

**INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA  
XII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias**

**MÉTODO COMPARATIVO-ESTATÍSTICO PARA AVALIAÇÃO DE MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS**

**Oliveira, Angelo Megumi de**  
Engenheiro Mecânico-Aeronáutico, CREA/PR 79483/D.  
Av. Vicente Machado, 445 – 5º andar – Centro  
Cep 80420-010 – Curitiba/PR  
Fone: (41) 3883 8868 – Fax: (41) 3883 8860  
e-mail: [angelom@afpr.pr.gov.br](mailto:angelom@afpr.pr.gov.br)

**Resumo:** *O método corresponde a uma alternativa ao consolidado método Hélio de Caires, sendo que sua principal idéia é a de comparar o bem avaliando com uma amostra de bens que lhe seja similar: forma-se a amostra e a partir desse ponto, analisa-se os dados através de recursos estatísticos. Com o desdobramento em 4 (quatro) exemplos e de uma ferramenta adicional, expõe-se o poderio do método a avaliações de máquinas e equipamentos. Primeiramente, abordou-se um caso simples, com intuito de se mostrar a idéia central dessa ferramenta, seguida de uma aplicação do método propriamente dita, destacando as diversas etapas a serem obedecidas. Após isso, foi ilustrada a aplicação do método, ajustando-se o fator de comparação de valor de novo e após o fator de estado físico dos bens da amostra e do avaliando, através de uma conjugação com o método Hélio de Caires, inclusão de todos os fatores, análise dos resultados, bem como, obteve-se uma função dependente dos coeficientes de manutenção e trabalho provenientes das tabelas pertencentes a este método. Finalizando, foram feitos comentários gerais a respeito da utilização da técnica e seus possíveis desdobramentos.*

**Palavras-chave:** *Engenharia de Avaliações, Método Comparativo, Máquinas e Equipamentos, COBREAP*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o método mais utilizado para avaliação de máquinas e equipamentos é o conhecido como Hélio de Caires. Ao longo dos últimos anos sua contribuição foi decisiva neste ramo do campo de avaliações. A dificuldade em se encontrar dados de mercado, tornou-o o mais popular dos métodos aplicáveis a este tipo de trabalho entre os avaliadores, devido à enorme abrangência de sua aplicação. Com a evolução ocorrida nos meios de comunicação e principalmente com o advento da *internet*, a dificuldade de comparação com dados de mercado diminuiu e a utilização do método comparativo tornou-se mais próxima da realidade.

Como este método é baseado em dados de mercado, ele tem como principal vantagem é o fato dele ser referenciado no mercado, o que produz um resultado, a princípio, mais condizente com o real. Tanto é que a norma NBR 14653-1<sup>1</sup> que norteará a futura norma NBR 14653-5<sup>2</sup> (em fase de desenvolvimento) recomenda que esta seja a técnica utilizada preferencialmente.

Devido à falta de referência bibliográfica nesse assunto, o presente trabalho visa a contribuir para o fortalecimento do acervo teórico a respeito do assunto, legitimando o uso de técnicas alternativas, mais adaptadas ao nosso cotidiano, bem como aguçar a produção de outros trabalhos que venham a contribuir com o desenvolvimento da Engenharia de Avaliações no Brasil.

---

1 Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais

2 Avaliação de bens – Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral

## 2. O MÉTODO

A idéia central do método é bastante simples: tentar homogeneizar diferenças encontradas entre a amostra e o objeto de análise. Começando-se pelo bem a ser avaliado, coletam-se dados de bens similares a ele de forma a se compor a amostra – a qualidade da mesma dependerá da quantidade de itens e principalmente da similaridade destes com o bem de referência. Em seguida busca-se o valor de novo para todos os bens envolvidos: o do avaliando e os da amostra. Considerando-se que o valor de mercado de um bem mantém uma relação de proporcionalidade com o valor de novo – ou seja, o que se chama comumente de depreciação (D)<sup>3</sup> – pode-se a partir daí encontrar para cada componente da amostra o respectivo D que será função da idade do bem<sup>4</sup>. Com isso, espera-se que a princípio, tenha-se homogeneizado fatores de capacidade, marca e demais características ficando o parâmetro D em função da idade do bem.

Com isso, estão reunidas as condições necessárias para utilização de um modelo de regressão de D em função da idade do bem o que possibilita a obtenção da equação para a amostra obtida através de adequados calculadora ou programa de computador. Sendo assim, basta obter-se o valor de D correspondente à idade do bem, por via da equação obtida e multiplicá-lo pelo valor de novo do bem avaliando resultando no valor de avaliação. O que pode ser resumido em 4 (quatro) macro-processos: coleta de dados, obtenção de D, modelo de regressão e valor de avaliação.

