base para que se crie um centro técnico-científico de alto nível, sem paralelo no país, destinado à liderança nacional no campo das medições de precisão, é a formação do quadro de pessoal que vai implantá-lo, administrá-lo e operá-lo.

No século passado, quando os problemas mundiais, de ordem técnica, industrial e comercial, se ressentiram da necessidade de criação de um centro internacional de metrologia para resolvê-los, foi um grupo de físicos proeminentes, proveniente dos maiores centros de conhecimento de vários países que, reunido, estabeleceu a linguagem comum às medidas — o Sistema Internacional de Unidades — e as referências internacionais para cada grandeza. A materialização de cada unidade, a metodologia para transferência de medidas e o estabelecimento teórico e prático dos múltiplos e submúltiplos de cada unidade possibilitaram a harmonização, unificação e inter-relacionamento das medidas físicas em todo o mundo, garantindo validade universal para cada uma delas, desde que pertencentes à cadeia de rastreabilidade liderada por aquele centro.

Para que se materialize a cadeia de rastreabilidade nacional, a partir da criação do nível primário brasileiro, seu rastreamento ao nível internacional e referência das medidas do país até o nível do produto, pode ser uma boa idéia seguir as pegadas do Bureau International des Poids et Mesures. Reunir-se-iam então, alguns dos maiores físicos, ou

cientistas nacionais, de talento e renome incontestável, para conceber os programas de trabalho, estabelecer as prioridades e, principalmente, selecionar pessoal e dirigir seu treinamento. Daqui em diante, para os propósitos desse trabalho, este grupo será denominado grupo diretor.

O primeiro passo, então, será o recrutamento de físicos, químicos e engenheiros, em âmbito nacional, e a seleção, dentre eles, de um grupo de profissionais jovens, competentes, entusiasmados e dinâmicos. Para isso, a seleção deve basear-se em critérios múltiplos, como desempenho escolar, conhecimento sólido das matérias e adequação ao perfil de personalidade desejado: indivíduo dotado de iniciativa, envolvimento com a missão, capacidade de desenvolvimento e disposição para enfrentar desafios.

Um detalhe aparentemente pequeno é o conhecimento de idiomas. Não se deve esquecer, no entanto, que está se lançando a pedra fundamental da metrologia no Brasil: não há informação bibliográfica disponível ou possibilidade de aquisição de conhecimento por transmissão verbal em nosso idioma.

Assim, delinea-se uma sugestão prática para a primeira ação, por parte do grupo diretor, para a formação do quadro de pessoal do futuro centro nacional de metrologia primária: promoção de concurso público, com provas de conhecimento básico e idiomas (inglês, francês ou alemão técnico), preparados sob orientação daquele grupo, seguido de psicoteste para levantamento de perfil e exame de *curriculum vitae*.

É evidente que, a exemplo dos outros casos já apresentados, deve-se sempre buscar o aproveitamento da capacitação já existente no país. Então, paralelamente à promoção do concurso, seria aconselhável o levantamento e triagem do pessoal trabalhando em atividades metrológicas, para integrar-se ao grupo concursado.

Já se tem a base para a formação de um *staff* técnico com bom nível de qualidade e qualificação geral; as provas e outros critérios de triagem têm o respaldo dos maiores nomes da ciência no Brasil, que vão também se encarregar da elaboração dos programas de treinamento.

Inicialmente, sugere-se um programa de informação básica em metrologia, a ser promovido sob forma de curso de extensão, em nível de pós-graduação, através de convênio a ser formado com universidades. Esse curso serviria para nivelar a equipe em relação aos conhecimentos de metrologia, informá-la quanto ao estágio atual de desenvolvimento e técnica de medições para cada grandeza e dar-lhe uma visão geral do plano proposto para a implantação da infra-estrutura metrológica no Brasil, conscientizando-a do seu papel. Os cursandos receberiam bolsas de estudos e o bom desempenho conseguido neste curso condicionaria a sua contratação pela instituição, após o que poder-se-ia dar início aos treinamentos especializados.

