

SUMMARY

The article shows a simple method for calculating the cost per hour for the use of forestry machines, based mainly on an FAO/ECE recommendation. Appropriate formulas are defined for in advance as well as for subsequent calculations of the cost per hour.

1. INTRODUÇÃO

Tanto para a planificação e controle do emprego de máquinas como para a comparação de diversas alternativas de investimento em maquinário é altamente necessário ter uma noção, a mais precisa possível, dos custos de utilização das máquinas. Estes devem ser facilmente calculáveis, seguindo um esquema que permita sua comparação.

Para estes fins, em 1956, um comitê para técnicas de trabalho florestal e ensino de operários florestais da FAO/ECE, desenvolveu um esquema para cálculos de custos. O citado esquema foi aceito pela maioria dos países europeus e utilizado desde então satisfatoriamente, isso sim, com uma leve modificação em 1971, feita pelo Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF). Este esquema tem como base a divisão dos custos em custos fixos, semifixos e variáveis. Esta divisão é especialmente vantajosa nos casos em que deseja-se calcular os custos por hora de uma máquina que não alcançou seu aproveitamento de sua capacidade de produção. Uma divisão dos custos em fixos e variáveis não considera estes casos. Existem também, outros esquemas para cálculos de custos, porém são mais complicados.

O esquema proposto pela FAO/ECE/KWF é válido tanto para cálculos prévios como intermediários e posteriores do maquinário florestal. No primeiro caso utilizam-se valores estimados, no segundo, valores estimados e efetivos e no terceiro, só os efetivos.

Os valores estimados baseiam-se em valores obtidos na prática válidos para

condições médias. O momento oportuno para a averiguação destes valores é aquele no qual os custos totais médios são mínimos, quer dizer, quando os custos marginais superam os custos totais médios. Considerando o fato, que muitas máquinas florestais são ainda novas no mercado e não se dispõem de dados suficientemente sólidos ou a empresa está na fase de aquisição do maquinário e não teve experiências próprias em sua floresta com elas, apresenta-se o problema de não se poder fazer os cálculos de custos "a posteriori" e fornecer subsídios para os cálculos prévios. Assim só resta a possibilidade de estimar os diversos parâmetros e corrigir estes através de cálculos de custos intermediários.

Para diminuir a incerteza que englobam os cálculos de custos prévios, devido à estimação a "grosso modo" dos valores dos parâmetros de entrada, recomenda-se usar o método iterativo para os dados mais ou menos inseguros. Este método implica uma série de cálculos da mesma máquina no qual os valores das entradas inseguras são variados individualmente de acordo aos possíveis valores que elas possam atingir. Um típico exemplo, são as horas efetivas de uso anual (hf) de uma máquina, pois, emprega-se pouco, o custo da hora de uso sobe e vice-versa (fig. 1).

Nos cálculos de custos a quantidade de relação será a hora de uso (hu) da máquina. A FAO/ECE recomendou a hora de funcionamento do motor ou hora motor, mas muitas vezes as máquinas são utilizadas ou partes delas com o motor detido. Por isso recomenda-se ultimamen-

* Trabalho revisado apresentado por ocasião do I Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal, organizado pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná e Convênio Freiburg/Curitiba — Curitiba — 6-12/2/1977.

** Eng. Florestal; Doutor (Ph.D.) em Ciências Florestais pela Universidade de Munique, R.F. da Alemanha, Professor do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal — Convênio Universidade Freiburg e Universidade Federal do Paraná — Curitiba.