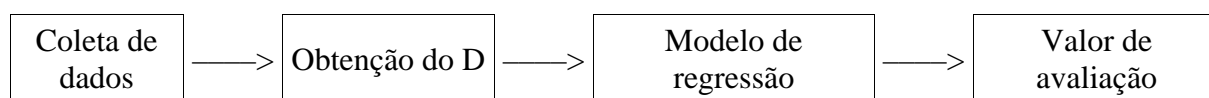


Figura 1 – Fluxograma dos macro-processos do modelo

- 
- 3 Na verdade depreciação seria  $D^* = (1-D)$ , implicando em: quanto maior a depreciação maior seria  $D^*$ , estabelecendo-se assim uma relação de coerência. Entretanto, este é uma nomenclatura já é consolidada e creio que tal distinção no trabalho só viria a trazer confusões.
  - 4 Caso os bens da amostra tenham a mesma idade poderá ser feita diretamente a média dos respectivos parâmetros ou mesmo a escolha de um novo parâmetro relevante (e.g. horas de trabalho).

### 3. IDÉIA CENTRAL

Primeiramente, inicia-se com um exemplo bastante simplificado de aplicação do método, objetivando ilustrar a idéia básica envolvida: trabalhar com o parâmetro D. Os dados foram obtidos em outubro de 2005.

Objeto avaliando: Condensador evaporativo MADEF CE 500, ano de fabricação 1995.  
Valor de novo: R\$ 45.150,00

Oferta: Condensador evaporativo MADEF CE 200, ano de fabricação 1995 – R\$ 16.900,00  
Valor de novo: R\$ 27.300,00

Fontes: Hengenharia – Equipamentos e Projetos Industriais  
Madef Indústria e Comércio S/A

$$D = 16900/27300 = 0,619$$

O valor acima se refere à amostra, como só há um item na amostra ele será igual ao respectivo parâmetro do bem avaliando, implicando em:

$$\text{Valor de avaliação (VA)} = 0,619 \times 45150 = \text{R\$ } 27.950,00$$

Ao se utilizar esse procedimento, assume-se que ambos os condensadores de mesma marca, mesmo ano de fabricação, diferentes apenas pelo modelo, possuem a mesma curva de depreciação. Neste caso, teoricamente, todos os fatores foram homogeneizados, inclusive a idade, só que esta é uma situação muito atípica, fruto de grande coincidência, mas como exemplo espera-se que tenha sido esclarecedora. Adiante, amplia-se o raciocínio aplicando-se o método de uma forma mais genérica.

#### 4. UTILIZANDO-SE A ESTATÍSTICA

Neste exemplo, procurou-se demonstrar a capacidade de aplicação do método, através da hipótese de similaridade da amostra. Partiu-se de um compressor e através de ofertas anunciadas de compressores da mesma marca e do preço referente a equipamentos novos com especificações semelhantes (visto que as ofertas anunciadas correspondem a modelos não mais fabricados), construiu-se um modelo de regressão. Os dados se referem a fevereiro de 2006.

Objeto avaliando: Compressor de ar estacionário ATLAS-COPCO, modelo GA 22-100 com capacidade de 123 m<sup>3</sup>/h a 7,5 bar de pressão de saída, ano de fabricação 1995.

Valor de novo: R\$ 27.000,00

É importante que o valor de x do objeto avaliando esteja contido no intervalo da amostra, para não se incorrer em extrapolação, ao invés de interpolação. Um motivo pelo qual que isto não deva feito, é o fato de que o valor de um elemento que esteja fora do intervalo da amostra pode mudar o formato da curva de depreciação, tornando o resultado obtido não confiável.<sup>5</sup>

Tabela 1 – Ofertas de mercado para compressores da marca Atlas-Copco

Modelo	Fabricação	Oferta	Modelo atual <sup>6</sup>	Novo	Idade(x)	D
GA 30C-125FF	2002	R\$ 27.400,00	GA 30C-125FF	R\$ 38.900,00	4	0,704
CR6	1963	R\$ 11.000,00	GA 37	R\$ 59.100,00	43	0,186
DR4	1965	R\$ 13.000,00	GA 90C	R\$ 100.200,00	41	0,130
PR365GD	1972	R\$ 16.000,00	XA186	R\$ 88.300,00	34	0,181
PR700CUD	1976	R\$ 26.000,00	XAS 360	R\$ 163.791,00	30	0,159
XA80	1988	R\$ 12.000,00	XAS 96	R\$ 67.200,00	18	0,179
XA90	1997	R\$ 32.000,00	XAS 96	R\$ 67.200,00	9	0,476
XA120	1988	R\$ 19.000,00	XAS 136	R\$ 74.800,00	18	0,254
XA350	1987	R\$ 52.000,00	XAS 360	R\$ 163.791,00	19	0,317

Fontes: Hengenharia – Equipamentos e Projetos Industriais  
Metramaq Equipamentos Pesados  
Atlas Copco Brasil Ltda

5 Para um melhor entendimento sobre o problema de se utilizar extrapolações, recomenda-se consultar livros de Estatística.

6 Caso a marca e o modelo do equipamento coincidam, isto é, os objetos só diferem pelo ano de fabricação, não se faz necessário obter o valor de D. Em seu lugar, é utilizado o valor da oferta de mercado, ou seja, obter-se-á um gráfico de VA em função de x, diretamente.

