



FUNDAÇÃO
GETULIO VARGAS

EBAPE

Escola Brasileira de
Administração Pública
e de Empresas

DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS EM TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO BRASIL: EVIDÊNCIAS DE UMA AMOSTRA DE ORGANIZAÇÕES RELACIONADAS À PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) - UM EXAME PRELIMINAR

Coordenação:

Paulo N. Figueiredo, Ph.D.

Professor da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas
(EBAPE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV)

Apresentação especialmente preparada para o Fórum Desenvolvimento
de Produtos para Tecnologia da Informação, Comunicação e Componentes

São Paulo, 25 de abril de 2007

ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

- 1. Por que este estudo é importante?**
- 2. Modelos de análise**
- 3. Desenho e métodos do estudo**
- 4. Principais resultados**
- 5. Análises e discussões**
- 6. Conclusões**
- 7. Recomendações**

POR QUE ESTE ESTUDO É IMPORTANTE?

- Debate internacional sobre internacionalização de competências tecnológicas inovadoras no contexto de economias emergentes;
- Debate internacional sobre trajetória de desenvolvimento tecnológico e industrial na América Latina e Brasil
 - * Deterioração das competências tecnológicas construídas na década de 1980 e inexistente e/ou fraca interação entre infraestrutura tecnológica e empresas, ou seja, há um enfraquecimento generalizado do Sistema de Inovação no Brasil.
 - * Por isso, países da América Latina e Brasil estaria tão-somente voltados para a produção de *commodities* industriais, enquanto atividades de engenharia e de P&D estariam concentradas em países tecnologicamente avançados (EUA, alguns países da Europa e Japão).

POR QUE ESTE ESTUDO É IMPORTANTE?

Por que TIC?

- Ambiente dinâmico;
- Crescimento da indústria nacional;
- Política de desenvolvimento industrial:
 - * Lei de Informática
 - * Fundos Setoriais;
 - * Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) → *software*;
 - * Lei de Inovação.

POR QUE ESTE ESTUDO É IMPORTANTE?

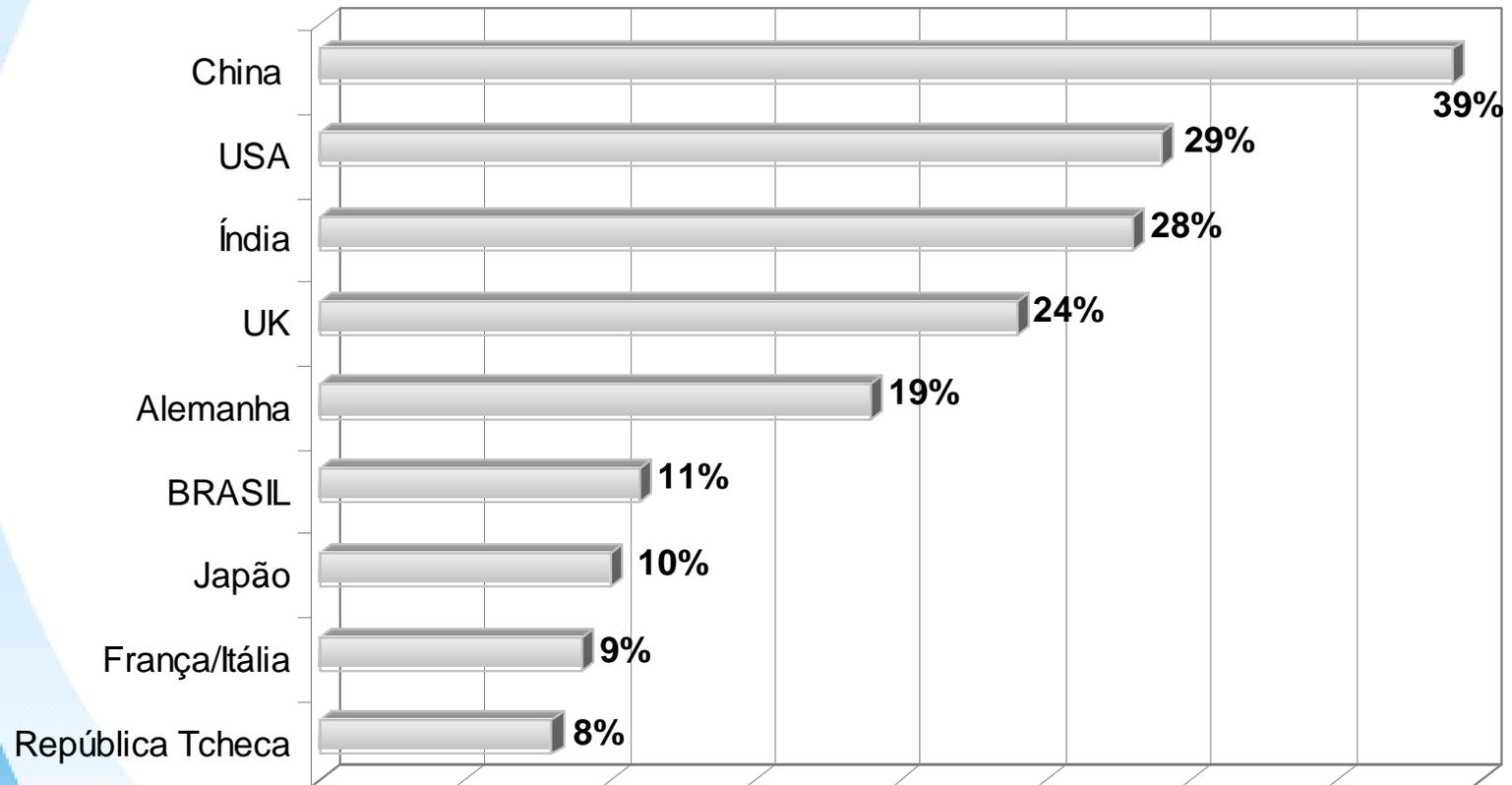
- Brasil: escassez de evidências empíricas relativas ao papel de certos componentes da infra-estrutura tecnológica no desenvolvimento de competências inovadoras - discussões internas e generalizações negativas:
- Debate sobre política industrial ainda centrado em 'ter' ou 'não ter', porém pouco tem sido feito em termos de busca evidências e explicações sobre 'como' fazer, 'porque', 'onde' e com que intensidade fazer esforços de política industrial
- Novas evidências empíricas e explicações que auxiliem gestores públicos no desenho de políticas e também gestores de empresas e institutos de P&D na implementação de estratégias que possam acelerar o desenvolvimento tecnológico nacional.

Tabela 1. Objetivos da política industrial em países de industrialização recente (Tigres Asiáticos)

País	Aprofundamento da estrutura industrial	Aumento do conteúdo local	Estratégia para IED	Aumento do esforço tecnológico	Promoção de empresas locais de larga escala
Hong Kong	Nenhum	Nenhum	Abertura passiva	Nenhuma, exceto suporte de tecnologia para PMEs.	Nenhuma
Cingapura	Impulso fortíssimo para indústria de alta especialização e alta tecnologia, sem proteção.	Nenhum, mas com recente promoção de subcontratação para PMEs.	Metas agressivas e resguardo de ETNs, direcionamento para atividades de alto-valor agregado.	Nenhum para firmas locais, mas foco no aumento de P&D em ETNs.	Nenhuma, mas com empresas do setor público entrando em áreas-alvo.
Taiwan	Forte impulso de capital, indústria intensiva em habilidades e tecnologias.	Forte pressão para aumento do conteúdo local e subcontratação.	IED resguardado - entrada desencorajada onde empresas locais são fortes. Impulso à difusão tecnológica local.	Forte suporte tecnológico para P&D local e aprimoramento em PMEs. Governo conduz desenvolvimento de alta tecnologia.	Esporádica: para entrada em indústria pesada, principalmente pelo setor público.
Coréia	Forte impulso de capital, indústria intensiva em habilidades e tecnologias, especialmente bens de capital e intermediários (pesados).	Rígidas regras de conteúdo local, criação de indústrias de suporte, proteção dos fornecedores locais, promoção de subcontratação.	IED fica de fora, a não ser quando necessário para acessar tecnologias ou exportações, encorajamento para <i>joint ventures</i> e licenciamentos.	Ambicioso P&D local em indústrias avançadas, investimento pesado em tecnologia e infra-estrutura. Foco em tecnologias estratégicas.	Orientação sustentada para a criação de gigantes conglomerados privados para internalizar mercados, indústria pesada de vanguarda, criação de marcas de exportação.

POR QUE ESTE ESTUDO É IMPORTANTE?

Gráfico 1. Países em que determinadas empresas transnacionais planejam realizar os maiores gastos com P&D nos próximos 3 anos (excluindo-se o mercado doméstico)



POR QUE ESTE ESTUDO É IMPORTANTE?

Foco deste estudo:

- (1) Até que ponto há, no Brasil, evidências de desenvolvimento de atividades inovadoras no setor de tecnologia de informação e comunicação? Ou seja: até que ponto há no Brasil evidências de disseminação (internacionalização) de competências tecnológicas em TIC?

- (2) Mais especificamente, quais são as competências tecnológicas dos institutos de P&D pesquisados e as principais fontes para construí-las, ao longo de sua existência?

- (3) À luz de (1) e (2), quais são as implicações para a literatura existente e para a formulação de políticas e de estratégias de gestão? Em outras palavras, quais as recomendações para apoiar políticas e estratégias que emergem a partir deste estudo?

MODELOS DE ANÁLISE USADOS NESTE ESTUDO

MENSURAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Tabela 2. Modelo analítico para o exame das competências tecnológicas no setor de TIC

Níveis de Competência	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Produtos e Soluções	Ferramentas e Processos
	Engenharia de <i>Software</i>	Gestão de Projetos		
Competências de Rotina				
Nível 1 Básico	Ferramentas básicas e tecnologias pré-existentes de desenvolvimento de <i>software</i> . Práticas de gestão incipientes. Ambiente instável para o desenvolvimento de <i>software</i> e atividades de P&D correlacionadas.	Práticas internas de gestão de projetos informais e intermitentes. Imprevisibilidade de prazos, orçamentos, funcionalidade e qualidade do produto. Gestão de projetos realizada pelos clientes.	Replicação de especificações determinadas pelos clientes. Pequenas adaptações de tecnologias já existentes.	Uso de ferramentas básicas de engenharia de <i>software</i> . Processos operacionais não-formalizados. Técnicas de controle de qualidade incipientes.
Nível 2 Extra básico	Utilização e adaptação de tecnologias desenvolvidas por terceiros. Formalização das práticas básicas de engenharia de <i>software</i> .	Gestão de projetos realizada informalmente, com base nas práticas dos clientes. Padronização das fases básicas de um projeto (ex: planejamento, testes e desenvolvimento). Gestão de projetos abrangendo fornecedores e subcontratados.	Atividades de reengenharia e cópia. Novas aplicações para tecnologias e produtos, visando ao atendimento das necessidades pontuais da empresa-cliente.	Estruturação dos processos operacionais. Controle de documentos operacionais e gerenciais. Controle de instruções técnicas para projetos. Uso de canais de comunicação em redes compartilhadas.
Competências Inovadoras				
Nível 3 Inovativo Básico	Processos de desenvolvimento de <i>software</i> estruturados e padronizados. Interação com clientes e parceiros para desenvolvimento de novas tecnologias.	Planejamento e coordenação formal de projetos simples. Capacidade de gestão de projetos baseada na performance de projetos anteriores. Capacidade de identificação dos riscos dos projetos. Sistemas de controle de documentação de projetos. Capacitação de gerentes de projeto.	Processo de identificação das necessidades da empresa-cliente. Desenvolvimento de produtos e soluções para solucionar problemas específicos. Análise, definição e especificação de requisitos.	Sistemas institucionais para integração de informações e dados (ex: base de projetos). Padronização do processo de desenvolvimento de <i>software</i> . Capacitação em metodologias de gestão de processos. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM2.

