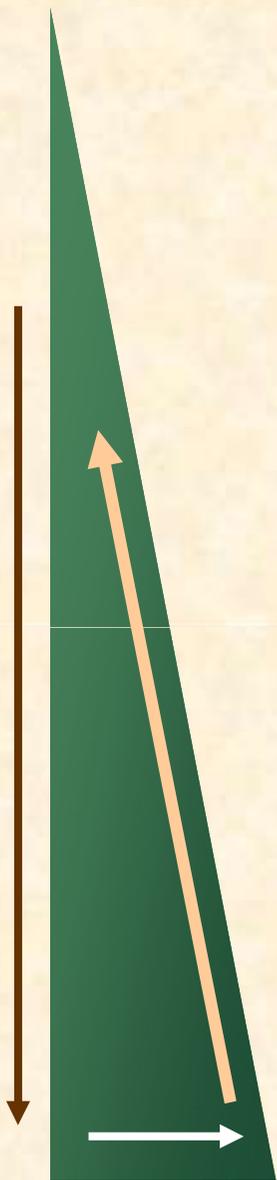


# Produção



# Introdução

---

---

- Neste capítulo nos voltamos para a *oferta de mercado*.
- **A teoria da firma** trata das seguintes questões:
  - O modo pelo qual uma firma toma decisões de produção minimizadoras de custo
  - O modo pelo qual os custos de produção variam com o nível de produção
  - Características da oferta de mercado
  - Problemas das atividades produtivas em geral



# Tecnologia da Produção

---

---

- O Processo Produtivo
  - Combinação e transformação de insumos ou fatores de produção em produtos
- Tipos de Insumos (fatores de produção)
  - Trabalho
  - Matérias-primas
  - Capital



# Tecnologia da Produção

---

---

## ■ 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*.



# Tecnologia da Produção

---

---

- No caso de dois insumos a função de produção é:

$$Q = F(K, L)$$

$Q =$  Produto,  $K =$  Capital,  $L =$  Trabalho



- Essa função depende do estado da tecnologia



## Produção – Conceitos Básicos

**Produção:** o processo pelo qual uma firma transforma os fatores de produção adquiridos em produtos ou serviços para a venda no mercado.



- **Eficiência técnica:** dados os diferentes processos de produção, é aquele que produzirá uma mesma quantidade de produto porém, com menor quantidade de insumo;
- **Eficiência econômica:** dados os diferentes processos de produção, é aquele que permite produzir uma mesma quantidade de produto porém, com o menor custo de produção.



## Produção – Conceitos Básicos

**Função de produção:** é a relação técnica entre a quantidade física de fatores de produção ( $N$ ,  $K$ ,  $M$ ,  $T$ ) e a quantidade física do produto ( $q$ ) em determinado período de tempo.

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

onde:

$N$  = mão-de-obra utilizada / tempo

$K$  = capital físico (máquinas e equipamentos) / tempo

$M$  = matéria-prima utilizada / tempo

**Observação: função de produção  $\neq$  função de oferta**

- **Função de oferta:** relaciona a produção com os preços dos fatores de produção.
- **Função de produção:** relaciona a produção com as quantidades físicas dos fatores de produção.



## Produção – Conceitos Básicos

**Fatores de produção fixos:** permanecem inalterados quando a produção varia.

Ex: o capital físico e as instalações da empresa

**Fatores de produção variáveis:** se alteram conforme a quantidade produzida varia.

Ex: mão de obra e matérias-primas utilizadas

**Curto prazo (CP):** período no qual existe pelo menos um fator de produção fixo;

**Longo prazo (LP):** todos os fatores de produção são variáveis.



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

**Produto total ( $PT$ ):** é a quantidade total produzida, em determinado período de tempo.

$$PT = q$$

**Produtividade média ( $PMe$ ):** é a relação entre o nível do produto e a quantidade do fator de produção, em determinado período de tempo.

$$PMe_N = PT/N \text{ (produtividade média da mdo)}$$

$$PMe_K = PT/K \text{ (produtividade média do capital)}$$



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

**Produtividade marginal ( $PMg$ ):** é a variação do produto, dada uma variação de uma unidade na quantidade de fator de produção, em determinado período de tempo.

$$PMg_N = \frac{\Delta PT}{\Delta N} = \frac{\Delta q}{\Delta N} \text{ ou } \frac{dq}{dN} \text{ (produtividade marginal da mdo)}$$

$$PMe_K = \frac{\Delta PT}{\Delta K} = \frac{\Delta q}{\Delta K} \text{ ou } \frac{dq}{dK} \text{ (produtividade marginal do capital)}$$

---

---

A função de produção relaciona:

- a) Custos com fatores de produção.
- b) Salários com lucros.
- c) Insumos com produção.
- d) Custos com produção.
- e) Preço com quantidade ofertada.



# Isoquantas

---

---

## ■ Premissas

- Um produtor de alimentos utiliza dois insumos
  - ◆ Trabalho ( $L$ ) & Capital ( $K$ )



# Isoquantas

---

---

- Observações:

1) Para qualquer nível de  $K$ , o produto aumenta quando  $L$  aumenta.

2) Para qualquer nível de  $L$ , o produto aumenta quando  $K$  aumenta.

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



# Isoquantas

---

---

## ■ Isoquantas

- São curvas que representam todas as possíveis combinações de insumos que geram a mesma quantidade de produto



# Função de Produção para Alimentos

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

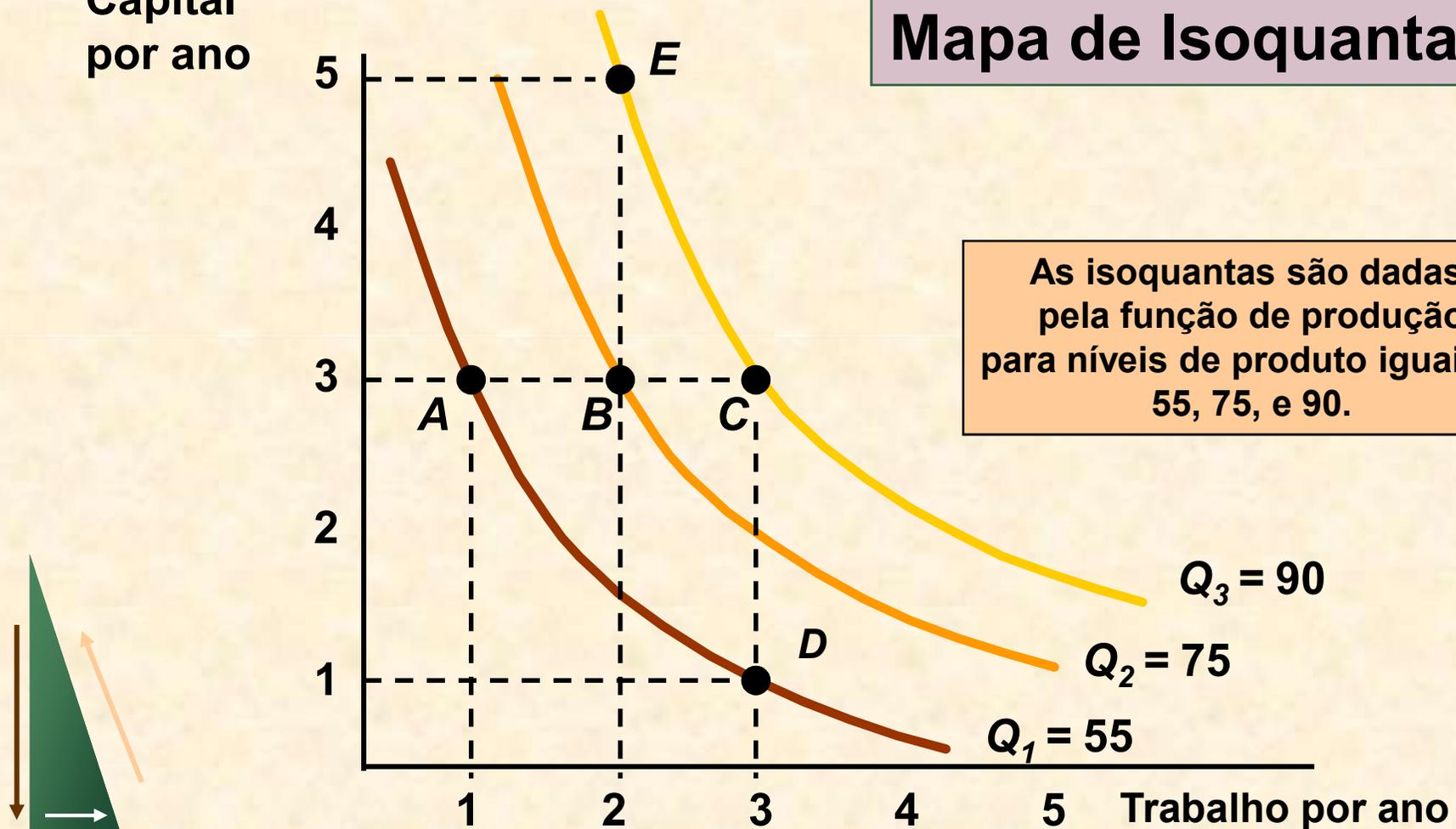
120



# Produção com dois insumos variáveis ( $L, K$ )

Capital  
por ano

Mapa de Isoquantas



# Isoquantas

---

---

## Flexibilidade no Uso de Insumos

- 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.



---

---

## Curto Prazo *versus* Longo Prazo

### ■ Curto prazo:

- Período de tempo no qual as quantidades de um ou mais insumos não podem ser modificadas.
- Tais insumos são denominados **insumos fixos**.



