

MENSURAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Leitura

- Weil cap. 7

Tópicos

- Introdução
- Produtividade na função de produção
- Diferenças no nível de produtividade entre países
- Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países
- Conclusões

INTRODUÇÃO

Introdução

- *Produtividade*: é a eficácia com que os fatores de produção são convertidos em produto.
- Capítulos 3-6: papel da acumulação de fatores na explicação da variação do produto per capita entre países.
- Levando todos os aspectos estudados dos fatores de produção em conta, eles explicam *toda* a variação do produto per capita entre países? *Não*.

Introdução

- Países diferem no produto per capita não apenas por causa de diferentes quantidades acumuladas de fatores de produção, mas também pela variação na eficácia com que combinam os fatores de produção para obter produto – isto é, por diferenças na *produtividade*.

Introdução

- Questões sobre a natureza da produtividade:
 1. Quanto difere a produtividade entre países?
 2. Quanto da variação na renda per capita entre países é explicada por diferenças na produtividade?
 3. Quanto difere o crescimento da produtividade entre países?

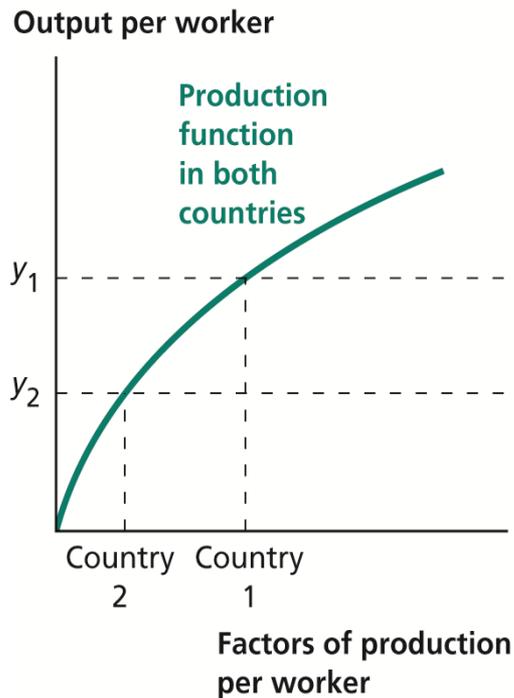
Introdução

- Questões sobre a natureza da produtividade:
 4. Quanto da variação nas taxas de crescimento entre países é explicada pela variação no crescimento da produtividade, e quanto pela variação no crescimento da acumulação de fatores?

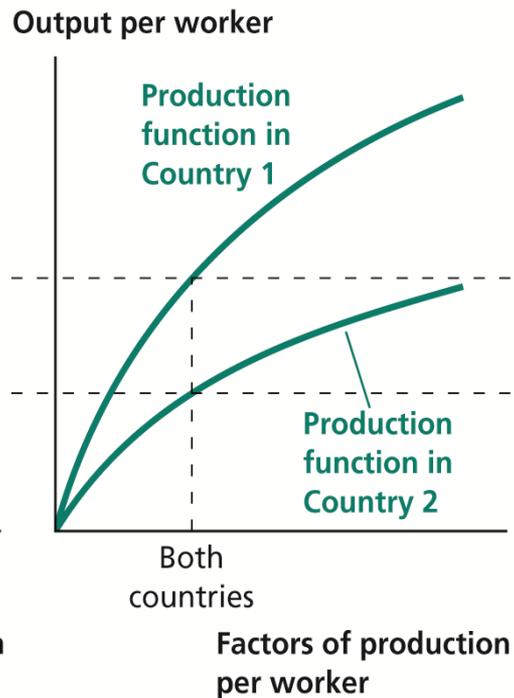
PRODUTIVIDADE NA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

Figura 7.1 Fontes possíveis de diferenças no produto por trabalhador

(a) Differences in output due to factor accumulation



(b) Differences in output due to productivity



(c) Differences in output due to both productivity and factor accumulation

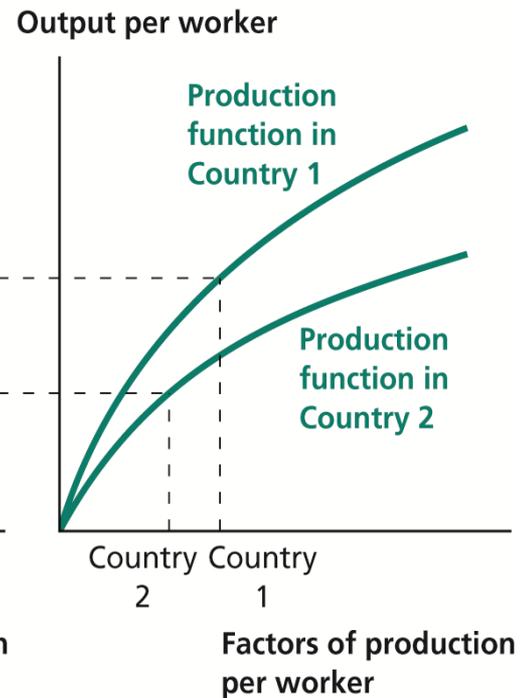


Figura 7.2 Inferência da produtividade pelos dados de produto e acumulação de fatores

