

**IBAPE – XII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, BELO HORIZONTE/MG.**

**AVALIAÇÃO DE NAVIOS COM REGRESSÃO LINEAR E COMPARAÇÃO
DOS RESULTADOS COM REDE NEURAL.**

Autores:

1) Morato, Paulo César Vidal

Eng.Mecânico, Crea/RJ 83-1-07037-5

Rua Eng.Coelho Cintra, 345/102, Rio de Janeiro/RJ; tel. 21-24623625; fax:21-38765716; e-mail: paulovidal@petrobras.com.br

2)Guedes, Jackson Carvalho

Eng. Civil, Crea 45428-D/RJ, Ibape-RJ (IEL)1292.

Rua Araujo Lima, 124, Rio de Janeiro/RJ; tel. 21-3876-5717; fax:21-.3876-2121;
e-mail:jacksonguedes@petrobras.com.br

1- ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR.

1.1-INTRODUÇÃO

O emprego da análise de regressão linear já está bastante difundido na Engenharia de Avaliações. Porém a utilização da inferência estatística tem se restringido às avaliações imobiliárias pelo método comparativo direto e às projeções de séries históricas para fundamentar avaliações pelo método da renda. Entretanto, a inferência estatística constitui-se em instrumento bastante útil na valoração de equipamentos, automóveis, aeronaves e embarcações.

O mercado internacional de compra e venda de embarcações usadas de grande porte normalmente é realizado por brokers ou empresas especializadas, os quais possuem anos e anos de experiência acumulada. Entretanto, quando se pede uma cotação de valor de um navio à tais pessoas, o que se obtém é um laudo contendo apenas um valor (normalmente em dolares americanos) baseada na experiência do broker e no seu acompanhamento diário do mercado, ou seja, não é apresentada nenhuma memória de cálculo, pesquisa de mercado de embarcações similares, ou qualquer metodologia de avaliação para se chegar no preço do navio.

O presente trabalho tem por objetivo oferecer uma opção ao referido procedimento, ao apresentar um modelo estatístico inferido para avaliação dos preços de navios petroleiros e químicos de grande porte, a fim de subsidiar todas as pessoas e empresas que operam no ramo petrolífero e afins, mais especificamente na produção e transporte de óleos e derivados. Entretanto, nada impede que a metodologia seja estendida para uso em outros ramos de transporte marítimo (grãos, containers, madeira, etc)

A metodologia descrita a seguir foi inicialmente desenvolvida para auxiliar nas negociações de compra e venda de navios novos e usados da Petrobras, no Brasil e no exterior. Mais recentemente, tem servido como estimativa de preços de navios usados a serem transformados e adaptados para Unidades Flutuantes de Produção e Armazenamento de Petróleo, as chamadas FPSO e FSO.

1.2- ETAPAS DO MÉTODO (Análise de Regressão)

O procedimento proposto é composto pelas seguintes etapas:

1.2.1- Vistoria e Preenchimento de Ficha Resumo do Navio a ser Avaliado:

A fim de facilitar e organizar o trabalho do avaliador, recomenda-se o preenchimento de uma ficha (ver Anexo I) contendo os dados mais relevantes do navio a ser avaliado, dados esses que normalmente o mercado considera como mais importantes na formação dos preços, tais como:

-nome do navio

- armador (proprietário do navio)
- bandeira (país onde está registrado)
- tipo: petroleiro, químico, de grãos, de containers, etc
- tipo de casco: simples ou duplo
- TPB ou DWT (tonelagem de porte bruto, em toneladas)
- ano de construção
- quantidade de motores e potência total instalada
- ano do último upgrade, caso tenha havido
- data de validade dos certificados de navegabilidade
- data das últimas docagens obrigatórias e em que estaleiros ocorreram

1.2.2- Pesquisa de Mercado

Levantamento de dados de mercado, através de pesquisa de navios similares àquele que se quer avaliar, de preferência no mercado internacional.

Esta pesquisa pode ser feita consultando-se revistas especializadas, brokers, internet e o próprio banco de dados do avaliador, para citar as fontes mais importantes.

No Anexo II, é mostrada uma ampla pesquisa de navios, a qual serviu de base para o presente trabalho.

1.2.3- Construção do Modelo Inferencial

Após a obtenção, no mercado, dos dados que compõem a amostra, parte-se para a construção do modelo inferido, que aplicado às características do navio que se quer avaliar, possibilitará estabelecer um intervalo de confiança, onde o avaliador poderá arbitrar o valor final.

Para a modelagem utilizamos uma amostra de navios usados à venda ou recentemente vendidos no mercado internacional, no período de 1994 à 1995, além de projeções de preços de navios novos para os anos de 1996 à 2000.

Dessa forma, obtivemos uma amostra total com 296 navios, sendo aproveitados 294, que nos permitiu obter, por meio de inferência estatística, uma equação de regressão onde correlacionamos a variável “PREÇO DO NAVIO” com as demais variáveis consideradas mais significativas na formação dos preços de mercado.

Foram pesquisadas as variáveis preço, porte bruto, idade, tipo de casco, tipo de navio e ano da pesquisa, sendo que todas elas explicaram, razoavelmente, a formação dos preços.

A equação inferida selecionada apresentou a seguinte forma:

$$\text{PREÇO} = e\{-A + B \times \text{Tempo} - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(\text{Tpb}) - G \times \text{Idade}\}$$

onde:

e = exponencial da expressão.

Preço = preço de venda do navio, dado pela exponencial da expressão, em US\$ milhões.

Tempo = ano de referência da avaliação, de 1994 à 2000 (previsão).

@oil = variável dicotômica, que assume valor 1 para navios petroleiros e 0 para os demais.

@chem = variável dicotômica, que assume valor 1 para navios químicos e 0 para os demais.

@db = variável dicotômica, que assume valor 1 para navios de casco duplo e 0 para os demais.

Tpb = porte bruto do navio, em toneladas.

Idade = anos de operação do navio, em anos. Para navios novos, entrar com Idade=0,1

A,B,C,D,E,F,G = variáveis numéricas.

Testadas as hipóteses nulas da regressão para a significância de 1% e dos regressores para 10%, foram as mesmas rejeitadas, admitindo-se a assertiva alternativa de que a equação é representativa da formação do valor sob a probabilidade mínima de 99%.

A equação inferida responde por 92,52% da formação do valor (coeficiente de determinação). Os outros 7,48% são atribuídos às perturbações devido à erros de medida, ao comportamento errático do ser humano e, finalmente, à outras variáveis que, embora não significativas, estão contribuindo para a formação do valor, ora positiva, ora negativamente.

1.3- APLICAÇÃO PRÁTICA (Análise de Regressão)

Através da Validação Cruzada, testou-se o modelo inferido com os próprios dados de transações passadas (navios usados) e estimativas futuras (navios novos) contidos na relação da pesquisa.

Em seguida, testou-se o modelo com os valores dos contratos de alguns navios em construção ou recentemente entregues na Petrobras, referente à Julho/1996.

Por último, usamos o modelo para modelar o preço hipotético de venda dos navios Cairú, José Bonifácio e Henrique Dias, todos da Petrobras, antes de serem transformados em Unidades Flutuantes de Produção, comparando os valores do modelo com estimativas obtidas junto à especialistas e brokers, também referente à 1996.

Para cada caso o modelo fornece intervalos de confiança contendo um limite inferior, um valor central e um limite superior, onde o avaliador poderá arbitrar o preço final com probabilidade de 99% de estar contido no mesmo (t de Student = 2,576 para 288 graus de liberdade).

NAVIOS USADOS

Descrição	Preço de venda	Ano da Transação	Limite Inferior	Valor Central	Limite Superior
	US\$ (milhão)				
Navio Chemical Venture, Químico, 29.427 Tpb, 13 anos de uso, casco simples	8.25	1994	8.05	9.00	10.06
Navio Europe, Petroleiro, 276.050 Tpb, 19 anos de uso, casco simples	10.30	1994	8.52	9.39	10.36
Navio Petrobulk Jaguar, Produtos Claros, 46.100 Tpb, 6 anos de uso, casco duplo	23.00	1994	18.80	21.89	25.53
Navio Consul, Produtos Claros, 59.650 Tpb, 20 anos de uso, casco simples	5.00	1995	4.38	4.95	5.59
Navio Oakwell, Petroleiro, 51.540 Tpb, 25 anos de uso, casco duplo	2.50	1995	2.07	2.52	3.07
Navio Stellar Hope, Químico, 9.070 Tpb, 4 anos de uso, casco duplo	15.20	1995	14.05	16.31	18.92

PROJEÇÕES PARA NAVIOS NOVOS

Descrição	Estimativa da Revista	Ano	Limite Inferior	Valor Central	Limite Superior
	US\$ (milhão)				
Navio Petroleiro, 37.500 Tpb, novo, casco duplo.	36.00	1996	32.34	36.53	41.27
Navio Petroleiro, 37.500 Tpb, novo, casco duplo.	41.00	1998	34.94	40.37	46.64
Navio Petroleiro, 37.500 Tpb, novo, casco duplo.	56.00	2000	36.34	44.59	54.74

**NAVIOS NOVOS RECENTEMENTE ENTREGUES NA PETROBRAS
(ANO DE 1996)**

Descrição	Preço do Contrato	Limite Inferior	Valor Central	Limite Superior
	US\$ (milhão)			
Navio Lindóia, produtos claros, 33.000 Tpb, casco duplo.	52.00 (CARO)	36.00	41.50	47.80
Navio Poti, produtos claros, 55.000 Tpb, casco duplo.	53.66 (PREÇO JUSTO)	45.90	52.90	60.90

NAVIOS DA PETROBRÁS EM ADAPTAÇÃO PARA UNIDADES FLUTUANTES DE PRODUÇÃO (Preço antes da adaptação)

Descrição	Valor Estimado Em 1996 (brokers)	Limite Inferior	Valor Central	Limite Superior
	US\$ (milhão)			
Navio Cairú, Petróleo, 290.067 Tpb, 22 anos de uso, casco simples	10.50	6.97	7.93	9.02
Navio José Bonifácio, Minério e Petróleo, 270.358 Tpb, 22 anos de uso, casco duplo	10.50	7.53	9.42	11.79
Navio Henrique Dias, Petróleo, 287.050 Tpb, 18 anos de uso, casco simples	10.50	10.53	11.82	13.26

OBS.: observe-se a imprecisão da estimativa dos brokers, pois embora os três navios tenham diferenças, receberam o mesmo valor estimado (US\$ 10,5 milhões), enquanto o modelo de regressão é sensível à tais diferenças, conforme se vê pelos valores diferentes dos intervalos de confiança.

