

# **ESTRADAS II**

## **CUSTOS DA PRODUÇÃO HORÁRIA DOS EQUIPAMENTOS**

### **Apostila 5**

Manaus, 2019

**ANTONIO ESTANISLAU SANCHES**  
**Engenheiro Cartógrafo**

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Os equipamentos, em geral, operam sob condições semelhantes em relação a desgastes decorrentes das operações executadas.

Alguns, entretanto, sofrem maiores desgastes em razão de declividades elevadas, materiais abrasivos e cortantes, manobras sucessivas e constantes, deslocamentos curtos, entre outros fatores.

## EXPRESSÃO GERAL

$$PE_h = 60 * \frac{1}{t_c} * V * F_{cv} * F_{ca} * F_e$$

$PE_h$  → Produção Horária de um equipamento ( $m^3/h$ );

$t_c$  → Tempo de ciclo do equipamento ( $min$ );

$V$  → Capacidade volumétrica do equipamento ( $m^3$ );

$F_{cv}$  → Fator de conversão;

$F_{ca}$  → Fator de carga;

$F_e$  → Fator de eficiência.

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

$$PE_h = 60 * \frac{1}{t_c} * V * F_{cv} * F_{ca} * F_e$$

**$t_c$**  = **Tempo de Ciclo** é o intervalo de tempo entre duas passagens consecutivas do equipamento pelo mesmo local ou pela mesma posição (*página 33 Volume 01 - Metodologia e Conceitos – SICRO*).

Observação: **Tempo de Ciclo** consiste na soma dos tempos fixos, dos tempos de percurso e de retorno, medido em **minutos**.

**V** = **Capacidade volumétrica do equipamento**.

**$F_{cv}$**  = **Fator de conversão** é o coeficiente que transforma o volume solto em volume equivalente à sua compactação natural, visto que os serviços de escavação são medidos pelo volume que o material ocupava no seu maciço natural (*página 25 Volume 01 - Metodologia e Conceitos – SICRO*).

No SICRO, foram adotados os seguintes fatores de conversão:

- Materiais de 1ª categoria  
 $F_{cv} = 1,0 \text{ m}^3 / 1,25 \text{ m}^3 = 0,80$ ;
- Materiais de 2ª categoria  
 $F_{cv} = 1,0 \text{ m}^3 / 1,39 \text{ m}^3 = 0,72$ ; (*página 27 Volume 01 - Metodologia e Conceitos – SICRO*).
- Materiais de 3ª categoria  
 $F_{cv} = 1,0 \text{ m}^3 / 1,75 \text{ m}^3 = 0,57$ .

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

$$PE_h = 60 * \frac{1}{t_c} * V * F_{cv} * F_{ca} * F_e$$

**$F_{ca}$**  = **Fator de carga** consiste na relação entre a capacidade efetiva do equipamento e sua capacidade geométrica ou nominal (*página 25 Volume 01 - Metodologia e Conceitos – SICRO*).

No SICRO, foram adotados os seguintes fatores de carga:

- Materiais de 1ª categoria = 0,90;
- Materiais de 2ª categoria = 0,80; (*página 27 Volume 01 - Metodologia e Conceitos*).
- Materiais de 3ª categoria = 0,70.

**$F_e$**  = **Fator de eficiência** consiste na relação entre o tempo de produção efetiva e o tempo de produção nominal de determinado equipamento.

A aplicação deste fator mostra-se necessária pois incorpora ao modelo, os tempos em alterações de serviço ou deslocamentos do equipamento entre frentes de trabalho, inclusive na preparação das máquina e nas atividades de manutenção, dentre outros (*página 25 Volume 01 - Metodologia e Conceitos – SICRO*).

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

$$PE_h = 60 * \frac{1}{t_c} * V * F_{cv} * F_{ca} * F_e$$

**$F_e$**  = **Fator de eficiência** consiste na relação entre o tempo de produção efetiva e o tempo de produção nominal de determinado equipamento.

A aplicação deste fator mostra-se necessária pois incorpora ao modelo, os tempos em alterações de serviço ou deslocamentos do equipamento entre frentes de trabalho, inclusive na preparação das máquina e nas atividades de manutenção, dentre outros (*página 25 Volume 01 - Metodologia e Conceitos – SICRO*).