Níveis de Competência	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Produtos e Soluções	Ferramentas e Processos
	Engenharia de <i>Software</i>	Gestão de Projetos		
Nível 4 Intermediário	Integração das ferramentas do instituto com as utilizadas por clientes e parceiros. Complementaridade das atividades de P&D para viabilizar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras.	Gestão de projetos complexos, envolvendo áreas de especialização tecnológica complementares. Interação contínua entre gerentes de projeto do instituto e gerentes de projeto dos clientes. Documentação formal das fases do projeto em base de dados.	Tecnologias inovadoras visando ao mercado em potencial. Soluções complexas a partir da integração de áreas de especialização (ex: óptica, Java, reconhecimento de voz).	Criação de novas unidades organizacionais. Fortalecimento das práticas de gestão de projetos. Gestão estratégica da qualidade; obtenção de certificações internacionais (ISO, PMP-PMI). Processos baseados em e controlados por <i>web intranet</i> . Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM3.
Nível 5 Intermediário-superior	Equipes multidisciplinares, rotativas, de alta especialização tecnológica. Soluções inovadoras em engenharia de <i>software</i> e novas tecnologias a partir de <i>insights</i> próprios. Desenvolvimento de <i>software</i> em conjunto com centros globais.	Formalização da gestão de risco. Avaliação de performance em projetos por meio de métricas quantitativas.	Interação com o mercado global. Desenvolvimento de produtos e soluções em tecnologias de última geração (ex: TV digital, PDAs, integração, telefonia celular - CDMA, TDMA, GSM, iDEN).	Transformação (reengenharia) dos processos críticos do instituto. Ferramentas avançadas de gestão de processos. Normas e padrões de projetos próprios (ex: Proscs). Execução de projetos envolvendo gestão de processos globais e simultâneos. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM4.
Nível 6 Avançado	Centro de P&D de excelência mundial no desenvolvimento de novas tecnologias (ex: <i>games</i> , <i>grid computing</i> , <i>messaging</i> , iDEN).	Gestão de projetos de classe mundial. Gerência de equipes fisicamente distantes. Capacidade pró-ativa de reconhecer fraquezas. Prevenção da ocorrência de falhas em processos e de defeitos em produtos.	Desenvolvimento de produtos e soluções de alta complexidade, com grande capacidade de personalização e adaptação para atender a necessidades ainda não identificadas via P&D (ex: <i>grid computing</i> , convergência). Geração de <i>spin-offs</i> em decorrência da elevada especialização tecnológica.	Aprimoramento contínuo dos processos e sistemas operacionais, tanto a partir de avanços incrementais nos processos existentes quanto a partir de novos métodos e tecnologias. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM5.

Tabela 3. CMM versus modelo utilizado para mensurar competências tecnológicas neste estudo

Áreas-chave para os níveis de maturidade CMM	Competências tecnológicas no modelo utilizado nesta dissertação
CMM1 - Inicial: -	-
CMM2 - Repetível:	
• Gestão de requisitos	• Nível 3: produtos e soluções
• Planejamento de projetos de <i>software</i>	• Nível 3: gestão de projetos
• Supervisão do curso de projetos de <i>software</i>	• Nível 3: em gestão de projetos
• Gestão de subcontratados de <i>software</i>	• Nível 2: gestão de projetos
• Garantia de qualidade de <i>software</i>	• Nível 3: ferramentas e processos
• Gestão da configuração de <i>software</i>	• Nível 2: engenharia de <i>software</i>
CMM3 - Definido:	
• Foco nos processos organizacionais	• Níveis 2 e 3: ferramentas e processos • Nível 3: engenharia de <i>software</i> , gestão de projetos e produtos e soluções
• Definição dos processos organizacionais	• Níveis 2 e 3: ferramentas e processos • Nível 3: engenharia de <i>software</i> , gestão de projetos e produtos e soluções
• Programa de treinamento	• Nível 3: ferramentas e processos

Tabela 3. (continuação)

CMM3 - Definido (cont.):	
• Gestão de software integrada	• Níveis 3 e 4: engenharia de <i>software</i>
• Engenharia de software de produtos	• Níveis 3 e 4: produtos e soluções
• Coordenação entre-grupos	• Níveis 3 e 5: engenharia de <i>software</i> • Nível 4: gestão de projetos
• Revisões sistemáticas	• Nível 4: ferramentas e processos
CMM4 - Gerenciado:	
• Gestão quantitativa de processos	• Nível 5: gestão de projetos e ferramentas e processos
• Gestão da qualidade de software	• Níveis 4 e 5 em ferramentas e processos
CMM5 - Otimizado:	
• Gestão de mudanças em processos	• Nível 6: gestão de projetos e ferramentas e processos
• Gestão de mudanças em tecnologias	• Nível 6: engenharia de <i>software</i> • Níveis 5 e 6: produtos e soluções
• Prevenção de defeitos	• Nível 6: gestão de projetos e ferramentas e processos

MODELOS DE ANÁLISE

PRINCIPAIS FATORES INFLUENTES (FONTES) PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

1. PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS
2. LIGAÇÕES COM COMPONENTES DA INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA E EMPRESAS

Tabela 4. Modelo analítico para o exame dos processos de aprendizagem Intra-organizacionais

Processos de Aprendizagem Intra-organizacionais		Características-chave dos processos de aprendizagem intra-organizacionais			
		Variedade	Intensidade	Funcionamento	Interação
		Ausente - Presente [Limitada-Moderada-Diversa]	Baixa - Intermitente - Contínua	Ruim - Moderado - Bom	Fraca - Moderada - Forte
Processos de Aquisição de Conhecimento	Aquisição Externa de Conhecimento	Preseça/Ausência de processos para adquirir conhecimento localmente ou no exterior (ex: treinamento, fornecedores, usuários, contratação de <i>expertise</i> , laboratórios, universidades, assistência técnica).	Modo como a empresa usa este processo ao longo do tempo. Pode ser contínua, intermitente ou baixa.	Modo como o processo foi criado e modo como ele opera ao longo do tempo.	Modo como um processo influencia outro processo de aquisição externa ou interna.
	Aquisição Interna de Conhecimento	Preseça/Ausência de processos para adquirir conhecimento em ativ(s) internas de rotina ou inovadoras (ex: experimentação sistemática, treinamento).	Modo como a empresa diferentes processos para aquisição interna de conhecimento.	Modo como o processo foi criado opera ao longo do tempo; tem implicações para variedade e intensidade.	Processo de conhecimento interno pode ser influenciado por processos de aquisição externa.
Processos de Conversão de Conhecimento	Compartilhamento de Conhecimento	Presença/Ausência de diferentes processos por meio dos quais indivíduos compartilham seu conhecimento tácito (ex: solução compartilhada de problemas, times, rotação no trabalho, treinamentos diversos, prototipagem).	Modo como processos prosseguem ao longo dos anos. Intensidade contínua do processo de compartilhamento pode influenciar codificação de conhecimento.	Modo como mecanismos de compartilhamento são criados e operam ao longo do tempo. Tem implicações para variedade e intensidade do processo de conversão.	Condução de diferentes conhecimentos tácitos para um sistema efetivo. Compartilhamento pode ser influenciado por processos de aquisição externa e interna.
	Codificação de Conhecimento	Presença/Ausência de diferentes processos para formatar o conhecimento (ex: manuais, formatos organizados, <i>software</i> , padrões, projetos, procedimentos).	Modo como processos como padronização de operações são repetidamente feitos. Codificação ausente/intermitente pode limitar a aprendizagem organizacional.	Modo como a codificação do conhecimento foi criada e opera ao longo do tempo. Tem implicações para o funcionamento de todo o processo de conversão.	Modo como a codificação do conhecimento foi influenciada por processos de aquisição ou por processos de compartilhamento.

Tabela 5. Natureza das ligações com empresas e infra-estrutura tecnológica

Ligações Informais	1. Contatos informais com pesquisadores / empresários
	2. Acesso à literatura especializada
	3. Acessos à pesquisa de departamentos específicos
	4. Participação em seminários e conferências
	5. Acessos a equipamentos da universidade e/ou dos institutos de pesquisa
	6. Participação em programas específicos (educacionais e de treinamento)
	7. Outras ligações informais (especificar)
Recursos Humanos	8. Envolvimento de estudantes em projetos
	9. Recrutamento de recém-graduados
	10. Recrutamento de cientistas e engenheiros mais experientes
	11. Programas de treinamento formalmente organizados para atender às necessidades dos recursos humanos
	12. Outras ligações de recursos humanos (especificar)
Ligações Formais	13. Consultoria desenvolvida por pesquisadores ou consultores
	14. Análises e testes (ensaios técnicos)
	15. Serviços de atualização de acervo (normas técnicas utilizadas, patentes)
	16. Respostas técnicas (diagnóstico de problemas em termos de processo produtivo)
	17. Estabelecimento de contratos de pesquisa (como desenvolvimento de <i>software</i>)
	18. Estabelecimento de pesquisa conjunta
19. Outras ligações formais (especificar)	

Tabela 6. Níveis de classificação das ligações

Em termos de <u>Freqüência</u>	F1 = até 2 vezes ao ano
	F2 = de 3 a 6 vezes ao ano
	F3 = uma vez por mês
	F4 = uma vez por semana ou mais
Em termos de <u>Resultados</u> Obtidos	R1 = Conselhos verbais
	R2 = Fornecimento de informações
	R3 = Relatórios
	R4 = Implementação de programas específicos
	R5 = Especificações de <i>design</i>
	R6 = Protótipos
	R7 = Patentes
	R8 = Outros (especificar)
Em termos de <u>Benefícios</u> Alcançados	B1 = nenhum
	B2 = pequeno benefício
	B3 = benefício moderado (complementar)
	B4 = grande benefício (crucial)

DESENHO E MÉTODOS DO ESTUDO

Amostra:

➤ 18 institutos de P&D atuantes nos segmentos de TIC (beneficiados pela Lei de Informática);

Critérios para seleção:

- Localização: dispersão geográfica em território nacional → institutos geograficamente distribuídos em todas as regiões do Brasil;
- Idade: data de criação → institutos criados em momentos de tempo distintos (1960s a 2001);
- Natureza: institutos de P&D públicos e privados, tanto ligados a universidades quanto independentes ou ligados a empresas.

