PRODUÇÃO

Introdução a Economia

Tópicos para discussão

- Conceitos Básicos
- Produção no Curto Prazo
- Produção no Longo Prazo
- Rendimentos de escala

Oferta

Quantidade de um bem que os produtores desejam vender a um determinado preço

↓

Teoria da Empresa ou da Firma

Introdução

- **Teoria da empresa** trata:
  - Do modo pelo qual uma firma toma decisões de produção minimizadoras de custo
  - Do modo pelo qual os custos de produção variam com o nível de produção
  - De características da oferta de mercado
  - De problemas das atividades produtivas em geral

Introdução

Oferta

Teoria da Empresa

Teoria da Produção

(relações entre a quantidade produzida e as quantidades de insumos utilizados)

Teoria dos Custos de Produção

(relações entre a quantidade produzida e os preços dos insumos)

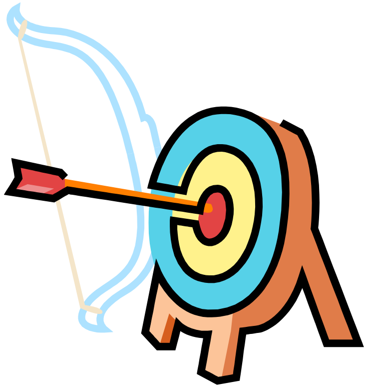
Introdução

Slide 6

Lei da Oferta

Quanto maior o preço, maior os incentivos que os produtores têm para produzir

O objetivo econômico de uma firma é maximizar seus lucros



Introdução

LUCRO = RECEITA TOTAL - CUSTO TOTAL

RECEITA TOTAL: Quantia que a firma recebe pela venda de sua produção

CUSTO TOTAL: Quantia que a firma paga para comprar os insumos utilizados na sua produção

Introdução

- **Receita Total = Preço de Venda X Quantidade Produzida**

$$\boxed{RT = p \cdot q}$$

Como o preço é dado, a Receita Total depende da quantidade produzida

Introdução

LUCRO = RECEITA TOTAL – CUSTO TOTAL

A Firma busca maximização de lucros

Minimização de Custos

Maximização da Receitas

Introdução

Eficiência

Eficiência Técnica: produz mesma quantidade de produto com quantidade menor de insumos

Eficiência Econômica: produz mesma quantidade de produto com menor custo de produção

Processo Produtivo

- O processo produtivo
  - Combinação e transformação de insumos ou fatores de produção em produtos
- Tipos de insumos (fatores de produção)
  - Trabalho
  - Matérias-primas
  - Capital

Processo Produtivo

Insumos (*inputs*)

- Mão-de-obra (N)
- Capital Físico (K)
- Área, Terra (T)
- Matérias-primas (M_p)

Processo Produtivo

Produtos

- Bens e Serviços Finais

Processo Produtivo

- Função de produção
  - Indica o maior nível de produção que uma firma pode atingir para cada possível combinação de insumos, dado o estado da tecnologia.
  - Mostra o que é *tecnicamente viável* quando a firma opera de forma *eficiente*.

Função da Produção

$$q = f(N, K, M)$$

Depende do estado da Tecnologia

Relação entre a quantidade de insumos utilizados e a quantidade produzida

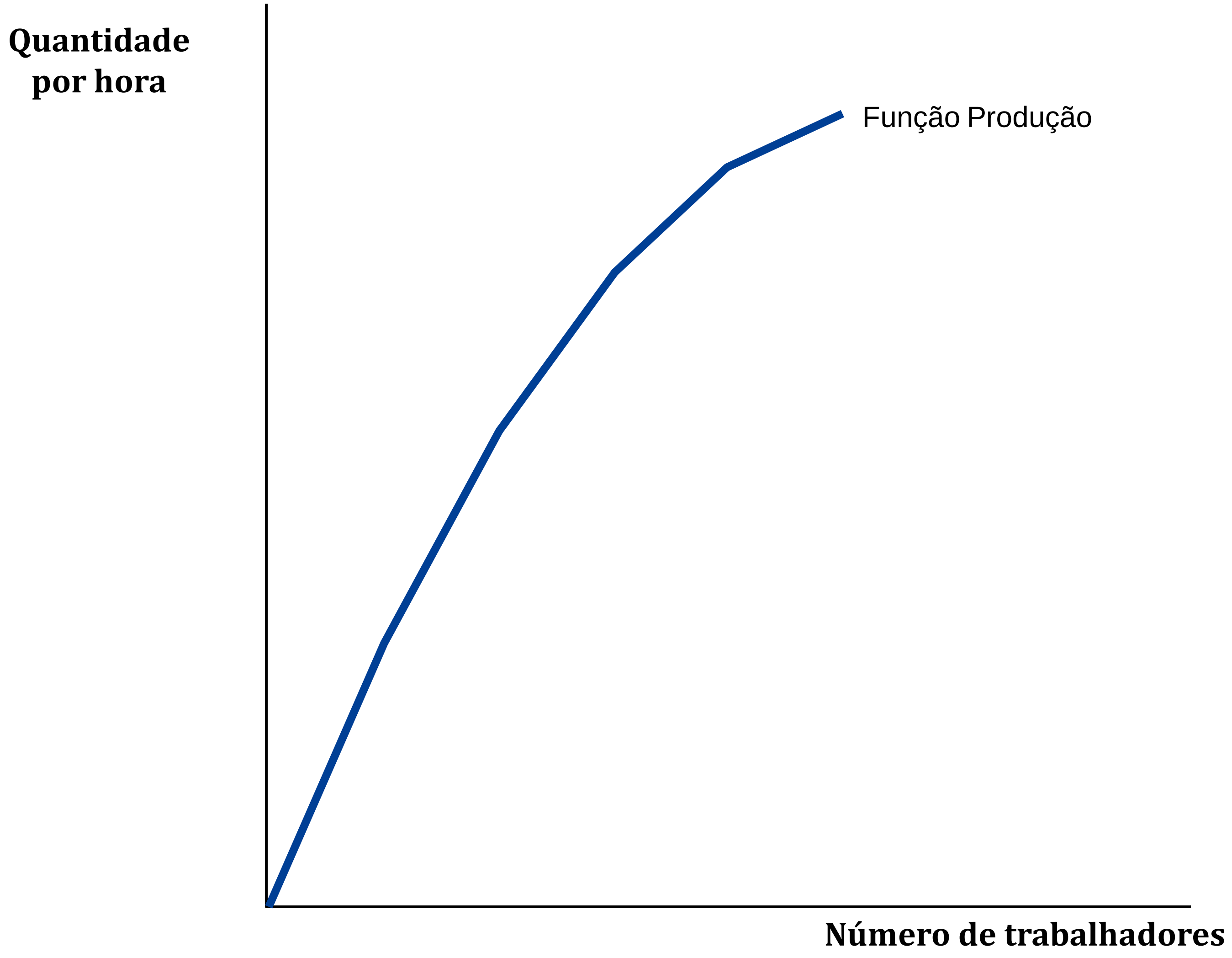
$\boldsymbol{q}$ = Produto

$\boldsymbol{N}$ = Trabalho

$\boldsymbol{K}$ = Capital

$\boldsymbol{M}$ = Matéria Prima

Função de Produção



Função de Produção

Fatores fixos de produção: Permanecem inalterados quando a quantidade produzida varia