No SICRO foram adotados os seguintes valores para o Fator de Eficiência

Condição leve	E= 50/60	0,83
Condição média	E= 45/60	0,75
Condição pesada	E=40/60	0,67

(*página 26 Volume 01 - Metodologia e Conceitos*).

*Em que pese essa formulação geral, os fatores de **eficiência** podem apresentar outros valores no SICRO em função das características próprias dos equipamentos, dos serviços e das condições locais, conforme observado nas planilhas de produção de equipe mecânica dos serviços e nos manuais técnicos.*

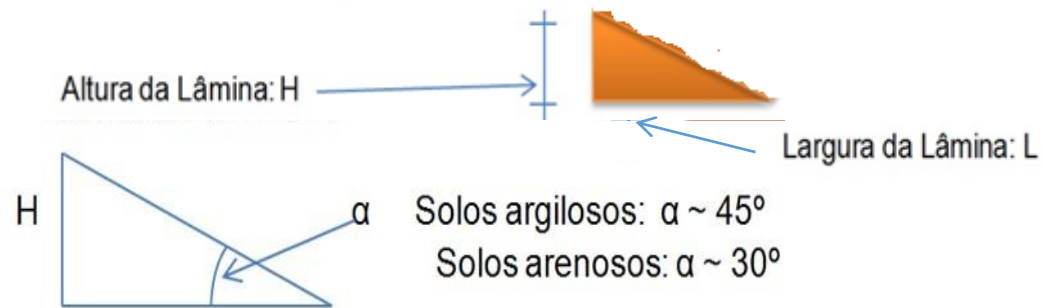
# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Capacidade Volumétrica da caçamba de trator esteiras com lâmina

### Cálculo Capacidade Volumétrica para solos argilosos:

normalmente a altura  $H$  é acrescida em até 10%, em virtude das propriedades coesivas dos solos argilosos;

Assim:  $V = C = 0,6 \times H^2 \times L$



## EXEMPLO de cálculo da PRODUÇÃO HORÁRIA DE UMA EQUIPE

Calcule a produção de uma equipe de terraplanagem constituída de uma escavadeira e quatro caminhões caçambas com as seguintes especificações:

Dados da Escavadeira	
$t_c =$	0,30 min
$V =$	1,3 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,80
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

Dados dos Caminhões	
Distancia	15000 m
Veloc. Ida	50 km/h
Veloc. Volta	60 km/h
Tempo fixo	3 min
$V =$	15 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,80
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

$$P_{escavadeira} = 60 * \frac{1}{0,3} * 1,3 * 0,8 * 0,9 * 0,83 = 156,38 \text{ m}^3/h$$

$$Tida = \frac{15000}{\frac{50000}{60}} = 18'$$

$$Tvolta = \frac{15000}{\frac{60000}{60}} = 15'$$

$$T_{ciclo} = Tida + Tvolta + Tfixo$$

$$T_{ciclo} = 18' + 15' + 3' = 36'$$

$$P_{1caçamba} = 60 * \frac{1}{36} * 15 * 0,8 * 0,9 * 0,83 = 14,94 \text{ m}^3/h$$

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

$$P_{escavadeira} = 60 * \frac{1}{0,3} * 1,3 * 0,8 * 0,9 * 0,83 = 156,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_{1caçamba} = 60 * \frac{1}{36} * 15 * 0,8 * 0,9 * 0,83 = 14,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_{4caçambas} = 59,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se a escavadeira produz 156,38 m<sup>3</sup>/h e os 4 caminhões juntos perfazem 59,76 m<sup>3</sup>/h, a produção dessa equipe será 59,76 m<sup>3</sup>/h, uma vez que de nada adiantará um volume escavado que não pode ser transportado.

Então: PRODUÇÃO DA EQUIPE: **59,76 m<sup>3</sup>/h**

Assim sendo, a **produção diária** será :  $59,76 \times 8 = \mathbf{478,08 \text{ m}^3/\text{dia}}$



# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Para dar vazão à produção horária da ESCAVADEIRA, quantas caçambas deveríamos acrescentar à patrulha?

$$P_{\text{escavadeira}} = 156,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Para dar vazão à produção horária da ESCAVADEIRA, quantas caçambas deveríamos acrescentar à patrulha?