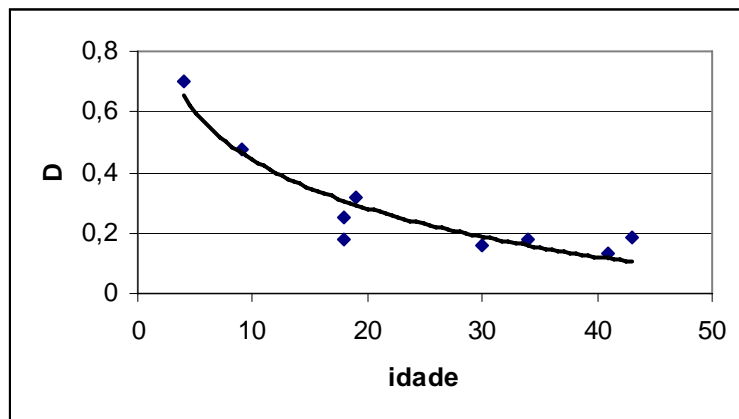


Figura 2 – Curva de regressão para os compressores dados

Após a aplicação do modelo de regressão foi obtida a seguinte equação:

$D = 0,973 - 0,231 \cdot \ln(x)$  com  $R^2 = 0,895^{(7)}$ , o que implica em  $D(11) = 0,419$  e  $VA = 0,419 \times 27000 = R\$ 11.313,00$ .

Ao se concentrar a atenção no ponto correspondente ao compressor modelo XA80, constata-se que a utilização de um equipamento similar neste caso, pelo fato de o compressor não ser mais fabricado, provocou uma diminuição excessiva no valor de D, ou seja, este valor é menor do que deveria ser. Isso porque o equipamento novo usado para comparação tinha uma capacidade maior que o bem em questão (o que pode ser constatado no gráfico, pois o ponto em questão é o mais afastado da curva de regressão). Algo interessante é que o mesmo equipamento é usado de referência na linha que se segue na tabela (modelo XA90), mas como se trata de um compressor de maior capacidade, o que no caso isso significa maior similaridade, este efeito é suavizado (o que teoricamente deveria acontecer mesmo). E se se comparar com a outra linha abaixo (modelo XA120), tem-se um compressor da mesma idade, com uma grande diferença de valor.

Para que este problema seja contornado, pode ser verificado o preço do compressor novo correlato imediatamente abaixo na escala de capacidade, dando assim condições de se estabelecer uma relação de proporcionalidade entre os compressores novos de modo a corrigir esta distorção, o que é analisado adiante.

---

7 Esse é um parâmetro fundamental em um modelo de regressão, variando-se entre 0 (zero) e 1 (um), sendo que o valor unitário indica perfeita correlação. A análise sobre a validade do modelo passa por esse ponto, pois se o coeficiente de correlação for muito baixo, significa que o modelo não está adequado ao problema. Uma provável causa deste é a heterogeneidade da amostra.

## 5. CORRIGINDO O VALOR DE NOVO

O problema de alguns dos modelos dos objetos que são avaliados não serem mais fabricados é bastante comum, para isso, desenvolveu-se este exemplo, por meio do qual se espera que se chegue a um resultado mais confiável.

Tabela 2 – Ofertas de mercado para compressores da marca Atlas-Copco

Modelo	Oferta	Modelo atual	Novo	Idade(x)	D
GA 30C-125FF	R\$ 27.400,00	GA 30C-125FF	R\$ 38.900,00	4	0,704
CR6	R\$ 11.000,00	GA 37	R\$ 59.100,00	43	0,186
DR4	R\$ 13.000,00	GA 90C	R\$ 100.200,00	41	0,130
PR365GD	R\$ 16.000,00	XA186	R\$ 88.300,00	34	0,181
PR700CUD	R\$ 26.000,00	XAS 360	R\$ 163.791,00	30	0,159
XA80	R\$ 12.000,00	XAS 96	R\$ 57.750,66	18	0,208
XA90	R\$ 32.000,00	XAS 96	R\$ 61.515,98	9	0,520
XA120	R\$ 19.000,00	XAS 136	R\$ 72.811,91	18	0,261
XA350	R\$ 52.000,00	XAS 360	R\$ 159.414,11	19	0,326

Foram corrigidas as 4 (quatro) últimas linhas da tabela acima, que foram extraídas do tópico anterior, através de uma interpolação, dado que a numeração dos modelos indica capacidade. No caso dos modelos XA80 e XA90, devido à falta de dados, obriga-se o uso de uma extrapolação. No entanto, assume-se o risco com fins didáticos.