Institutos divididos em dois grupos: institutos ligados a universidades (6) e institutos independentes ou ligados a empresas (12).

DESENHO E MÉTODOS DO ESTUDO

Coleta de dados:

- Período de realização do estudo: janeiro/2004 a fevereiro/2005;
- Trabalho de campo: julho-setembro/2004:
 - * Evidências de primeira mão
 - * Entrevistas formais com gestores dos institutos;
 - * Observação direta;
 - * Análise de documentação.

Tratamento de dados:

Pacote estatístico SPSS;

- Construção sistemática de tabelas analíticas.

Processos de aprendizagem intra-organizacionais - três fases comuns:

- (1) Fase Inicial - período em que os institutos iniciam suas atividades;
- (2) Fase Intermediária - período de transição da primeira fase para a última, marcado por amadurecimento tecnológico dos institutos e por adaptação a condições externas;
- (3) Fase Atual.

Localização geográfica no Brasil das organizações pesquisadas



PRINCIPAIS RESULTADOS

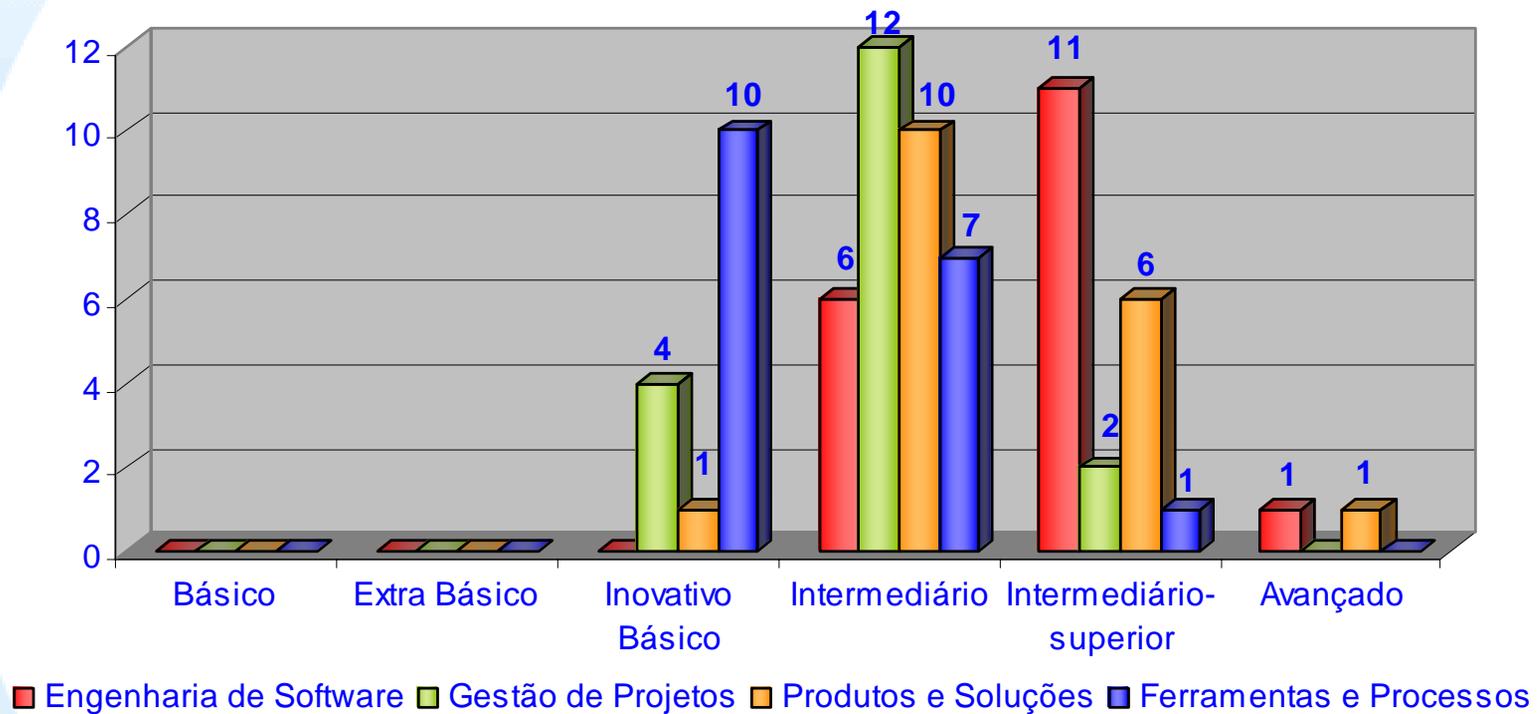
TIPOS E NÍVEIS DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS DAS ORGANIZAÇÕES ESTUDADAS

1. PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS

Tabela 7. Tipos e níveis de competências tecnológicas acumulados pelos institutos estudados

Níveis de Competência	Atividades de Engenharia e Gestão de Projetos		Produtos e Soluções	Ferramentas e Processos
	Engenharia de Software	Gestão de Projetos		
Competências rotineiras				
Nível 1 - Básico	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)
Nível 2 - Extra básico	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)
Competências Inovadoras				
Nível 3 - Inovativo Básico	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)	18 (100,00%)
Nível 4 - Intermediário	18 (100,00%)	14 (77,78%)	17 (94,44%)	8 (44,44%)
Nível 5 - Intermediário-superior	12 (66,67%)	2 (11,11%)	7 (38,89%)	1 (5,56%)
Nível 6 - Avançado	1 (5,56%)	0 (0,00%)	1 (5,56%)	0 (0,00%)

Gráfico 2. Níveis máximos de competências tecnológicas alcançados pelos institutos estudados



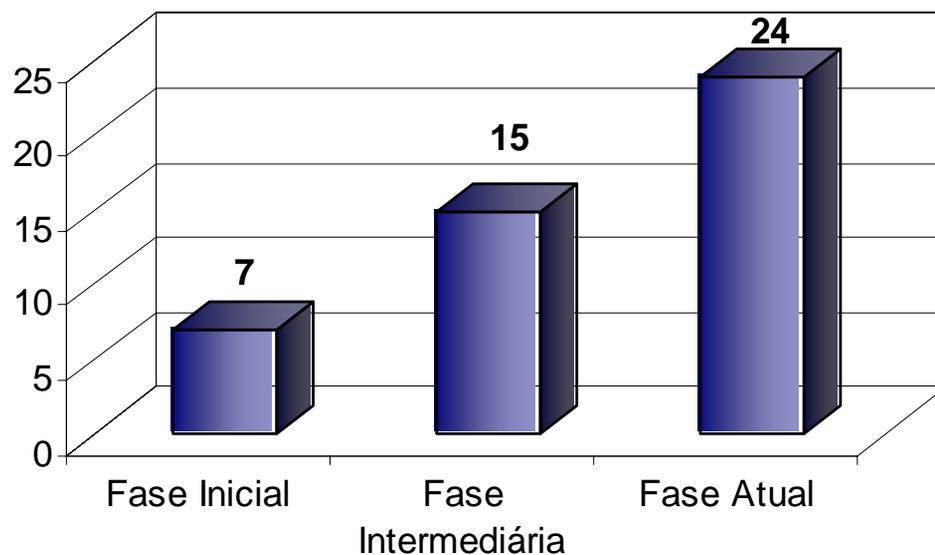
PRINCIPAIS RESULTADOS

PRINCIPAIS FATORES INFLUENTES PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NAS ORGANIZAÇÕES ESTUDADAS

1. PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS

(variedade dos processos e mecanismo de aprendizagem
intra-organizacionais)

Gráfico 3. Evolução dos processos de aquisição externa de conhecimento (n° de processos presentes em mais de 9 institutos estudados)



➤ Fases inicial e intermediária:

* Realização de treinamentos - conforme necessário (14/15) / desenvolvimento de *software* (12/14);

* Participação em congressos e seminários (13/15);

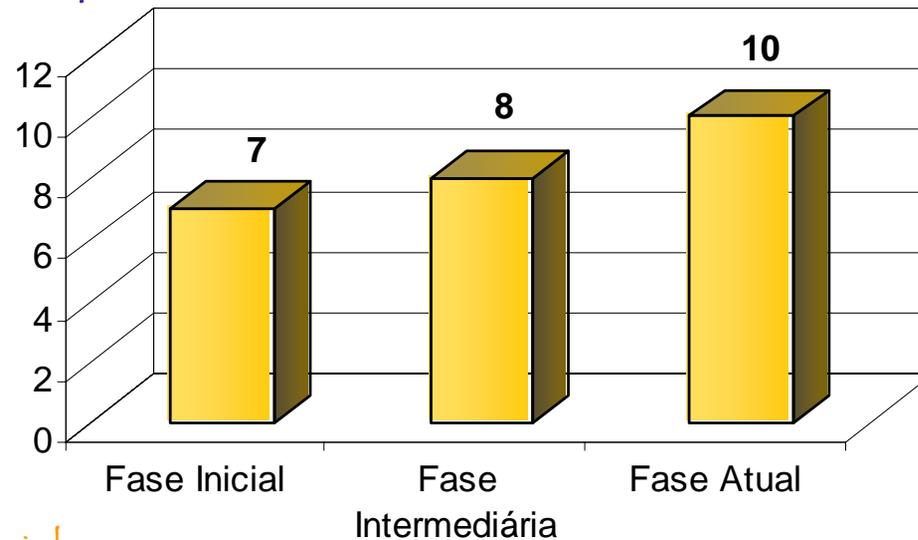
* Interação para desenvolvimento de projetos com parceiros nacionais (13/15).

➤ Fase atual:

* 6 mecanismos presentes em todos os institutos.