Produção da escavadeira =  $156,38 \text{ m}^3/\text{h}$

Produção de UMA caçamba =  $14,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Para uma equivalência entre a produção da escavadeira e a quantidade de caçambas:  $156,38 / 14,94 \leftrightarrow$  precisamos de: 10,46 caçambas.

Ou seja, acrescentando mais 6 caçambas teríamos uma produção de:  $10 \text{ caçambas} \times 14,94 = 149,40 \text{ m}^3/\text{h}$ ; sendo essa portanto a produção horária da nova patrulha (*escavadeira MAIS dez caçambas*).

Com o novo quantitativo de caçambas, calcule a produção diária da patrulha.

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Para dar vazão à produção horária da ESCAVADEIRA, quantas caçambas deveríamos acrescentar à patrulha?

Produção da escavadeira =  $156,38 \text{ m}^3/\text{h}$

Produção de UMA caçamba =  $14,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Para uma equivalência entre a produção da escavadeira e a quantidade de caçambas:  $156,38 / 14,94 \leftrightarrow$  precisamos de: 10,46 caçambas.

Ou seja, acrescentando mais 6 caçambas teríamos uma produção de:  $10 \text{ caçambas} \times 14,94 = 149,40 \text{ m}^3/\text{h}$ ; sendo essa portanto a produção horária da nova patrulha (*escavadeira MAIS dez caçambas*).

Com o novo quantitativo de caçambas, calcule a produção diária da patrulha.

A produção diária da nova patrulha, será:  $8 * 149,40 = \mathbf{1.195,20 \text{ m}^3/\text{dia}}$

Caso o volume à ser escavado seja de  $75.000 \text{ m}^3$  quantos dias seriam necessários para concluir o trabalho de escavação?

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Para dar vazão à produção horária da ESCAVADEIRA, quantas caçambas deveríamos acrescentar à patrulha?

Produção da escavadeira =  $156,38 \text{ m}^3/\text{h}$

Produção de UMA caçamba =  $14,94 \text{ m}^3/\text{h}$

Para uma equivalência entre a produção da escavadeira e a quantidade de caçambas:  $156,38 / 14,94 \leftrightarrow$  precisamos de: 10,46 caçambas.

Ou seja, **acrescendo mais 6 caçambas** teríamos uma produção de:  $10 \text{ caçambas} \times 14,94 = 149,40 \text{ m}^3/\text{h}$ ; sendo essa portanto a produção horária da nova patrulha (*escavadeira MAIS dez caçambas*).

Com o novo quantitativo de caçambas, calcule a produção diária da patrulha.

A produção diária da nova patrulha, será:  $8 * 149,40 = 1.195,20 \text{ m}^3/\text{dia}$

Caso o volume à ser escavado seja de  $75.000 \text{ m}^3$  quantos dias seriam necessários para concluir o trabalho de escavação?

$75.000 / 1.195,20 \text{ m}^3 \approx$  **63 dias**

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 1 de Aplicação

Deve-se executar um serviço de escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria. Dispõe-se de uma escavadeira e de 10 caçambas conforme as descrições:

Sendo o volume (*medido no maciço*) a escavar é de 300.000 m<sup>3</sup> e com uma jornada de trabalho de 10 horas por dia, pede-se calcular:

- produção da patrulha (*equipe com uma escavadeira e de dez caçambas*);
- prazo em número de dias para a execução do serviço;
- Caso seja decidido que a execução do serviço não exceda a 200 dias, pede-se redimensionar uma nova patrulha em termos do número de unidades de equipamento de escavação e de transporte, necessário para atender a exigência, considerando que os novos equipamentos tenham as mesmas características do já existentes.