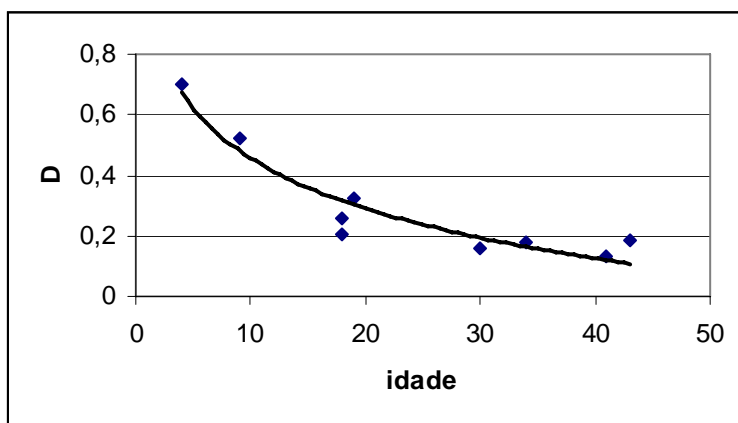


Figura 3 – Curva de depreciação ajustando-se o valor de novo

Após ser aplicado o modelo de regressão a seguinte equação é obtida:

$D = 1,005 - 0,239 \cdot \ln(x)$  com  $R^2 = 0,915$ , o que implica que  $D(11) = 0,433$  e  $VA = 0,433 \times 27000 = R\$ 11.691,00$ .

Desse modo, chegou-se ao valor de avaliação através multiplicação do valor de novo

do bem pelo valor de  $D$  obtido da equação acima. Assumiu-se que a amostra era similar e por isso não foi feita nenhuma consideração a respeito do estado físico dos bens. No que tange o aspecto físico do equipamento, pode ser agregado ao método um fator que o considere, trazendo um ganho de qualidade à avaliação, como é tratado a seguir.



## 6. CONSIDERANDO-SE O ESTADO FÍSICO

Um pressuposto que foi feito pelo modelo é de que a amostra seja similar ao objeto avaliando de modo que o resultado seja um valor de avaliação mais fidedigno. No entanto, o procedimento de restringir elementos da amostra pode vir a esgotar os dados disponíveis, pois tais elementos possuem diferentes estados de conservação, ou seja, na prática eles são heterogêneos entre si. O que deve ser averiguado é se essa diferença é desprezível ou não. Caso seja considerável ou se queira um melhor nível de precisão, o modelo pode ser conjugado com o método Hélio de Caíres através da função que considera fatores de manutenção e de trabalho, de sorte que a amostra seja mais bem aproveitada. Aplica-se assim o método para o segundo caso com valores de coeficientes de manutenção e trabalho arbitrados com referência nos dados que se possuía sobre cada elemento da amostra.

Tabela 3 – Valores para coeficiente de manutenção (CM) e de trabalho (CT)

	CM	CT
0	Inexistente	Nulo
5	Sofrível	Leve
10	Normal	Normal
15	Rigorosa	Pesado
20	Perfeita	Extremo

Tabela 4 – Valores da função  $f(\text{CM}, \text{CT})$

CM/CT	0	5	10	15	20
0	0,85	1,19	1,67	2,34	3,28
5	0,69	0,95	1,29	1,76	2,40
10	0,56	0,75	1,00	1,32	1,76
15	0,46	0,59	0,77	1,00	1,29
20	0,37	0,47	0,59	0,75	0,95

Tabela 5 – Valores  $D(t)$

$t/T^8$	$D(t)$	$t/T$	$D(t)$	$t/T$	$D(t)$	$t/T$	$D(t)$	$t/T$	$D(t)$	$t/T$	$D(t)$
0,00	1,00000	0,51	0,42777	1,02	0,09357	1,53	0,01601	2,04	0,00260	2,55	0,00042
0,01	0,99068	0,52	0,41623	1,03	0,09050	1,54	0,01545	2,05	0,00251	2,56	0,00041
0,02	0,98120	0,53	0,40600	1,04	0,08753	1,55	0,01491	2,06	0,00243	2,57	0,00039
0,03	0,97157	0,54	0,39592	1,05	0,08464	1,56	0,01439	2,07	0,00234	2,58	0,00038
0,04	0,96178	0,55	0,38598	1,06	0,08185	1,57	0,01389	2,08	0,00226	2,59	0,00036

