

Inovação e Capacidade Tecnológica: Fontes Perenes de Crescimento Empresarial e de Transição Econômica e Tecnológica de Países — Desafios para o Brasil

Paulo Negreiros Figueiredo

**Professor titular da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas
da Fundação Getulio Vargas (FGV EBAPE)**

Criador do Programa de Pesquisa em Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil, da FGV EBAPE (Desde 1999)

Criador do MBA em Gestão da Inovação e Capacidade Tecnológica

Paulo.figueiredo@fgv.br

Apresentação especialmente preparada para o 1º. Workshop de Fomento à Indústria Aeroespacial no Brasil

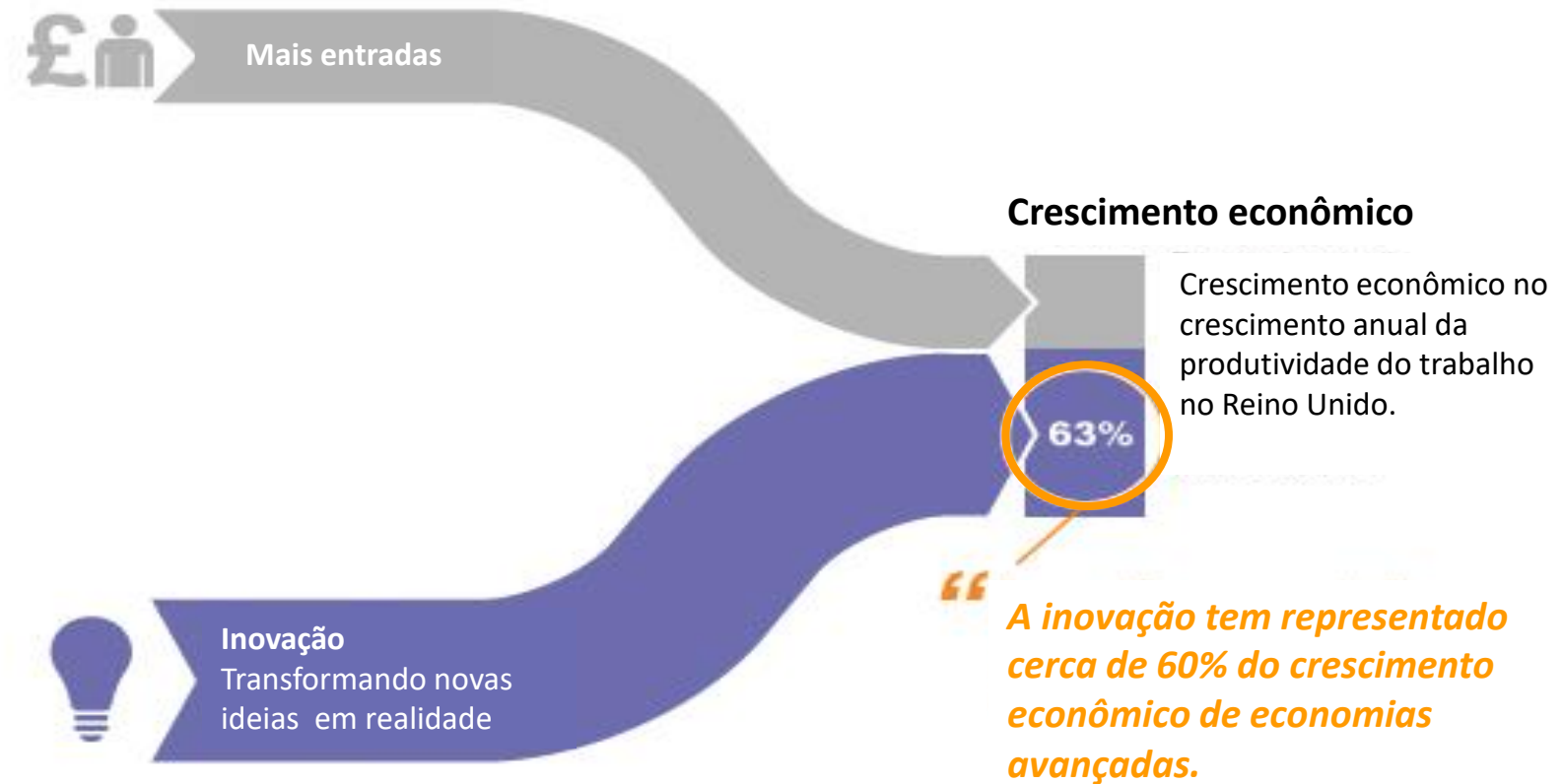
Parque de Inovação Tecnológica -- 10 Setembro 2025

Todo o crescimento econômico do século 19 pode ser atribuído à inovação.

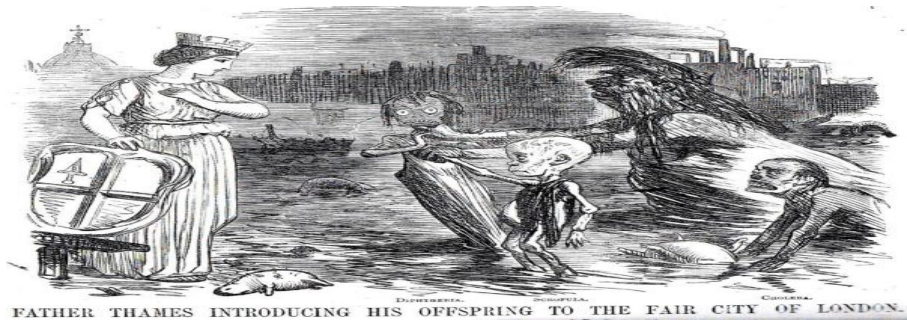
--William Baumol

A inovação impulsiona o crescimento econômico

Existem duas fontes de crescimento econômico:

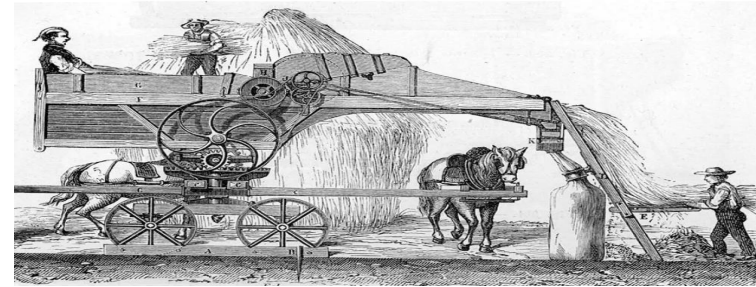


Transformação socio econômica na Inglaterra





A mecanização da indústria têxtil, na Inglaterra, por volta de 1790s, constitui-se em um dos clássicos exemplos dos efeitos da inovação tecnológica sobre a produtividade.



Porém, o processo transformador da acumulação de capacidade tecnológica e da inovação está longe de ser linear ou automático:

Há **assimetrias entre países, dentro de países e mesmo dentro de setores industriais, em termos de desenvolvimento tecnológico e competitividade.**

Grupos de países de acordo com seus níveis de renda

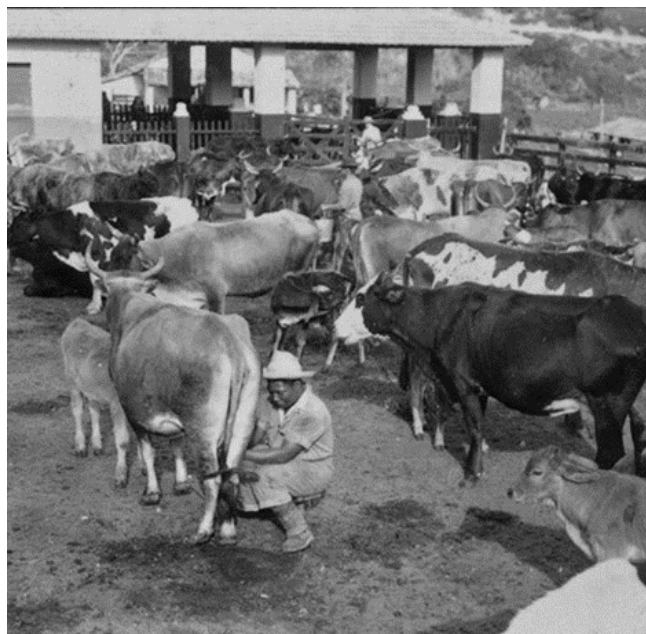
Alta renda superior (USD 30,001-)		Alta renda inferior (USD 12176–30,000)		Renda média alta (USD 4126–12,175)		Renda média baixa (USD 1046–4125)	
Países	Índice de desenvolvimento tecnológico	Países	Índice de desenvolvimento tecnológico	Países	Índice de desenvolvimento tecnológico	Países	Índice de desenvolvimento tecnológico
Suécia	63,4	Coreia do Sul	66,6	Malásia	23,1	Indonésia	10,9
Alemanha	58,7	Eslovênia	35,5	China	21,8	Índia	10,7
Japão	57,5	Espanha	34,5	Hungria	21,3	Ucrânia	10,1
Bélgica	52,0	República Tcheca	33,9	Turquia	18,3	Filipinas	10,1
Áustria	51,1	Portugal	31,4	Brasil	17,9	Morocos	8,9
Estados Unidos	48,8	Estônia	30,1	África do Sul	15,4	Vietnã	8,5
Reino Unido	44,1	Chile	21,8	Bulgária	14,7	Gana	6,0
Irlanda	36,1	Polônia	17,7	México	12,9	Moldávia	5,1
Itália	35,3	Grécia	15,2	Jordânia	12,1	MÉDIA	8,8
MÉDIA	49,7	Rússia	13,9	Peru	11,6		
		MÉDIA	30,0	Romênia	11,4		
				Tailândia	11,4		
				Cazaquistão	8,4		
				Bielorrússia	6,5		
				Albânia	6,4		
				MÉDIA	14,2		

Nomes de países e dados em **bold azul** representam a primeira classificação em cada grupo de países em cada grupo e média de cada grupo de países.

Exemplos de transformação no Brasil: A Agropecuária



Fonte: Embrapa, arquivos.



São Paulo, 24 de abril de 1968

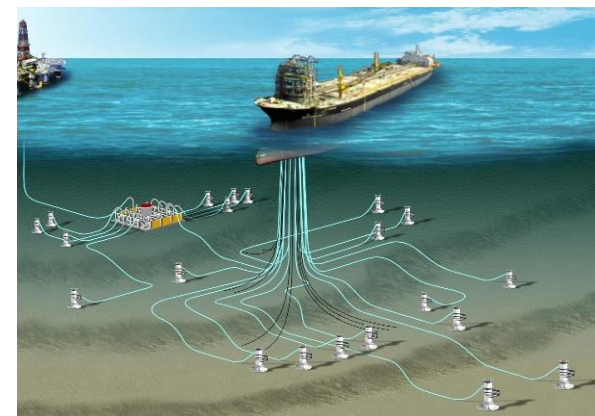
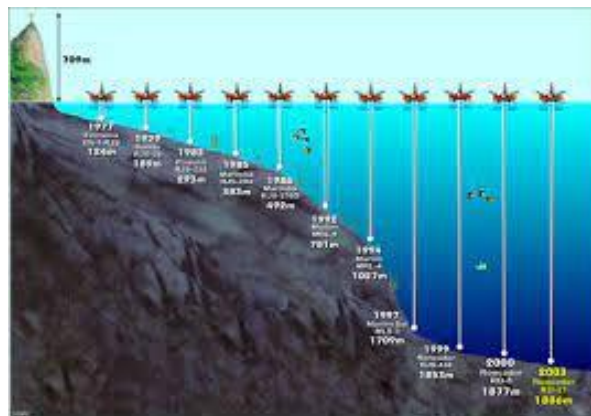
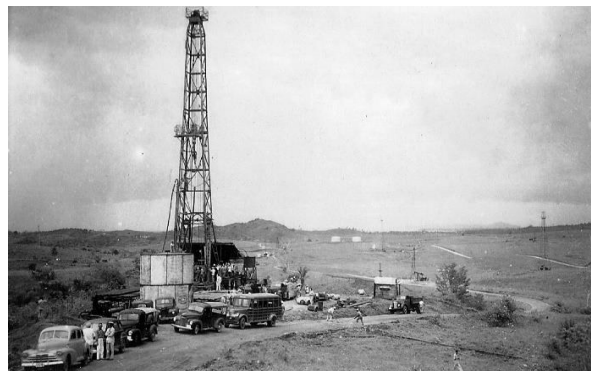
Escassez alimentar no Brasil

O Brasil terá de multiplicar por dez a sua atual produção de alimentos, ou será forçado a parar o surto de industrialização por falta de divisas para pagar o crescente volume de importação de alimentos, segundo relatório apresentado pelos delegados brasileiros à IV Conferência Latino-Americana de produção alimentar, que se realizou em Buenos Aires.

O encontro, patrocinado pela International Mineral Chemical Corporation, reuniu representantes do Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, México, Venezuela e Argentina, visando principalmente estabelecer uma política coordenada a fim de deter a escassez de alimentos desta região do mundo, considerada uma das áreas mais famintas do globo.

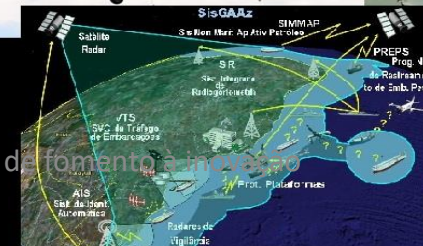
A dieta alimentar do homem brasileiro é uma das mais baixas do mundo e o surto de industrialização dos Estados do Centro-Sul e do Nordeste brasileiro só virão agravar o problema, ao proporcionar um aumento das rendas da população urbana e uma demanda cada vez maior de gêneros alimentícios, a não ser que a produção agrícola acompanhe esse desenvolvimento.