Parâmetro	Unidade	Escava- deira	Caçam- ba
Capacidade	m <sup>3</sup>	1,5	20
Tempo de ciclo	min	0,6	
Tempo fixo	min		5
Velocidade ida	km/h		45
Velocidade volta	km/h		65
Distância de transporte	km		25

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Solução

Dados da Escavadeira	
Tempo de ciclo	$t_c = 0,6$ min
Capacidade Volumétrica	$V = 1,5$ m <sup>3</sup>
Fator de Conversão	$F_{cv} = 0,80$
Fator de Carga	$F_{ca} = 0,90$
Fator de Eficiência	$F_e = 0,83$

Dados dos Caminhões	
Distancia	25.000 m
Veloc. Ida	45 km/h
Veloc. Volta	65 km/h
Tempo fixo	5 min
T Ciclo = $t_c$	61,41 min
$V =$	20 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,80
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

Parâmetro	Unidade	Escav	Caça
Capacidade	m <sup>3</sup>	1,5	20
Tempo de ciclo	min	0,6	
Tempo fixo	min		5
Velocidade ida	km/h		45
Velocidade volta	km/h		65
Distância transp	km		25

Volume à ser escavado	m <sup>3</sup>	300.000
Condição Limite Prazo	dias	200

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Solução

Dados da Escavadeira	
Tempo de ciclo	$t_c = 0,6$ min
Capacidade Volumétrica	$V = 1,5$ m <sup>3</sup>
Fator de Conversão	$F_{cv} = 0,80$
Fator de Carga	$F_{ca} = 0,90$
Fator de Eficiência	$F_e = 0,83$

Dados dos Caminhões	
Distancia	25.000 m
Veloc. Ida	45 km/h
Veloc. Volta	65 km/h
Tempo fixo	5 min
T Ciclo = $t_c$	61,41 min
$V =$	20 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,80
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

Parâmetro	Unidade	Escav	Caça
Capacidade	m <sup>3</sup>	1,5	20
Tempo de ciclo	min	0,6	
Tempo fixo	min		5
Velocidade ida	km/h		45
Velocidade volta	km/h		65
Distância transp	km		25

Volume à ser escavado	m <sup>3</sup>	300.000
Condição Limite Prazo	dias	200

	Jornada diária	10 horas
Escavadeira	$P_{escav} =$	89,64 m <sup>3</sup> /h
1 Caminhão	$P_{1xcaminh} =$	11,68 m <sup>3</sup> /h
10 Caminhões	$P_{10xcaminh} =$	116,78 m <sup>3</sup> /h

**CONCLUSÃO:** A equipe (escavadeira + 10 caçambas) terá uma produção de 89,64 m<sup>3</sup>/h. Assim, algumas caçambas ficarão ociosas, pois não haverá material para ser transportado.

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Solução

### Dados da Escavadeira

Tempo de ciclo	$t_c =$	0,6	min
Capacidade Volumétrica	$V =$	1,5	$m^3$
Fator de Conversão	$F_{cv} =$	0,80	
Fator de Carga	$F_{ca} =$	0,90	
Fator de Eficiência	$F_e =$	0,83	

### Dados dos Caminhões

Distancia	25.000	m
Veloc. Ida	45	km/h
Veloc. Volta	65	km/h
Tempo fixo	5	min
T Ciclo = $t_c =$	61,41	min
$V =$	20	$m^3$
$F_{cv} =$	0,80	
$F_{ca} =$	0,90	
$F_e =$	0,83	

Parâmetro	Unidade	Escav	Caça
Capacidade	$m^3$	1,5	20
Tempo de ciclo	min	0,6	
Tempo fixo	min		5
Velocidade ida	km/h		45
Velocidade volta	km/h		65
Distância transp	km		25

Volume à ser escavado	$m^3$	300.000
Condição Limite Prazo	dias	200

Jornada diária	10	horas
Escavadeira	$P_{escav} =$	89,64 $m^3/h$
1 Caminhão	$P_{1xcaminh} =$	11,68 $m^3/h$
10 Caminhões	$P_{10xcaminh} =$	116,78 $m^3/h$

**CONCLUSÃO:** A equipe (escavadeira + 10 caçambas) terá uma produção de 89,64  $m^3/h$ . Assim, algumas caçambas ficarão ociosas, pois não haverá material para ser transportado.

