

ACERBI, C.; TASCHE, D. On the Coherence of Expected Shortfall. **Journal of Banking & Finance**, v.26, 2002, pp.1487–1503.

ACERBI, C., NORDIO, C., SIRTORI, C. Expected shortfall as a Tool for Financial Risk Management. **Working Paper**, 2001. Disponível em: <<http://www.gloriamundi.org/detailpopup.asp?ID=453055940>>. Acesso em: 8 fev. 2008.

ANDREW, A.; KANTO, A.; MALO, P. On Closed-Form Calculation of CVaR. **Working Paper**, Swedish School of Economics, October 2005.

ARAUJO, R. **Avaliação de Opções Reais Através do Método dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2004.

ARTZNER, P.; DELBAEN, F.; EBER, J.M.; HEATH, D. Coherent Measure of Risk. **Mathematical Finance**, v.9(3), 1999, pp.203-228.

BERA, A. K.; JARQUE, C. M. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. **Economics Letters**, v.6 (3), 1980, pp.255–259.

BERTRAND, P.; PRIGENT, J. Omega Performance Measure and Portfólio Insurance. **Working Paper**, University Montpellier, France, Mar 2006.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. **Journal of Political Economy**, v.81, 1973, pp.637-659.

BRANDÃO, L.; DYER, J.; WARREN, J. Using Binomial Decision Trees to Solve Real-Option Valuation Problems. **Decision Analysis**, v.2, n.2, June 2005a, pp.69-88.

BRANDÃO, L.; DYER, J.; WARREN, J. Response to Comments on Brandão et al. (2005). **Decision Analysis**, v.2, n.2, June 2005b, pp.103-109.

BREALEY, R.; MYERS, S. **Princípios de Finanças Empresariais**. 5.ed. McGraw-Hill. Lisboa, 1998.

CASCON, A.; SHADWICK, W. New Statistical Tools From Omega Functions. **The Finance Development Centre**. London, 2005.

CASCON, A., KEATING, C., SHADWICK, W. The Omega Function. **The Finance Development Centre**. London, 2003.

CASTRO, J.G.; BAIDYA, T.K.; AIUBE, F.A. Métodos de Apreçamento de Opções Americanas e Determinação da Curva de Gatilho através da Simulação de Monte Carlo. **Pesquisa Operacional**, v.28, 2008.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Real Options – A Practitioner Guide**. New York: Texere LLC Publishing, 2001, 372 p.

DAS, S. Poisson-Gaussian Processes and the Bond Markets. **Working Paper**, 1998. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w6631>>. Acesso em: 20 jul. 2007.

DIAS, M.A. **Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2005.

DIAS, M.A. Simulação de Monte Carlo e Uso em Derivativos / Opções Reais. Slides da Matéria IND 2072 – Análise de Investimentos com Opções Reais. **PUC-Rio**, 2006. Disponível em: http://www.puc-rio.br/marco.ind/pdf/or_ind2072_parte_5.pdf. Acesso em: 5 nov. 2007.

DIAS, M.A.; ROCHA, K. Petroleum Concessions with Extendible Options Using Mean Reversion with Jumps to Model Oil Prices. Working Paper. In: **3º Annual International Conference on Real Options**. Netherlands, June 1999.

DIXIT, A.; PINDYCK, R. **Investment under Uncertainty**. Princeton University Press, New Jersey, 1994.

DUARTE, Jr., A.M. Model Risk and Risk Management. **Derivatives Quarterly**, v.3, 1997, pp.60-72.

DUARTE Jr., A. M. Análise de performance de investimentos. **Unibanco Global Risk Management**, 2000. Disponível em: <<http://www.risktech.com.br/PDFs/ANAPERFO.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2006.

EMBRECHTS, P.; McNEIL, A.; STRAUMANN, D. Correlation: Pitfalls and Alternatives. **Working Paper Departement of Mathematik - ETH Zentrum Zürich**, 1999.

FAVRE-BULLE, A.; PACHE, S. **The Omega Measure: Hedge Fund Portfolio Optimization**. MBF Master Thesis. University Of Lausanne – Ecole Des HEC, France, 2003.

GAMBA, A. Real Options Valuation: a Monte Carlo Approach. **Working Paper Faculty of Management University of Calgary**, 2002/03.

GAVA, A. Risco em Portfólio de Ativos Reais: A Consideração Explícita da Covariância entre Projetos de Investimento. In: Anais do 23º ENANPAD, **23º ENCONTRO DA ANPAD - ENANPAD 1999**. Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 1999.

HARLOW, W.V. Asset Allocation in a Downside Risk Framework. **Financial Analysts Journal**, v.47(5), 1991, pp.14-26.

HAUNG, E. **The Complete Guide to Options Pricing: A Simplified Approach**. McGraw-Hill, New York, 1998.

ICK, M.; NOWAK, E. Omega based Portfolio Optimization – a simulation study on Private Equity investments. **Working Paper University of Lugano**, Switzerland, 2006.

INUI, K.; KIJIMA, M. On the significance of expected shortfall as a coherent risk measure. **Journal of Banking & Finance**, v.29, 2005, pp.853–864.

J.P. Morgan. **RiskMetrics**. Technical Document, New York, 1996.

JENSEN, M. The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. **The Journal of Finance**, v.23, n.2, May 1968, pp. 389-416.

JOE, H. **Multivariate Models and Dependence Concepts**. Chapman & Hall, London; 1997.

JOENVÄÄRÄ, J.; KAHRA, H. Enhanced Hedge Fund Indexation with Parametric Weights. **Working Paper**, 2007. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=966347>> Acesso em: 12 dez. 2007.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Econometric Methods**. 4.ed. McGraw-Hill Education Singapore; 1997.

JÚDICE, J.; RIBEIRO, C.; SANTOS, J. Análise comparativa dos modelos de seleção de carteiras de ações de Markowitz e Konno. **Investigação Operacional**, v.23, 2003, pp.211-224.

KAZEMI, H.; SCHNEEWEIS, T.; GUPTA R. Omega as a Performance Measure. **Working Paper CISDM**. University of Massachusetts, Isenberg School of Management, 2003.

KEATING, C.; SHADWICK, W. A Universal Performance Measure. **Journal of Performance Measurement**, Spring 2002, pp.59-84.

KONNO, H.; YAMAZAKI, H. Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and its Application to Tokyo Stock Market. **Management Science**, v.37 (5), 1991, pp. 519-531.

LEVY, H.; SARNAT, M. **Portfolio and Investment Selection: Theory and Practice**. Prentice-Hall International, 1984.

LEWIS, A.L. SemiVaRiance and the Performance of Portfolios with Options. **Financial Analysts Journal**, v.46 (4), 1990, pp. 67-76.

LONGSTAFF, F.A.; SCHWARTZ, E. Valuing American Options by Simulation: a Simple Least-Squares Approach. **The Review of Financial Studies**, v.14, n.1, 2001, pp. 113-147.

MCNEIL, A.; FREY, R.; EMBRECHTS, P. **Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools**. Princeton University, 2005.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **The Journal of Finance**, v.7, n.1, Mar. 1952, pp. 77-91.

MARMER, H.S., AND F.K.L. NG. Mean-Semivariance Analysis of Option-Based Strategies: A Total Asset Mix Perspective. **Financial Analysts Journal**, v.49 (3), 1993, pp. 47-54.

MERTON, R. Theory of Rational Option Pricing. **Bell Journal of Economics and Management Science**, n.4, Spring 1973, pp.141-183.

MERTON, R. Option pricing when underlying stock returns are discontinuous. **Journal of Financial Economics**, v.3 (January/March), 1976.

NELSEN, H. **An Introduction to Copulas**. Springer, New York; 1999.

OTAMENDI, J; HON, M. Simulating Multidimensional Lattices with Correlation: A Case Study. **Proceedings 16th European Simulation Symposium**, 2004.

SAMUELSON, P. Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly, **Industrial Management Review**, 6:2 (1965:Spring) pp.41-49.

SCHROEDER, J.; SCHROEDER I.; COSTA, R.; SHINODA, C. O Custo De Capital Como Taxa Mínima de Atratividade na Avaliação de Projetos de Investimento. **Revista Gestão Industrial**, v.01 (02), 2005, pp.36-45.

SEFAIR, J.; MEDAGLIA, A. Towards a Model for Selection and Scheduling of Risky Projects. **Proceedings of the 2005 Systems and Information Engineering Design Symposium**. Ellen J. Bass Ed. Bogotá, 2005.

SHARPE, W. Mutual Fund Performance. **Journal of Business**, v.39, n.1, 1966, pp.119-138.

SMITH, J. Alternative Approaches for Solving Real-Options Problems (Comment on Brandão et al. 2005). **Decision Analysis**, v.2, n.2, June 2005, pp.89-102.

SORTINO, F., LEE, N. Performance Measurement in a Downside Risk Framework. **The Journal of Investing**, fall 1994.

TREYNOR, J. How to rate management of investment funds. **Harvard Business Review**, v.43, n.1, January-February 1965, pp.63-75.

TRIGEORGIS, L. **Real Options in Capital Investment: Models, Strategies, and Applications**. Praeger, London, 1995.

YAMAI, Y., YOSHIBA, T. On the validity of value-at-risk: Comparative analysis with Expected Shortfall. **Monetary and Economic Studies (Bank of Japan)**, v.20 (1), 2002, pp.57–86.

