7
Referências bibliográficas

ANKUM, L. A.; Smit, H. T. **A Real Options and Game-Theoretic Approach to Corporate Investment Strategy under Competition in: Financial Management.** Vol. 22. p. 241-250. 1993.

BRANDÃO, L.; Dyer, J.; **The Valuation of R&D Projects with Option to Expand**. 4º Encontro de Finanças. Rio de Janeiro, 2004.

BRANDÃO, L.; Dyer, J.; **Decision Analysis and Real Options: A Discrete Time Approach to Real Option Valuation**. Annals of Operations Research, Volume 135, Issue 1, Jan 2005, Pages 21 – 39.

BRANDÃO, L; Dyer, J.; Hahn, W.; **Using Binomial Decision Trees to Solve Real Option Valuation Problems**. Decision Analysis Vol. 2, No. 2, June 2005, pp. 69–88.

COPELAND, T. & Antikarov, V. **Real Options – A Practitioner's Guide**. Editora Texere LLC, New York, 2001.

CORKE, M. J. **GTL technologies focus on lowering costs**. Oil & Gas journal, September 21st, 1998.

DIAS, M.A.G.; Rocha, K.M.C. **Petroleum Concessions with Extendible Options Using Mean Reversion with Jumps to Model Oil Prices**. Wassenaar-Leiden (Holanda): Proceedings of the 3rd Annual International Conference on Real Options, June 1999.

DIAS, M.A.G. (2002): **Investment in Information in Petroleum: Real Options and Revelation**. Working Paper, Dept. of Industrial Engineering, PUC-Rio, First version February 2002, current version October 2002, 47 pp.

DIAS, M.A.G. (2004): **Valuation of Exploration & Production Assets: An Overview of Real Options Models**. Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 44(1-2), October 2004, pp.93-114.

DIXIT, A.K. & Pindyck R.S. **Investment under Uncertainty**. Princeton University Press, 1994.

FERREIRA, L. P. R., Bomtempo V. J., de Almeida, F. L. E.: **Estudo das inovações tecnológicas em GTL com base em patentes: o caso Shell**. 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da Administração Financeira**. 3ª ed. São Paulo Harba, 1987.

HULL, J. C. **Options, Futures, and Other Derivatives Securities**. Prentice Hall, 2a ed. 1993, Englewood Cliffs, NJ.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511105/CA

PERTUSIER, R. R.: **Aspectos Econômicos da Atividade de Gas-to-Liquids (GTL)**. Resumo Estratégico, Novembro 2004.

SOUZA-AGUIAR, E. F., Appel, L. G., Mota, C.: **Natural gas chemical transformations: The path to refining in the future**. Catalysis Today 101 (2005) 3 –7.

THE PETROLEUM ECONOMIST LTD., June 2005.

TRIGEORGIS, L.: **Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. MIT Press, Cambridge, MA, 1996, 427 pp.

WILHELM, D. J. **Syngas production for gas-to-liquids applications: technologies, issues and an outlook**. Fuel processing technology, n° 71, p139-148, 2001.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511105/CA

8
Apêndices e anexos

A (dP)^2 é de ordem dt

Seja $dP = \alpha P dt + \sigma P dz$, logo (dP)^2 é: $(dP)^2 = \alpha^2 P^2 (dt)^2 + 2\alpha\sigma P^2 dt dz + \sigma^2 P^2 (dz)^2$, mas o termo (dt)^2 e (dt)$^{3/2}$ (como dt.dz) são desprezíveis frente ao termo dt, temos: $(dP)^2 = \sigma^2 P^2 (dz)^2$.

<u>Prova de que (dz)^2= dt:</u>

1º E[(dz)^2] = dt

2º Var[(dz)^2] = 0

Essas duas condições implicarão que (dz)^2= dt.