Fatores variáveis de produção : Alteram-se quando a quantidade produzida varia

Curto prazo (*CP*): Período com pelo menos um fator de produção fixo

Longo prazo (*LP*): Período com variação em todos os fatores de produção

Produto Marginal

Produto Marginal

Acréscimo da quantidade produzida obtido com o acréscimo de uma unidade do insumo

Produção no Curto Prazo

Supondo dois fatores de produção: mão de obra (N) e capital (K)

***N* = variável**

***K* = fixo**

$$q = f(N, K)$$

$$\Downarrow$$

$$q = f(N)$$

Produção no Curto Prazo

Produto total (*PT*): Quantidade total produzida em determinado período de tempo

$$PT = q$$

Produção no Curto Prazo

Produtividade média (*PMe*)

Relação entre o produto total e a quantidade do fator de produção em determinado período de tempo.

Representa a contribuição média de cada insumo.

$$PMe_N = \frac{PT}{N}$$ → Produtividade média da Mão de Obra

$$PMe_K = \frac{PT}{K}$$ → Produtividade média do Capital

Produção com um insumo variável (trabalho)

- Produtividade da mão-de-obra

$$\text{Produtividade média} = \frac{\text{Produção total}}{\text{Quantidade de trabalho}}$$

Produção com um insumo variável (trabalho

Exemplo: Produtividade da mão-de-obra nos países desenvolvidos

	EUA	Japão	França	Alemanha	Reino Unido
Produção real por trabalhador (2001)					
	$75.575	$52.848	$62.461	$66.369	$52.499
Taxa de crescimento anual da produtividade da mão-de-obra (%)					
1960-1973	2,29	7,86	4,70	3,98	2,84
1974-1982	0,22	2,29	1,73	2,28	1,53
1983-1991	1,54	2,64	1,50	2,07	1,57
1992-2001	2,00	1,19	0,86	2,10	1,98

Produção no Curto Prazo

Produtividade marginal (*PMg*)

Variação do produto dada variação de uma unidade na quantidade de fator de produção em determinado período de tempo.

Representa a contribuição adicional de cada insumo.

$$PMg_N = \frac{\Delta PT}{\Delta N} = \frac{\Delta q}{\Delta N} = \frac{dq}{dN}$$

Produtividade marginal da Mão de Obra

$$PMg_K = \frac{\Delta PT}{\Delta K} = \frac{\Delta q}{\Delta K} = \frac{dq}{dK}$$

Produtividade marginal do Capital

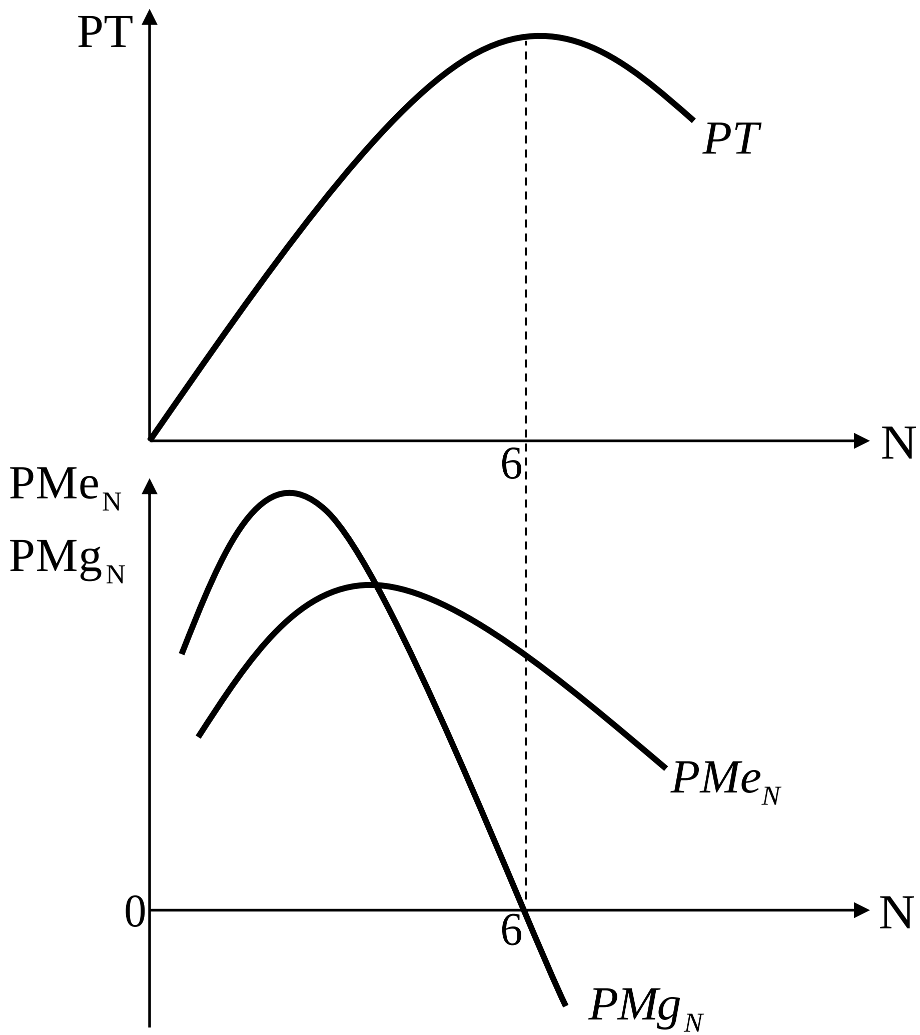
Produção no Curto Prazo

K	N	PT	PMe_N	PMg_N
10	0	0		
10	1	3		
10	2	8		
10	3	12		
10	4	15		
10	5	17		
10	6	17		
10	7	16		
10	8	13		

Traçar as curvas PT, PMe_N e PMg_N

Produção no Curto Prazo

K	N	PT	Pme N	PMg N
10	0	0		
10	1	3	3.0	3
10	2	8	4.0	5
10	3	12	4.0	4
10	4	15	3.8	3
10	5	17	3.4	2
10	6	17	2.8	0
10	7	16	2.3	-1
10	8	13	1.6	-3



Produção com um insumo variável (trabalho)

1. À medida que aumenta o número de trabalhadores, o produto (*q*) aumenta, atinge um máximo e, então, decresce.