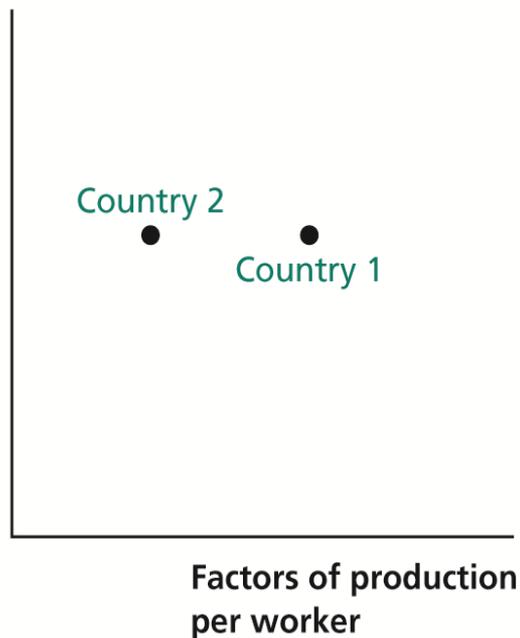
(a) The countries have equal factor accumulation, but Country 1 has higher output.

Output per worker



(b) The countries have equal output, but Country 1 has higher factor accumulation.

Output per worker



(c) Country 1 has higher output and higher factor accumulation.

Output per worker



Produtividade na função de produção

- Figura 7.2:
 - a) O país 1 tem um maior nível de produtividade que o país 2.
 - b) O país 2 tem um maior nível de produtividade que o país 1.
 - c) Não é possível dizer qual país possui uma produtividade maior.

DIFERENÇAS NO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE ENTRE PAÍSES

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Dados reais.
- Mede-se em quanto a produtividade difere.
 - Hiato de produtividade.

- Função de produção:

$$Y = AK^{\alpha}(hL)^{1-\alpha}$$

- Função de produção (forma intensiva):

$$y = Ak^{\alpha}h^{1-\alpha}$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Fatores de produção: $k^\alpha h^{1-\alpha}$
- Produto: y
- Produto = produtividade x fatores de produção
- Produtividade: A
- Produtividade não pode ser medida diretamente. É obtida por resíduo.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Comparação da produtividade em dois países (1 e 2): utiliza as expressões da função de produção de cada país.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Razão do produto = razão da produtividade x razão dos fatores de produção

Equação 7.1

$$\frac{y_1}{y_2} = \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \left(\frac{k_1^\alpha h_1^{1-\alpha}}{k_2^\alpha h_2^{1-\alpha}} \right)$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Razão da produtividade = razão do produto / razão dos fatores de produção
- A medida da razão da produtividade é feita de forma indireta.

Equação 7.2

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\left(\frac{y_1}{y_2} \right)}{\left(\frac{k_1^\alpha h_1^{1-\alpha}}{k_2^\alpha h_2^{1-\alpha}} \right)}$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Quanto maior a razão do produto nos dois países, maior o hiato de produtividade, tudo o mais constante.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Quanto maior o hiato na acumulação de fatores, menor o hiato na produtividade, tudo o mais constante.
 - Quanto maior a diferença no produto entre dois países explicada por diferenças na acumulação de fatores, menos motivos existem para concluir que uma diferença na produtividade é a fonte das diferenças de renda entre os dois países.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- *Contabilidade do desenvolvimento*: é a técnica para dividir as diferenças de renda na parte explicada pelas diferenças na produtividade e na parte explicada pelas diferenças na acumulação de fatores.

Tabela 7.1 Dados usados para análise da produtividade no país 1 e no país 2

	Output per Worker, y	Physical Capital per Worker, k	Human Capital per Worker, h
Country 1	24	27	8
Country 2	1	1	1

Tabela 7.2 Contabilidade do desenvolvimento

Country	Output per Worker, y	Physical Capital per Worker, k	Human Capital per Worker, h	Factors of Production, $k^{1/3}h^{2/3}$	Productivity, A
United States	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Norway	1.12	1.32	0.98	1.08	1.04
United Kingdom	0.82	0.68	0.87	0.80	1.03
Canada	0.80	0.81	0.96	0.91	0.88
Japan	0.73	1.16	0.98	1.04	0.70
South Korea	0.62	0.92	0.98	0.96	0.64
Turkey	0.37	0.28	0.78	0.55	0.68
Mexico	0.35	0.33	0.84	0.61	0.56
Brazil	0.20	0.19	0.78	0.48	0.42
India	0.10	0.089	0.66	0.34	0.31
Kenya	0.032	0.022	0.73	0.23	0.14
Malawi	0.018	0.029	0.57	0.21	0.087

