Crescimento Econômico

victor@fucape.br

A importância do crescimento econômico

...para países pobres.

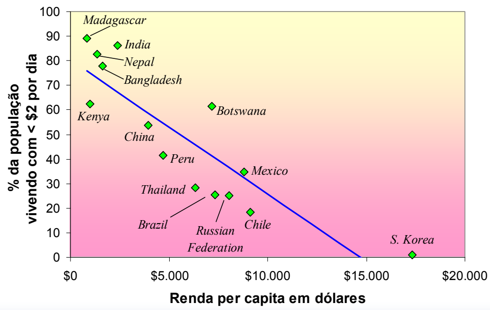
Efeitos estimados do crescimento econômico

- Um aumento de 10% na renda é associada com um descréscimo de 6% na mortalidade infantil
- Aumento na renda também reduz pobreza. Exemplo:

Crescimento e Pobreza na Indonesia

	mudança na renda per capita	mundança no # de pessoas abaixo da linha de pobreza
1984-96	+76%	-25%
1997-99	-12%	+65%

Renda e Pobreza no Mundo
países selecionados, 2000



A importância do crescimento econômico

...for poor countries

...para os países ricos

Grandes efeitos de pequenas diferenças

Nos países ricos como os U.S., se as políticas de governo ou "choques" possuem apenas um impacto pequeno na taxa de crescimento, eles terão um grande impacto no padrão de vida desses países no longo prazo...

Grandes efeitos de pequenas diferenças

taxa de crescimento annual da renda per capita	aumento percentual no padrão de vida após …		
	…25 anos	…50 anos	…100 anos
2.0%	64.0%	169.2%	624.5%
2.5%	85.4%	243.7%	1,081.4%

O Modelo de Solow

- Devido a Robert Solow, ganhou o Prêmio Nobel por seus estudos sobre o crescimento econômico
- Um grande paradigma:
  - Largamente utilizado em política econômica
  - Caso base para o desenvolvimento da teoria do crescimento
- Olhar para os determinantes do crescimento econômico e o padrão de vida no longo prazo

Novas Hipóteses

1. ***K*** não é fixo:
   investimento causa seu crescimento, depreciação causa diminuição.
2. ***L*** não é mais fixo:
   crescimento da população causa seu crescimento.
3. A função consumo é a mais simples.

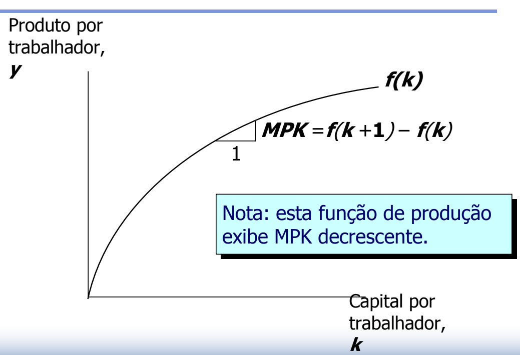
Novas Hipóteses

4. Não existe ***G*** ou ***T***
5. Algumas diferenças de apresentação.

A função de produção

- Em termos agregados: $Y = F(K, L)$
- Defina: $y = Y/L$ = produto por trabalhador
  $k = K/L$ = capital por trabalhador
- Assuma retornos constantes de escala:
  $zY = F(zK, zL)$ para qualquer $z > 0$
- Faça $z = 1/L$. Então
  $Y/L = F(K/L, 1)$
  $y = F(k, 1)$
  $y = f(k)$ onde $f(k) = F(k, 1)$

A função de produção



A identidade da renda nacional

- $Y = C + I$ (*lembre-se*, $G = 0$)
- Em termos de "por trabalhador" temos:

  $y = c + i$

  onde $c = C/L$ e $i = I/L$

A função consumo

- s = taxa de poupança,
  a fração da renda que é poupada
  (s é um parâmetro exógeno)

  Nota: s é a única variável que não igual a variável maiúscula dividida por L

- Função consumo: $c = (1 - s)y$
  (por trabalhador)