Exemplos de transformação no Brasil: A indústria de base florestal, celulose e papel

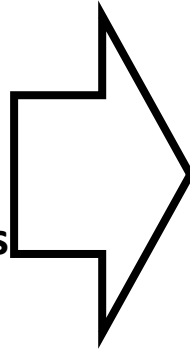




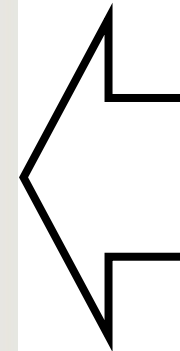


Brasil na assim chamada ‘armadilha da tecnologia e renda média’

**Altos custos de produção
que limitam a exportação
e a competição com empresas
de economias de exportadoras
de menor custo.**



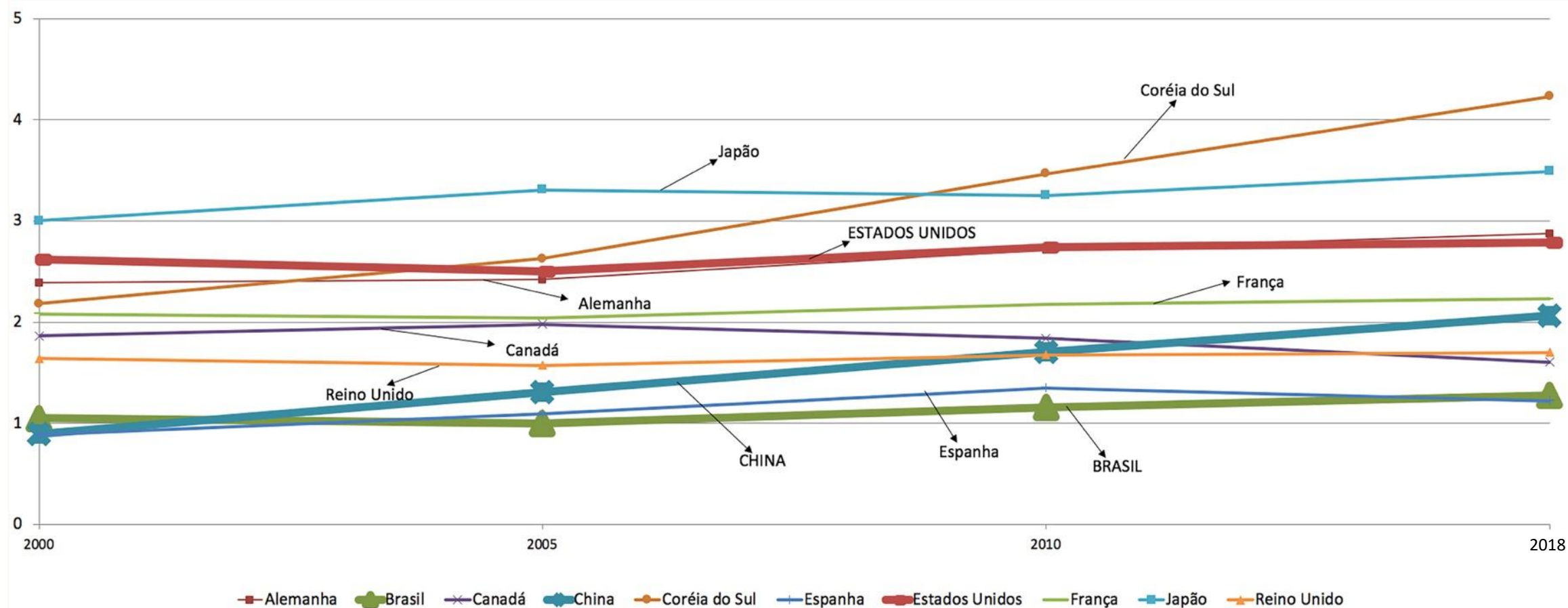
**Nível de capacidade tecnológica
inovadora é insuficiente
para competir com empresas
de economias avançadas.**

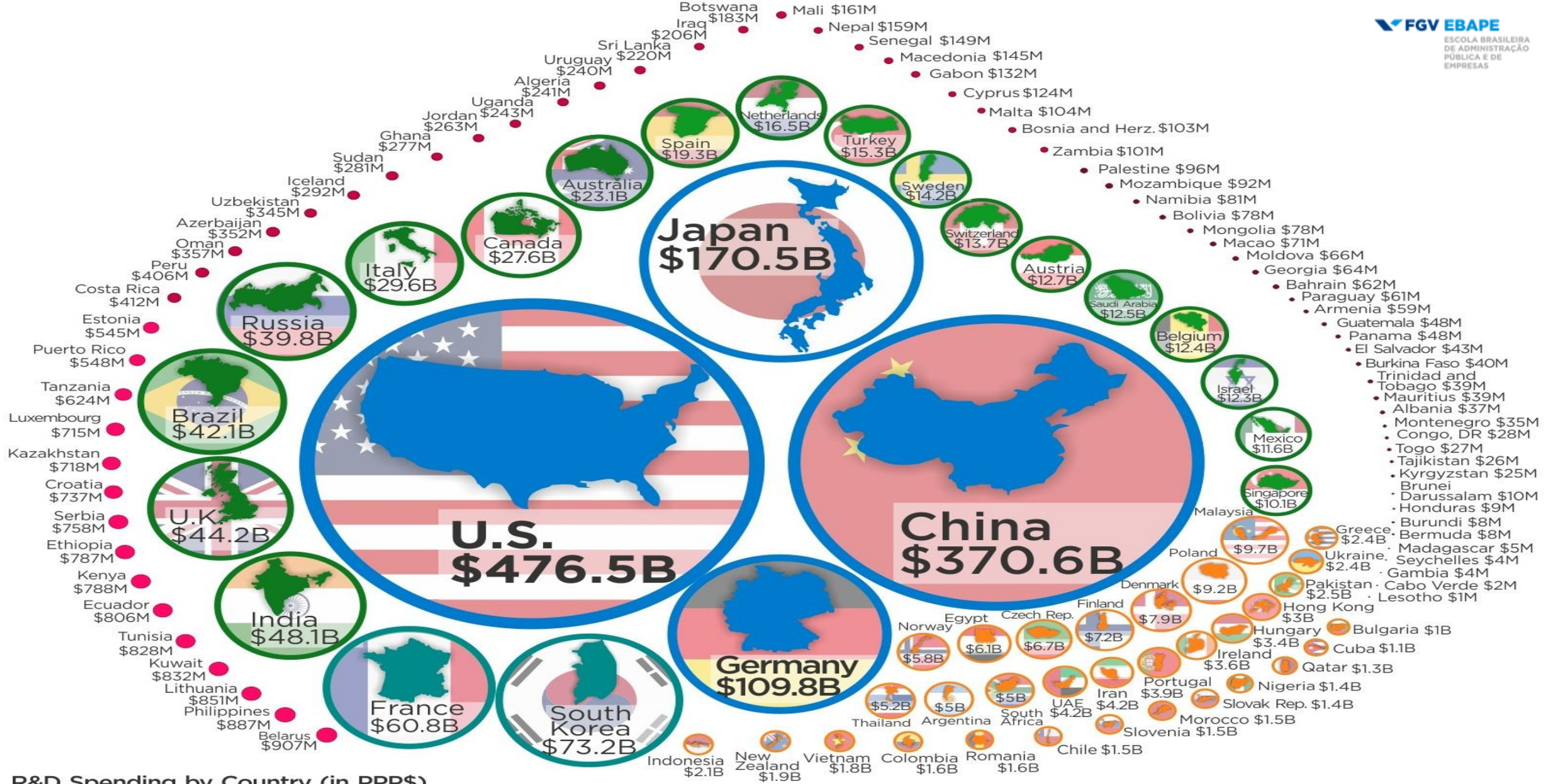


**Lento crescimento econômico
e baixo desenvolvimento industrial**



Dispêndios nacionais em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em relação ao produto interno bruto (PIB) de países selecionados, 2000-2018





R&D Spending by Country (in PPP\$)

More than \$100B \$50B - \$100B \$10B - \$50B \$1B - \$10B \$500M - \$1B \$100M - \$500M Less than \$100M

Article & Sources:

<https://howmuch.net/articles/research-development-spending-by-country>

<http://uis.unesco.org>

Paulo N Figueiredo - 1o. Workshop de fomento à inovação

IFI

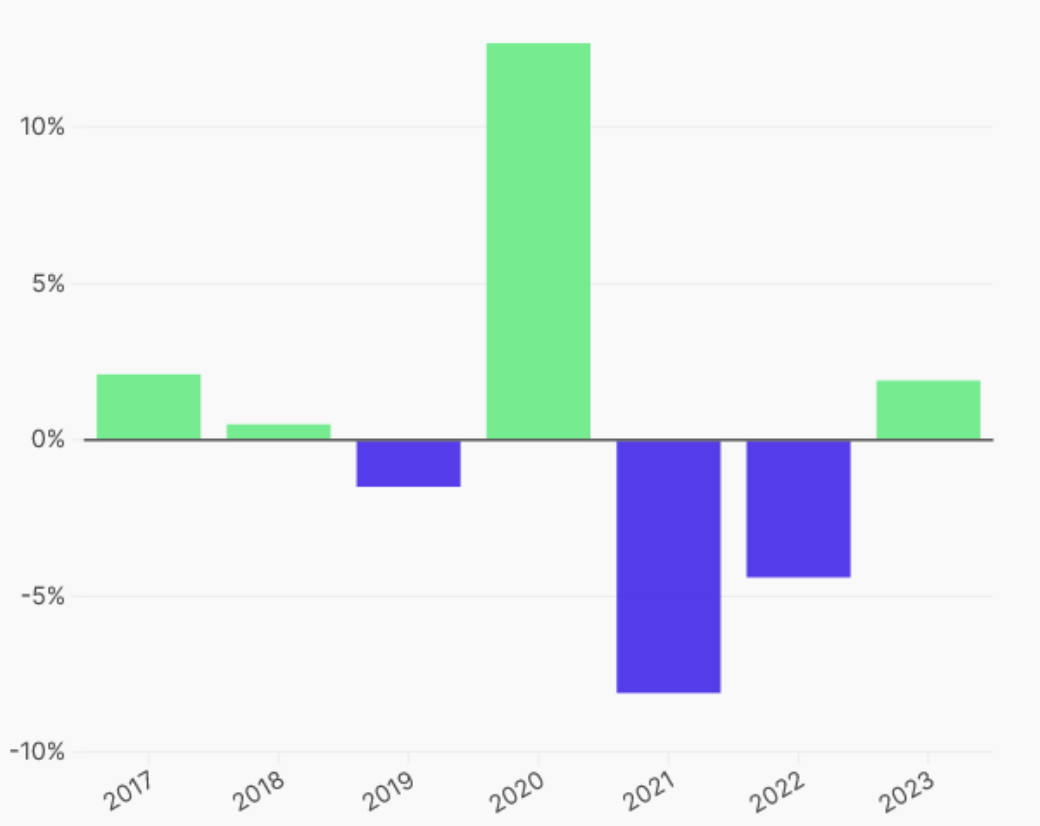
howmuch net

A despeito da intensidade crescente dos seus investimentos em P&D, o Brasil apresenta resultados pouco significativos em termos de inovação e aumento de produtividade, o que pode ser verificado pelos seguintes fatos:

- No *Global Innovation Index*: **47^a posição: 2011 → 50^a posição: 2024**
- No Relatório Global de Competitividade (2024), do *World Economic Forum*: **80^a posição.**

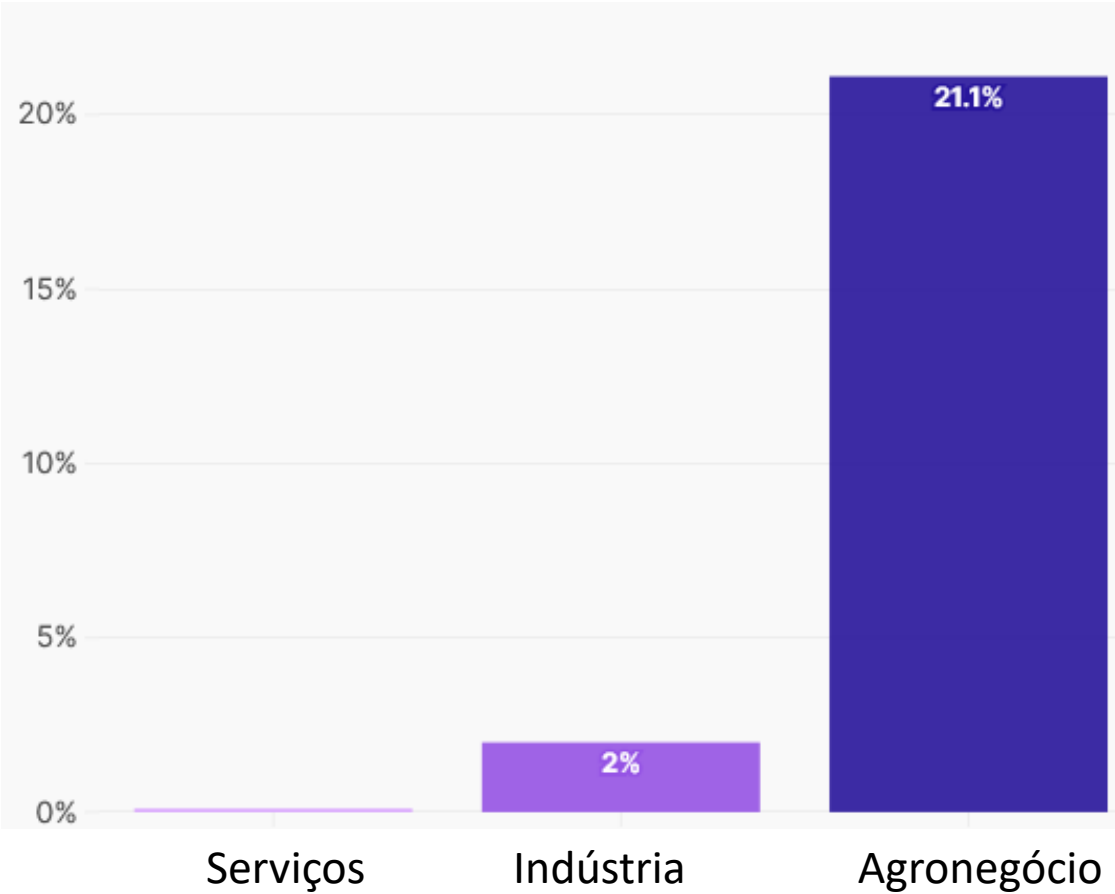
- Na Pesquisa de Inovação do IBGE (Pintec, 2024), as atividades inovadoras nas empresas amostradas são preponderantemente **novas para elas** (15,5%, em tecnologia de produto e 32,5%, em tecnologia de processo).
- Em relação ao aumento da **produtividade**, Brasil ocupa **uma das piores posições** entre países com grau similar de desenvolvimento, segundo a Penn World Table e a Confederação Nacional da Indústria – CNI (2018-2023).
- Em termos de **valor agregado da indústria** (VA/PIB), o resultado do Brasil em 2023 foi de 2,3% (decrescente), contra 23,8% da China (crescente) e 8,9% (Japão), 6,4% (Alemanha), e 3,1% (Coreia do Sul, crescente), (UNIDO).