É importante que não se descuide, com relação aos treinamentos, do aspecto gerencial. As pessoas que compõem o *staff* inicial, até aqui formado, nele ingressaram como especialistas. No entanto, alguns deles terão que ocupar posições de chefia, por força das circunstâncias. Os especialistas não recebem, da universidade, qualquer preparo para ocupar posições gerenciais, pois não é seu encargo formar gerentes, e sim técnicos de alto padrão. No entanto, de acordo com estudos promovidos pela USP, a competência dos gerentes relaciona-se diretamente com a eficiência das instituições de pesquisas, pois “o sucesso das instituições de

pesquisa na perseguição do (seu) propósito é decorrência do talento dos seus profissionais, que devem ter o potencial ou a capacidade para tanto, e que delas devem receber uma acolhida, e nelas devem encontrar as condições que favoreçam o desenvolvimento de ambas. Isto, em última instância, é consequência da orientação que lhes seja imprimida por seus gerentes, de sorte que se estabelece uma relação entre a competência destes e a eficácia daqueles” (Maximiano, 1980).

Se existe essa influência do trabalho gerencial na produtividade da instituição, e o centro metrológico nacional pretende ser eficaz, deve-se elaborar toda uma programação para formar bons gerentes, dentre a equipe até então mobilizada, iniciando-se pela identificação da vocação para o comando. “O talento do especialista, isto é, competência técnica, não deve necessariamente significar competência gerencial”. A partir da seleção referente às qualidades, inicia-se a formação de atitudes e desenvolvimento de habilidades especiais dos selecionados, de forma a se poder contar, tão logo quanto possível, com um grupo de pessoas capazes de elaborar e apresentar relatórios; estruturar, coordenar, avaliar e controlar trabalhos de equipe; estabelecer políticas e procedimentos; administrar pessoal; preparar e justificar orçamentos; controlar e distribuir recursos financeiros e outras tarefas inerentes à sua posição. Esse treinamento gerencial pode ser feito, como a especialização em metrologia básica, em convênio com universidades brasileiras, sob forma de curso de pós-graduação ou extensão universitária, na área de administração de P&D.

Os treinamentos especializados, na área técnica, devem ser feitos principalmente através de estágios de especialização e aperfeiçoamento nos grandes centros de metrologia estrangeiros. É conveniente, inclusive, que se façam acordos internacionais em que se prevejam não só idas de técnicos brasileiros àqueles países mais avançados, para estagiar em seus laboratórios metrológicos governamentais, como também a vinda de especialistas daqueles laboratórios, para apoiar a implantação dos nossos, como consultores. Essa forma de transferência direta de conhecimento, consolidada pela possibilidade de “aprender fazendo”, representada pelo estágio profissional dentro dos maiores laboratórios do mundo no ramo, tem-se mostrado bastante eficaz, sendo inclusive uma forma muito utilizada pelos países mais desenvolvidos em metrologia na formação dos seus próprios recursos humanos. Além disso, estar-se-á transferindo para o Brasil o conhecimento dos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos mundiais, possibilitando que se iniciem as nossas tarefas a partir do ponto em que se encontra a tecnologia mais moderna, evitando passar pelos caminhos errados que, inevitavelmente, terão sido trilhados e abandonados, antes que se tenha chegado àquele ponto.

É possível que se verifique, ao longo da implantação do centro metrológico nacional, a necessidade de um especialista em assunto muito específico de um ramo da Física. Esse problema, de acordo com a extensão da necessidade e a disponibilidade no país, poderá ser resolvido pela simples contratação de consultoria, ou de profissional especializado no assunto, em grau mais elevado (mestre ou doutor), para integrar a equipe do laboratório. Pode-se ainda promover curso de mestrado ou doutorado para membros do *staff* técnico, direcionando-se a tese no sentido do assunto desejado. A decisão por uma ou outra opção vai depender do caso e será tomada pelo grupo diretor ou pela equipe gerencial, cu-

ja formação e experiência de metrologia já lhes terá desenvolvido a sensibilidade necessária para tal.