Produção com um insumo variável (trabalho)

2. O produto médio do trabalho (*PM*), ou produto por trabalhador, inicialmente aumenta e depois diminui.

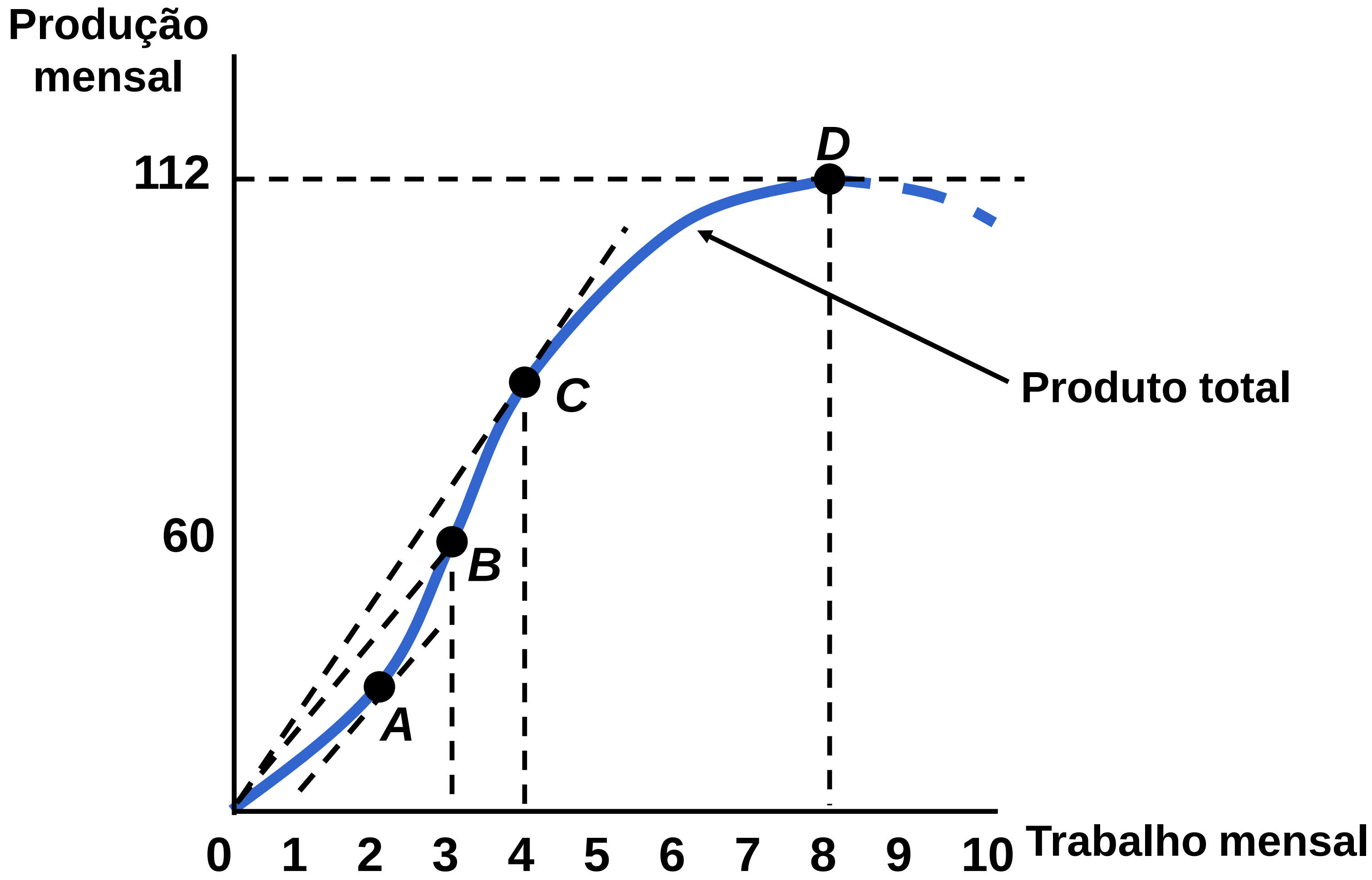
$$PM = \frac{Produto}{Trabalho} = \frac{Q}{L}$$

Produção com um insumo variável (trabalho)

3. O produto marginal do trabalho (*PMg*), ou produto de um trabalhador adicional, aumenta rapidamente no início, depois diminui e se torna negativo.

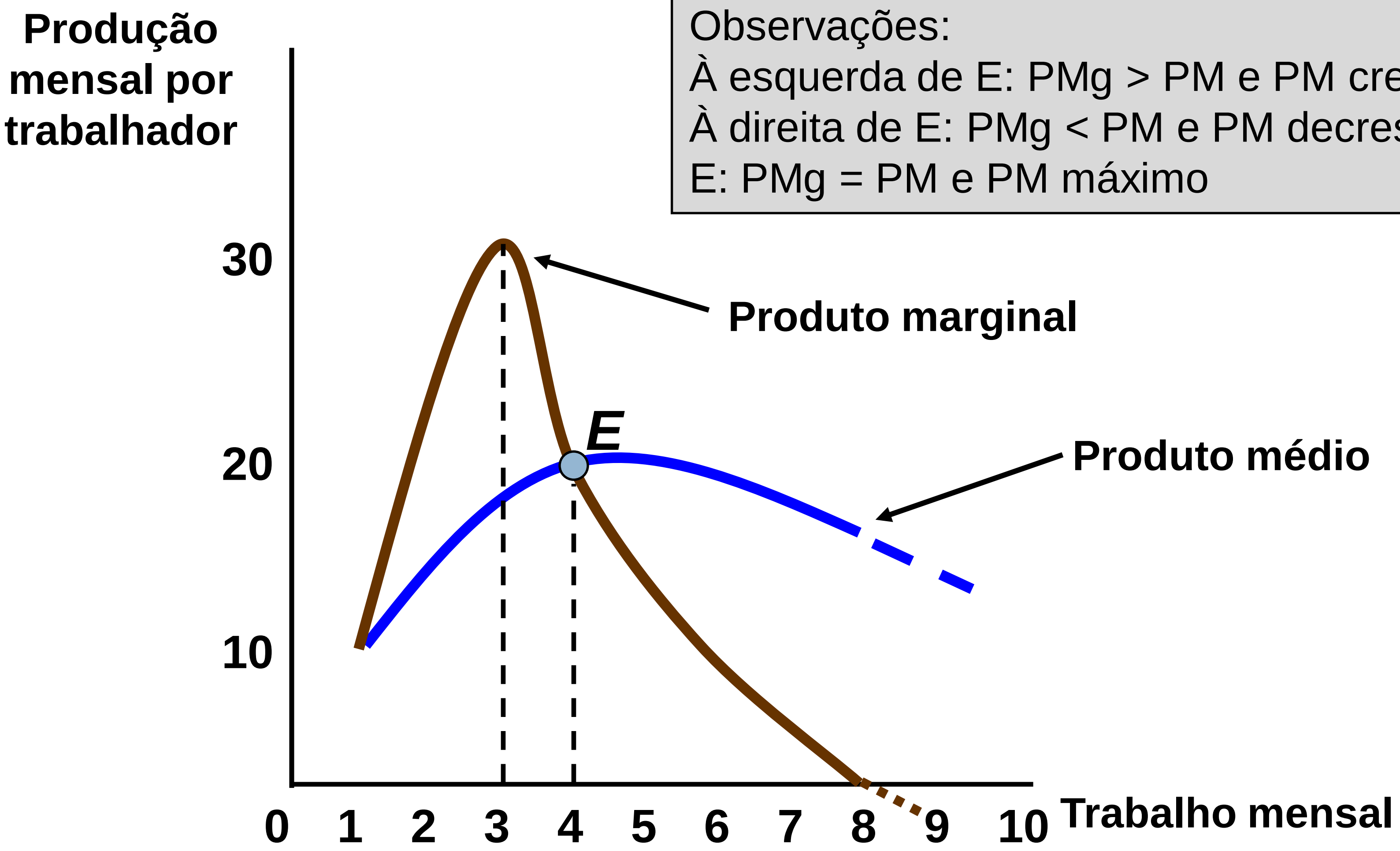
$$PMg_L = \frac{\Delta Produto}{\Delta Trabalho} = \frac{\Delta Q}{\Delta L}$$