---

---

## Curto Prazo *versus* Longo Prazo

- **Longo prazo**

- Período de tempo necessário para tornar variáveis todos os insumos.



# Produção com um insumo variável (Trabalho)

Quantidade de Trabalho (L)	Quantidade de Capital (K)	Produto Total (Q)	Produto Médio	Produto Marginal
0	10	0	---	---
1	10	10	10	10
2	10	30	15	20
3	10	60	20	30
4	10	80	20	20
5	10	95	19	15
6	10	108	18	13
7	10	112	16	4
8	10	112	14	0
9	10	108	12	-4
10	10	100	10	-8



# Produção com um insumo variável (Trabalho)

---

---

## ■ Observações:

- 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)

---

---

- Observações:

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



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

# Produção com um insumo variável (Trabalho)

---

---

- Observações:

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



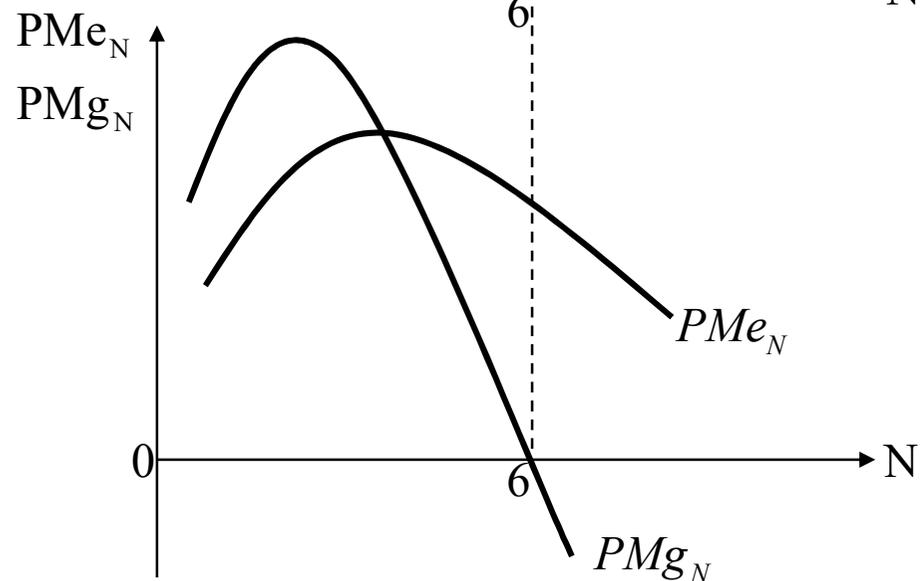
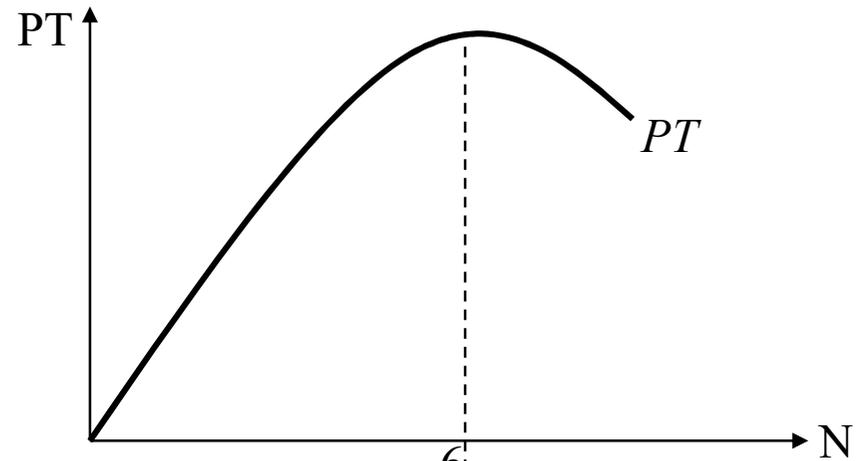
$$PMg_L = \frac{\Delta \text{Produto}}{\Delta \text{Trabalho}} = \frac{\Delta Q}{\Delta L}$$





## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

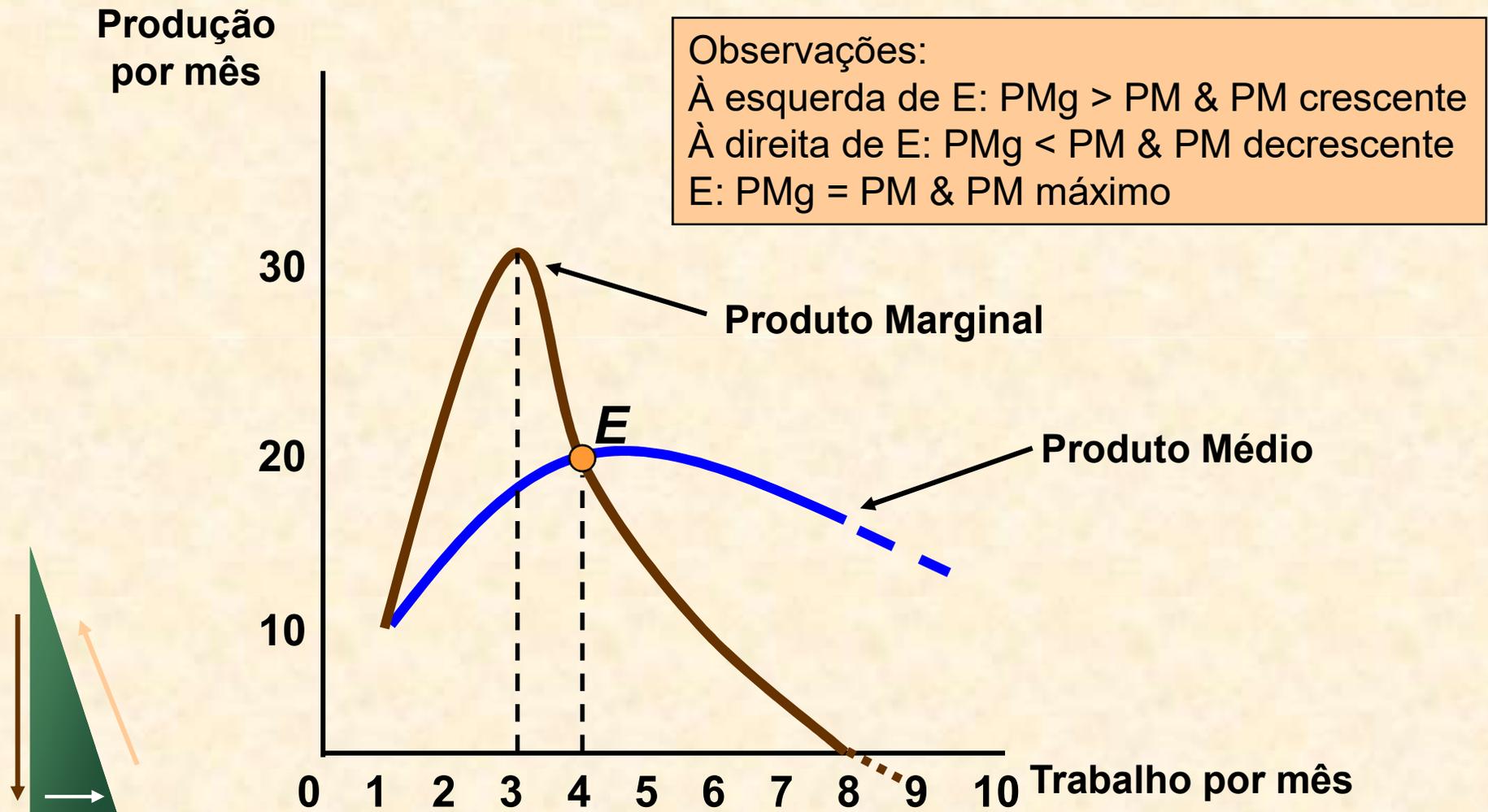
K	N	PT	Pme N	PMg N
10	0	0		
10	1	3	3.0	3
10	2	8	4.0	5
10	3	12	4.0	4
10	4	15	3.8	3
10	5	17	3.4	2
10	6	17	2.8	0
10	7	16	2.3	-1
10	8	13	1.6	-3



### OBS:

O formato das curvas  $PM_{gN}$  e  $PM_{eN}$  dá-se em virtude da **Lei dos Rendimentos Decrescentes**.