Sources: Output per worker: Heston, Summers, and Aten (2011); physical capital: author's calculations; human capital: Barro and Lee (2010). The data set used here and in Section 7.3 is composed of data for 90 countries for which consistent data are available for 1975 and 2009.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Tabela 7.2:
 - Há grandes diferenças no nível de produtividade entre países.
 - O valor da produtividade na Coreia do Sul é apenas 64% em relação ao valor nos EUA.
 - A tabela capta forças e fraquezas relativas dos países.
 - Enquanto a acumulação de capital nos EUA e no Japão é semelhante, a produtividade no Japão é 70% da produtividade nos EUA.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- As grandes diferenças na produtividade entre países podem ser resultado em parte de erros de medida?
 - Provavelmente vem de erros na mensuração dos fatores de produção.
 - Por exemplo, o capital humano não considera a qualidade do ensino, o que leva a subestimar as diferenças na renda per capita explicadas por esse fator e, conseqüentemente, a superestimar o papel da produtividade.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Lant Pritchett: Parte do investimento em capital novo é desviado para outros usos, principalmente roubo (através da corrupção) e desperdício.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- De acordo com Lant Pritchett, o desvio ocorre mais nos países em desenvolvimento por dois motivos:
 1. Grande parte do investimento é público, e o governo é menos eficiente.
 2. As empresas públicas e privadas em vários países em desenvolvimento são corruptas.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- O desperdício do investimento pode ser um motivo importante da pobreza de alguns países.
- As medidas de produtividade podem estar erradas.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- A quantidade de investimento que os economistas *acham* que está ocorrendo é muito maior do que a que *efetivamente* acontece.
 - Superestimação do estoque de capital dos países pobres

Diferenças no nível de produtividade entre países

- O hiato *efetivo* dos estoques de capital de países ricos e pobres é *maior* do que o hiato *estimado* pelos economistas.
 - Isso implica que o hiato *efetivo* de produtividade entre países é *menor* do que o *estimado* pelos economistas.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Pritchett estima que no período 1960-1987 a taxa verdadeira de crescimento do capital no Oriente Médio, Norte da África, África Subsaariana e Sul da Ásia era menos da metade da taxa de crescimento com base em estatísticas oficiais.
- O nível efetivo do estoque de capital no fim do período estaria entre 57% e 75% do estoque de capital medido oficialmente.

Diferenças no nível de produtividade entre países

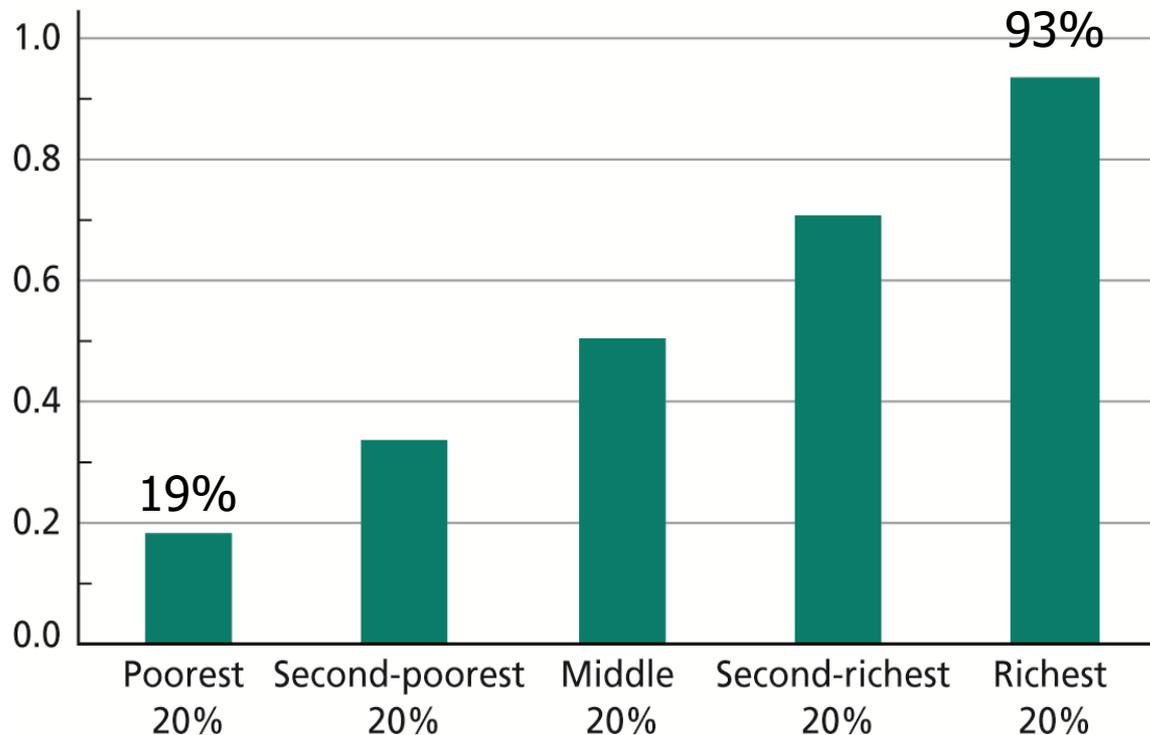
Contribuição da produtividade para diferenças de renda entre países

- O que é mais importante para explicar as diferenças de renda entre países – acumulação de fatores ou produtividade?
- Figura 7.3: para os países mais ricos, a acumulação de fatores é em média de 93% do nível dos EUA; para os países pobres, é de 19% do nível dos EUA. Diferença entre os extremos é de 74 pontos percentuais.