Produção com um insumo variável (trabalho)



Produção com um insumo variável (trabalho)

Observações:
À esquerda de E: PMg > PM e PM crescente
À direita de E: PMg < PM e PM decrescente
E: PMg = PM e PM máximo



Produção com um insumo variável (trabalho)

Quando $PMg = 0$, PT encontra-se no seu nível máximo

Quando $PMg > PM$, PM é crescente

Quando $PMg < PM$, PM é decrescente

Quando $PMg = PM$, PM encontra-se no seu nível máximo

Produção com um insumo variável (trabalho)

Lei dos rendimentos marginais decrescentes

- À medida que o uso de determinado insumo aumenta, chega-se a um ponto em que as quantidades adicionais de produto obtidas tornam-se menores (ou seja, o PMg diminui).

Produção com um insumo variável (trabalho)

Lei dos rendimentos marginais decrescentes

Ao aumentar o fator variável (*N*), dada o fator fixo (K) a *Produtividade Marginal* cresce até certo ponto e, a partir daí, decresce, até tornar-se negativa.

Ex.: Atividade agrícola

Fator fixo: área cultivada

Fator variável: mão de obra

Obs: Só é válida se for mantido um fator fixo. Portanto, só vale no curto prazo.

Produção com um insumo variável (trabalho)

Lei dos rendimentos marginais decrescentes

- Pode ser aplicada a decisões de longo prazo relativas à escolha entre diferentes configurações de plantas produtivas
- Supõe-se que a qualidade do insumo variável seja constante

Produção com um insumo variável (trabalho)

Lei dos rendimentos marginais decrescentes

- Explica a ocorrência de um PMg declinante, mas não necessariamente de um PMg negativo
- Supõe-se uma tecnologia constante

Exercício 1

Suponha que um fabricante de cadeiras esteja produzindo no curto prazo (com uma fábrica e equipamentos pré-existentes). Conforme o número de funcionários, o fabricante observou os seguintes níveis de produção:

Número de Funcionários	Número de Cadeiras
1	10
2	18
3	24
4	28
5	30
6	28
7	25

a) Calcule o produto marginal e o produto médio do trabalho para esta função produção
b) Essa função de produção apresenta rendimentos decrescentes de escala? Explique
c) De acordo com sua opinião, qual a razão do produto marginal do trabalho se tornar negativo?

a. **Calcule o produto marginal e o produto médio do trabalho para essa função de produção.**

O produto médio do trabalho, PM_L, é igual a $\frac{Q}{L}$. O produto marginal do trabalho, PMg_L, é igual a $\frac{\Delta Q}{\Delta L}$, isto é, a variação na produção dividida pela variação no insumo trabalho. Para esse processo produtivo, temos:

L	Q	PMe_L	PMg_L
0	0	—	—
1	10	10	10
2	18	9	8
3	24	8	6
4	28	7	4
5	30	6	2
6	28	4,7	–2
7	25	3,6	–3

b. **Essa função de produção apresenta rendimentos decrescentes de escala para o trabalho? Explique.**

Esse processo produtivo apresenta rendimentos decrescentes para o trabalho. O produto marginal do trabalho, que é a produção adicional produzida por trabalhador adicional, diminui à medida que mais trabalhadores são contratados e torna-se negativa para o sexto e o sétimo trabalhador.

c. **Explique, de acordo com sua opinião, qual poderia ser a razão de o produto marginal do trabalho se tornar negativo.**

O produto marginal do trabalho negativo para $L > 5$ pode ocorrer devido ao excesso de pessoas na fábrica de cadeiras. Dado que um número maior de trabalhadores estaria usando a mesma quantidade de capital, seria possível que os trabalhadores se atrapalhassem mutuamente, diminuindo a eficiência e o nível de produção da empresa. Muitas empresas também têm de controlar a qualidade da produção, e o excesso de trabalhadores pode levar a uma produção que não tenha qualidade suficiente para ser colocada à venda, o que pode contribuir para um produto marginal negativo.

Exercício 2

A quantidade de peixes pescados em uma semana por um barco é função do tamanho da tripulação. Com base nos dados passados, a seguinte tabela de produção foi desenvolvida

Tripulação (homens)	Quantidade de Peixe (toneladas)
2	3
3	6
4	11
5	19
6	24
7	28
8	31
9	33
10	34
11	34
12	33

a. Em que faixa de trabalhadores existem rendimentos i. Crescente; ii. Constantes; iii. Decrescente; iv. Negativos?
b. Qual deve ser o tamanho da tripulação para maximizar a quantidade total de peixe apanhado?
c. Qual deve ser o tamanho da tripulação para maximizar a quantidade média de peixe apanhado?

4. a.

Crew Size	$TP_X = Q$	$AP_X = Q/X$	$MP_X = \Delta Q/\Delta X$
0	0	-	-
2	3	1.50	1.5
3	6	2.00	3.0
4	11	2.75	5.0
5	19	3.80	8.0
6	24	4.00	5.0
7	28	4.00	4.0
8	31	3.88	3.0
9	33	3.67	2.0
10	34	3.40	1.0
11	34	3.09	0.0
12	33	2.75	−1.0

i. Increasing returns: 0 – 5 (MP_X increasing)

ii. Constant returns: None (MP_X constant)

iii. Decreasing returns: 5^+ – 11 (MP_X decreasing)

iv. Negative returns: 11^+ – 12 (MP_X negative)

b. Max Q = 34. This corresponds to a crew size of 10 or 11 men. Assuming a positive cost for additional crew members, a crew size of 10 should be used to minimize the cost of obtaining this output.

c. Max AP_X = 4.00. This corresponds to a crew size of 6 or 7 men. Again, for any positive cost to manpower, a crew size of 6 is preferred to achieve this objective.