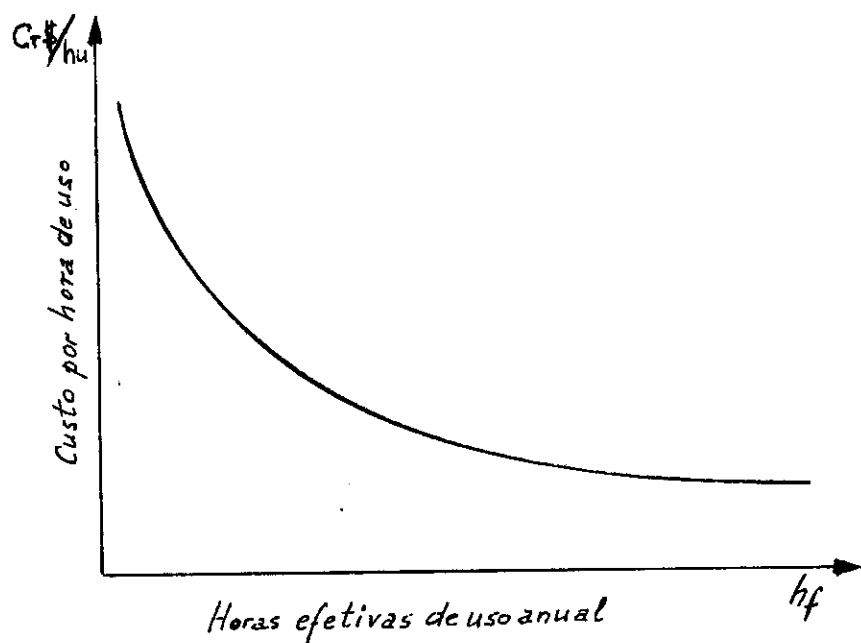


Fig. 1: Custo da hora de uso em função do grau de aproveitamento da máquina

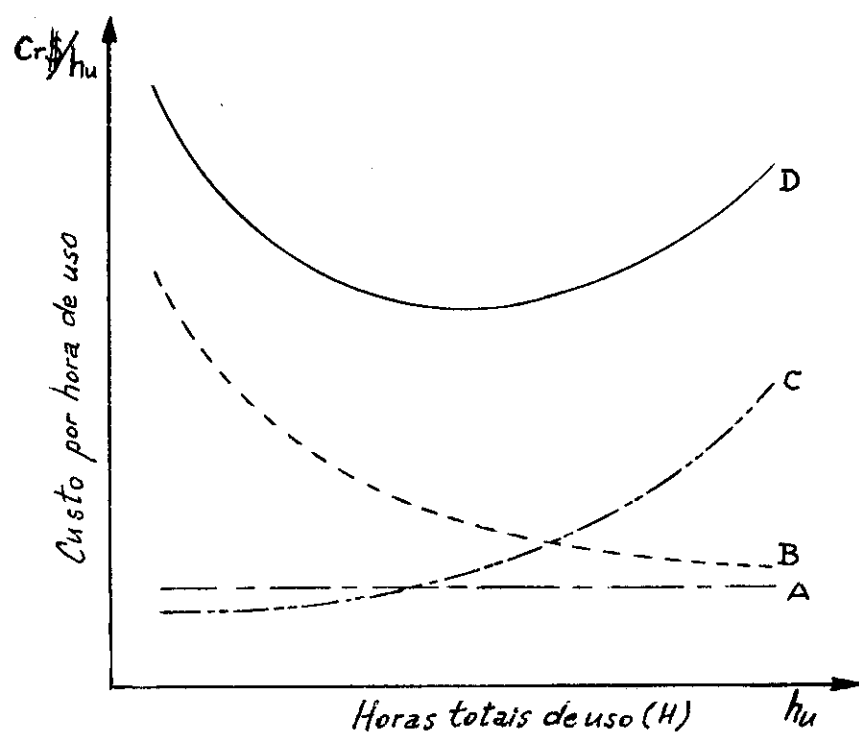


Fig. 2: Variação dos custos fixos e semifixos em função do tempo total de uso

te basear os cálculos na hora de uso, que não faz diferença se o uso da máquina acontece com motor ligado ou desligado pois o importante é que a máquina está sendo utilizada, p.ex.: durante a instalação de uma descascadeira mecânica o motor dela (ou do trator) está parado, porém a instalação faz parte da operação de descascamento. Quanto maior e mais complicada a máquina (ex.: equipamento móvel de teleféricos, etc.), tanto maior será o tempo para sua montagem ou desmontagem (STOHR, 1974).

A vantagem do esquema a ser apresentado é sua grande versatilidade e facilidade de trabalho com o mesmo sem por isso deixar de ser preciso.

2. METODOLOGIA DO CÁLCULO DE CUSTOS DE MÁQUINAS

O esquema para cálculos de custos (veja Apêndice II) prevê, para uma maior transparência da influência dos custos parciais nos totais, uma agrupação das entradas: custos da máquina, (custos fixos, semifixos e variáveis), custos de pessoal, custos de administração e, se for o caso, custos da empreitada.

