

**Referências Bibliográficas**

- [1] BOER, F.P. **Financial Management of R&D 2002**. Research Technology Management, Jul/Aug 2002, 45, 4.
- [2] Pavitt , K. **Innovation Processes**, The Oxford Handbook of INNOVATION, Chapter 4, 2005.
- [3] Damodaran, A. **The Promise and Peril of Real Options**. Disponível em <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>, último acesso em 27 de agosto de 2008.
- [4] Smit, H.T.J. & Trigeorgis, L. **Strategic Investments – Real Options and Games**, Princeton University Press, 2004.
- [5] Santiago, L.P. & Bifano, T.G. **Management of R&D Projects Under Uncertainty: A Multidimensional Approach to Managerial Flexibility**, IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, VOL. 52, Nº. 2, MAY 2005.
- [6] Dias, M.A.G. **Opções Híbridas com Aplicações em Petróleo**, Tese de Doutorado – Volume I, Departamento de Engenharia Industrial/PUC-RJ – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Janeiro de 2005.
- [7] Francisco, M. L. **A importância da flexibilidade gerencial: análise de investimentos usando a teoria das opções reais da planta GTL**, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-RIO, Março de 2007.
- [8] Costa, L. A. **Avaliação Econômica do Projeto GTL: uma Aplicação da Teoria das Opções Reais com Processo de Reversão à média**, Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-RIO, Março de 2007.
- [9] Vieira, E. F. **Avaliação de Projetos de Investimentos em Plantas XTL Utilizando a Teoria das opções Reais**, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-RIO, Março de 2007.
- [10] Huchzermeier, A. & Loch, C. H. **Project Management under risk: Using the real options approach to evaluate flexibility in R&D**, Management Science, Vol 47, No. 1, Design and Development. (Jan., 2001), pp. 85-101.
- [11] Santiago, L.P. e Vakili, P. **On the Value of Flexibility in R&D Projects**, Management Science, Vol. 51, No 8, August 2005, pp. 1206-1218.
- [12] Kolb, Robert W. **Options**. Third Edition. Blackwell. 1997.

- [13] Francis, J.C. **Investments – Analysis and Management**, Fifth Edition. McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS. Finance Series. 1991.
- [14] Luehrman, V.T. **What’s It Worth?**, Harvard Business Review, May-June 1997.
- [15] Dixit, A.K.; Pindyck, R.S. **The Options Approach to Capital Investment**, HAVARD BUSINESS REVIEW, may-june 1995.
- [16] Bouteiller, C. **The Evaluation of Intangibles: Advocating for an Option Based Approach**, Reims Management School, 2002.
- [17] Luehrman, V. T. **Strategy as a Portfolio of Real Options**, Harvard Business Review, September-October, 1998.
- [18] Trigeorgis, L. **Real Options – Managerial Flexibility and Strategy is Resource Allocation**, The MIT Press, Canbrigde, Massachusetts, 1996.
- [19] Lander, D.M. & Pinches, G.E. **Challenges to the Practical Implementation of Modeling, and Valuing Real Options**, The Quartely Review of Economics and Finance, Vol. 38, Special Issue, 1998, pages 537-567.
- [20] Copeland, T. & Antikarov, V. **Opções Reais - Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos**, Editora Campus, 2002.
- [21] Dixit, A.K., Pindyck, R.S. **Investment Under Uncertainty**, 1994, Princenton University Press.
- [22] Paddock, J.L. & Daniel R. S. & e James L.S. **“Option Valuation of Claims on Real Assets: The case os Offshore Petroleum Leases”**, Quaterly Journal of Economics 103 (agosto): 479-508, 1988.
- [23] <http://www.puc-rio.br/marco.ind/>. Último acesso em 28 de agosto de 2008.
- [24] Fagerberg, J. **Innovation – A Guide to the Literature**, The Oxford Handbook of INNOVATION, Chapter 1, 2005.
- [25] Lazonick, W. **The Inovative Firm**, The Oxford Handbook of INNOVATION, Chapter 2, 2005.
- [26] O’Sullivan, M. **Finance and Innovation**, The Oxford Handbook of INNOVATION, Chapter 9. 2005.
- [27] Verspagen, B. **Innovation and Economic Growth**, The Oxford Handbook of INNOVATION, Chapter 18. 2005.
- [28] <http://www.finep.gov.br/>, **Glossário**. Último acesso em 28 de agosto de 2008.