ANEXO

FICHA RESUMO DO NAVIO

FICHA RESUMO DO NAVIO

1)INFORMAÇÕES GERAIS:

nome do navio: Brasiliense
proprietário (armador): Cia. ABC
bandeira (país de registro): Panamá
data da última docagem: julho/2000
local da última docagem: Brasil
data de validade dos certificados de navegabilidade: setembro/2005

2)DADOS TÉCNICOS:

tipo de navio: petroleiro
tipo de casco: duplo
porte bruto: 30.000 toneladas
ano de construção: 1990
ano do último upgrade importante: não houve
motores: 2 x 5000 HP

3)OBSERVAÇÕES IMPORTANTES (relatar):

ANEXO

BANCO DE DADOS DA PESQUISA DE MERCADO DE NAVIOS

Notas Explicativas da Pesquisa:

- tempo: ano em que foi coletado o dado; de 1996 à 2000 projeções de preço.
- @oil: se for navio de óleo bruto, entrar com 1
- @chem: se for navio químico, entrar com 1
- @prod: se for navio de outros produtos derivados, entrar com 1
- @db: se for navio de casco duplo, entrar com 1
- TPB: porte bruto do navio, em toneladas
- Idade: número de anos do navio; para navios novos = 0,1
- Preço: preço do navio no mercado internacional, em milhões de dolares
- Fonte: revistas especializadas, Brokers, banco de dados da Petrobras, etc

DADOS 1 À 294

R	TEMPO	@OIL	@CHEM	@PROD	@DB	TPB	IDADE	PREÇO
1	1994	0	1	0	0	9661	15	6,8
2	1994	1	0	0	0	232609	18	6,5
3	1994	0	1	0	0	6478	20	3,4
4	1994	0	0	1	0	13845	12	6,9
5	1994	0	1	0	0	6400	9	5,7
6	1994	1	0	0	0	94706	9	25,5
7	1994	1	0	0	0	94671	11	16
8	1994	1	0	0	0	269995	19	10,5
9	1994	0	1	0	0	9064	11	5,8
10	1994	0	1	0	0	29427	15	8,25
11	1994	1	0	0	0	267807	17	10,5
12	1994	1	0	0	0	28965	20	3,45
13	1994	1	0	0	0	276050	19	10,3
14	1994	1	0	0	0	150000	17	6,3
15	1994	0	0	1	1	46100	6	23
16	1994	0	0	1	1	46100	6	23
17	1994	0	1	0	1	3679	15	3,48
18	1994	1	0	0	0	56400	17	5,25
19	1994	1	0	0	0	31127	20	3,38
20	1994	1	0	0	0	57375	16	7,75
21	1994	1	0	0	0	254500	18	10,8
22	1994	1	0	0	0	6210	22	1
23	1994	0	0	1	1	43190	14	10,5
24	1994	1	0	0	0	268038	17	12,2
25	1994	0	0	1	1	28610	5	15,5
26	1994	0	1	0	0	7089	9	5,5
27	1994	0	0	1	1	22651	11	8,2
28	1994	0	1	0	0	9995	25	,95
29	1995	0	1	0	1	13845	12	6,9
30	1994	0	0	1	1	30500	22	2,1
31	1994	1	0	0	0	4951	16	1,9
32	1994	1	0	0	0	94119	19	3,5
...
...
...
287	1994	1	0	0	1	270000	0,1	95
288	1995	1	0	0	1	270000	0,1	99
289	1996	1	0	0	1	270000	0,1	97
290	1997	1	0	0	1	270000	0,1	106
291	1998	1	0	0	1	270000	0,1	114
292	1999	1	0	0	1	270000	0,1	114
293	2000	1	0	0	1	270000	0,1	111
294	1996	0	1	0	1	7700	0,1	27

ANEXO
INFERÊNCIAS ESTATÍSTICAS

PROGRAMA REGRE

10-07-2002/16:02:49

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SECEN / SEPAN
 REGRESSAO MULTIPLA
 REGISTROS: DO 1 AO 294 ARQUIVO: CNANIOS

MODELO :

$$\text{PREÇO} = e\{-A + B \times \text{Tempo} - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(\text{Tpb}) - G \times \text{Idade}\}$$

ERRO PADRAO DA REGRESSAO = .2976309 C.V. = .1359921

COEFICIENTES : DETERMINACAO = .925272 CORRELACAO = .9619106
 R2 AJUSTADO = .9237099

TESTES DE HIPOTHESES

VARIÁVEL	REGRESSORES	ERRO PADRAO	T OBSERVADO	VALOR-PROB.
TEMPO	B1= 4.992957E-02	1.696709E-02	2.954249	1.964995E-03
@OIL	B2=-.1468991	4.706255E-02	-3.121359	1.191963E-03
@CHEM	B3= .2039286	5.703669E-02	3.575394	3.59252E-04
@DB	B4= 9.979475E-02	5.911452E-02	1.69799	4.425495E-02
LN(TPB)	B5= .4742973	1.790319E-02	26.64115	1.746197E-13
IDADE	B6=-.1113992	3.078903E-03	-36.19262	1.199097E-14

ANALISE DA VARIANCIA

NATUREZA DA VARIACAO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	MEDIA DOS QUADRADOS	VALOR DE F OBSERVADO
REGRESSAO	293.9942	6	49.99903	
RESIDUO	23.74393	287	8.273146E-02	592.2661
TOTAL	317.7381	293		

SIGNIFICANCIA DO F OBSERVADO = 1.902394E-16

SUMARIO ESTADISTICO

VARIÁVEIS	MEDIA	DSV. PADRAO	MINIMO	MAXIMO	AMPLITUDE
LN(PREÇO)	2.115211	1.04136	-.7765299	4.736199	5.512727
TEMPO	1994.721	1.160102	1994	2000	6
@OIL	.6098436	.4998414	0	1	1
@CHEM	.1972799	.3996232	0	1	1
@DB	.1666667	.3733134	0	1	1
LN(TPB)	10.576	1.217793	7.697121	12.61223	4.915113
IDADE	13.15959	6.996919	.01	27	26.99

RELACOES ENTRE AS VARIÁVEIS

VARIÁVEIS	CORRELACAO	T OBSERVADO	VALOR-PROB.
LN(PREÇO)/TEMPO	.4065002	7.602772	1.028428E-07
LN(PREÇO)/@OIL	.1916949	3.33759	6.699649E-04
LN(PREÇO)/@CHEM	-.1924992	-3.171619	1.040734E-03
LN(PREÇO)/@DB	.5673729	11.77391	7.350123E-10
LN(PREÇO)/LN(TPB)	.5435457	11.06539	1.46411E-09
LN(PREÇO)/IDADE	-.9259101	-25.0226	3.045639E-13
TEMPO/@OIL	.1921534	3.345969	6.543196E-04
TEMPO/@CHEM	-.1167712	-2.009132	2.135439E-02
TEMPO/@DB	.4623395	9.909929	1.692573E-08
TEMPO/LN(TPB)	.1354354	2.335944	9.519539E-03
TEMPO/IDADE	-.3923622	-7.071126	2.355541E-07

@OILY@CHEM	-6.184942	-13.44996	1.709597E-10
@OILY@DB	7.792547E-02	1.335653	8.966452E-02
@OILYLN(TPB)	.5599988	11.5502	9.089116E-10
@OILY DBE	2.053196E-02	.3509243	.3628225
@CHEMY@DB	-.1070294	-1.839495	3.167138E-02
@CHEMYLN(TPB)	-.5596904	-11.54094	9.170345E-10
@CHEMY DBE	-.0238154	-.4070732	.3419771
@DBYLN(TPB)	.1594578	2.760152	3.131624E-03
@DBY DBE	-.5853205	-12.33589	4.395173E-10
LN(TPB) DBE	-7.869042E-02	-1.348845	8.749651E-02