<u>E[(dz)^2]= dt</u>: Seja o incremento de Wiener dz= ε(dt)$^{1/2}$, logo aplicando o valor esperado, temos: $\mathrm{E}[(dz)^2] = E[(\varepsilon \times (dt)^{1/2})^2 = \mathrm{E}[\varepsilon^2 dt] = dt \times \mathrm{E}[\varepsilon^2]$, mas a variância de ε é por definição igual a 1 (normal padronizada), ou seja:

Var(ε)= 1= E[ε^2] – (E[ε])^2 = E[ε^2] - 0, logo E[ε^2]=1, substituindo E[(dz)^2]= dt.

<u>Var[(dz)^2]= 0</u>: $Var[(dz)^2] = Var[\varepsilon^2 \times dt] = dt^2 \times Var[\varepsilon^2]$, mas dt^2 é aproximadamente zero, logo $Var[\varepsilon^2 \times dt] = 0 \times Var[\varepsilon^2] = 0$.

Isso nos diz que embora dz seja uma variável aleatória com distribuição normal, seu quadro (dz)^2 é determinístico.

B Tabela parametrizada ASF (Anderson-Schulz-Flory)

	Alpha	Fator	Metano	GLP	Nafta	Diesel	Parafinas	Lubrificantes
	A	(1-a)^2/a	C1	C2-C4	C5-C11	C12-C18	C19-C40	C41+
1	0,01	98,01	98,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,02	48,02	96,0%	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,03	31,36	94,1%	5,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0,04	23,04	92,2%	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	0,05	18,05	90,3%	9,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
6	0,06	14,73	88,4%	11,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511105/CA

7	0,07	12,36	86,5%	13,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
8	0,08	10,58	84,6%	15,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
9	0,09	9,20	82,8%	17,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
10	0,1	8,10	81,0%	19,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
11	0,11	7,20	79,2%	20,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
12	0,12	6,45	77,4%	22,5%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
13	0,13	5,82	75,7%	24,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
14	0,14	5,28	74,0%	25,9%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
15	0,15	4,82	72,3%	27,5%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
16	0,16	4,41	70,6%	29,2%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
17	0,17	4,05	68,9%	30,7%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
18	0,18	3,74	67,2%	32,3%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
19	0,19	3,45	65,6%	33,8%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
20	0,2	3,20	64,0%	35,3%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%
21	0,21	2,97	62,4%	36,8%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
22	0,22	2,77	60,8%	38,2%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%
23	0,23	2,58	59,3%	39,6%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,24	2,41	57,8%	40,9%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,25	2,25	56,3%	42,2%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,26	2,11	54,8%	43,4%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%
27	0,27	1,97	53,3%	44,6%	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%
28	0,28	1,85	51,8%	45,8%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%
29	0,29	1,74	50,4%	46,9%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%
30	0,3	1,63	49,0%	47,9%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%
31	0,31	1,54	47,6%	48,9%	3,5%	0,0%	0,0%	0,0%
32	0,32	1,45	46,2%	49,9%	3,9%	0,0%	0,0%	0,0%
33	0,33	1,36	44,9%	50,7%	4,4%	0,0%	0,0%	0,0%
34	0,34	1,28	43,6%	51,6%	4,9%	0,0%	0,0%	0,0%
35	0,35	1,21	42,3%	52,3%	5,4%	0,0%	0,0%	0,0%
36	0,36	1,14	41,0%	53,1%	6,0%	0,0%	0,0%	0,0%
37	0,37	1,07	39,7%	53,7%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%
38	0,38	1,01	38,4%	54,3%	7,2%	0,0%	0,0%	0,0%
39	0,39	0,95	37,2%	54,8%	7,9%	0,0%	0,0%	0,0%
40	0,4	0,90	36,0%	55,3%	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%
41	0,41	0,85	34,8%	55,7%	9,5%	0,0%	0,0%	0,0%
42	0,42	0,80	33,6%	56,0%	10,3%	0,1%	0,0%	0,0%
43	0,43	0,76	32,5%	56,3%	11,1%	0,1%	0,0%	0,0%
44	0,44	0,71	31,4%	56,5%	12,1%	0,1%	0,0%	0,0%
45	0,45	0,67	30,3%	56,6%	13,0%	0,1%	0,0%	0,0%
46	0,46	0,63	29,2%	56,7%	14,0%	0,1%	0,0%	0,0%
47	0,47	0,60	28,1%	56,7%	15,1%	0,2%	0,0%	0,0%
48	0,48	0,56	27,0%	56,6%	16,1%	0,2%	0,0%	0,0%
49	0,49	0,53	26,0%	56,5%	17,3%	0,3%	0,0%	0,0%
50	0,5	0,50	25,0%	56,3%	18,4%	0,3%	0,0%	0,0%
51	0,51	0,47	24,0%	56,0%	19,6%	0,4%	0,0%	0,0%
52	0,52	0,44	23,0%	55,6%	20,9%	0,5%	0,0%	0,0%
53	0,53	0,42	22,1%	55,2%	22,2%	0,6%	0,0%	0,0%
54	0,54	0,39	21,2%	54,7%	23,5%	0,7%	0,0%	0,0%
55	0,55	0,37	20,3%	54,1%	24,8%	0,8%	0,0%	0,0%