- [29] Hall, B. **Research and Development. Contribution to the International Encyclopedia of the Social Sciences**, second edition, December 2006. [http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH06\\_IESS\\_R&D.pdf](http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH06_IESS_R&D.pdf). Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [30] Hall, B. **THE FINANCING OF RESEARCH AND DEVELOPMENT**, Working Paper 8773, <http://www.nber.org/papers/w8773>, Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [31] Bräutigam, J. & Esche, C. (European Business School, Schloss Reichartshausen, 65375 Oestrich-Winkel, Germany), Mehle-Bicher, Anett. (University of Applied Science, 55122 Mainz, Germany); **Uncertainty as a key value driver of real options**. <http://www.realoptions.org/papers2003/BraeutigamUncertainty.pdf>. Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [32] Lint, O. & Pennings, E. **Finance and Strategy: Time-to-Wait or Time-to-Market?**, Long Range Planning, Vol. 32, No. 5, pp 483 to 493, 1999.
- [33] Pindyck, R. **Investments, Under Uncertain Cost**, Journal of Financial Economics 34 (1993), 53-76.
- [34] Prado, D. **Gerência de Projetos em Tecnologia da Informação**. EDG – Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- [35] Barcauí, A.B. & Borba, D. & Silva, I.M. & Neves, R.B. **Gerenciamento do tempo em projetos**, FVG, 2ª edição, 2006.
- [36] <http://www.dti.gov.uk/innovation/rnidd/index.html>. Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [37] Adler, P.S. & Mandelbaum, A. & Nguyen, V. & Schwerer, E. **From Project to Process Management: An Empirically-Based Framework for Analyzing Product Development Time**. Management Science, Vol. 41, No. 3. (mar., 1995), pp. 458-484
- [38] Ding, M. & Eliashberg, J. **Structuring the New Product Pipeline**. Management Science, Vol. 48, N0. 3 (Mar., 2002), pp. 3434-363.
- [39] Granot, D. & Zuckerman, D. **Optimal Sequencing and Resouce Allaction in Research and Development Projects**. Management Science, Vol. 37, No. 2 (Feb., 1991), pp. 140-156.

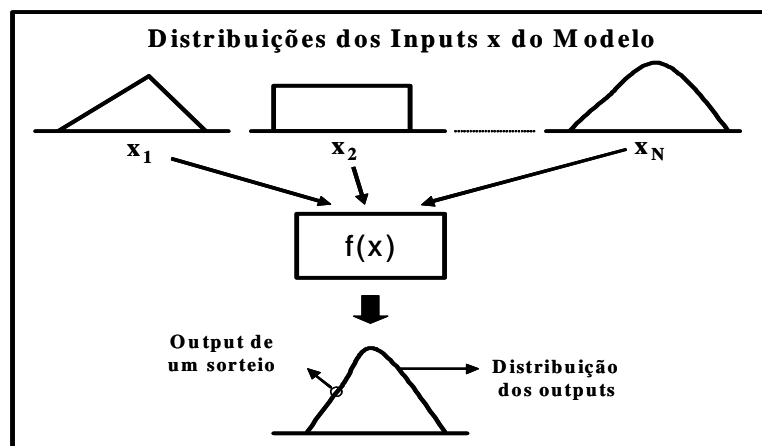
- [40] Bowman, E.H. & Moskowitz, G.T. **Real Options Analysis an Strategic Decision Making**. Organization Science, Vol. I, No 6 (Nov. Dec., 2001), pp. 772-777
- [41] Hull, J. C. **Options, Futures and Other Derivatives**, Fifth Edition, Prentice Hall Finance Series, 2002.
- [42] Perlitz, M. & Peske, T. & Schrank, R. **Real options valuation: the new frontier in R&D project evaluation?**, R&D Management 29, 3 1999
- [43] Bollen, N.P.B. **Real Options and Product Life Cicles**, Management Science, Vol. 45, No. 5 (May, 1999), pp. 670-684.
- [44] [http://en.wikipedia.org/wiki/Product\\_life\\_cycle\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Product_life_cycle_management). Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [45] Bollen, N.P.B. **Valuing Options in Regime-Switching Models**, Journal of Derivatives; Fall 1998,1; ABI/INFORM Global.
- [46] MacGrath, R.G. & MacMilan, I.C. **Assessing Technology Projects Using Real Options Reasoning**, Research Technology Management, Jul/Aug 2000, 43, 4, ABI/INFORN Global pg. 35.
- [47] Pennings, E. & Lint, O. **Market Entry, Phased Rollout or Abandonment? A Real Option Approach**, European Journal of Operational Research, 124 (2000) 125-138.
- [48] Hsu , J. H. & Schwartz, E. **A Model of R&D Valuation and the Design of Research Incentives**. Anderson School at UCLA, Working Paper – Draft November 2005.
- [49] Longstaff, F.A.; Schwartz, E. **Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach**. The Review of Financial Studies, Spring 2001, Vol. 14, No. 1, pp. 113-147.
- [50] **EU dá o primeiro passo para ratificar o protocolo de Kioto. 04 de março de 2002.** [http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/020304\\_kiotoml.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/020304_kiotoml.shtml). Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [51] Gomes, A.C.F.M. & Abreu, A.S. & Julião, A.S. & Fiore, I.K. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica da Tecnologia Gás-to-Liquids (GTL) no Brasil**, Curso de Especialização em Processamento de Petróleo, Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Universidade PETROBRAS, 2006.
- [52] Tirupati R.K. & Basu S. **Gás-to-liquid Technologies: Indias's perspective**. Fuel Processing Technology 88 (2007) 493-500