É interessante observar que o comportamento dos diferentes custos da máquina varia com os anos de uso. A figura 2 ilustra esquematicamente, que os custos fixos (juros, impostos, seguros) — curva A — permanecem constantes através do tempo, parte dos semifixos (depreciação) — curva B — diminuem e os variáveis (combustível, lubrificante) e outra parte dos semifixos (consertos) — curva C — aumentam com o tempo de uso (STREHLKE et al., 1970).

A curva D da fig. 2, que representa os custos totais da máquina, apresenta na medida que avança o tempo uma diminuição para logo aumentar novamente.

2.1. Custos da máquina

2.1.1. Custos fixos

Estes custos são calculados por ano e logo divididos pelas horas de uso anual da máquina. Fazem parte destes custos:

- juros,
- seguros,
- impostos e
- garagem.

— **Juros:** Estes calculam-se mediante a multiplicação do valor de aquisição (V_a) pela taxa de juros simples (j) e por um fator de correção (f); $= V_a \times j \times f$.

O valor de aquisição (V_a) da máquina corresponde ao preço da fábrica acrescentado pelos impostos vigentes, fretes e comissões de venda.

A taxa de juros simples (j) varia para máquinas florestais entre aproximadamente 15% (se está declarada como agrícola) e 50% (se está declarada como um bem de capital industrial). Este é um dos parâmetros mais decisivos no cálculo do custo.

O fator de correção (f) no cálculo dos custos do juro tem por finalidade corrigir o montante calculado pelo juro simples, já que se se usasse o juro composto através da fórmula da anuidade veríamos que os custos são superiores àqueles calculados pelo juro simples (KUNZE, 1973). TIMINGER (1974) determinou que este fator varia entre 0,55 e 0,75, dependendo da importância do valor de aquisição, da taxa de juros e do período de depreciação. KUNZE sugere usar, sob condições européias um fator de correção de 0,63. No entanto BENDZ et al. (1974) sugerem em seu estudo sobre exploração e transporte florestal nas regiões tropicais um fator de 0,6. Até agora o valor de aquisição era multiplicado por 0,5 porque o juro simples era aplicado na metade do período de depreciação da máquina (SPEIDEL, 1966).

— **Seguros:** Devido ao constante perigo a que estão expostas as máquinas durante os trabalhos florestais é recomendável assegurá-las contra perda total ou parcial.

— **Impostos:** neste item anotam-se os custos devido a pagamentos de taxas rodoviárias e outras.

— **Garagem:** geralmente as máquinas florestais dispõem de instalações co-

bertas onde estas são guardadas e conservadas. Portanto deve-se anotar neste item o aluguel proporcional destas instalações.

Se para estes 4 itens não existem dados disponíveis, recomenda-se usar um valor estimado correspondente a 5-10% do valor de aquisição.

2.1.2. Custos semifixos

Os custos semifixos são calculados por hora de uso (hu). Os itens que formam estes custos são:

- depreciação (D)
- consertos (C)

Tanto a depreciação como os consertos podem ser calculados em forma sumária tanto para a máquina como seus acessórios e equipamentos adicionais, ou em forma individual em caso que as diferentes partes apresentam um desgaste desigual.

— **Depreciação (D)**: corresponde à distribuição dos custos de aquisição da máquina e/ou de suas partes por separado nas horas de uso dessa máquina. Esta forma de depreciação para o cálculo da rentabilidade do emprego de máquinas não deve ser confundido com a depreciação contábil, que obedece a razões fiscais.

No cálculo dos custos de depreciação distinguem-se os seguintes conceitos:

Valor de aquisição (Va): veja 2.1.1.: juros.

Tempo total de uso (H): corresponde ao período de uso da máquina em horas, ou seja a vida útil após da qual não vale a pena continuar usando-a devido ao aumento sobre-proporcional dos custos de consertos.

Envelhecimento técnico (N): corresponde ao máximo tempo de uso em anos no qual a máquina pode ser usada economicamente. Acontece que muitas máquinas são usadas só algumas vezes durante o ano, não alcançando sua vida útil (horas) dentro do prazo do envelhecimento técnico.

Após deste prazo ela pode seguir em boas condições de uso, mas tecnicamente envelhecida para competir com as novas máquinas no mercado, ou a carroceria começa a ser destruída pela ferrugem em-

bora, o motor não tinha atingido o tempo total de uso e se encontra portanto ainda em bom estado.