REGISTRO ORIGINAL ESTIMADO RESIDUO RESIDUO % NORMALIZADO

	REGISTRO ORIGINAL	ESTIMADO	RESIDUO	RESIDUO %	NORMALIZADO
1	1.916923	1.617654	.2992688	15.61194	1.040462
2	1.871802	2.270519	-.3987168	21.30123	-1.386211
3	1.223776	.7001148	.5236607	42.79058	1.8206
4	1.931521	1.747615	.1839069	9.521344	.639395
5	1.740466	1.91976	-.179294	10.30149	-.6233478
6	3.238678	2.846917	.3917618	12.09635	1.36203
7	2.772589	2.570995	.2015936	7.270954	.7008765
8	2.351375	2.229635	.1217399	5.17739	.4232505
9	1.757958	1.862024	-.1041657	5.925716	-.3621507
10	2.110213	2.197758	-.8754516E-02	4.14864	-.3043664
11	2.351375	2.448751	-.9737539E-02	4.14121	-.338543
12	1.238374	1.059598	.1787759	14.43634	.6215465
13	2.332144	2.240331	9.181309E-02	3.936853	.3192047
14	1.84055	2.173833	-.3332829	18.10779	-1.158718
15	3.135494	3.086321	4.917336E-02	1.568281	.17096
16	3.135494	3.086321	4.917336E-02	1.568281	.17096
17	1.247032	1.088552	.1584808	12.70863	.5509868
18	1.658228	1.709891	-.5166328E-02	3.115571	-.1796167
19	1.217876	1.093775	.124101	10.18996	.4314595
20	2.047693	1.82942	.2182729	10.65946	.758865
21	2.379546	2.313178	6.636786E-02	2.789098	.2307398
22	0	.1064495	-.1064495	1.111111	-.3700908
23	2.351375	2.164202	.1871736	7.960176	.6507427
24	2.501436	2.449159	5.227661E-02	2.089864	.181749
25	2.74084	2.971453	-.2306135	8.413971	-.8017691
26	1.704748	1.968255	-.2635071	15.45725	-.9161298
27	2.104134	2.192285	-.8815098E-02	4.189418	-.3064727
28	-5.129331E-02	.348809	-.4001023	780.0283	-1.391027
29	1.931521	2.101157	-.169636	8.782507	-.58977
30	.7419373	1.108009	-.3660717	49.33998	-1.272714
31	.6418539	.6673823	-.2552843E-02	3.977296	-.8875418E-02
32	1.252763	1.729977	-.4772136	38.09289	-1.659119
33	2.80336	2.43395	.3694105	13.17742	1.284322
34	1.667707	1.59798	.0697273	4.181029	.2424195
35	.6418539	.6628093	-.2095538E-02	3.264822	-.7285515E-02
36	1.766442	2.197379	-.4309376	24.3958	-1.498232
37	3.198673	2.795866	.4028068	12.59293	1.40043
38	1.667707	1.943606	-.2758994	16.54364	-.9592139
39	2.446686	2.14027	.3064151	12.52368	1.065307
40	2.302585	2.054181	.2484045	10.78807	.8636228
41	1.609438	1.871086	-.2616476	16.25708	-.9096648
42	1.386294	1.358159	2.813542E-02	2.029541	9.781784E-02
43	1.629241	1.778935	-.1496943	9.187982	-.5204392
44	1.435084	1.64723	-.2121453	14.78278	-.7375613
45	1.791759	2.079454	-.2876942	16.05652	-1.000221
46	1.648659	1.817212	-.1685529	10.22364	-.5860043
47	1.410987	1.812255	-.4012684	28.43884	-1.395082
48	1.609438	1.771669	-.1622311	10.07998	-.5640255
49	3.218876	2.820821	.3980551	12.36628	1.38391
50	.4700036	.4367007	3.330296E-02	7.085682	.1157837
51	2.208274	2.336743	-.1284688	5.817608	-.4466447
52	2.140066	1.922008	.2180581	10.18932	.7581182
53	2.70805	2.430308	.2777424	10.25618	.9656213
54	1.193922	1.374548	-.180626	15.12879	-.6279789
55	1.335001	1.344416	-.914911E-03	.7052362	-.3273263E-02
56	2.501436	2.18391	.3175263	12.69376	1.103937
57	2.884801	2.790807	9.399414E-02	3.258254	.3267875
58	1.704748	2.031159	-.3264114	19.14719	-1.134828

59	1.7492	1.475924	.2732762	15.62293	.9500938
60	.6931472	1.005542	-.3123947	45.06903	-1.086096
61	1.909543	2.224999	-.3154569	16.52002	-1.096742
62	-.6931472	-9.631883E-02	-.5968283	96.10413	-2.074981
63	1.504077	1.490062	2.401578E-02	1.596712	9.349519E-02
64	.4054651	.3176507	9.781442E-02	21.6577	.3053026
65	2.116256	1.964995	.2513607	11.87761	.8739005
66	3.945458	4.032495	-9.702731E-02	2.20576	-.3025661
67	1.178655	1.374548	-.1958934	16.62008	-6.810586
68	1.098612	1.129267	-3.065479E-02	2.790319	-.1065769
69	1.115142	1.242924	-.1277782	11.45881	-4.444257
70	1.824549	2.097008	-.2724582	14.9329	-.9472498
71	2.509599	2.144843	.3647563	14.53445	1.268141
72	2.00148	2.095348	-9.386778E-02	4.689918	-.3263482
73	-.6931472	-9.631883E-02	-.5968283	96.10413	-2.074981
74	3.277145	3.137579	.1395659	4.258767	.4852261
75	3.295837	2.458325	.8375118	25.4112	2.91176
76	1.667707	1.945154	-.2774472	16.63645	-.9645951
77	1.648659	1.945154	-.2964954	17.98404	-1.03082
78	.9162908	1.121424	-.2051328	22.38731	-.7131811
79	1.890095	1.921139	-3.104377E-02	1.642444	-.1079292
80	1.360977	1.749233	-.3882561	28.52776	-1.349842
81	2.014903	2.193386	-.1784828	8.858131	-6.205274
82	2.374906	2.097319	.2775872	11.68834	.9650816
83	1.335001	1.423362	-9.8836126E-02	6.618816	-.3072038
84	1.704748	1.975558	-.2708104	15.88565	-.9415209
85	3.178054	3.795714	-.6176603	19.43517	-2.147407
86	3.178054	3.795714	-.6176603	19.43517	-2.147407
87	1.386294	1.747239	-.3609446	26.03665	-1.254889
88	3.091043	3.047053	.0439899	1.423141	.1529388
89	1.774952	1.854134	-7.918167E-02	4.461059	-.2752895
90	1.943049	2.139505	-.1964557	10.11069	-.6830136
91	1.022451	.8905839	.1318671	12.89715	.4584595
92	1.131402	.7001148	.4312873	38.11972	1.499448
93	3.122365	2.916566	.2057991	6.591129	.7154976
94	1.558145	1.684495	-.1263505	8.109037	-4.392803
95	1.335001	1.729977	-.3949754	29.58615	-1.373203
96	-.7765288	-.2007316	-.5757972	74.15015	-2.001862
97	1.280934	1.316299	-3.536487E-02	2.760866	-.1229523
98	.2623642	.5961741	-.3338099	127.2315	-1.16055
99	4.007333	3.994303	1.303005E-02	.3251552	4.530131E-02
100	1.470716	1.667706	-.1975303	13.43583	-.6867495
101	3.496508	3.420955	.0755527	2.160805	.2626725
102	2.302585	2.469162	-.1665771	7.234352	-.5791352
103	2.80336	2.595308	.2080524	7.421535	.7233315
104	3.496508	3.413638	8.286977E-02	2.370073	.2881116
105	.3364722	.438043	-.1015708	30.18697	-.353129
106	3.058707	3.336435	-.2777278	9.07991	-.9655707
107	1.704748	2.284754	-.580006	34.02298	-2.016495
108	.5306283	.8235999	-.2929716	55.21222	-1.018568
109	2.649715	2.449727	.1999876	7.547516	.6952929
110	1.568616	1.295813	.2728025	17.39128	.9484468
111	.5596158	1.070392	-.5107761	91.27264	-1.775805
112	2.791165	2.680005	.1111603	3.982576	.3864687
113	2.564949	2.367951	.1969981	7.68039	.6848993
114	1.252763	1.837347	-.5845842	46.6636	-2.032412
115	3.314186	3.236285	7.790065E-02	2.350521	.2708356
116	2.327278	2.192356	.1349216	5.797398	.469079
117	3.314186	3.086966	.2272198	6.855977	.7899705
118	2.639057	2.35554	.2835176	10.74314	.9856998
119	2.406945	2.195882	.2113631	8.781383	.7348417
120	2.079442	2.327254	-.2478125	11.91726	-.8615647
121	2.970414	3.320881	-.3504663	11.79856	-1.218459
122	1.619388	1.939818	-.32043	19.7871	-1.114033
123	1.7492	1.853471	-.1042708	5.961058	-.3625162
124	2.370244	2.237495	.1327484	5.600621	.4615235
125	3.020425	3.025	-4.574776E-03	.1514613	-1.590503E-02
126	1.871802	2.153659	-.2818569	15.05805	-.9799261
127	2.505526	2.222571	.2829549	11.29324	.9837436
128	2.995732	2.173109	.822623	27.45983	2.859997
129	2.674149	2.328828	.3453205	12.91329	1.200569
130	1.94591	2.160632	-.2147223	11.03454	-.7465205