- [53] Rubinstein, R.Y. **Simulation and the Monte Carlo Method**, John Wiley & Sons, 1981.
- [54] Costa, L.A. & Samanez, C.P. **Avaliação Econômica de Projetos Petroquímicos: Uma aplicação da Teoria de Opções Reais**, Trabalho apresentado no XIV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, realizado de 05 a 07 de novembro de 2007.
- [55] Almeida, E.L.F. & Dunham, F.B. & Bomtempo, J. & Bicalho, R.G. **O Renascimento De uma Tecnologia Madura: O Processo Fischer-Tropsch De Conversão De Gás Em Combustíveis Líquidos**, Instituto de Economia – UFRJ, [http://www.cefetcampos.br/observatorioambiental/publicacoes-cientificas/artigos-sobre-biocombustiveis-energia-renovaveis-e-indicadores-ambientais/2002\\_renasc\\_tec\\_madura.pdf/view](http://www.cefetcampos.br/observatorioambiental/publicacoes-cientificas/artigos-sobre-biocombustiveis-energia-renovaveis-e-indicadores-ambientais/2002_renasc_tec_madura.pdf/view). Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [56] Wertheim, P.H. **A nova tecnologia GTL**. Gasnet (o site do gás), [http://www.gasnet.com.br/novo\\_artigos.asp?cod=901](http://www.gasnet.com.br/novo_artigos.asp?cod=901). Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [57] Vosloo, A.C. **Fischer-Tropsch: a Futuristic View**. Fuel Processing Technology 71 (2001) 149-155
- [58] Gaffiney Cline Review Report. [www.isr.gov.au/invest](http://www.isr.gov.au/invest). Último acesso em 04 de maio de 2006.
- [59] Hillier, F.S. & Lieberman, G.J. **Introduction to operational Research**, HOLDEN-DAY, INC. 1967.
- [60] Eppen, G.D. & Gould, F.J. & Schmidt, C.P. & Moore, J. H. & Weatherford, L.R. **Introductory Management Science (Decision Modeling with Spreadsheets)**, Fifth Edition, Prentice Hall. 1998.
- [61] **The Impacts of Synfuels (GTL, CTL, BTL, OTL) On World Petroleum Supply**. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/conf/pdf/cornitius.pdf>. Último acesso em 29 de agosto de 2008.
- [62] Rheede, J.V. & Johann V. **Rheede looks at GTL technology and the market for diesel fuels**, Oxford Energy Forum. Issue 58, August 2004.
- [63] Wilhelm, D.J. & Simbeck, D.R. & Karp, A.D. & Dickenson, R.L. **Syngas Production for gas-to-liquids applications: technologies, issues and outlook**, Fuel Processing Technology 71 (2001) 139-148.
- [64] Focus on Catalysts, p. 6, February 2004.

- [65] Saltelli, A. **Sensitivity Analysis for Importance Assessment**, Risk Analysis, Vol. 22, No. 3, 2002
- [66] <http://sensitivity-analysis.jrc.ec.europa.eu/>. Último acesso em 02 de maio de 2008.

## Apêndice A: Simulação de Monte Carlo

De acordo com Rubinstein [53], um modelo matemático pode ser resolvido analiticamente ou numericamente. A primeira solução é obtida com a utilização de uma fórmula; a solução numérica, geralmente aproximada, é obtida com a substituição de valores numéricos e parâmetros no modelo. A simulação, enquadra-se neste último tipo de abordagem e pode ser utilizada quando as variáveis do modelo não podem ser previstas com certeza e, portanto, torna-se útil sua obtenção a partir de uma distribuição de probabilidades. Dias [23] destaca que a Simulação de Monte Carlo – em que a idéia e o nome Monte Carlo são atribuídos a S. Ulam e N. Metropolis, respectivamente, no projeto Manhattan nos laboratórios Los Alamos durante o tempo da segunda guerra mundial – é um método crescentemente popular para valorar derivativos complexos, inclusive Opções Reais. A figura mostrada abaixo ilustra o funcionamento da Simulação de Monte Carlo.



A implementação do método de Monte Carlo consiste na execução dos seguintes passos:

- 1 – criar um modelo representado por  $f(x)$ ;
- 2 – especificar as distribuições dos inputs  $x$ ;
- 3 – sortear valores dos inputs  $x$  ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{Ni}$ ) nas suas respectivas distribuições;
- 4 - avaliar o modelo por meio de  $f(x)$  e armazenar os valores  $f(x_{1i}, x_{2i}, x_{Ni})$ ;
- 5 – repetir os passos 3 e 4,  $J$  vezes.

O resultado de uma Simulação de Monte Carlo é apresentado por meio de uma distribuição de probabilidades dos outputs. É a partir de medidas derivadas dessa distribuição - como a média e outras propriedades probabilísticas, Dias [23] - que os gerentes podem melhorar o nível de informação relativo às decisões que precisam ser tomadas.