8  $t/T$  corresponde à relação entre idade e vida útil

$t/T^8$	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)
0,05	0,95184	0,56	0,37620	1,07	0,07914	1,58	0,01341	2,09	0,00218	2,60	0,00035
0,06	0,94175	0,57	0,36657	1,08	0,07651	1,59	0,01294	2,10	0,00210	2,61	0,00034
0,07	0,93152	0,58	0,35709	1,09	0,07397	1,60	0,01249	2,11	0,00203	2,62	0,00033
0,08	0,92115	0,59	0,34777	1,10	0,07151	1,61	0,01206	2,12	0,00196	2,63	0,00032
0,09	0,91064	0,60	0,33862	1,11	0,06912	1,62	0,01164	2,13	0,00189	2,64	0,00030
0,10	0,90000	0,61	0,32962	1,12	0,06681	1,63	0,01123	2,14	0,00182	2,65	0,00029
0,11	0,88923	0,62	0,32079	1,13	0,06457	1,64	0,01084	2,15	0,00176	2,66	0,00028
0,12	0,87834	0,63	0,31212	1,14	0,06241	1,65	0,01046	2,16	0,00170	2,67	0,00027
0,13	0,86732	0,64	0,30362	1,15	0,06031	1,66	0,01010	2,17	0,00164	2,68	0,00026
0,14	0,85620	0,65	0,29528	1,16	0,05828	1,67	0,00974	2,18	0,00158	2,69	0,00025
0,15	0,84496	0,66	0,28711	1,17	0,05632	1,68	0,00940	2,19	0,00152	2,70	0,00025
0,16	0,83362	0,67	0,27910	1,18	0,05442	1,69	0,00907	2,20	0,00147	2,71	0,00024
0,17	0,82219	0,68	0,27126	1,19	0,05258	1,70	0,00876	2,21	0,00142	2,72	0,00023
0,18	0,81067	0,69	0,26359	1,20	0,05080	1,71	0,00845	2,22	0,00137	2,73	0,00022
0,19	0,79906	0,70	0,25608	1,21	0,04908	1,72	0,00816	2,23	0,00132	2,74	0,00021
0,20	0,78737	0,71	0,24874	1,22	0,04741	1,73	0,00787	2,24	0,00127	2,75	0,00021
0,21	0,77562	0,72	0,24156	1,23	0,04580	1,74	0,00760	2,25	0,00123	2,76	0,00020
0,22	0,76380	0,73	0,23454	1,24	0,04424	1,75	0,00733	2,26	0,00119	2,77	0,00019
0,23	0,75192	0,74	0,22769	1,25	0,04274	1,76	0,00707	2,27	0,00114	2,78	0,00018
0,24	0,73999	0,75	0,22099	1,26	0,04128	1,77	0,00683	2,28	0,00110	2,79	0,00018
0,25	0,72803	0,76	0,21446	1,27	0,03987	1,78	0,00659	2,29	0,00107	2,80	0,00017
0,26	0,71602	0,77	0,20808	1,28	0,03851	1,79	0,00636	2,30	0,00103	2,81	0,00017
0,27	0,70400	0,78	0,20186	1,29	0,03719	1,80	0,00613	2,31	0,00099	2,82	0,00016
0,28	0,69195	0,79	0,19579	1,30	0,03592	1,81	0,00592	2,32	0,00096	2,83	0,00015
0,29	0,67989	0,80	0,18988	1,31	0,03469	1,82	0,00571	2,33	0,00092	2,84	0,00015
0,30	0,66783	0,81	0,18411	1,32	0,03350	1,83	0,00551	2,34	0,00089	2,85	0,00014
0,31	0,65577	0,82	0,17850	1,33	0,03235	1,84	0,00532	2,35	0,00086	2,86	0,00014
0,32	0,64372	0,83	0,17302	1,34	0,03124	1,85	0,00513	2,36	0,00083	2,87	0,00013
0,33	0,63169	0,84	0,16770	1,35	0,03017	1,86	0,00495	2,37	0,00080	2,88	0,00013
0,34	0,61969	0,85	0,16251	1,36	0,02913	1,87	0,00478	2,38	0,00077	2,89	0,00012
0,35	0,60772	0,86	0,15746	1,37	0,02812	1,88	0,00461	2,39	0,00075	2,90	0,00012
0,36	0,59580	0,87	0,15255	1,38	0,02716	1,89	0,00445	2,40	0,00072	2,91	0,00012

t/T <sup>8</sup>	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)	t/T	D(t)
0,37	0,58392	0,88	0,14778	1,39	0,02622	1,90	0,00429	2,41	0,00069	2,92	0,00011
0,38	0,57210	0,89	0,14313	1,40	0,02531	1,91	0,00414	2,42	0,00067	2,93	0,00011
0,39	0,56035	0,90	0,13862	1,41	0,02444	1,92	0,00400	2,43	0,00065	2,94	0,00010
0,40	0,54867	0,91	0,13423	1,42	0,02360	1,93	0,00386	2,44	0,00062	2,95	0,00010
0,41	0,53706	0,92	0,12996	1,43	0,02278	1,94	0,00372	2,45	0,00060	2,96	0,00010
0,42	0,52554	0,93	0,12582	1,44	0,02199	1,95	0,00359	2,46	0,00058	2,97	0,00009
0,43	0,51411	0,94	0,12179	1,45	0,02123	1,96	0,00347	2,47	0,00056	2,98	0,00009
0,44	0,50277	0,95	0,11789	1,46	0,02050	1,97	0,00334	2,48	0,00054	2,99	0,00009
0,45	0,49154	0,96	0,11409	1,47	0,01979	1,98	0,00323	2,49	0,00052	3,00	0,00008
0,46	0,48041	0,97	0,11041	1,48	0,01910	1,99	0,00311	2,50	0,00050		
0,47	0,46940	0,98	0,10683	1,49	0,01844	2,00	0,00300	2,51	0,00049		
0,48	0,45851	0,99	0,10337	1,50	0,01780	2,01	0,00290	2,52	0,00047		
0,49	0,44774	1,00	0,10000	1,51	0,01718	2,02	0,00280	2,53	0,00045		
0,50	0,43710	1,01	0,09674	1,52	0,01658	2,03	0,00270	2,54	0,00044		

Objeto avaliando: Compressor de ar estacionário ATLAS-COPCO, modelo GA 22-100 com capacidade de 123 m<sup>3</sup>/h a 7,5 bar de pressão de saída, ano de fabricação 1995.  
Valor de novo: R\$ 27.000,00