Variação anual na produtividade do trabalho

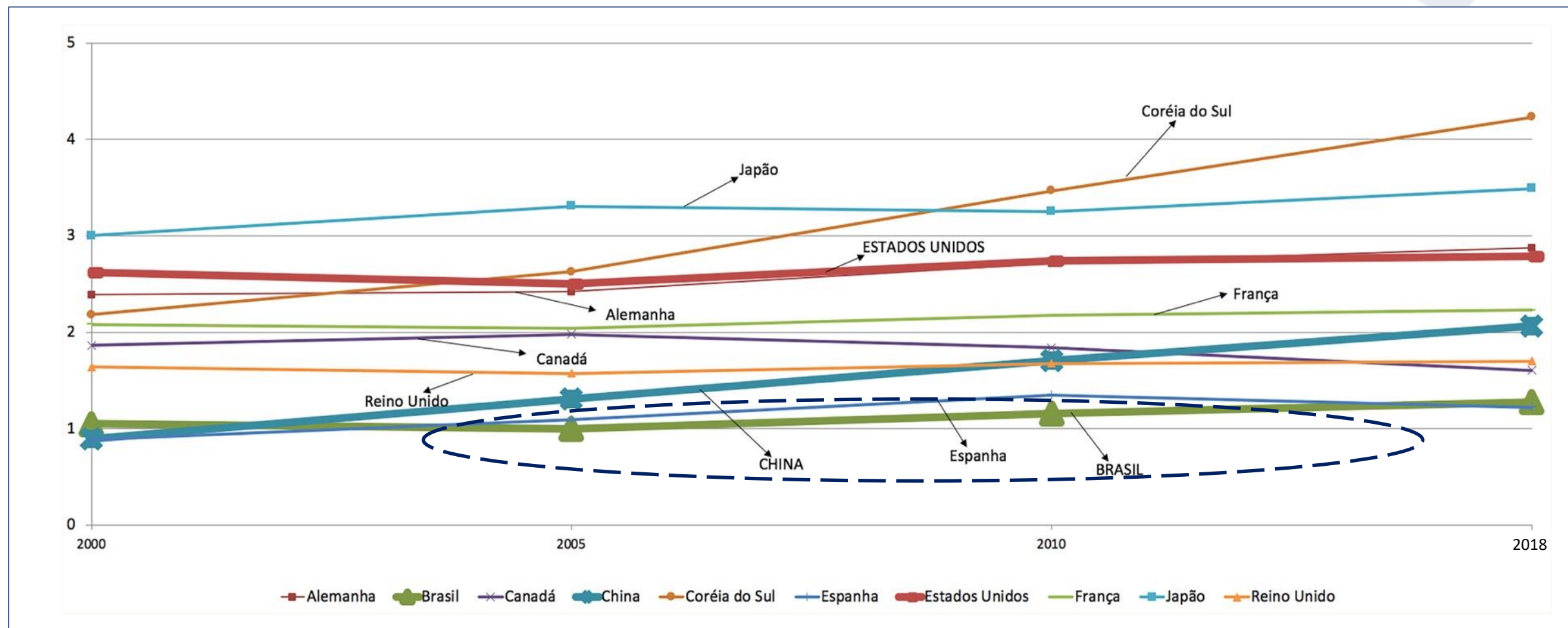


Fonte: FGV-IBRE

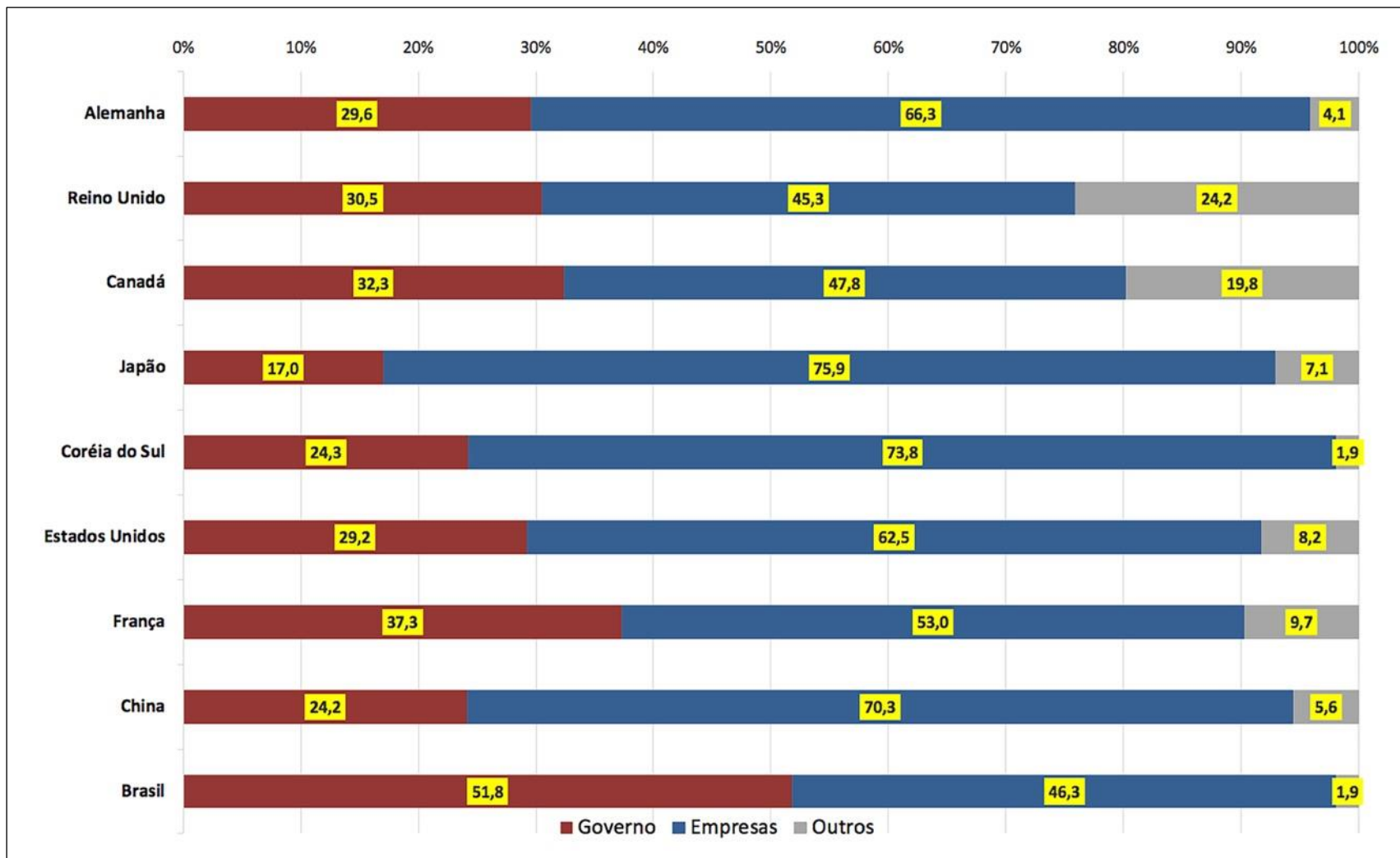
Crescimento da produtividade do Brasil em 2023, por setor



Dispêndios nacionais em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em relação ao produto interno bruto (PIB) de países selecionados, 2000-2018



Distribuição percentual dos dispêndios nacionais em P&D, segundo a fonte de financiamento, países selecionados, 2000-2018