## Apêndice B: Equação de Distribuição dos Produtos da Síntese F&T

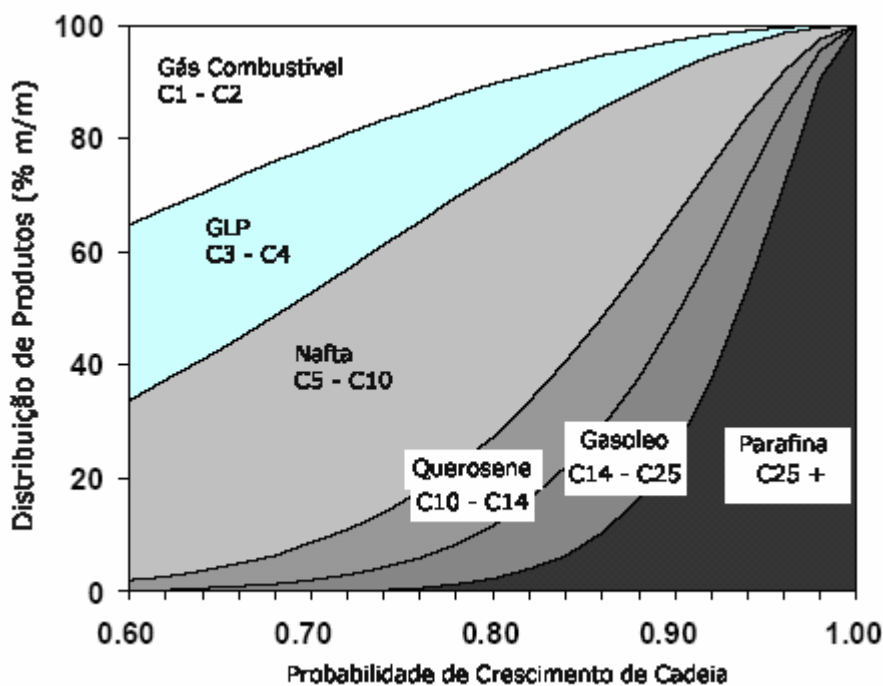
De acordo com Costa [8] existem restrições quanto à produção de uma planta GTL. A distribuição dos produtos da síntese F&T se baseia na equação de Anderson-Schulz-Flory (ASF)  $F_n = n(1-\alpha)^2\alpha^{n-1}$ , onde:

$F_n$  = fração de átomos de carbono convertida em hidrocarbonetos de cadeia com  $n$  átomos de carbono,

$n$  = átomos de carbono,

$\alpha$  = probabilidade de crescimento da cadeia.

A figura abaixo mostra a distribuição de produtos em função de  $\alpha$ .



Distribuição teórica de produtos como função da probabilidade de crescimento de cadeia ( $\alpha$ ) de acordo com a distribuição ASF (DIJK, 2001<sup>1</sup>)

Fonte do material deste anexo: Gomes et. al. [51]

<sup>1</sup> DIJK, Henricus A.J. Van. **The Fischer-Tropsch synthesis: A mechanistic study using transient isotopic tracing.** 2001. Tese (Doutorado) - Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2001.

**Apêndice C:** Perfis de Produção para Diversos Valores de  $\alpha$ 

Valor de $\alpha$	Perfil de Produção			
	Nafta	Diesel	Parafina	Lubrificante
0,99	0,5%	0,9%	4,7%	93,7%
0,98	1,9%	3,2%	14,1%	80,4%
0,96	6,6%	9,4%	31,0%	51,2%
0,95	9,6%	12,7%	36,4%	39,0%
0,94	12,8%	15,8%	39,8%	29,1%

Fonte: Tabela 7.11 [7]

## Apêndice D: Programação Dinâmica

A Programação Dinâmica é uma das abordagens voltadas para a otimização, entendida aqui como a melhor solução para um problema rodeado de alternativas. Para Hillier & Lieberman [59], ela é uma técnica matemática muito útil quando se precisa tomar uma seqüência de decisões inter-relacionadas. É um tipo geral de abordagem para solucionar problemas em que a equação particular usada deve ser desenvolvida para se ajustar a cada situação individual.

Dixit & Pindyck [21] consideram a Programação Dinâmica uma ferramenta importantíssima para o tratamento da incerteza, ou para otimização dinâmica sob incerteza. O método quebra a seqüência de decisões em dois componentes: a decisão imediata, e uma função de valor que engloba as conseqüências de todas as decisões subseqüentes. Para um horizonte finito a decisão final pode ser tomada por meio da otimização tradicional. A solução obtida no último estágio serve então de função de valor para a penúltima decisão e assim por diante. Trabalha-se de trás para a frente (“backwards”) até alcançar o momento inicial. Quando o horizonte de tempo é infinito, cada decisão leva a um problema igual ao original, o que freqüentemente possibilita soluções analíticas.

Com o objetivo de esclarecer um pouco mais a abordagem, a seguir é apresentado um exemplo de Programação Dinâmica desenvolvido por Dias [23] para um caso de dois períodos  $t_0$  e  $t_1$  em que a oportunidade de investimento contempla a opção de adiar o projeto (opção de espera).