131	2.970414	3.313771	-.3433568	11.55922	-1.195742
132	2.525729	2.06739	.4585387	18.14679	1.593497
133	2.014903	2.10153	-8.662724E-02	4.299325	-.3011752
134	2.128232	1.983274	.1449575	6.811173	.5039709
135	2.351375	1.61346	.737915	31.38227	2.565494
136	1.098612	.7067721	.3918402	35.66683	1.362303
137	1.446919	1.316287	.1306323	9.028307	.4541666
138	2.21266	2.356052	-.1433918	6.480518	-.4985275
139	1.308333	1.693086	-.3847532	29.4079	-1.337664
140	2.424803	2.322794	.1020091	4.206901	.3546528
141	2.374906	1.956615	.4182904	17.61292	1.454262
142	1.131402	.9277607	.2036415	17.99903	.7079961
143	.3364722	.1245849	.2118873	62.97319	.7366642
144	1.88707	1.080938	.8061317	42.71871	2.802662
145	2.079442	2.520694	-.4412529	21.21978	-1.534095
146	1.335001	1.384183	-.0491823	3.684064	-.1709911
147	2.397895	2.282967	.1149285	4.79289	.3995695
148	1.252763	1.943341	-.6905776	55.12437	-2.400917
149	2.079442	1.774806	.304636	14.64989	1.059122
150	.6418539	.9774977	-.3356438	52.29287	-1.166926
151	.2231435	.9357866	-.712643	319.3653	-2.477631
152	1.677096	1.744493	-6.739616E-02	4.018622	-.2343149
153	.9162908	1.041411	-.1251206	13.65512	-.4350044
154	1.629241	1.298939	.3303014	20.27334	1.148352
155	2.302585	2.185498	.1170871	5.085029	.4070744
156	2.484907	2.219882	.2650242	10.66536	.9214042
157	1.458615	1.308059	.1505566	10.32189	.3234369
158	1.098612	.9084724	.1901399	17.30728	.6610554
159	2.442347	2.16618	.2761669	11.30744	.9601439
160	1.94591	1.821633	.1242771	6.38658	.4320717
161	2.983154	3.795245	-.8120914	27.22258	-2.823381
162	2.983154	3.795245	-.8120914	27.22258	-2.823381
163	1.321756	1.631571	-.309815	23.43966	-1.077128
164	1.609438	1.598995	1.044285E-02	.6488509	3.630645E-02
165	2.261763	1.960229	.3015338	13.3318	1.048337
166	1.766442	1.791847	-2.540517E-02	1.438812	-8.832563E-02
167	2.261763	2.441352	-.1795886	7.940202	-.6243719
168	2.169054	1.993328	.1757262	8.101513	.6109436
169	2.169054	1.993328	.1757262	8.101513	.6109436
170	.5306283	.7253186	-.1946903	36.69053	-.6768759
171	2.772589	2.37341	.3991783	14.39731	1.387815
172	1.029619	1.117921	-8.830118E-02	8.576098	-.3069949
173	.9783261	1.087595	-.109269	11.16897	-.3798932
174	.9783261	1.087389	-.1090632	11.14794	-.3791778
175	1.931521	1.926648	4.873753E-03	.2523271	1.694448E-02
176	.9162908	.8945122	2.177858E-02	2.37682	7.571716E-02
177	2.360854	2.260926	9.992814E-02	4.232711	.3474181
178	1.589235	1.639377	-5.014157E-02	3.155076	-.1743262
179	1.131402	1.249297	-.1178951	10.42027	-.4098836
180	.9555114	1.182608	-.2270964	23.767	-.7895413
181	.9555114	1.182608	-.2270964	23.767	-.7895413
182	3.277145	2.964407	.3127377	9.542994	1.087289
183	2.639057	2.306317	.3327401	12.60829	1.156831
184	.9162908	.9255733	-9.282529E-03	1.013055	-3.227238E-02
185	2.631889	2.316345	.3155434	11.98924	1.097043
186	1.386294	1.262936	.1237584	8.927284	.4302884
187	2.545531	2.448972	9.655929E-02	3.793286	.3357057
188	1.704748	1.621463	8.328462E-02	4.88545	.2895539
189	.8109302	1.401244	-.590314	72.79467	-2.052332
190	1.335001	.5764986	.7585025	56.81662	2.63707
191	2.656757	2.230385	.4263723	16.0486	1.48236
192	2.235376	2.226088	9.288073E-03	.4155037	3.229165E-02
193	1.420696	1.500097	-7.940114E-02	5.588891	-.2760523
194	1.547562	1.500097	4.746556E-02	3.067118	.1650226
195	2.721295	2.791745	-7.044983E-02	2.588834	-.2449315
196	.9162908	1.352147	-.4358567	47.56751	-1.515334
197	1.294727	1.418404	-.1236765	9.552324	-.4299837
198	1.796747	1.797307	-5.598068E-04	3.115669E-02	-1.946269E-03
199	2.653242	2.160794	.4924481	18.56024	1.712084
200	.8109302	.9559097	-.1449795	17.87817	-.5040472
201	1.435084	1.631375	-.1962905	13.67797	-.6824391
202	3.218876	2.964385	.2544911	7.90621	.884788

203	1.458615	1.803325	-.3447102	23.63271	-1.198447
204	2.155245	1.964502	.1907424	9.95015	.6631501
205	2.463853	2.284906	.1790473	7.266964	.6224902
206	3.044523	2.796953	.2576699	9.463393	.9958358
207	3.314196	3.035829	.278357	9.398956	.9677582
208	.7419373	.6434258	9.851146E-02	13.2776	.3424928
209	1.757858	1.755965	1.892447E-03	.1076564	6.579434E-03
210	3.339322	2.93605	.4032717	12.07645	1.402046
211	2.564949	2.15583	.4091189	15.95037	1.422375
212	2.110213	2.047556	6.265688E-02	2.96922	.2178379
213	1.252763	1.270507	-1.774454E-02	1.416432	-6.169208E-02
214	2.151762	1.957729	.1940335	9.017423	.6745923
215	.5306283	.6870085	-.1563802	29.47077	-.5436839
216	1.722767	1.710394	1.237237E-02	.7181689	4.301478E-02
217	1.722767	1.710394	1.237237E-02	.7181689	4.301478E-02
218	1.824549	2.02273	-.198181	10.86192	-.6890119
219	3.38439	3.32955	5.484033E-02	1.62039	.1906622
220	2.960105	3.162876	-.2027714	6.850143	-.7049713
221	2.163323	2.069946	9.337735E-02	4.316385	.3246431
222	2.788093	3.021283	-.2331901	9.363784	-.8107271
223	2.890372	2.813699	7.667303E-02	2.652705	.2665676
224	2.564949	2.266552	.2983973	11.63365	1.037432
225	1.446919	1.56947	-.1225508	9.469779	-.42607
226	1.791759	1.865445	-.7368577E-02	4.112481	-.2561818
227	1.280934	.9950565	.2858773	22.31788	.9939039
228	1.252763	1.360513	-.1077499	9.600984	-.374612
229	2.517696	1.905749	.6119473	24.30584	2.127545
230	2.272126	2.123234	.1488917	6.552968	.5176487
231	2.517696	1.905749	.6119473	24.30584	2.127545
232	1.609438	1.717366	-.1079276	6.705916	-.3752295
233	2.621039	2.431065	.1899738	7.248035	.6604781
234	2.501436	2.299405	.2020311	9.076606	.7023975
235	2.282382	1.905891	.3764913	16.49554	1.30894
236	2.674149	2.299276	.3748724	14.01838	1.303311
237	1.558145	1.731245	-.1731004	11.10939	-.6018144
238	1.398717	1.242075	.1566418	11.19897	.5445935
239	1.435084	1.242075	.1930094	13.44934	.6710318
240	1.163151	1.194906	-3.175497E-02	2.730082	-.1104019
241	3.258096	2.839821	.4182751	12.83802	1.454208
242	1.504077	2.28859	-.7845123	52.15903	-2.727498
243	1.88707	1.772466	.1146032	6.073076	.3984385
244	2.484907	2.052648	.4322586	17.39537	1.502825
245	1.410987	1.765993	-.3550061	25.16013	-1.234242
246	1.423108	1.458002	-3.489327E-02	2.451906	-.1213127
247	.9932518	.6505555	.3426963	34.50246	1.191445
248	1.629241	1.681193	-5.195236E-02	3.188747	-.1806217
249	.9932518	.7619546	.2312972	23.28886	.8041462
250	.5877866	.9487298	-.3609432	61.40718	-1.254884
251	2.970414	2.609754	.3606601	12.14174	1.253899
252	3.008155	3.055382	-4.722762E-02	1.569986	-.1641953
253	1.667707	1.344545	.323162	19.37762	1.123531
254	2.639057	2.188833	.4532239	17.17371	1.575714
255	3.258096	3.096173	.1619234	4.969878	.5629558
256	1.07841	1.496652	-.4182423	38.78326	-1.454095
257	2.066863	1.837531	.2293322	11.09567	.7973146
258	1.098612	.9927176	.1058947	9.638955	.3681621
259	3.178054	3.286122	-.108068	3.400445	-.3757178
260	1.029619	.9252111	.1044083	10.14048	.3629943
261	1.321756	.9246123	.3971435	30.04666	1.380741
262	1.609438	1.603198	6.239991E-03	.3877062	.0216941
263	1.081805	1.03661	4.519498E-02	4.177738	.1571285
264	3.889777	3.970843	-8.106542E-02	2.084063	-.2818885
265	2.302585	2.394479	-9.189391E-02	3.990902	-.3194857
266	3.440418	3.498748	-5.832958E-02	1.695421	-.2027933
267	3.484312	3.548577	-6.426501E-02	1.84441	-.2234289
268	3.583519	3.598407	-1.488789E-02	.4154522	-5.176014E-02
269	3.663562	3.648236	1.532531E-02	.4183172	5.328118E-02
270	3.73767	3.698066	3.960371E-02	1.059583	.1376894
271	3.73767	3.747895	-1.022577E-02	.2735868	-3.555173E-02
272	3.713572	3.797725	-8.415294E-02	2.266091	-.2925728
273	3.749504	3.88887	-.1373661	3.663579	-.4775777
274	3.79324	3.9367	-.1434603	3.781999	-.4987654