Poupança e investimento

- poupança (*por trabalhador*)

$$\begin{aligned} &= y - c \\ &= y - (1 - s)y \\ &= sy \end{aligned}$$

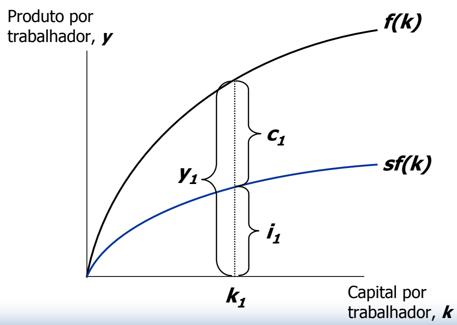
- Identidade da renda nacional $y = c + i$

  rearrangando: $i = y - c = sy$

- Usando os resultados acima,

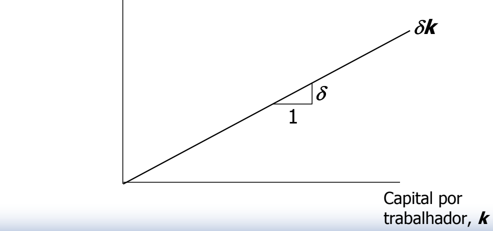
  $i = sy = sf(k)$

Produto, Consumo e Investimento



Depreciação

δ = a taxa de depreciação
= a fração do estoque de capital que se perde em cada período



Acumulação de Capital

A idéia básica:

Investimento faz o estoque de capital maior, a depreciação reduz.

Acumulação de Capital

mudança no capital = investimento – depreciação
Δk = i – δk

Desde que $i = sf(k)$, isto torna-se:

$$\boxed{\Delta k = sf(k) - \delta k}$$

A equação de movimento para k

$$\boxed{\Delta k = sf(k) - \delta k}$$

- A equação central do modelo de Solow
- Determina o comportamento do capital no tempo…
- …que, por sua vez, determina o comportamento de todas as outras variáveis endógenas porque todas dependem de k. E.g.,

  renda por pessoa: $y = f(k)$

  consumo por pessoa: $c = (1-s)\,f(k)$

O Estado Estacionário

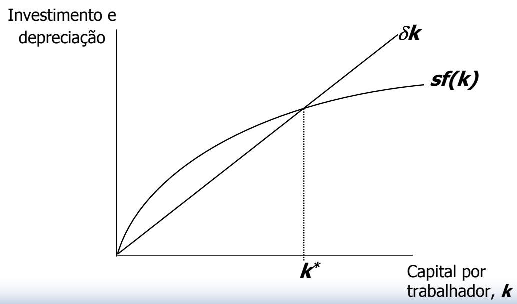
$$\boxed{\Delta k = sf(k) - \delta k}$$

Se o investimento é suficiente apenas para cobrir a depreciação: [$sf(k) = \delta k$],
então o capital por trabalhador irá permanecer constante:

$$\Delta k = 0.$$

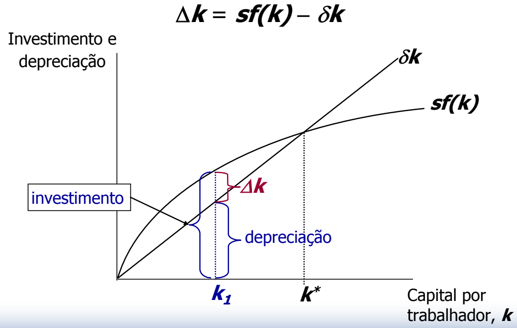
Este valor constante, denotado por k^*, é chamado de ***estoque de capital de estado estacionário***.

O Estado Estacionário



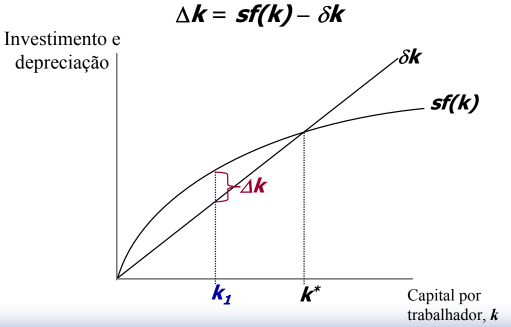
Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



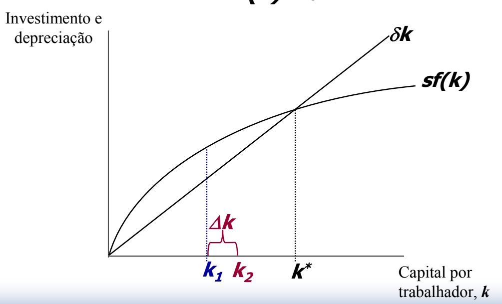
Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