- Valor do projeto  $V$  em  $t_1$  é incerto e o investimento inicial  $I$  é fixo.
- No espírito “backwards” da Programação Dinâmica, primeiro se analisa a decisão ótima em  $t = t_1$ , depois se usa esse resultado como função valor (atualizado por uma taxa de desconto  $k$ ) para a decisão em  $t_0$ .
- Em  $t = t_1$ :  $F_1 = \max\{V(t_1)-I, 0\}$ . Como  $V(t_1)$  é estocástico trabalha-se com  $E[F_1] = E[\max\{V(t_1)-I, 0\}]$
- Em  $t = t_0$ : em caso de exercício obtém-se o “termination value”  $\Omega_0 = V(t_0) - I$  (Valor Presente Líquido estático do investimento); já em caso de não exercício (espera) se obteria um fluxo de caixa a  $\pi_0$  entre  $t_0$  e  $t_1$  (mas aqui  $\pi_0 = 0$ ) mais o valor descontado de  $E[F_1]$ . Isto é:  $F_0 = \max\{\Omega_0, \pi_0 + (1/(1+k))E[F_1]\}$ . Ou,  $F_0 = \max\{V(t_0) - I, \pi_0 + (1/(1+k))E[\max\{V(t_1)-I, 0\}]\}$ .

### Apêndice E: Um Breve Exemplo do Modelo

O exemplo será o caso I, com  $N = 2$ , montado para  $(p=0,5)$ ,  $[c(1)=200, \alpha(1)=20]$ ,  $[c(0)=2, \alpha(0)=8]$ , com resultado apresentado na tabela 4.2, que consta em Santiago e Vakili (17).

A figura E1, mostra com detalhes a treliça construída para o exemplo; destacamos também, o nível  $x$  de desempenho do produto, bem como a função payoff.

#### Cálculos em $t=1$

Nó( $x=2$ )

$$\text{Melhorar} \Rightarrow \frac{1/4[(318,08 + 307,51) + (279,19 + 261,63)]}{1,08} - 200 - 20 = 49,98$$

$$\text{Nó}(x=2) - \text{Continuar} \Rightarrow \frac{1/4[(294,47 + 279,19) + (242,01 + 220,70)]}{1,08} - 200 = 39,90$$

$$\text{Nó}(x=2) - \text{Abandonar} \Rightarrow 0$$

$N(x=2)$  – Política escolhida: Melhorar (49,98)

Continuando com o mesmo procedimento de cálculo, obtemos os resultados apresentados na tabela E1.

$x$	Continuação			Melhoria			Cont+Melhoria			payoff
4,00										318,08
3,50										307,41
3,00										294,47
2,50										279,19
2,00										261,63
1,50										242,01
1,00										220,70
0,50										198,16
0,00										175,00
-0,50										151,84
-1,00										129,30
-1,50										107,99
-2,00										88,37
$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=0$	$t=1$	$t=2$		

Figura E1 - Desempenho do Produto – Exemplo Santiago & Vakili

Tabela E1 - Resultados e Decisões Tomadas em  $t = 1$   
(Opções: Abandonar, Continuar, Melhorar)

Nó	Resultado	Política Escolhida
$x = 2,00$	49,98	Melhorar
$x = 1,50$	35,91	Melhorar
$x = 1,00$	19,90	Melhorar
$x = 0,50$	2,15	Melhorar
$x = 0,00$	0,00	Abandonar
$x = -0,50$	0,00	Abandonar
$x = -1,00$	0,00	Abandonar

### *Cálculos em $t = 0$*

$$\text{Nó}(x=0) - \text{Melhorar} \Rightarrow \frac{1/4[49,98 + 35,91] + (2,15 + 0)}{1,08} - 8 - 2 = 10,38$$

$$\text{Nó}(x=0) - \text{Continuar} \Rightarrow \frac{1/4[(19,90 + 2,15) + (0 + 0)]}{1,08} - 2 = 3,10$$

$$\text{Nó}(x=0) - \text{Abandonar} \Rightarrow 0$$

Nó( $x=0$ ) – Política escolhida: Melhorar (10,38)

O valor deste projeto, portanto, consideradas as opções, é de 10,38. Vamos chamar este valor, de  $V^*$ , ou valor expandido. Daqui já podemos extrair o VPL expandido, que chamaremos de  $\text{VPL}^* = V^* - I_0$ , igual a  $10,38 - 5,00 = 5,38$ . Restamos agora achar o valor da opção, para o qual precisamos do VPL estático do projeto, cujo valor é calculado eliminando as opções de abandono e melhoria.

### *Cálculos em $t = 1$*

$$\text{Nó}(x=1) \Rightarrow \frac{1/4[261,63 + 242,01] + (198,16 + 175,00)}{1,08} - 200 = 2,96$$

Continuando com o mesmo procedimento de cálculo, obtemos os resultados apresentados na tabela E2.

Tabela E2 - Cálculo do VPL Estático

Nó	Resultado
$x = 1,00$	2,96
$x = 0,50$	-17,24
$x = 0,00$	-37,96
$x = -0,50$	-58,69
$x = 1,00$	-78,89

**Cálculos em  $t=0$** 

$$Nó(x=0) \Rightarrow VPL = \frac{1/4[2,96 + (-17,24) + (-58,69) + (-78,89)]}{1,08} - 2 - 5 = -42,15$$

Podemos agora calcular o valor da opção a partir da fórmula do VPL expandido.

$$VPL^* = VPL + \text{Valor da Opção}$$

$$\text{Valor da Opção} = VPL^* - VPL = 5,38 - (-42,15) = 47,53$$

Para efeitos comparativos, podemos fazer os cálculos considerando somente as opções de abandono e continuação.