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511105/CA

56	0,56	0,35	19,4%	53,5%	26,2%	1,0%	0,0%	0,0%
57	0,57	0,32	18,5%	52,8%	27,5%	1,1%	0,0%	0,0%
58	0,58	0,30	17,6%	52,0%	28,9%	1,4%	0,0%	0,0%
59	0,59	0,28	16,8%	51,2%	30,3%	1,6%	0,1%	0,0%
60	0,6	0,27	16,0%	50,3%	31,7%	1,9%	0,1%	0,0%
61	0,61	0,25	15,2%	49,3%	33,1%	2,2%	0,1%	0,0%
62	0,62	0,23	14,4%	48,3%	34,5%	2,6%	0,1%	0,0%
63	0,63	0,22	13,7%	47,2%	35,9%	3,0%	0,2%	0,0%
64	0,64	0,20	13,0%	46,1%	37,3%	3,4%	0,2%	0,0%
65	0,65	0,19	12,3%	44,9%	38,6%	3,9%	0,3%	0,0%
66	0,66	0,18	11,6%	43,7%	39,9%	4,5%	0,4%	0,0%
67	0,67	0,16	10,9%	42,4%	41,1%	5,1%	0,5%	0,0%
68	0,68	0,15	10,2%	41,0%	42,3%	5,8%	0,7%	0,0%
69	0,69	0,14	9,6%	39,6%	43,3%	6,6%	0,8%	0,0%
70	0,7	0,13	9,0%	38,2%	44,3%	7,5%	1,0%	0,0%
71	0,71	0,12	8,4%	36,7%	45,2%	8,4%	1,3%	0,0%
72	0,72	0,11	7,8%	35,2%	46,0%	9,4%	1,6%	0,0%
73	0,73	0,10	7,3%	33,6%	46,6%	10,4%	2,0%	0,0%
74	0,74	0,09	6,8%	32,1%	47,1%	11,5%	2,5%	0,0%
75	0,75	0,08	6,3%	30,5%	47,4%	12,7%	3,1%	0,0%
76	0,76	0,08	5,8%	28,9%	47,6%	14,0%	3,8%	0,0%
77	0,77	0,07	5,3%	27,2%	47,6%	15,3%	4,6%	0,0%
78	0,78	0,06	4,8%	25,6%	47,4%	16,6%	5,6%	0,1%
79	0,79	0,06	4,4%	23,9%	46,9%	17,9%	6,8%	0,1%
80	0,8	0,05	4,0%	22,3%	46,2%	19,2%	8,1%	0,2%
81	0,81	0,04	3,6%	20,6%	45,3%	20,5%	9,7%	0,2%
82	0,82	0,04	3,2%	19,0%	44,2%	21,7%	11,6%	0,3%
83	0,83	0,03	2,9%	17,4%	42,8%	22,8%	13,7%	0,5%
84	0,84	0,03	2,6%	15,8%	41,1%	23,7%	16,0%	0,8%
85	0,85	0,03	2,3%	14,2%	39,2%	24,5%	18,7%	1,2%
86	0,86	0,02	2,0%	12,7%	37,0%	25,0%	21,6%	1,7%
87	0,87	0,02	1,7%	11,2%	34,6%	25,3%	24,7%	2,6%
88	0,88	0,02	1,4%	9,8%	31,9%	25,2%	27,9%	3,7%
89	**0,89**	**0,01**	**1,2%**	**8,4%**	**29,0%**	**24,8%**	**31,2%**	**5,4%**
90	**0,9**	**0,01**	**1,0%**	**7,1%**	**26,0%**	**23,9%**	**34,3%**	**7,7%**
91	0,91	0,01	0,8%	5,9%	22,7%	22,5%	37,0%	11,0%
92	**0,92**	**0,01**	**0,6%**	**4,8%**	**19,4%**	**20,7%**	**39,0%**	**15,4%**
93	0,93	0,01	0,5%	3,8%	16,1%	18,5%	39,9%	21,3%
94	0,94	0,00	0,4%	2,8%	12,8%	15,8%	39,2%	29,1%
95	0,95	0,00	0,2%	2,0%	9,6%	12,7%	36,4%	39,0%
96	0,96	0,00	0,2%	1,3%	6,6%	9,4%	31,3%	51,2%
97	0,97	0,00	0,1%	0,8%	4,0%	6,1%	23,6%	65,4%
98	0,98	0,00	0,0%	0,3%	1,9%	3,2%	14,1%	80,4%
99	0,99	0,00	0,0%	0,1%	0,5%	0,9%	4,7%	93,7%
100	1	0,00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Tabela 22 - Tabela parametrizada ASF (Anderson-Schulz-Flory)