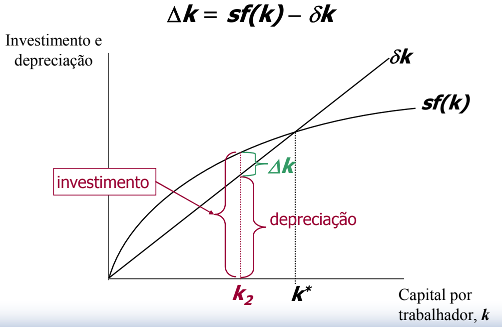
Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



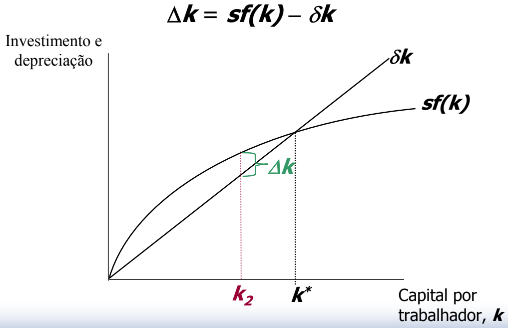
Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



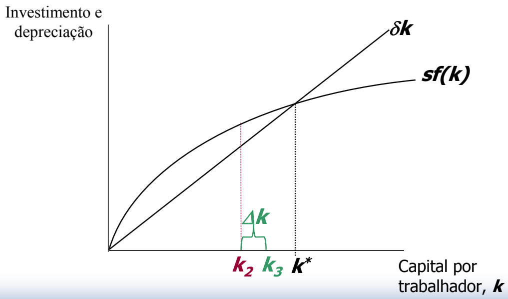
Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



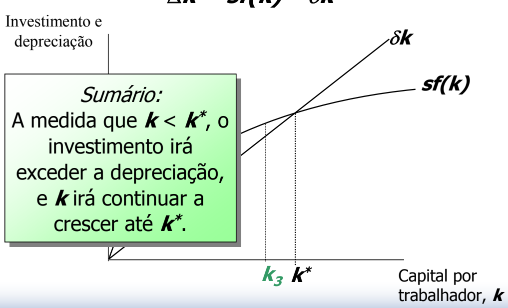
Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



Se movendo para o estado estacionário

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$



Exercício:

Desenhe o modelo de Solow, identificando o estado estacionário k^*.

No eixo horizontal, pegue um valor maior do que k^* para o estoque de capital inicial da economia. Chame isso de k_1.

Mostre o que ocorre a k sobre o tempo. Pode k se mover em torno do estado estacionário ou para longe dele?

Um exemplo numérico

Função de produção (agregada):

$$Y = F(K, L) = \sqrt{K \times L} = K^{1/2}L^{1/2}$$

Para derivar a função de produção por-trabalhador, divida tudo por L:

$$\frac{Y}{L} = \frac{K^{1/2}L^{1/2}}{L} = \left(\frac{K}{L}\right)^{1/2}$$

Então substitua $y = Y/L$ e $k = K/L$ para ter

$$y = f(k) = k^{1/2}$$

Um exemplo numérico, *cont.*

Assuma:

- $s = 0.3$
- $\delta = 0.1$
- valor incial de $k = 4.0$

Aproximando o Estado Estacionário: Um exemplo numérico

Assumptions: $y = \sqrt{k}$; $s = 0.3$; $\delta = 0.1$; initial $k = 4.0$

Ano	k	y	c	i	δk	Δk
1	4.000	2.000	1.400	0.600	0.400	0.200
2	4.200	2.049	1.435	0.615	0.420	0.195
3	4.395	2.096	1.467	0.629	0.440	0.189
4	4.584	2.141	1.499	0.642	0.458	0.184
…						
10	5.602	2.367	1.657	0.710	0.560	0.150
…						
25	7.351	2.706	1.894	0.812	0.732	0.080
…						
100	8.962	2.994	2.096	0.898	0.896	0.002
…						
∞	9.000	3.000	2.100	0.900	0.900	0.000

Exercício: solucione para o Estado Estacionário

Continue a assumir

$s = 0.3, \quad \delta = 0.1, \;\text{ e }\; y = k^{1/2}$

Use a equação de movimento

$$\Delta k = s f(k) - \delta k$$

para solucionar para os valores de Estado Estacionário de k, y, e c.