**Cálculos em  $t=1$** 

$$Nó(x=1) - \text{Continuar} \Rightarrow \frac{1/4[(261,63 + 242,01) + ((198,16 + 175,00)]}{1,08} - 200 = 2,96$$

$$Nó(x=1) - \text{Abandonar} \Rightarrow 0$$

$N(x=1)$  – Política escolhida: continuar (2,96)

$Nó(x=0,50)$

$$\text{Continuar} \Rightarrow \frac{1/4[(242,01 + 220,70) + (175,00 + 151,84)]}{1,08} - 200 = -17,23$$

$$Nó(x=1) - \text{Abandonar} \Rightarrow 0$$

$N(x=1)$  – Política escolhida: Abandonar (0)

Continuando com o mesmo procedimento de cálculo, obtemos os resultados apresentados na tabela E3.

Tabela E3 - Resultados e Decisões Tomadas em  $t = 1$

(Opções: Abandonar, Continuar)

Nó	Resultado	Política Escolhida
$x = 1,00$	2,93	Continuar
$x = 0,50$	0,00	Abandonar
$x = 0,00$	0,00	Abandonar
$x = -0,50$	0,00	Abandonar
$x = -0,00$	0,00	Abandonar

***Cálculos em  $t = 0$*** 

$$Nó(x=0) - \text{Continuar} \Rightarrow \frac{1/4[(2,93 + 0) + ((0 + 0))]}{1,08} - 2 = -1,32$$

$$Nó(x=1) - \text{Abandonar} \Rightarrow 0$$

$N(x=1)$  – Política escolhida: abandonar (0)

Agora,  $VPL^* = 0$ ;  $VPL = -42,15$ ; e o valor da opção = 42,15. Uma breve análise destes resultados, confirma a intuição de que o valor da opção do projeto sem melhorias (42,15), tende a ser menor, do que quando o projeto é desenvolvido com a opção de melhoria (47,53).

**Apêndice F:** Dados de Entrada (em vermelho) da Planilha de Francisco [7]

<b>Inputs:</b>	Gás Natural(GN)	3.450	m3 GS / Ton MP			
	Óleo Pesado(OP)	2.600	m3 GS / Ton MP			
	Carvão	2.070	m3 GS / Ton MP			
		<b>Possíveis combinações de produção</b>				
		<b>S/ flex.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Outputs:</b>	Nafta (N)	0,50%	1,90%	6,60%	9,60%	12,80%
	Diesel (D)	0,90%	3,20%	9,40%	12,70%	15,80%
	Parafina (P)	4,70%	14,10%	31,30%	36,40%	39,80%
	Lubrificantes (L)	93,70%	80,40%	51,20%	39,00%	29,10%
		99,80%	99,60%	98,50%	97,70%	97,50%
Gás de Síntese	700	m3 / bbl				
Capacidade Nominal da Planta/bbl	35.000					
Capacidade Nominal da Planta/bbl	72.000					
Eficiência	93,00%					
Capacidade Produtiva (35.000)	32.550					
Capacidade Produtiva (72.000)	66.960					
		35.000	72.000			
CAPEX /bbl (GN)	25.000	20.000				
CAPEX /bbl (OP)	28.750	23.000				
OPEX-planta s/ flex	2,00%					
OPEX-planta c/ flex	4,00%					



## Apêndice G: Dados de Entrada para os Processos Estocásticos dos Preços dos “inputs” e “outputs” da Planta GTL

### Input 1: Gás Natural

$P(t=0)$	=	281,59	US\$/ton (set/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	18,46%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	46,23%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

$P(t=0)$	=	370,95	US\$/ton (jun/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	14,25%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	37,82%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

### Input 3: Carver se colocou coque de petróleo

$P(t=0)$	=	281,59	US\$/ton (set/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	10,00%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	40,00%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

### Output 1: Nafta

$P(t=0)$	=	64,08	US\$/bbl (set/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	9,95%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	36,88%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

### Output 3: Parafina

$P(t=0)$	=	189,98	US\$/bbl (nov/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	23,77%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	33,47%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

### Output 2: Diesel

$P(t=0)$	=	88,90	US\$/bbl (set/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	7,84%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	25,22%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

### Output 4: Lubrificante

$P(t=0)$	=	363,22	US\$/bbl (dez/06)
$\Delta t$	=	0,25	anos
Time Horizon (trimestre)	=	88	trimestres
Taxa de Crescimento ( $\alpha$ )	=	34,75%	p.a.
Volatilidade ( $\sigma$ )	=	24,18%	p.a.
Taxa de desconto (discreta)	=	10,00%	p.a.
taxa livre de risco(discreta)	=	5,00%	p.a.
Dividend Yield ( $\delta$ )	=	5,00%	p.a.
Logo $r - \delta$	=	0	

### Apêndice H: Ilustração da Função Payoff

Para ilustrar uso da planilha, a Tabela H1 e Figura H1 apresentam os resultados obtidos com base nas seguintes considerações:

- 1) a função payoff representará o comportamento do VPL de uma planta sem flexibilidade, cujo “input” é o gás natural;
- 2) a planta tem capacidade de 35.000 bbl, e CAPEX de US\$25.000/bbl, que está sujeito a uma redução de até 20%, em passos de US\$1.000/bbl (a faixa relevante é construída para valores do CAPEX situados entre US\$20.000/bbl e US\$25.000/bbl);
- 3) A eficiência da planta é constante e igual a 93%.