Produção no Longo Prazo
Fatores de Produção Variam

- No curto prazo, trabalho é variável e capital é fixo.

- No longo prazo, trabalho e capital são variáveis.

Produção no Longo Prazo
(Fatores de Produção Variam)

Supondo dois fatores de produção: mão de obra (N) e capital (K)

***N* = variável**

***K* = variável**

$$q = f(N, K)$$

Várias combinações de insumos podem produzir a mesma quantidade de produto.

Produção no Longo Prazo
(Dois insumos variáveis)

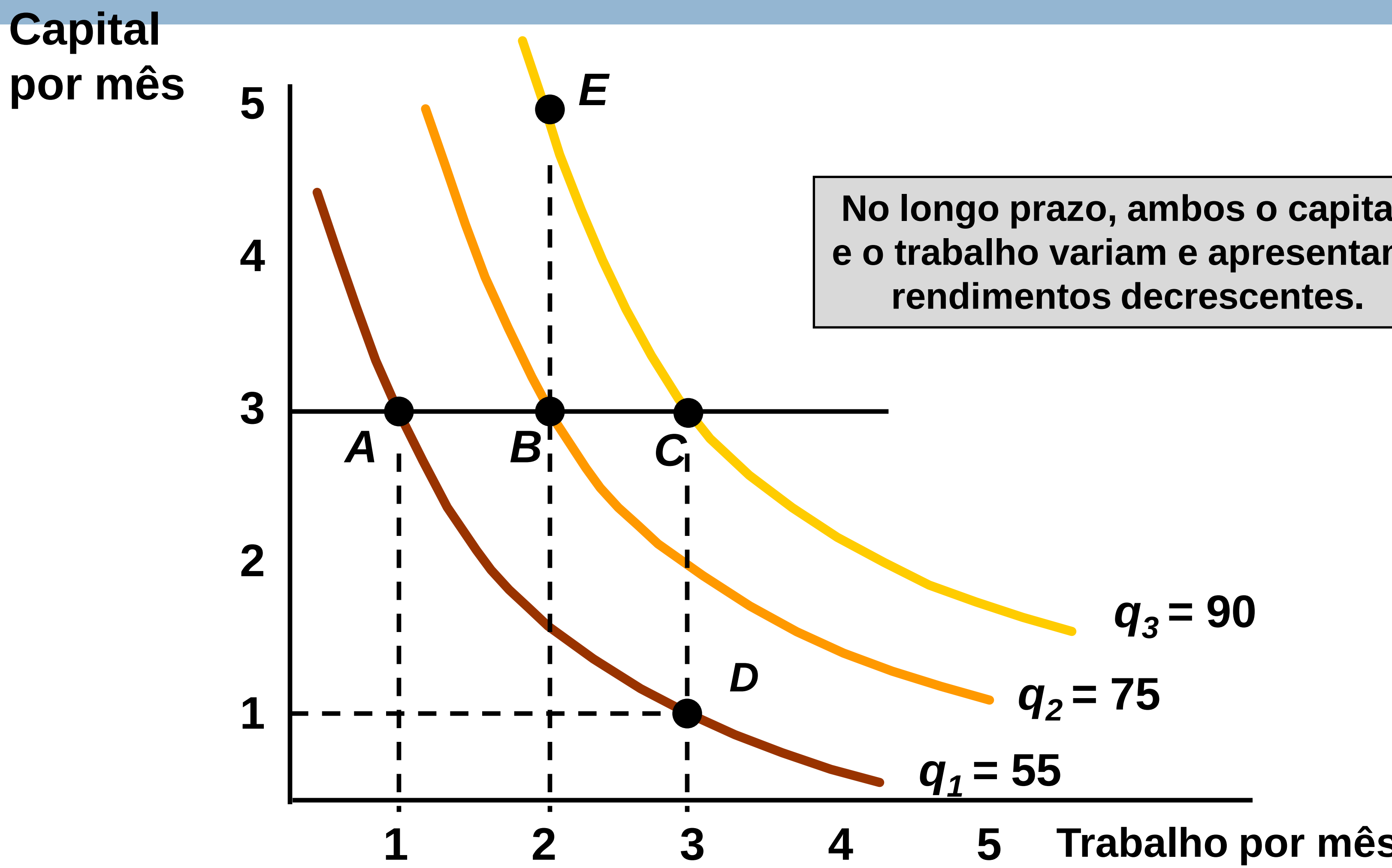
Isoquantas

- São curvas que representam todas as possíveis combinações de insumos que geram a mesma quantidade de produto
- Uma firma pode apresentar várias isoquantas de produção (*mapa de produção*)
- **Escolha da isoquanta**: Quantidade que o empresário deseja produzir, depende dos custos de produção e da demanda pelo produto.

Produção com dois insumos variáveis

	Trabalho				
Capital	1	2	3	4	5
1	20	40	55	65	75
2	40	60	75	85	90
3	55	75	90	100	105
4	65	85	100	110	115
5	75	90	105	115	120

Produção com dois insumos variáveis



No longo prazo, ambos o capital e o trabalho variam e apresentam rendimentos decrescentes.

Produção com dois insumos variáveis

- Flexibilidade do insumo
  - As isoquantas mostram de que forma diferentes combinações de insumos podem ser usadas para produzir a mesma quantidade de produto.
  - Essa informação permite ao produtor reagir eficientemente às mudanças nos mercados de insumos.

Rendimentos de escala ou economias de escala

No longo prazo todos os insumos são variáveis.

Como decidir a melhor maneira de aumentar o produto?

Rendimentos de escala ou economias de escala

- Um fazendeiro que opera uma colheitadeira em um acre de terra e produz 100 kg de trigo
- Dois fazendeiros operando duas colheitadeiras em dois acres de terra produzirão quanto?
- O produto certamente aumentará, mas quanto?