Tabela 6 – Dados para o modelo conjugado com o de Hélio de Caires

Modelo	Idade	CM	CT	f(CM,CT)	Idade corrigida	D
GA 30C-125FF	4	10	5	0,75	3	0,704
CR6	43	10	10	1,00	43	0,186
DR4	41	10	10	1,00	41	0,130
PR365GD	34	10	10	1,00	34	0,181
PR700CUD	30	5	10	1,29	38,7	0,159
XA80	18	5	10	1,29	23,22	0,179
XA90	9	10	5	0,75	6,75	0,476
XA120	18	15	10	0,77	13,86	0,254
XA350	19	5	10	1,29	24,51	0,317

Aqui, os coeficientes foram aplicados de acordo com a descrição de cada compressor obtida na pesquisa e, nos casos em que foi possível, com as fotos disponíveis. Para objeto de avaliação foram considerados normais os coeficientes de trabalho e manutenção. É certo que este é um fator muito influente na qualidade do resultado, sendo assim, melhor será que se

obtenha o máximo de informações possíveis a respeito de cada elemento.

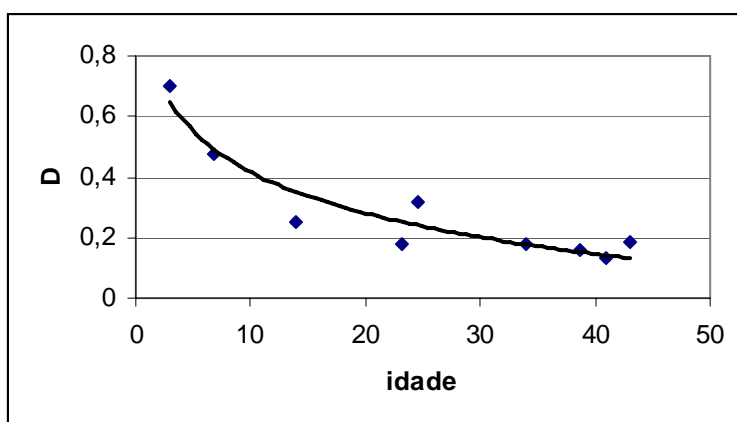


Figura 4 – Curva de depreciação considerando-se o estado físico

Após a aplicação o modelo de regressão, obtem-se a seguinte equação:

$D = 0,865 - 0,195 \cdot \ln(x)$  com  $R^2 = 0,906$ , o que implica que  $D(11) = 0,397$  e  $VA = 0,397 \times 27000 = R\$ 10.719,00$ .

Dessa forma, chegou-se ao valor de avaliação através da equação obtida com o modelo de regressão, ajustando-se a idade dos bens pelo método Hélio de Caires. A diferença entre o valor ajustado e o valor sem ajuste foi de aproximadamente 5% para mais em favor do valor sem ajuste. Tal diferença tende a cair à medida que se aumenta o número de elementos e a homogeneidade da amostra.

Se for aplicado o modelo baseando-se no exemplo anterior, extraído-se a idade deste exemplo e  $D$  do anterior, ou seja, considerando-se todos os fatores que foram matéria de exemplos, obtem-se o seguinte:

$D = 0,893 - 0,201 \cdot \ln(x)$  com  $R^2 = 0,922$ , o que implica que  $D(11) = 0,410$  e  $VA = 0,410 \times 27000 = R\$ 11.070,00$ .

Este é o resultado que apresenta a maior correlação que foi alcançada, comparando-se com os demais resultados o  $VA$  se situou entre os valores de R\$ 10.719,00 e R\$ 11.691,00, o que representa uma diferença de 9 % entre os limites do intervalo. Se essa diferença não justifica o esforço empregado (o que creio não ter sido grande), ao menos dá maior segurança quanto o resultado obtido.

Utilizando-se o método Hélio de Caires, através do seguinte procedimento:

Da tabela 3, aplicam-se coeficientes de manutenção e trabalho normais o que pela tabela 4, resulta num valor de  $f(CM,CT) = 1,00$ . Em seguida, multiplica-se  $f(CM,CT)$  por  $t/T$ , o que resulta em 0,73 ( para  $t=11$  e vida útil de 15 anos) e 0,55 (para  $t=11$  e vida útil de 20 anos)<sup>9</sup>, o que através da tabela 5, implica em:  $0,23454 < D_c < 0,38598$ . Se for considerado um valor residual de 10 % o parâmetro fica:  $D = 0,1 + 0,9 (D_c)$  o que implica em  $0,311086 < D_c$

9 Limites retirados de FILLINGER, Victor C. Vida Útil de Máquinas, Equipamentos e Instalações. Segundo a classificação do livro: (A) bens depreciables usados em todas as atividades, item 2.10 Equipamento de transporte – bombas, sopradores, compressores e similares.

$< 0,447382$  e  $R\$ 8.399,00 < VA < R\$ 12.079,00$ . O que representa uma diferença de 44 %.