Nota: n° entre parênteses - quantidade de institutos em que o processo está presente

Gráfico 4. Evolução dos processos de aquisição interna de conhecimento nos institutos estudados (n° de processos presentes em mais de 9 institutos estudados)



➤ Fase inicial:

- * *Design* e desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia (13);
- * Participação de engenheiros recém-formados (13);

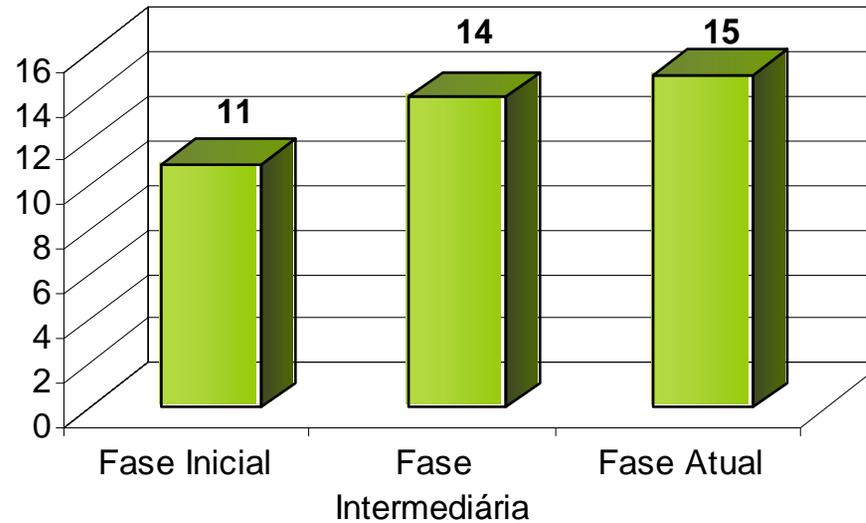
➤ Fase intermediária:

- * Atividades de *Design - software*, produtos, equipamentos (14);
- * Aprendizagem por busca (7 → 11).

➤ Fase atual:

- * Desenvolvimento exploratório e aplicações de engenharia (18);
- * *Design* e Pesquisa Aplicada (16).

Gráfico 5. Evolução dos processos de compartilhamento de conhecimento nos institutos estudados
(nº de processos presentes em mais de 9 institutos estudados)



➤ Fase inicial:

- * Encontros de projetos no institutos (15);
- * Comunicação convencional (14);
- * Intercâmbios - projetos nacionais (13).

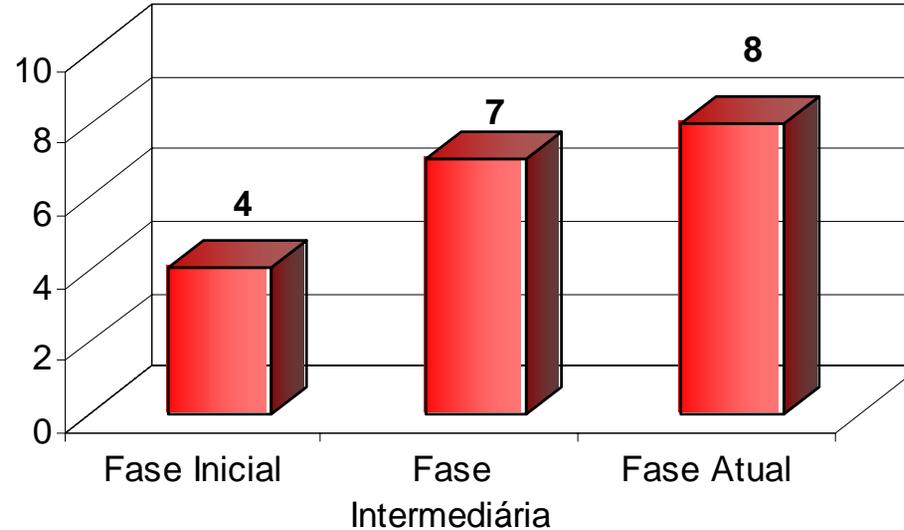
➤ Fase intermediária:

- * Modalidades de comunicação dinâmica (18);
- * Intercâmbios - projetos internacionais (8 → 11).

➤ Fase atual:

- * Comitês da qualidade (12);
- * Intercâmbios internacionais (17);
- * Sistemas próprios para disseminação de informação (18).

Gráfico 6. Evolução dos processos de codificação de conhecimento nos institutos estudados (n° de processos presentes em mais de 9 institutos estudados)



➤ Fase inicial:

- * Normas e regulamentos internos (13)
- * ISO (4)
- * CMM (2)

➤ Fase intermediária:

- * Normas e regulamentos internos (14)
- * ISO (5)
- * CMM (2)

➤ Fase atual:

- * Normas e regulamentos internos (18)
- * ISO (10)
- * CMM (6)

PRINCIPAIS RESULTADOS

PRINCIPAIS FATORES INFLUENTES PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NAS ORGANIZAÇÕES ESTUDADAS

2. LIGAÇÕES COM COMPONENTES DA INFRA-ESTRUTURA TECNOLÓGICA E EMPRESAS

Tabela 8. Incidência de ligações estabelecidas pelos institutos estudados (por natureza das ligações)

Tipo de Ligação		Incidência
Ligações Informais	Contatos informais com pesquisadores / empresários	22,43%
	Acesso à literatura especializada	12,57%
	Acesso à pesquisa de departamentos específicos	14,43%
	Participação em seminários e conferências	19,00%
	Acesso a equipamentos da universidade e/ou dos institutos de pesquisa e/ou das empresas	13,86%
	Participação em programas específicos	16,71%
	Outras ligações informais	1,00%
Recursos Humanos	Envolvimento de estudantes em projetos	23,70%
	Recrutamento de recém-graduados	23,05%
	Recrutamento de cientistas e engenheiros mais experientes	17,53%
	Programas de treinamento formalmente organizados para atender às necessidades dos recursos humanos	30,84%
Outras ligações de recursos humanos	4,87%	
Ligações Formais	Consultoria desenvolvida por pesquisadores ou consultores	16,86%
	Análises e testes	13,18%
	Serviços de atualização de acervo	4,74%
	Respostas técnicas	12,78%
	Estabelecimento de contratos de pesquisa	26,35%
	Estabelecimento de pesquisa conjunta	22,92%
	Outras ligações formais	3,16%

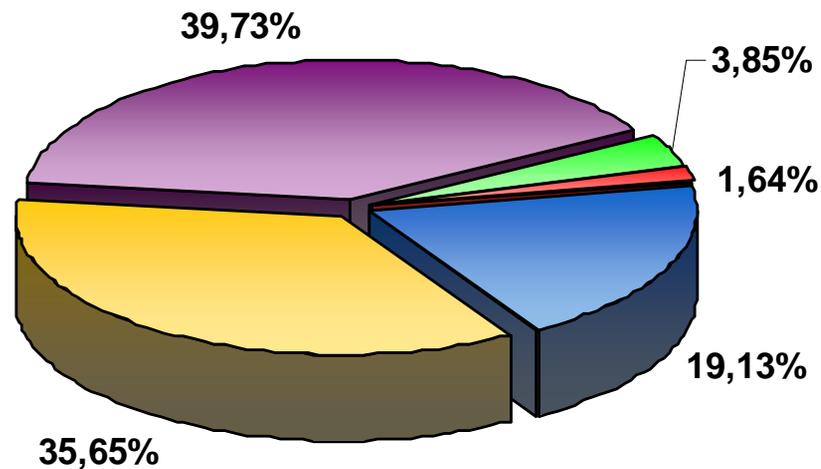
➤ Ligações Informais:
700 (39,62%);

➤ Recursos Humanos:
308 (17,43%);

➤ Ligações Formais:
759 (42,95%);

➤ Total: 1.767
(100,00%).

Gráfico 7. Total de ligações estabelecidas pelos institutos estudados *versus* tipo de instituição



■ Instituto de Pesquisa ■ Universidade ■ Empresa
■ Órgãos do Governo ■ Outros

➤ Outros agentes: incubadoras, agências de fomento internacionais (GTZ, PTB)

Gráfico 8. Tipos de ligações estabelecidas pelos institutos estudados *versus* tipo de instituição

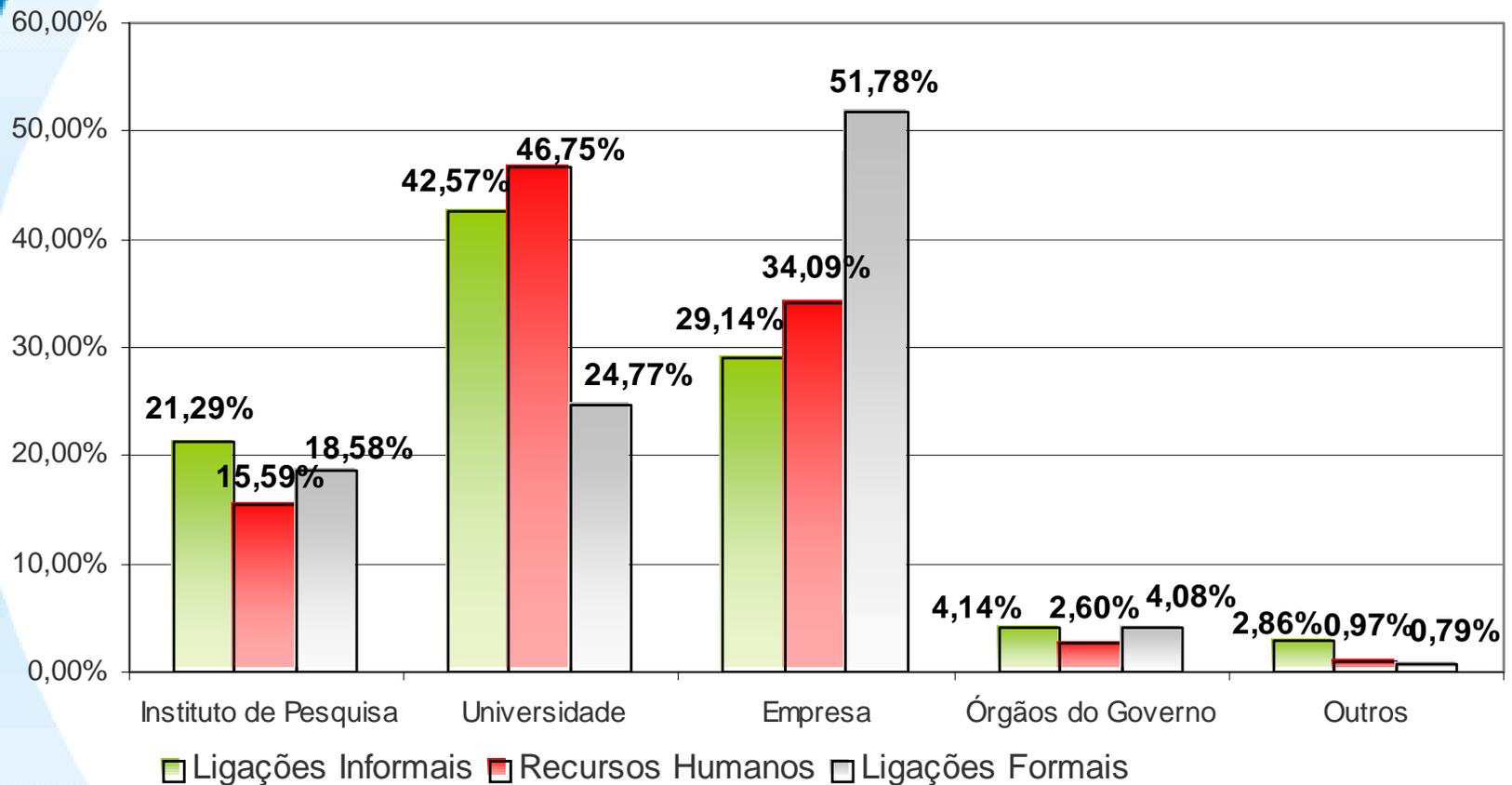
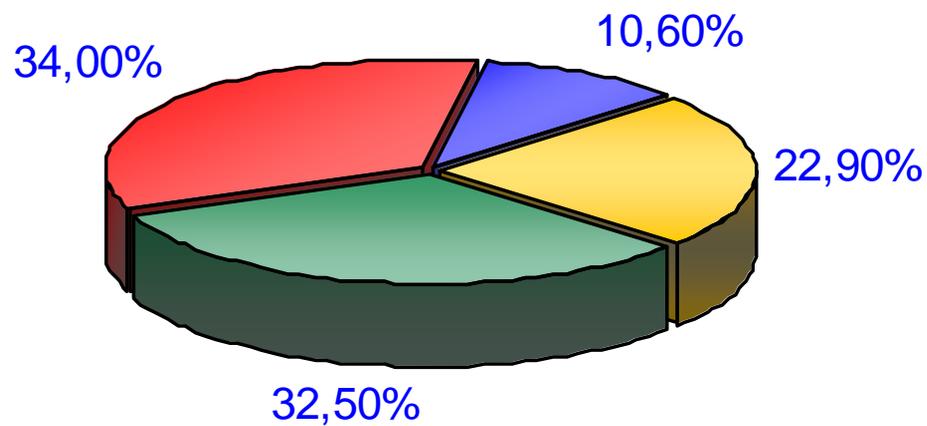
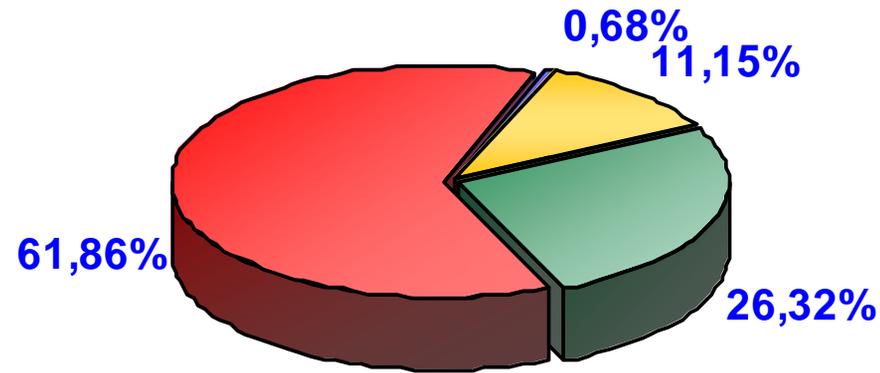