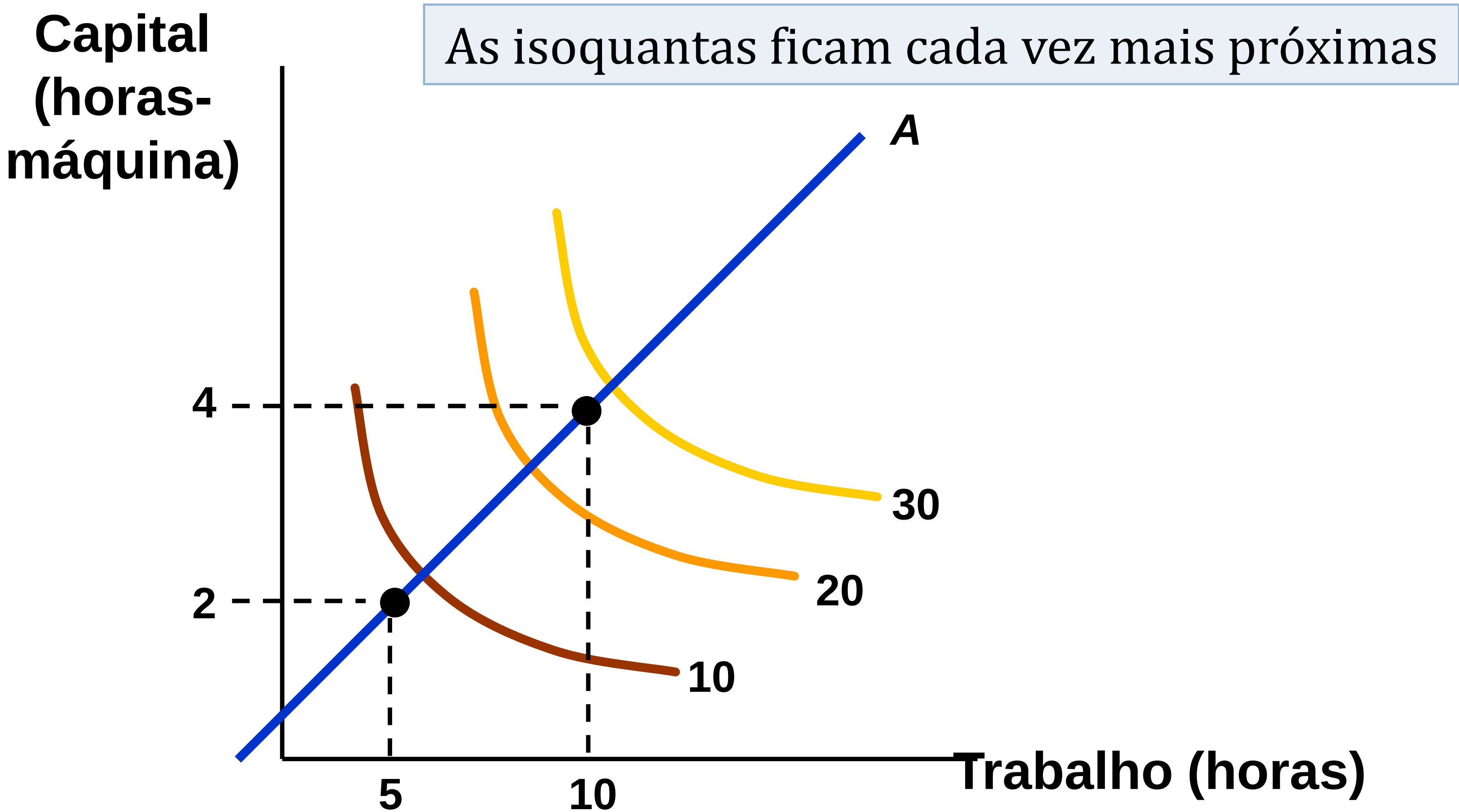
Rendimento de escala: proporção de aumento do produto quando os insumos aumentam proporcionalmente entre si