De qualquer maneira, os programas de treinamento devem sempre incluir possibilidades de desenvolvimento da equipe técnica, até os limites de sua capacitação, abrangendo-se aí, desde a extensão de escolaridade — mestrado, doutorado e pós-doutorado, no Brasil ou no exterior, quando não disponível no país — até a participação em congressos, simpósios, seminários e encontros, em âmbito nacional ou internacional, desde que relacionados à metrologia ou à especialidade do técnico em questão. Esses eventos proporcionam grande oportunidade de atualização e troca de informação entre os membros da comunidade técnico-científica, não devendo ser encarados como atividades supérfluas.

À medida que os laboratórios forem efetivamente sendo implantados, será necessária a contratação de técnicos de nível médio para execução de tarefas inerentes à sua formação. A seleção e o treinamento desses profissionais devem cercar-se de tantos critérios e exigências quanto foram essas atividades para os técnicos de nível superior, consideradas as devidas diferenças. Um curso básico de metrologia, em nível de pós-técnico, com ênfase especial em instrumentação e medições, será desejável. Recomenda-se o sistema de convênio com escolas técnicas devidamente habilitadas, para formação de turmas anuais, que atendam à previsão de necessidades de contratação, elaborada pela equipe gerencial, de acordo com o cronograma de implantação do centro metrológico nacional.

Um aspecto muito relevante é referente ao treinamento especial para os técnicos que vão operar as oficinas previstas. Esses técnicos já devem ter sido recrutados e selecionados de forma um pouco diversa daqueles que trabalharão nos laboratórios, pois as exigências quanto à formação e experiência profissional relacionam-se à capacidade de reparar ou fabricar peças dentro das suas diversas especialidades. Para esses profissionais, a programação de treinamento deve incluir estágios em fábricas de equipamentos encomendados, cursos especiais promovidos por indústrias, aprendizado com profissionais — mestres, no Brasil e no exterior, outros tipos de atividades, de escopo diferente de tudo o que já foi abordado anteriormente. É importante ter-se em mente as finalidades daquelas oficinas, principalmente a oficina central, bem como o porte do investimento feito para sua implantação, e não comprometer tudo isso pela capacitação insuficiente ou inadequada do seu quadro de pessoal. A exemplo do núcleo de informação técnica, aquelas serão unidades de apoio ao atingimento dos objetivos do centro de metrologia primária, sendo imperativo, portanto, que se adeque o nível de atendimento dos serviços prestados à capacidade potencial da unidade.

Um fator importante a ser levado em conta para a implantação do centro nacional de metrologia, é a divulgação dos seus planos e programas em toda a comunidade científica, técnica e industrial, bem como o estreitamento de contatos, através, inclusive, de desenvolvimento de projetos conjuntos. Não se pode esquecer que as primeiras finalidades de criação da infra-estrutura metrológica brasileira são a consolidação da tecnologia nacional e a melhor qualidade na produção dos bens ou serviços; isso só será atingido através do engajamento de todos os setores daquelas comunidades. Será, portanto, interessante que se formulem planos especiais para a divulgação intensiva e para os projetos em colaboração, em que os próprios membros do *staff* se empe-

nhem e se envolvam, à medida que a comunidade se integra melhor a partir do diálogo entre pares.

Para encerrar o tópico de capacitação de recursos humanos, queremos ressaltar o caráter multiplicativo que se pode obter da aplicação de recursos nesta atividade. Uma vez que se tenha o cuidado de verificar a dedicação, objetivos e capacidade de desenvolvimento de cada candidato, antes de indicá-lo para um treinamento, e que se tenha planejado esse treinamento adequadamente, compatibilizando-o cronologicamente com as outras atividades, de tal forma que os conhecimentos adquiridos possam ser imediatamente utilizados na prática, já teremos tido um retorno de investimento. A partir daí, pode-se implementar um sistema de transferência de conhecimentos, em que cada elemento treinado disseminará o conhecimento adquirido por toda uma equipe. Esse sistema de disseminação de conhecimento pode ser tão ampliado e dinamizado quanto se queira, bastando para isso que se criem programas bem planejados. Dessa forma, o centro metrológico em nível primário poderá desempenhar, paralelamente ao papel de líder e coordenador da ciência e técnica das medidas do país, o papel de grande centro do conhecimento e da capacitação em metrologia, podendo-se encarregá-lo, inclusive, do treinamento dos recursos humanos e da orientação para implantação dos núcleos de nível secundário do país. É evidente que esse desempenho ideal somente será atingido se houver pessoal disponível em número suficiente, no nível primário, e se sua formação e competência profissional for reconhecida pela comunidade.