Com relação ao uso dos coeficientes de manutenção e de trabalho, o grande problema é o de se fixar uma referência. Entretanto a importância daqueles no modelo é apenas relativa dado que todos os elementos (os da amostra e o avaliando) passarão por esse processo de correção e para que isso ocorra da melhor forma possível, às vezes é necessário que se tenha um maior grau de liberdade na atribuição dos valores de CM e CT. Em seguida, aborda-se esta questão.

## 7. A FUNÇÃO DO ESTADO FÍSICO

Aqui, determina-se a função dependente de CM e CT por meio de interpolações dos valores contidos na tabela 4, pois desse modo, são obtidas variações mais graduais na função que irá corrigir a idade do bem avaliando. Através de regressão múltipla é obtida a função que melhor expressa a massa de dados.

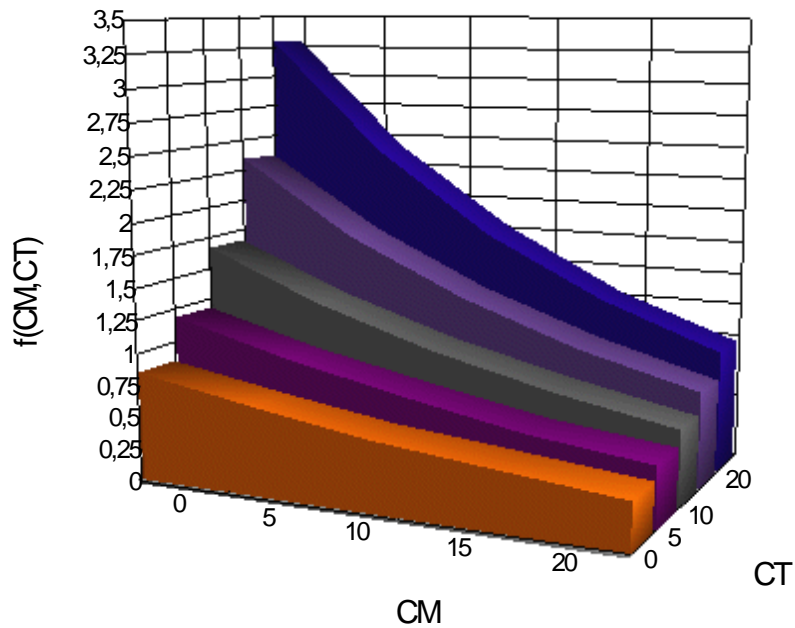


Figura 5 – Valores da função  $f(CM, CT)$

A função encontrada foi:

$$f(CM, CT) = 0,6564 - 0,01632 * CM + 0,11208 * CT - 0,00452 * CM * CT$$

Tabela 7 – Valores da função  $f^*(CM, CT)$ <sup>10</sup>

CM/CT	0	5	10	15	20
0	0,66	1,22	1,78	2,34	2,90
5	0,57	1,02	1,47	1,92	2,36
10	0,49	0,83	1,16	1,50	1,83
15	0,41	0,63	0,85	1,08	1,30
20	0,33	0,44	0,55	0,66	0,76

<sup>10</sup> Valor de  $f(CM, CT)$  após regressão

Para verificação da função obtida, será feito um teste de aderência do tipo Qui-Quadrado.

Tabela 8 – Valores do teste  $\{[f(\text{CM,CT})-f^*(\text{CM,CT})]^2\}/f(\text{CM,CT})$

CM/CT	0	5	10	15	20
0	0,04	0	0,01	0	0,04
5	0,02	0,01	0,03	0,01	0
10	0,01	0,01	0,03	0,02	0
15	0,01	0	0,01	0,01	0
20	0	0	0	0,01	0,04

Disso, tem-se que o somatório do teste é igual a 0,31 que é menor que 5,142<sup>11</sup>, aceitando-se a hipótese de aderência da amostra à função  $f^*(\text{CM,CT})$  para um nível de significância de 0,5%.

---

11 Valor para 16 graus de liberdade e nível de significância de 0,5% retirado de tabela para variável aleatória Qui-Quadrado

## 8. CONCLUSÕES

Em suma, foi apresentada esta visão com relação à utilização do método comparativo para máquinas e equipamentos, destacando-se a metodologia empregada e as possibilidades de aplicação do método.

No que diz respeito à metodologia empregada, o método apresenta-se de forma acessível ao pleno uso nas avaliações referentes a máquinas e equipamentos. A teoria envolvida é encontrada em qualquer livro de Estatística e no que concerne aos valores e gráficos obtidos, estes podem ser feitos com auxílio de programas de computador adequados, como uma planilha eletrônica, por exemplo.

Com relação às possibilidades que o método oferece, sinaliza-se ainda uma possibilidade de extensão do raciocínio aqui empregado: a curva de depreciação representa a forma que determinado bem perde o valor através do tempo, a referência que aqui foi utilizada é o presente, no entanto ela pode ser colocada no futuro. Por exemplo, se se houver interesse em vender posteriormente o bem em questão, o valor de D correspondente à época de sua alienação, retirado da curva de depreciação significa o quanto de percentagem de valor com relação ao novo – mesmo que de forma estimativa – o bem ainda conservará, ou seja, trata-se de uma forma de expressar o valor presente desse bem. Vista dessa forma, a curva de depreciação transforma-se numa ferramenta estratégica no que diz respeito à depreciação de bens móveis patrimoniais. Somando-se a isso, destacam-se os já explanados poder de aproveitamento da informação contida nos dados de mercado (diretamente ou com a conjugação do método com o de Hélio de Caires), a obtenção do valor de mercado e da curva de depreciação. Tudo isso alicerçado no maior comprometimento da avaliação com a situação de mercado.