# Produção com um insumo variável (Trabalho)



# Produção com um insumo variável (Trabalho)

---

---

## ■ Observações:

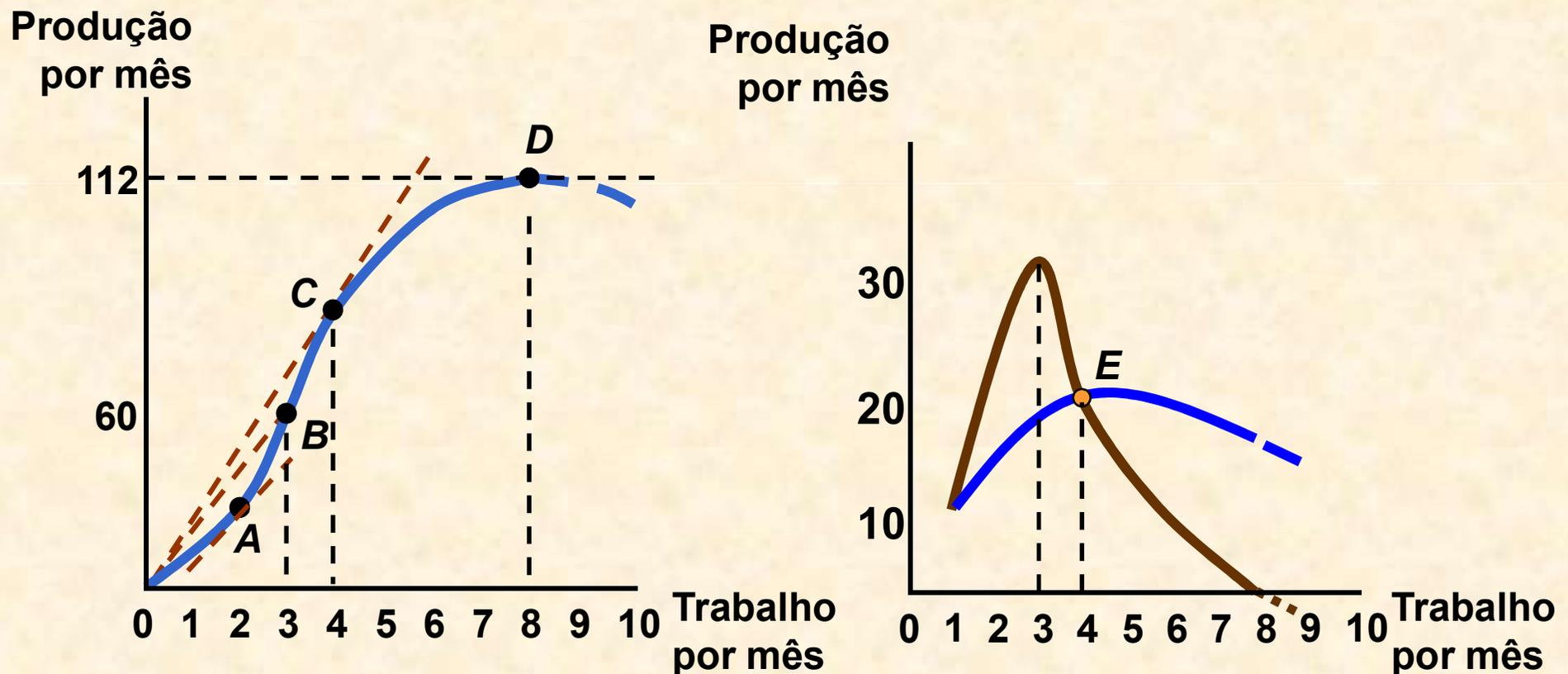
- Quando  $PMg = 0$ ,  $PT$  encontra-se no seu nível máximo
- Quando  $PMg > PM$ ,  $PM$  é crescente
- Quando  $PMg < PM$ ,  $PM$  é decrescente
- Quando  $PMg = PM$ ,  $PM$  encontra-se no seu nível máximo



# Produção com um insumo variável (Trabalho)

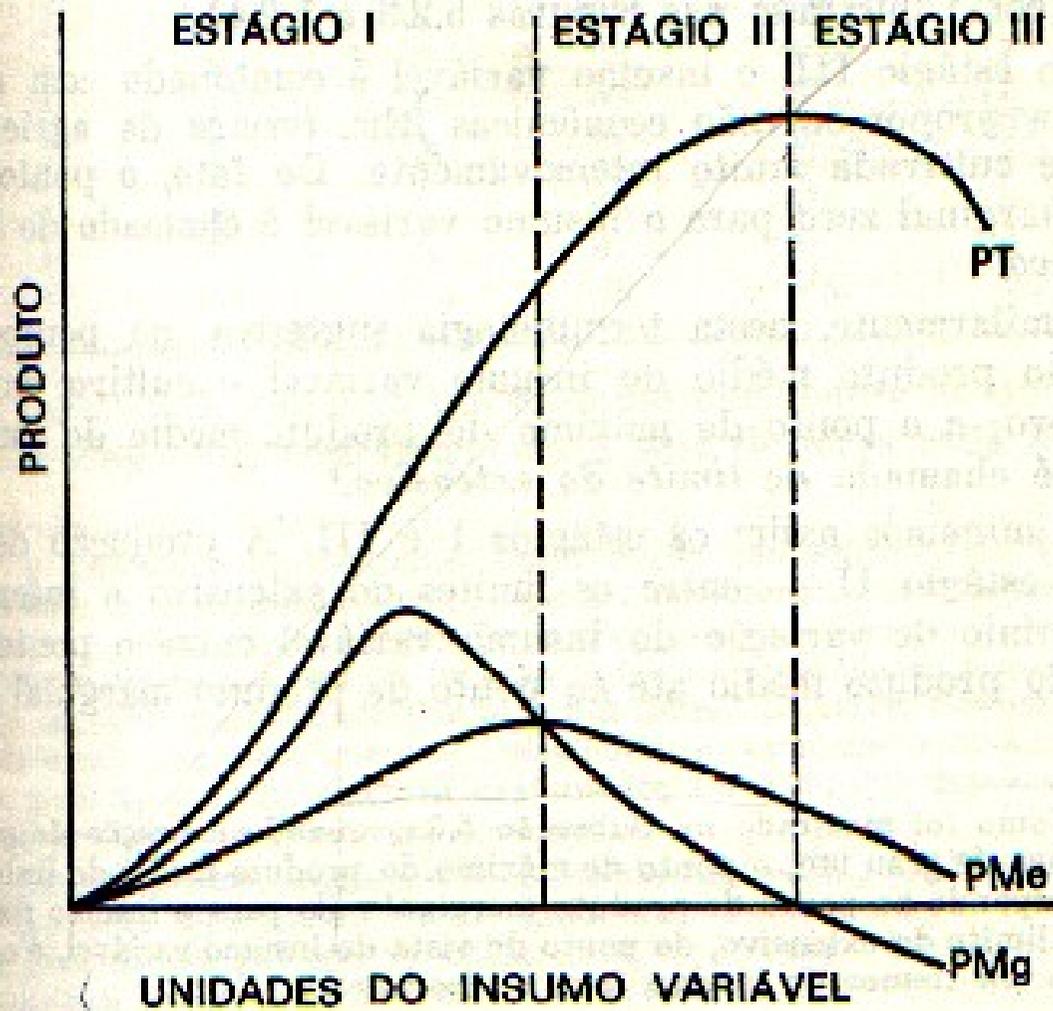
$PM$  = inclinação da linha que vai da origem a um ponto sobre a curva de  $PT$ , linhas  $b$  &  $c$ .

$PMg$  = inclinação da tangente em qualquer ponto da curva de  $TP$ , linhas  $a$  &  $c$ .



**FIGURA 5.3.4**

**Os Estágios de Produção**



# Estágios da produção



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

Preencher a tabela a seguir, definindo os estágios de produção, utilizando as formula que forem necessárias:

<u>K</u>	<u>L</u>	<u>PT</u>	<u>PMé</u>	<u>PMg</u>
5	0			---
5	1			1,2
5	2		1,8	2,4
5	3			3,6
5	4			4
5	5			2,8
5	6			1,6
5	7			1,2
5	8			0
5	9			-1,5
5	10			-3,3



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

Quando o Produto Total cai:

- a) A produtividade média do trabalho é nula.
- b) A produtividade marginal do trabalho é nula.
- c) A produtividade média do trabalho é negativa.
- d) A produtividade marginal do trabalho é negativa.
- e) A produtividade marginal é maior que a produtividade marginal do trabalho.

A função produção de uma firma alterar-se-á sempre que:

- a) Os preços dos fatores de produção se alterem.
- b) A empresa empregar mais de qualquer fator de produção variável.
- c) A tecnologia predominante sofrer modificações.
- d) A firma elevar seu nível de produção.
- e) A demanda elevar-se.



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

Determinar a divisa onde ocorrem os estágios de produção após o preenchimento da tabela, empregando as formula que forem necessárias:

L	K	PT	PMé	PMg
2	0		---	
2	1		2,8	
2	2		3,4	
2	3		4	
2	4		4,8	
2	5	24		
2	6	26,4		
2	7	28		
2	8	28		
2	9	25,2		
2	10	20		



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

Questão (Função de produção Cobb-Douglas) Se a função de produção tem a forma

$$Y = f(K, L) = AK^{0,5}L^{0,5}$$

Calcule:

- Produtividade Média do Trabalho e do Capital;
- Produtividade Marginal do Trabalho e do Capital



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

$$\underline{\underline{1}} \left\{ \begin{array}{l} PT = 0,9L + 10,4L^2 - \frac{2L^3}{3} \\ L = 11 \text{ unidades} \end{array} \right\}$$

$$\underline{\underline{2}} \left\{ \begin{array}{l} PT = 5,6K + 28K^2 - \frac{4,8K^3}{6} \\ K = 25 \text{ unidades} \end{array} \right\}$$

$$\underline{\underline{3}} \left\{ \begin{array}{l} PT = 3,9K + 40K^2 - \frac{3,2K^3}{5,3} \\ K = 55 \text{ unidades} \end{array} \right\}$$

$$\underline{\underline{4}} \left\{ \begin{array}{l} PT = 29,8L + 84L^2 - \frac{5L^3}{9} \\ L = 110 \text{ unidades} \end{array} \right\}$$

$$\underline{\underline{5}} \left\{ \begin{array}{l} PT = 7,2L + 10,3L^2 - \frac{5L^3}{3,1} \\ L = 4,8 \text{ unidades} \end{array} \right\}$$

$$\underline{\underline{6}} \left\{ \begin{array}{l} PT = 32,6L + 45,32L^2 - \frac{7,6L^3}{9,3} \\ L = 42,5 \text{ unidades} \end{array} \right\}$$



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

1 Conhecendo-se a função  $3PT = 1860L^2 - 2L^3$ , determine a quantidade de trabalho aplicada na divisa do primeiro para o segundo estágio de produção.