Valor residual (Vr): após completar o tempo total de uso ou seu envelhecimento técnico, a máquina está ainda muitas vezes em condições de servir nas mesmas operações em que trabalhou ou mais leves, por 1 a vários anos. Nesse caso a máquina tem um valor de revenda que é importante introduzir nos cálculos dos custos/hora, já que isto faz diminuir os custos de depreciação e pelo conseguinte os custos/hu.

Horas efetivas de uso (hf): são as horas de uso que atinge a máquina em média durante 1 ano.

De quantas horas de uso dispomos ao ano? Se consideramos que existem aproximadamente 250 dias úteis disponíveis ao ano (excluído: sábado, domingo e feriados nacionais) e que o regime de trabalho corresponde a 8 horas/dia, teríamos no máximo: 2.000 horas de uso anual. Porém estas 2.000 horas devem ser reduzidas no mínimo em 15% devido a dias de chuva, consertos, manutenção etc. (1.800 horas de uso). Considera-se ainda um bom grau de aproveitamento se a máquina trabalha 67% das possíveis horas de uso, isto é, 1.400 hu. Logicamente isto só é válido para um turno de 8 horas. Quanto mais onerosa a máquina tanto mais importante é que ela consiga depreciar antes de ficar obsoleta. Nestes casos recomenda-se trabalhar 1½ até 2 turnos ao dia (12-16 horas).

Limite mínimo de uso anual (U): este parâmetro, também chamado **umbral** indica o período mínimo de uso ao ano que garante completar o tempo total de uso (especificado pela fábrica) antes que a máquina fique obsoleta ou seja ultrapassado o prazo do envelhecimento técnico. Este valor calcula-se através do quociente:

$$U = \frac{H}{N}$$

Se este quociente for maior que as horas efetivas de uso anual o tempo total de uso atingir-se-á após o envelhecimento técnico e se for menor o tempo total de uso atingir-se-á antes de ficar obsoleta.

O cálculo de depreciação depende, principalmente do umbral:

$$a) D = \frac{Va - Vr}{H}, \text{ quando } U \leq hf$$

$$b) D = \frac{Va - Vr}{N \cdot hf}, \text{ quando } U > hf$$

No caso a) a máquina fica depreciada antes ou até se cumprir o prazo de envelhecimento técnico.

No caso b) deprecia-se a máquina só pelas horas efetivas de uso atingidas até seu envelhecimento técnico ($N \times hf$), quer dizer que os custos de depreciação serão mais altos, já que o tempo total de uso não é completado antes de ficar obsoleta, dividindo $Va - Vr$ por um denominador menor ($N \times hf < H$).

Exemplo:

$$\begin{aligned} a) \quad H &= 9.000 \text{ hu} \\ N &= 6 \text{ anos} \\ hf &= 1.600 \text{ hu} \\ U &= H : N = 1.500 \text{ hu} \end{aligned}$$

período de depreciação: $H : hf = 5,6$ anos por conseguinte deprecia-se antes de N .

$$D = \frac{Va - Vr}{9000}$$

$$\begin{aligned} b) \quad H &= 9.000 \text{ hu} \\ N &= 6 \text{ anos} \\ hf &= 1.400 \text{ hu} \\ U &= H : N = 1.500 \text{ hu} \end{aligned}$$

Período de depreciação: $H : hf = 6,4$ anos, por conseguinte não alcança a depreciar-se antes de N ; ela depreciar-se-á em 8.400 hu em vez de 9.000 hu.

$$D = \frac{Va - Vr}{8.400}$$

— **Consertos (C):** Durante o período de depreciação a máquina deverá ser consertada por diversas razões. Estes custos

calculam-se através do produto: custos de depreciação e coeficiente de consertos:

$$C = D \times c, \text{ quando } U \leq hf$$

mas, se for o caso que as horas efetivas sejam menores que o umbral, então dever-se-á corrigir estes custos através do quociente $\frac{N \cdot hf}{H}$, pois se a máquina não

atinge o tempo total de uso porque as horas efetivas são menores que o umbral, o desgaste da máquina também será menor, portanto é de esperar que os consertos diminuam na mesma proporção:

$$C = D \times c \times \frac{N \cdot hf}{H}, \text{ quando } U > hf$$

O método explicado para determinar os custos de consertos corresponde ao cálculo linear. Porém é também possível calcular os custos de consertos em forma progressiva: quanto mais velha a máquina, tanto maior o aumento dos consertos (veja fig. 2).