ADMINISTRAÇÃO DO CENTRO METROLÓGICO NACIONAL

Não pretendemos, nesse tópico, apresentar um sistema completo de administração para o centro de metrologia primária, mas apenas chamar a atenção para alguns aspectos que consideramos fundamentais. O primeiro deles refere-se à política administrativa do órgão. Um centro técnico, com a missão de liderar a padronização das medidas físicas do país, terá que ter um sistema de gerenciamento ágil, dinâmico e bem organizado, de forma a servir de apoio, e não de entrave, às atividades técnicas ali empreendidas. Para que o sistema funcione dessa forma, necessita-se, resumidamente, de planejamento, ação e revisão. O planejamento para todas as atividades de apoio administrativo — aquisição de material, contratação de serviços de terceiros, provimentos de insumos etc — deve ser feito com base nas necessidades reais das áreas técnicas, conforme definidas pelo seu *staff*. As ações devem ser imediatas e executadas rigorosamente conforme planejadas. Periodicamente, a área administrativa fará avaliar o grau de atendimento dos vários serviços pelos seus usuários e, conforme o resultado, reverá todos os procedimentos considerados não satisfatórios. Essa retroalimentação possibilitará a consolidação de um verdadeiro suporte administrativo eficaz para as áreas técnicas.

Uma norma a ser seguida na organização administrativa é a elaboração de documento de instruções precisas e auto-explicativas para cada procedimento administrativo; cada definição, ou modificação, de procedimento deve gerar novo documento que o apresente e explique pormenorizadamente, preferencialmente com explicitação de objetivos. A elaboração e distribuição de instruções de procedimentos para todas as atividades pode parecer excesso de burocracia,

o que não é bem aceito no meio técnico científico. No entanto, optar por agir daquele modo evitará, em verdade, desperdício de tempo, recursos e ... mais burocracia.

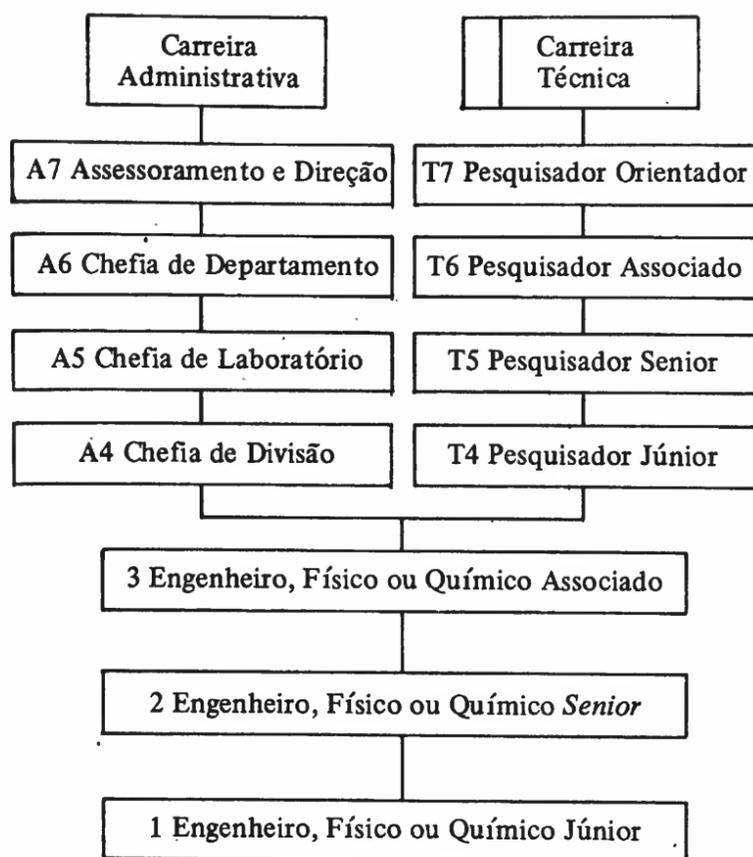
A implantação de um sistema de garantia de qualidade na administração do centro, desde que executado por profissionais sérios e competentes, que consigam promover a conscientização, a mobilização e o envolvimento de todo o *staff*, poderá ser o caminho para que o gerenciamento atinja a eficácia desejada e os funcionários produzam mais, melhor e fiquem satisfeitos.