275	3,871201	3,986529	-.1153283	2,979135	-.4009596
276	3,951244	4,036359	-9,511519E-02	2,154137	-.2959183
277	4,025352	4,086188	-6,083679E-02	1,511341	-.21151
278	4,025352	4,136018	-.1106668	2,749244	-.3847528
279	4,007333	4,188848	-.1785145	4,454695	-.6206377
280	3,990834	4,088391	-9,755659E-02	2,444516	-.339173
281	4,034241	4,138221	-.1039801	2,577438	-.3615054
282	4,127134	4,18805	-6,091595E-02	1,475986	-.2117852
283	4,219508	4,23788	-1,837206E-02	4,354076	-.6387376E-02
284	4,29046	4,287709	2,750397E-03	6,410494E-02	9,562248E-03
285	4,29046	4,337539	-4,707909E-02	1,097297	-.1636789
286	4,26268	4,387368	-.1246881	2,925112	-.4335007
287	4,442651	4,435049	7,602215E-03	1,711189	2,643047E-02
288	4,488636	4,484879	3,757954E-03	0,837215	0,130652
289	4,574711	4,534708	4,000282E-02	8744339	1,139077
290	4,663439	4,584538	7,890177E-02	1,691922	2,743162
291	4,736198	4,634367	101831	2,150057	3540336
292	4,736198	4,684197	5,200148E-02	1,097958	1807925
293	4,70953	4,734026	-2,449608E-02	5,201384	-9,516502E-02
294	3,295837	3,198365	9,747219E-02	2,957434	3388796

APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO DE REGRESSÃO

1) NAVIOS USADOS

11-07-2002/14:46:58

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAV
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 AO 294 ARQUIVO: C:\NAVIOS
 NAVIO CHEMICAL VENTURE

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1994 @OIL = 0 @CHEM = 1
 @DB = 0 TPB = 29427 IDBE = 13
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 9,004806

INTERVALO DE CONFIANÇA: T-STUDENT = 2,576 LIMITE: INFERIOR / SUPERIOR
 GLOBAL 9,057478 10,06351
 AMPLITUDE PERCENTUAL -10,52% 11,76%

11-07-2002/14:48:34

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAV
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 AO 294 ARQUIVO: C:\NAVIOS
 NAVIO EUROPE

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1994 @OIL = 1 @CHEM = 0
 @DB = 0 TPB = 276050 IDBE = 19
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 9,396441

INTERVALO DE CONFIANÇA: T-STUDENT = 2,576 LIMITE: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL	9,522669	10,35979
AMPLITUDE PERCENTUAL	-9,30%	10,25%

11-07-2002/14:50:34

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPON
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO : C:\NAVIOS
 NAVIO PETROBULK JAGUAR

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1994 @oil = 0 @CHEM = 0
 @db = 1 TPB = 46100 lDDBE = 6
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 21,99637

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2,576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL	19,77524	25,53635
AMPLITUDE PERCENTUAL	-14,25%	16,62%

11-07-2002/14:51:46

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPON
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO : C:\NAVIOS
 NAVIO CONSUL

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1995 @oil = 0 @CHEM = 0
 @db = 0 TPB = 59650 lDDBE = 20
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 4,949058

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2,576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL	4,379921	5,589889
AMPLITUDE PERCENTUAL	-11,48%	12,97%

11-07-2002/14:52:37

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPON
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO : C:\NAVIOS
 NAVIO OAKWELL

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1995 @oil = 1 @CHEM = 0
 @db = 1 TPB = 51540 lDDBE = 25
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 2,523314

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2,576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL	2,074419	3,069349
AMPLITUDE PERCENTUAL	-17,79%	21,64%

11-07-2002/14:53:21

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SECEN / SEPON
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
 NAVIO STELLAR HOPE

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1995 @oil = 0 @CHEM = 1
 @db = 1 TPB = 9070 lbdb = 4
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 16,30946

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2,576 LIMITE INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL	14,05439	19,92635
AMPLITUDE PERCENTUAL	-13,83%	16,05%

2) PROJEÇÕES PARA NAVIOS NOVOS

11-07-2002/14:55:40

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SECEN / SEPON
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
 ESTIMATIVA DE NAVIOS PETROLEIROS NOVOS PARA DIVERSOS ANOS

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1996 @oil = 1 @CHEM = 0
 @db = 1 TPB = 37500 lbdb = .1
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 36,53997

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2,576 LIMITE INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL	32,34956	41,27446
AMPLITUDE PERCENTUAL	-11,47%	12,96%

11-07-2002/14:56:17

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SECEN / SEPON
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
 ESTIMATIVA DE NAVIOS PETROLEIROS NOVOS PARA DIVERSOS ANOS

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :

TEMPO = 2000 @OIL = 1 @CHEM = 0
@DB = 1 TPB = 37500 Idade = .1
R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 44.5996

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2.576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL 36.3366 54.74163
AMPLITUDE PERCENTUAL -19.53% 22.74%

11-07-2002/14:56:47

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAN

C A L C U L O D O V A L O R D E P R E Ç O

REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO : C:NAVIOS

ESTIMATIVA DE NAVIOS PETROLEIROS NOVOS PARA DIVERSOS ANOS

MODELO :

PREÇO = e{ -A + B x Tempo - C x @oil + D x @chem + E x @db + F x ln(Tpb) - G x Idade }

D A D O S :

TEMPO = 1998 @OIL = 1 @CHEM = 0
@DB = 1 TPB = 37500 Idade = .1
R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 40.36916

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2.576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL 34.93982 46.64215
AMPLITUDE PERCENTUAL -13.45% 15.54%

3) NAVIOS NOVOS RECENTEMENTE ENTREGUES NA PETROBRAS

11-07-2002/14:59:48

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAN

C A L C U L O D O V A L O R D E P R E Ç O

REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO : C:NAVIOS

NAVIO LINDOIA

MODELO :

PREÇO = e{ -A + B x Tempo - C x @oil + D x @chem + E x @db + F x ln(Tpb) - G x Idade }

D A D O S :

TEMPO = 1996 @OIL = 0 @CHEM = 0
@DB = 1 TPB = 33000 Idade = .1
R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIA PREÇO = 41.5144

INTERVALO DE CONFIANCA: T-STUDENT = 2.576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL 36.0347 47.82738
AMPLITUDE PERCENTUAL -13.20% 15.21%

11-07-2002/15:03:14

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAN

CALCULO DO VALOR DE PREÇO
REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
NAVIO FOIT

MODELO :
PREÇO = e{ -A + B x Tempo - C x @oil + D x @chem + E x @db + F x ln(Tpb) - G x Idade}

DADOS :
TEMPO = 1996 @OIL = 0 @CHEM = 0
@DB = 1 TPB = 55000 lDBE = .1
RESULTADO : ESPERANCA DA MEDIA PREÇO = 52,9958

INTERVALO DE CONFIANÇA: T-STUDENT = 2,576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL 45,976 60,98975
AMPLITUDE PERCENTUAL -13,27% 15,30%

4)NAVIOS EM ADAPTAÇÃO PARA UNIDADES FLUTUANTES DE PRODUÇÃO

11-07-2002/15:04:43

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAN
CALCULO DO VALOR DE PREÇO
REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
NAVIO CAIRU

MODELO :
PREÇO = e{ -A + B x Tempo - C x @oil + D x @chem + E x @db + F x ln(Tpb) - G x Idade}

DADOS :
TEMPO = 1996 @OIL = 1 @CHEM = 0
@DB = 0 TPB = 290067 lDBE = 22
RESULTADO : ESPERANCA DA MEDIA PREÇO = 7,929977

INTERVALO DE CONFIANÇA: T-STUDENT = 2,576 Limite: INFERIOR / SUPERIOR

GLOBAL 6,97362 9,017496
AMPLITUDE PERCENTUAL -12,06% 13,71%

11-07-2002/15:06:05

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAN
CALCULO DO VALOR DE PREÇO
REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
NAVIO JOSE BONIFACIO

MODELO :
PREÇO = e{ -A + B x Tempo - C x @oil + D x @chem + E x @db + F x ln(Tpb) - G x Idade}

DADOS :
TEMPO = 1996 @OIL = 0 @CHEM = 0
@DB = 1 TPB = 270358 lDBE = 22
RESULTADO : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 9,417751

INTERVALO DE CONFIANCA: t-STUDENT= 2.576	Limite: INFERIOR	/SUPERIOR
GLOBAL	7.525749	11.79536
AMPLITUDE PERCENTUAL	-20.09%	25.14%

11-07-2002/15:07:04

PETROLEO BRASILEIRO S.A. - SEGEN / SEPAV
 CALCULO DO VALOR DE PREÇO
 REGISTROS: DO 1 ao 294 ARQUIVO: C:NAVIOS
 NAVIO HENRIQUE DIAS

MODELO :
 $PREÇO = e\{-A + B \times Tempo - C \times @oil + D \times @chem + E \times @db + F \times \ln(Tpb) - G \times Idade\}$

D A D O S :
 TEMPO = 1996 @oil = 1 @CHEM = 0
 @db = 0 Tpb = 287050 Idade = 18
 R E S U L T A D O : ESPERANCA DA MEDIANA PREÇO = 11.92152

INTERVALO DE CONFIANCA: t-STUDENT= 2.576	Limite: INFERIOR	/SUPERIOR
GLOBAL	10.52948	13.25952
AMPLITUDE PERCENTUAL	-10.95%	12.16%

ANEXO

FOTOS DE NAVIOS E FPSO



Navio Sifnos, para transporte de óleo cru (petroleiro).



Navio Lindóia, da Petrobras, para transporte de derivados de petróleo (ver preço do contrato de construção e comparar com o valor sugerido pelo modelo de regressão)



Navio tanque aliviador, recebendo petróleo de uma plataforma de produção.