Gráfico 9. Freqüências das ligações estabelecidas pelos institutos estudados



- Até 2 vezes ao ano
- De 3 a 6 vezes ao ano
- Uma vez ao mês
- Uma vez por semana ou mais

Gráfico 10. Benefícios provenientes das ligações estabelecidas pelos institutos estudados



■ Nenhum

■ Pequeno

■ Moderado (complementar)

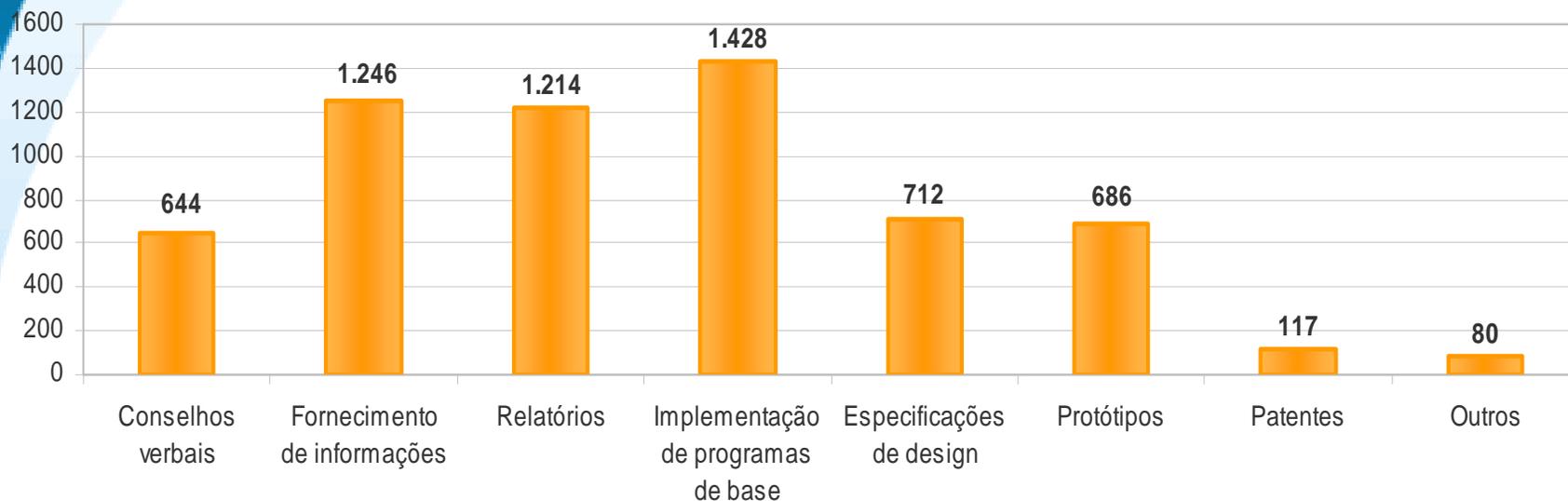
■ Grande (crucial)

➤ Em torno de 1.558 (88,18%) das ligações → benefícios relevantes

➤ Benefícios gerados a partir de uma ligação → externalidades → beneficiam outras ligações, da mesma natureza ou não.

- Absorção de estudantes por empresas que estabelecem parcerias com universidades;
- *Feedback* do processo ensino-aprendizagem;
- Aperfeiçoamento de laboratórios.

Gráfico 11. Resultados provenientes das ligações estabelecidas pelos institutos estudados



➤ Total de resultados:
6.127 (para um total de 1.767 ligações).

Patentes:

- Desenvolvimento de *software*;
- Dificuldades do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI);
- Custos de registro e manutenção.

ANÁLISES E DISCUSSÕES

IMPLICAÇÕES DOS FATORES INFLUENTES UTILIZADOS PELAS ORGANIZAÇÕES ESTUDADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

1. PROCESSOS DE APRENDIZAGEM INTRA-ORGANIZACIONAIS

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Implicações dos processos de aprendizagem intra-organizacionais:

- Evidências: desenvolvimento de competências tecnológicas em engenharia de *software*, gestão de projetos, produtos e soluções e ferramentas e processos é influenciado pelo engajamento deliberado dos institutos estudados em PA intra-organizacionais;
- Aumento do n° de PA utilizados de uma fase para a outra (**variedade**):
 - AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTO: qualificação RH + atividades de P&D;
 - CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO: **baixa** incidência, apesar da evolução → fortalecer.
- Institutos localizados no nível mais complexo nem sempre respondem pelo grupo que utiliza maior n° de PA:
 - Importância do fator **tempo** na construção de competências tecnológicas;
 - Relevância da **intensidade** com que os processos são utilizados e também do **modo** como eles operam (ao longo do tempo);
 - Papel desempenhado por **outros fatores** – como as **ligações**.

ANÁLISES E DISCUSSÕES

IMPLICAÇÕES DOS FATORES INFLUENTES
UTILIZADOS PELAS ORGANIZAÇÕES
ESTUDADAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS

2. LIGAÇÕES COM COMPONENTES DA INFRA-ESTRUTURA
TECNOLÓGICA E EMPRESAS

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Implicações das ligações com infra-estrutura tecnológica e empresas:

- As ligações estabelecidas pelos institutos pesquisados com componentes da infra-estrutura tecnológica e empresas, sejam no âmbito nacional ou internacional, têm sido ativas e variadas e têm contribuído para a construção de competências tecnológicas mais complexas.
- **Estímulos** gerados por empresas e infra-estrutura tecnológica para o desenvolvimento de competências tecnológicas próprias:
 - * Do ponto de vista dos institutos, as ligações com empresas têm contribuído para aumentar o grau de qualidade de seus processos internos;
 - * Relação com **universidades**: RH e **pesquisa**;
 - * Relação com **institutos**: baixa incidência, apesar de sua relevância (patentes, p.ex.).

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES DO ESTUDO

CONCLUSÕES

- ❖ Os tipos e níveis de competências tecnológicas construídos pelos institutos pesquisados sugerem a **disseminação de atividades inovadoras** - contrariando estudos como Pavitt & Patel (1991), Patel (1995), Daniels (1997), Mansfield & Romeo (1984), Cantwell (1999):
 - Não há institutos confinados em **Competências de Rotina**.
 - Institutos pesquisados estão basicamente concentrados no **Nível 4, Intermediário** → esforços deliberados no sentido de acumular competências ainda mais avançadas.
- ❖ Evidências sugerem que a globalização de competências inovadoras vem ocorrendo no setor em questão → envolvimento significativo de **ETNs em atividades de P&D**, seja individualmente ou em parceria com a infra-estrutura tecnológica local, em particular institutos tecnológicos, sem comprometer o que se desenvolve em seu país de origem.
- ❖ Evidências deste trabalho contrariam generalizações comuns que atribuem à infra-estrutura tecnológica um papel passivo - Cassiolato & Lastres (2000), Viotti (2000), Cassiolato et al. (2001), Cimoli & Katz (2003), Katz (2004).

CONCLUSÕES

Global Information Technology Report 2004-2005 (Fórum Econômico Mundial): "abismo considerável em relação à Europa".

Tabela 9. *Ranking* mundial de tecnologia de informação e comunicação

País	Posição Atual (2004-2005)	Posição Anterior (2003-2004)
Cingapura	1°	2°
Islândia	2°	10°
Finlândia	3°	3°
Dinamarca	4°	5°
EUA	5°	1°
Suécia	6°	4°
Hong Kong	7°	18°
Japão	8°	12°
Suíça	9°	7°
Canadá	10°	6°
Tunísia	31°	40°
Barein	33°	-
Chile	35°	32°
Chipre	37°	-
BRASIL	46°	39°
Botsuana	50°	
Namíbia	55°	



Discussões, conclusões e recomendações

1. Há uma diversidade de tipos e níveis de capacidades tecnológicas nos institutos da amostra. Porém, a maioria dos institutos alcançou o Nível 4 como nível máximo de capacidade para as quatro funções examinadas. Não obstante, foram encontrados 12 institutos em Nível 5 de capacidade para realizar atividades de engenharia de software, sete institutos em Nível 5 de capacidade para gerar produtos (serviços) e soluções, dois institutos em Nível 5 para atividades de gestão de projetos. Vale reiterar que foi encontrado um instituto em Nível 6 para engenharia de software e para produtos e soluções. De outro lado, nenhum instituto está confinado apenas aos níveis de capacidades tecnológicas rotineiras. Porém, é preocupante a discrepância entre o número de institutos que alcançaram Nível 5 em engenharia de software (12 ou 66,6%) e os que alcançaram esse mesmo nível de capacidade para gestão de projetos (2 ou 11,1%).