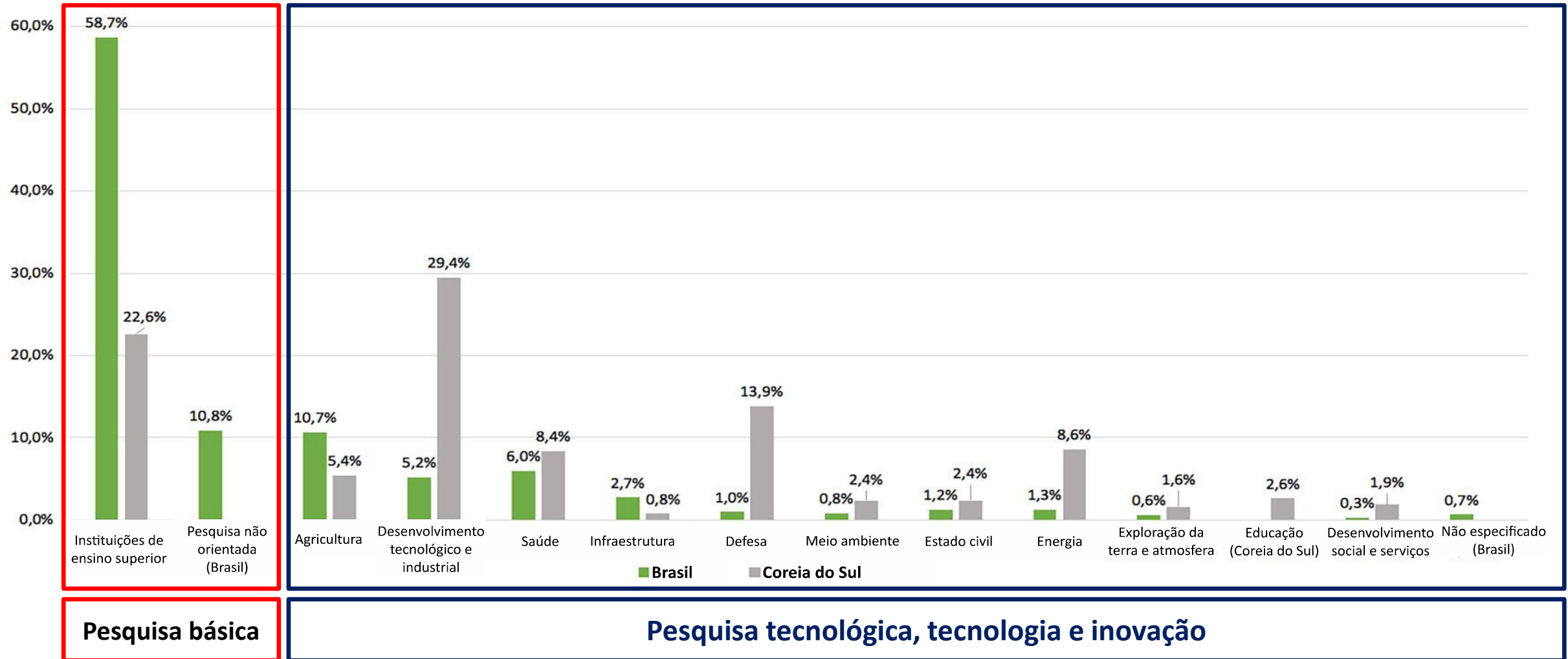


Uma Breve Comparação: Brasil vs. Coréia do Sul

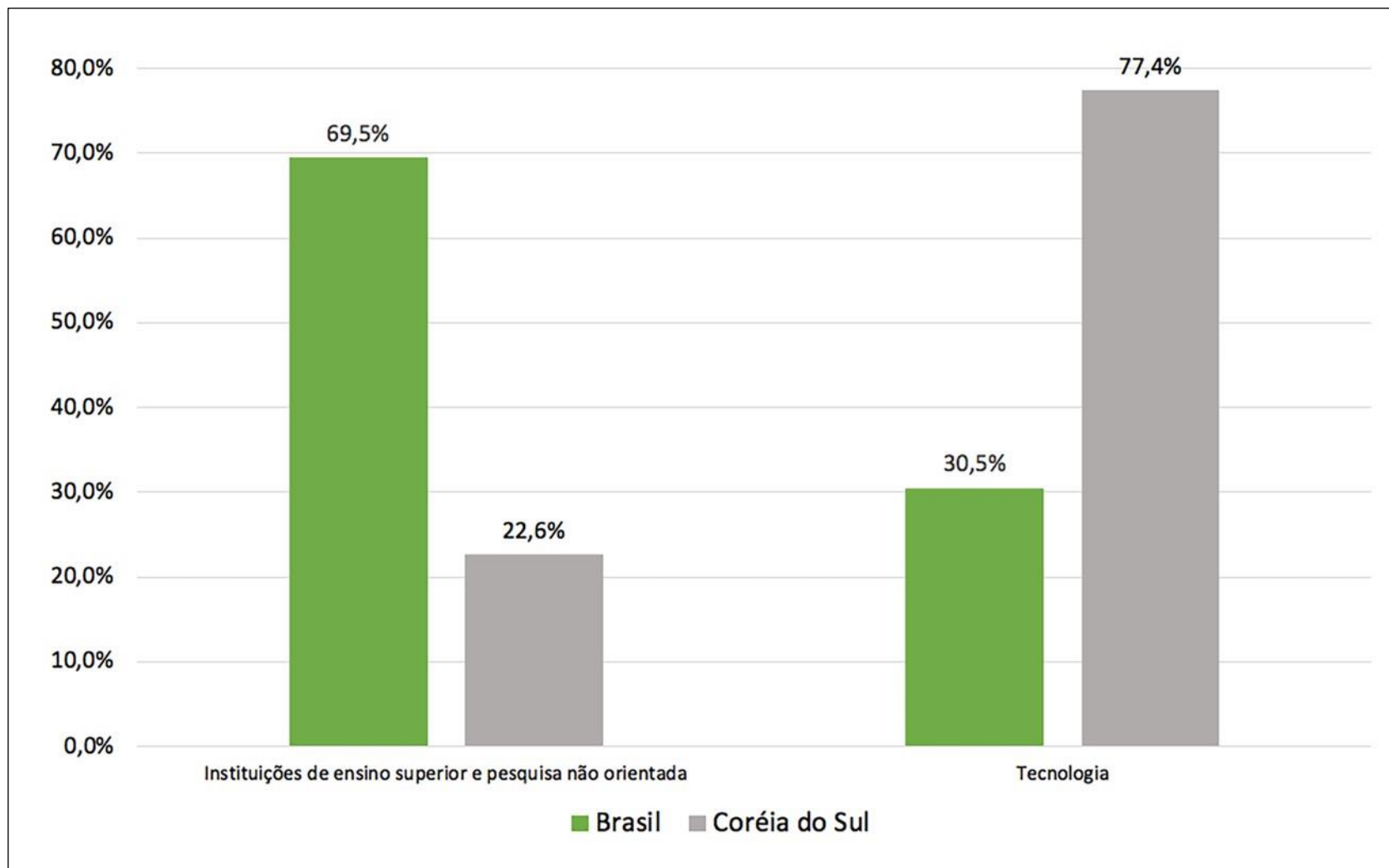




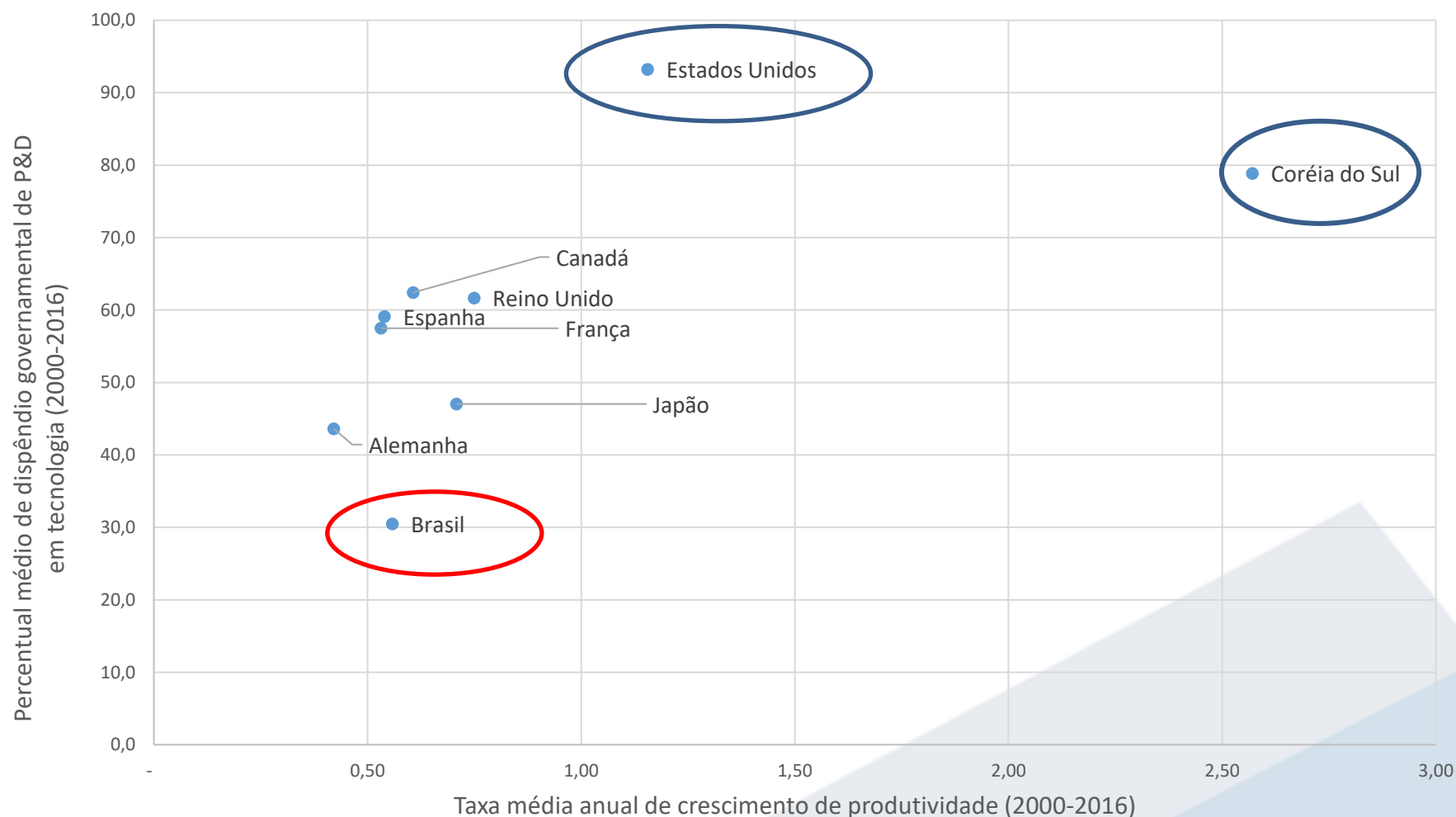
Brasil vs Coreia do Sul: Distribuição dos dispêndios governamentais em P&D, por objetivos socioeconômicos



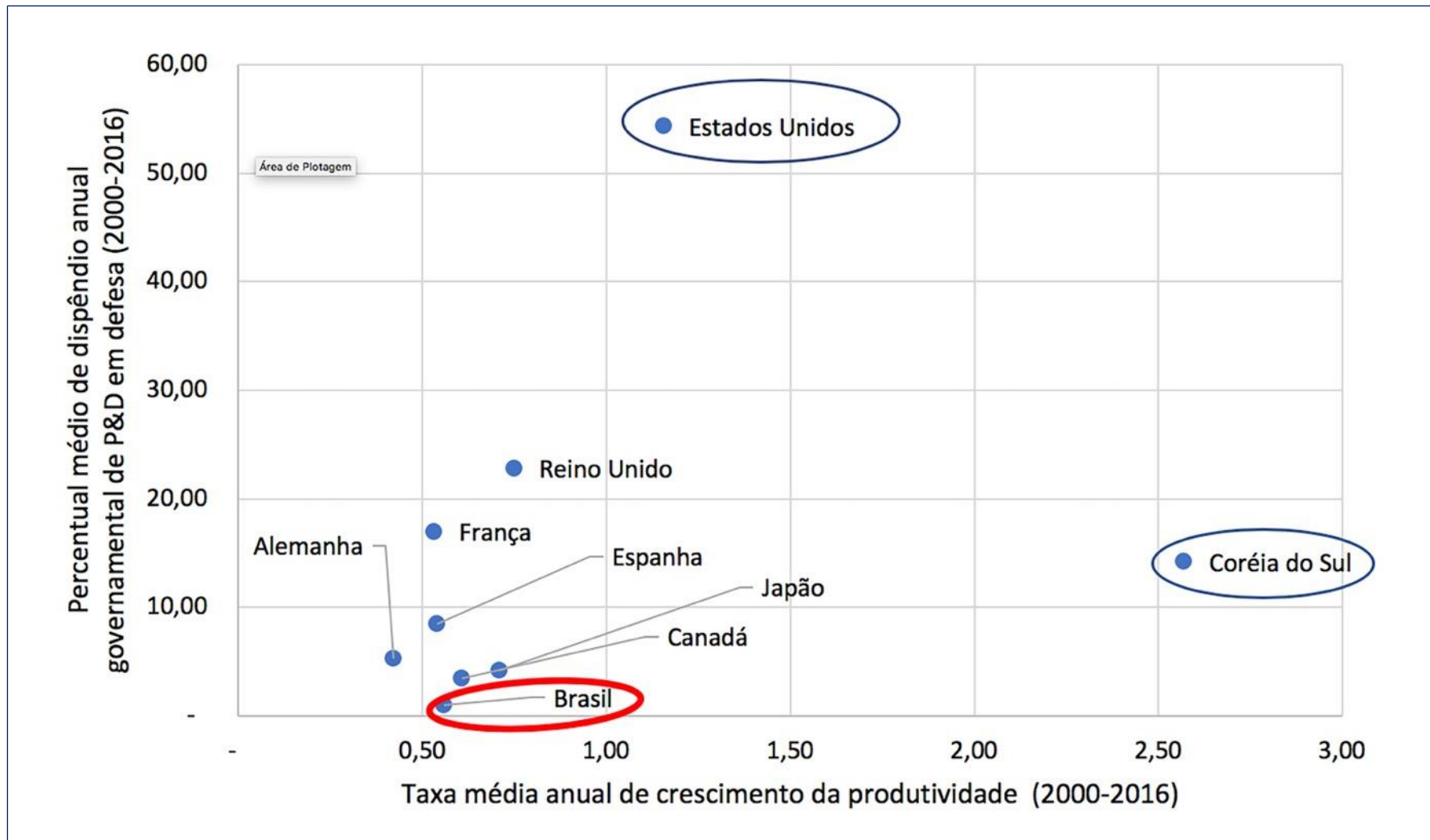
Brasil e Coreia do Sul em posições inversas



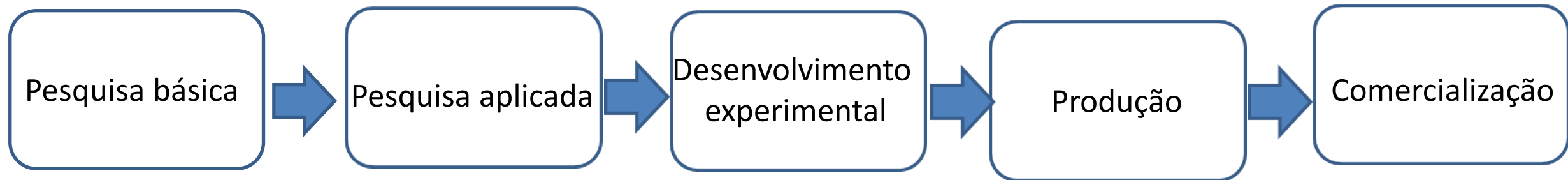
Mix entre percentual médio de dispêndio governamental de P&D em tecnologia e taxa média de aumento da produtividade (2000-2018), por países (sem China)



Mix entre percentual médio de dispêndio governamental de P&D em defesa e taxa média de aumento da produtividade (2000-2016), por países



Modelo linear de inovação



1945-1970s



Instituições de
pesquisa básica e
laboratórios:

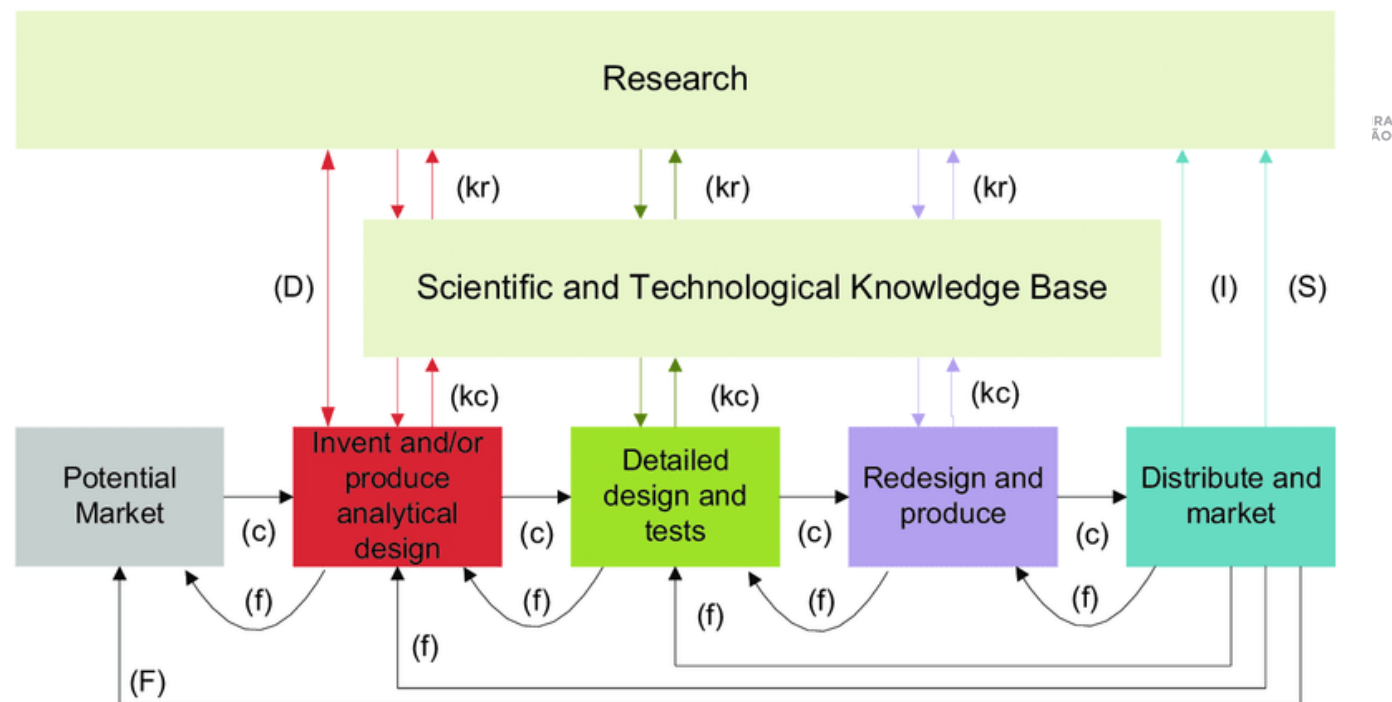
Oferta de ciência

Inovação/
Desenvolvimento
industrial

Representação ilustrativa do processo de inovação



The chain-linked perspective on innovation



Legend

- | | |
|---|--|
| (c) Central chain of innovation | (S) Support of research in sciences underlying product area to gain information directly and by monitoring outside work. The information obtained may apply anywhere along the chain |
| (f) Feedback Loops | (kr) Links between Knowledge and Research |
| (F) Particularly important Feedback | (kc) Links between Knowledge and the central chain of innovation |
| (D) Direct link to and from research from problems in invention and design | |
| (I) Support of scientific research by instruments, machines, tools and procedures of technology | |

Source: Kline and Rosenberg (1980), Rosenbloom and Schooner (1996), and Chesbrough (1996)

Desafio estrutural

Deficiência sistêmica de capacidades tecnológicas para inovações significativas em economias em desenvolvimento e emergentes (ver Bell & Figueiredo, 2012; Lee, 2013; Figueiredo & Cohen, 2019)

Desafio de desenvolver capacidades tecnológicas como insumo fundamental para inovação e desempenho competitivo. Inovação portanto envolve a transformação de insumos (ex., capacidades tecnológicas variadas) em Outputs (ex. produtividade) (Figueiredo, 2002; Figueiredo et al., 2021)

Proxies convencionais para medir capacidades tecnológicas para inovação

- **Dispêndios em P&D (como percentual de faturamento)**
- **Disponibilidade de estruturas físicas de P&D**
- **Investimentos em pessoal de P&D**
- **Quantidade de patentes**
- **Quantidade de profissionais com certas qualificações (por exemplo, com mestrado)**

Capacidades tecnológicas em nível de empresas: O que são, afinal?