2 A partir da função de produção  $PT = 280L + 750L^2 - \frac{2,3L^3}{3,5}$ , determinar:

- 1- O valor da aplicação de trabalho na divisa do primeiro para o segundo estágio de produção;
- 2- O valor do trabalho quando ocorre a produção marginal máxima;
- 3- O valor da aplicação de trabalho na divisa do segundo para o terceiro estágio de produção.

3 Considere a função  $PT = 67L + 300L^2 - \frac{4,5L^3}{2,7}$ . Calcule a quantidade de trabalho que satisfaz as condições onde a produção total se encontra na sua posição de máximo valor, bem como esse valor.

4 Conhecendo-se a função  $3PT = 1860L^2 - 2L^3$ , determine a quantidade de trabalho aplicada na divisa do primeiro para o segundo e do segundo para o terceiro estágio de produção.



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

- 1 O capital de giro é de 488,00 u.m. para que uma empresa adquira quantidades de dois insumos cujos preços são  $p_L = 4,00$  e  $p_K = 3,20$  u.m. Quais as quantidades que maximiza a sua produção, sabendo-se que será tangenciada à isoproducto

$$Isopr_0 \rightarrow q_K = \frac{4651,25}{q_L} ?$$

- 2 Para produzir um certo bem econômico, segundo as características técnicas, uma empresa dispõe das isoprodutos:

$$Isopr_0 \rightarrow q_b = \frac{7860}{q_a}; \quad Isopr_1 \rightarrow q_b = \frac{7980,625}{q_a}; \quad Isopr_2 \rightarrow q_b = \frac{8100}{q_a}$$

Os preços dos dois insumos são  $p_a = 5,00$  e  $p_b = 20,00$  u.m., e o capital de giro disponível é de 1800,00 u.m.

Quais as quantidades que deverão ser adquiridas dos dois insumos, tendo em vista a maximização do volume de produção?



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

- 3 Uma firma deseja produzir um produto, e os preços dos fatores a serem empregados são:  $p_L = 2,60$  e  $p_K = 3,50$  u.m. O processo conta com uma disponibilidade de capital de giro de 364,00 u.m.

Determinar as quantidades dos fatores que maximizam a produção, sabendo-se

que será tangente à isoproduto  $Isopr_0 \rightarrow q_K = \frac{3640}{q_L}$ .

- 4 Uma firma dispõe de um capital de giro de 828,00 u.m., para comprar fatores de produção cujos preços são  $p_a = 6,00$  e  $p_b = 4,60$  u.m. Quantas unidades de cada fator devem ser adquiridas para maximizar a produção, sabendo-se disponível as seguintes funções de isoprodutos:

$$Isopr_0 \rightarrow q_b = \frac{6350}{q_a}; \quad Isopr_1 \rightarrow q_b = \frac{6210}{q_a}; \quad Isopr_2 \rightarrow q_b = \frac{6000}{q_a}$$



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

5. Os fatores de produção necessários para se produzir um bem econômico custam no mercado  $p_{L_0} = 25,00$  e  $p_{K_0} = 16,00$  u.m. e a firma dispõe de um capital de giro de 6400,00 u.m. Determinar as quantidades que devem ser empregadas dos fatores sabendo-se que será tangente à curva isoproducto  $Isopr_0 = \frac{25600}{q_L}$ .

Após um certo instante de tempo, a produção necessitou ser alterada, devido às variações ocorridas nos preços dos fatores para  $p_{L_1} = 28,00$  e  $p_{K_1} = 18,00$  u.m., provocando também uma necessidade de um aumento no capital de giro para 7560,00 u.m. Determine as novas condições de maximização da produção, sendo agora disponível a função isoproducto

$$Isopr_1 = \frac{28350}{q_L}.$$

6. Uma empresa deseja produzir certo produto cujas condições técnicas estão expressas através da função isoproducto  $Isopr_0 = \frac{6400000}{q_L}$ . Os fatores que permitem a

obtenção da produção encontram-se no mercado de fatores com os seguintes preços:  $p_{L_0} = 6,50$  e  $p_{K_0} = 2,60$  u.m. O capital de giro disponível é de 20800,00 u.m. Determine as condições de maximização da produção.

Dado um tempo posterior, onde se verificou uma redução considerável nos preços dos insumos para  $p_{L_1} = 5,20$  e  $p_{K_1} = 1,80$  u.m. e um capital de giro

necessário menor, reduzindo-se para 18720,00 u.m., determinar a nova combinação de quantidades a serem adquiridas dos fatores que maximizem a

produção, sabendo-se que será tangenciada a nova função  $Isopr_1 = \frac{9360000}{q_L}$ .



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

- 1 O capital de giro é de 488,00 u.m. para que uma empresa adquira quantidades de dois insumos cujos preços são  $p_L = 4,00$  e  $p_K = 3,20$  u.m. Quais as quantidades que maximiza a sua produção, sabendo-se que será tangenciada à isoproducto

$$Isopr_0 \rightarrow q_K = \frac{4651,25}{q_L} ?$$

- 2 Para produzir um certo bem econômico, segundo as características técnicas, uma empresa dispõe das isoproductos:

$$Isopr_0 \rightarrow q_b = \frac{7860}{q_a}; \quad Isopr_1 \rightarrow q_b = \frac{7980,625}{q_a}; \quad Isopr_2 \rightarrow q_b = \frac{8100}{q_a}$$

Os preços dos insumos são  $p_a = 5,00$  e  $p_b = 20,00$  u.m., e o capital de giro disponível é de 1800,00 u.m.

Quais as quantidades que deverão ser adquiridas dos dois insumos, tendo em vista a maximização do volume de produção?

- 3 Uma firma deseja produzir um produto, e os preços dos fatores a serem empregados são:  $p_L = 2,60$  e  $p_K = 3,50$  u.m. O processo conta com uma disponibilidade de capital de giro de 364,00 u.m.

Determinar as quantidades dos fatores que maximizam a produção, sabendo-se

que será tangente à isoproducto  $Isopr_0 \rightarrow q_K = \frac{3640}{q_L}$ .

# Produção com um insumo variável (Trabalho)

---

---

## A 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)

---

---

## A Lei dos Rendimentos Marginais Decrescentes

- Quando a quantidade utilizada do insumo trabalho é pequena, o PMg é grande em decorrência da maior especialização.
- Quando a quantidade utilizada do insumo trabalho é grande, o PMg decresce em decorrência de ineficiências.



# Produção com um insumo variável (Trabalho)

---

---

## A 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)

---

---

## A Lei dos Rendimentos Marginais Decrescentes

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





## **Produção: Rendimentos de escala ou economia de escala**

**Definição:** análise das vantagens e desvantagens que a empresa tem, a longo prazo, em aumentar sua dimensão, seu tamanho, demandando mais fatores de produção.

- Rendimentos crescentes de escala: neste caso uma aumento de 10% na quantidade de mão-de-obra ou 10% na quantidade de capital, implica em um aumento de mais de 10% na produção;
- Rendimentos decrescentes de escala: Ocorre quando todos os fatores de produção crescem numa mesma proporção, e a produção cresce numa proporção menor;
- Rendimentos constantes de escala: se todos os fatores de produção crescerem numa mesma proporção, a produção cresce na mesma proporção, neste caso, a produtividade média dos fatores de produção são constantes.



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

<p style="text-align: center;">Rendimentos crescentes à escala</p> $x_1 > c \cdot x_0$ $f(cL, cK) > c \cdot f(L, K)$	
<p style="text-align: center;">Rendimentos decrescentes à escala</p> $x_1 < c \cdot x_0$ $f(cL, cK) < c \cdot f(L, K)$	
<p style="text-align: center;">Rendimentos constantes à escala</p> $x_1 = c \cdot x_0$ $f(cL, cK) = c \cdot f(L, K)$	



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

1. Considere a função de produção  $f(x_1, x_2) = x_1^2, x_2^2$ . Essa função tem rendimentos de escala constantes, crescentes ou decrescentes?
2. Considere a função de produção  $f(x_1, x_2) = 4x_1^{1/2}, x_2^{1/3}$ . Ela exhibe rendimentos de escala constantes, crescentes ou decrescentes?
3. A função de produção Cobb-Douglas é dada por  $f(x_1, x_2) = Ax_1^a, x_2^b$ . O tipo de rendimentos de escala dessa função dependerá da grandeza de  $a+b$ . Que valores de  $a+b$  estão associados aos diferentes tipos de rendimento de escala?



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

- 1 Considere uma produção que é expressa pela função Coob-Douglas  $PT = 8,75K^\alpha L^{0,446}$ . Determine as demais funções e as elasticidades.
- 2 Seja a função de produção exponencial  $PT = 0,85K^\alpha L^{0,682}$  calcule as demais funções e os valores de elasticidade.
- 3 A produção é indicada pela função  $PT = 92,5K^{0,555} L^\beta$ . Determine as funções média, marginal e os valores de elasticidade para cada um dos fatores empregados.
- 4 A função de produção total é  $PT = 7,84K^{0,275} L^\beta$ . Determine as demais funções de produção e também as elasticidades.



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

Em cada função de produção abaixo, indique se  $PMg_K$  é decrescente, se  $PMg_L$  é decrescente, e se os rendimentos de escala são crescentes, decrescentes ou constantes.