O coeficiente de conserto depende do tipo de trabalho a ser efetuado pela máquina e se os acessórios e equipamentos adicionados são depreciados em forma conjunta ou separada, pois como é lógico cada parte tem seu próprio coeficiente de consertos. A tabela do Apêndice I indica para algumas máquinas, acessórios e equipamentos adicionais os valores médios para tempo total de uso, envelhecimento técnico e coeficiente de consertos válido na R.F. da Alemanha.

2.1.3. Custos variáveis

Estes compõem-se dos custos de combustível e lubrificantes.

— **Combustível:** calcula-se através do consumo por hora motor. Este valor pode ser estimado através de um acréscimo de 10-20% do consumo indicado pelo fabricante ou pelo fator de consumo 0,14 litro de óleo Diesel por hora motor e por HP (BENDZ et al., 1974).

No caso de calcular os custos por hora de uso dever-se-á reduzir o consumo de combustível em aproximadamente 10 a 20%.

Custo de combustível: fator de consumo x 0,9 ou 0,8 x Cr\$ por litro.

— **Lubrificante:** os custos de lubrificantes se estimam por acordo internacional em aproximadamente 20% dos custos do combustível consumado (excluindo a moto-serra).

Devido ao fato de que o óleo Diesel encontra-se subvencionado, ficando por baixo dos custos reais a estimativa certa para os custos de lubrificantes deveria-se obter com um fator de 30 a 40%.

2.2. Custos de pessoal

Estes custos são igualmente custos variáveis e estão formados pelos custos de operação (maquinista, ajudantes) e custos de manutenção.

— **Custos do pessoal de operação:** estes custos calculam-se tanto para maquinista(s) como ajudante(s) dividindo o respectivo salário bruto/mês (incluindo 86% de encargos sociais e outras garantias) pelas horas de trabalho/mês de acordo com a tarifa de trabalho.

— **Custos de manutenção:** estes se estimam por acordo internacional em 15% do custo/hora do maquinista, podendo atingir 25% se a máquina requer de uma lubrificação acima da média.

2.3. Custos de administração

Todo trabalho florestal como qualquer outro precisa, além dos operários que fazem o trabalho, de técnicos para dar as instruções e controlar o trabalho, de meios de transporte, e da infra-estrutura administrativa central (contador, chefe de pessoal, secretários, gerentes, diretores etc.).

O custo de administração pode-se calcular, também por convenção, como uma percentagem dos custos diretos ou seja da soma dos custos da máquina e do pessoal. Sugere-se usar 5-15% dos custos diretos.

2.4. Custos de empreitada

No caso que um trabalho seja efetuado pelo empreiteiro e não pela própria empresa (proprietários da floresta) deverão se acrescentar os custos totais/ha em:

- 5-10% por risco,
- 10% de lucro e
- 8% pelo imposto fiscal

3. RESUMO

Neste trabalho é apresentado uma metodologia simples para o cálculo de custos por hora de uso de máquinas florestais, baseada numa proposição da FAO/ECE. É sugerido um esquema apropriado tanto para o cálculo *a priori* como *a posteriori* do custo horário.

4. LITERATURA CITADA

1. BENDZ, M. et alii, **Logging and log transport in tropical high forest**. Rome, FAO, 1974. 88 p. (FAO Forestry Paper, 18).
2. KUNZE, K. Gedanken zur Zinskostenberechnung. *Der Forst - und Holzwirt*, 28(1): 4-6, 1973.
3. KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK. **Anweisung zur Herleitung von Maschinenbetriebskosten in der Forstwirtschaft**. 1. Aufl. Buchschlag KWR, 1971. Band 12.
4. SPEIDEL, G. **Economia florestal**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Faculdade de Florestas, 1966. 167 p.
5. STOHR, G. **Untersuchungen über die Eignung mobiler Kurzstreckenseilkranne bei Durchforstungen am Steilhang**. München Universität, 1974. 273 p. (Dissertation).
6. STREHLKE, E.G. et alii. **Forstmaschinenkunde**. Hamburg, Paul Parey, 1970. 277 p.
7. TIMINGER, J. **Kalkulationsschema für die Errechnung der Maschinenkosten**. München, Universität, 1974. Skriptum.