Plataforma de Produção do tipo FPSO



Obra de adaptação de um navio petroleiro usado e antigo para plataforma do tipo FPSO



Chegada da Plataforma P37 no Rio de Janeiro, após obra de conversão no exterior, à partir de um navio petroleiro usado e antigo.

2- ANÁLISE POR REDES NEURAIIS.

O artigo *O Emprego da Inteligência Artificial nos Problemas de Avaliação de Bens*, de 1995,¹ comparou os resultados de uma avaliação feita com auxílio de Análise de Regressão Linear Múltipla, suportada pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários com os resultados obtidos por uma rede neural treinada no software Braimaker®, mostrando que os desvios, medido pelo erro quadrático médio, apresentados pela rede neural eram bem menores do que aqueles obtidos pelo MQO.

No XI Cobreap, novo artigo, denominado *Duas Ferramentas Poderosas à Disposição do Engenheiro de Avaliações*, apresentou, de forma resumida, os fundamentos de inteligência artificial e redes neurais. Comparou também os resultados de uma avaliação de lotes apresentada na Dissertação de Mestrado do Engenheiro Rubens Alves Dantas, onde o tratamento dos dados foi feito usando-se Modelos Lineares Generalizados com os resultados obtidos com uma rede neural treinada.

Decidiu-se agora, aproveitar os dados utilizados avaliação de navios e comparar os resultados, desta feita utilizando outro software de redes neurais, denominado EasyNN®, dos mais baratos do mercado, US\$29.00, e que pode ser baixado gratuitamente da Internet, da página www.easynn.com, para experiência de 30 dias.

Redes neurais

Sabe-se que o cérebro humano é constituído por bilhões de células denominadas neurônios. Cada uma dessas células é como um pequeno computador com capacidades extremamente limitadas, entretanto, quando conectadas entre si, formam o mais inteligente sistema conhecido.

As redes neurais são uma nova classe de sistemas computacionais formados por centenas ou milhares de neurônios artificiais conectados entre si, de maneira similar ao que ocorre no cérebro humano.

Pode-se treinar as redes neurais apresentando a elas fatos, isto é, pares de dados de entrada e saída, permitindo que elas façam associações, descobrindo assim a existência de algum padrão de comportamento.

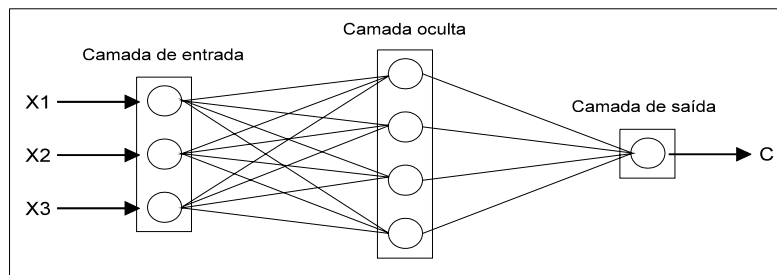
O programa utilizado nesta aplicação, chamado EasyNN, também emprega um tipo específico de rede neural, chamada de rede de retro-propagação ou de encadeamento para trás.; ele aprende da mesma maneira que as pessoas, isto é, pelo exemplo e repetição de fatos, que são constituídos de dados de entrada e saída.

A rede é treinada apresentando-se a ela um conjunto de fatos (entradas/saídas) repetidas vezes. Cada vez que os dados de entrada são apresentados ela retorna uma resposta com resultados que ela pensa ser o correto, comparando-a com o fato real ou padrão. Quando sua

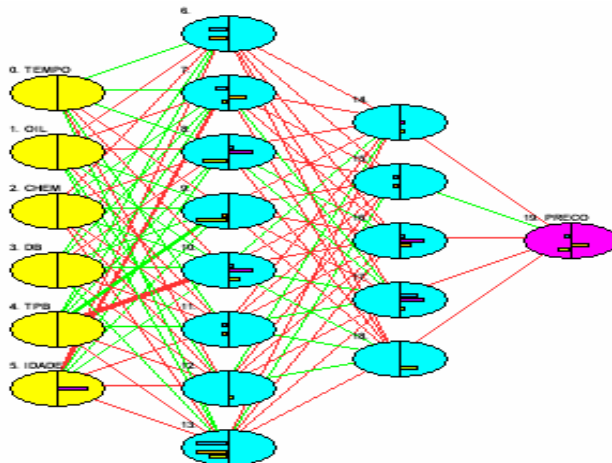
¹ GUEDES, Jackson Carvalho - O Emprego da Inteligência Artificial nos Problemas de Avaliação de Bens; Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, ICAPE- Instituto Catarinense de Engenharia de Avaliações e Perícias – 1995, pag. 368-374.

resposta é incorreta ela se corrige internamente. Após percorrer toda a lista de fatos, apresentando um fato por vez e fazendo as correções necessárias, o programa revê todo o rol recursivamente, até que todas as respostas sejam consideradas aceitáveis.

Em sua forma mais simples uma rede neural consiste de três camadas: uma camada de dados de entrada, uma camada oculta e uma camada de dados de saída, conforme representado a seguir:



A rede neural utilizada nesse exercício, com uma camada de entrada, duas camadas ocultas e uma camada de saída, é a apresentada a seguir:



A rede neural, através de seu mecanismo de retro-propagação, que se dá entre a camada de entrada e as camadas ocultas, ao processar os sinais de entrada, que são as informações da pesquisa de valores de navios, à semelhança da equação obtida pela análise de regressão, também atribui pesos aos atributos, por intermédio de uma função de transferência. Ela porém não se expressa de maneira simples e direta através de uma equação onde o usuário possa conferir os parâmetros e saber como os atributos refletem no valor do bem.

Na modelagem por análise de regressão, a leitura da equação inferida permite que se visualize como os atributos de determinado bem influenciam no seu preço. O sinal e a grandeza de cada um dos coeficientes dos regressores mostram em que sentido e em que proporção as variáveis participam da formação do valor.

Em alguns casos, dependendo da complexidade do modelo, é mais fácil analisar as influências dos atributos, expressos pelas variáveis independentes, fazendo-se simulações, provocando variações de valores do atributo em estudo, mantendo-se as demais variáveis constantes.

As redes neurais porém, não expressam sua função ou funções de transferência de maneira simples para que o usuário possa compreender e quantificar de imediato as influências dos atributos do bem avaliando. Isto não significa que as equações não possam ser explicitadas. Apenas são mais complexas.

Freqüentemente as funções de transferência das redes neurais são matematicamente bastante sofisticadas. O programa BrainMaker, por exemplo, usa na maioria das vezes uma função de transferência sigmóide, podendo entretanto, à vontade do projetista da rede empregar funções lineares, em degrau, gaussiana, etc.

A melhor e mais acessível maneira de se analisar o desempenho de uma rede neural é por meio de simulações dos resultados. Evitaremos neste trabalho descrever a matemática utilizada no treinamento de uma rede neural.

3- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

3.1-Quanto à Análise de Regressão Linear:

3.1.1-O presente modelo inferido somente é válido para avaliações de Navios Petroleiros, Químicos e de Produtos , em operação, assim como para os anos de referência de 1994 à 1995. Para os anos de 1996 à 2000 o modelo fornece estimativas futuras de preços (previsão). Para avaliações no ano em curso (2002) há necessidade de se atualizar o modelo com dados recentes de mercado.

3.1.2-Para exemplificar o emprego da metodologia de regressão, relatamos os resultados de alguns casos reais na Petrobras, em 1996.

3.1.3-O modelo de regressão foi sensível às seguintes variáveis: tipo de navio, tipo de casco, porte bruto e idade. Quanto à escolha do valor final do navio dentro do intervalo de confiança da regressão, o avaliador deve considerar outras variáveis que, embora importantes, não entraram na formação do modelo, tais como: data da última docagem, bandeira onde o navio está registrado (quando o navio está registrado em alguns países pouco confiáveis, o mercado o precifica para baixo), validade dos certificados de navegabilidade emitidos por sociedades classificadoras, potência total dos motores, quantidade e qualidade das acomodações para os tripulantes, quantidade e qualidade dos instrumentos de navegação e rádio comunicação, destino que será dado ao navio (quando o mercado desconfia que o navio vai ser comprado para futuramente ser transformado em unidade de produção de petróleo, costuma-se precificá-lo para cima) e alguns outros que o avaliador julgue importantes.

3.1.4-A metodologia de regressão se torna assaz importante e de aplicação imediata em duas situações práticas e atuais:

- como ferramenta auxiliar na compra e venda de navios de grande porte por empresas marítimas e de transporte em geral, sejam eles novos ou usados, utilizando metodologia científica.
- dado o crescente interesse das empresas de petróleo na exploração de óleo em águas profundas no litoral brasileiro e em outras partes do mundo, o que tem exigido a construção de novas plataformas semi-submersíveis ou então a compra de navios usados de grande porte e sua posterior reforma e adaptação para unidades de produção e armazenamento, os chamados FPSO (Floating, Production, Storage and Offloading) e FSO (Floating, Storage and Offloading). A metodologia proposta se enquadra nesse segundo caso, propiciando valores de compra e venda de navios usados de forma mais precisa, pois são obtidos por inferência estatística à partir de ampla pesquisa no mercado internacional.

3.2-Quanto à Análise por Redes Neurais (comparação de resultados):

Para comparar as duas técnicas foram utilizados os dados apresentados por Vidal, referentes a 294 navios, e os resultados da análise de regressão inferida anteriormente.

O erro quadrático médio (EQM) foi calculado para os 294 eventos usados na equação obtida pelo REGRE, como segue:

$$EQM = \frac{\sum (Y_i - Y_{real})^2}{N} = 17.267.998,96$$

onde:

Y_i = valor do navio i calculado pela equação inferida,

Y_{real} = valor do navio i, na pesquisa,

N = número total de dados da pesquisa.