- a)  $Q = 10K^{0,8}L^{0,5}$
- b)  $Q = 10K^{1,2}L^{0,3}$
- c)  $Q = 10K^{0,4}L^{0,4}$
- d)  $Q = 10K^{0,2}L^{0,8}$

**As funções de produção relacionadas a seguir apresentam rendimentos decrescentes, constantes ou crescentes de escala?**

- a.  $Q = 0,5KL$
  
- b.  $Q = 2K + 3L$



## Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

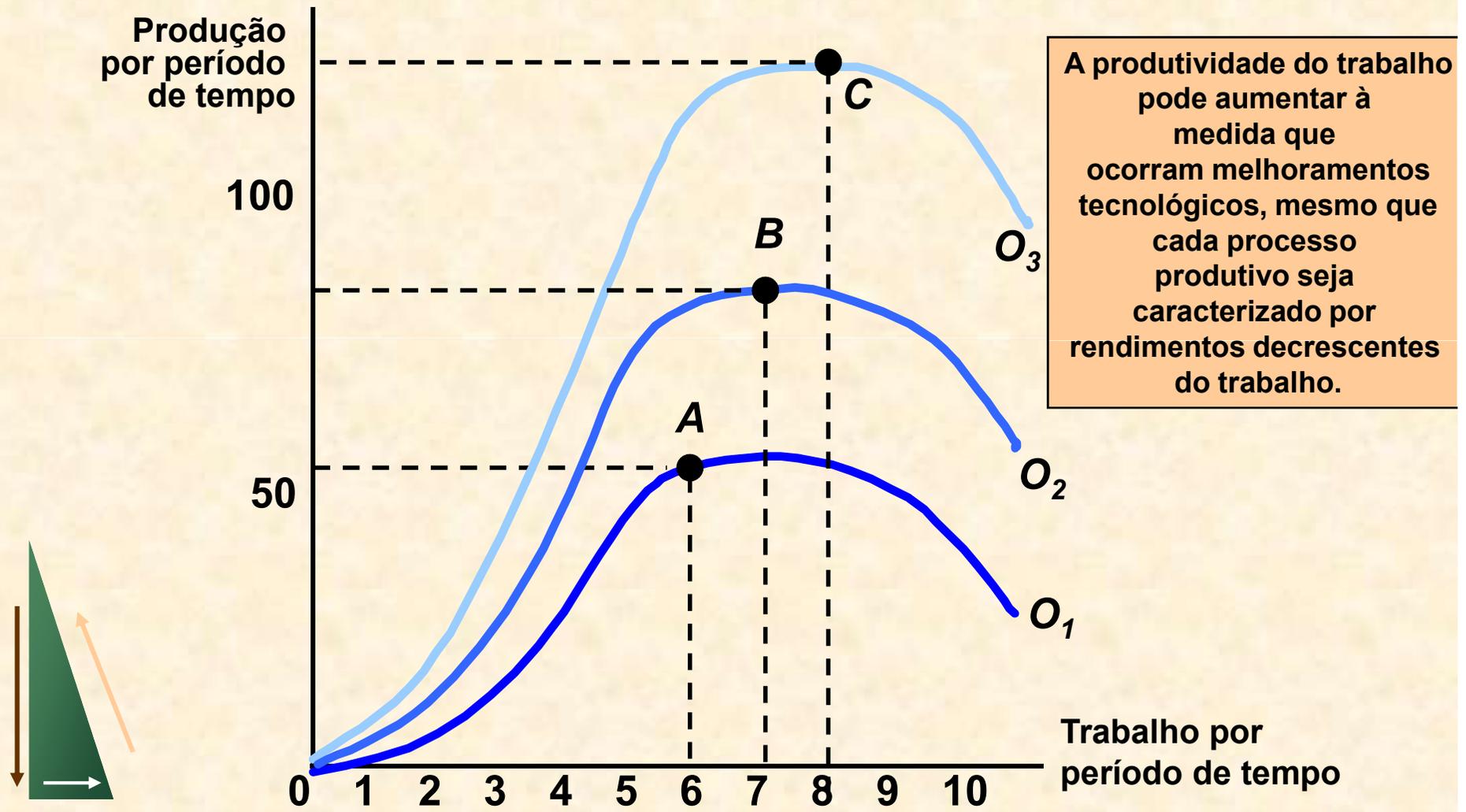
Questão As funções de produção relacionadas a seguir apresentam rendimentos decrescentes, constantes ou crescentes de escala?

a.  $Y = 0,9KL$

b.  $Y = 10K + 5L$

c.  $Y = 10(K^{0,8}L^{0,2})$

# Efeito da Inovação Tecnológica



# Malthus e a Crise de Alimentos

---

---

- Malthus previu o alastramento da fome em larga escala, que decorreria dos rendimentos decrescentes da produção agrícola aliados ao crescimento populacional contínuo.
- Por que a previsão de Malthus revelou-se incorreta?



# Índice do Consumo Alimentar Mundial Per Capita

---

---

<u>Ano</u>	<u>Índice</u>
1948-1952	100
1960	115
1970	123
1980	128
1990	137
1995	135
1998	140



# Malthus e a Crise de Alimentos

---

---

- Os dados mostram que o crescimento da produção excedeu o crescimento populacional.
- Malthus não levou em consideração os efeitos potenciais dos avanços tecnológicos, que permitiram o aumento da oferta de alimentos a taxas superiores ao crescimento da demanda.



# Produção com um insumo variável (Trabalho)

---

---

## ■ Produtividade do Trabalho

$$\text{Produtividade Média} = \frac{\text{Produção Total}}{\text{Quantidade de Trabalho}}$$



# Produção com dois insumos variáveis

---

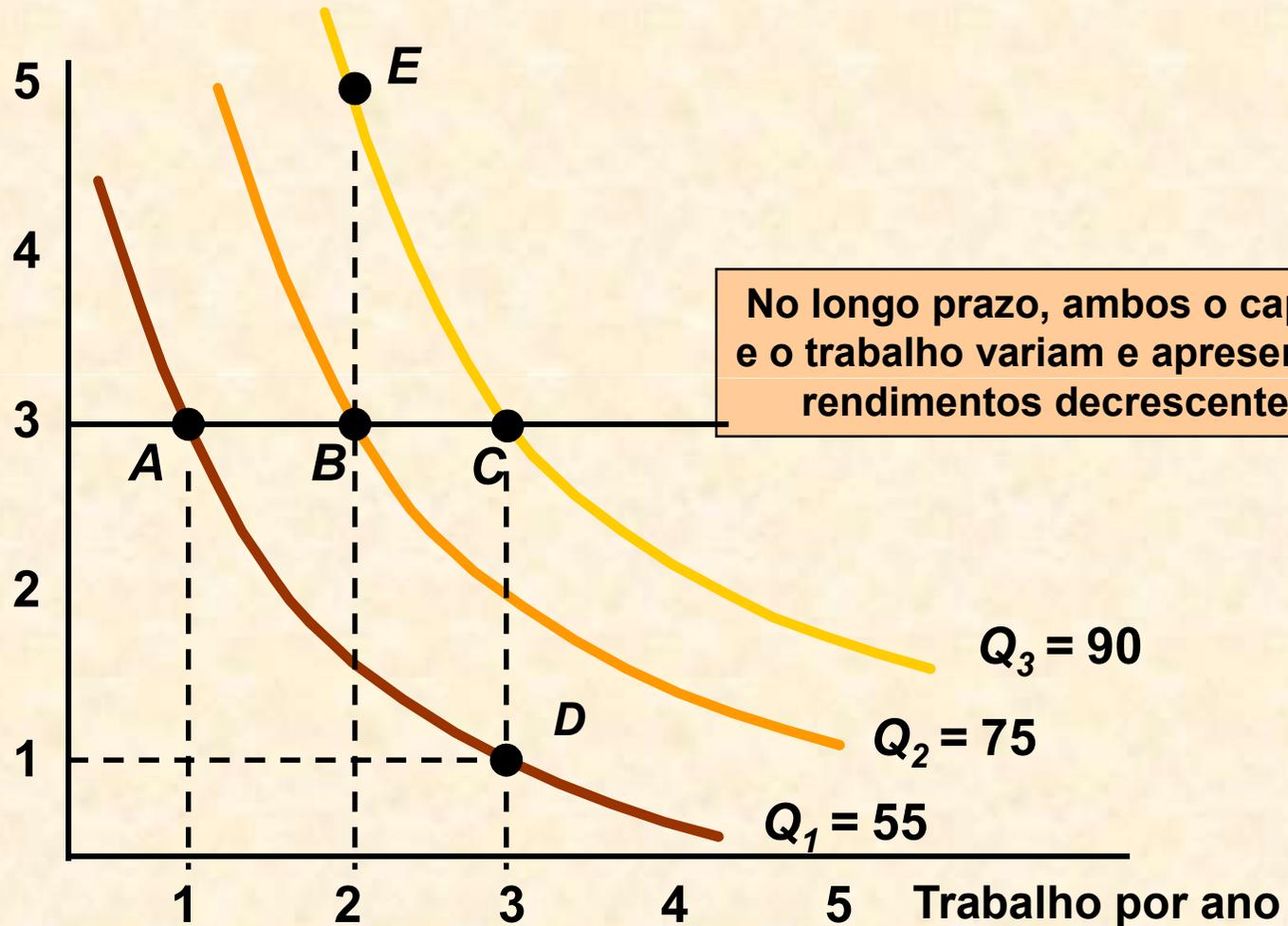
---

- Existe uma relação entre produção e produtividade.
- No longo prazo,  $K$  &  $L$  são variáveis.
- As isoquantas descrevem as possíveis combinações de  $K$  &  $L$  que produzem o mesmo nível de produto



# A forma das Isoquantas

Capital  
por ano



# Produção com dois insumos variáveis

## Taxa Marginal de Substituição Decrescente

### ■ Interpretação das Isoquantas

1) Suponha que o nível de capital seja 3 e que o nível de trabalho aumente de 0 para 1, depois para 2 e finalmente para 3.

- ◆ Note que a produção aumenta a uma taxa decrescente (55, 20, 15), o que ilustra a ocorrência de rendimentos decrescentes do trabalho no curto e longo prazos.