Discussões, conclusões e recomendações

2. Por sua vez, foram encontradas diversas fontes utilizadas pelos institutos para construir tais capacidades tecnológicas. Tais fontes referem-se aos processos intra-organizacionais de aprendizagem e as ligações com demais organizações do sistema de inovação. As evidências relativas a essas fontes de informações permitem ampliar o nosso conhecimento sobre *como* os institutos constroem (ou não) suas capacidades tecnológicas. Porém, foi encontrada baixa incidência de práticas de codificação de conhecimento técnico, assim como baixa incidência de interações entre os institutos.
3. As evidências deste trabalho sugerem que os argumentos que atribuem ao 'sistema de inovação brasileiro' um papel passivo em termos de aprendizagem tecnológica e capacidade inovadora (ver, por exemplo, Viotti, 1997, 2000 e outros) assim como classificação do Brasil no *Relatório Global de Tecnologia da Informação* (edição 2005-2006), 52a. posição, devem ser interpretados com cautela, pois carecem de fundamentação metodológica e empírica. Certas generalizações, como esta que consta do relatório do WEF, que nem sempre refletem a realidade industrial diversificada do Brasil, podem deturpar decisões de políticas públicas e de investimento empresarial.

Discussões, conclusões e recomendações

4. Por outro lado, de maneira similar ao que tem sido encontrado em empresas industriais manufatureiras (ver Dutrénit, 2000; Ariffin, 2000; Figueiredo, 2001, 2003), a gestão da inovação em organizações de serviços aqui estudadas também implica mudar e gerir bases diversas de conhecimento e distintas especialidades – capacidades ou competências – para realizar atividades ou funções tecnológicas variadas. Essas capacidades ou bases de conhecimento *não* se refletem apenas em capital humano (*expertise*) e sistemas técnico-físicos (máquinas, *software* e banco de dados) nessas organizações. Parte substancial dessas capacidades tecnológicas está acumulada e armazenada nas rotinas, procedimentos, normas e valores dessas OSICs. Logo, as atividades de *integração* e de *coordenação* de distintas bases de conhecimento técnico-científico, entre diferentes áreas funcionais, torna-se tarefa crítica para a gestão dessas OSICs.

Discussões, conclusões e recomendações

5. Portanto, a gestão da inovação nessas organizações implica, de um lado, o desenvolvimento de uma visão ampliada de capacidade tecnológica por parte de seus gestores. De outro, implica um esforço contínuo de aprofundamento e renovação das capacidades tecnológicas inovadoras existentes (*inovação contínua*), mas também abandono de certas capacidades técnico-organizacionais (*inovação des-contínua*), a fim de responder, de maneira criativa, às demandas crescentes de serviços caracterizados cada vez mais pela intensidade de conhecimento técnico-científicos e multiplicidade de bases de conhecimento ou saber – como é o caso de *software* para a indústria de TIC e para as crescentes necessidades de conectividade em certas indústrias como a de eletrodomésticos (ver Ferigotti & Figueiredo, 2005).

Discussões, conclusões e recomendações

6. No caso específico das OSICs aqui examinadas, isto é particularmente importante quando se considera um cenário pós-Lei de Informática. As evidências aqui mostram que os institutos que alcançaram Níveis 5 e 6 de capacidade tecnológica inovadora têm adotado práticas de renovação contínua de suas bases de conhecimento. Esses institutos parecem estar construindo uma base organizacional sofisticada para apoiar futuras atividades tecnológicas complexas. Isto, por sua vez, implica uma gestão deliberada, sistemática e competente das diversas fontes de capacidade tecnológica.
7. Mais especificamente, significa gerir diariamente uma variedade de processos internos de aprendizagem e, em paralelo, gerir uma extensa variedade de ligações de saber com diversos componentes do sistema de inovação, tanto em nível nacional como internacional. Este tipo de gestão da inovação foi encontrado nos institutos aqui estudados que alcançaram os níveis mais inovadores de capacidades tecnológicas para atividades diversas como engenharia de software, gestão de projetos, produtos e soluções e de ferramentas e processos

Discussões, conclusões e recomendações

8. Porém, além dos esforços intra-organizacionais, os esforços de política governamental jogam um papel relevante no processo de fortalecimento e renovação das capacidades tecnológicas nas OSICs aqui estudadas. As estratégias governamentais de suporte à inovação industrial são cada vez mais necessárias para apoiar o desenvolvimento tecnológico em diversos setores industriais, particularmente no caso das OSICs do setor das TIC. Tais estratégias podem envolver, por exemplo:
 - i. A constante revisão e atualização dos currículos universitários. Isto contribuiria para uma oferta mais qualificada de recursos humanos para as diversas OSICs, suas empresas parceiras e clientes e para a indústria de TIC no país;
 - ii. Esforços voltados para a aceleração do alcance de níveis mais avançados de capacidades tecnológicas inovadoras, não apenas nos institutos de TIC mais representativos no Brasil, como estes aqui estudados, mas também os de médio e pequeno portes. Isso possibilitaria a ampliação da massa crítica nacional de OSICs para atrair investimentos produtivos na indústria de TICs no Brasil;

Discussões, conclusões e recomendações

- iii.) No entanto, há questões estratégicas que merecem reflexão e ação: Quantas OSICc de TIC em Nível de 6 de capacidade tecnológica o Brasil precisa? Em quanto tempo espera-se aumentar o número de OSICs em Níveis de 4 e 5 de capacidade para certas funções tecnológicas? Para que são necessárias OSICs em Nível 6?
- iv. Estímulos transcendem a mera manutenção da Lei de Informática (mecanismo estático) e seus intrincados mecanismos burocráticos de controle das atividades dos institutos de pesquisa por ela beneficiados. Clarificação e simplificação da moldura institucional ('regras do jogo') são necessárias para possibilitar e acelerar a decisão de empresas (por exemplo, a própria regulamentação da nova versão da Lei de Informática e a revisão do Plano Nacional de Micro-eletrônica);

Discussões, conclusões e recomendações

- iv. Em termos mais dinâmicos, tais esforços deveriam envolver, por exemplo, a avaliação periódica (a cada dois anos) do desenvolvimento de tipos e níveis de capacidade tecnológica em diversas OSICs. Também deveriam envolver metas realistas de desenvolvimento capacidades tecnológicas de longo prazo para esse tipo de OSICs. Esforços de avaliação sistemática, contínua e *construtiva* de organizações do sistema de inovação suportadas por regimes fiscais é prática comum em países como Finlândia e Malásia.



FGV

EBAPE

**Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e
Inovação Industrial no Brasil**

www.ebape.fgv.br

(pnf@fgv.br)

(Imarins@fgvmail.br)



FUNDAÇÃO
GETULIO VARGAS

EBAPE

Escola Brasileira de
Administração Pública
e de Empresas

DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS INOVADORAS EM TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO BRASIL: EVIDÊNCIAS DE UMA AMOSTRA DE ORGANIZAÇÕES RELACIONADAS À PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) - UM EXAME PRELIMINAR

Coordenação:

Paulo N. Figueiredo, Ph.D.

Professor da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas
(EBAPE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV)

Apresentação especialmente preparada para o Fórum Desenvolvimento
de Produtos para Tecnologia da Informação, Comunicação e Componentes

São Paulo, 25 de abril de 2007

Sistema físico

Base de dados, software, máquinas e equipamentos

Recurso humano

Mentes dos indivíduos (conhecimento tácito) e qualificação formal de engenheiros técnicos, operadores.

Sua experiência e talento acumulado.

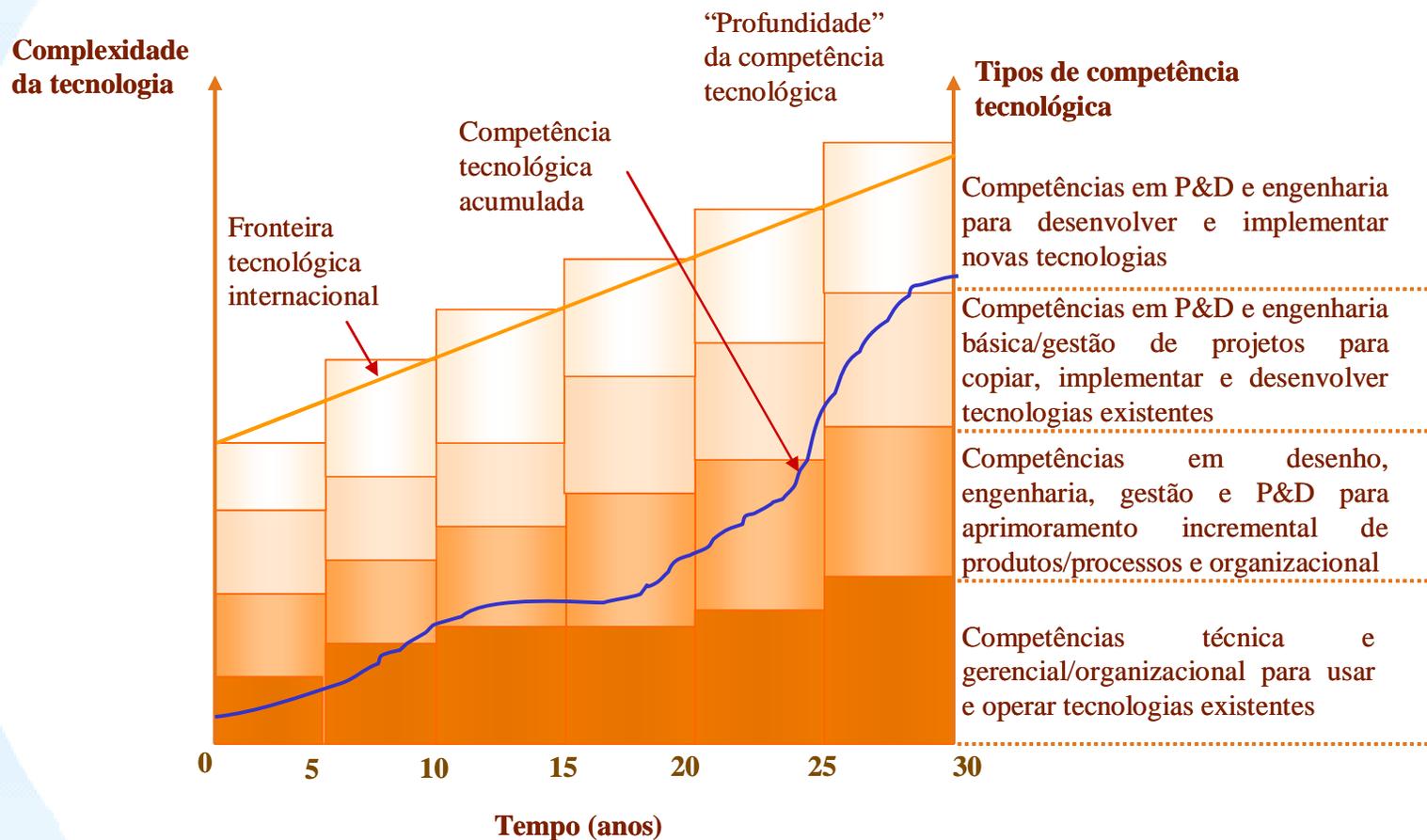
Capacidade
Tecnológica
=
conhecimento
específico à
organização /
empresa