Figura 7.3 Papel dos fatores de produção na determinação do produto por trabalhador, 2009

93% - 19% = 74 p. p.

Factors of production per worker relative to U.S.



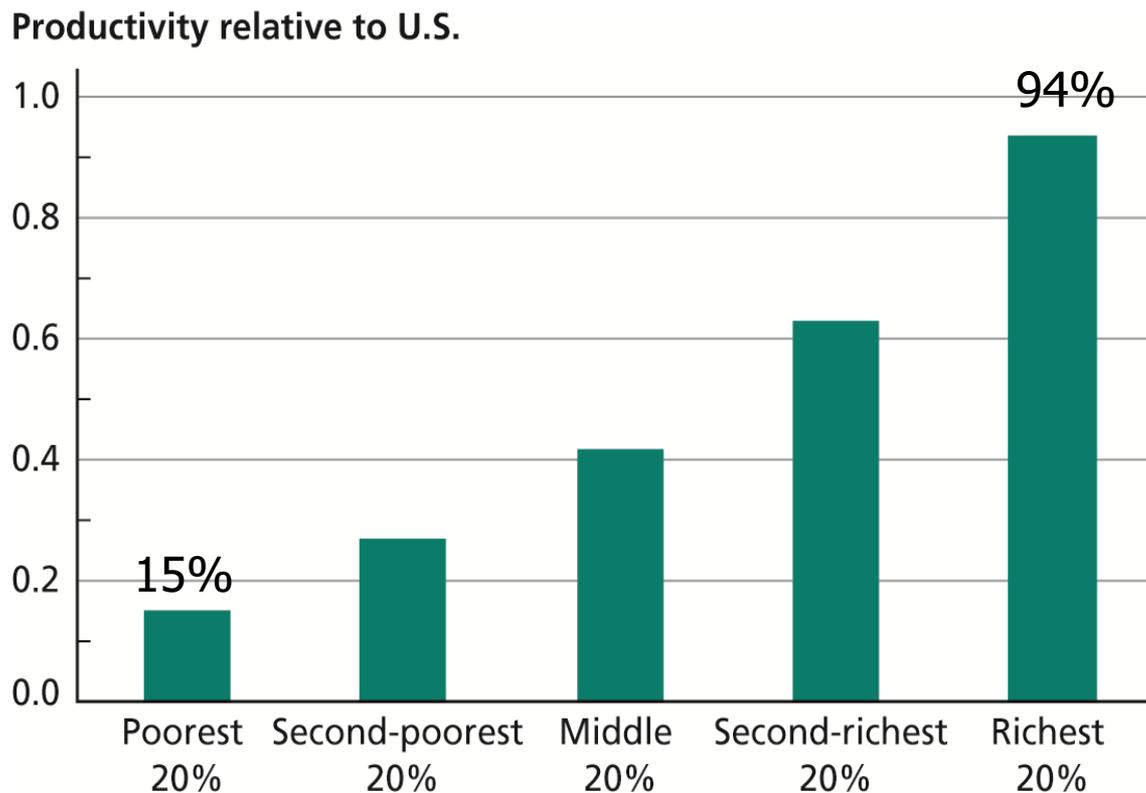
Para fontes, veja a Tabela 7.2.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Figura 7.4: para os países mais ricos, a produtividade é em média de 94% do nível dos EUA; para os países pobres, é de 15% do nível dos EUA. Diferença entre extremos de 79 pontos percentuais.
- Como a diferença entre extremos na produtividade é maior que a dos fatores de produção, ela deve explicar melhor as diferenças entre níveis de produto por trabalhador.

Figura 7.4 Papel da produtividade na determinação do produto por trabalhador, 2009

94% - 15% = 79 p. p.



Para fontes, veja a Tabela 7.2.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Efetua-se uma multiplicação da acumulação de capital pela produtividade para obter o produto por trabalhador de um país.
 - Exemplo: país típico no grupo dos países de renda média.
 - Acumulação de fatores: 51% do nível dos EUA
 - Produtividade: 41% do nível dos EUA
 - Produto por trabalhador: 21% do nível dos EUA ($0,51 \times 0,41 = 0,21$)

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Conclusões:
 - Entre os países 20% mais ricos, produtividade e acumulação de fatores apresentam quase a mesma importância na explicação do hiato na renda em relação aos EUA: a acumulação de fatores é 93% do nível dos EUA e a produtividade é 94% do nível dos EUA.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Conclusões:
 - Para todos os demais grupos, a produtividade é um pouco mais importante do que a acumulação de fatores na explicação do hiato de renda em relação aos EUA.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Conclusões:
 - Entre os 20% mais pobres, os fatores de produção são em média 19% do nível dos EUA, enquanto a produtividade é apenas 15% do nível dos EUA. Logo, a produtividade é um pouco mais importante que os fatores de produção na explicação do hiato de renda em relação aos EUA.