# Produção com dois insumos variáveis

## Taxa Marginal de Substituição Decrescente

- Interpretação das Isoquantas

2) Suponha que o nível de trabalho seja 3 e que o nível de capital aumente de 0 para 1, depois para 2 e finalmente para 3.

- ◆ Novamente, a produção aumenta a uma taxa decrescente (55, 20, 15), devido aos rendimentos decrescentes do capital.



# Produção com dois insumos variáveis

---

---

## ■ Substituição entre Insumos

- Os gerentes de uma firma desejam determinar a combinação de insumos a ser utilizada.
- Eles devem levar em consideração as possibilidades de substituição entre os insumos.



# Produção com dois insumos variáveis

---

---

## ■ Substituição entre Insumos

- A inclinação de cada isoquanta indica a possibilidade de substituição entre dois insumos, dado um nível constante de produção.



# Produção com dois insumos variáveis

## ■ Substituição entre Insumos

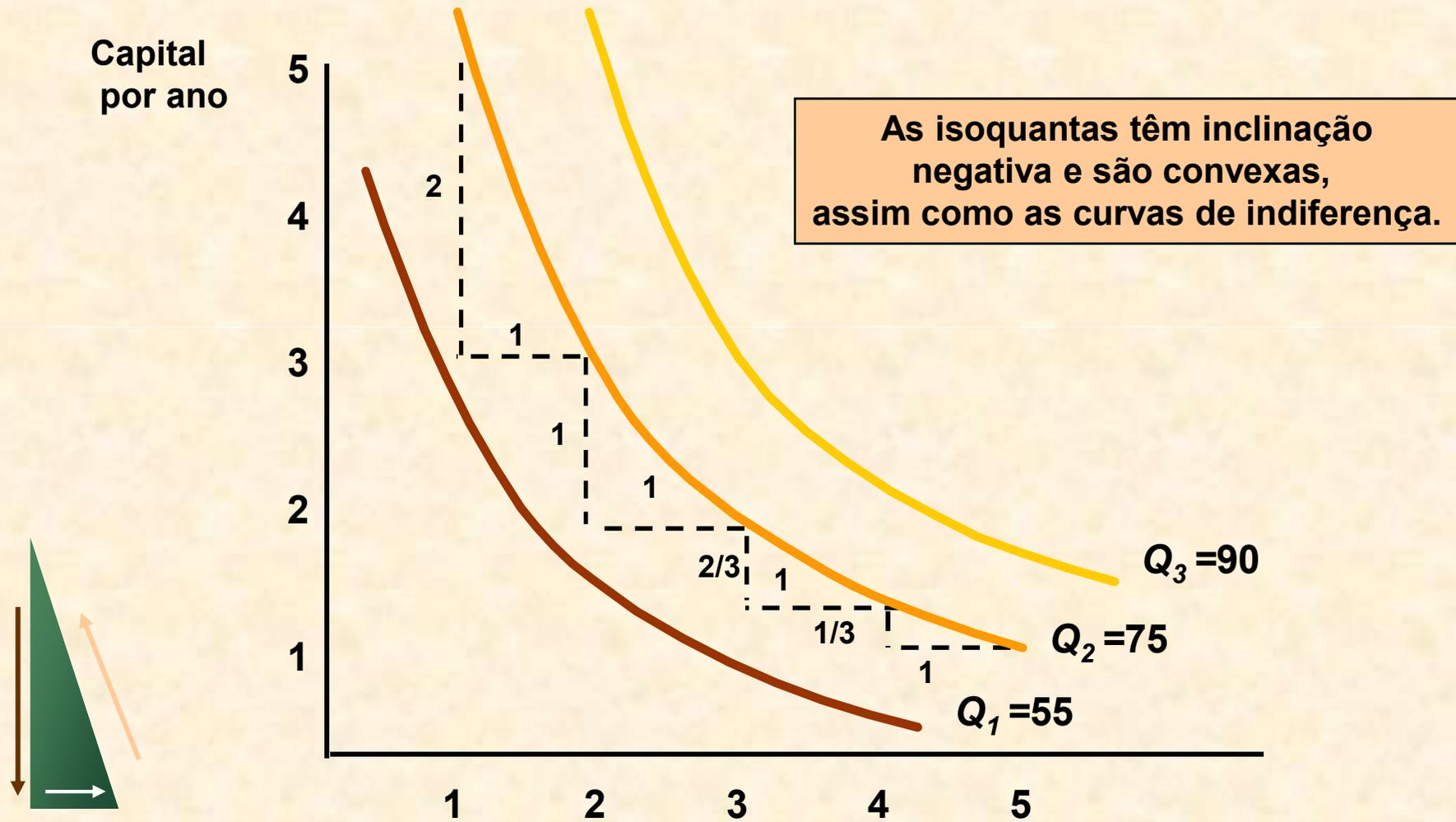
- A taxa marginal de substituição técnica é dada por:

$TMST = - \text{Variação no capital} / \text{Variação no trabalho}$

$$TMST = - \frac{\Delta K}{\Delta L} \text{ (dado um nível constante de } Q\text{)}$$



# Taxa Marginal de Substituição Técnica



# Produção com dois insumos variáveis

---

---

## ■ Observações:

1) A TMST cai de 2 para  $1/3$  à medida que a quantidade de trabalho aumenta de 1 para 5 unidades.

2) Uma TMST decrescente decorre de rendimentos decrescentes e implica isoquantas convexas.



# Produção com dois insumos variáveis

## ■ Observações:

### 3) TMST e Produtividade Marginal

- ◆ A variação na produção resultante de uma variação na quantidade de trabalho é dada por:



$$(PMg)(\Delta L)$$

# Produção com dois insumos variáveis

## ■ Observações:

### 3) TMST e Produtividade Marginal

- ◆ A variação na produção resultante de uma variação na quantidade de capital é dada por :



$$(PMg_K)(\Delta K)$$

# Produção com dois insumos variáveis

## ■ Observações:

### 3) TMST e Produtividade Marginal

- ◆ Se a quantidade de trabalho aumenta, mantendo-se a produção constante, temos:

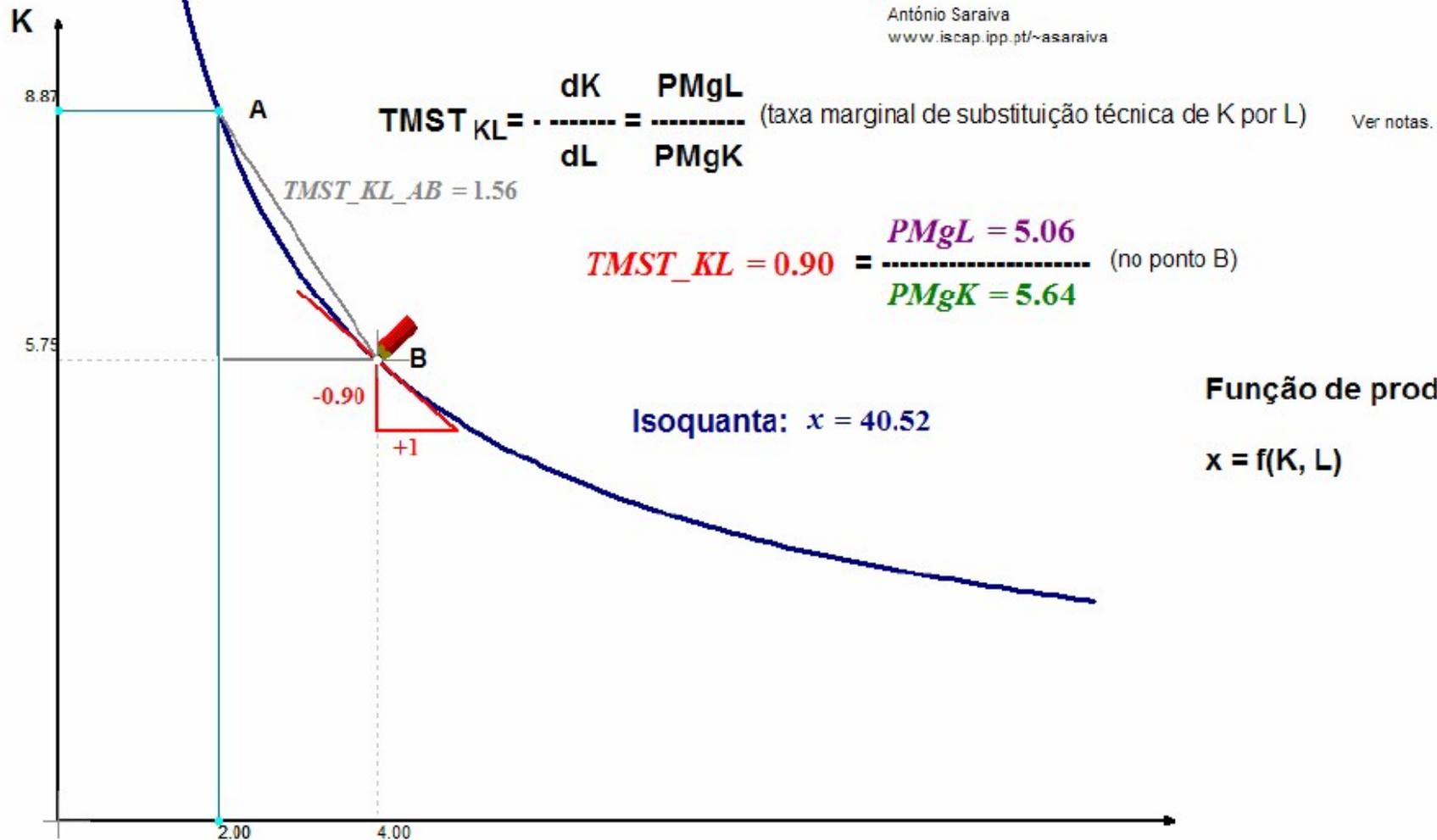


$$(PM_{gL})(\Delta L) + (PM_{gK})(\Delta K) = 0$$
$$(PM_{gL})/(PM_{gK}) = - (\Delta K/\Delta L) = TMST$$