Além da extensão citada no parágrafo anterior, um possível desdobramento desse trabalho seria uma abordagem sobre o tema da homogeneidade da amostra, visando à obtenção de indicativos que resultem numa maior especificação de cada elemento, indicando assim suas peculiaridades, ou seja, consideram-se o estado de manutenção, trabalho, similaridade com o equipamento novo, dentre outros fatores que se constatem relevantes. Outro trabalho relevante seria o de análise do efeito do tamanho da amostra aplicada ao caso de avaliações. Juntando-se a isto, tem-se o que foi comentado em algumas das notas de rodapé e no corpo do texto. A respeito de uma perspectiva em longo prazo, creio que a melhora qualitativa e quantitativa da base de dados de mercado (até mesmo através de centros especializados na coleta destes) existente no país incorra na possibilidade de uso de técnicas mais apuradas como é o caso da regressão múltipla.

Sendo assim, espera-se ter colaborado com o aumento do referencial teórico pertinente ao assunto, tão carente da formalização de novas idéias. Creio que a nova realidade, em que o avaliador está inserido, fará surgir muitos trabalhos referentes a avaliações de máquinas e equipamentos, não substituindo o método de Hélio de Caires, ele que fora um desbravador heróico do campo da Engenharia de Avaliações (posto que a sua época as dificuldades obtenção de dados em pesquisa eram enormes), mas unindo-se a ele.



## 9. RESUMO

O método corresponde a uma alternativa ao consolidado método Hélio de Caires, sendo que sua principal idéia é a de comparar o bem avaliando com uma amostra de bens que lhe seja similar: forma-se a amostra e a partir desse ponto, analisa-se os dados através de recursos estatísticos. Com o desdobramento em 4 (quatro) exemplos e de uma ferramenta adicional, expõe-se o poderio do método a avaliações de máquinas e equipamentos. Primeiramente, abordou-se um caso simples, com intuito de se mostrar a idéia central dessa ferramenta, seguida de uma aplicação do método propriamente dita, destacando as diversas etapas a serem obedecidas. Após isso, foi ilustrada a aplicação do método, ajustando-se o fator de comparação de valor de novo e após o fator de estado físico dos bens da amostra e do avaliando, através de uma conjugação com o método Hélio de Caires, inclusão de todos os fatores, análise dos resultados, bem como, obteve-se uma função dependente dos coeficientes de manutenção e trabalho provenientes das tabelas pertencentes a este método. Finalizando, foram feitos comentários gerais a respeito da utilização da técnica e seus possíveis desdobramentos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

DEVORE, J. L. *Probability and statistics for engineering and the sciences*, Duxbury Thomson Learning, 5<sup>nd</sup> edition, 2000.

FILLINGER, Victor C. “Vida Útil de Máquinas, Equipamentos e Instalações” *in* : *Avaliações para Garantias*. São Paulo: Pini, 1983.

GUJARATI, Damodar N. *Econometria Básica*. São Paulo: Makron Books, 3<sup>a</sup> ed., 2000.

NBR 8977 – *Avaliação de máquinas, equipamentos, instalações e complexos industriais*

NBR 14653-1 – *Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais*

## CURRICULUM VITAE

Angelo Megumi de Oliveira

Engenheiro Mecânico-Aeronáutico – CREA/PR 79483/D

Nascimento: 6 de maio de 1979 – Londrina/PR

Endereço: Av. Vicente Machado, 445 – 5º andar – Centro – Cep 80420-010 – Curitiba/PR

Fone: (41) 3883 8868 – Fax: (41) 3883 8860

e-mail: [angelom@afpr.pr.gov.br](mailto:angelom@afpr.pr.gov.br)

– Formação acadêmica:

Engenharia Mecânica-Aeronáutica

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Trabalho de graduação: Condicionamento de ar em aeronaves

Conclusão: 13/12/2003

– Formação profissional:

Analista – Engenharia Mecânica

Agência de Fomento do Paraná S/A

Área de atuação: Avaliação de máquinas e equipamentos

Início: Março de 2005

Estagiário de Engenharia da Qualidade

Avibras Indústria Aeroespacial S/A

Área de atuação: Homologação de produtos de Defesa

Período: Fevereiro a novembro de 2003

– Línguas estrangeiras:

Inglês – Leitura, fala e escrita

Francês – Leitura, fala e escrita com diploma expedido pelo Ministério da Educação Francês – *Diplôme Approfondi de Langue Française* (DALF)

– Informática:

Conhecimentos em nível de usuário em Windows, Word, Excel, Powerpoint, MatLab/Simulink, OpenOffice, Linux.