APÊNDICE 1

Valores estimados para o cálculo de custos de máquinas sob as condições da R.F. da Alemanha¹

Maq./Acessório/Equip.	Horas totais de uso (H) hora motor	Envelhecimento técnico anos (N)	Coefficiente de conserto (c)
Trator articulado	10.000	8	1,0
pneus	2.000	—	—
Trator agrícola-florestal > 30 PS	8.000	8	1,2
pneus	2.000	—	—
Trator de esteira	8.000	8	1,7
esteiras	2.000	—	—
Moto-serra (para 1 operário)	2.000	5	0,8
correntes	200	—	—
Guincho florestal montado em trator	6.000	8	1,0
cabos	500	—	—
Guindaste hidráulico	10.000	8	0,6
Descascadeira (acionada por trator)	10.000	8	0,8
Carro-reboque p/ trator	8.000	10	0,5

1 — Fonte: STRELKE et al., 1970 — adaptado.

APÊNDICE II

Esquema para o cálculo de custos/hora de máquinas florestais
(segundo FAO/ECE — 1956 e KWF 1971, adaptado)

	Cr\$/ano	Cr\$/hu
1. Custo da máquina		
1.1. Custos fixos		
— Juros ($Va \cdot f \cdot \frac{j}{100}$)	.....
— Seguros	.....
— Impostos	.....
— Garagem	.....
	$Cf = \dots + \dots$	
$Cf \div hf = Cr\$/hu$		$S_1 = \dots$
1.2. Custos semifixos		
— Depreciação a) $D_1 = \frac{Va - Vr}{H}$, quando $U \leq hf$		.....
b) $D_2 = \frac{Va - Vr}{N \cdot hf}$, quando $U > hf$		.....
— Consertos a) $C_1 = D_1 \cdot c$ $U \leq hf$		.....
b) $C_2 = D_2 \cdot c \cdot \frac{N \cdot hf}{H}$, $U > hf$		$+ \dots$
		$S_2 = \dots$

1.3. Custos variáveis	
— Combustível ($1/hu \cdot \text{Cr}\$/1$)	.....
— Lubrificante ($\bar{x} = 30\%$ do combustível)	+
	$S_3 = \dots\dots$
1.4. Subtotal custos da máquina (Σ 1.1, 1.2, 1.3)	$S_4 = \dots\dots$
2. Custos do pessoal	
2.1. Maquinista(s) ($N^\circ \cdot \text{Cr}\$/h$) *	.....
2.2. Ajudante(s) ($N^\circ \cdot \text{Cr}\$/h$) *	.....
2.3. Manutenção ($\bar{x} = 15\%$ do maquinista)	+
2.4. Sub-total custo do pessoal	$S_5 = \dots\dots$
3. Custos diretos (Σ 1., 2.)	$S_6 = \dots\dots$
4. Custos de administração (5% — 15% de 3.)	$S_7 = \dots\dots$
5. Custo total/hu (Σ 3., 4.)	$S_8 = \dots\dots$
6. Empreiteiro	
6.1. Risco ($\approx 5\%$ de 5.)	.....
6.2 Lucro ($\approx 10\%$ de 5.)	.....
6.3. Imposto fiscal de (8% de 5.)	.....
6.4. Custo empreiteiro (Σ 6.1, 6.2, 6.3)	$S_9 = \dots\dots$
7. Custo total/hu incluindo empreitada (Σ 5., 6.)	$S_{10} = \dots\dots$

Símbolos

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

hf = horas efetivas de uso anual

hu = hora de uso

Va = valor de aquisição (Cr\$)

f = fator de correção do juro simples ($\approx 0,6$)

j = taxa de juro anual

D = depreciação

Vr = valor residual (Cr\$)

H = tempo (horas) total de uso (indicação da fábrica)

N = envelhecimento técnico (anos)

U = limite mínimo de uso anual (umbral) $U = H \div N$

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos

$$* \text{Cr}\$/h = \frac{\text{salário bruto/mês (incl. encargos sociais)}}{\text{horas de trabalho/mês}}$$