# Produção: Produto Total, Produtividade Média e Produtividade Marginal

## TAXA MARGINAL DE SUBSTITUIÇÃO TÉCNICA

António Saraiva  
www.iscap.ipp.pt/~asaraiva



# Uma Função de Produção para o Trigo

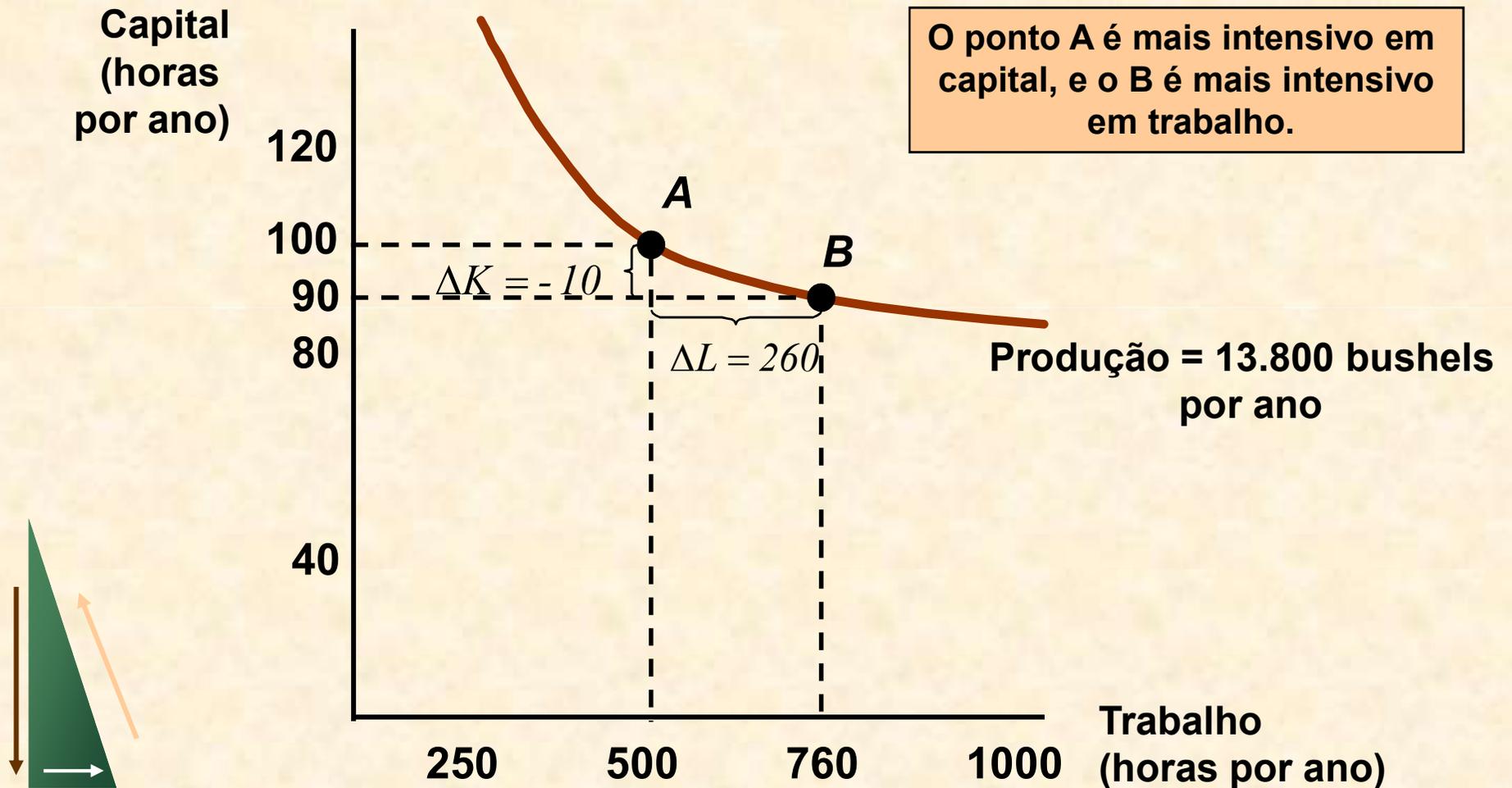
---

---

- Os agricultores devem escolher entre técnicas de produção intensivas em capital ou intensivas em trabalho.



# Isoquanta que Descreve a Produção de Trigo



# Isoquanta que Descreve a Produção de Trigo

---

---

## ■ Observações:

1) Operando no ponto *A*:

- ◆  $L = 500$  horas e  $K = 100$  horas de máquina.



# Isoquanta que Descreve a Produção de Trigo

---

---

- Observações:

- 2) Operando no ponto B

- ◆ L aumenta para 760 e K diminui para 90;  
TMST < 1:



$$TMST = - \frac{\Delta K}{\Delta L} = -(10 / 260) = 0,04$$

# Isoquanta que Descreve a Produção de Trigo

---

---

## ■ Observações:

3)  $TMST < 1$ , portanto, o custo do trabalho deve ser menor do que o custo do capital para que o agricultor substitua capital por trabalho.

4) Se o trabalho for caro, o agricultor usará mais capital (ex. USA).



# Isoquanta que Descreve a Produção de Trigo

---

---

- Observações:

5) Se o trabalho não for caro, o agricultor usará mais trabalho (ex. Índia).



# Rendimentos de Escala

---

---

- Medição da relação entre a escala (tamanho) de uma empresa e sua produção.

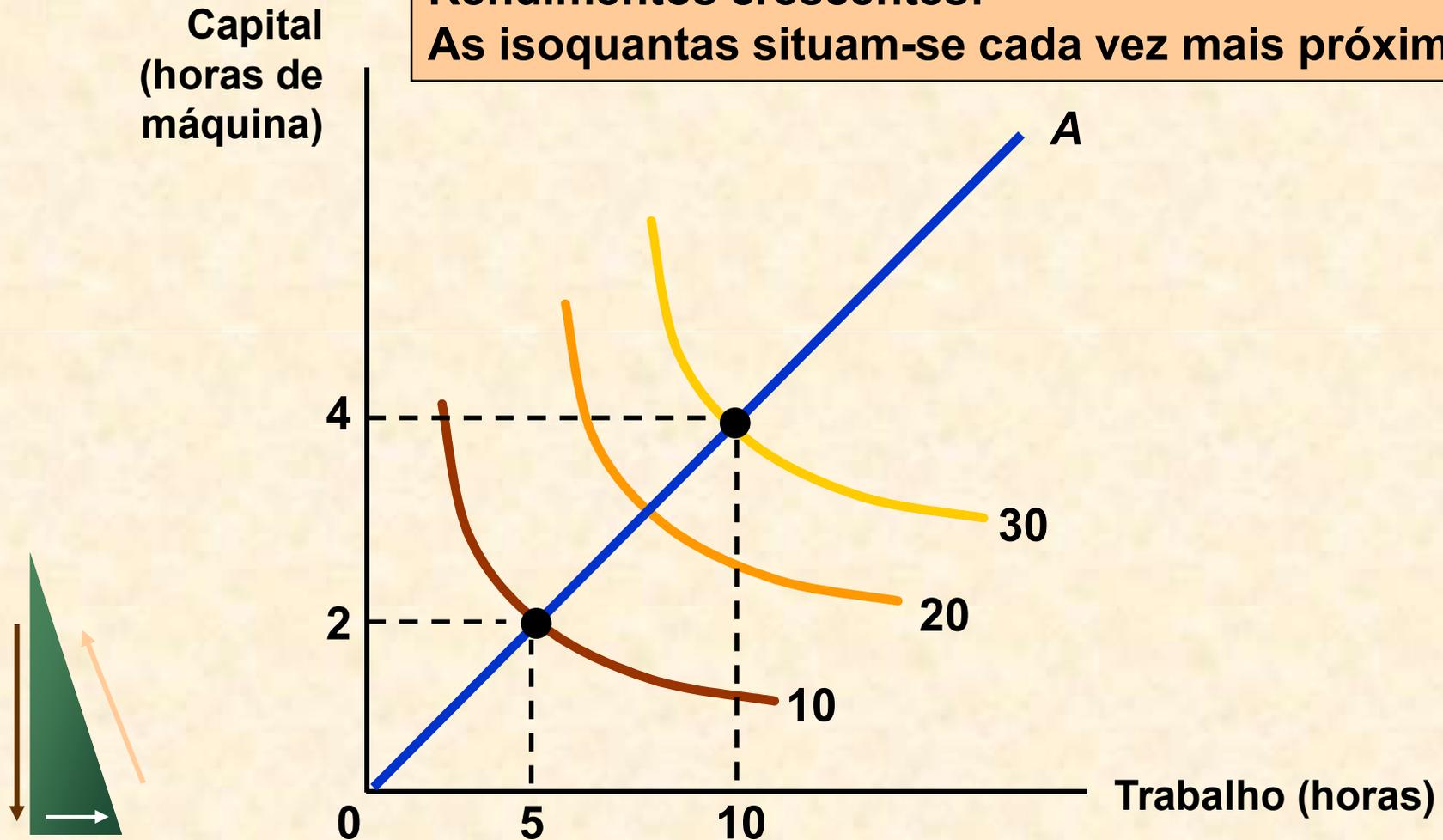
1) **Rendimentos Crescentes de Escala:** A produção cresce mais do que o dobro quando há duplicação dos insumos