Sistema (tecido) organizacional

Estratégias gerenciais;
Procedimentos e
rotinas organizacionais

Produtos e Serviços

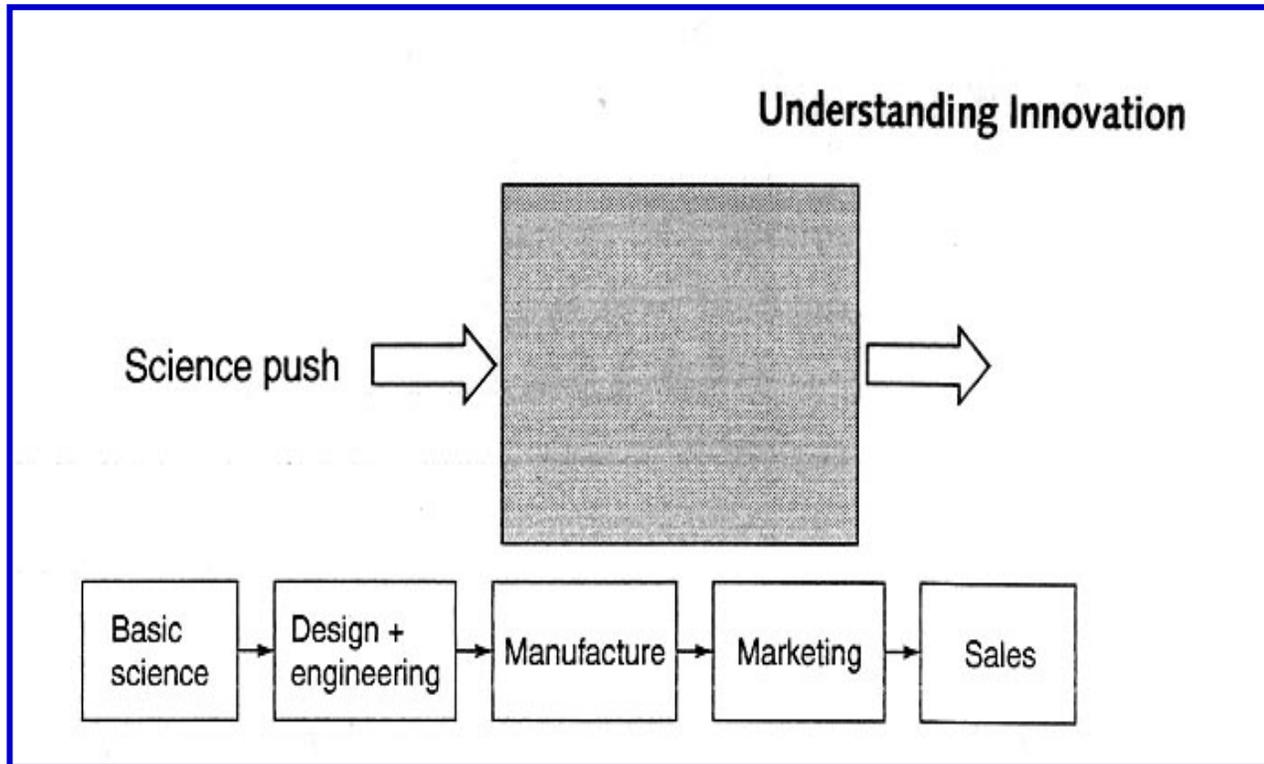
Figura 1. Ilustração da trajetória de desenvolvimento de competências tecnológicas em organizações de economias emergentes