Produção Diária	$P_{diária\ equipe} =$	896,4 $m^3$
Prazo de Execução	Prazo =	334,67 dias



# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Solução – observações importantes:

Em serviços de escavação, carga e transporte, a prática de execução recomenda a terceirização do transporte do material. Tal procedimento tem, entre outras, as vantagens:

- Contrato com proprietários autônomos proprietários de caminhão;
- Geralmente a produção dos autônomos é maior que a realizada com veículos e motoristas próprios, mesmo que o custo dos contratados seja superior, a diferença é compensada pela maior produção dos contratados:
- A manutenção e abastecimento será por conta dos contratados, assim como horas improdutivas.

**Também é aconselhável** manter a produção estimada no transporte, **um pouco superior** à da escavação, tendo em vista a possível perda de produção da equipe de transportes, ocasionadas por congestionamentos de tráfego, pneus furados, etc.

Se o prazo de execução for de 200 dias, a produção horária terá que ser no mínimo de:

$$= 300.000 \div (200 \times 10) = 150,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Produção Diária	$P_{\text{diária equipe}} =$	896,4	$\text{m}^3$
Prazo de Execução	Prazo =	334,67	dias
Prod. mínima p/ 200 dias	$P_{\text{mín p/ 200 dias}} =$	150	$\text{m}^3/\text{h}$

Necessitamos aumentar a produção horária de 89,64  $\text{m}^3/\text{h}$  para 150  $\text{m}^3/\text{h}$ , podemos, então, devemos considerar uma **segunda escavadeira** igual à primeira, ou seja:

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Solução – observações importantes:

Em serviços de escavação, carga e transporte, a prática de execução recomenda a terceirização do transporte do material. Tal procedimento tem, entre outras, as vantagens:

- Contrato com proprietários autônomos proprietários de caminhão;
- Geralmente a produção dos autônomos é maior que a realizada com veículos e motoristas próprios, mesmo que o custo dos contratados seja superior, a diferença é compensada pela maior produção dos contratados;
- A manutenção e abastecimento será por conta dos contratados, assim como horas improdutivas.

Também é aconselhável manter que a produção estimada no transporte, um pouco superior à da escavação, tendo em vista a possível perda de produção da equipe de transportes, ocasionadas por congestionamentos de tráfego, pneus furados, etc.

Se o prazo de execução for de 200 dias, a produção horária terá que ser:

$$= 300.000 \div (200 \times 10) = 150,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Produção Diária	$P_{\text{diária equipe}} =$	896,4	$\text{m}^3$
Prazo de Execução	Prazo =	334,67	dias
Prod. mínima p/ 200 dias	$P_{\text{min p/ 200 dias}} =$	150	$\text{m}^3/\text{h}$

Necessitamos aumentar a produção horária de 89,64  $\text{m}^3/\text{h}$  para 150  $\text{m}^3/\text{h}$ , podemos, então, considerar uma segunda escavadeira igual à primeira, ou seja:

Mais uma escavadeira	$P_e =$	179,28	$\text{m}^3/\text{h}$
Mais 6 caçambas	$P_c =$	186,84	$\text{m}^3/\text{h}$

## RESPOSTA

Desta forma, teremos:

**2 escavadeiras e  
16 caminhões (caçambas)**

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação

Um trabalho de escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria terá um volume total de 450.000 m<sup>3</sup>, medidos no maciço de onde o material será escavado. Para execução existem duas opções de equipes:

A- Uma equipe formada por 2 escavadeiras e 6 caminhões.

B- Uma equipe formada por 6 motoscrapers autopropelidos

Elementos complementares:

O volume total do serviço é de 450.000 m<sup>3</sup>; a distância é de 10 km; Jornada diária é de 8 horas; O serviço será iniciado pela equipe “A” e após 15 dias de execução haverá substituição da equipe “A” pela equipe “B”.

Equipamento	Tempos (min)		Capacidade (m <sup>3</sup> )	Velocidade (km/h)	
	Ciclo	Fixo		Ida	Retorno
Escavadeiras	0,8	-	2	-	-
Caminhões	*	3	25	40	50
Motoscrapers	*	2,5	25	20	25

### CALCULAR:

- 1) O prazo de execução na forma em que o serviço está programado;
- 2) O prazo de execução caso não houvesse a substituição da equipe;
- 3) O prazo para execução pela equipe “B” de todo o serviço;
- 4) O volume de serviço à ser executado por cada uma das equipes, na forma como o serviço está programado;
- 5) A consequência em termos de prazo, na substituição (*aumento ou redução*) em número de dias;

Não considerar nenhum outro equipamento além dos mencionados.