Solução:

$\Delta k = 0$ def. of steady state

$s f(k^*) = \delta k^*$ eq'n of motion with $\Delta k = 0$

$0.3\sqrt{k^*} = 0.1 k^*$ using assumed values

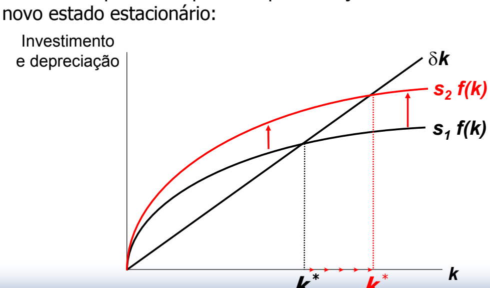
$$3 = \frac{k^*}{\sqrt{k^*}} = \sqrt{k^*}$$

Solve to get: $k^* = 9$ and $y^* = \sqrt{k^*} = 3$

Finally, $c^* = (1 - s)y^* = 0.7 \times 3 = 2.1$

Um aumento na taxa de poupança

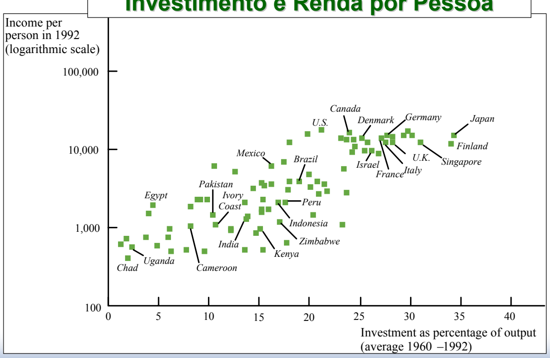
Um aumento na taxa de poupança aumenta o investimento…
…fazendo com que o estoque de capital cresça em torno de um novo estado estacionário:



Predição:

- Maior s $\Rightarrow$ maior k^*.
- E como $y = f(k)$,
  maior k^* $\Rightarrow$ maior y^* .
- Portanto, o modelo de Solow prediz que países com maiores taxas de poupança e investimento irão ter maiores níveis de capital e renda por trabalhador no longo prazo.

Evidência International das Taxas de Investimento e Renda por Pessoa



A Regra de Ouro: introdução

- Differentes valores de s levam a diferentes estados estacionários.
  Como sabemos qual o "melhor" estado estacionário?
- O bem-estar econômico depende do consumo, então o "melhor" estado estacionário é aquele com o maior consumo por pessoa possível: $c^* = (1-s)\ f(k^*)$
- Um aumento em s
  - leva a um k^* e y^* maiores, que podem aumentar c^*
  - isto reduz a participação do consumo na renda ($1-s$), o que pode reduzir c^*
- Então, como podemos encontrar s e k^* que maximizam c^*?

A Regra de Ouro do Estoque de Capital

k^*_{gold} = o **Nível de Capital da Regra de Ouro,** o valor de estado estacionário de k que maximiza o consumo.

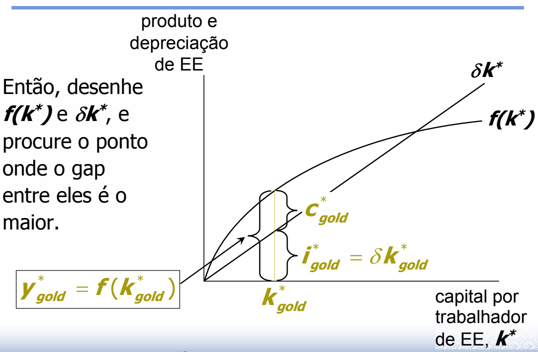
Para encontrar isto, primeiro expresse c^* em termos de k^*:

$$c^* = y^* - i^*$$
$$= f(k^*) - i^*$$
$$= f(k^*) - \delta k^*$$

Em geral:
$$i = \Delta k + \delta k$$
No estado estac.:
$$i^* = \delta k^*$$
porque $\Delta k = 0$.