YAMAI, Y.; YOSHIBA, T. Value-at-risk versus expected shortfall: A practical perspective. **Journal of Banking & Finance**, v.29, 2005, pp.997–1015.

9 Apêndices

9.1.

Apêndice 1: Demonstração $\Omega = EC(L) / ES(L)$

Sejam: denotar

- $f(x)$ a função de densidade dos retornos,
- $F(x)$ a função de distribuição cumulativa de x ,
- (a,b) é o domínio dos possíveis retornos (mínimo e máximo), e,
- L é o retorno limite.

Assim, a função Omega é dada pela expressão (1-1):

$$\Omega(L) = \frac{\int_L^b [1 - F(x)] dx}{\int_a^L F(x) dx} . \quad (1-1)$$

Adicionalmente, destacam-se as equações (1-2) e (1-3):

$$\lim_{x \rightarrow a} xF(x) = x \int_a^a f(x) dx = x \cdot 0 = 0 , \quad (1-2)$$

$$\lim_{x \rightarrow b} x(1 - F(x)) = x \left(1 - \int_a^b f(x) dx \right) = x(1 - 1) = 0 . \quad (1-3)$$

Agora, integre-se a expressão $d[x(1-F(x))]$ no intervalo (L,b) :

$$\begin{aligned} \int_L^b d[x(1-F(x))] &= \int_L^b (1-F(x)) dx + \int_L^b x d(1-F(x)) \\ &= \int_L^b (1-F(x)) dx + \int_L^b x d(1) - \int_L^b dF(x) \\ &= \int_L^b (1-F(x)) dx - \int_L^b dF(x) . \end{aligned} \quad (1-4)$$

Mas também $\int_L^b d[x(1-F(x))]$, pode-se escrever como:

$$\int_L^b d[x(1-F(x))] = x(1-F(x)) \Big|_L^b = \lim_{x \rightarrow b} x(1-F(x)) - \lim_{x \rightarrow L} x(1-F(x)) , \text{ e segundo (1-3):}$$

$$\int_L^b d[x(1-F(x))] = 0 - L(1-F(L)) = -L(1-F(L)) . \quad (1-5)$$

Igualando as equações (1-4) e (1-5), tem-se:

$$\int_L^b (1 - F(x)) dx - \int_L^b x dF(x) = -L(1 - F(L)).$$

Rearranjando esta última expressão:

$$\begin{aligned} \int_L^b (1 - F(x)) dx &= -L \int_L^b f(x) dx + \int_L^b x dF(x) \\ &= -L \int_L^b f(x) dx + \int_L^b x f(x) dx \\ &= -L(1 - F(L)) + \int_L^b x dF(x) \\ &= \int_L^b (x - L) f(x) dx \\ &= \int_a^b \text{Max}(x - L, 0) f(x) dx \\ &= E[\text{Max}(x - L, 0)]. \end{aligned} \tag{1-6}$$

A equação (1-6) representa o numerador da medida Omega.

No que diz respeito do denominador, expande-se a expressão $d[xF(X)]$ e se integra no domínio (a, L) :

$$\int_a^L d[xF(x)] = \int_a^L F(x) dx + \int_a^L x dF(x). \tag{1-7}$$

Mas também $\int_a^L d[xF(x)]$ pode ser escrito como:

$$\int_a^L d[xF(x)] = xF(x) \Big|_a^L = \lim_{x \rightarrow L} xF(x) - \lim_{x \rightarrow a} xF(x), \text{ e de acordo com (1-2):}$$

$$\int_a^L d[xF(x)] = LF(L) - 0 = LF(L). \tag{1-8}$$

Igualando as equações (1-7) e (1-8), tem-se:

$$LF(L) = \int_a^L F(x) dx + \int_a^L x dF(x).$$

Rearranjando esta última expressão:

$$\begin{aligned} \int_a^L F(x) dx &= LF(L) - \int_a^L x dF(x) \\ &= L \int_a^L f(x) dx - \int_a^L x f(x) dx \\ &= \int_a^L (L - x) f(x) dx \\ &= \int_a^b \text{Max}(L - x, 0) f(x) dx \\ &= E[\text{Max}(L - x, 0)]. \end{aligned} \tag{1-9}$$

A equação (1-9) representa o denominador da medida Omega.

Portanto, a função Omega, pode-se representar como a expressão (1-10):

$$\Omega(L) = \frac{\int_L^b [1-F(x)] dx}{\int_a^L F(x) dx} = \frac{E[\text{Max}(x-L, 0)]}{E[\text{Max}(L-x, 0)]} = \frac{EC(L)}{ES(L)}, \quad (1-10)$$

onde $EC(L)$ é o *Expected Chance* (Ganho Médio Esperado) e $ES(L)$ é o *Expected Shortfall* (Perda Média Esperada).

9.2.

Apêndice 2: Propriedades da medida Omega (Ω) derivadas da definição $\Omega(L) = EC(L) / ES(L)$

A partir da definição de Omega, expressa na Equação (24), como sendo a relação entre o Ganho Médio Esperado (*Expected Chance*) e a Perda Média Esperada (*Expected Shortfall*), deduzem-se algumas propriedades para esta medida de performance partindo da definição das propriedades de medidas de risco coerentes, que o *Expected Shortfall* satisfaz, e que constitui o denominador da medida Omega.

Seja X , uma variável aleatória que representa uma distribuição de retornos, $\Omega(L) = EC_X(L) / ES_X(L)$, onde $EC_X(L)$ é o *Expected Chance* de X , e, $ES_X(L)$ é o *Expected Shortfall* de X , sempre em função do Limite “ L ” escolhido. De acordo com a Equação (24), tais medidas se definem como:

$$ES_X(L) = E[\text{Max}(L - X; 0)] , \quad (2-1)$$

$$EC_X(L) = E[\text{Max}(X - L; 0)] . \quad (2-2)$$

As Equações (2-1) e (2-2) têm a forma gráfica que é exibida nas Figuras (2-1) e (2-2).

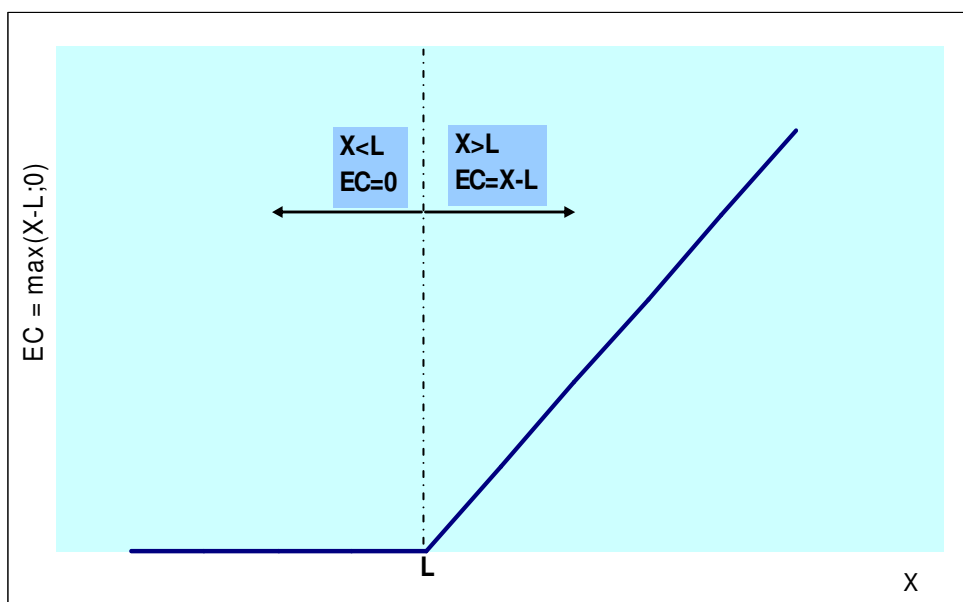


Figura 2-1 - Gráfico da Função $EC_x(L)$

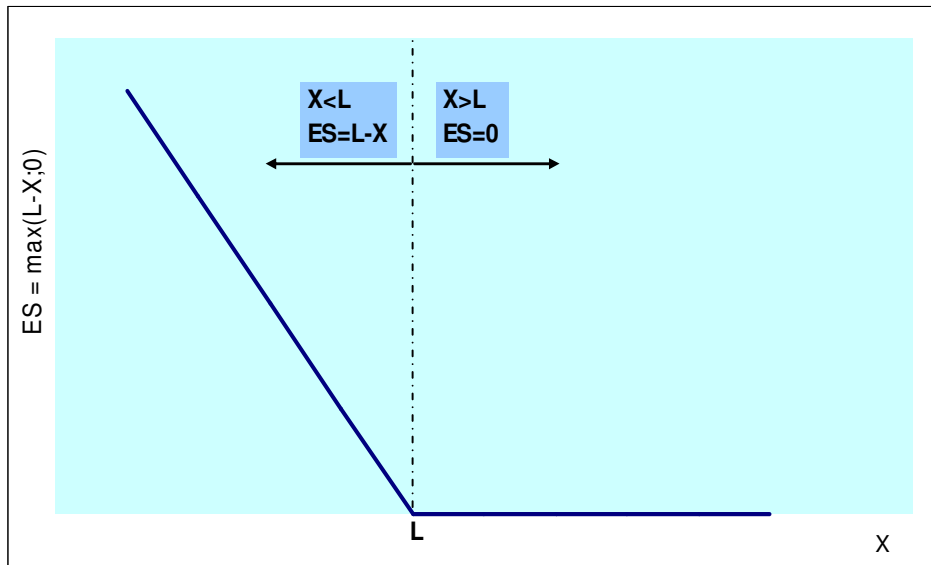


Figura 2-2 - Gráfico da Função $ES_x(L)$

Pela desigualdade de Jensen, se X é variável aleatória (v.a.) e $f(X)$ é uma função linear de X , como são $EC_x(L)$ e $ES_x(L)$, então

$$E[f(X)] = f(E[X]).$$

Dessa forma:

$$EC_x(L) = E[\text{Max}(X - L; 0)] = \text{Max}(E[X] - L; 0), \text{ sempre que } L \leq X < \infty,$$

$$ES_x(L) = E[\text{Max}(L - X; 0)] = \text{Max}(L - E[X]; 0), \text{ sempre que } -\infty < X < L.$$

$ES_x(L)$ apresenta um comportamento similar à de uma opção de venda na expiração, enquanto que $EC_x(L)$ é similar a uma opção de compra também na expiração.