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

Dados da Escavadeira	
$t_c =$	0,80 min
$V =$	2 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,77
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

Dados dos Caminhões	
Distancia	10.000 m
Veloc. Ida	40 km/h
Veloc. Volta	50 km/h
Tempo fixo	3 min
T Ciclo = $t_c =$	30 min
$V =$	25 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,77
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

Equipe "A" - 15 dias iniciais

Com: 2 escavadeiras e 6 caminhões

Equipe "B" - até a conclusão

Com: 6 motoscrapers

Volume à Escavar 450.000 m<sup>3</sup>

Dados motoscrapers	
Distancia	10.000 m
Veloc. Ida	20 km/h
Veloc. Volta	25 km/h
Tempo fixo	3 min
T Ciclo = $t_c =$	56,5 min
$V =$	25 m <sup>3</sup>
$F_{cv} =$	0,77
$F_{ca} =$	0,90
$F_e =$	0,83

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

$$\text{Escavadeira: } P_e = 60 \times \frac{1}{0,8} \times 2,0 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 86,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$2 \text{ Escavadeiras: } P_e = 86,28 \times 2,0 = 172,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tempo de ciclo dos caminhões: } T_c = \frac{10.000}{60} + \frac{10.000}{60} + 3 = 15 + 12 + 3 = 30'$$

$$\text{Produção de um caminhão} = 60 \times \frac{1}{30} \times 25 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 28,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Produção de seis caminhões: } P_{6c} = 28,76 \times 6 = 172,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Conclusão 1:** A equipe "A" (2 escavadeira + 6 caçambas) terá uma produção de 172,56m<sup>3</sup>/h. Esta igualdade foi construída, pois na prática é difícil coincidir as produções de escavação e transporte.

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

$$\text{Escavadeira: } P_e = 60 \times \frac{1}{0,8} \times 2,0 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 86,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$2 \text{ Escavadeiras: } P_e = 86,28 \times 2,0 = 172,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tempo de ciclo dos caminhões: } T_c = \frac{10.000}{\frac{40.000}{60}} + \frac{10.000}{\frac{50.000}{60}} + 3 = 15 + 12 + 3 = 30'$$

$$\text{Produção dos caminhões: } P_c = 60 \times \frac{1}{30} \times 25 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 28,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Produção de seis caminhões: } P_{6c} = 28,76 \times 6 = 172,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Conclusão 1:** A equipe "A" (2 escavadeira + 6 caçambas) terá uma produção de 172,56m<sup>3</sup>/h. Esta igualdade foi construída, pois na prática é difícil coincidir as produções de escavação e transporte.

**Conclusão 2:** Na prática, seria conveniente acrescentar mais um caminhão à equipe "A", pelos motivos já expostos. Para a solução, seguiremos com a prática, ou seja, acrescentaremos um caminhão à: **Equipe "A"**(2 escavadeira +7 caçambas)

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

*Escavadeira:*  $P_e = 60 \times \frac{1}{0,8} \times 2,0 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 86,28 \text{ m}^3/\text{h}$

*2 Escavadeiras:*  $P_e = 86,28 \times 2,0 = 172,56 \text{ m}^3/\text{h}$

*Tempo de ciclo dos caminhões:*  $T_c = \frac{10.000}{\frac{40.000}{60}} + \frac{10.000}{\frac{50.000}{60}} + 3 = 15 + 12 + 3 = 30'$

*Produção dos caminhões:*  $P_c = 60 \times \frac{1}{30} \times 25 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 28,76 \text{ m}^3/\text{h}$

*Produção de seis caminhões:*  $P_{6c} = 28,76 \times 6 = 172,56 \text{ m}^3/\text{h}$

**Conclusão 1:** A equipe "A" (2 escavadeira + 6 caçambas) terá uma produção de 172,56m<sup>3</sup>/h. Esta igualdade foi construída, pois na prática é difícil coincidir as produções de escavação e transporte.