A Regra de Ouro do Estoque de Capital

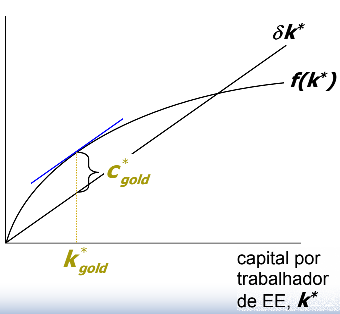
Então, desenhe $f(k^*)$ e δk^*, e procure o ponto onde o gap entre eles é o maior.



A Regra de Ouro do Estoque de Capital

$c^* = f(k^*) - \delta k^*$ é o maior onde a inclinação da função de produção iguala a inclinação da linha de depreciação:

MPK = δ



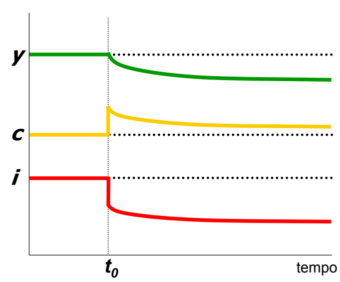
A transição para a Regra de Ouro de Estado Estacionário

- A economia pode não ter uma tendência para ser mover para a Regra de Ouro de Estado Estacionário.
- Alcançar a Regra de Ouro requer que ***s*** seja ajustada.
- Este ajustamento leva a um novo Estado Estacionário com um consumo maior.
- Mas o que ocorre com o consumo durante a transição para a Regra de Outro?

Começando com muito capital

Se $k^* > k^*_{gold}$ então o aumento em ***c**** requer uma queda em ***s***.

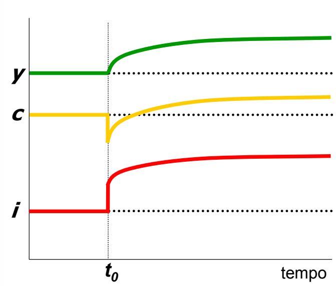
Na transição para a Regra de Ouro, o consumo é maior em todos os pontos do tempo.



Começando com muito pouco capital

Se $k^* < k^*_{gold}$ então aumentando para ***c**** requer um aumento em ***s***.

Gerações futuras irão desfrutar de um consumo maior, mas a atual irá experimentar uma queda no consumo.



Crescimento Populacional

- Assuma que a população – e a força de trabalho – crescem à taxa $\boldsymbol{n}$. ($\boldsymbol{n}$ é exógena)

$$\frac{\Delta \boldsymbol{L}}{\boldsymbol{L}} = \boldsymbol{n}$$

- EX: Suponha $\boldsymbol{L}$ = 1000 no ano 1 e a população está crescendo a 2%/ano ($\boldsymbol{n}$ = 0.02).

Então $\Delta \boldsymbol{L} = \boldsymbol{n}\,\boldsymbol{L} = 0.02 \times 1000 = 20$,
então $\boldsymbol{L}$ = 1020 no ano 2.

Investimento de equilíbrio

$(\delta + \boldsymbol{n})\boldsymbol{k}$ = **investimento de equilíbrio**, o montante necessário para manter o $\boldsymbol{k}$ constante.

O investimento de equilíbrio inclui:

- $\delta \boldsymbol{k}$ para repor o capital que se vai
- $\boldsymbol{n}\boldsymbol{k}$ para equipar novos trabalhadores com capital

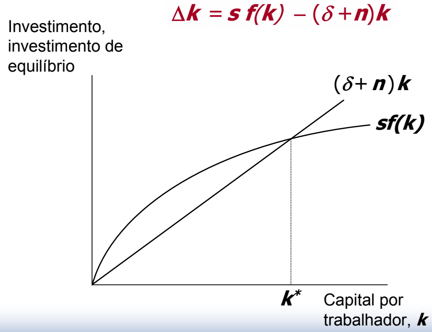
A equação de movimento para o *k*

- Com crescimento populacional, a equação de movimento do $\boldsymbol{k}$ é

$$\Delta \boldsymbol{k} = \underbrace{\boldsymbol{s}\boldsymbol{f}(\boldsymbol{k})}_{\text{investimento corrente}} - \underbrace{(\delta + \boldsymbol{n})\,\boldsymbol{k}}_{\text{investimento de equilíbrio}}$$