Outros aspectos que gostaríamos de abordar, por reputarmos essencial ao bom funcionamento da entidade, diz respeito à política de cargos e salários. É imprescindível que o centro metrológico nacional tenha quadro próprio de cargos e salários, com remunerações compatíveis com o alto padrão das atividades ali desenvolvidas e afinadas com o nível salarial de mercado para tarefas similares. A criação de um quadro com tais características, no entanto, não é suficiente. Os critérios para enquadramento e promoção, dentro desse quadro, devem ser bem definidos e aceitos como justos, pelos funcionários, além de divulgados entre eles. Em linhas gerais, as recomendações quando a política de cargos e salários são:

- definir critérios, regras e procedimentos para o enquadramento e promoção, e publicá-los em manuais;
- procurar estabelecer escala salarial que forme estrutura equilibrada interna e externa ao órgão;
- basear os critérios de promoção em qualificação, participação e desempenho de funcionários, levando em conta o seu progresso individual;
- respeitar os critérios pré-estabelecidos em todos os casos, evitando o tratamento “especial” para pessoa ou grupo de pessoas.

Um fenômeno interessante, comumente encontrado nos centros técnico-científicos é a mudança de orientação de carreira. Os cientistas optam pela carreira administrativa ou gerencial, na tentativa de auferir melhores rendimentos, independentemente do seu talento ou vocação. Como resultado, tem sido cada vez mais freqüente encontrar profissionais, anteriormente promissores na área técnica, ocupando cargos gerenciais, muitas vezes sem revelar a competência necessária. Para evitar essa distorção, que significa, em última análise, desperdício de recursos, sugerimos a adoção de um sistema de carreiras em Y, ou *Dual-Ladder*, como apresentado no esquema da página seguinte.

A organização das carreiras dessa forma, colocando os físicos e engenheiros de maior especialização a par com os administradores, permite que os profissionais concentrem seus esforços no campo escolhido. É conveniente que a cada um dos sete níveis básicos corresponda uma faixa salarial de subníveis, de forma a se poder diferenciar os salários conforme o tempo de serviço, desempenho profissional etc. A mudança de nível, na carreira técnica, seria resultado da soma de pontos atribuídos aos cursos de especialização, às mudanças de grau (MSc, PhD, Prof.), às apresentações de trabalhos em simpósios e seminários, às publicações de trabalhos etc. Na carreira administrativa, as mudanças fariam-se por indicações de superiores, à medida que se revelasse a competência gerencial do indivíduo em questão para ocupar postos mais altos, respeitando-se os critérios mínimos de qualificação profissional estabelecidos para cada nível. Ainda que, a atribuição de pontos a cursos e atividades de formação especificamente gerencial, similarmente à car-



Adaptador de Van Fleet, R. – Salary Administration for Scientific and Engineering People.

reira técnica, se associada à simples indicação, resultaria em critérios mais justos para a promoção profissional.

Como última recomendação para a implantação da infra-estrutura metrológica nacional, sugere-se a contratação de especialistas em planejamento, para assessorar o grupo diretor, na elaboração dos programas e planejamento de atividades, de forma que haja compatibilização cronológica e de objetivos ao longo de todo o processo, a fim de evitar desperdício de recursos e estrangulamento de fluxos de trabalho.