Rendimentos crescentes de escala

Produção cresce mais do que o crescimento dos insumos

Exemplo: $\uparrow 10\%\ N$ e $K \rightarrow$ produção $\uparrow$ mais que 10%

Rendimentos crescentes de escala

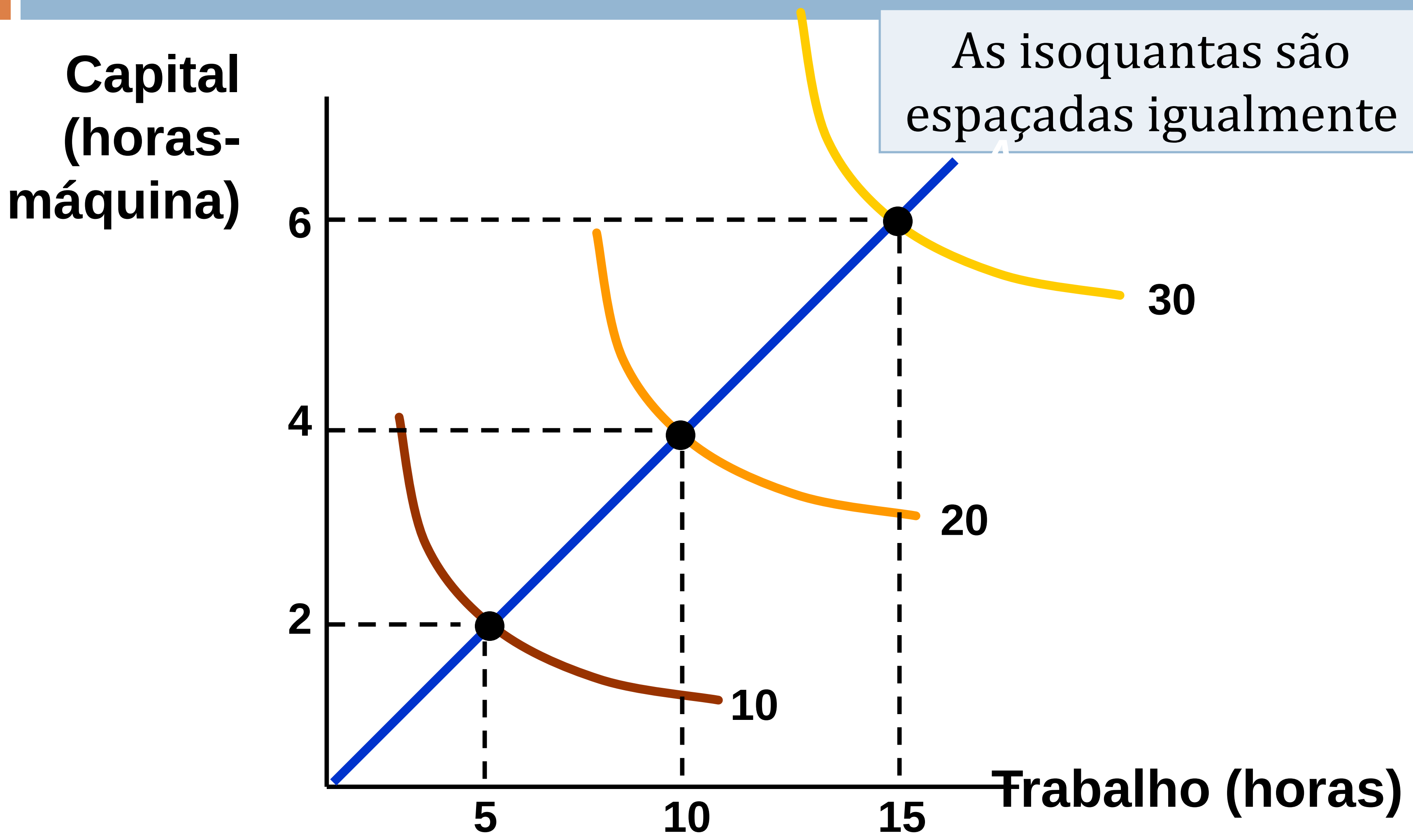


Rendimentos constantes de escala

Produção aumenta na mesma proporção que os insumos

$\uparrow 10\%\ N$ e $K \rightarrow \uparrow 10\%$ na produção

Rendimentos constantes de escala

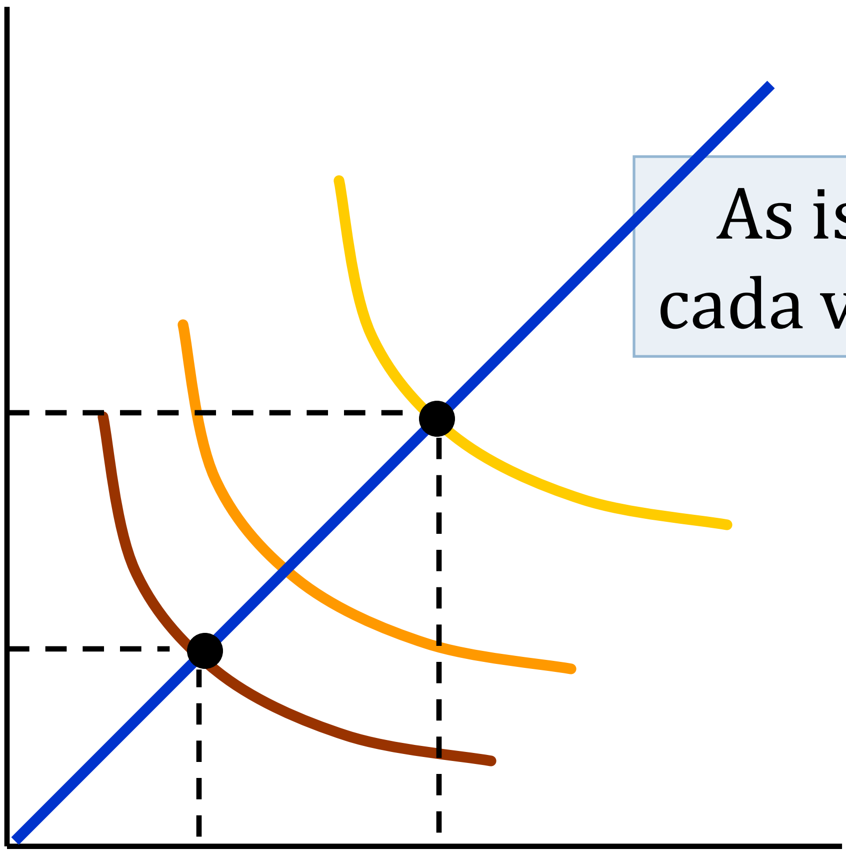


Rendimentos decrescente de escala

Produção aumenta menos que o aumento dos insumos

$\uparrow 10\%$ N e $K \rightarrow$ produção $\uparrow$ menos que 10%

Rendimentos decrescentes de escala



As isoquantas ficam cada vez mais afastadas

Rendimentos de Escala ≠ Lei de Rendimentos Decrescentes

Lei dos Rendimentos Decrescentes = supõe algum fator fixo

Rendimentos de Escala =
conceito de longo prazo onde não há fatores fixos de produção

Exercício 3

A função de produção da empresa fabricante de computadores pessoais Disk Inc. é expressa por $q = 10K^{0,5}L^{0,5}$ onde q é o número de computadores produzidos diariamente, K é o número de horas-máquina e L é o número de horas do insumo trabalho. Um concorrente da Disk, a empresa Floppy Inc. está utilizando a função de produção $q = 10K^{0,6}L^{0,4}$

a) Se ambas utilizam quantidades iguais de capital e trabalho, qual das duas produz mais?
b) Suponha que o capital esteja limitado a 9 horas-máquina, porém o trabalho seja ilimitado. Em qual das duas empresas seria maior o produto marginal do trabalho? Explique.

9. A função de produção da empresa fabricante de computadores pessoais Disk, Inc., é expressa por

$$q = 10K^{0,5}L^{0,5},$$

onde q é o número de computadores produzidos diariamente, K é o número de horas-máquina e L é o número de horas do insumo trabalho. Um concorrente da Disk, a empresa Floppy, Inc., está utilizando a função de produção

$$q = 10K^{0,6}L^{0,4}.$$

a. Se ambas as empresas utilizam quantidades iguais de capital e trabalho, qual das duas produz mais?

Sejam q a produção da Disk, Inc., q_2 a produção da Floppy, Inc., e X as quantidades iguais de capital e trabalho das duas empresas. Logo, a partir de suas funções de produção,

$$q = 10X^{0,5}X^{0,5} = 10X^{(0,5+0,5)} = 10X$$

e

$$q_2 = 10X^{0,6}X^{0,4} = 10X^{(0,6+0,4)} = 10X.$$

Dado que $q = q_2$, ambas as empresas geram o mesmo nível de produção com os mesmos insumos. Observe que, se as duas empresas utilizassem a mesma quantidade de capital e a mesma quantidade de trabalho, mas as quantidades de capital e trabalho fossem diferentes, o nível de produção das duas empresas não seria igual. De fato, se $K > L$, então $q_2 > q$.

b. Suponhamos que o capital esteja limitado a 9 horas-máquina, porém o trabalho seja ilimitado. Em qual das duas empresas seria maior o produto marginal do trabalho? Explique.

Com o capital limitado a 9 unidades, as funções de produção se tornam $q = 30L^{0,5}$ e $q_2 = 37,372L^{0,4}$. Para determinar a função de produção com o maior produto marginal do trabalho, considere a seguinte tabela:

L	q Empresa 1	PMg_L Empresa 1	q Empresa 2	PMg_L Empresa 2
0	0,0		0,00	
1	30,00	30,00	37,37	37,37
2	42,43	12,43	49,31	11,94
3	51,96	9,53	58,00	8,69
4	60,00	8,04	65,07	7,07

Para cada unidade de trabalho acima de 1, o produto marginal do trabalho é maior para a primeira empresa, Disk, Inc.