A partir das definições e o entendimento do comportamento das funções $EC_x(L)$ e $ES_x(L)$, deduz-se algumas propriedades para Omega utilizando a definição de medida de risco coerente do $ES_x(L)$. A dedução se realiza para cada uma das propriedades descritas por Artzner (1999).

I) Primeira propriedade: Alocação: $\text{Risk}(X+c) = \text{Risk}(X) - c, \forall c > 0.$

Fazendo a demonstração para o $ES_x(L)$, sendo X uma v.a., e, L e c constantes positivas, tem-se:

$$\begin{aligned} ES_{x+c}(L) &= E[\text{Max}(L - (X+c); 0)] = \text{Max}(L - E[X+c \mid X+c < L]; 0) \\ &= \text{Max}(L-c - E[X] \mid X+c < L; 0). \end{aligned} \quad (2-3)$$

Pela definição em (2-3), sendo $X+c < L$, a expressão (2-3) daria $L-c-E[X]$. A partir deste resultado, obtém-se:

$$\begin{aligned} ES_{X+c}(L) &= L-c-E[X] = L-E[X]-c = \text{Max}(L-E[X]; 0)-c = E[\text{Max}(L-X; 0)]-c \\ ES_{X+c}(L) &= ES_X(L) - c . \end{aligned} \quad (2-4)$$

Então, $ES_X(L)$ satisfaz a primeira propriedade, como era esperado.

Agora, analisa-se o que acontece com $EC_X(L)$, quando existe a alocação em renda fixa:

$$\begin{aligned} EC_{X+c}(L) &= E[\text{Max}(X+c - L; 0)] = \text{Max}(E[X+c \mid X+c>L] - L; 0) \\ &= \text{Max}(E[X]+c - L \mid X+c>L; 0) . \end{aligned} \quad (2-5)$$

Pela definição em (2-5), sendo $X+c > L$, a expressão (2-5) daria $E[X]+c-L$. A partir deste resultado, obtém-se:

$$\begin{aligned} EC_{X+c}(L) &= E[X]+c-L = E[X]-L+c = \text{Max}(E[X]-L; 0)+c = E[\text{Max}(X-L; 0)]+c \\ EC_{X+c}(L) &= EC_X(L) + c . \end{aligned} \quad (2-6)$$

Pelas equações (2-4) e (2-6) observa-se que a alocação de renda fixa “c” faz diminuir o risco (ES) da carteira em c unidades, enquanto que com o ganho acontece todo o contrário (cresce nessa quantidade).

Assim, a medida $\Omega_{X+c}(L) = EC_{X+c}(L) / ES_{X+c}(L)$ é sempre maior do que a medida $\Omega_X(L) = EC_X(L) / ES_X(L)$, visto que $EC_{X+c}(L) > EC_X(L)$ e $ES_{X+c}(L) < ES_X(L)$.

II) Segunda propriedade: Subaditividade: $\text{Risk}(X+Y) \leq \text{Risk}(X)+\text{Risk}(Y)$.

Seja x_i, y_i componentes das v.a. X e Y respectivamente, com $i \in \{1, 2, \dots, M\}$, de tal forma que $x_1 < x_2 < \dots < x_M$ e $y_1 < y_2 < \dots < y_M$, onde M é o número total de observações em ambas as distribuições. Por outro lado, L_X e L_Y são os retornos limite das distribuições X e Y respectivamente, e “m” é a quantidade de observações que ficam à esquerda do L_X ou do L_Y (considera-se que os limites L_X e L_Y dividem as distribuições X e Y nas mesmas proporções).

Dadas as considerações prévias, analisa-se o *Expected Shortfall*:

$$\begin{aligned} ES_X(L_X) &= E[\text{Max}(L_X - X; 0)] \\ &= \frac{\sum_{i=1}^m (L_X - x_i) + \sum_{j=m+1}^M 0}{M} = \frac{mL_X}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{M} . \end{aligned} \quad (2-7)$$

De maneira análoga:

$$ES_Y(L_Y) = \frac{mL_Y}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{M}, \quad (2-8)$$

$$ES_{X+Y}(L_{X+Y}) = \frac{mL_{X+Y}}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m (x_i + y_i)}{M} = \frac{m(L_X + L_Y)}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{M}. \quad (2-9)$$

De acordo com as equações (2-7), (2-8) e (2-9):

$$ES_{X+Y}(L_{X+Y}) \leq ES_X(L_X) + ES_Y(L_Y).$$

Desta maneira se comprova a propriedade de subaditividade para o ES.

Agora, faz-se uma análise similar com o *Expected Chance*:

$$EC_X(L_X) = E[\text{Max}(X-L_X; 0)]$$

$$= \frac{\sum_{i=m+1}^M (x_i - L_X) + \sum_{j=1}^m 0}{M} = \frac{\sum_{i=m+1}^M x_i}{M} - \frac{(M-m)L_X}{M}, \quad (2-10)$$

$$EC_Y(L_Y) = \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M} - \frac{(M-m)L_Y}{M}, \quad (2-11)$$

$$\begin{aligned} EC_{X+Y}(L_{X+Y}) &= \frac{\sum_{i=1}^m (x_i + y_i)}{M} - \frac{(M-m)L_{X+Y}}{M} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{M} + \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{M} - \frac{(M-m)(L_X + L_Y)}{M}. \end{aligned} \quad (2-12)$$

De acordo com as equações (2-10), (2-11) e (2-12):

$$EC_{X+Y}(L_{X+Y}) \leq EC_X(L_X) + EC_Y(L_Y).$$

Em relação à medida Omega, deduz-se:

$$\frac{EC_X(L_X) + EC_Y(L_Y)}{ES_X(L_X) + ES_Y(L_Y)} = \frac{\frac{\sum_{i=m+1}^M x_i}{M} - \frac{(M-m)L_X}{M} + \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M} - \frac{(M-m)L_Y}{M}}{\frac{mL_X}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{M} + \frac{mL_Y}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{M}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sum_{i=m+1}^M x_i}{M} + \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{M} - \frac{(M-m)(L_X + L_Y)}{M} \\
&= \frac{m(L_X + L_Y)}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{M} - \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{M} \\
&= \frac{EC_{X+Y}(L_{X+Y})}{ES_{X+Y}(L_{X+Y})} = \Omega_{X+Y}(L_{X+Y}). \tag{2-13}
\end{aligned}$$

A Equação (2-13) quer dizer que a relação de ganhos de X mais os ganhos de Y versus suas respectivas perdas, é igual do que a relação do ganho de X+Y versus a respectiva perda daquele conjunto (X+Y).

III) Terceira propriedade: Homogeneidade: Risk(cX)=cRisk(X) , $\forall c > 0$

Seja X uma v.a., e, L e c constantes positivas, para o ES demonstra-se que esta propriedade é satisfeita:

$$\begin{aligned}
ES_{cX}(cL) &= E[\text{Max}(cL - cX; 0)] \\
&= E[c \text{Max}(L - X; 0)] \\
&= c E[\text{Max}(L - X; 0)] \\
&= c ES_X(L) . \tag{2-14}
\end{aligned}$$

No caso do EC, tem-se:

$$\begin{aligned}
EC_{cX}(cL) &= E[\text{Max}(cX - cL; 0)] \\
&= E[c \text{Max}(X - L; 0)] \\
&= c E[\text{Max}(X - L; 0)] \\
&= c EC_X(L) . \tag{2-14}
\end{aligned}$$

$$\text{Portanto, } \Omega_{cX}(cL) = \frac{EC_{cX}(cL)}{ES_{cX}(cL)} = \frac{cEC_X(L)}{cES_X(L)} = \frac{EC_X(L)}{ES_X(L)} = \Omega_X(L) . \tag{2-15}$$

Assim, pela expressão (2-15), conclui-se que a medida Omega é igual para as distribuições de cX e X, com limites cL e L respectivamente.

IV) Quarta propriedade: Monotonicidade: Se $X < Y \Rightarrow \text{Risk}(Y) \leq \text{Risk}(X)$

Esta propriedade pode ser entendida melhor fazendo o gráfico de duas distribuições X e Y, sendo que todos os componentes da distribuição de X são

menores do que o componente de menor valor da distribuição de Y. Trata-se de duas distribuições finitas, não assintóticas, tal como é apreciado na Figura 2-3.

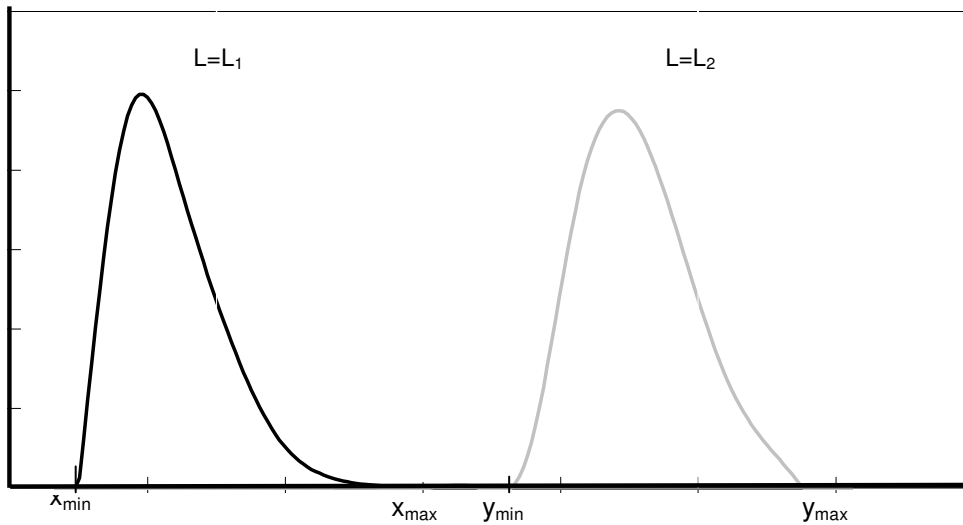


Figura 2-3 – Distribuições de X e Y, $X < Y$

Na Figura 2-3,

- x_{\min} e y_{\min} são os componentes com os mínimos valores das distribuições de X e Y respectivamente,
- x_{\max} e y_{\max} são os componentes com os máximos valores das distribuições de X e Y respectivamente, e,

1ro Caso: Se $x_{\min} \leq L=L_1 < y_{\min}$

$ES_X(L) = E[\text{Max}(L-X; 0)]$, e dependendo da posição do L, o valor de $ES_X(L)$ pode variar entre 0 e $L-E[X]$. Assim:

$$0 \leq ES_X(L) \leq L-E[X]. \quad (2-16)$$

$EC_X(L) = E[\text{Max}(X-L; 0)]$, e dependendo da posição do L, o valor de $EC_X(L)$ varia entre 0 e $E[X]-L$, de forma inversa do que o $ES_X(L)$. Isto é, quando $EC_X(L) = 0$, $ES_X(L) = L-E[X]$, e, quando $EC_X(L) = E[X]-L$, $ES_X(L) = 0$. Assim:

$$E[X]-L \geq EC_X(L) \geq 0. \quad (2-17)$$

De acordo com (2-16) e (2-17), deduz-se:

$$\frac{EC_X(L) = 0}{ES_X(L) = L - E[X]} \leq \Omega_X(L) \leq \frac{EC_X(L) = E[X] - L}{ES_X(L) = 0}$$

$$0 \leq \Omega_X(L) \leq \infty. \quad (2-18)$$

$$ES_Y(L) = E[\text{Max}(L-Y; 0)] = 0, \quad (2-19)$$

porque como $x_{\min} \leq L < y_{\min}$ não existe nenhum y_i (componente de Y) em que $y_i < L$, portanto $ES_Y(L) = 0$.

Pela desigualdade (2-16) e pela equação (2-19), comprava-se que $ES_X(L) \geq ES_Y(L)$, isto é cumpre a propriedade de monotonicidade.

Por outro lado,

$$EC_Y(L) = E[\text{Max}(Y-L; 0)] = E[Y]-L \quad (2-20)$$

porque todos os componentes de Y são maiores a L . Assim:

$$\Omega_Y(L) = \frac{EC_Y(L)}{ES_Y(L)} = \frac{E[Y]-L}{0} = \infty. \quad (2-21)$$

Em relação ao comportamento do Omega, pela desigualdade (2-18) e pela equação (2-21), observa-se que, quando $X < Y$, existe uma maior probabilidade de $\Omega_Y(L)$ ser maior do que $\Omega_X(L)$, visto que sempre $\Omega_Y(L) = \infty$, e $\Omega_X(L)$ pode variar entre zero e infinito.

2do Caso: Se $y_{\min} \leq L=L_2 \leq y_{\max}$

$$ES_X(L) = E[\text{Max}(L-X; 0)] = L-E[X], \quad (2-22)$$

porque todos os componentes de X são menores que L .

$$EC_X(L) = E[\text{Max}(X-L; 0)] = 0, \quad (2-23)$$

porque nenhum componente de X é maior que L . Assim:

$$\Omega_X(L) = \frac{EC_X(L)}{ES_X(L)} = \frac{0}{L-E[X]} = 0. \quad (2-24)$$

Por outro lado,

$ES_Y(L) = E[\text{Max}(L-Y; 0)]$, e dependendo da posição do L , o valor de $ES_Y(L)$ pode variar entre 0 e $L-E[Y]$. Assim:

$$0 \leq ES_Y(L) \leq L-E[Y]. \quad (2-25)$$

Pela Equação (2-25) o máximo valor que pode tomar $ES_Y(L)$ é $L-E[Y]$, quando todos os componentes de $Y < L$, isto é $L=y_{\max}$. Assim,

$$E[X] < E[Y] \quad (\text{por definição})$$

$$L-E[X] > L-E[Y]$$

$$ES_X(L) > ES_Y(L).$$

Portanto, neste segundo caso também se verifica a propriedade de monotonicidade.

$EC_Y(L) = E[\text{Max}(Y-L; 0)]$, e dependendo da posição do L , o valor de $EC_Y(L)$ varia entre 0 e $E[Y]-L$, de forma inversa do que o $ES_Y(L)$. Isto é, quando $EC_Y(L) = 0$, $ES_Y(L) = L - E[Y]$, e, quando $EC_Y(L) = E[Y]-L$, $ES_Y(L) = 0$. Assim:

$$E[Y]-L \geq EC_Y(L) \geq 0. \quad (2-26)$$

De acordo com (2-25) e (2-26), deduz-se:

$$\frac{EC_Y(L) = 0}{ES_Y(L) = L - E[Y]} \leq \Omega_Y(L) \leq \frac{EC_Y(L) = E[Y] - L}{ES_Y(L) = 0}$$

$$0 \leq \Omega_Y(L) \leq \infty. \quad (2-27)$$

Em relação ao comportamento do Omega neste segundo caso, pela equação (2-24) e pela desigualdade (2-27) observa-se que, quando $X < Y$, $\Omega_Y(L) \geq \Omega_X(L)$.

9.3.

Apêndice 3: Cálculo de Opções Europeias por Simulação

As opções europeias se caracterizam por ter uma única data para realizar ou não o exercício, sendo aquela data chamada de período de exercício ou de expiração. O procedimento para o cálculo do valor de opções europeias por simulação é igual seja qual for o tipo. O único que vai diferenciar uma opção de outra é o seu valor intrínseco na expiração. Denote-se por $I(S_T, EX)$, o valor intrínseco, onde S_T é o valor do ativo subjacente no tempo T (tempo de expiração da opção), que é uma variável estocástica, e EX é o preço de exercício. Para diferentes tipos de opções europeias esse valor intrínseco, ou *payoff* da opção seria:

a) Opção de Diferir: $I(S_T, EX) = S_T - EX$.

b) Opção de Abandono: $I(S_T, EX) = EX - S_T$.

c) Opção de Contração: $I(S_T, EX) = EX - (1-c) \cdot S_T$, onde $c \in (0,1)$, é o fator de contração.

d) Opção de Expansão: $I(S_T, EX) = (e-1) \cdot S_T - EX$, onde $e > 1$, é o fator de expansão.

O valor da opção (OP) se dá através da Equação (3-1):

$$OP(S, t) = e^{-(T-t)r} E_t^Q [I(S_T, EX)], \quad (3-1)$$

sendo que $E_t^Q[\cdot]$ é a expectativa neutra ao risco do valor intrínseco condicional à informação do período inicial em t , S_T é o valor do ativo subjacente no período de expiração, e , r é a taxa livre de risco.

Sob estas considerações, deve-se seguir o seguinte procedimento:

- Simulam-se uma grande quantidade de caminhos (M) a partir do valor inicial do ativo S_t . As simulações são na medida neutra ao risco e são feitas em intervalos de tempos discretos $\{t_1, t_2, \dots, t_N=T\}$. Alguns processos estocásticos, como o MGB, admitem uma discretização exata, isto é, que a precisão numérica independe do intervalo do tempo adotado (independe do tamanho do “ Δt ”). No caso do MGB, sua simulação neutra ao risco discreta estaria dada pela Equação (3-2):

$$S_{t+\Delta t} = S_t \exp[(r-\delta-\sigma^2/2)\Delta t + \sigma (\Delta t)^{1/2} \varepsilon_{t+\Delta t}], \quad (3-2)$$

onde δ é a taxa de dividendos, σ a volatilidade e $\varepsilon_t \sim \text{NID}(0,1)$. O Δt da Equação (3-2) poderia ser igual a $T-t$, isto é, ao estar interessado no valor do ativo subjacente no período de expiração, este pode ser

simulado em um só passo a partir do período inicial t , sem precisar realizar simulações intermediárias com intervalos menores.

- Para cada caminho simulado, no tempo T decide-se se a opção será exercida, comparando o valor intrínseco $I(S_T, EX)$ com zero. Isto é, se o valor intrínseco for negativo, não deveria se exercer a opção. Então, o *payoff* no exercício é: $\text{Máximo}(I(S_T, EX); 0)$.
- O preço da opção no tempo t é a média aritmética dos diversos *payoffs*, descontados pelo 'r' ao período inicial t :

$$OP(S, t) = e^{-(T-t)r} \frac{\sum_{i=1}^M \text{Máx}(I(S_{T,i}, EX); 0)}{M}, \quad (3-3)$$

onde $S_{T,i}$ é o valor do ativo subjacente no período de expiração T na simulação i .

Por outro lado, é possível utilizar um procedimento alternativo para o cálculo do valor da opção, determinando primeiro o valor médio do ativo subjacente em T com a opção incluída, descontado ao período inicial t . Assim, somando $S_{T,i}$ à Equação (3-3), tem-se:

$$E_t[S_T^+] = e^{-(T-t)r} \frac{\sum_{i=1}^M \text{Máx}(S_{T,i} + I(S_{T,i}, EX); S_{T,i})}{M}, \quad (3-4)$$

onde, $E_t[S_T^+]$ é o valor médio do ativo subjacente em T incluída a opção. $E_t[S_T^+]$ é calculado quando a expressão $S_{T,i} + I(S_{T,i}, EX)$ é mais fácil de calcular do que $I(S_{T,i}, EX)$, no caso por exemplo de existirem opções de escala, tais como o abandono, a expansão ou a contração, situações em que o valor do projeto sofre uma redução ou aumento, e se optar por escolher a nova escala, aquilo viria a representar o novo valor do projeto (valor sem Opção + Opção), em outras palavras $S_{T,i} + I(S_{T,i}, EX)$. No exercício de aplicação que exemplifica a metodologia proposta, foi utilizado este procedimento.

Uma vez calculado $E_t[S_T^+]$, agora determina-se $E_t[S_T]$ que é o valor médio do ativo subjacente em T (sem Opção), descontado ao período inicial t . Assim:

$$E_t[S_T] = e^{-(T-t)r} \frac{\sum_{i=1}^M S_{T,i}}{M}. \quad (3-5)$$

Ao fazer a diferença de da Equação (3-5) com a Equação (3-4), obtém-se:

$$E_t[S_T^+] - E_t[S_T] = e^{-(T-t)r} \frac{\sum_{i=1}^M \text{Máx}(I(S_{T,i}, EX)\rho)}{M}$$

$$= OP(S,t). \quad (3-6)$$

Pela Equação (3-6), deduz-se que o valor da opção pode também ser calculado fazendo a diferença do valor médio do ativo subjacente com opção $E_t[S_T^+]$, e o valor médio do ativo subjacente sem a opção, $E_t[S_T]$.

Foi utilizando esta última forma (Equação (3-6)) que foram calculados os valores das opções reais na aplicação da metodologia, procedimento exemplificado na Tabela 20, e resultados exibidos na Tabela 21.

9.4.

Apêndice 4: Fluxos de Caixa Esperados dos Projetos E2, E3, R1, R2 e R3

Fluxos de Caixa Esperados para o Projeto E2 (em Milhões de dólares)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(a) Reservas Remanescentes		120,00	102,00	86,34	72,72	60,86	50,55	41,58	33,77	26,98	21,08
(b) Nível de Produção		18,00	15,66	13,62	11,85	10,31	8,97	7,81	6,79	5,91	5,14
(c) Custo Variável Operacional	11,00	11,22	11,44	11,67	11,91	12,14	12,39	12,64	12,89	13,15	13,41
(d) Preço Petróleo	24,00	24,91	25,86	26,84	27,86	28,92	30,02	31,16	32,34	33,57	34,85
(e) Recebimento: (b)*(d)		448,42	404,95	365,69	330,24	298,23	269,32	243,21	219,63	198,34	179,11
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 5		208,96	186,22	166,04	148,13	132,24	118,14	105,62	94,52	84,66	75,92
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)		239,46	218,73	199,65	182,11	165,99	151,18	137,59	125,11	113,68	103,20
(h) Partic. Lucros e Resultados (25%)		59,86	54,68	49,91	45,53	41,50	37,79	34,40	31,28	28,42	25,80
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)		179,59	164,05	149,74	136,58	124,49	113,38	103,19	93,84	85,26	77,40
(j) Valor Presente dos Fluxos de Caixa	808,65	889,52	780,92	678,56	581,71	489,64	401,66	317,10	235,31	155,62	77,40
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)		0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,28	0,33	0,40	0,55	1,00
(l) Investimentos	500										
VPL0 =	308,65										

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(a) Reservas Remanescentes			120,00	102,00	86,34	72,72	60,86	50,55	41,58	33,77	26,98	21,08
(b) Nível de Produção			18,00	15,66	13,62	11,85	10,31	8,97	7,81	6,79	5,91	5,14
(c) Custo Variável Operacional	11,00	11,22	11,44	11,67	11,91	12,14	12,39	12,64	12,89	13,15	13,41	13,68
(d) Preço Petróleo	24,00	24,91	25,86	26,84	27,86	28,92	30,02	31,16	32,34	33,57	34,85	36,17
(e) Recebimento: (b)*(d)			465,46	420,33	379,59	342,79	309,56	279,55	252,45	227,98	205,88	185,92
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 5			213,00	189,80	169,22	150,95	134,74	120,36	107,60	96,27	86,22	77,30
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)			252,46	230,53	210,37	191,84	174,82	159,19	144,86	131,71	119,66	108,62
(h) Partic. Lucros e Resultados (25%)			63,11	57,63	52,59	47,96	43,70	39,80	36,21	32,93	29,92	27,16
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)			189,34	172,90	157,78	143,88	131,11	119,39	108,64	98,78	89,75	81,47
(j) Valor Presente dos Fluxos de Caixa		851,94	937,13	822,57	714,64	612,55	515,54	422,87	333,82	247,70	163,81	81,47
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)			0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,28	0,33	0,40	0,55	1,00
(l) Investimentos		525										
VPL1 =		326,94										
E2(1)_VP0 / E2(1)_VPL0	811,37	311,37										

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a) Reservas Remanescentes				120,00	102,00	86,34	72,72	60,86	50,55	41,58	33,77	26,98	21,08
(b) Nível de Produção				18,00	15,66	13,62	11,85	10,31	8,97	7,81	6,79	5,91	5,14
(c) Custo Variável Operacional	11,00	11,22	11,44	11,67	11,91	12,14	12,39	12,64	12,89	13,15	13,41	13,68	13,95
(d) Preço Petróleo	24,00	24,91	25,86	26,84	27,86	28,92	30,02	31,16	32,34	33,57	34,85	36,17	37,55
(e) Recebimento: (b)*(d)				483,14	436,31	394,01	355,82	321,32	290,17	262,04	236,64	213,70	192,99
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 5				217,12	193,46	172,46	153,83	137,30	122,63	109,61	98,05	87,80	78,70
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)				266,02	242,85	221,55	201,98	184,02	167,55	152,44	138,59	125,90	114,28
(h) Partic. Lucros e Resultados (25%)				66,51	60,71	55,39	50,50	46,01	41,89	38,11	34,65	31,48	28,57
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)				199,52	182,14	166,16	151,49	138,02	125,66	114,33	103,94	94,43	85,71
(j) Valor Presente dos Fluxos de Caixa			897,09	986,80	866,01	752,26	644,71	542,55	444,98	351,25	260,62	172,34	85,71
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)				0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,28	0,33	0,40	0,55	1,00
(l) Investimentos			551,25										
VPL2 =			345,84										
E2(2)_VP0 / E2(2)_VPL0	813,69	313,69											

* WACC=10%, TLR=5%, Investimento cresce a TLR, E2(i)_VP0 é o Valor de Mercado do Projeto E2 quando iniciado no período i, descontado pela TLR a t(0) (E2(i)_VPL0 seria o Valor Presente Líquido sob as mesmas considerações).

Fluxos de Caixa Esperados para o Projeto E3 (em Milhões de dólares)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(a) Reservas Remanescentes		50,00	44,00	39,02	34,89	31,46	28,61	26,24	24,28	22,66	21,30
(b) Nível de Produção		6,00	4,98	4,13	3,43	2,85	2,36	1,96	1,63	1,35	1,12
(c) Custo Variável Operacional	9,00	9,18	9,36	9,55	9,74	9,94	10,14	10,34	10,54	10,76	10,97
(d) Preço Petróleo	26,00	26,86	27,74	28,66	29,61	30,58	31,59	32,63	33,71	34,82	35,97
(e) Recebimento: (b)*(d)		161,15	138,17	118,46	101,57	87,08	74,66	64,02	54,89	47,06	40,35
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 5		60,08	51,63	44,48	38,42	33,29	28,95	25,28	22,17	19,54	17,31
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)		101,07	86,54	73,99	63,15	53,79	45,71	38,74	32,72	27,52	23,04
(h) Partic. Lucros e Resultados (25%)		25,27	21,63	18,50	15,79	13,45	11,43	9,68	8,18	6,88	5,76
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)		75,80	64,90	55,49	47,36	40,34	34,28	29,05	24,54	20,64	17,28
(j) Valor Presente dos Fluxos de Caixa	282,76	311,04	258,76	213,24	173,53	138,79	108,29	81,41	57,59	36,36	17,28
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)		0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,32	0,36	0,43	0,57	1,00
(l) Investimentos	135										
VPL0 =	147,76										

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(a) Reservas Remanescentes			50,00	44,00	39,02	34,89	31,46	28,61	26,24	24,28	22,66	21,30
(b) Nível de Produção			6,00	4,98	4,13	3,43	2,85	2,36	1,96	1,63	1,35	1,12
(c) Custo Variável Operacional	9,00	9,18	9,36	9,55	9,74	9,94	10,14	10,34	10,54	10,76	10,97	11,19
(d) Preço Petróleo	26,00	26,86	27,74	28,66	29,61	30,58	31,59	32,63	33,71	34,82	35,97	37,16
(e) Recebimento: (b)*(d)			166,47	142,73	122,37	104,92	89,96	77,13	66,13	56,70	48,61	41,68
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 5			61,18	52,56	45,27	39,09	33,86	29,43	25,69	22,51	19,83	17,55
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)			105,28	90,16	77,10	65,83	56,10	47,70	40,44	34,19	28,79	24,13
(h) Partic. Lucros e Resultados (25%)			26,32	22,54	19,28	16,46	14,02	11,92	10,11	8,55	7,20	6,03
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)			78,96	67,62	57,83	49,37	42,07	35,77	30,33	25,64	21,59	18,10
(j) Valor Presente dos Fluxos de Caixa		294,82	324,30	269,87	222,47	181,11	144,91	113,12	85,08	60,22	38,04	18,10
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)			0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,32	0,36	0,43	0,57	1,00
(l) Investimentos		141,75										
VPL1 =		153,07										
E3(1)_VP0 / E3(1)_VPL0	280,78	145,78										

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a) Reservas Remanescentes				50,00	44,00	39,02	34,89	31,46	28,61	26,24	24,28	22,66	21,30
(b) Nível de Produção				6,00	4,98	4,13	3,43	2,85	2,36	1,96	1,63	1,35	1,12
(c) Custo Variável Operacional	9,00	9,18	9,36	9,55	9,74	9,94	10,14	10,34	10,54	10,76	10,97	11,19	11,41
(d) Preço Petróleo	26,00	26,86	27,74	28,66	29,61	30,58	31,59	32,63	33,71	34,82	35,97	37,16	38,39
(e) Recebimento: (b)*(d)				171,96	147,44	126,41	108,38	92,93	79,67	68,31	58,57	50,22	43,06
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 5				62,31	53,51	46,07	39,77	34,44	29,92	26,10	22,86	20,12	17,80
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)				109,65	93,92	80,34	68,61	58,49	49,75	42,21	35,71	30,09	25,25
(h) Partic. Lucros e Resultados (25%)				27,41	23,48	20,08	17,15	14,62	12,44	10,55	8,93	7,52	6,31
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)				82,24	70,44	60,25	51,46	43,87	37,31	31,66	26,78	22,57	18,94
(j) Valor Presente dos Fluxos de Caixa				307,31	338,04	281,38	232,03	188,96	151,25	118,12	88,89	62,95	39,79
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)				0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,32	0,36	0,43	0,57	1,00
(l) Investimentos			148,84										
VPL2 =			158,47										
E3(2)_VP0 / E3(2)_VPL0	278,74	143,74											

* WACC=10%, TLR=5%, Investimento cresce a TLR, E3(i)_VP0 é o Valor de Mercado do Projeto E3 quando iniciado no período i, descontado pela TLR a t(0) (E3(i)_VPL0 seria o Valor Presente Líquido sob as mesmas considerações).

Fluxos de Caixa Esperados para o Projeto R1 (em Milhões de dólares)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a) % Operação da Capacidade		0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,84	0,69	0,54	0,39
(b) Nível de Produção (MM bbl)		11,25	12,15	13,05	13,95	14,85	14,85	14,85	14,85	12,60	10,35	8,10	5,85
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,15)	27,60	28,37	29,17	29,98	30,82	31,69	32,57	33,49	34,42	35,39	36,38	37,40	38,44
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	28,00	29,12	30,28	31,50	32,76	34,07	35,43	36,85	38,32	39,85	41,45	43,10	44,83
(e) Recebimento: (b)*(d)		327,60	367,96	411,03	456,95	505,88	526,12	547,16	569,05	502,14	428,97	349,15	262,25
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 3		322,19	357,38	394,29	432,99	473,54	486,72	500,26	514,19	448,88	379,51	305,91	227,90
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)		5,41	10,58	16,74	23,96	32,34	39,40	46,90	54,86	53,26	49,46	43,23	34,35
(h) Partic. Lucros e Resultados		1,35	2,64	4,18	5,99	8,08	9,85	11,73	13,72	13,32	12,37	10,81	8,59
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)		4,05	7,93	12,55	17,97	24,25	29,55	35,18	41,15	39,95	37,10	32,43	25,76
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa	161,88	176,45	187,92	196,18	200,16	198,58	190,02	174,91	152,31	121,17	88,53	56,06	25,76
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)		0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,16	0,20	0,27	0,33	0,42	0,58	1,00
(l) Investimentos	150												
VPL0 =	11,88												

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(a) % Operação da Capacidade			0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,84	0,69	0,54	0,39
(b) Nível de Produção (MM bbl)			11,25	12,15	13,05	13,95	14,85	14,85	14,85	14,85	12,60	10,35	8,10	5,85
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,15)	27,60	28,37	29,17	29,98	30,82	31,69	32,57	33,49	34,42	35,39	36,38	37,40	38,44	39,52
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	28,00	29,12	30,28	31,50	32,76	34,07	35,43	36,85	38,32	39,85	41,45	43,10	44,83	46,62
(e) Recebimento: (b)*(d)			340,70	382,68	427,47	475,22	526,12	547,16	569,05	591,81	522,23	446,13	363,11	272,74
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 3			331,13	367,30	405,25	445,03	486,72	500,26	514,19	528,50	461,36	390,06	314,39	234,19
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)			9,57	15,37	22,22	30,20	39,40	46,90	54,86	63,31	60,87	56,08	48,72	38,55
(h) Partic. Lucros e Resultados			2,39	3,84	5,56	7,55	9,85	11,73	13,72	15,83	15,22	14,02	12,18	9,64
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)			7,18	11,53	16,67	22,65	29,55	35,18	41,15	47,48	45,65	42,06	36,54	28,91
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa		194,95	212,49	223,79	231,36	234,02	230,40	218,92	200,28	173,46	137,31	99,91	63,06	28,91
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)			0,03	0,05	0,07	0,10	0,13	0,16	0,21	0,27	0,33	0,42	0,58	1,00
(l) Investimentos		157,5												
VPL1 =		37,45												
R1(1)_VP0 / R1(1)_VPL0	185,66	35,66												

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(a) % Operação da Capacidade				0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,84	0,69	0,54	0,39
(b) Nível de Produção (MM bbl)				11,25	12,15	13,05	13,95	14,85	14,85	14,85	14,85	12,60	10,35	8,10	5,85
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,15)	27,60	28,37	29,17	29,98	30,82	31,69	32,57	33,49	34,42	35,39	36,38	37,40	38,44	39,52	40,63
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	28,00	29,12	30,28	31,50	32,76	34,07	35,43	36,85	38,32	39,85	41,45	43,10	44,83	46,62	48,49
(e) Recebimento: (b)*(d)				354,33	397,99	444,56	494,23	547,16	569,05	591,81	615,49	543,12	463,98	377,64	283,65
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 3				340,32	377,51	416,51	457,40	500,26	514,19	528,50	543,22	474,20	400,89	323,11	240,67
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)				14,01	20,48	28,06	36,83	46,90	54,86	63,31	72,27	68,92	63,09	54,52	42,98
(h) Partic. Lucros e Resultados				3,50	5,12	7,01	9,21	11,73	13,72	15,83	18,07	17,23	15,77	13,63	10,75
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)				10,51	15,36	21,04	27,62	35,18	41,15	47,48	54,20	51,69	47,31	40,89	32,24
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa			230,06	250,76	261,87	268,70	269,95	264,13	249,57	227,18	195,86	154,41	111,96	70,47	32,24
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)				0,04	0,06	0,08	0,10	0,13	0,16	0,21	0,28	0,33	0,42	0,58	1,00
(l) Investimentos			165,38												
VPL2 =			64,68												
R1(2)_VP0 / R1(2)_VPL0	208,67	58,67													

* WACC=9%, TLR=5%, Investimento cresce a TLR, R1(i)_VP0 é o Valor de Mercado do Projeto R1 quando iniciado no período i, descontado pela TLR a t(0) (R1(i)_VPL0 seria o Valor Presente Líquido sob as mesmas considerações).

Fluxos de Caixa Esperados para o Projeto R2 (em Milhões de dólares)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a) % Operação da Capacidade		0,70	0,75	0,80	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,70	0,55	0,40	0,25
(b) Nível de Produção (MM bbl)		11,90	12,75	13,60	14,45	14,45	14,45	14,45	14,45	11,90	9,35	6,80	4,25
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,16)	27,84	28,62	29,42	30,24	31,09	31,96	32,86	33,78	34,72	35,69	36,69	37,72	38,78
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	29,00	30,19	31,43	32,72	34,06	35,45	36,91	38,42	39,99	41,63	43,34	45,12	46,97
(e) Recebimento: (b)*(d)		359,25	400,69	444,93	492,12	512,29	533,30	555,16	577,93	495,45	405,24	306,81	199,62
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 4		344,57	379,12	415,33	453,27	465,85	478,78	492,08	505,74	428,77	347,09	260,51	168,81
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)		14,68	21,58	29,60	38,85	46,44	54,51	63,09	72,18	66,68	58,15	46,30	30,81
(h) Partic. Lucros e Resultados		3,67	5,39	7,40	9,71	11,61	13,63	15,77	18,05	16,67	14,54	11,57	7,70
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)		11,01	16,18	22,20	29,13	34,83	40,89	47,31	54,14	50,01	43,61	34,72	23,11
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa	224,69	244,91	254,96	260,26	259,49	251,09	235,72	212,37	179,91	137,09	94,92	55,92	23,11
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)		0,04	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,22	0,30	0,36	0,46	0,62	1,00
(l) Investimentos	160												
VPL0 =	64,69												

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(a) % Operação da Capacidade			0,70	0,75	0,80	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,70	0,55	0,40	0,25
(b) Nível de Produção (MM bbl)			11,90	12,75	13,60	14,45	14,45	14,45	14,45	14,45	11,90	9,35	6,80	4,25
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,16)	27,84	28,62	29,42	30,24	31,09	31,96	32,86	33,78	34,72	35,69	36,69	37,72	38,78	39,86
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	29,00	30,19	31,43	32,72	34,06	35,45	36,91	38,42	39,99	41,63	43,34	45,12	46,97	48,89
(e) Recebimento: (b)*(d)			373,98	417,12	463,17	512,29	533,30	555,16	577,93	601,62	515,77	421,86	319,39	207,80
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 4			354,11	389,62	426,84	465,85	478,78	492,08	505,74	519,79	440,66	356,70	267,69	173,42
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)			19,87	27,50	36,32	46,44	54,51	63,09	72,18	81,83	75,10	65,16	51,69	34,38
(h) Partic. Lucros e Resultados			4,97	6,88	9,08	11,61	13,63	15,77	18,05	20,46	18,78	16,29	12,92	8,59
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)			14,90	20,63	27,24	34,83	40,89	47,31	54,14	61,37	56,33	48,87	38,77	25,78
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa		262,71	286,36	295,89	300,03	297,34	286,14	267,32	239,81	202,38	153,70	106,14	62,43	25,78
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)			0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,18	0,23	0,30	0,37	0,46	0,62	1,00
(l) Investimentos		168												
VPL1 =		94,71												
R2(1)_VP0 / R2(1)_VPL0	250,20	90,20												

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(a) % Operação da Capacidade				0,70	0,75	0,80	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,70	0,55	0,40	0,25
(b) Nível de Produção (MM bbl)				11,90	12,75	13,60	14,45	14,45	14,45	14,45	14,45	11,90	9,35	6,80	4,25
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,16)	27,84	28,62	29,42	30,24	31,09	31,96	32,86	33,78	34,72	35,69	36,69	37,72	38,78	39,86	40,98
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	29,00	30,19	31,43	32,72	34,06	35,45	36,91	38,42	39,99	41,63	43,34	45,12	46,97	48,89	50,90
(e) Recebimento: (b)*(d)				389,31	434,22	482,16	533,30	555,16	577,93	601,62	626,29	536,91	439,16	332,48	216,32
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 4				363,91	400,42	438,68	478,78	492,08	505,74	519,79	534,23	452,89	366,58	275,07	178,17
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)				25,40	33,80	43,48	54,51	63,09	72,18	81,83	92,05	84,02	72,58	57,41	38,15
(h) Partic. Lucros e Resultados				6,35	8,45	10,87	13,63	15,77	18,05	20,46	23,01	21,01	18,15	14,35	9,54
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)				19,05	25,35	32,61	40,89	47,31	54,14	61,37	69,04	63,02	54,44	43,05	28,62
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa			303,08	330,35	339,32	342,23	337,49	323,29	300,82	268,88	226,19	171,29	118,02	69,31	28,62
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)				0,06	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,31	0,37	0,46	0,62	1,00
(l) Investimentos			176,4												
VPL2 =			126,68												
R2(2)_VP0 / R2(2)_VPL0	274,90	114,90													

* WACC=9%, TLR=5%, Investimento cresce a TLR, R2(i)_VP0 é o Valor de Mercado do Projeto R2 quando iniciado no período i, descontado pela TLR a t(0) (R2(i)_VPL0 seria o Valor Presente Líquido sob as mesmas considerações).

Fluxos de Caixa Esperados para o Projeto R3 (em Milhões de dólares)

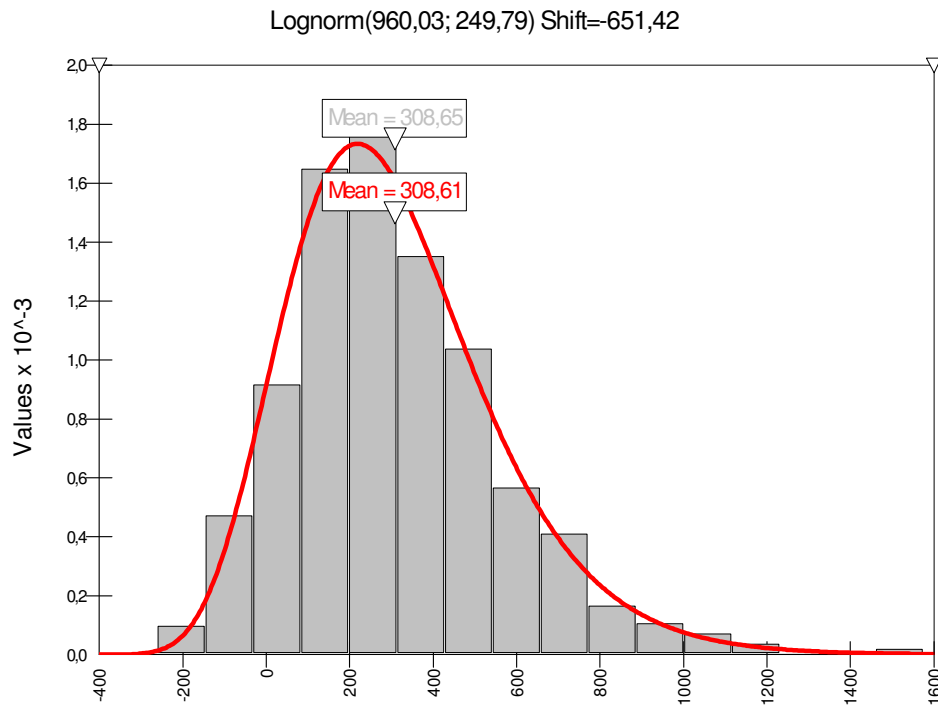
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a) % Operação da Capacidade		0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	0,90	0,90	0,78	0,66	0,54	0,42
(b) Nível de Produção (MM bbl)		7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,00	9,00	9,00	7,80	6,60	5,40	4,20
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,13)	27,12	27,88	28,66	29,46	30,29	31,14	32,01	32,90	33,82	34,77	35,75	36,75	37,78
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	28,00	29,18	30,40	31,68	33,01	34,40	35,84	37,34	38,91	40,55	42,25	44,03	45,87
(e) Recebimento: (b)*(d)		204,23	228,01	253,43	280,57	309,56	322,56	336,10	350,22	316,27	278,86	237,74	192,67
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 2		197,16	216,95	237,70	259,44	282,22	290,07	298,13	306,42	273,22	237,92	200,43	160,66
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)		7,08	11,06	15,73	21,13	27,34	32,49	37,97	43,80	43,05	40,94	37,31	32,02
(h) Partic. Lucros e Resultados		1,77	2,77	3,93	5,28	6,83	8,12	9,49	10,95	10,76	10,23	9,33	8,00
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)		5,31	8,30	11,79	15,85	20,50	24,37	28,48	32,85	32,29	30,70	27,98	24,01
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa	139,32	151,86	159,75	165,08	167,08	164,84	157,33	144,93	126,93	102,55	76,58	50,01	24,01
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)		0,03	0,05	0,07	0,09	0,12	0,15	0,20	0,26	0,31	0,40	0,56	1,00
(l) Investimentos	80												
VPL0 =	59,32												

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(a) % Operação da Capacidade			0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	0,90	0,90	0,78	0,66	0,54	0,42
(b) Nível de Produção (MM bbl)			7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,00	9,00	9,00	7,80	6,60	5,40	4,20
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,13)	27,12	27,88	28,66	29,46	30,29	31,14	32,01	32,90	33,82	34,77	35,75	36,75	37,78	38,83
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	28,00	29,18	30,40	31,68	33,01	34,40	35,84	37,34	38,91	40,55	42,25	44,03	45,87	47,80
(e) Recebimento: (b)*(d)			212,81	237,59	264,07	292,36	322,56	336,10	350,22	364,93	329,56	290,57	247,72	200,76
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 2			202,62	222,97	244,30	266,65	290,07	298,13	306,42	314,95	280,81	244,53	205,99	165,10
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)			10,19	14,62	19,77	25,71	32,49	37,97	43,80	49,98	48,74	46,04	41,74	35,67
(h) Partic. Lucros e Resultados			2,55	3,65	4,94	6,43	8,12	9,49	10,95	12,50	12,19	11,51	10,43	8,92
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)			7,64	10,96	14,83	19,28	24,37	28,48	32,85	37,49	36,56	34,53	31,30	26,75
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa		164,01	178,77	186,53	191,37	192,43	188,73	179,15	164,24	143,21	115,24	85,76	55,84	26,75
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)			0,04	0,06	0,08	0,10	0,13	0,16	0,20	0,26	0,32	0,40	0,56	1,00
(l) Investimentos		84												
VPL1 =		80,01												
R3(1)_VP0 / R3(1)_VPL0	156,20	76,20												

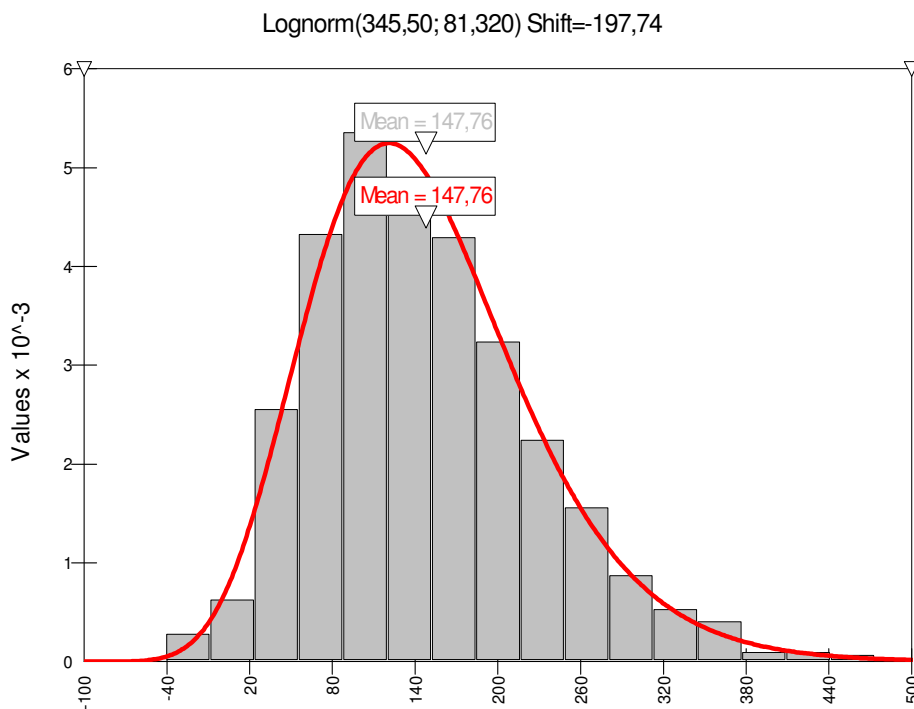
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(a) % Operação da Capacidade				0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	0,90	0,90	0,78	0,66	0,54	0,42
(b) Nível de Produção (MM bbl)				7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,00	9,00	9,00	7,80	6,60	5,40	4,20
(c) C.V.O. = (Preço Brent*1,13)	27,12	27,88	28,66	29,46	30,29	31,14	32,01	32,90	33,82	34,77	35,75	36,75	37,78	38,83	39,92
(d) Preço Médio do Derivado (US\$)	28,00	29,18	30,40	31,68	33,01	34,40	35,84	37,34	38,91	40,55	42,25	44,03	45,87	47,80	49,81
(e) Recebimento: (b)*(d)				221,75	247,57	275,16	304,64	336,10	350,22	364,93	380,26	343,40	302,77	258,13	209,20
(f) Custo de Produção: (b)*(c)+ 2				208,24	229,16	251,08	274,06	298,13	306,42	314,95	323,71	288,62	251,32	211,70	169,67
(g) Fluxo de Caixa Total: (e)-(f)				13,51	18,41	24,08	30,58	37,97	43,80	49,98	56,55	54,78	51,45	46,43	39,53
(h) Partic. Lucros e Resultados				3,38	4,60	6,02	7,64	9,49	10,95	12,50	14,14	13,69	12,86	11,61	9,88
(i) Fluxo de Caixa Líquido: (g)-(h)				10,13	13,81	18,06	22,93	28,48	32,85	37,49	42,41	41,08	38,59	34,82	29,65
(j) Valor Pres. dos Fluxos de Caixa			190,25	207,37	214,99	219,29	219,34	214,09	202,31	184,71	160,48	128,69	95,49	62,02	29,65
(k) Taxa FC/VP: (i)/(j)				0,05	0,06	0,08	0,10	0,13	0,16	0,20	0,26	0,32	0,40	0,56	1,00
(l) Investimentos			88,2												
VPL2 =			102,05												
R3(2)_VP0 / R3(2)_VPL0	172,56	92,56													

* WACC=9%, TLR=5%, Investimento cresce a TLR, R3(i)_VP0 é o Valor de Mercado do Projeto R3 quando iniciado no período i, descontado pela TLR a t(0) (R3(i)_VPL0 seria o Valor Presente Líquido sob as mesmas considerações).

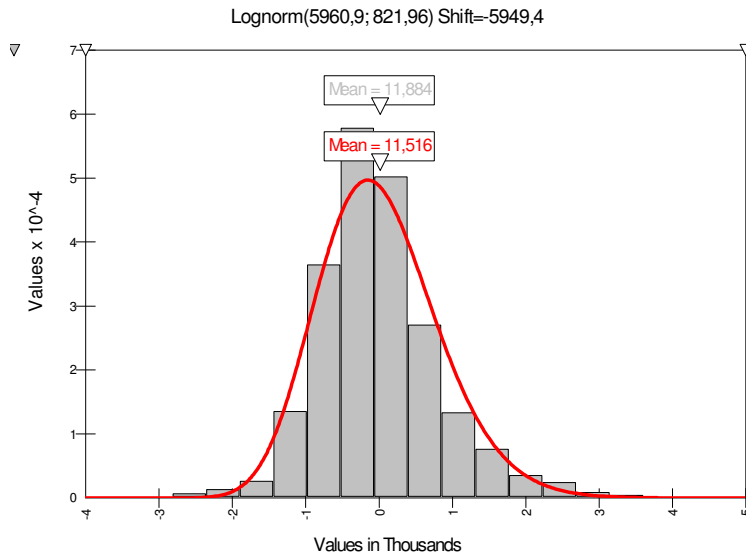
9.5.

Apêndice 5: Gráficos das distribuições de VPL0 dos Projetos E2(0), E3(0), R1(0), R2(0), R3(0).


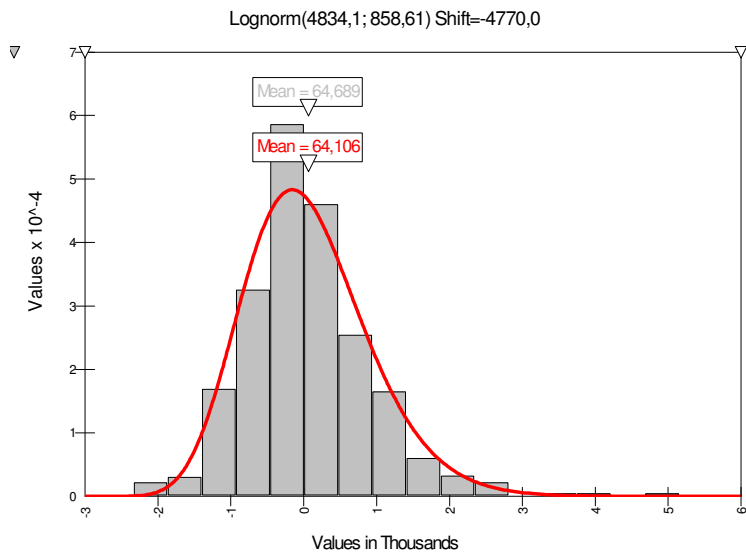
Distribuição de VPL0 do projeto E2(0) (E2 iniciado em t(0))



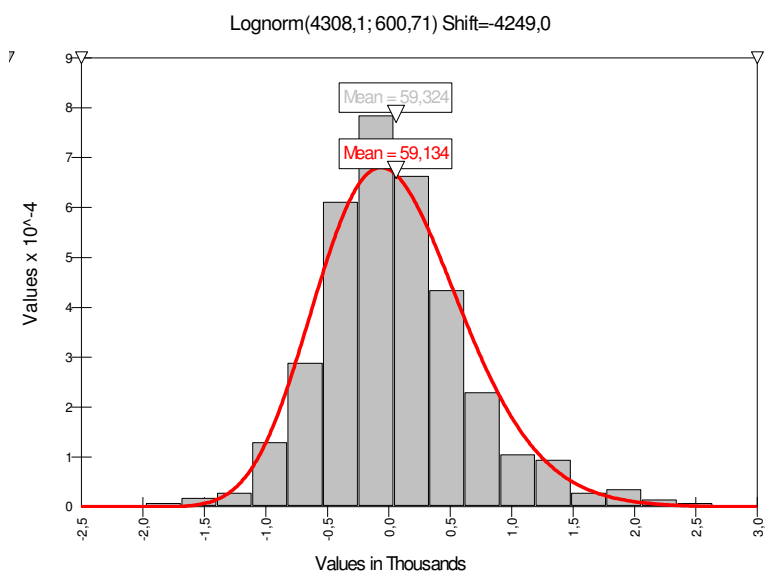
Distribuição de VPL0 do projeto E3(0) (E3 iniciado em t(0))



Distribuição de VPL0 do projeto R1(0) (R1 iniciado em t(0))



Distribuição de VPL0 do projeto R2(0) (R2 iniciado em t(0))



Distribuição de VPL0 do projeto R3(0) (R3 iniciado em t(0))

9.6. