

Progresso tecnológico e crescimento

CAPÍTULO 12

Olivier Blanchard
Pearson Education

Progresso tecnológico e taxa de crescimento

O progresso tecnológico tem várias dimensões. Pode levar a:

- Maiores quantidades de produto
- Produtos melhores
- Produtos novos
- Maior variedade de produtos

O progresso tecnológico leva a aumentos do produto para dados montantes de capital e trabalho.

Progresso tecnológico e a função de produção



Vamos representar o estado da tecnologia por A e reescrever a função de produção como:

$$Y = F(K, N, A)$$

(+ + +)

Uma forma mais restrita, porém conveniente, é

$$Y = F(K, AN)$$

O produto depende tanto do capital quanto do trabalho (K e N), e do estado da tecnologia (A).

Progresso tecnológico e a função de produção

- O progresso tecnológico reduz o número de trabalhadores necessário para se obter dado montante de produto.
- O progresso tecnológico aumenta AN , que pode ser considerado como o montante de **trabalho efetivo**, ou trabalho em 'unidades de eficiência', na economia.

Com retornos constantes de escala,

$$2Y = F(2K, 2AN)$$

De modo mais geral,

$$xY = F(xK, xAN)$$

Progresso tecnológico e a função de produção

A relação entre produto por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo é:

$$\frac{Y}{AN} = F\left(\frac{K}{AN}, 1\right)$$

Que pode ser redefinida como $\frac{Y}{AN} = f\left(\frac{K}{AN}\right)$

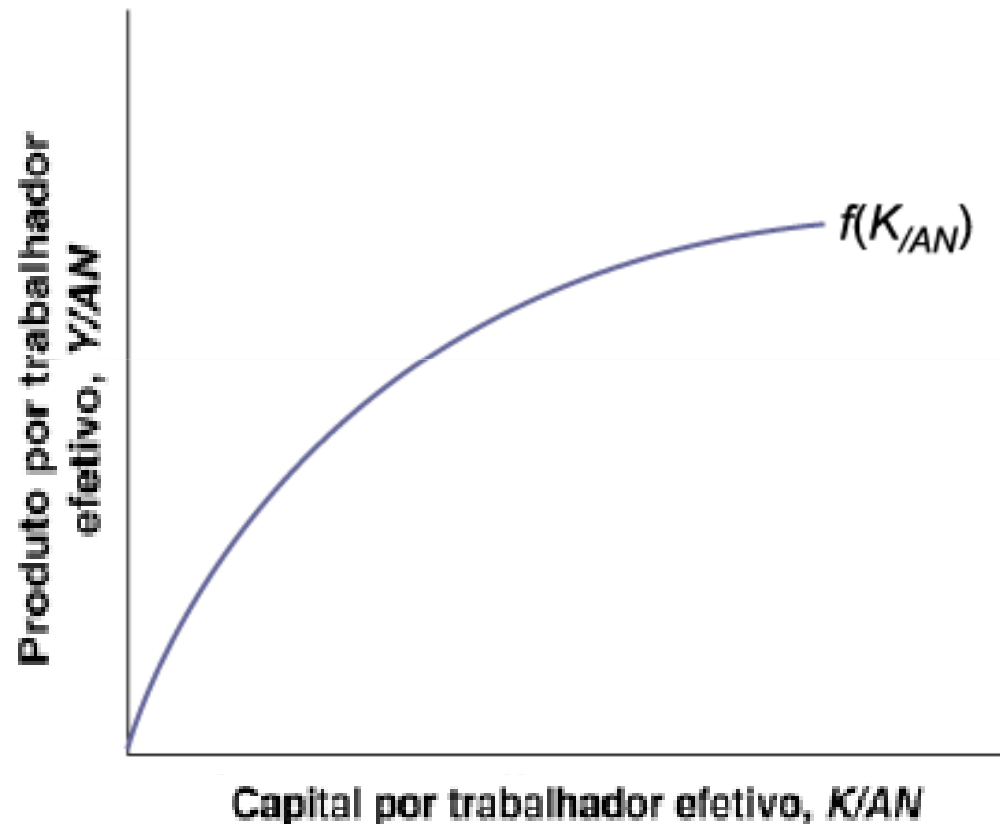
Em palavras: *o produto por trabalhador efetivo é uma função do capital por trabalhador efetivo.*

Progresso tecnológico e a função de produção

Figura 12.1

Produto por trabalhador efetivo versus capital por trabalhador efetivo

Em decorrência dos rendimentos decrescentes do capital, os aumentos do capital por trabalhador efetivo levam a aumentos cada vez menores do produto por trabalhador efetivo.



Interações entre produto e capital

A dinâmica do produto e do capital por trabalhador envolve:

- A relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador.

$$I = S = sY$$

Dividindo ambos os lados por AN , obtemos

$$\frac{I}{AN} = s \left(\frac{Y}{AN} \right)$$

Interações entre produto e capital

A dinâmica do produto e do capital por trabalhador envolve:

- A relação entre investimento por trabalhador e capital por trabalhador.

Dado que $\frac{Y}{AN} = f\left(\frac{K}{AN}\right)$ então $\frac{I}{AN} = sf\left(\frac{K}{AN}\right)$

Interações entre produto e capital

A dinâmica do produto e do capital por trabalhador envolve:

- A relação entre depreciação por trabalhador — de modo equivalente, o investimento por trabalhador necessário para manter um nível constante de capital por trabalhador — e capital por trabalhador.

$$\delta K + (g_A + g_N)K$$

Ou, de modo equivalente $(\delta + g_A + g_N)K$

A quantidade de investimento por trabalhador efetivo necessária para manter um nível constante de capital por trabalhador efetivo é

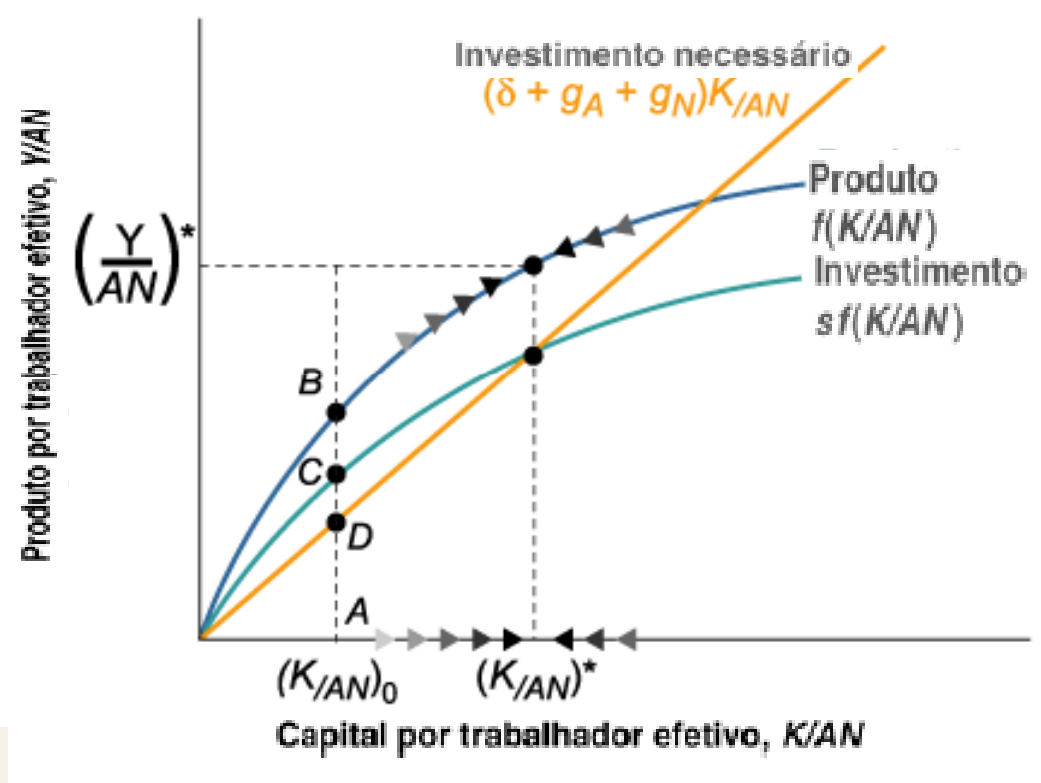
$$(\delta + g_A + g_N) \frac{K}{AN}$$

Interações entre produto e capital

Figura 12.2

Dinâmica do capital por trabalhador efetivo e do produto por trabalhador efetivo

O capital por trabalhador efetivo e o produto por trabalhador efetivo convergem para valores constantes no longo prazo.

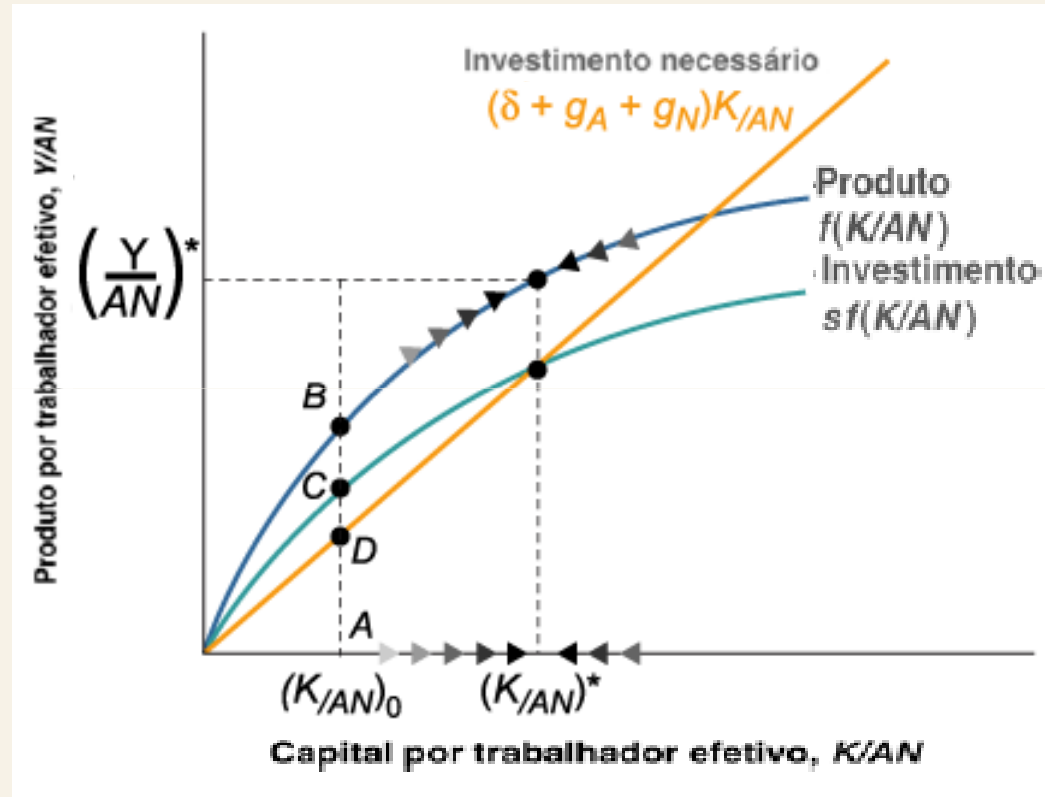


Dinâmica do capital e do produto

Capítulo 12: Progresso tecnológico e crescimento

Esta figura se concentra no produto, no capital e no investimento *por trabalhador efetivo*, e não por trabalhador:

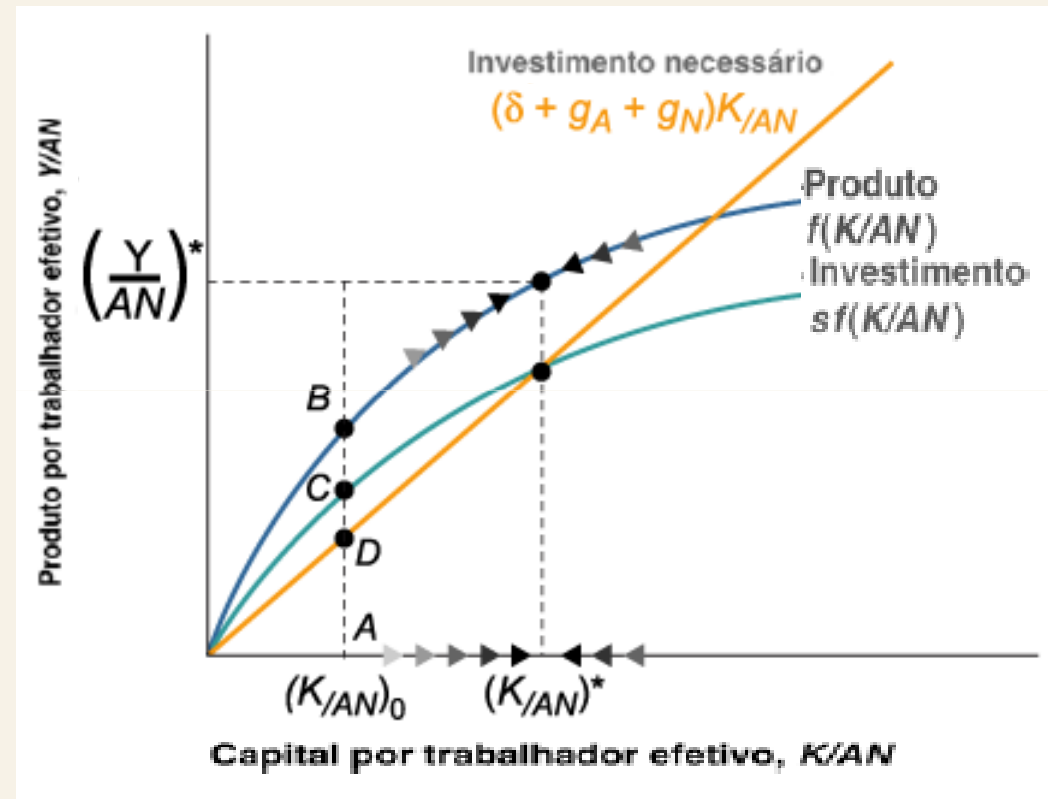
- O produto por trabalhador efetivo aumenta com o capital por trabalhador efetivo, mas a uma taxa decrescente.



Dinâmica do capital e do produto

Esta figura se concentra no produto, no capital e no investimento *por trabalhador efetivo*, e não por trabalhador:

- A relação entre investimento por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo é igual à curva superior, multiplicada pela taxa de poupança, s .

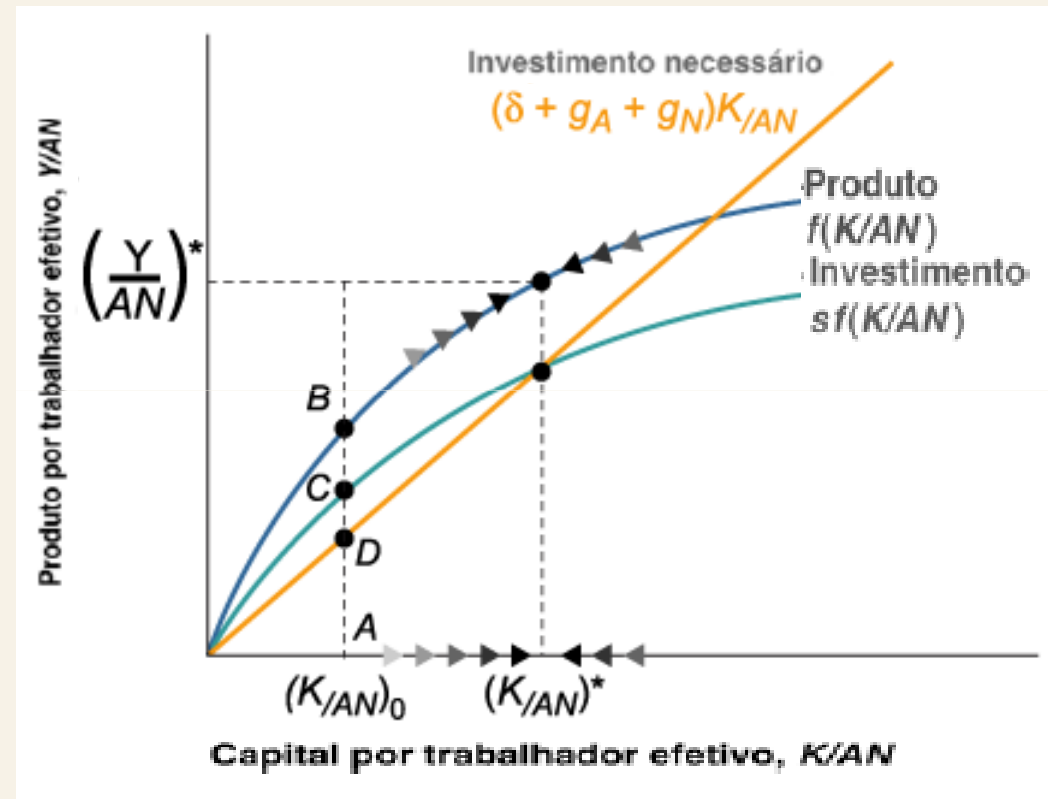


Dinâmica do capital e do produto

Capítulo 12: Progresso tecnológico e crescimento

Esta figura se concentra no produto, no capital e no investimento *por trabalhador efetivo*, e não por trabalhador:

- Finalmente, agora que permitimos que haja progresso tecnológico (de modo que A aumenta ao longo do tempo), o número de trabalhadores efetivos (AN) aumenta ao longo do tempo.



Dinâmica do capital e do produto

Agora podemos fazer uma descrição gráfica da dinâmica do capital por trabalhador efetivo e do produto por trabalhador efetivo:

- Como o investimento efetivo supera o nível de investimento necessário para manter o nível existente de capital por trabalhador efetivo, K/AN aumenta.
- Partindo de $(K/AN)_0$, a economia se move para a direita, com o nível de capital por trabalhador efetivo aumentando ao longo do tempo.
- No longo prazo, o capital por trabalhador efetivo atinge um nível constante, o mesmo ocorrendo com o produto por trabalhador efetivo.
- Isso implica que o produto (Y) cresce à mesma taxa que o trabalho efetivo (AN).

Dinâmica do capital e do produto

No estado de crescimento equilibrado, o produto (Y) cresce à mesma taxa que o trabalho efetivo (AN); o trabalho efetivo cresce a uma taxa ($g_A + g_N$); portanto, o crescimento do produto no estado de crescimento equilibrado é igual a ($g_A + g_N$). O capital por trabalhador efetivo também cresce a uma taxa igual a ($g_A + g_N$).

A taxa de crescimento do produto é independente da taxa de poupança.

Como o produto, o capital e o trabalho efetivo crescem todos à mesma taxa, ($g_A + g_N$), o estado de crescimento equilibrado dessa economia é também chamado de **crescimento equilibrado** ou **crescimento balanceado**.

Dinâmica do capital e do produto

Tabela 12.1 Características do crescimento equilibrado

	Taxa de crescimento de
1. Capital por trabalhador efetivo	0
2. Produto por trabalhador efetivo	0
3. Capital por trabalhador	g_A
4. Produto por trabalhador	g_A
5. Trabalho	g_N
6. Capital	$g_A + g_N$
7. Produto	$g_A + g_N$

Dinâmica do capital e do produto

Na trajetória de crescimento equilibrado (de modo equivalente, no estado de crescimento equilibrado; de modo equivalente, no longo prazo):

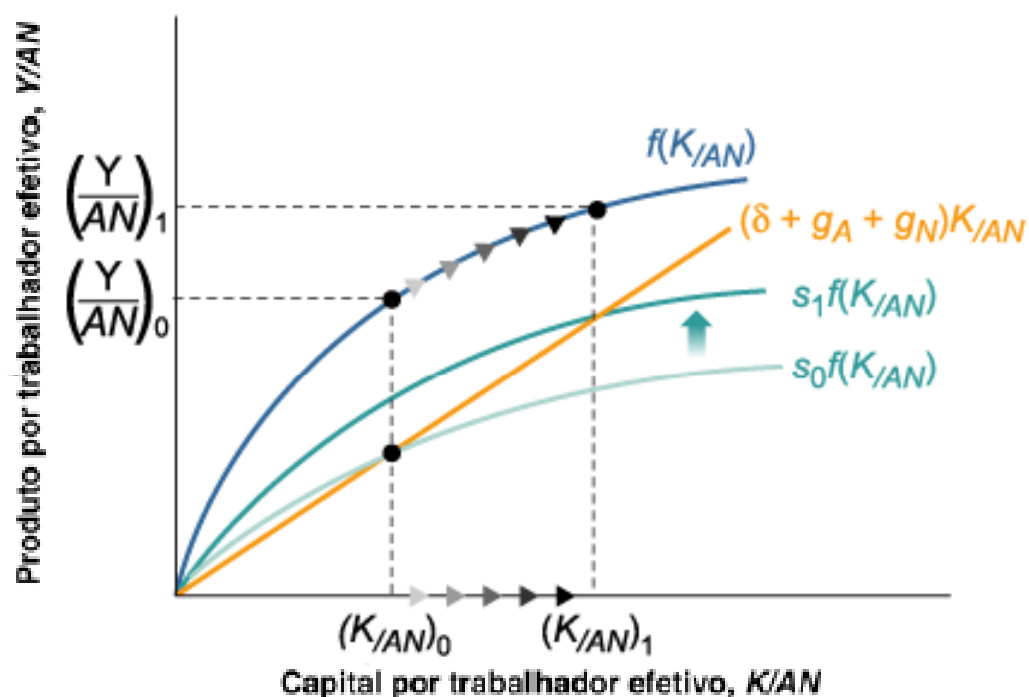
- *O capital por trabalhador efetivo e o produto por trabalhador efetivo são constantes.*
- De modo equivalente, o *capital por trabalhador* e o *produto por trabalhador* crescem à taxa de progresso tecnológico, g_A .
- Ou, em termos de trabalho, capital e produto: o *trabalho* cresce à taxa de crescimento populacional, g_N ; o *capital* e o *produto* crescem a uma taxa igual à soma do crescimento populacional e da taxa de progresso tecnológico, $(g_A + g_N)$.

Os efeitos da taxa de poupança

Figura 12.3

Efeitos de um aumento da taxa de poupança: I

Um aumento da taxa de poupança leva a um aumento dos níveis de produto por trabalhador efetivo e de capital por trabalhador efetivo no estado de crescimento equilibrado.

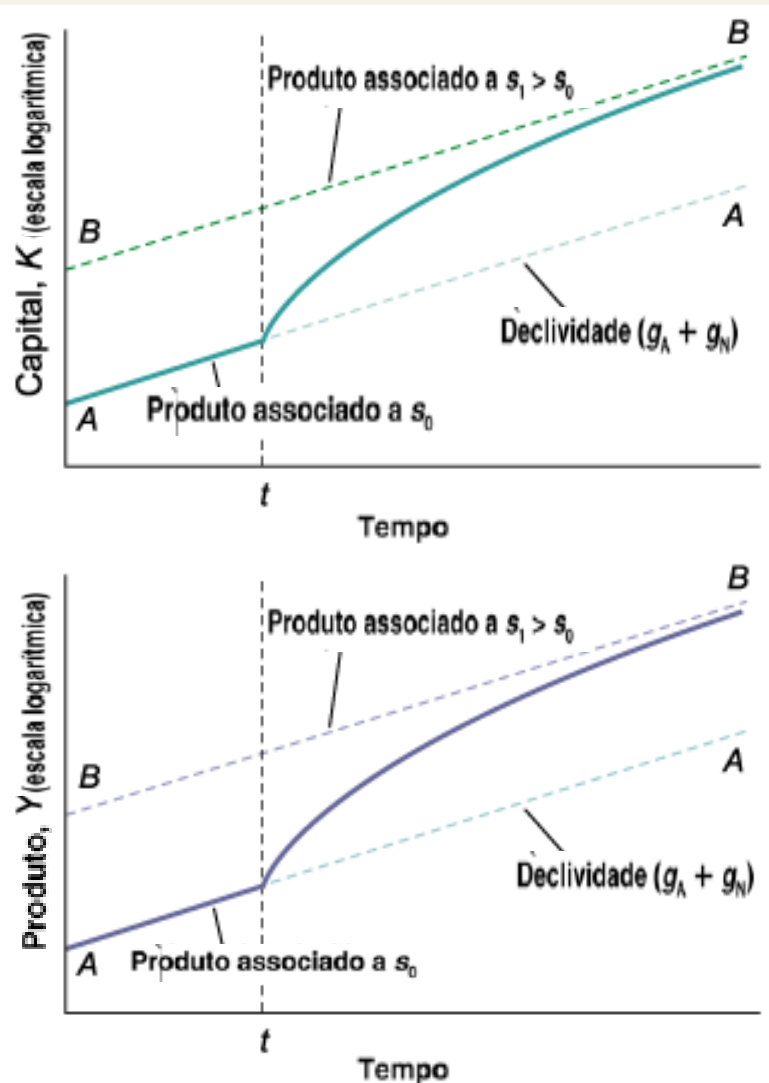


Os efeitos da taxa de poupança

Figura 12.4

Efeitos de um aumento da taxa de poupança: II

O aumento da taxa de poupança leva a um crescimento maior até que a economia alcance sua trajetória de crescimento equilibrado nova e mais elevada.



Determinantes do progresso tecnológico

O progresso tecnológico nas economias modernas é resultado das atividades de **pesquisa e desenvolvimento (P&D)** das empresas. O resultado da P&D é, fundamentalmente, constituído de idéias.

Os gastos com P&D dependem:

- Da **fertilidade** do processo de pesquisa, ou como os gastos com P&D se traduzem em novas idéias e novos produtos, e
- Da **apropriabilidade** dos resultados de pesquisa, ou a extensão em que as empresas se beneficiam dos resultados de sua P&D.

Fertilidade do processo de pesquisa

Os determinantes da fertilidade incluem:

- A interação entre pesquisa básica (busca de princípios gerais e resultados) e pesquisa e desenvolvimento aplicados (a aplicação desses resultados a usos específicos).
- O país: alguns países são mais bem-sucedidos na pesquisa básica; outros, em pesquisa e desenvolvimento aplicados.
- Tempo: são necessários muitos anos e, freqüentemente, muitas décadas, para que o potencial pleno das grandes descobertas seja percebido.

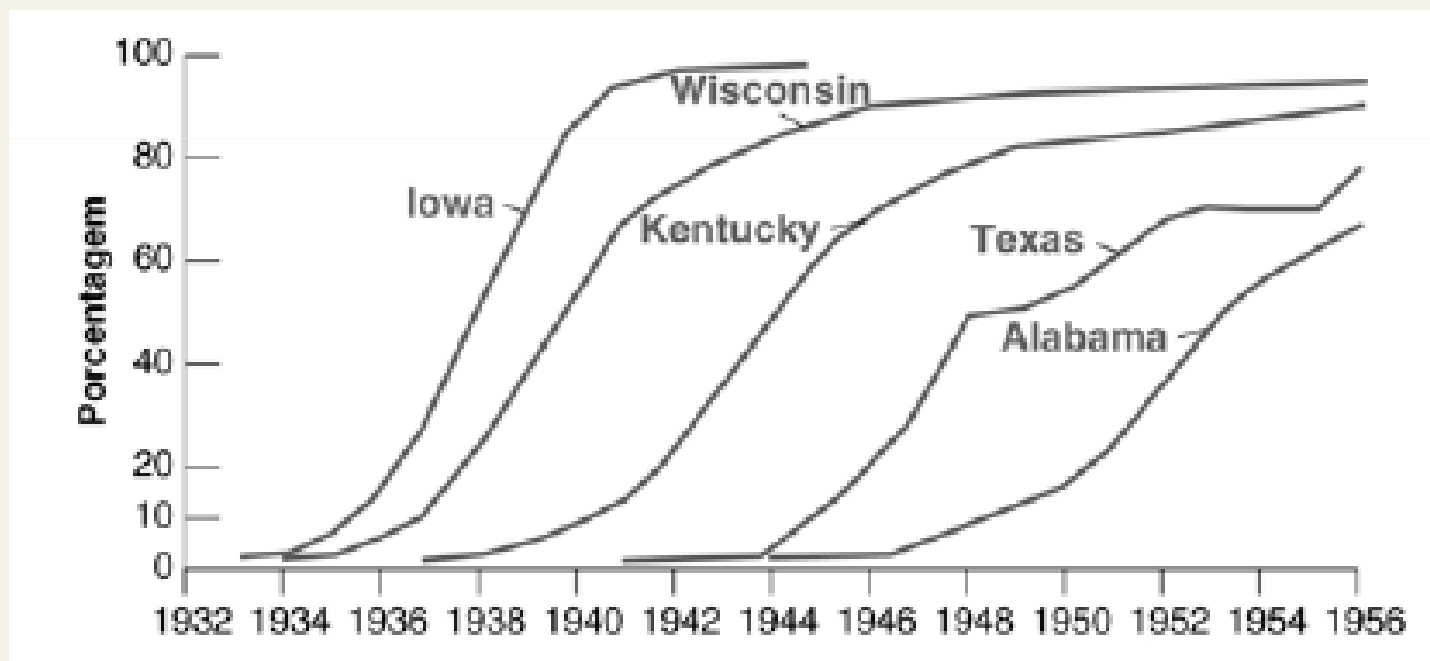
Apropriabilidade dos resultados de pesquisa



Se as empresas não puderem se apropriar dos lucros do desenvolvimento de novos produtos, elas não se dedicarão à P&D. Muitos fatores estão em jogo aqui:

- A natureza do processo de pesquisa. Existem ganhos em ser o primeiro a desenvolver um novo produto?
- Proteção legal. As **patentes** dão a uma empresa que descobriu um novo produto o direito de excluir qualquer um da produção ou da utilização do novo produto por algum tempo.

Figura 1 *Porcentagem da área total plantada de milho com sementes híbridas, estados seleccionados dos Estados Unidos, 1932-1956*



No Capítulo 10, examinamos o crescimento nos países ricos desde 1950 e identificamos três fatos principais:

- Crescimento sustentado, especialmente de 1950 a meados da década de 1970.
- Desaceleração do crescimento a partir de meados da década de 1970.
- Convergência: países que haviam ficado para trás têm crescido mais rapidamente.

Tenha isso em mente à medida que avançamos nos estudos.

Acumulação de capital *versus* progresso tecnológico

O crescimento rápido pode vir de duas fontes:

- Uma taxa mais alta de progresso tecnológico. Se g_A for mais alto, o crescimento equilibrado do produto ($g_Y = g_A + g_N$) também será mais alto. Nesse caso, a taxa de crescimento do produto é igual à taxa de progresso tecnológico.
- Ajuste do capital por trabalhador efetivo, K/AN , para um nível mais alto. Nesse caso, a taxa de crescimento do produto supera a taxa de progresso tecnológico.

Acumulação de capital *versus* progresso tecnológico

Tabela 12.2 Taxas médias anuais de crescimento do produto por trabalhador e de progresso tecnológico em quatro países ricos, 1950–2000

	Taxa de crescimento do produto por trabalhador (%)			Taxa de progresso tecnológico (%)		
	1950–1973 (1)	1973–2000 (2)	Variação (3)	1950–1973 (4)	1973–2000 (5)	Variação (6)
França	4,8	2,1	-2,7	5,3	1,6	-3,7
Japão	7,1	2,1	-5,0	7,0	1,4	-5,6
Reino Unido	3,4	1,7	-1,7	3,7	1,9	-1,8
Estados Unidos	2,7	1,2	-1,5	2,9	1,4	-1,5
Média	4,5	1,8	-2,7	4,7	1,6	-3,1

Acumulação de capital *versus* progresso tecnológico

A Tabela 12.2 leva a três conclusões principais:

1. O período de alto crescimento do produto por trabalhador, até meados da década de 1970, deveu-se ao rápido progresso tecnológico, e não a uma acumulação de capital excepcionalmente elevada.
2. A desaceleração do crescimento do produto por trabalhador a partir de meados da década de 1970 originou-se de uma queda da taxa de progresso tecnológico, e não de uma acumulação de capital excepcionalmente baixa.
3. A convergência do produto por trabalhador entre os países vem do maior progresso tecnológico, e não da acumulação mais rápida de capital.

Flutuações no ritmo do progresso tecnológico

Por que o progresso tecnológico desacelerou em meados da década de 1970? A verdade é que, a despeito da extensa quantidade de pesquisas, essa desaceleração permanece, em grande parte, um mistério.

Uma hipótese seria a de que houve um declínio geral da P&D, o que levou a um progresso tecnológico mais baixo como um todo.

Outra hipótese é a de que o declínio não tenha ocorrido devido a uma queda do montante, mas da fertilidade da P&D.

12.4

Instituições e crescimento

Figura 12.5

Proteção da expropriação e PIB per capita

Existe uma forte relação positiva entre o grau de proteção da expropriação e o nível do PIB *per capita*.

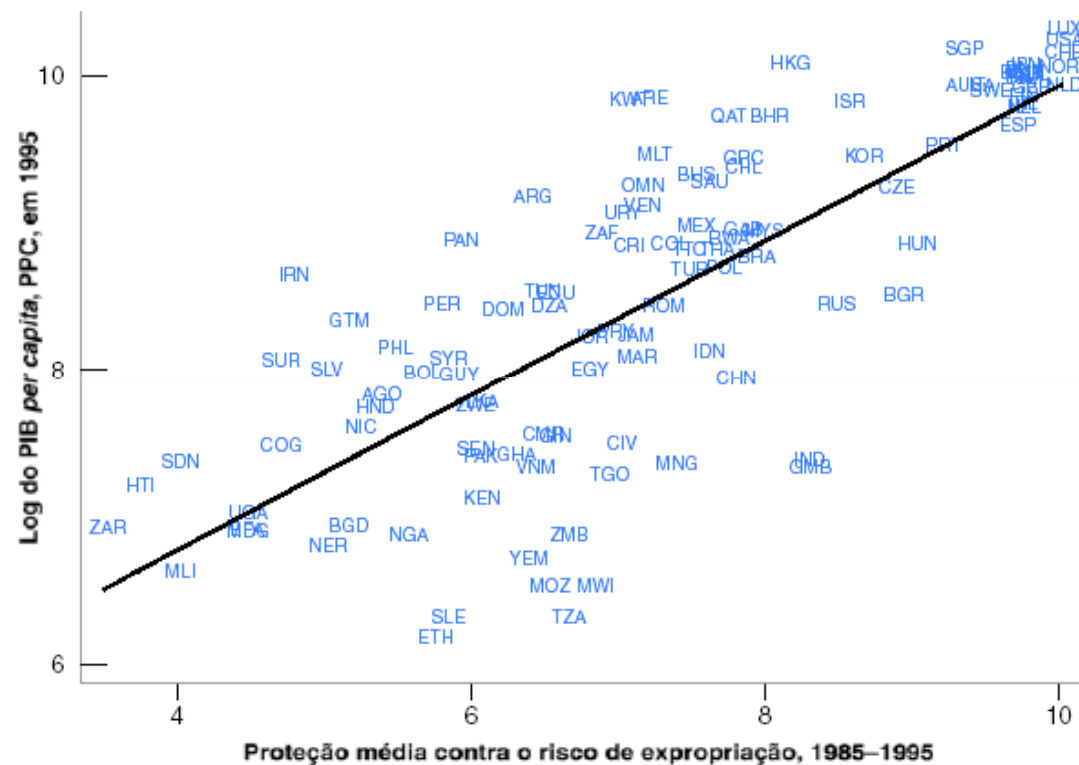


Figura 1

*Lei de Moore,
número de
transistores por chip,
1970-2000*

A **Lei de Moore** prevê que o número de transistores em um chip dobraria a cada período de 18 a 24 meses.

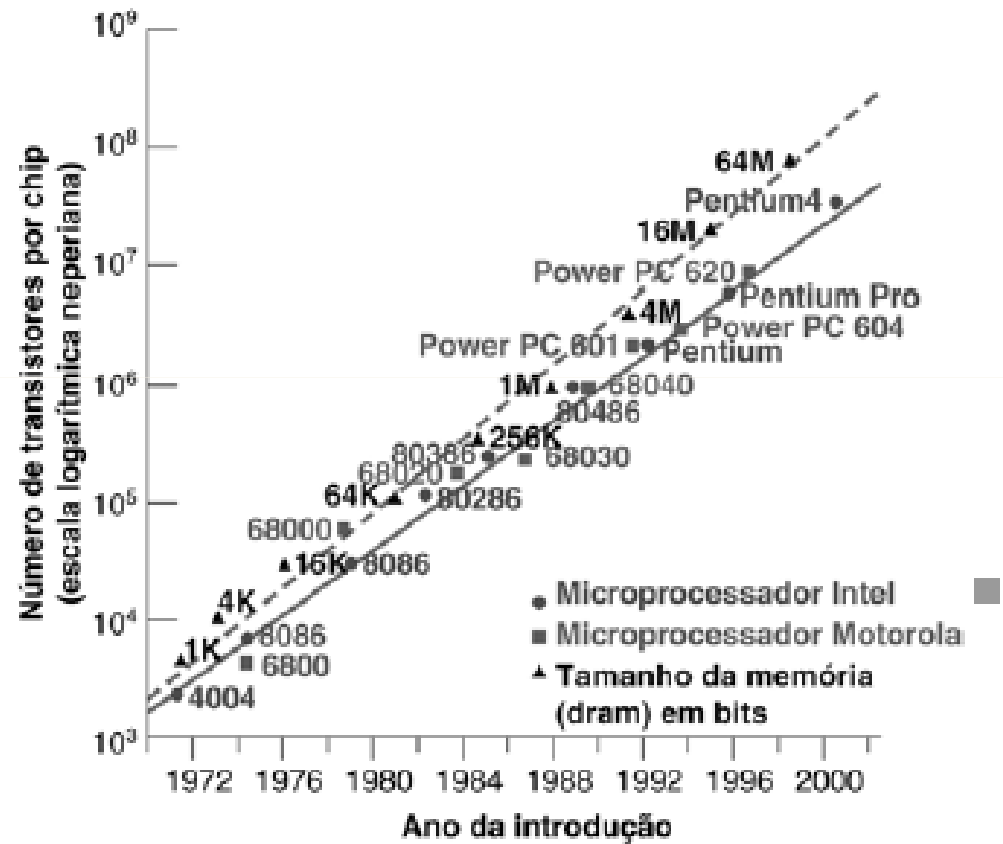
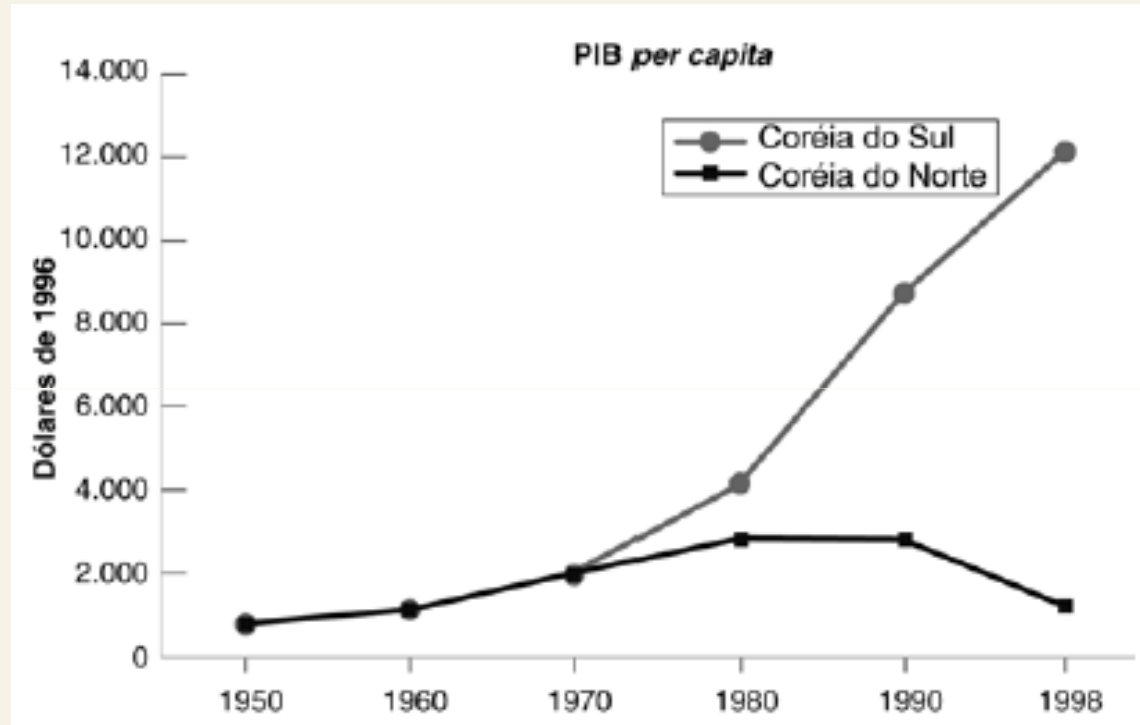


Figura 1

*PIB per capita da
PPC, Coreia do
Norte e Coreia do
Sul, 1950-1998*



Palavras-chave

- trabalho efetivo ou trabalho e unidades de eficiência
- crescimento equilibrado
- pesquisa e desenvolvimento (P&D)
- fertilidade do processo de pesquisa
- apropriabilidade
- patentes
- Lei de Moore