**Conclusão 2:** Na prática, seria conveniente acrescentar mais um caminhão à equipe, pelos motivos já expostos. Para a solução, seguiremos a prática, ou seja, acrescentaremos um caminhão à: **Equipe "A"** (2 escavadeira + 7 caçambas)

Produção Horária Eq. "A"	$P_{\text{Horária Eq}} =$	172,56	m <sup>3</sup> /h
Produção Diária Eq. "A"	$P_{\text{diária equipe}} =$	1.380,46	m <sup>3</sup> /dia
Prod. em 15 dias Eq. "A"	$P_{\text{Equipe A 15 dias}} =$	20.706,84	m <sup>3</sup>

Jornada diária		8	horas
1 Escavadeira	$P_{1\text{escav}} =$	86,28	m <sup>3</sup> /h
2 Escavadeiras	$P_{2\text{escav}} =$	172,56	m <sup>3</sup> /h
1 Caminhão	$P_{1\text{caminh}} =$	28,76	m <sup>3</sup> /h
7 Caminhões	$P_{7\text{caminh}} =$	201,32	m <sup>3</sup> /h

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

Na forma da proposição do problema a equipe "A" trabalharia 15 dias, produzindo:  $172,56 \times 8 \times 15 = 20.706,84 \text{ m}^3$ . Na sequência a equipe "B" assumiria a obra, até seu final.

*Tempo de ciclo dos motoscrapers:*  $T_c = \frac{10.000}{60} + \frac{10.000}{25.000} + 2,5 = 30 + 24 + 2,5 = 56,5'$

*Produção dos motoscrapers:*  $P_{ms} = 60 \times \frac{1}{56,5} \times 25 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 15,27 \text{ m}^3/\text{h}$

*Produção de seis motoscrapers:*  $P_{6ms} = 15,27 \times 6 = 91,62 \text{ m}^3/\text{h}$

*Volume executado pela equipe "B":*  $V_B = 450.000 - 20.706,84 = 429.293,16 \text{ m}^3/\text{h}$

*Prazo p/ equipe "B" concluir obra :*  $P_{Eq"B"} = 429.293,16 / (8 * 91,62) = 585,68 \text{ dias}$

1 MotoScrap	$P_{1xMotoScrap} =$	15,27	$\text{m}^3/\text{h}$
6 MotoScrap	$P_{6xMotoScrap} =$	91,62	$\text{m}^3/\text{h}$



# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

Na forma da proposição do problema a equipe "A" trabalharia por 15 dias, produzindo:  
 $172,65 \times 8 \times 15 = 20.707,20 \text{ m}^3$ . Na sequência a equipe "B" assumiria a obra, até seu final.

*Tempo de ciclo dos motoscrapers:*  $T_c = \frac{10.000}{60} + \frac{10.000}{25.000} + 2,5 = 30 + 24 + 2,5 = 56,5'$

*Produção dos motoscrapers:*  $P_{ms} = 60 \times \frac{1}{56,5} \times 25 \times 0,77 \times 0,9 \times 0,83 = 15,27 \text{ m}^3/h$

*Produção de seis motoscrapers:*  $P_{6ms} = 15,27 \times 6 = 91,62 \text{ m}^3/h$

*Volume executado pela equipe "B":*  $V_B = 450.000 - 20.706,16 = 429.293,84 \text{ m}^3/h$

*Prazo p/ equipe "B" concluir obra :*  $P_{Eq"B"} = 429.293,84 / (8 * 91,62) = 585,68 \text{ dias}$

### Resposta do item 1)

*Prazo para execução da forma como o trabalho está formulado:*  $585,68 + 15 = 600,68 \text{ dias}$

#### Resposta item 1)

Prazo Execução Eq "B"

Prazo<sub>Eq"B"</sub>=

585,68

dias

Prazo Eq "A" e Eq "B"

Prazo<sub>Eq"A"e Eq"B"</sub>=

600,68

dias

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

**Caso não houvesse a substituição da equipe: Resposta do item 2)**

Neste caso, todo o volume seria feito pela equipe "A", cuja produção é de  $172,56 \text{ m}^3/\text{h}$

Produção diária da equipe "A":  $172,56 \times 8 = 1.380,46 \text{ m}^3/\text{dia}$