CONCLUSÕES

- O Brasil não dispõe de tecnologia própria, mas sim de tecnologia importada. Para que se crie, aperfeiçoe ou transforme tecnologia, é necessário que governo e indústria – maiores beneficiários – se associem num investimento maciço em pesquisas, desenvolvimento e engenharia.
- Uma vez que se opte pelo desenvolvimento tecnológico autônomo, é através da normalização técnica e da metrologia que vai se consolidar este desenvolvimento e garantir-se a qualidade do produto industrial.
- A padronização metrológica inicia-se nas referências internacionais; assim, a infra-estrutura metrológica a ser implantada no país deve estender-se desde o nível primário, em que se rastreiam as medidas nacionais às internacionais, garantindo a sua aceitação mundial, até o nível de produção industrial, que garante a uniformização do produto.
- Para que a infra-estrutura metrológica realize a cadeia de rastreabilidade em toda a sua extensão, é conveniente que seja implantada em dois níveis: primário, ou científico, relativo à aquisição/fabricação das referências nacionais e seu rastreamento às internacionais; e secundário, ou industrial, relativo à disseminação das medidas do nível primário até o nível do produto.
- O nível primário seria exercido por um centro metrológico e o secundário por uma rede de inúmeros núcleos prestadores de serviços metrológicos, vinculados tecnicamente ao nível primário, onde se integraria toda a capacidade laboratorial já existente no país.
- Em vista do custo da criação de um centro metrológico nacional, é necessário que se tomem inúmeras precauções que objetivem otimização de recursos; e, que se faça um planejamento metódico com relação a obras, instalações, equipamentos, informação técnica, recursos humanos e administração, a fim de que esse centro, destinado a exercer a liderança das medições físicas do país, esteja à altura da sua função e exerça-a de forma eficaz.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, L.G. Características da estrutura salarial e aspectos comportamentais em Instituições de P&D – Relato de uma pesquisa, in *Revista de Administração de Empresas*, FGV, Rio de Janeiro, 24(4), 1984.

CARNEIRO MONTEIRO, L. R. & SANCHES, E.M. Padronização, in *Anais do 1º Simpósio de Metrologia na Qualidade*, INMETRO, 1985.

INMETRO - Projeto de implantação do Laboratório Nacional de Metrologia, Carneiro Monteiro L.R.

et alli (coord.), dez. 1984.

KESSLER, K.G. - *Metrology support in Brasil*, NBS, abr 84 - Relatório para o Banco Mundial.

KESSLER, K.G. *An evaluation of CEMCI*, NBS, set 85 Relatório para o INMETRO.

LONGO, W.P. *Tecnologia e transferência de tecnologia* Apostila X, PACTo, FEA/USP.

MAXIMIANO, A.C.A. Função gerencial no processo de inovação tecnológica, in *Administração do processo de inovação tecnológi-*

ca, S. Paulo, Ed. Atlas, 1985.

PIMENTA, A. Produtividade no serviço público, in *Vida industrial*, FIEMG, Minas Gerais, 32(1), jan de 1985.

RATTNER, H Ciência e tecnologia: as tendências atuais, in *Economia e Desenvolvimento*, nº 2, Cortez Editora.

VAN FLEET, R. Salary Administration for Scientific and Engineering People. *Research Management*, 10(6): 379. 1967.

Previsto, ainda em 1986, o lançamento do livro Política e Gestão em Ciência e Tecnologia: Estudos Multidisciplinares — uma produção do Núcleo de Política e Gestão de Ciência e Tecnologia da USP — sob a coordenação dos Profs. Jacques Marcovitch, Hamilton Luiz Corrêa, Hélio Nogueira da Cruz e Afonso Carlos Corrêa Fleury.

A Ciência e a Tecnologia constituem hoje fatores preponderantes no processo de desenvolvimento econômico e social de qualquer país. A evolução do acervo de conhecimentos científicos e tecnológicos disponível num país é vital para a consecução dos objetivos de desenvolvimento sócio-econômico, que se concretiza através da produção de novos produtos e processos.

O tema Política e Gestão de Ciência e Tecnologia caracteriza-se por sua natureza multidisciplinar, sendo objeto de estudo em diferentes setores acadêmicos, os quais costumam abordá-lo a partir de distintos quadros conceituais, utilizando diversos métodos de pesquisa.