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Conclusões:
 - Considerando a população total, temos que as diferenças nos fatores de produção entre países ricos e pobres são maiores do que as diferenças de produtividade entre os dois grupos. Temos que 47% da variação do produto por trabalhador entre países se deve à acumulação de fatores e 53% se deve à produtividade.
 - *Como é feito esse cálculo?*

Diferenças no nível de produtividade entre países

$$R_i^y = R_i^p \times R_i^f$$

$$\ln(R_i^y) = \ln(R_i^p) + \ln(R_i^f)$$

$$\begin{aligned} & \text{Var} \left(\ln(R_i^y) \right) \\ &= \text{Var} \left(\ln(R_i^p) \right) + \text{Var} \left(\ln(R_i^f) \right) \\ &+ 2\text{Cov} \left(\ln(R_i^p), \ln(R_i^f) \right) \end{aligned}$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Para as Figuras 7.3 e 7.4, temos:

$$\text{Var} \left(\ln(R_i^y) \right) = 1,64$$

$$\text{Var} \left(\ln(R_i^p) \right) = 0,49$$

$$\text{Var} \left(\ln(R_i^f) \right) = 0,38$$

$$\text{Cov} \left(\ln(R_i^p), \ln(R_i^f) \right) = 0,39$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- A fração da variância da renda devido à produtividade é dada por

$$\frac{\text{Var} \left(\ln(R_i^p) \right) + \text{Cov} \left(\ln(R_i^p), \ln(R_i^f) \right)}{\text{Var} \left(\ln(R_i^y) \right)}$$

- Para os dados do problema, temos

$$\frac{0,49 + 0,39}{1,64} = \frac{0,88}{1,64} = 0,53$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- A fração da variância da renda devido à acumulação de fatores é dada por

$$\frac{\text{Var} \left(\ln(R_i^f) \right) + \text{Cov} \left(\ln(R_i^p), \ln(R_i^f) \right)}{\text{Var} \left(\ln(R_i^y) \right)}$$

- Para os dados do problema, temos

$$\frac{0,38 + 0,39}{1,64} = \frac{0,77}{1,64} = 0,47$$

Diferenças no nível de produtividade entre países

- Logo, 53% da variação do produto por trabalhador entre países se deve à produtividade e 47% da variação do produto por trabalhador entre países se deve à acumulação de fatores.

**DIFERENÇAS NA TAXA DE
CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE
ENTRE PAÍSES**

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- *Contabilidade do crescimento*: técnica para separar que parcela do crescimento da renda per capita de um país é dada pelo crescimento da produtividade e que parcela é dada pelo crescimento da quantidade dos fatores de produção.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Questões:
 1. Quanto do crescimento da renda em média é resultado do crescimento da produtividade, e quanto é resultado do crescimento dos fatores de produção?

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Questões:
 2. Quando examinamos a variação das taxas de crescimento entre países (países que crescem rápido versus países que crescem devagar), quanto dessa variação é explicada pela variação no crescimento da produtividade e quanto pela variação no crescimento da quantidade dos fatores de produção?

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

$$y = Ak^\alpha h^{1-\alpha}$$

Produto = produtividade x fatores de produção

$$\ln y = \ln A + \alpha \ln k + (1 - \alpha) \ln h$$

Diferenciando com relação ao tempo vem

$$\hat{y} = \hat{A} + \alpha \hat{k} + (1 - \alpha) \hat{h}$$

Taxa de crescimento do produto = taxa de crescimento da produtividade + taxa de crescimento dos fatores de produção

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

Taxa de crescimento da produtividade = taxa de crescimento do produto – taxa de crescimento dos fatores de produção

$$\hat{A} = \hat{y} - \alpha \hat{k} - (1 - \alpha) \hat{h}$$

Tabela 7.3 Dados para cálculo do crescimento da produtividade em Erewhon

	Output per Worker, y	Physical Capital per Worker, k	Human Capital per Worker, h
Erewhon in 1975	1	20	5
Erewhon in 2010	4	40	10
Annual Growth Rate	4%	2%	2%

$$\hat{A} = \hat{y} - \alpha \hat{k} - (1 - \alpha) \hat{h} = 4\% - \alpha \times 2\% - (1 - \alpha) \times 2\% = 2\%$$

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Exemplo: EUA em 1975-2009.

$$\hat{y} = 1,34\% \text{ a.a.}, \hat{k} = 2,20\% \text{ a.a.}, \hat{h} = 0,11\% \text{ a.a.}$$

e $\alpha = 1/3$.

- Daí vem

$$\hat{A} = 0,0134 - \frac{1}{3} \times 0,022 - \frac{2}{3} \times 0,0011 =$$
$$0,0054 = 0,54\% \text{ a.a.}$$

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Dado que a taxa de crescimento do produto por trabalhador nos EUA é de 1,34% a.a. no período 1975-2009, temos que o crescimento da produtividade explica 40% ($=0,54/1,34$) do crescimento do produto nos EUA.
- Os outros 60% do crescimento do produto são explicados pela acumulação dos fatores de produção.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

Contribuição da produtividade para diferenças de crescimento entre países

- Examinamos as taxas de crescimento da renda e comparamos o país típico que cresce rapidamente com o país típico que cresce lentamente.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Quanto do crescimento rápido da renda de um país se deve a um crescimento rápido da produtividade, e quanto se deve a um crescimento rápido dos fatores de produção?
- Que fração da variação das taxas de crescimento da renda se deve à variação da taxa de crescimento da produtividade, e que fração se deve à variação da taxa de crescimento dos fatores de produção?

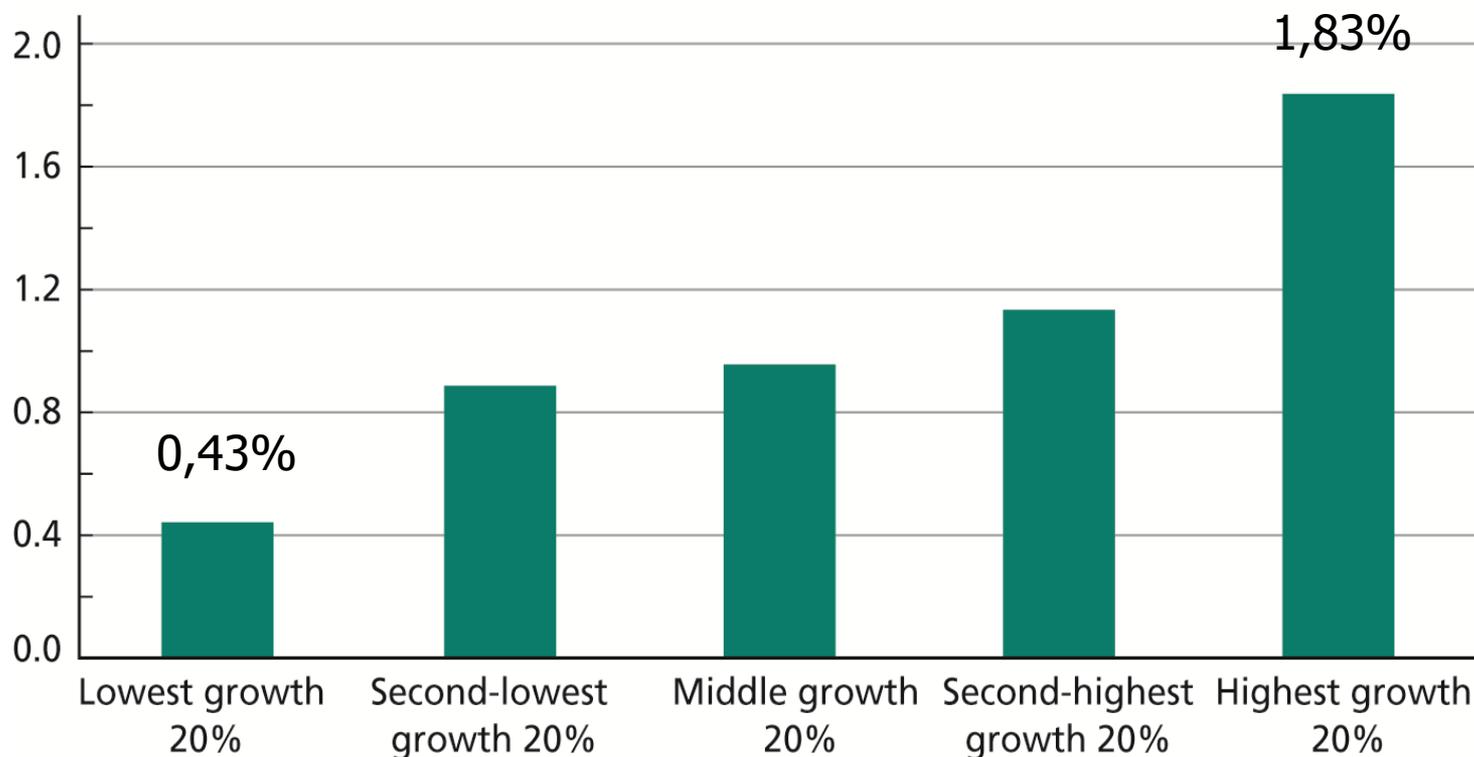
Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Cinco grupos de países, dos que crescem pouco aos que crescem rápido.
- Para cada grupo, calcula-se a taxa média de crescimento dos fatores de produção e a taxa média de crescimento da produtividade (Figuras 7.5 e 7.6).

Figura 7.5 Papel dos fatores de produção na determinação do crescimento, 1975–2009

$$1,83 - 0,43 = 1,4 \text{ p. p.}$$

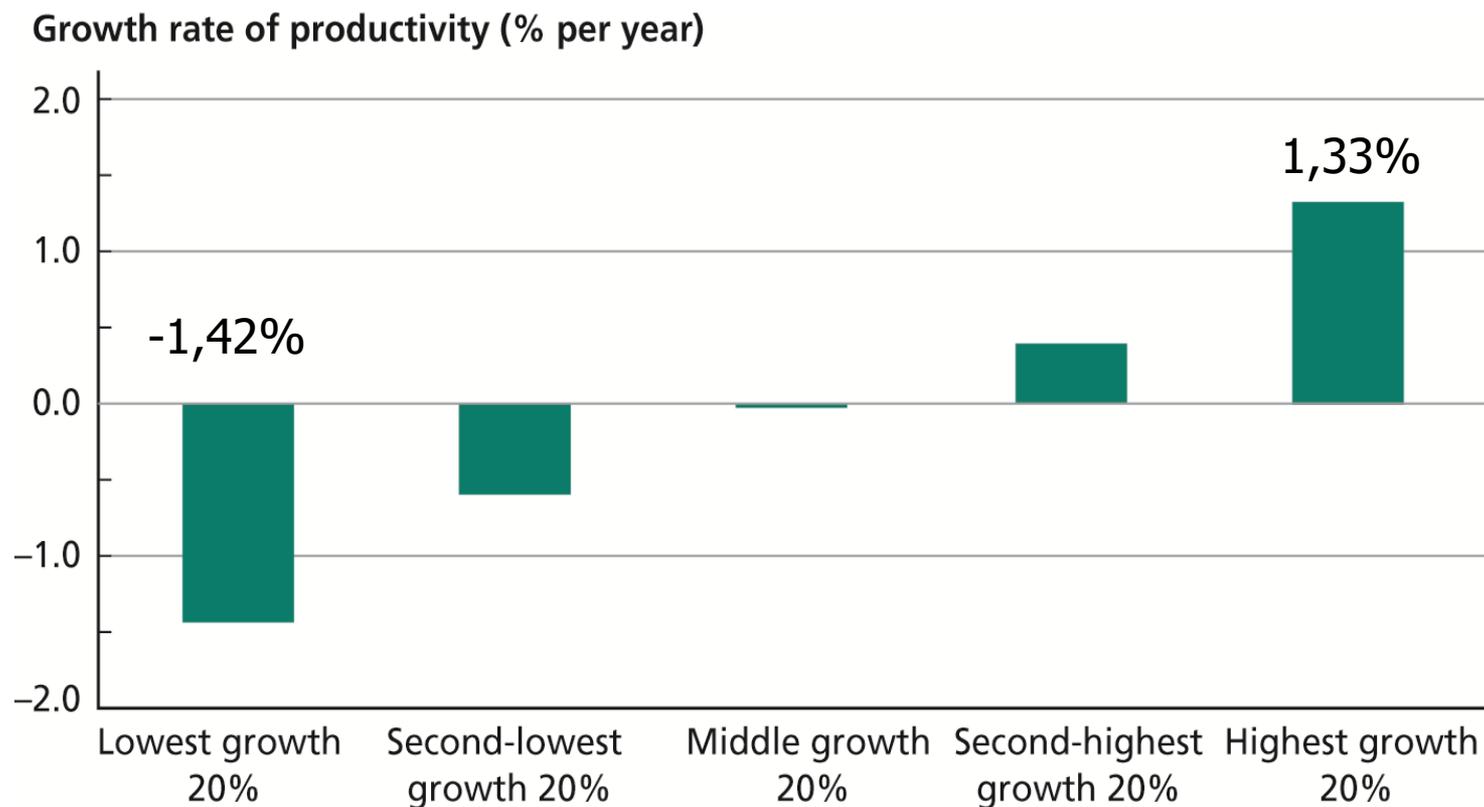
Growth rate of factors of production (% per year)



Para fontes, veja a Tabela 7.2.

Figura 7.6 Papel da produtividade na determinação do crescimento, 1975–2009

$$1,33 - (-1,42) = 2,75 \text{ p. p.}$$



Para fontes, veja a Tabela 7.2.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Indo dos países que crescem lentamente para os que crescem rapidamente, vemos que a produtividade e a acumulação de fatores crescem mais rápido.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Acumulação de fatores: taxas médias de crescimento vão de 0,43% a.a. no grupo de países mais lentos a 1,83% a.a. no grupos de países mais rápidos. O hiato é de 1,40 p. p.
- Produtividade: a diferença entre as taxas é maior. O hiato é de 2,75 p. p. entre o grupo mais rápido e o mais lento. Os dois grupos mais lentos apresentam taxas *negativas* de crescimento da produtividade.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Quanto à contribuição da acumulação de fatores e da produtividade para as variações nas taxas de crescimento, temos que:
 - A variação do crescimento da produtividade resulta em 68% das diferenças nas taxas de crescimento do produto.
 - A variação do crescimento da acumulação de fatores resulta em 32% das diferenças nas taxas de crescimento do produto.

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- *Como é feito este cálculo?*

$$\hat{A} = \hat{y} - \alpha \hat{k} - (1 - \alpha) \hat{h}$$

$$\hat{y} = \hat{A} + \alpha \hat{k} + (1 - \alpha) \hat{h}$$

$$\hat{y} = \hat{y}^p + \hat{y}^f$$

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

$$\hat{y} = \hat{y}^p + \hat{y}^f$$

$$\text{onde } \hat{y}^p \equiv \hat{A}$$

$$\text{e } \hat{y}^f \equiv \alpha \hat{k} + (1 - \alpha) \hat{h}$$

$$Var(\hat{y})$$

$$= Var(\hat{y}^p) + Var(\hat{y}^f) + 2Cov(\hat{y}^p, \hat{y}^f)$$

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- Para as Figuras 7.5 e 7.6, temos:

$$Var(\hat{y}) = 2,42$$

$$Var(\hat{y}^p) = 1,26$$

$$Var(\hat{y}^f) = 0,41$$

$$Cov(\hat{y}^p, \hat{y}^f) = 0,38$$

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- A fração da variância da taxa de crescimento da renda devido à variação do crescimento da produtividade é dada por

$$\frac{Var(\hat{y}^p) + Cov(\hat{y}^p, \hat{y}^f)}{Var(\hat{y})}$$

- Para os dados do problema, temos

$$\frac{1,26 + 0,38}{2,42} = \frac{1,64}{2,42} = 0,68$$

Diferenças na taxa de crescimento da produtividade entre países

- A fração da variância da taxa de crescimento da renda devido à variação do crescimento da acumulação de fatores é dada por

$$\frac{Var(\hat{y}^f) + Cov(\hat{y}^p, \hat{y}^f)}{Var(\hat{y})}$$

- Para os dados do problema, temos

$$\frac{0,41 + 0,38}{2,42} = \frac{0,79}{2,42} = 0,32$$

CONCLUSÕES

Conclusões

- Tomando um dado país, um produto maior ocorre pelo aumento dos fatores de produção à sua disposição e pelo uso mais eficaz de seus fatores.
- Foram vistas as técnicas para examinar a produtividade, ou as diferenças entre países na eficácia com que se combinam fatores de produção para se obter produto.

Conclusões

- Contabilidade de desenvolvimento: analisa as fontes de diferenças no nível de renda per capita entre países.
- Contabilidade do crescimento: estuda o crescimento da produtividade ao longo do tempo.

Conclusões

1. Quanto difere a produtividade entre países?
 - Difere muito.
 - A produtividade em muitos países pobres é uma fração pequena da produtividade dos países ricos.
 - A produtividade entre os países 20% mais pobres é de apenas 15% do nível dos EUA.

Conclusões

- Mesmo entre os países mais ricos, há grandes diferenças na produtividade.
 - A produtividade do Japão é de 70% do nível dos EUA.

Conclusões

2. Quanto da variação na renda per capita entre países é explicada por diferenças na produtividade?
 - A produtividade e a acumulação de fatores são importantes para explicar as diferenças no *nível* de renda per capita entre países. A produtividade é o mais importante dos dois.
 - 53% da variação da renda per capita é explicado pela variação na produtividade e 47% pela variação nos fatores de produção.

Conclusões

3. Quanto difere o crescimento da produtividade entre países?

- Difere muito.
 - Nos 20% de países que crescem mais rapidamente, o crescimento da produtividade foi de 1,33% a.a. em média para o período 1975-2009.
 - Nos 20% de países que crescem mais lentamente, o crescimento da produtividade foi de -1,42% a.a. em média para o mesmo período.

Conclusões

4. Quanto da variação nas taxas de crescimento entre países é explicada pela variação no crescimento da produtividade, e quanto pela variação na acumulação de fatores?
- A produtividade foi o determinante mais importante.
 - 68% da variação no crescimento entre países foi explicado pelo crescimento da produtividade, e 32% pela acumulação de fatores.

Conclusões

- Duas questões surgem dos resultados obtidos:
 1. O que explica as diferenças na produtividade entre países?
 2. Por que a produtividade cresce tão rapidamente em alguns países enquanto é constante ou cai em outros?

Conclusões

- Os exercícios do capítulo não propõem nenhuma resposta para essas questões.
- O cálculo da produtividade A é feito indiretamente. O resultado do exercício é uma “medida de nossa ignorância”.
- Os próximos quatro capítulos procuram responder a essas questões.