Prazo execução somente pela equipe "A":  $450.000 \div 1.380,46 = 325,98 \text{ dias}$

Resposta item 2)	Produção Diária Eq "A"	$\text{Prod Diária}_{\text{Eq "A"}} =$	<b>1.380,46</b> $\text{m}^3/\text{dia}$
	Prazo Eq só com "A"	$\text{Prazo}_{\text{só com Eq "A"}} =$	<b>325,98</b> dias

**Caso a equipe "B" execute toda a obra: Resposta do item 3)**

Neste caso, todo o volume seria feito pela equipe "B", cuja produção é de  $91,62 \text{ m}^3/\text{h}$

Produção diária da equipe "B":  $91,62 \times 8 = 732,99 \text{ m}^3/\text{dia}$

Prazo execução somente pela equipe "B":  $450.000 \div 732,99 = 613,93 \text{ dias}$

Resposta item 3)	Produção Diária Eq "B"	$\text{Prod Diária}_{\text{Eq "B"}} =$	<b>732,99</b> $\text{m}^3/\text{dia}$
	Prazo Eq só com "B"	$\text{Prazo}_{\text{só com Eq "B"}} =$	<b>613,93</b> dias

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

## Exercício 2 de Aplicação - SOLUÇÃO

Volume executado por cada uma das equipes, na forma como o trabalho foi proposto:

### Resposta do item 4)

Volume feito pela equipe "A",  $172,56 \times 8 \times 15 = 20.706,84 \text{ m}^3$

Volume feito pela equipe "B":  $450.000 - 20.706,84 = 429.293,16 \text{ m}^3$

Resposta item 4)	Volume produz Eq "A"	$\text{Vol}_{\text{escavado Eq "A"}} =$	<b>20.706,84</b>	$\text{m}^3$
	Volume produz Eq "B"	$\text{Vol}_{\text{escavado Eq "B"}} =$	<b>429.293,16</b>	$\text{m}^3$

Consequência da substituição:

### Resposta do item 5)

Com a substituição da equipe "A" pela equipe "B", a obra será concluída no prazo de:

$\text{Prazo}_{\text{com substituição}} = 15 + 585,68 = 600,68 \text{ dias}$

Sem a substituição da equipe "A" pela equipe "B", a obra seria totalmente executada pela equipe "A" no prazo de:  $\text{Prazo}_{\text{sem substituição}} = 450.000 \div (172,56 \times 8) = 325,98 \text{ dias}$

Consequência do atraso:  $600,70 - 325,98 = 274,70 \text{ dias}$

Resposta item 5)	Com substituição	Prazo final =	<b>600,68</b>	dias
	Sem substituição	Prazo final =	<b>325,98</b>	dias
	Consequência	Atrazo de =	<b>274,70</b>	dias

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Produção de equipamentos que não possuem conchas e caçambas

A expressão geral para cálculo da produção,

$P = 60 \times \frac{1}{t_c} \times C \times \Phi \times FC \times FE$ , onde  $C$  significa o volume da caçamba ou concha com a qual o material escavado é transportado para ser descarregado ou é colocado em um veículo.

Estão neste caso:

- Trator montado sobre esteiras, caso já estudado anteriormente
- Motoniveladora
- Trator montado sobre pneus com grade de discos acoplada
- Rolo compactador
- Caminhão pipa

# CUSTO da PRODUÇÃO HORÁRIA dos EQUIPAMENTOS

Produção de equipamentos que não possuem conchas e caçambas

Para os três primeiros equipamentos,

- Motoniveladora
- Trator montado sobre pneus com grade de discos acoplada
- Rolo compactador

É utilizada a seguinte expressão: 
$$P = \frac{\textit{distância} \times \textit{espessura} \times \textit{largura útil} \times FE}{\textit{N}^\circ \textit{ de passadas} \times \textit{tempo de ciclo}}$$

Para o pipa: 
$$P = \frac{60 \times \textit{capacidade do tanque} \times FE}{\textit{consumo} \times \textit{tempo de ciclo}}$$

Onde largura útil é a largura operacional da qual subtrai-se 0,20 m

Lembrando que FE é FATOR DE EFICIÊNCIA

**F I M**