Legenda a: fator de probabilidade de crescimento da cadeia

C_n: número de carbonos

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511105/CA

C Estimativa de parâmetros por regressão linear – Movimento de reversão à media

Equação de regressão: $\ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = a + (b - 1)\ln(P_{t-1}) + \varepsilon_t$

Se 0 < b < 1, teremos indícios de reversão à média.

As seguintes fórmulas permitem estimar um processo de reversão para o logaritmo dos preços (Dixit & Pindyck, p.77, corrigido):

η= -ln(b)xN, N: dados do período (mensal= 12, diário= 252);

$$\sigma = \sigma_\varepsilon \sqrt{\frac{2 \times \ln b}{b^2 - 1}} \; ; \qquad \overline{P} = e^{\left[\frac{a + (0,5 \times \sigma \times \frac{2}{N})}{(1-b)}\right]} \; ;$$

Os valores encontrados pela regressão das séries históricas são:

	Gas Natural	Óleo pesado	Nafta	Diesel	Lubrificantes	Parafinas
Velocidade de reversão a media	0,330	0,200	0,344	0,025	0,592	1,559
Volatilidade	40,8%	21,7%	36,8%	2,9%	115,7%	91,4%
Média de longo prazo	4,77	26,48	82,51	3.504,29	16,02	3,09
a	0,0354	0,0025	0,1189	0,0170	0,0777	0,1025
b-1	(0,0271)	(0,0008)	(0,0282)	(0,0021)	(0,0481)	(0,1219)
r2	0,0135	0,0002	0,0110	0,0001	0,1062	0,0614

Tabela 23 - Resultados encontrados através da regressão linear

Em nenhuma das séries pode-se rejeitar a hipótese do movimento geométrico Browniano (b -1 muito próximo de zero apesar de ser negativo). Caso a inclinação fosse negativa, é indício de reversão à média.