Rede neural

As mesmas informações, sem modificações na forma de entrada dos dados, foram usadas para avaliação, empregando-se o programa EasyNN, programado para a criação de redes neurais.

Por tratar-se de um assunto ainda não tão bem conhecido em nosso meio como a análise de regressão, antes de apresentar-se os resultados obtidos, descreve-se de forma bem sucinta os passos necessários para projetar-se uma rede neural:

- 1 - o projetista precisa decidir o que ele quer que a rede neural prediga ou reconheça, equivale a escolher a variável dependente na análise de regressão;
- 2 - deve-se ainda definir que informações serão usadas para as predições, ou seja, quais as variáveis explicativas;
- 3 - após a entrada de dados no programa e a definição do status das variáveis, monta-se e treina-se a rede neural, de acordo com parâmetros definidos pelo projetista;
- 4 - se o analista quiser, pode separar parte dos dados para fazer a validação cruzada, testando o desempenho do modelo inferido ou da rede neural, com dados não incluídos na modelagem. O Brainmaker, utilizado em outras ocasiões, separa cerca de 10% dos dados para testar se sua resposta *confere* com a realidade observada. O EasyNN não o faz automaticamente

Em trabalhos anteriores constatou-se que, em geral, mas não em todos os eventos, os resultados obtidos por redes neurais treinadas eram melhores que os obtidos pelos modelos lineares de regressão, e o valores calculados (Y_i) aproximavam-se mais dos valores obtidos na coleta de dados (Y_{real}).

Neste trabalho, tal não aconteceu, e o desempenho da rede neural treinada foi inferior ao da análise de regressão linear, resultando no seguinte erro quadrático médio:

$$\text{Com a rede neural: } EQM = \frac{\sum (Y_i - Y_{real})^2}{N} = 21.663.682,21$$

$$\text{Com a análise de regressão: } EQM = \frac{\sum (Y_i - Y_{real})^2}{N} = 17.267.998,96$$

No caso em estudo os resultados não confirmaram com um caso prático o que a teoria afirmava a priori: que as previsões via redes neurais deveriam ser melhores do que aquelas obtidas com a análise de regressão linear utilizando mínimos quadrados ordinários ou modelos lineares generalizados. No caso em estudo, o erro quadrático médio obtido via rede neural foi maior cerca de 25% do que aquele gerado pela análise de regressão. Entretanto se espera que na maioria das vezes o desempenho da rede neural seja superior ao da análise de regressão.

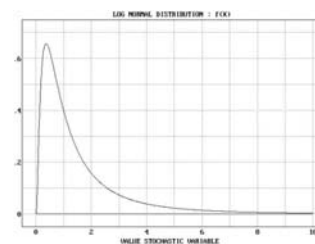
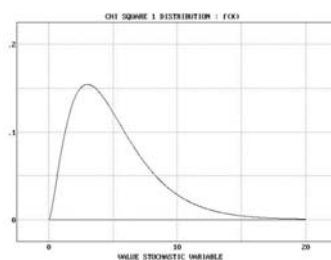
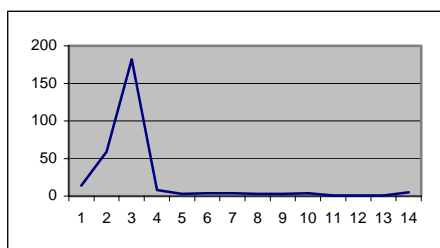
O melhor desempenho da rede neural deve-se, fundamentalmente, ao fato de os fenômenos sociais e relações do mundo real, expressos por variáveis, não serem necessariamente lineares. Mesmo quando lineariza-se a função, transformando-se as variáveis para melhor captar essa relação não retilínea, continua havendo a possibilidade de existir um melhor estimador não linear.

Listamos os resultados para comparação, verificando-se que a rede neural respondeu melhor que o modelo de regressão em 208 vezes das 294 possíveis. Entretanto, a grandeza de alguns desvios, fizeram com que o EQM da análise de regressão fosse inferior ao EQM da rede neural.

Neste trabalho partiu-se do pressuposto que o melhor modelo é aquele que apresenta os menores desvios em relação aos verdadeiros valores pesquisados.

Uma vez que uma rede neural treinada fornece valores que podem ser comparados com os originais, pode-se perfeitamente analisar sua robustez pela Validação Cruzada, bem como analisar a distribuição dos resíduos para construção do intervalo de confiança para previsão, atendendo os requisitos para um trabalho consistente, que atenda a Norma de Avaliação de Bens, recém aprovada.

Uma dificuldade adicional foi constatada: a distribuição dos resíduos não é aderente à distribuição normal; o que pode ser comprovado pelo teste de aderência não paramétricos, como o Qui-quadrado ou Kolmogorov-Sminorv. Graficamente, pode-se verificar que a distribuição se aproxima de uma distribuição qui-quadrado ou uma log-normal:



É claro que isto torna o intervalo de confiança não simétrico. Esta não simetria, aliada ao fato de ter-se maiores desvios no modelo treinado pela rede neural, faz com que no caso em estudo, seja preferido a avaliação pela análise de regressão.

Espera-se que referido trabalho estimule novos companheiros na busca dos conhecimentos necessários para analisar e escolher as melhores ferramenta para cada caso.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Norma NB-901 – Avaliações de Máquinas, Equipamentos, Instalações e Complexos Industriais - ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 1984.
- 2) Norma NB-502 – Avaliações de Imóveis Urbanos - ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 1989.
- 3) Dantas, Rubens Alves – Engenharia de Avaliações: Uma Introdução à Metodologia Científica – Pini, 1998.
- 4) Moreira, Alberto Lélío – Princípios da Engenharia de Avaliações – Pini, 1994.
- 5) Barbosa, Emanuel Pimentel e Bidurin, Claudio P. – Seleção de Modelos de Regressão para Predição via Validação Cruzada: Uma Aplicação em Avaliação de Imóveis – Revista Brasileira de Estatística, 52 (N°s 197/198) pág. 105-120 – Jan/Dez-1991.
- 6) Drang, Diane E. , Edelson, Barry e Levine, Robert I. - Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas, tradução de Maria Claudia Santos Ribeiro, São Paulo, McGraw-Hill, 1988.
- 7) Garza, Jesus M., Rouhana, Khalil, Neural Networks Versus Parameter-Based Applications in Cost Estimating, Cost Engineering, vol. 37, fevereiro 1995, p. 15-17.
- 8) Guedes, Jakson C. , Avaliação de Bens Utilizando Metodologia Científica - Tese de Mestrado - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1992.
- 9) Harman, Paul - Expert Systems tools and applications, New York, John Willey, 1988.
- 10) Hoffman, Rodolfo e Vieira, Sônia, Análise de Regressão: Uma Introdução à Econometria, São Paulo, Hucitec, 1977.
- 11) Lawrence, Jeannette, Introduction to Neural Networks – Design, Theory, and Applications – California Scientific Software Press, 6th edition, 1994.
- 12) Nelder, I.A. and Wedderburn, R.W.M., Generalized Linear Models. JRSS A 135. P. 370-384.
- 13) Neter, John; Wasserman, William and Kutner, Michael H., Applied Linear Statistical Models, Boston, Irwin, 1990.

CURRICULUM VITAE

1) PAULO CÉSAR VIDAL MORATO

43 anos, Engenheiro Mecânico, formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, trabalha como Engenheiro de Equipamentos Pleno da Petrobras S.A., onde atuou durante vários anos no setor de Projeto e Instalação de Estruturas Marítimas e Offshore e, atualmente, no setor de Perícias e Avaliações.

Desenvolve trabalhos como consultor e prestador de serviços de avaliação de equipamentos, complexos industriais e bens especiais para empresas de avaliação (Aval, BNI, Uniconsult, BVA) e instituições financeiras (Banco do Brasil), assim como Professor dos seguintes cursos:

- Pós-Graduação em Engenharia de Avaliações – Instituto de Eng.^a Legal – Rio de Janeiro/RJ .
- Avaliações de Equipamentos, Complexos Industriais e Bens Especiais – NTT (Núcleo de Treinamento Tecnológico) – Rio de Janeiro/RJ .

Trabalhos e Artigos apresentados em congressos ou publicados em jornais e revistas:

-Avaliação de Navios Petroleiros, Químicos e de Derivados com Uso de Regressão Linear (Avaliar 2002 – Curitiba/PR).

-Avaliação de Preços de Contratos de Manutenção de Elevadores e Escadas Rolantes com Uso de Regressão Linear (XX Congresso Panamericano de Avaliação – Buenos Aires/Argentina, 2002).

-Ações: Como Reduzir o Risco e se Aposentar mais Ceddo (Jornal do Comércio/RJ – 2002).

-Avaliação de Preços de Contratos de Manutenção de Elevadores e Escadas Rolantes com Uso de Regressão Linear (XI Cobreap – Guarapari/ES, 2001).

-Avaliação de Complexos Industriais com Uso de Regressão Linear (VIII Cobreap – Florianópolis/SC, 1995).

-Avaliação de Obras de Arte com Uso de Regressão Linear (Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias, Jornal do Ibape/SP, Jornal do Comércio do Rio de Janeiro - 1996).

-Estudo sobre o Mercado de Arte no Brasil (Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias, Jornal do Ibape/SP, Jornal do Comércio do Rio de Janeiro - 1996).