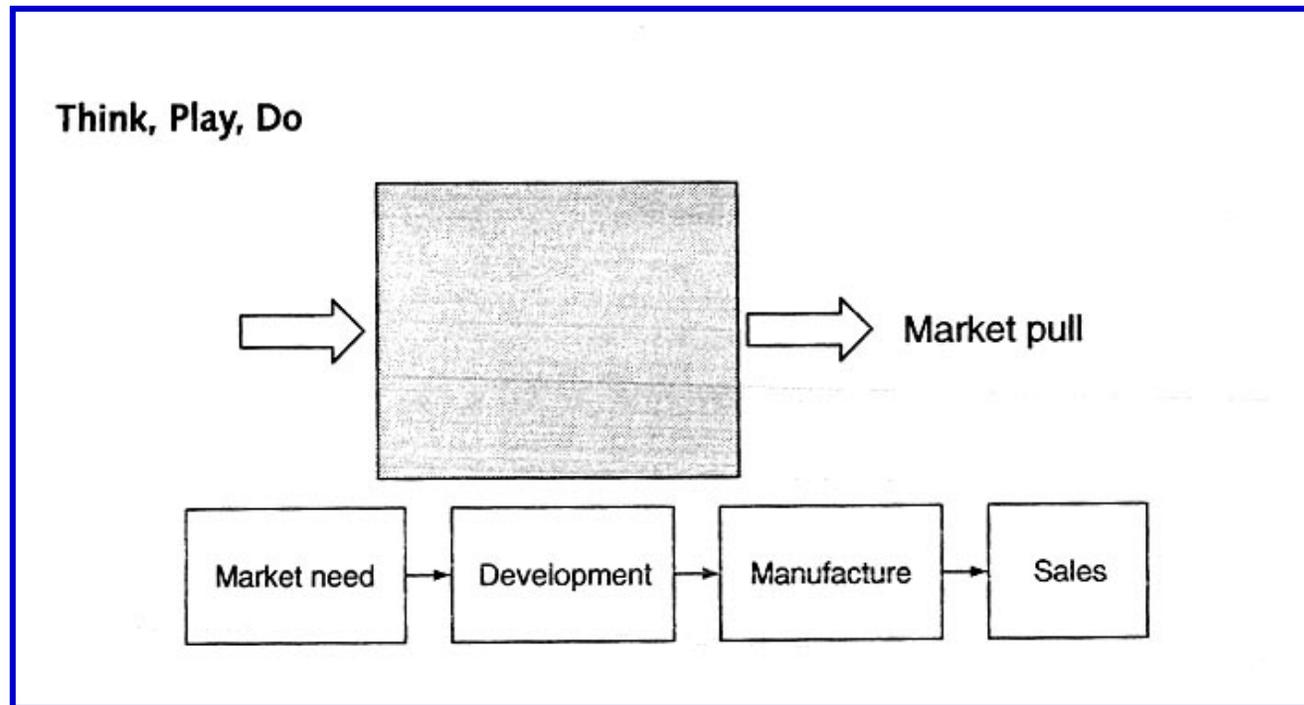


Natureza complexa e multidimensional

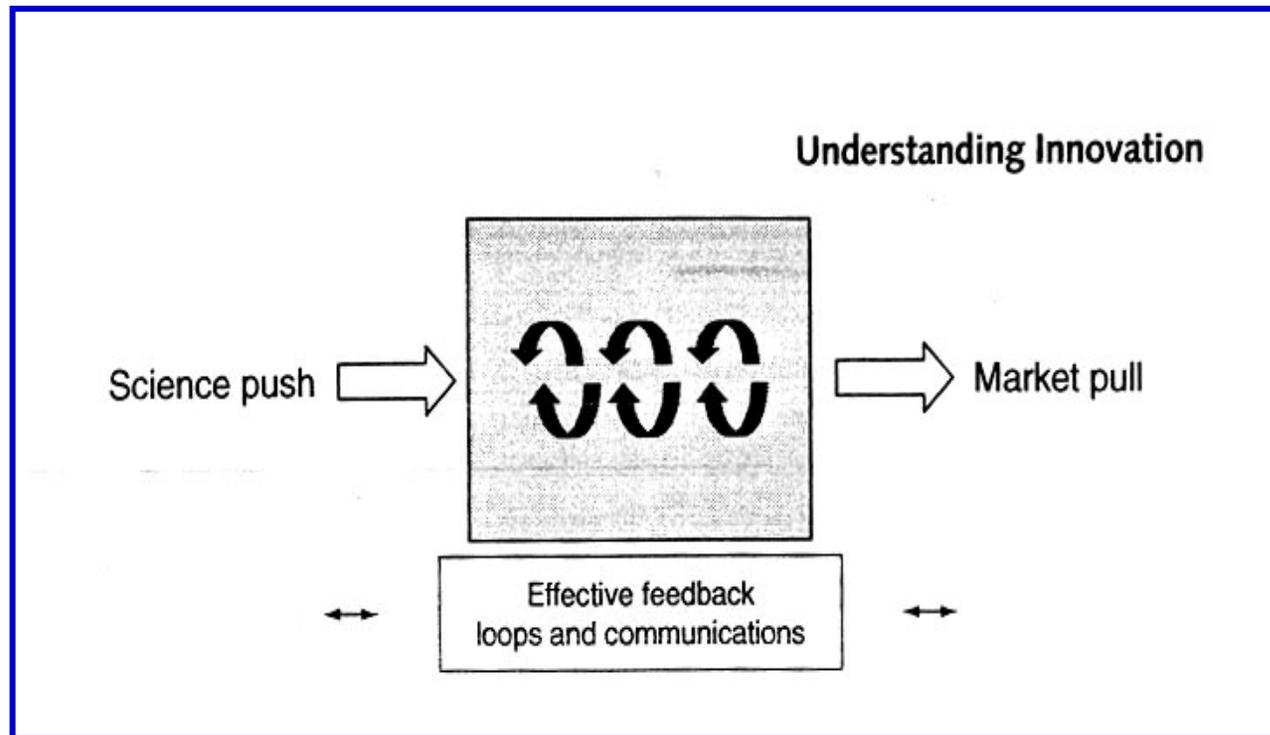
1º GERAÇÃO DE INOVAÇÃO



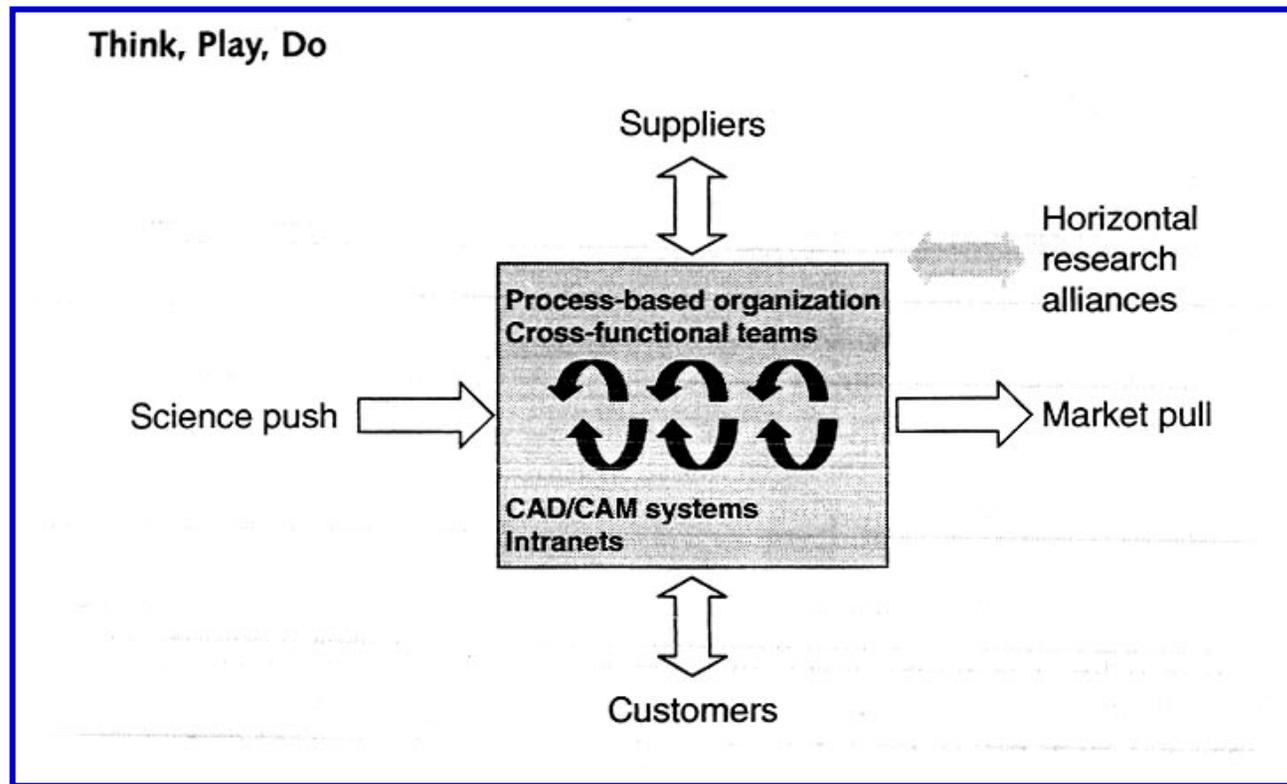
2º GERAÇÃO DE INOVAÇÃO



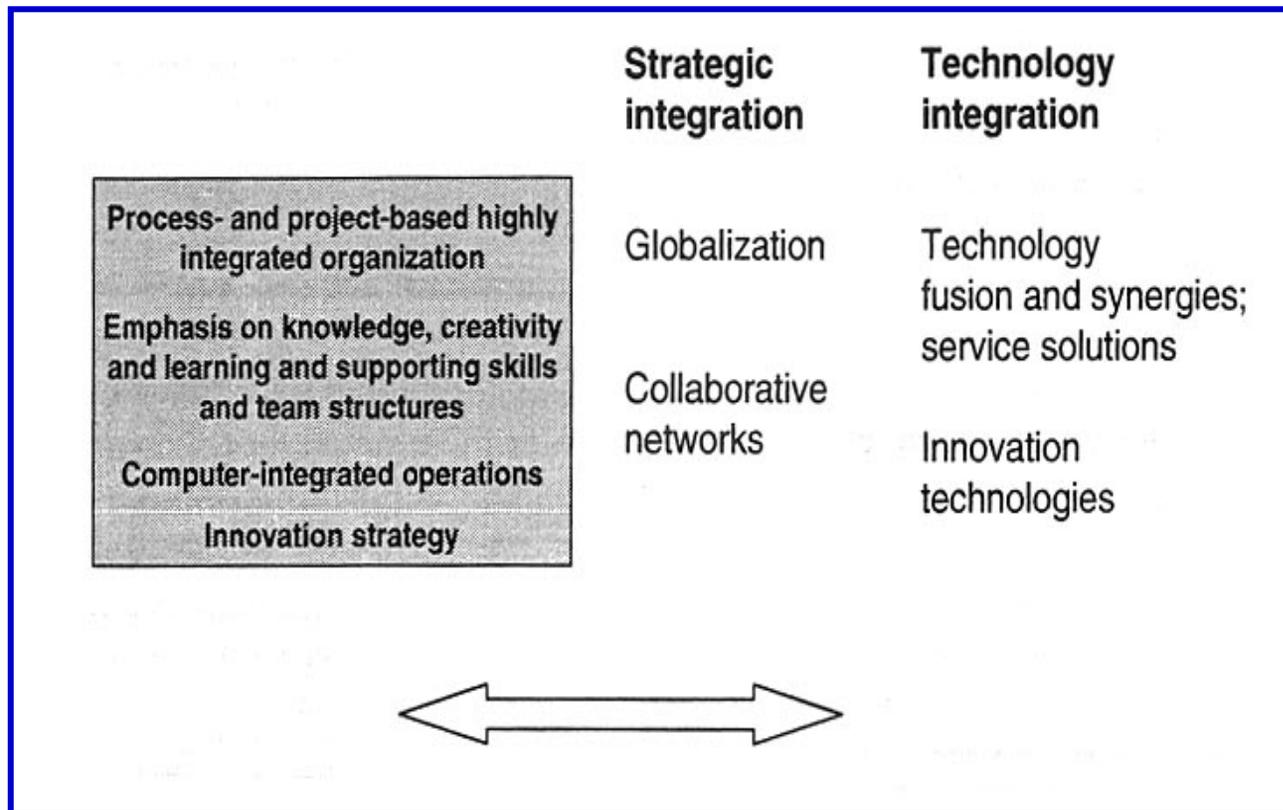
3º GERAÇÃO DE INOVAÇÃO



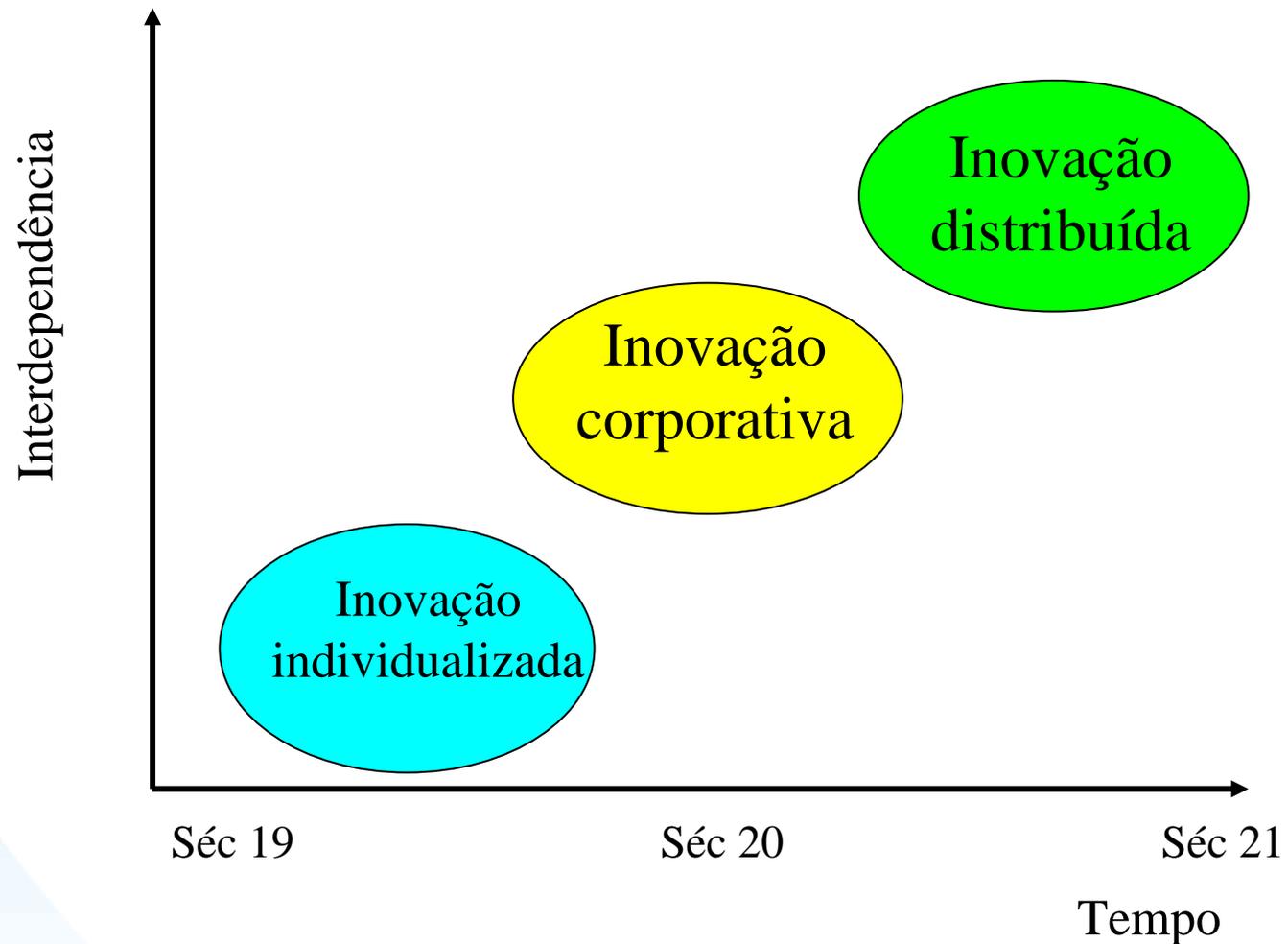
4º GERAÇÃO DE INOVAÇÃO



5ª GERAÇÃO DE INOVAÇÃO



EVOLUÇÃO DAS PRINCIPAIS PERSPECTIVAS SOBRE INOVAÇÃO





FGV

EBAPE

**Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e
Inovação Industrial no Brasil**

www.ebape.fgv.br

(pnf@fgv.br)

(Imarins@fgvmail.br)