Tabela H1 – Valores da Função Payoff – Eficiência Fixa

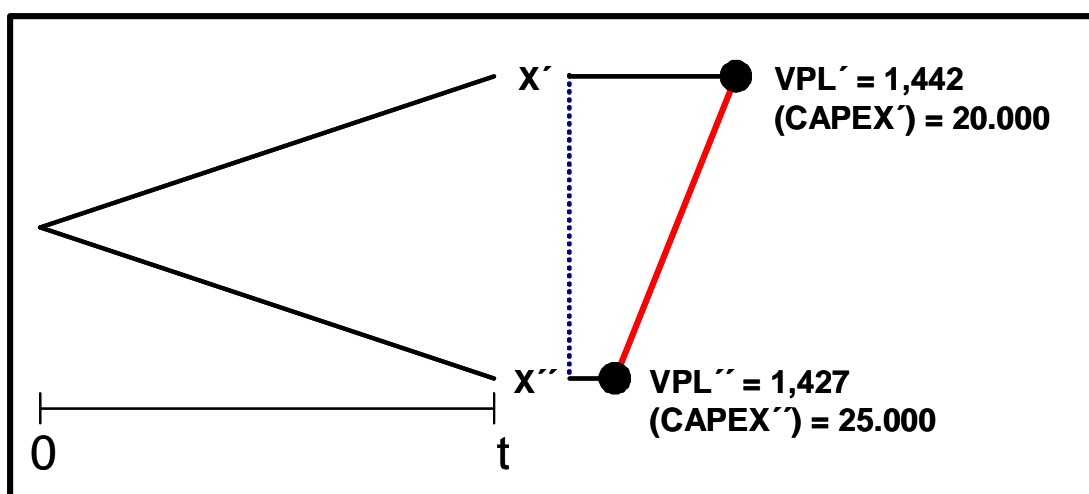
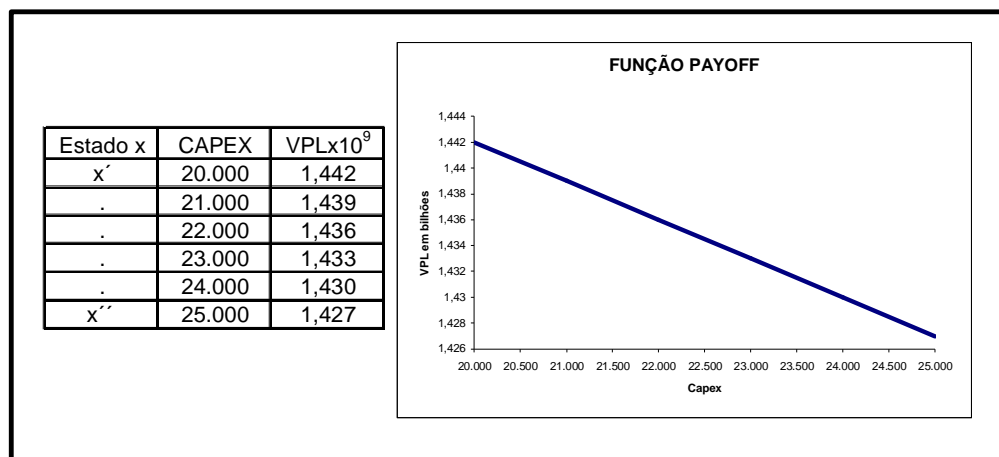


Figura H1 – Formato Função Payoff – Eficiência Fixa

O comportamento linear obtido para a função payoff, pode sofrer modificações combinando-se a redução do CAPEX com a melhoria na eficiência da planta. A Tabela H2 e a Figura H2, mostram um novo comportamento da função.