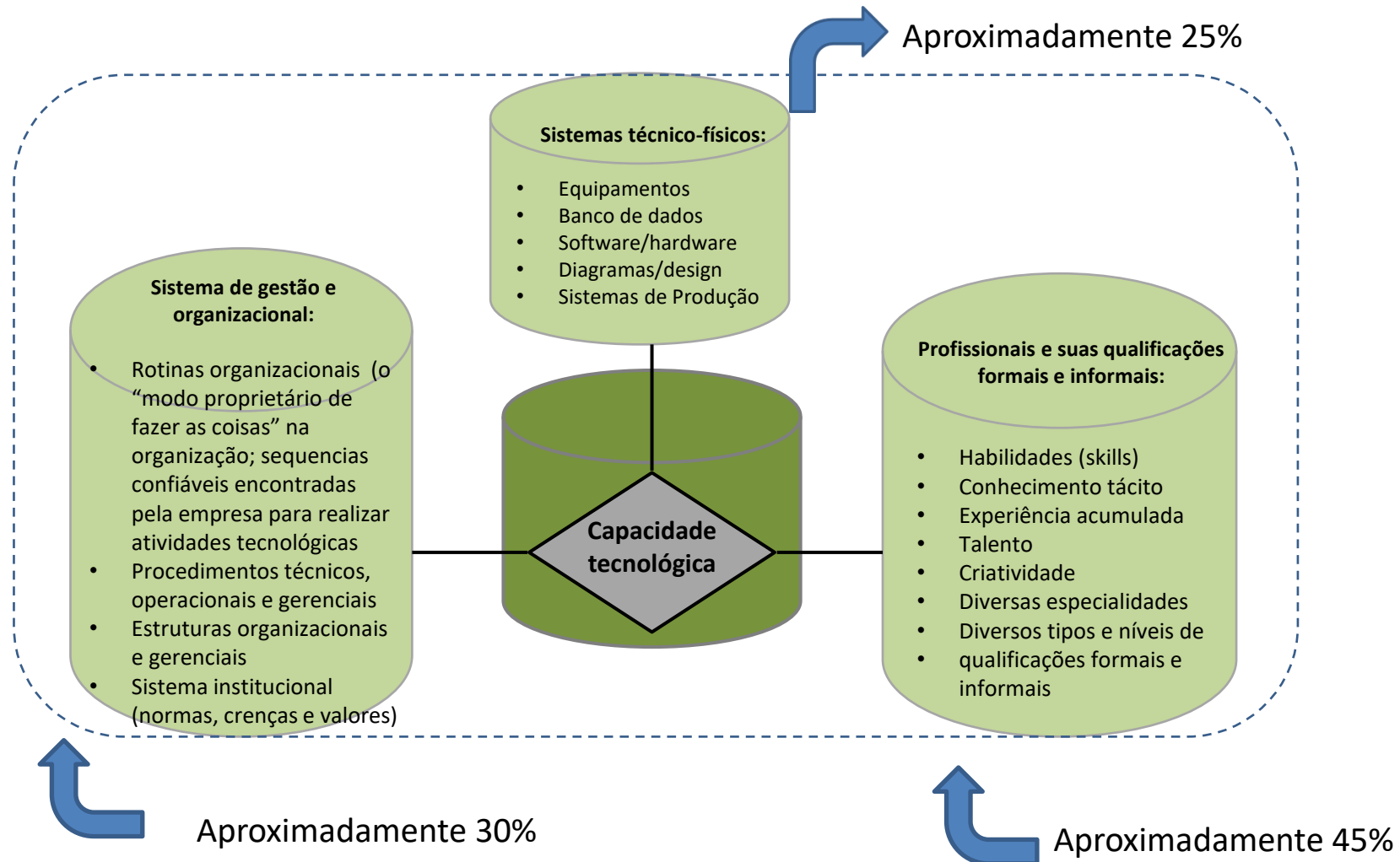
Capacidades tecnológicas envolvem um estoque dinâmico de habilidades cumulativas e específicas de uma empresa para usar, adaptar e criar tecnologias.

Essas habilidades acumulam-se nos profissionais da empresa, nos seus sistemas técnico-físicos e na sua base organizacional e gerencial, formando um todo simbiótico e inseparável.

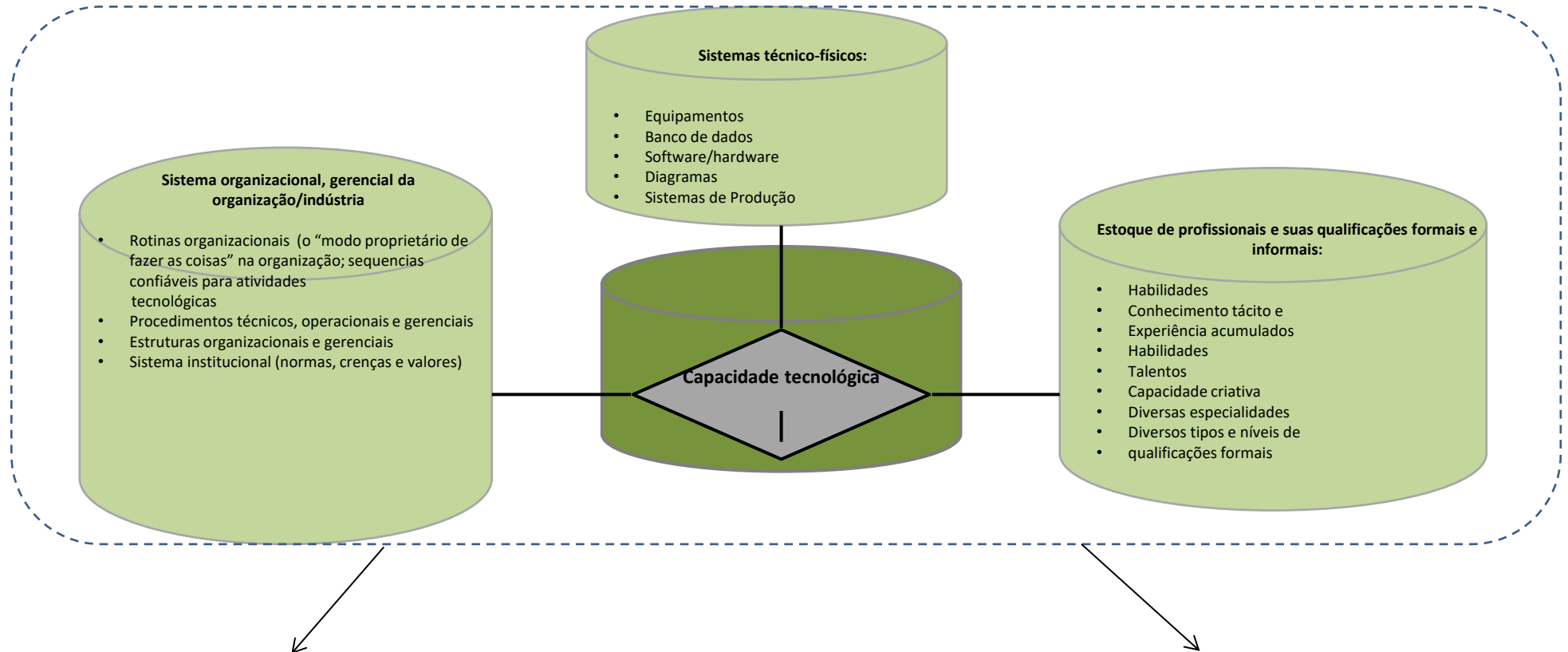
Quando acumulado em níveis avançados, esse estoque integrado de habilidades constitui um ativo estratégico que apoia a competitividade e a inovação: **ativo intangível estratégico.**

Fonte: Figueiredo (2009, 2023, 2025)

Composição da capacidade tecnológica:



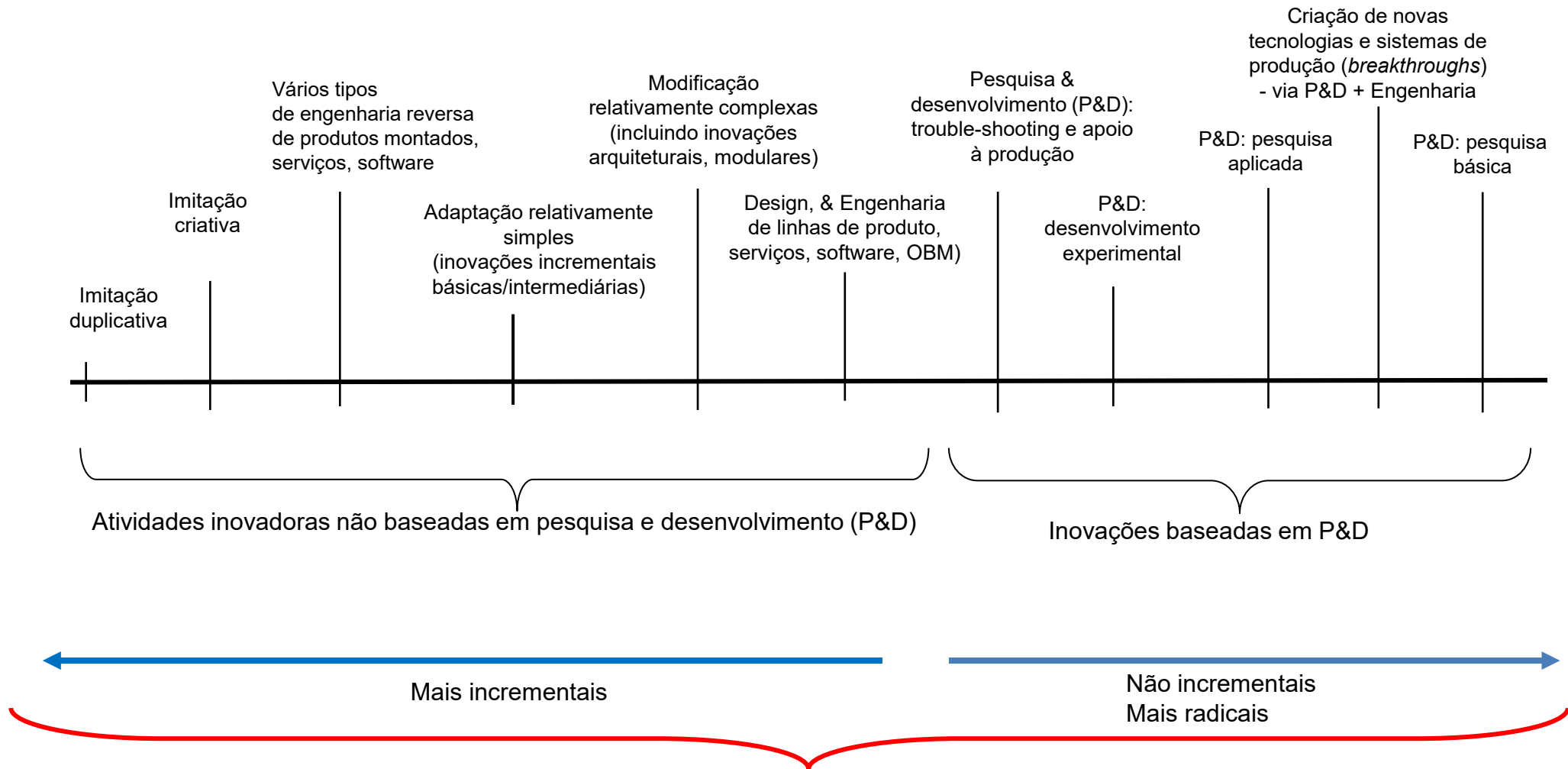
Composição da capacidade tecnológica



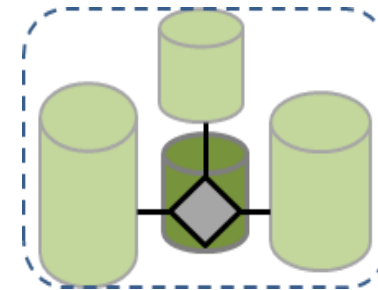
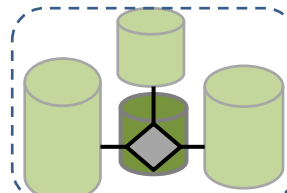
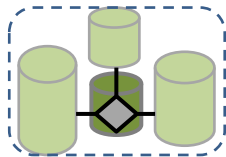
Capacidade tecnológica para implementar atividades operacionais ou de produção.

Capacidade tecnológica para implementar atividades inovadoras.

Amplo espectro de atividades inovadoras e as capacidades tecnológicas subjacentes

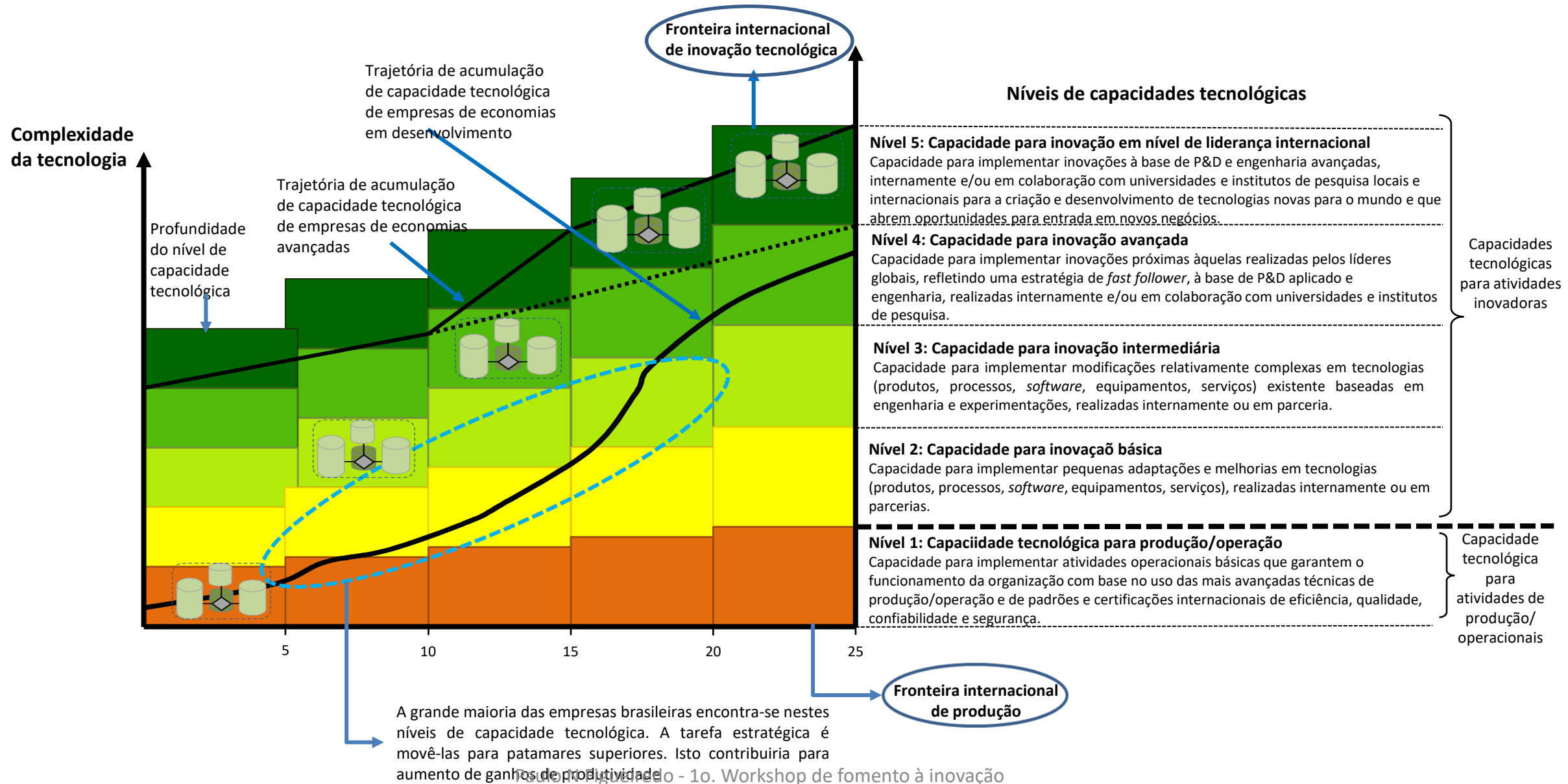


Capacidades tecnológicas subjacentes às atividades inovadoras

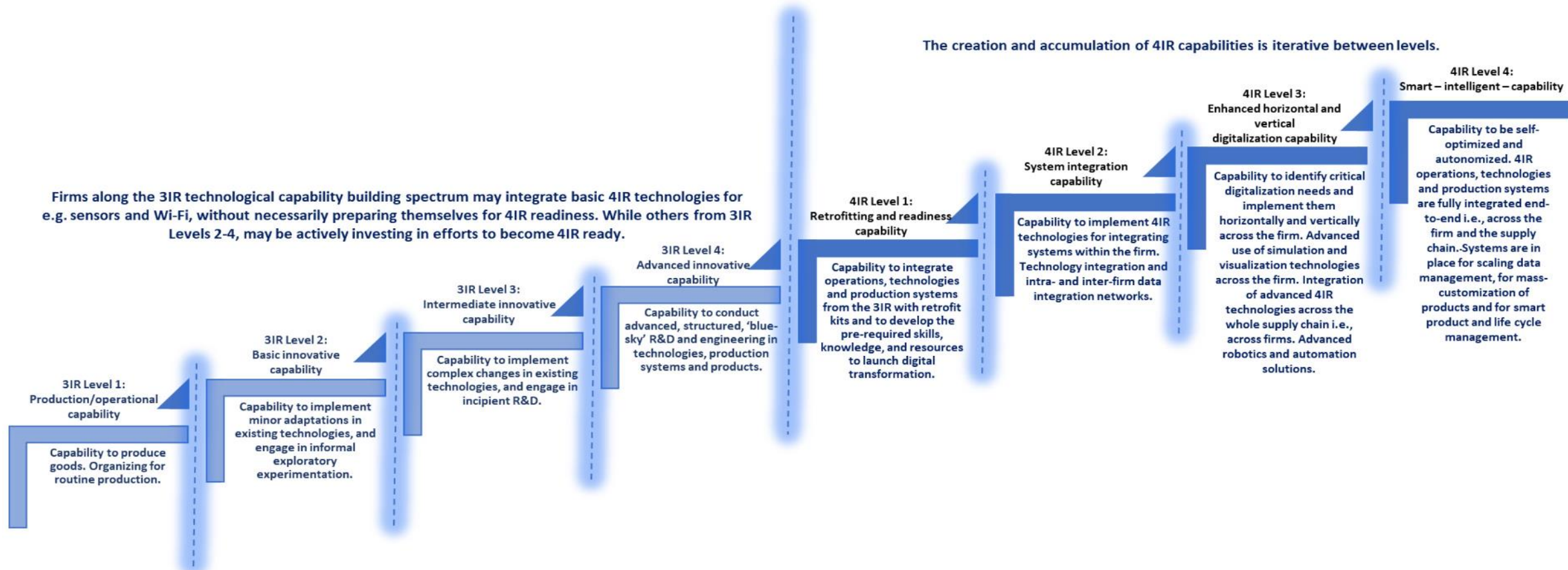


Paulo N Figueiredo - 1o. Workshop de fomento à inovação IFI

Ilustração do processo de acumulação de capacidades tecnológicas em empresas de economias emergentes ('escada de desenvolvimento tecnológico')



Acumulação de capacidades tecnológicas para inovações digitais



The boundaries between these 3IR and 4IR levels are blurred. The evolutionary process of industrial progress and development along these levels are dynamic, non-linear, and non-deterministic.

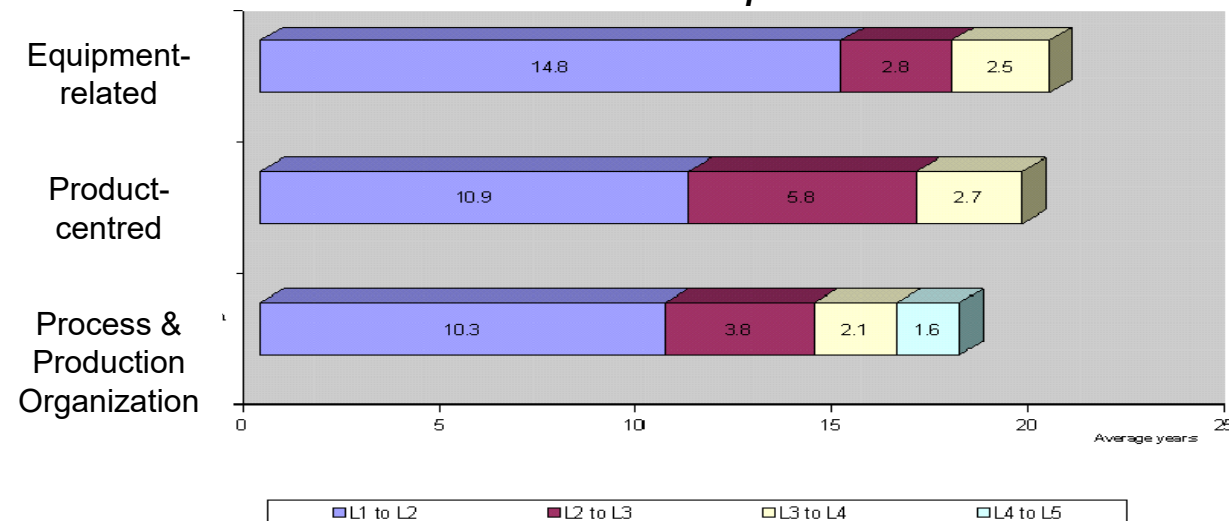
In the tradition of Lall (1992) and Bell and Pavitt (1995) each of these levels are then organized into technological and/or organizational functions...

...and then organized into a refined set of human and organizational activities and resources that constitute the capabilities of the firm

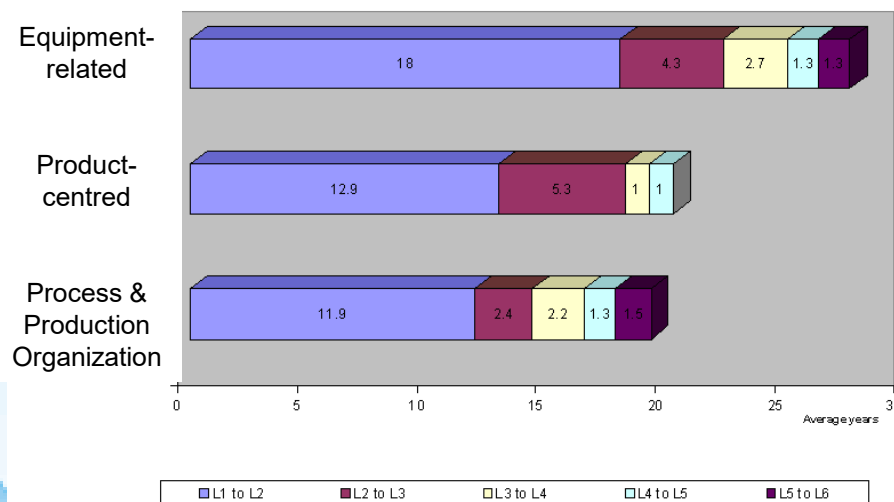
----- Blurred boundary between levels

Sources: Adapted from Lall (1992), Bell and Pavitt (1995), Figueiredo (2001, 2011) and based on authors' own research and elaboration.

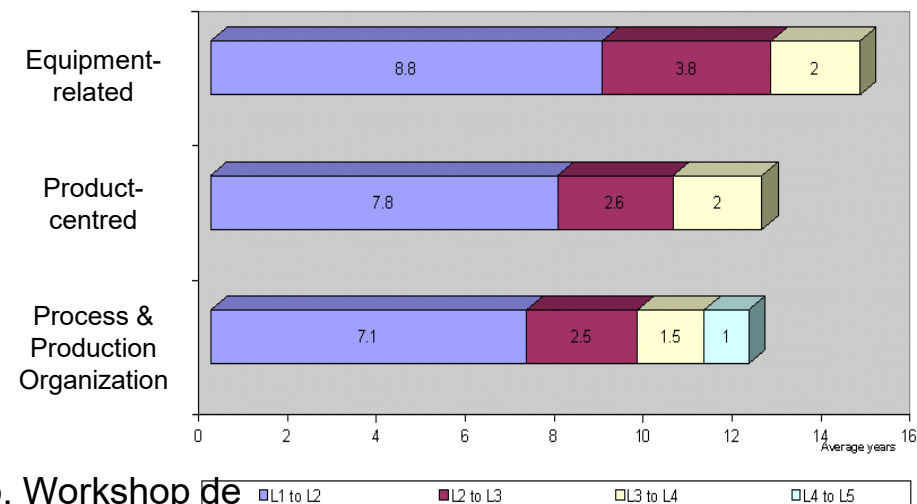
Mean speed (number of years taken) to move through different technological capability levels in the EE sampled firms



Mean speed (number of years taken) to move through different technological capability levels in the MCB sampled firms



Mean speed (number of years taken) to move through different technological capability levels in the supplier sampled firms



Capacidade tecnológica: do uso de tecnologias importadas à autonomia tecnológica

MODO 4



P&D e engenharia de classe mundial em nível nacional e colaborações com líderes tecnológicos globais. Produção classe mundial, ainda que colaborativa.

MODO 3



P&D e engenharia nacionais e colaborativos com empresas e instituições científicas e tecnológicas internacionais.

MODO 2



Apenas produção nacional com base no uso ou licenciamento de tecnologia estrangeira. Ausência de P&D nacional.

MODO 1

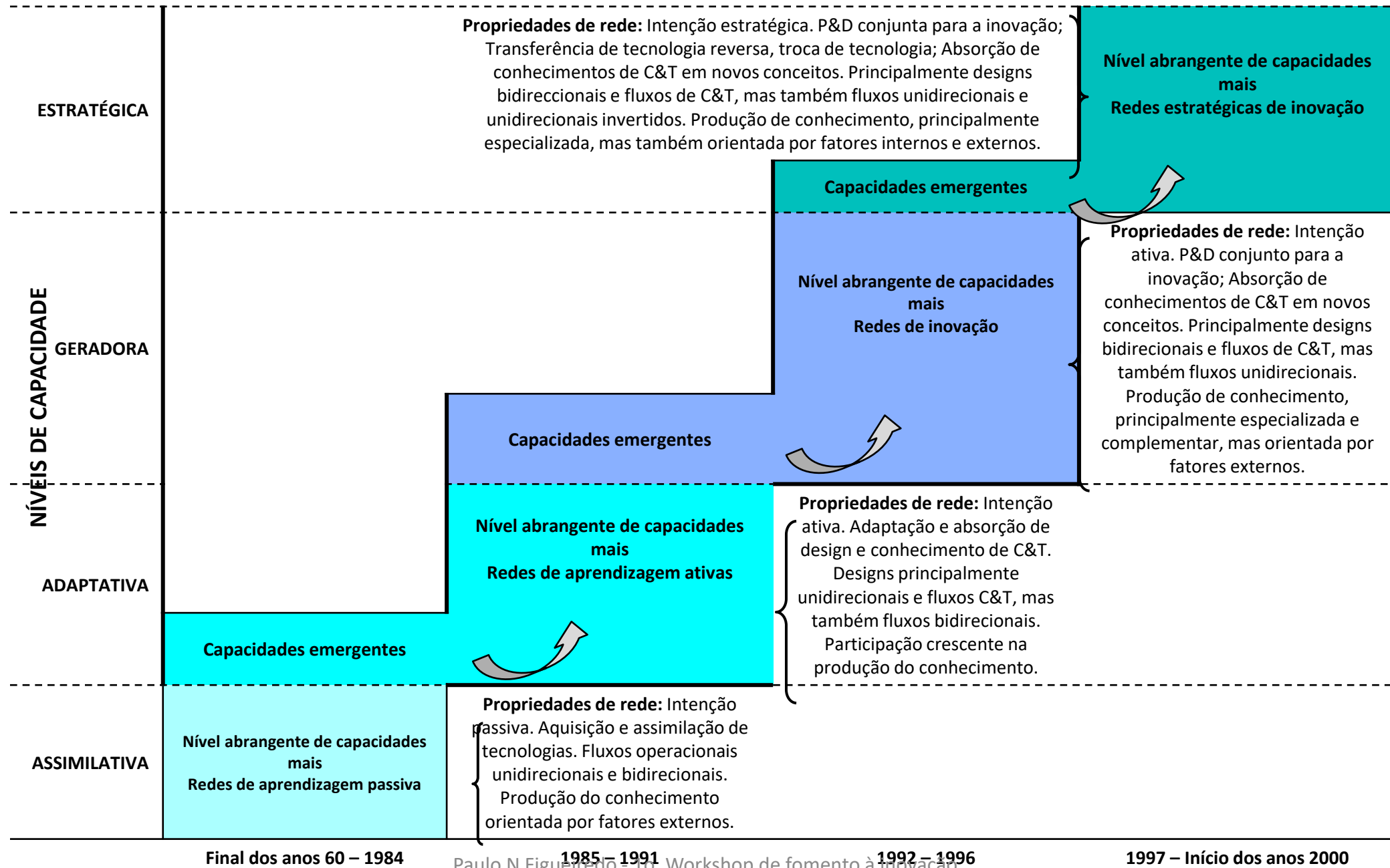


Nenhuma produção nacional, nem engenharia ou pesquisa e desenvolvimento (P&D). Mero usuário de tecnologia estrangeira.

Autossuficiência tecnológica nacional

Dependência tecnológica de outros países

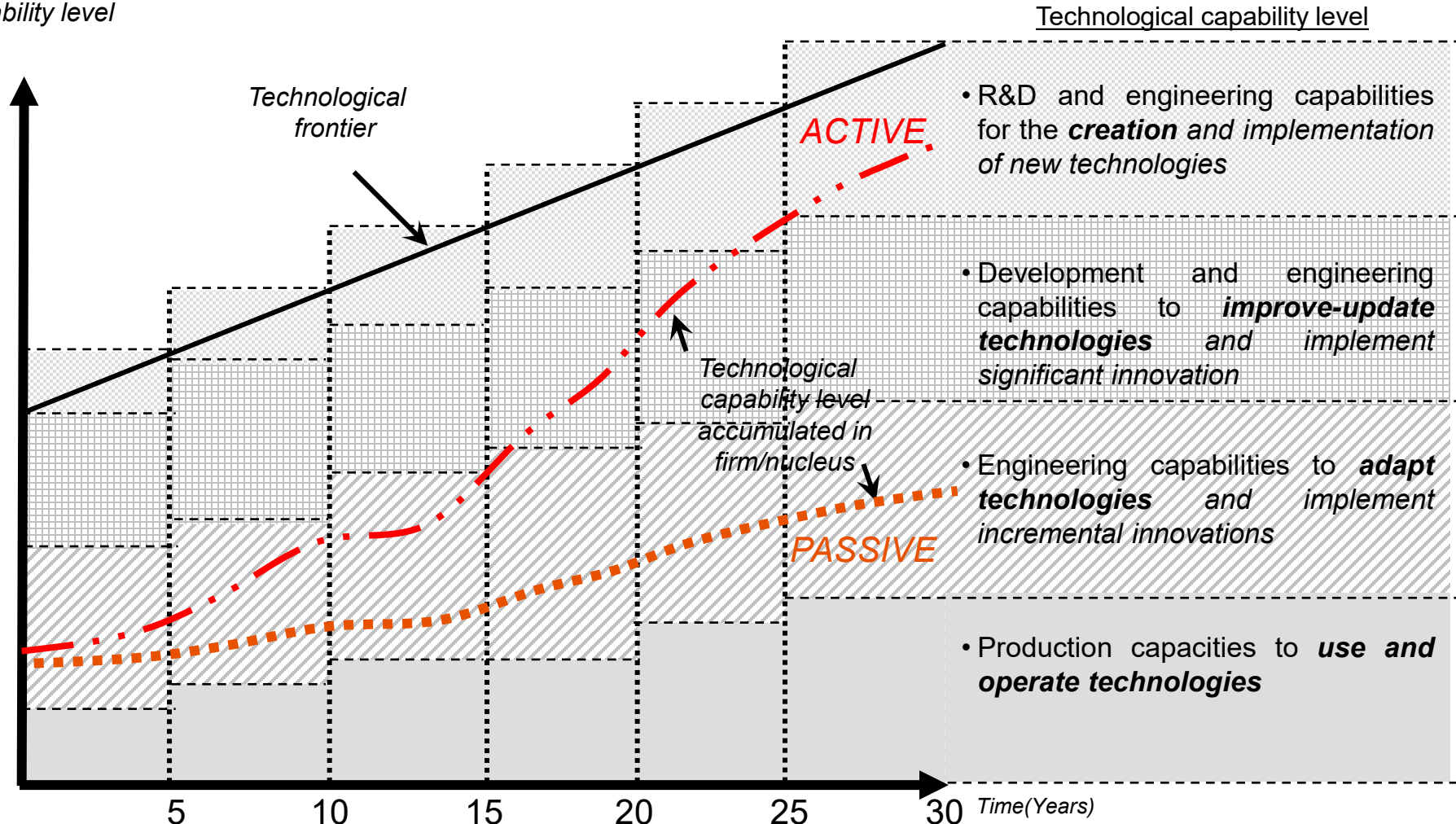
Processo de acumulação de capacidades tecnológicas para inovação na Petrobras



Accumulating a higher level of capabilities

Chile – Mining

Technological
capability level



Source: Based on De Figueiredo E (2000)