D Sensibilidade do Valor Presente Líquido

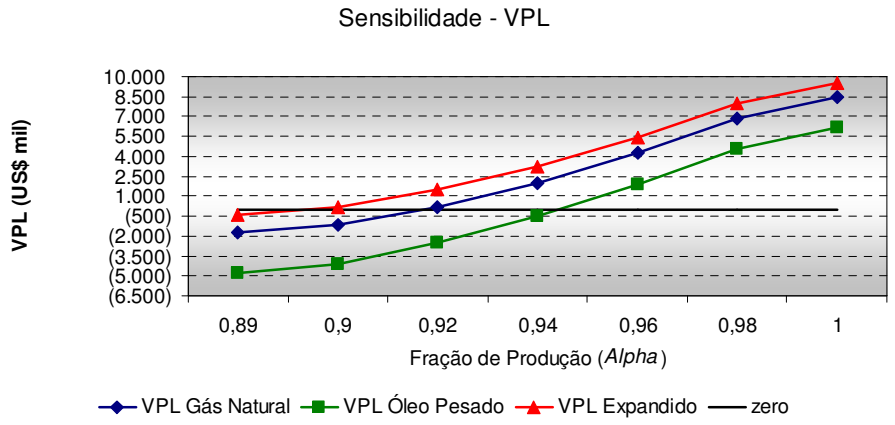
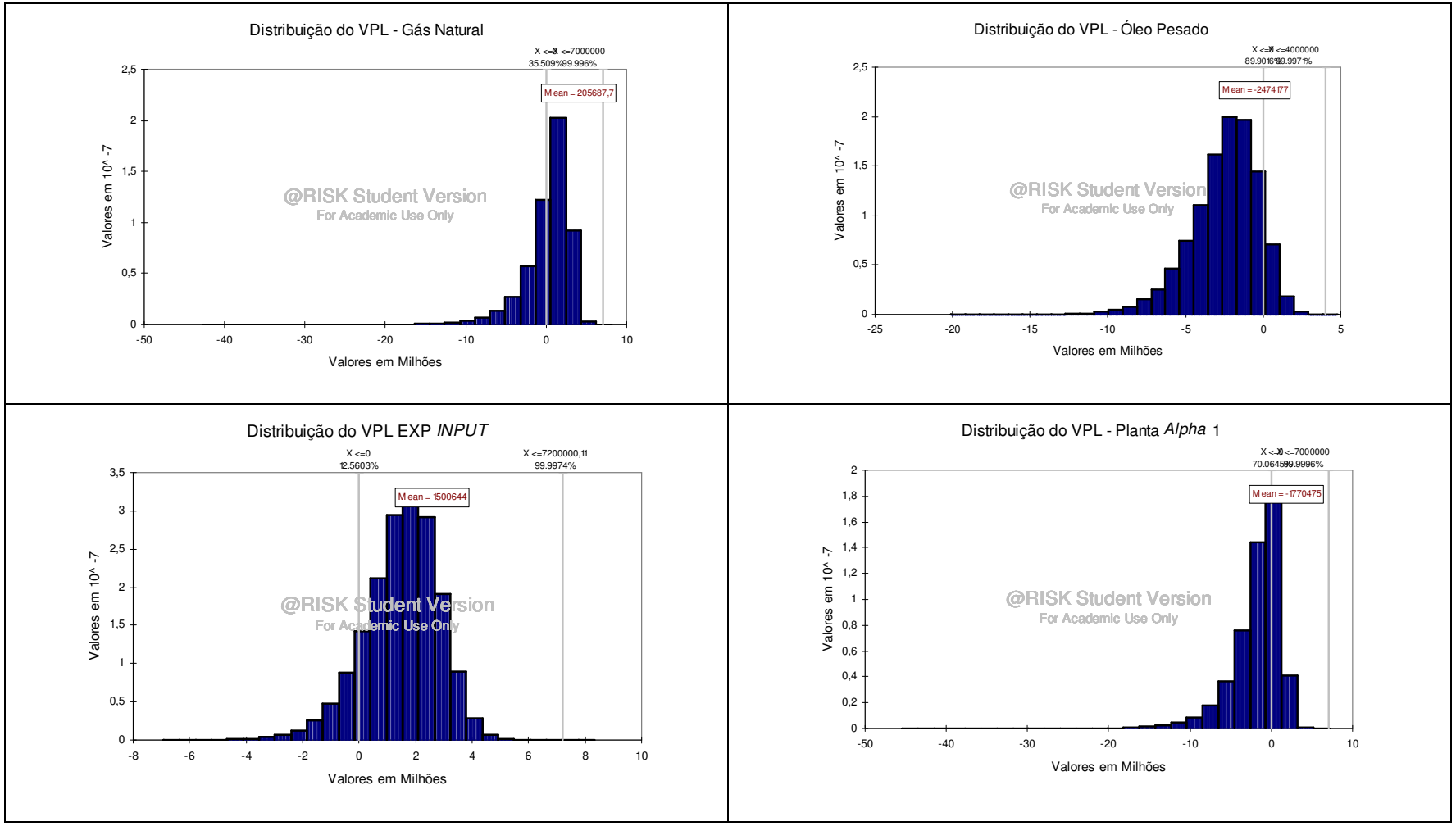