Tabela H2 – Valores da Função Payoff – Eficiência Variável

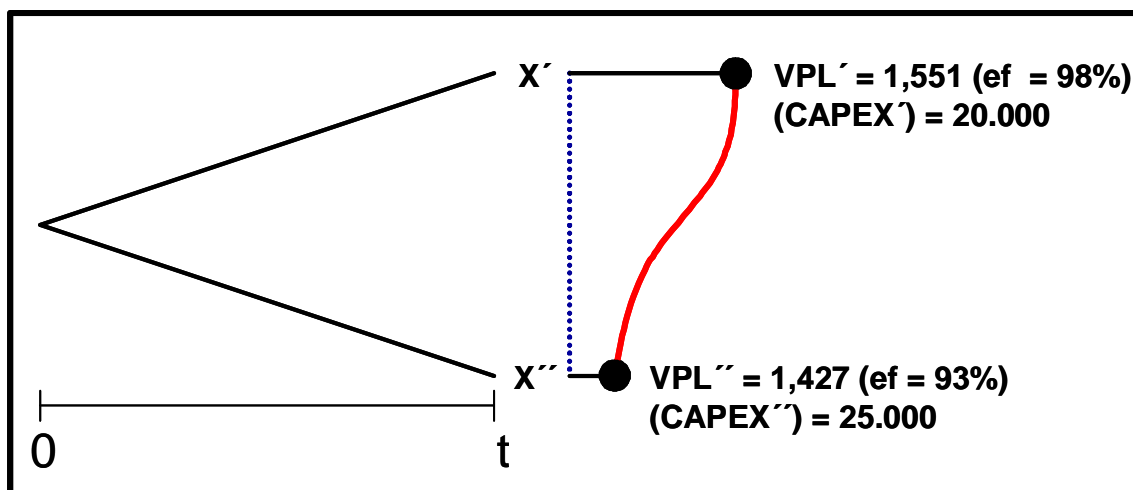
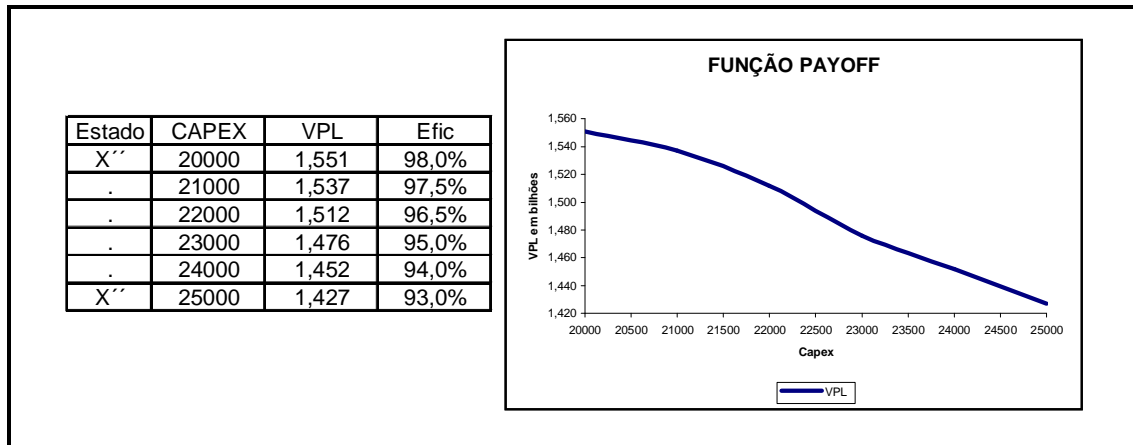


Figura H2 – Formato Função Payoff – Eficiência Variável

## Apêndice I: Planilhas de Cálculo para as Distribuições T e U

Distribuição U			FUNÇÃO "PAYOFF"						
			vpl1	vpl2	vpl3	vpl4	vpl5	vpl6	vpl7
custos	fixos	variáveis	1.019.417,000	895.054,400	793.256,500	742.357,600	648.957,200	518.825,000	453.758,800
f1	R\$ 12.000.000,00	R\$ 18.000.000,00	vpl8	vpl9	vpl10	vpl11	vpl12	vpl13	
f2	R\$ 12.000.000,00	R\$ 28.000.000,00	278.497,500	154.135,200	66.504,490	46.144,920	20.118,480	1.438,393	
f3	R\$ 12.500.000,00	R\$ 37.500.000,00							
tx juros =	5,00%								
probab =	50,00%								
c var % =	0,00%								

**fase 1**  
 inf = 1,000000  
 sup = 1,300000  
**fase 1**  
 inf = 1,000000  
 sup = 1,300000  
**fase 1**  
 inf = 1,000000  
 sup = 1,300000

Distribuição T			FUNÇÃO "PAYOFF"						
			vpl1	vpl2	vpl3	vpl4	vpl5	vpl6	vpl7
custos	fixos	variáveis	1.019.417,000	895.054,400	793.256,500	742.357,600	648.957,200	518.825,000	453.758,800
f1	R\$ 12.000.000,00	R\$ 18.000.000,00	vpl8	vpl9	vpl10	vpl11	vpl12	vpl13	
f2	R\$ 12.000.000,00	R\$ 28.000.000,00	278.497,500	154.135,200	66.504,490	46.144,920	20.118,480	1.438,393	
f3	R\$ 12.500.000,00	R\$ 37.500.000,00							
tx juros =	5,00%								
probab =	50,00%								
c var % =	0,00%								
c fix % =	0,00%								

**fase 1**  
 inf = 1,000  
 moda = 1,150  
 sup = 1,300  
**fase 1**  
 inf = 1,000  
 moda = 1,150  
 sup = 1,300  
**fase 1**  
 inf = 1,000  
 moda = 1,150  
 sup = 1,300