- ◆ Produção maior associada a custo mais baixo (automóveis)
- ◆ Uma empresa é mais eficiente do que muitas empresas (utilidades)
- ◆ As isoquantas situam-se cada vez mais próximas



# Rendimentos de Escala

Rendimentos crescentes:  
As isoquantas situam-se cada vez mais próximas



# Rendimentos de Escala

---

---

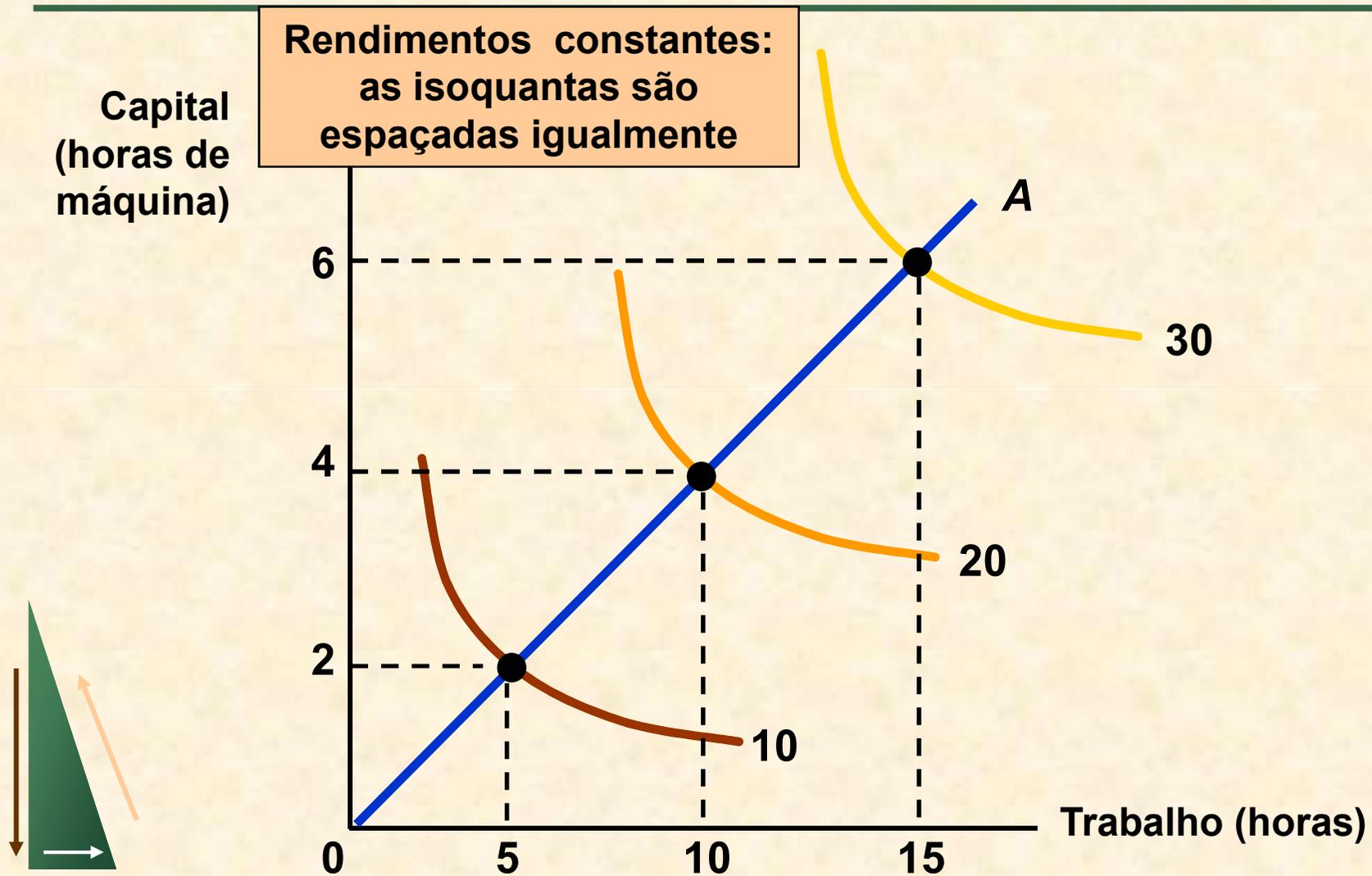
- Medição da relação entre a escala (tamanho) de uma empresa e sua produção.

2) **Rendimentos Constantes de Escala:** A produção dobra quando há duplicação dos insumos

- ◆ O tamanho não afeta a produtividade
- ◆ Grande número de produtores
- ◆ As isoquantas são espaçadas igualmente



# Rendimentos de Escala



# Rendimentos de Escala

---

---

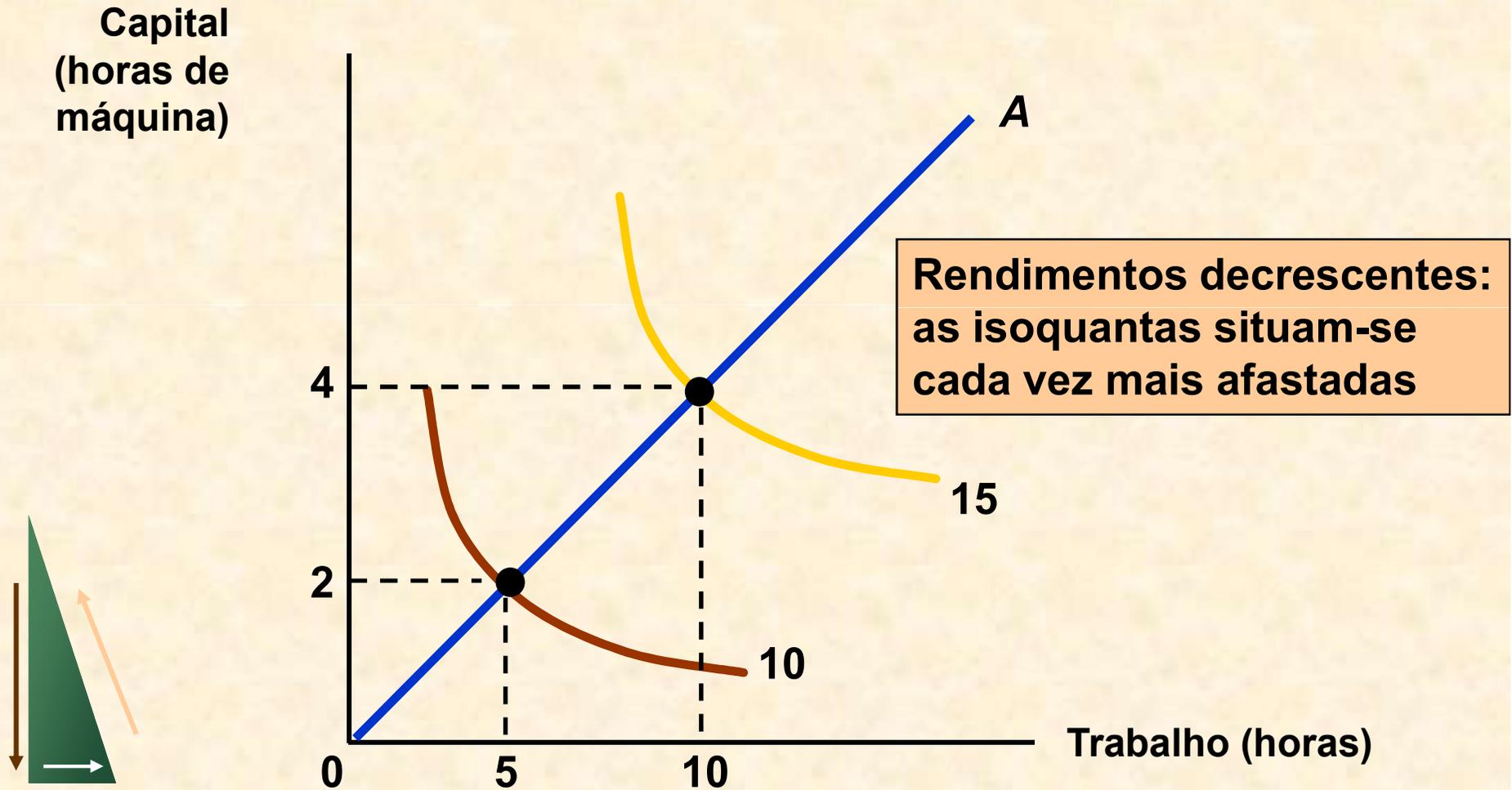
- Medição da relação entre a escala (tamanho) de uma empresa e sua produção.

3) **Rendimentos Decrescentes de Escala:** A produção aumenta menos que o dobro quando há duplicação dos insumos

- ◆ Eficiência decrescente à medida que aumenta o tamanho da empresa
- ◆ Redução da capacidade administrativa
- ◆ As isoquantas situam-se cada vez mais afastadas



# Rendimentos de Escala



# Rendimentos de Escala na Indústria de Tapetes

---

---

## ■ Grandes Fabricantes

- Aumentaram o maquinário e o trabalho
- A duplicação dos insumos mais do que dobrou a produção
- Verificam-se economias de escala para os grandes produtores



# Rendimentos de Escala na Indústria de Tapetes

---

---

## ■ Pequenos Fabricantes

- Pequenos aumentos na escala têm pouco ou nenhum impacto na produção
- Aumentos proporcionais nos insumos aumentam a produção proporcionalmente
- Verificam-se rendimentos constantes de escala para os pequenos produtores