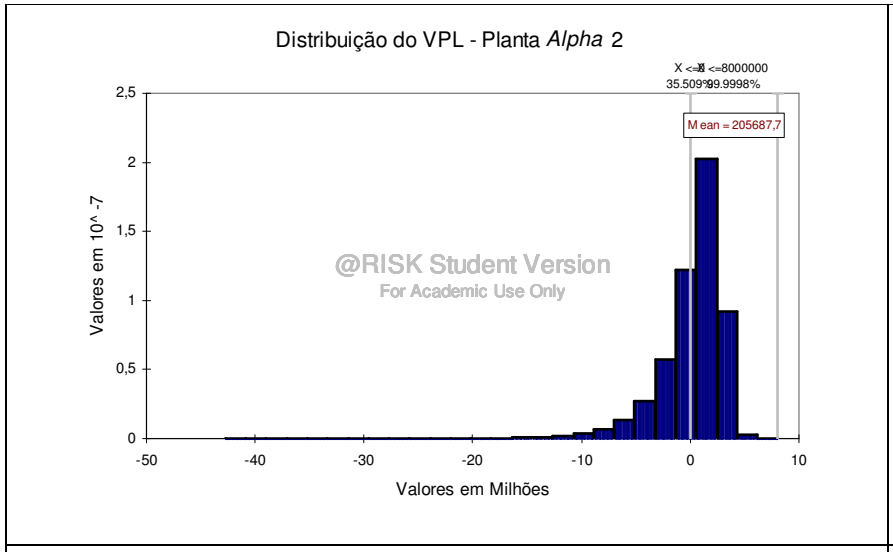
Figura 23 - Sensibilidade do Valor presente Líquido

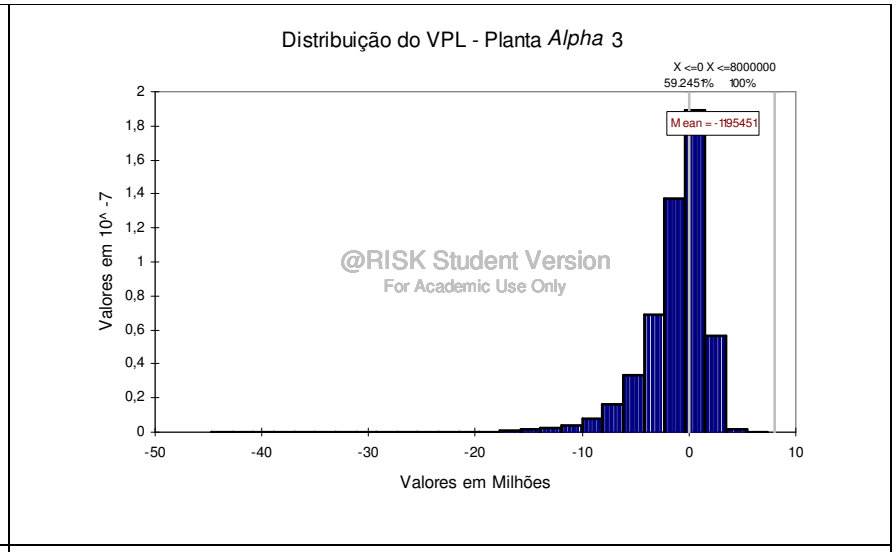
PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0511105/CA