2) JACKSON CARVALHO GUEDES

49 anos, Engenheiro Civil graduado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1979) e Mestre em Ciências em Engenharia de Produção na área de Projetos Industriais pela COPPE/UFRJ, tendo defendido Tese de Mestrado em maio/1992 com o título " Avaliação de Bens com a Aplicação da Metodologia Científica" e doutorando em Planejamento Energético e Ambiental na COPPE/UFRJ.

Profissional, com mais de 20 anos de atuação nas áreas de: Avaliações Técnicas, Análise de Viabilidade Econômico-Financeira, Fiscalização e Contratação de Serviços de Engenharia.

Atualmente é empregado da **PETROBRÁS S.A.**, atuando no setor de Engenharia de Avaliação Ambiental.

Professor dos seguintes cursos de extensão:

- Pós graduação em Engenharia de Avaliações – UNIVILA – Universidade de Vila Velha - ES - 07/2002 e 06/2003
- Curso de Engenharia de Avaliações - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 11/2002
- Curso de Engenharia de Avaliações - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 11/2000
- Pós graduação em Engenharia de Avaliações – UNIVILA – Universidade de Vila Velha - ES - 07/2000
- Curso de Engenharia de Avaliações - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 05/1999
- Inferência Estatística no Curso de Engenharia de Avaliações do Imape/Fumec - Belo Horizonte - 03/1999.
- Curso de Engenharia de Avaliações - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 11/1998
- Inferência Estatística no Curso de Engenharia de Avaliações no Instituto Militar de Engenharia - IME - Rio de Janeiro - RJ - 10/1998
- Curso de Engenharia de Avaliação - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 05/1998
- Curso de Engenharia de Avaliação - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 04/1997
- Curso de Inferência Estatística Aplicada à Engenharia de Avaliações - IMAPE - Instituto Mineiro de Engenharia de Avaliações e Perícias - Belo Horizonte - MG - abril/96
- Curso de Engenharia de Avaliações - CEPUERJ - Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - julho/96
- Curso de Engenharia de Avaliações - CEPUERJ - Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - janeiro/96
- Curso de Engenharia de Avaliações para Profissionais do DNER - CEPUERJ - Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - dezembro/1995
- Curso de Engenharia de Avaliações - CEPUERJ - Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - junho/1995
- Curso de Engenharia de Avaliações - CEPUERJ - Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - maio/1994
- Curso de Engenharia de Avaliação - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 11/1993
- Curso de Avaliação de Imóveis Rurais - VII COBREAP - Natal - RN - 11/1993.
- Curso de Engenharia de Avaliação - SARJ - Sindicato dos Arquitetos do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - 07/1993.
- Álgebra Matricial no Curso Avançado de Engenharia de Avaliação - NTT - Núcleo de Treinamento Tecnológico - Rio de Janeiro - RJ - 1992.
- Álgebra Matricial no Curso Avançado de Engenharia de Avaliação - NTT - Núcleo de Treinamento Tecnológico - Rio de Janeiro - RJ - 1990.
- Engenharia de Avaliações - PETROBRÁS- Rio de Janeiro - RJ - 1988.

- Métodos Avançados de Avaliação - INSTITUTO DE ENGENHARIA, SP - 1989.
- Engenharia de Avaliações - PETROBRÁS, RJ - 1988.
- Métodos Modernos de Avaliação - ABRAPP - Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Privada, RJ - 1988.
- Incorporação Imobiliária - NTT - Núcleo de Treinamento Tecnológico da UFRJ - 1981/84

TRABALHOS PUBLICADOS

- Duas Ferramentas Poderosas à Disposição do Engenheiro de Avaliações – Modelos Lineares Generalizados e Redes Neurais - Anais do XI COBREAP – IBAPE – 2001.
- Aplicação de Redes Neurais na Avaliação de Bens – Uma comparação com a Análise de Regressão Linear - Anais do II Simpósio Brasileiro de Engenharia de Avaliações – ABDE – set/2000.
- Avaliação de Hotéis - Anais do I AVALIAR - Simpósio Brasileiro de Instituições Financeiras de Desenvolvimento - Outubro/98 - Salvador - BA.
- O Emprego de Inteligência Artificial na Avaliação de Bens - Anais do VIII COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 11/1995 e Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias - AnO VII - Número 82 - Abril/96, Porto Alegre - RS.
- Avaliação de Máquinas e Equipamentos Utilizando Análise de Regressão Linear - Anais do VIII COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 11/1995
- Um Modelo para Avaliação de Culturas com o uso de Análise de Risco, Anais do VII COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 11/1993.
- Um Modelo para Avaliação de Culturas com o uso de Análise de Risco, Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias, Ano III, nº 31, janeiro de 1992.
- Fundamentação e Análise de uma Avaliação - Anais do VI Congresso de Engenharia de Avaliações e Perícias -
- Cálculo Matricial p/ Aplicações em Modelos Lineares - PETROBRÁS - 1988
- Cálculo Matricial - ABRAPP - 1988
- Linhas de Financiamento no Sistema Financeiro de Habitação - NTT - 1981

RESUMO.

O presente trabalho tem por objetivo mostrar o emprego da ferramenta de análise de regressão linear e redes neurais na avaliação de navios de grande porte, conduzindo à uma avaliação mais rigorosa e fundamentada, facilitando o trabalho de empresas que normalmente utilizam tais embarcações em suas atividades diárias.

A metodologia descrita a seguir foi desenvolvida para auxiliar na compra e venda de navios petroleiros e químicos, novos e usados, da Petrobras, no Brasil e no exterior, sendo posteriormente utilizada, também, nas estimativas de preços de navios petroleiros usados, visando sua compra e posterior adaptação para operarem como Unidades Flutuantes de Produção e Armazenamento de Petróleo, os chamados FPSO (Floating, Production, Storage and Offloading) e FSO (Floating, Storage and Offloading), em águas profundas brasileiras.

O procedimento proposto é composto basicamente pelas seguintes etapas:

I)Análise de Regressão:

- *preenchimento da ficha resumo do navio que será avaliado.*
- *pesquisa de mercado de navios semelhantes no mercado internacional.*
- *construção do modelo inferencial.*

II)Análise por Redes Neurais:

- *construção do modelo de rede neural, à partir da mesma pesquisa utilizada na análise de regressão.*

III)comparação de resultados:

- *regressão x rede neural.*

Para a modelagem estatística por regressão, pesquisamos preços de navios à venda ou recentemente vendidos no mundo nos anos de 1994 à 1995, assim como projeções de preços feitas por especialistas (brokers) e revistas para os anos de 1996 à 2000. Desta forma obtivemos uma amostra total com 296 navios, sendo aproveitados 294 deles, que nos permitiu por meio de inferência estatística obter uma equação de regressão onde correlacionamos a variável “Preço do Navio” com as demais variáveis consideradas mais significativas na formação dos preços de mercado. Para exemplificar o emprego do método, testamos o mesmo através de cruzamento com os próprios dados da pesquisa (validação cruzada com navios novos e usados) além de casos reais em que comparamos os preços de navios novos construídos pela Petrobras em 1996 com a resposta do modelo, mostrando em todos os casos a validação da modelagem.

As principais conclusões e recomendações foram:

1) Quanto à Análise de Regressão:

1.1-O presente modelo inferido somente é válido para avaliações de Navios Petroleiros, Químicos e de Produtos, em operação, assim como para os anos de referência de 1994 à 1995. Para os anos de 1996 à 2000 o modelo fornece estimativas futuras de preços (previsão).

1.2-Para exemplificar o emprego do método, relatamos os resultados de alguns casos reais na Petrobras, em 1996.

1.3-O modelo foi sensível às seguintes variáveis: tipo de navio, tipo de casco, porte bruto e idade. Quanto à escolha do valor final do navio dentro do intervalo de confiança da regressão, sugerimos que o avaliador considere outras variáveis que, embora importantes, não entraram na formação do modelo, tais como: data da última docagem, bandeira onde o navio está registrado (quando o navio está registrado em alguns países pouco confiáveis, o mercado o precifica para baixo), validade dos certificados de navegabilidade, potência total dos motores, quantidade e qualidade das acomodações para os tripulantes, quantidade e qualidade dos instrumentos de navegação e rádio comunicação, destino que será dado ao navio (quando o mercado desconfia que o navio vai ser comprado para futuramente ser transformado em unidade de produção de petróleo, costuma-se precificá-lo para cima), assim como outras variáveis que o avaliador julgue importantes.

2) Quanto à Análise por Redes Neurais:

As mesmas informações, sem modificações na forma de entrada dos dados, foram usadas para avaliação, empregando-se o programa EasyNN, programado para a criação de redes neurais. Os passos para treinar a rede foram:

2.1 - escolha da variável dependente, de maneira similar à análise de regressão;

2.2 - definição que informações serão usadas para as predições, ou seja, quais as variáveis explicativas;

2.3 - após a entrada de dados no programa e a definição do status das variáveis, montou-se e treinou-se a rede neural, de acordo com parâmetros definidos pelo projetista;

Em trabalhos anteriores constatou-se que, em geral, mas não em todos os eventos, os resultados obtidos por redes neurais treinadas eram melhores que os obtidos pelos modelos lineares de regressão, e o valores calculados (Y_i) aproximavam-se mais dos valores obtidos na coleta de dados (Y_{real}).

Neste trabalho, tal não aconteceu, e o desempenho da rede neural treinada foi inferior ao da análise de regressão linear, resultando em maiores desvios e na constatação que a distribuição dos resíduos não é normal.

Concluindo-se que no caso de uma avaliação, com os dados registrados neste trabalho, seria melhor utilizar a análise de regressão ao invés de uma rede neural.

PALAVRAS-CHAVE: Máquinas, Equipamentos, Navios, Regressão, Rede Neural