O diagrama do modelo de Solow

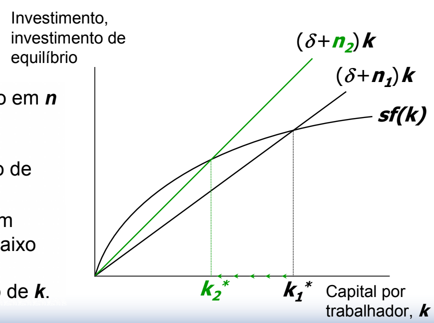
$$\Delta k = s\,f(k) - (\delta + n)k$$



O impacto do crescimento populacional

Um aumento em n causa um aumento no investimento de equilíbrio,

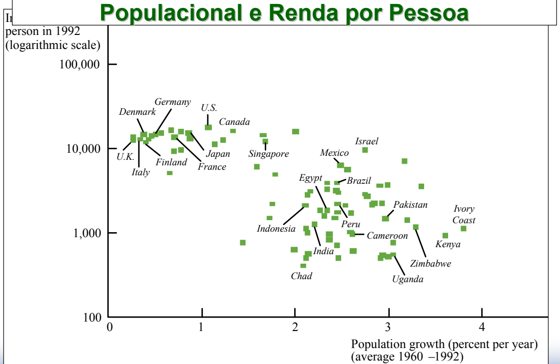
levando a um nível mais baixo de estado estacionário de k.



Predição:

- maior n $\Rightarrow$ menor k^*.
- e desde $y = f(k)$,
  menor k^* $\Rightarrow$ menor y^*.
- Portanto, o modelo de Solow prediz que países com taxas de crescimento populacional maior irão ter níveis mais baixos de capital e renda por trabalhador no longo prazo.

Evidência International sobre Crescimento Populacional e Renda por Pessoa



A Regra de Ouro com crescimento populacional

Para encontrar a Regra de Ouro do estoque de capital, nós expressamos novamente $\boldsymbol{c^*}$ em termos de $\boldsymbol{k^*}$:

$$\begin{aligned} c^* &= \quad y^* \quad - \quad i^* \\ &= f(k^*) - (\delta + n)\,k^* \end{aligned}$$

$\boldsymbol{c^*}$ é maximizado então

$$\text{MPK} = \delta + n$$

ou equivalentemente,

$$\boxed{\text{MPK} - \delta = n}$$

Na Regra de Ouro de EE, o produto marginal do capital líquido (de depreciação) iguala a taxa de crescimento populacional.

Progresso Técnico

Progresso Técnico: Exemplos

- 1970: 50 000 computadores no mundo;

  2000: 51% dos domicílios dos U.S. têm pelo menos um computador
- O preço real do poder do computador tem caído em média 30% ao ano nos últimos 30 anos.
- O carro médio construído em 1996 continha mais capacidade computacional do que o primeiro módulo lunar em 1969.
- Modems são 22 vezes mais rápidos do que 20 anos atrás.
- Desde 1980, o uso de semicondutores por unidade do PIB aumentou ao fator de 3500.

Progresso técnico no modelo de Solow

- Nova variável: E = eficiência do trabalho
- Assuma:
  Progresso técnico é **trabalho-aumentativo**: ele aumenta a eficiência do trabalho à taxa exógena g:

$$g = \frac{\Delta E}{E}$$

Progresso técnico no modelo de Solow

- Nós agora escrevemos a função de produção:

$$Y = F(K, L \times E)$$

- tal que $L \times E$ = o número de trabalhadores efetivos.
  - Portanto, aumentos na eficiência do trabalho tem o mesmo efeito sobre o produto tal como os aumentos na força de trabalho.

Progresso técnico no modelo de Solow

- Notação:
  $y = Y/LE$ = produto por trabalhor-efetivo
  $k = K/LE$ = capital por trabalhor-efetivo
- Função de Produção por trabalhador-efetivo:
  $y = f(k)$
- Poupança e investimento por trabalhador-efetivo:
  $s\,y = s\,f(k)$

Progresso técnico no modelo de Solow

$(\delta + n + g)k$ =
o montante de investimento necessário para manter k constante.