Essa característica de multidisciplinaridade levou os Departamentos de Administração e de Economia da Faculdade de Economia e Administração e o Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP a assumirem um esforço conjunto no sentido de melhor desenvolver o tema. As atividades do NPGCT/USP têm se voltado especialmente para o aumento da interação entre os pesquisadores da USP em particular e entre estes e a comunidade técnico-científica em geral, para o mútuo enriquecimento dos trabalhos desenvolvidos.

É nesta linha de atuação que surge esta Coletânea, composta por resumos de trabalhos apresentados como dissertações de mestrado ou teses de doutoramento, elaborados por pesquisadores vinculados ao NPGCT/USP. De acordo com o exposto acima, é importante realçar que os textos que compõem a Coletânea refletem as orientações conceituais e metodológicas dos três departamentos.

Os três primeiros textos são de pesquisadores do Departamento de Engenharia de Produção. No primeiro deles, Henrique Silveira de Almeida trata de uma questão de grande relevância que é a da definição dos conceitos básicos na área de Ciência e Tecnologia. Após uma análise metódica de termos de ampla utilização como invenção, inovação e transferência de tecnologia, Almeida propõe um modelo composto de quatro atividades básicas: Pesquisa, Engenharia, Produção e Mercado, que alimentam quatro estoques básicos: Ciência, Tecnologia, Bens e Homens. A partir dele, não só recoloca os conceitos anteriormente citados, como introduz uma gama de conceitos usualmente utilizados na literatura de C&T, e os define em função daqueles oito elementos básicos. Embora seja puramente conceitual o trabalho é de grande repercussão prática.

O segundo e o terceiro textos, de Ferreira e Muscat, respectivamente, colocam grande ênfase no desenvolvimento de modelos para o equacionamento de problemas típicos na área de PGCT.

O uso de modelos como instrumento de apoio no planejamento energético vem se generalizando. Isto é consequência da complexidade do assunto, que engloba a geração e a disseminação de novas tecnologias, a interdependência com a economia e as perspectivas de esgotamento das fontes não-renováveis de energia. O texto de José Joaquim do Amaral Ferreira, apresenta uma visão geral desses problemas e dos principais modelos utilizados no planejamento, para então fazer a proposição de um modelo de sistemas dinâmicos como instrumento de apoio às decisões no planejamento de energia.

Antonio Rafael Muscat estuda a análise econômica de projetos interdependentes através da programação dinâmica. A técnica desenvolvida permite que sejam considerados, por exemplo, projetos industriais, de pesquisa e desenvolvimento etc. A pergunta que se coloca neste caso é: dado o conjunto de projetos a ser analisado; dados o retorno e os gastos de capital de cada projeto, segundo cada uma das maneiras em que o mesmo pode se apresentar (versões); e dadas as medidas da interação entre os projetos, apontar quais projetos (e em quais versões) devem ser selecionados de forma a se otimizar a função de retorno do conjunto de projetos, sujeita a restrições de capital.

Os estudos de Tadini e Lima têm a ótica do Departamento de Economia, apresentando esforços na área de dois ramos industriais. O estudo de Venilton Tadini trata da evolução do setor de bens de capital sob encomenda, um ramo industrial de importância estratégica para todos os demais segmentos industriais, no período posterior à primeira crise do petróleo. Neste período, devido às metas do II PND e às exigências de poupar divisas, a demanda estatal e a oferta doméstica passaram por uma experiência excepcional que exigiu intenso esforço de articulação (a nível de órgãos públicos, organizações patronais etc.) para que o setor mantivesse seu crescimento e crescente sofisticação tecnológica. Entretanto, a partir da crise de 1982/83 o setor passou a ser duramente atingido pela queda da demanda, que ainda após três meses do Plano Cruzado, não tem apresentado sinais seguros de recuperação, o que pode afetar negativamente o patrimônio tecnológico acumulado depois de tantos anos de trabalho custoso.