Exercício 4

As funções a seguir representam rendimentos de escala crescentes, decrescentes ou constantes? O que acontece com o produto marginal de cada fator isolado quando esse fator aumenta e o outro se mantém constante?

a) $q = 3L+2K$
b) $q = (2L + 2K)^{1/2}$
c) $q = 3LK^2$
d) $q = 4K + 4L^{0,5}$

8. As funções a seguir representam rendimentos de escala crescentes, constantes ou decrescentes? O que acontece com o produto marginal de cada fator isolado quando esse fator aumenta e o outro se mantém constante?

a. $q = 3L + 2K$

Esta função apresenta rendimentos de escala constantes. Por exemplo, se L é 2 e K é 2, então q é 10. Se L é 4 e K é 4, então q é 10. Cada produto marginal é constante para essa função de produção. Quando L aumenta em 1, q aumenta em 3. Quando K aumenta em 1, q aumenta em 2.

b. $q = (2L + 2K)^{\frac{1}{2}}$

Esta função apresenta rendimentos de escala decrescentes. Por exemplo, se L é 2 e K é 2, então q é 2,8. Se L é 4 e K é 4, então q é 4. Quando se dobram os insumos, a produção não chega a dobrar. O produto marginal de cada insumo é decrescente. Isso pode ser determinado com o uso de cálculo diferenciando-se a função de produção em relação a ambos os insumos, com o outro insumo sendo mantido constante. Por exemplo, o produto marginal do trabalho é

$$\frac{\delta q}{\delta L} = \frac{2}{2(2L + 2K)^{\frac{1}{2}}}.$$

Uma vez que L está no denominador, à medida que L se torna maior o produto marginal se torna menor. Se você não tem conhecimentos de cálculo, pode escolher diversos valores para L, encontrar q (para algum valor fixo de K) e então encontrar o produto marginal. Por exemplo, se $L = 4$ e $K = 4$, então $q = 4$. Se $L = 5$ e $K = 4$, então $q = 4{,}24$. Se $L = 6$ e $K = 4$, então $q = 4{,}47$. O produto marginal do trabalho cai de 0,24 para 0,23.

c. $q = 3LK^2$

Esta função apresenta rendimentos de escala crescentes. Por exemplo, se L é 2 e K é 2, então q é 24. Se L é 4 e K é 4, então q é 192. Quando se dobram os insumos, a produção mais do que dobra. Observe tmabém que, se para cada insumo há um aumento λ, então obtemos o seguinte:

$$q' = 3(\lambda L)(\lambda K)^2 = \lambda^3 3LK^2 = \lambda^3 q.$$

Uma vez que λ é elevado a uma potência maior do que 1, temos rendimentos de escala crescentes.

O produto marginal do trabalho é constante e o produto marginal do capital é crescente. Para qualquer dado valor de K, quando L aumenta 1 unidade, q aumenta $3K^2$ unidades, que é um número constante. Com o uso de cálculo, o produto marginal do capital é $PMg_K = 2*3*L*K$. À medida que K aumenta, o PMg_K

também aumenta. Se você não tem conhecimento de cálculo, pode fixar o valor de L, escolher um valor inicial para K e encontrar q. Agora aumente K em uma unidade e encontre o novo q. Faça isso algumas vezes e conseguirá calcular o produto marginal. Isso foi feito no item b e também será feito no d.

d. $q = L^{\frac{1}{2}}K^{\frac{1}{2}}$

Esta função apresenta rendimentos de escala constantes. Por exemplo, se L é 2 e K é 2, então q é 2. Se L é 4 e K é 4, então q é 4. Quando se dobram os insumos, a produção dobra. Observe também que, se para cada insumo há um aumento λ, então obtemos o seguinte:

$$q' = (\lambda L)^{\frac{1}{2}}(\lambda K)^{\frac{1}{2}} = \lambda L^{\frac{1}{2}}K^{\frac{1}{2}} = \lambda q.$$

Uma vez que λ é elevado à potência 1, temos rendimentos de escala constantes.

O produto marginal do trabalho e o produto marginal do capital são decrescentes. Com o uso de cálculo, o produto marginal do capital é

$$\mathrm{PMg}_K = \frac{L^{\frac{1}{2}}}{2K^{\frac{1}{2}}}.$$

Para qualquer dado valor de L, à medida que K aumenta o PMg_K também aumenta. Se você não tem conhecimento de cálculo, pode fixar o valor de L, escolher um valor inicial para K e encontrar q. Consideremos, por exemplo, que $L = 4$. Se K é 4, então q é 4; se K é 5, então q é 4,47; se K é 6, então q é 4,89. O produto marginal da quinta unidade de K é 4,47 – 4 = 0,47, e o produto marginal da sexta unidade de K é 4,89 – 4,47 = 0,42. Assim, temos um produto marginal do capital decrescente. Você pode fazer o mesmo para o produto marginal do trabalho.

e. $q = 4L^{\frac{1}{2}} + 4K$

Esta função apresenta rendimentos de escala decrescentes. Por exemplo, se L é 2 e K é 2, então q é 13,66. Se L é 4 e K é 4, então q é 24. Quando se dobram os insumos, a produção não chega a dobrar.

O produto marginal do trabalho é decrescente e o produto marginal do capital é constante. Para qualquer dado valor de L, quando K aumenta 1 unidade, q aumenta 4 unidades, que é um número constante. Para confirmar que o produto marginal do trabalho é decrescente, estabeleça que $K = 1$ e escolha valores para L. Se $L = 1$, então $q = 8$; se $L = 2$, então $q = 9,65$, e, se $L = 3$, então $q = 10,93$. O produto marginal da segunda unidade de trabalho é 9,65 – 8 = 1,65, e o produto marginal da terceira unidade de trabalho é 10,93 – 9,65 = 1,28. O produto marginal do trabalho é decrescente.

Exercício 5

Considere a seguinte função de produção de curto prazo (X=insumo variável e Q=quantidade):$Q=6X^2-0,4X^3$)

a. Determine a função do produto marginal
b. Determine a função do produto médio
c. Indique o valor de X que maximiza Q
d. Indique o valor de X para o qual a função do produto marginal assume seu valor máximo

.

6. a. $Q = 6X^2 - .4X^3$

$MP_x = 12X - 1.2X^2$

b. $AP_x = 6X - .4X^2$

c. Q takes on its maximum value when $MP_x = 0$, and $d^2Q/dX^2 < 0$:

$12X - 1.2X^2 = 0$

$X(12 - 1.2X) = 0$

$X = 0$ and $X = 10$

At $X = 0$, $d^2Q/dX^2 = 12 - 2.4(0) = 12 > 0$, hence $X = 0$ is not a maximum point on the Q function.

At $X = 10$, $d^2Q/dX^2 = 12 - 2.4(10) = -12 < 0$.

Therefore Q is maximized at $X^* = 10$

d. The MP_x function takes on its maximum value when $d(MP_x)/dX = 0$, and the second derivative is negative.

Resumo

- Uma *função de produção* descreve a produção máxima que uma empresa pode obter para cada combinação específica de insumos.

- Uma *isoquanta* é uma curva que mostra todas as combinações de insumos que resultam em um determinado nível de produção.

Resumo

- O *produto médio do trabalho* mede a produtividade do trabalhador médio, enquanto o *produto marginal do trabalho* mede a produtividade do último trabalhador incluído no processo produtivo.

Resumo

- A *lei dos rendimentos decrescentes* explica que o produto marginal de um insumo diminui quando a quantidade desse insumo é aumentada.