Consiste de:

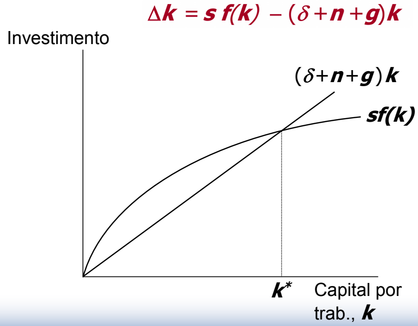
δk para repor o capital depreciado

$n k$ para prover capital para os novos trabalhadores

$g k$ para prover capital para os novos "trabalhadores-efetivos" criados pelo progresso técnico

Progresso técnico no modelo de Solow

$\Delta k = s\,f(k) - (\delta + n + g)k$



Taxas de cresc. de estado-estacionário no modelo com progresso técnico

Variável	Símbolo	Taxa de cresc. de Estado Est.
Capital por trab. efetivo	$k = K/(L \times E)$	0
Produto por trab. efetivo	$y = Y/(L \times E)$	0
Produto por tralhador	$(Y/L) = y \times E$	g
Produto total	$Y = y \times E \times L$	$n + g$

A Regra de Ouro

Para encontrar a Regra de Ouro do estoque de capital,
expresse c^* em termos de k^*:

$$c^* = y^* - i^*$$
$$= f(k^*) - (\delta + n + g)k^*$$

c^* é maximizado quando

$$\text{PMK} = \delta + n + g$$

ou equivalentemente,

$$\boxed{\text{PMK} - \delta = n + g}$$

No EE da Regra de Ouro, o produto marginal do capital livre de depreciação é igual a taxa de cresc. pop. mais a taxa de progresso técnico.

Estudo de Caso:
A Desaceleração da Produtividade

	Crescimento no produto por pessoa (% por ano)	
	1948-72	1972-95
Canada	2.9	1.8
França	4.3	1.6
Alemanha	5.7	2.0
Itália	4.9	2.3
Japão	8.2	2.6
U.K.	2.4	1.8
U.S.A.	2.2	1.5

Possíveis explicações

- *Problemas de Mensuração*
  Aumentos na produtividade não medidos completamente.
  - Mas: Por que os problemas de mensuração deveriam ser piores depois de 1972 do que antes?
- *Preços do Petróleo*
  Choques do petróleo ocorreram quando a desacelaração começou.
  - Mas: Então porque a produtividade não se elevou quando os preços caíram no meio dos anos 80s?

Possíveis explicações

- *Qualidade do Trabalhador*
  1970s – maior influxo de novos entrantes na força de trabalho (baby boomers, mulheres). Novos trabalhadores são menos produtivos do que os trabalhadores experientes.
- *Uma diminuição de ideas*
  Talvez o crescimento lento de 1972-1995 seja normal e a verdadeira anomalia tenha sido o rápido crescimento entre 1948-1972.

Qual desses suspeitos são os culpados?

Todos são plausíveis, mas é difícil provar que qualquer um desses seja culpado.

Estudo de Caso:
T.I. e a “nova economia”

	Crescimento no produto por pessoa (% por ano)		
	1948-72	1972-95	1995-2000
Canada	2.9	1.8	2.7
França	4.3	1.6	2.2
Alemanha	5.7	2.0	1.7
Itália	4.9	2.3	4.7
Japão	8.2	2.6	1.1
U.K.	2.4	1.8	2.5
U.S.A.	2.2	1.5	2.9

Estudo de Caso:
T.I. e a “nova economia”

Aparentemente, a revolução do computador não afetou a produtividade agregada até meados dos anos 90s.

Duas razões:

1. A participação da indústria de computadores no PIB é muito maior no fim dos 90s do que antes.
2. Toma tempo determinar como utilizar a nova tecnologia da forma mais efetiva.

As grandes questões:

- Esse crescimento irá continuar?
- A T.I. continuará a ser o motor de crescimento?

Confrontando o modelo de Solow com os fatos

O estado estacionário do modelo de Solow exibe **crescimento balanceado** – variáveis crescem a mesma velocidade.

- O modelo de Solow prediz Y/L e K/L cresçem a mesma taxa (g), tal que K/Y deva ser constante.