O estudo de Marcelo Alceu Amoroso Lima trata essencialmente da difusão do pacote tecnológico que modernizou a avicultura brasileira num espaço de tempo bastante reduzido. A principal contribuição do trabalho advém do fato do autor adotar a ótica da Teoria da Organização Industrial e da Economia da Tecnologia, chegando a conclusões bastante ricas e inexploradas, pois o setor vinha sendo pesquisado por uma literatura mais próxima à Economia Agrícola. Assim, a crescente oligopolização e internacionalização do setor ganha um papel de destaque, indispensável à compreensão dos seus rumos futuros.

Passando ao conjunto de textos elaborados na área de Administração, o primeiro deles se situa no plano das Políticas em Ciência e Tecnologia. Gileno Fernandes Marcelino observa inicialmente que, muito embora o reconhecimento da importância de Ciência e Tecnologia em nosso país tivesse levado à formulação do PBDCT — Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à instituição do SNDCT — Sistema Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico há mais de uma década, o SNDCT ainda carece de efetiva articulação e as agências e órgãos que o compõem têm atuação isolada e dispersa. Com a criação dos SECTs — Sistemas Estaduais de Ciência e Tecnologia, o Governo Federal procurou descentralizar e simplificar o processo decisório, fortalecendo as regiões, os Estados e os próprios órgãos articuladores e executores da Política de Ciência e Tecnologia. No texto aqui apresentado, Marcelino busca traçar as linhas para a compreensão da viabilidade deste modelo institucional assim como encaminhar a proposição de um modelo específico de SECT, adequado às peculiaridades regionais e estaduais do Nordeste.

No plano das análises do nível de empresa, encontramos os textos de Eduardo Vasconcellos e Isak Kruglianskas. Este último estudou a interface entre as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento e de Marketing em empresas que possuem Centros de Tecnologia Cativos. Kruglianskas observou que a eficácia do Centro de Tecnologia está significativamente correlacionada com a interação entre este e o setor de Marketing. Além de analisar tal interação em diferentes aspectos do processo de P&D tais como seleção e concepção de projetos, orçamentação etc., o autor sugere medidas para estimular a interação entre os Centros de Tecnologia e os setores de Marketing/Vendas em nossas empresas industriais.

Eduardo Vasconcellos apresenta e discute a utilização de estruturas de tipo matricial em organizações de Pesquisa e Desenvolvimento. Para o autor, o uso adequado da estrutura matricial contribui de maneira significativa para a consecução dos objetivos dessas organizações, que se articulam em termos do desenvolvimento e transferência de tecnologia ao setor produtivo.

ATUALIDADE E INFORMAÇÃO CERTA PARA A SUA ÁREA

revista de ADMINISTRAÇÃO

O homem de administração precisa estar inteirado de tudo o que há de mais novo e palpante na área. A Revista de Administração leva até você, trimestralmente, os mais relevantes trabalhos realizados no País, numa linguagem clara e objetiva. Não deixe esta oportunidade passar em branco. Preencha o cupom anexo e assine a publicação científica que sabe ser dinâmica e atual.

CUPOM DE ASSINATURA

Desejo fazer a assinatura da Revista de Administração por

1 ano (4 edições) Cz\$ 80,00

2 anos (8 edições) Cz\$ 150,00

Desejo receber os nºs anteriores abaixo assinalados, pelo preço de Cz\$ 20,00 cada:

19.2 19.3 19.4 20.1

20.2 20.3 20.4 21.1

pelo que anexo cheque nº _____ Banco _____
ou vale Postal nº _____ nominal ao Fundo de Pesquisa do Instituto de Ad-
ministração FEA-USP

NOME _____

ENDEREÇO RESIDENCIAL OU CAIXA POSTAL _____

_____ CEP _____ CIDADE _____ ESTADO _____

ORGANIZAÇÃO EM QUE TRABALHA _____ CARGO _____

ENDEREÇO COMERCIAL OU CAIXA POSTAL _____

TELEFONE _____ CEP _____ ESTADO _____

REMESSA PARA RESIDÊNCIA DATA _____ / _____ / _____

EMPRESA _____ ASSINATURA

**ESTE CUPOM DEVE SER ENVIADO
PARA:**

**REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO
INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO FEA-USP
CAIXA POSTAL 11.498
05499 - SÃO PAULO - SP**