Indústrias selecionadas para estudo de acumulação de capacidades tecnológicas

Indústria de base florestal



Aço



Bioethanol



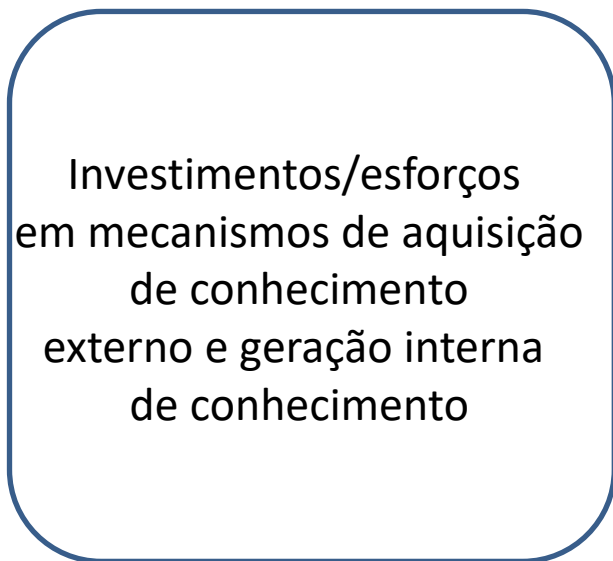
Mineração



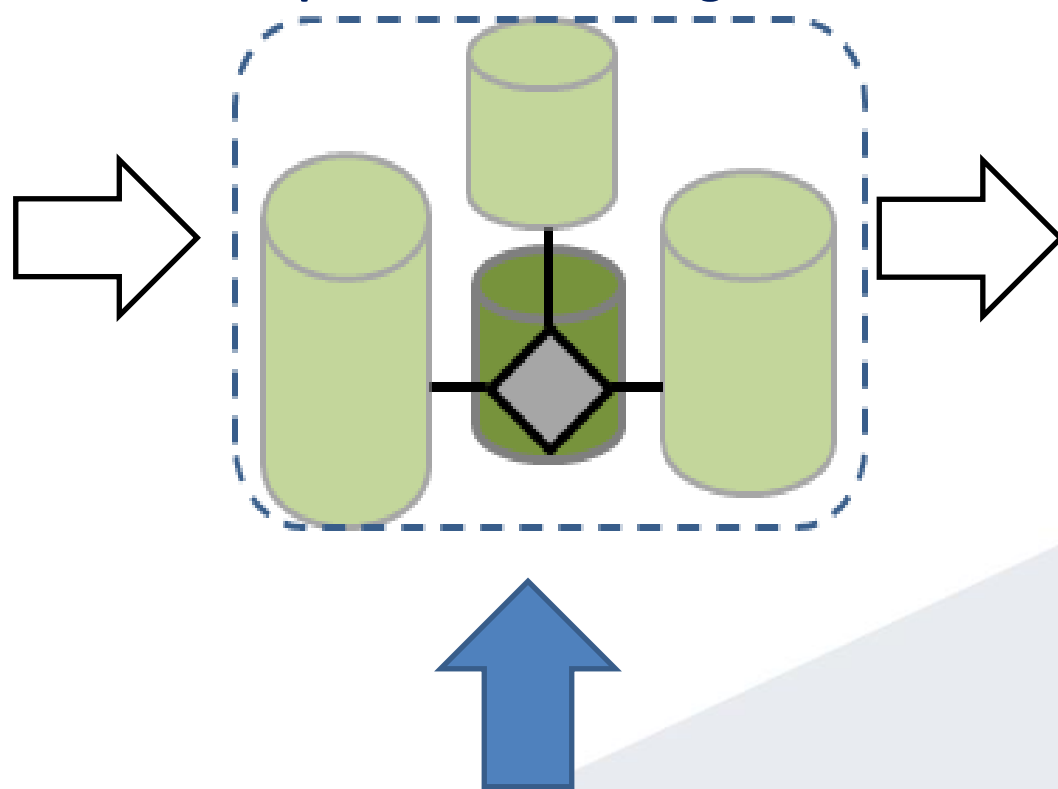
Óleo & Gás



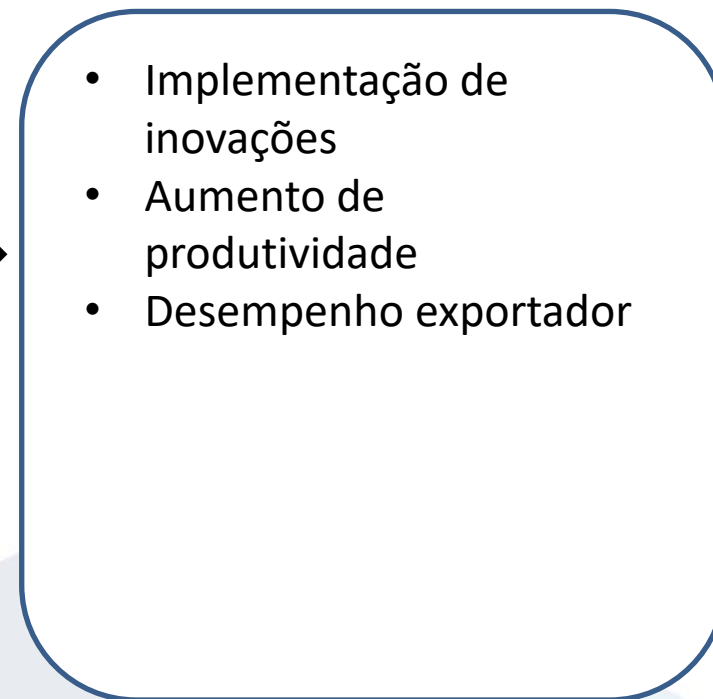
Gestão da aprendizagem tecnológica



Acumulação de níveis progressivamente mais elevados capacidades tecnológicas



Impactos

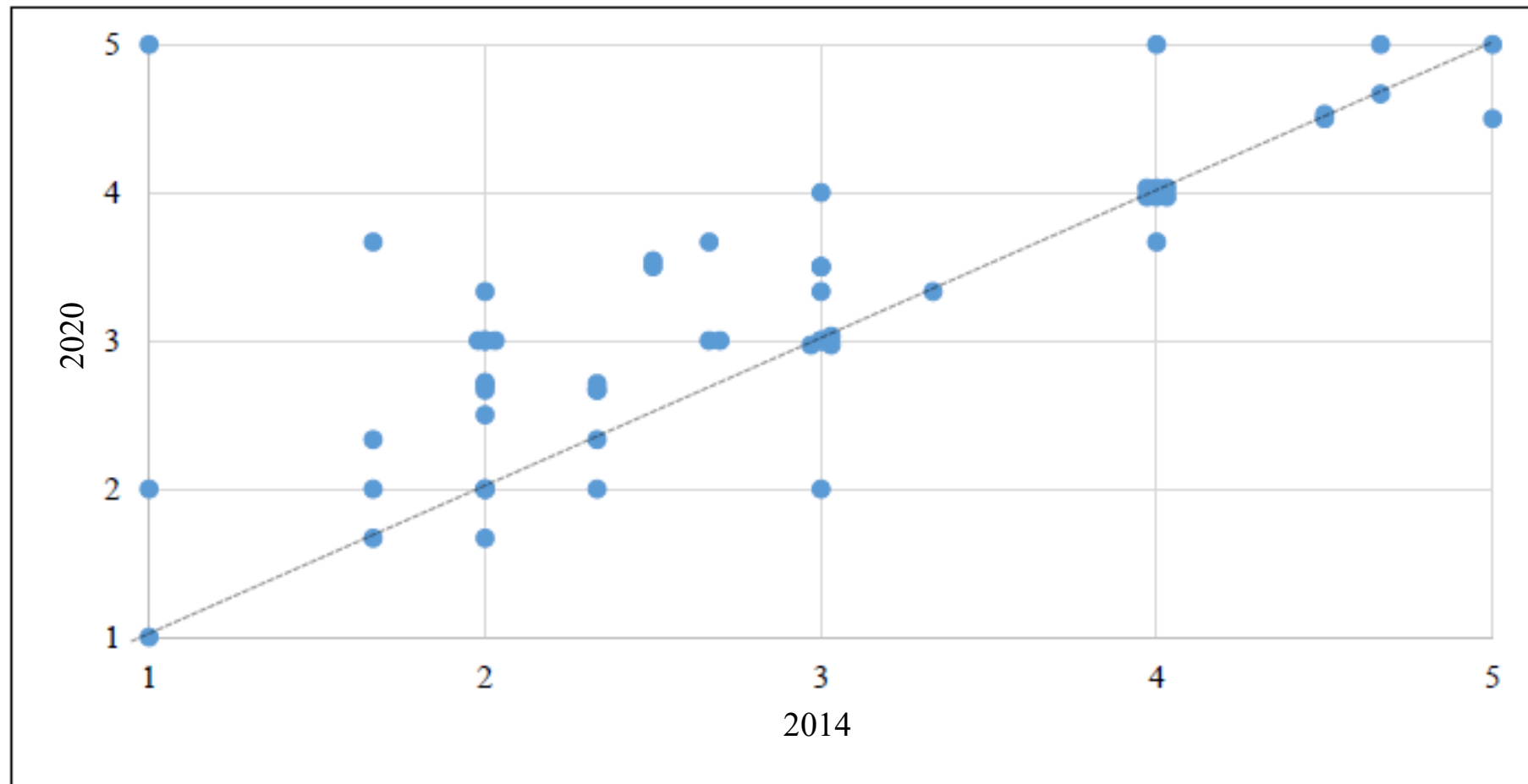


Escala de níveis de capacidades tecnológicas (versão simplificada)

Capacidades inovadoras		Nível 6 Capacidade inovadora de liderança mundial	Capacidade para implementar atividades inovadoras à base de P&D e engenharia avançada, realizadas internamente e/ou em colaboração com universidades e institutos de pesquisa, fornecedores e usuários, relativas à criação e desenvolvimento de tecnologias novas para o mundo e que abrem oportunidades para entrada em novos negócios.
		Nível 5 Capacidade inovadora avançada	Capacidade para implementar atividades inovadoras próximas àquelas realizadas pelos líderes globais, refletindo uma estratégia de <i>fast follower</i> , à base de P&D aplicado e engenharia, realizadas internamente e/ou em colaboração com universidades e institutos de pesquisa.
		Nível 4 Capacidade inovadora intermediária	Capacidade para implementar modificações relativamente complexas em tecnologias (produtos, processos, <i>software</i> , equipamentos, serviços) existente baseadas em engenharia e experimentações, realizadas internamente ou em parceria.
		Nível 3 Capacidade inovadora básica	Capacidade para implementar pequenas adaptações e melhorias em tecnologias (produtos, processos, <i>software</i> , equipamentos, serviços), realizadas internamente ou em parcerias.
Capacidades de produção		Nível 2 Capacidade de produção avançada	Capacidade para implementar atividades operacionais básicas que garantem o funcionamento da organização com base no uso das mais avançadas técnicas de produção/operação e de padrões e certificações internacionais de eficiência, qualidade, confiabilidade e segurança.
		Nível 1 Capacidade de produção básica	Capacidade para implementar atividades operacionais com base no uso de tecnologias existentes e sistemas de produção e de padrões de eficiência e qualidade.

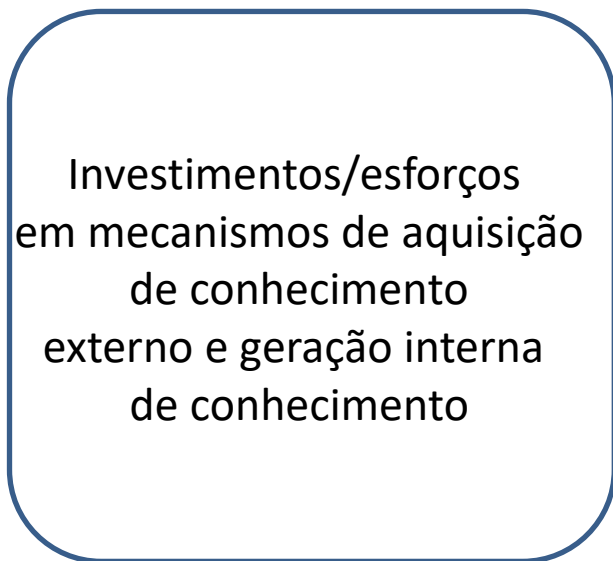
Fonte: Figueiredo (2018). Adaptado de Figueiredo (2001, 2015, 2018).

Evolução da acumulação de capacidades tecnológicas nas empresas estudadas

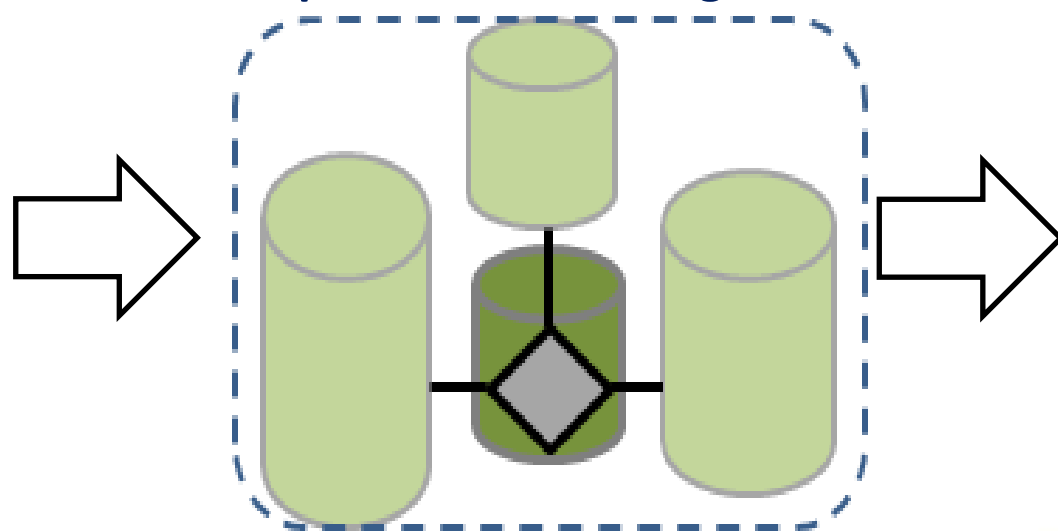


- Cada ponto representa uma empresa.
- Curva pontilhada (bissetriz): indica que a maioria das empresas aumentou seus níveis de capacidades tecnológicas inovadoras.
- Quanto mais perto elas estão da bissetriz, menos elas têm aumentado o seu nível de capacidade tecnológica.

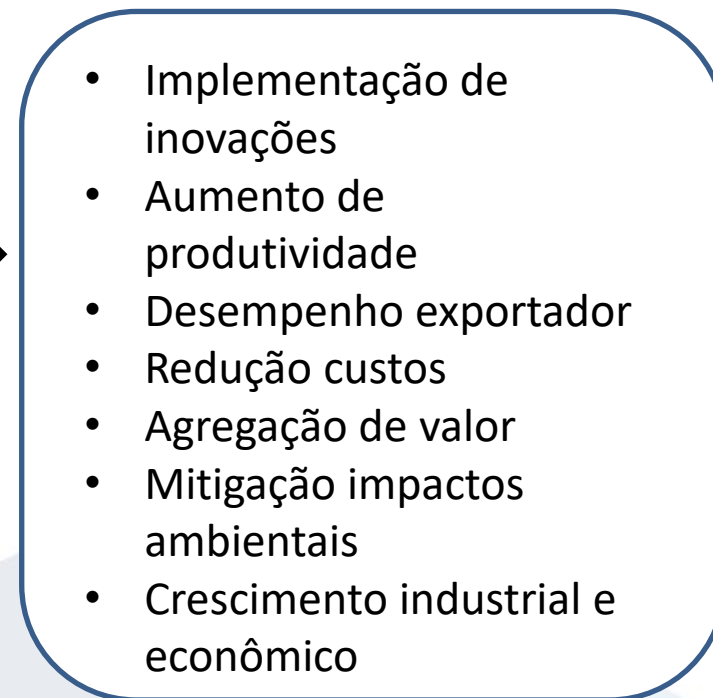
Gestão da aprendizagem tecnológica



Acumulação de níveis progressivamente mais elevados capacidades tecnológicas

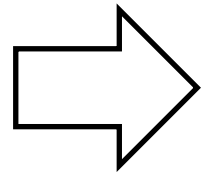


Impactos

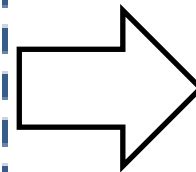
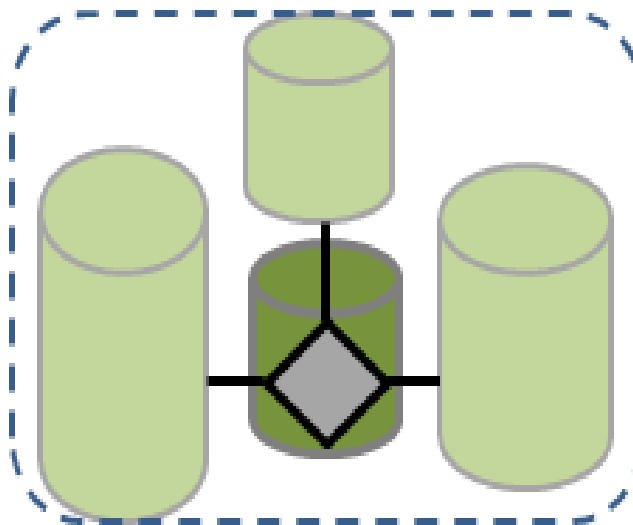


Gestão da aprendizagem tecnológica

Investimentos/esforços em mecanismos de aquisição de conhecimento externo e geração interna de conhecimento



Acumulação de níveis progressivamente mais elevados capacidades tecnológicas



Impactos

- Implementação de inovações
- **Aumento de produtividade**
- **Desempenho exportador**
- Redução custos
- Agregação de valor
- Mitigação impactos ambientais
- Crescimento industrial e econômico



Com relação aos impactos da acumulação de capacidades tecnológicas: **Produtividade**

- **Aumento médio de 55% na produtividade** nas empresas menos produtivas, associado à **acumulação de níveis de capacidade tecnológica** além do nível básico (Nível 2).
- **Aumento médio de 38% na produtividade** nas empresas mais produtivas, associado ao **aumento do nível de capacidade tecnológica do Nível 3 para o 4.**

Com relação aos impactos da acumulação de capacidades tecnológicas: **Desempenho exportador**

- **Aumento médio de 37% no desempenho exportador** nas empresas menos exportadoras, associado à acumulação de níveis de capacidade tecnológica para inovação além do básico (Nível 2).
- **Aumento médio de 52% no desempenho exportador** nas empresas mais exportadoras, associado à acumulação de capacidade para inovação tecnológica além do Nível 3.

Portanto, o estudo demonstra como os esforços eficazes **de acumulação de capacidade para inovação tecnológica geram benefícios em termos de aumento de produtividade do trabalho e desempenho exportador em nível de empresas.**

Políticas Públicas, Indústria, Dualidade e Defesa Nacional: Evidências para uma Agenda de Desenvolvimento da Base Industrial de Defesa Brasileira

Paulo N Figueiredo - 1o. Workshop de
fomento à inovação IFI

Instituição: **FGV**

Coordenador do Projeto: **Paulo Negreiros Figueiredo**

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

Instituições envolvidas no projeto:

- **Fundação Getulio Vargas (FGV) – Instituição líder**
- **Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME)**
- **Universidade da Força Aérea (UNIFA)**
- **Escola Superior de Defesa (ESD)**
- **Escola de Guerra Naval (EGN)**
- **Universidade Federal Fluminense (UFF)**
- **Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)**

Novas parcerias formalizadas:

- **Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança (ABIMDE)**
- **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)**

OBJETIVO

Contribuir para o **desenvolvimento da Base Industrial de Defesa brasileira**, por meio da geração de insumos e evidências que apoiem políticas públicas voltadas para a modernização e o fortalecimento deste setor estratégico, orientando-se para a **acumulação de capacidades tecnológicas, ganhos de produtividade** e a promoção de sua **competitividade internacional**.

Modelo Analítico do Projeto