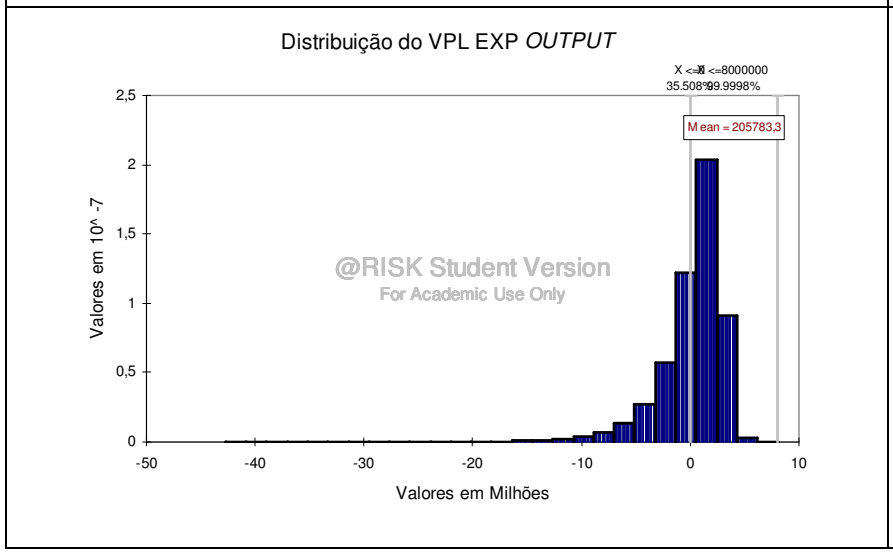
E Distribuição de probabilidade dos resultados encontrados

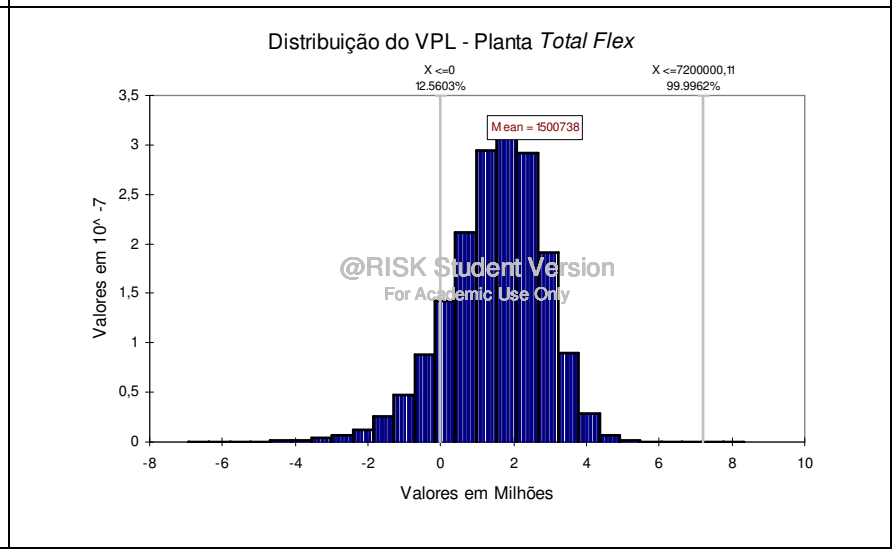
Figura 24: Distribuições de probabilidade dos resultados encontrados




Distribuição do VPL - Planta *Alpha* 2
X <=0 X <=8000000
35.509% 99.9998%
Mean = 205687,7
@RISK Student Version
For Academic Use Only
Valores em 10^ -7
Valores em Milhões


Distribuição do VPL - Planta *Alpha* 3
X <=0 X <=8000000
59.2451% 100%
Mean = -1195451
@RISK Student Version
For Academic Use Only
Valores em 10^ -7
Valores em Milhões


Distribuição do VPL EXP *OUTPUT*
X <=0 X <=8000000
35.508% 99.9998%
Mean = 205783,3
@RISK Student Version
For Academic Use Only
Valores em 10^ -7
Valores em Milhões


Distribuição do VPL - Planta *Total Flex*
X <=0
12.5603%
X <=7200000,11
99.9962%
Mean = 1500738
@RISK Student Version
For Academic Use Only
Valores em 10^ -7
Valores em Milhões