  Isto é verdade no mundo real
- O modelo de Solow prediz que os salários reais crescem a mesma taxa constante Y/L, Enquanto o preço do aluguel é constante.
  Também verdade no mundo real.

Convergência

- O modelo de Solow prediz que, tudo o mais constantes, os países pobres devem crescer mais rápidos do que os ricos.
- Se verdade, então o gap entre ricos e pobres devem diminuir ao longo do tempo, e os padrões de vida "convergirem".
- No mundo real, muitos paísem pobres NÃO crescem mais rápidos do que os ricos Isso significa que o modelo de Solow falha?

Convergência

- Não, porque "outras coisas" não são iguais.
  - Em amostras de países com taxas de cresc. de poupança e pop. similares, o gap de renda se reduz em torno de 2%/ano.
  - Em maiores amostras, se controlamos para diferenças na poupança, pop., crescimento, crescimento populacional e capital humano, a renda converge em torno de 2%/ano.
  - O que o modelo realmente prediz é a **convergência condicional** – países convergem para seus próprios estados estacionários, que são determinados pela pop. poupanças, crecimento e educação.

Acumulação de fatores vs. eficiência produtiva

Duas razões porque a renda per capita é menor em alguns países do que outros:

1. Diferenças no capital (físico ou humano) por trabalhador
2. Diferenças na eficiência da produção (a altura da função de produção)

Estudos:

- ambos os fatores são importantes
- países com maiores capitais por trabalhador (físico ou humano) também tendem a ter maior eficiência produtiva
- produtividade contabiliza por 2/3 da diferença de renda entre países

Teoria do Crescimento Endógeno

- modelo de Solow:
  - crescimento sustentado no padrão de vida é devido ao progresso técnico
  - a taxa de progresso técnico é exógena
- teoria do crescimento endógeno:
  - um conjunto de modelos em que a taxa de crescimento da produtividade e padrão de vida é endógena

Um modelo básico

- função de produção: $Y = AK$
  tal que A é o montante de produto por cada unidade de capital (A é exógeno & constante)
- Diferenças com Solow: PMK é constante aqui, decrescente em Solow
- Investimento: sY
- Depreciação: δK
- Equação de movimento para o capital total:

$$\Delta K = sY - \delta K$$

Um modelo básico

$$\Delta K = sY - \delta K$$

- Divida tudo por K e use $Y = AK$ para ter:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta K}{K} = sA - \delta$$

- Se $sA > \delta$, então a renda irá crescer para sempre, e o investimento é o motor do crescimento.
- Aqui, a taxa de crescimento permanente de de s. No modelo de Solow, não depende

O capital possuem retornos decrescentes ou não?

- Sim, se "capital" possui uma definição restrita (plantas & equipamentos).
- Talvez não, com uma definição ampla de capital (capital físico e humano, conhecimento).
- Alguns economistas acreditam que o conhecimento exibe retornos *crescentes.*

Um modelo de dois setores

- 2 setores:
  - manufatura firmas produzindo bens
  - pesquisa universidades produzindo conhecimento que aumenta a eficiência do trabalho na manufatura
- u = fração do trabalho em pesquisa (u é exógeno)
- Mfg func prod: $Y = F[K, (1-u)EL]$
- Pes func prod: $\Delta E = g(u)E$
- Acumulação de K: $\Delta K = sY - \delta K$

Um modelo de dois setores

- Em EE, produto das manufaturas por trabalhador e o padrão de vida crescem a taxa $\Delta E/E = g(u)$.
- Variáveis-chave:
  - s: afeta o nível de renda, mas não a taxa de crescimento (= Solow)
  - u: afeta o nível e o crescimento da renda

Three facts about R&D in the real world

1. Much research is done by firms seeking profits.
2. Firms profit from research because
   - new inventions can be patented, creating a stream of monopoly profits until the patent expires
   - there is an advantage to being the first firm on the market with a new product
3. Innovation produces externalities that reduce the cost of subsequent innovation.

Much of the new endogenous growth theory attempts to incorporate these facts into models to better understand tech progress.

Is the private sector doing enough R&D?

- The existence of positive externalities in the creation of knowledge suggests that the private sector is not doing enough R&D.
- But, there is much duplication of R&D effort among competing firms.
- Estimates: The social return to R&D is at least 40% per year.
  Thus, many believe govt should encourage R&D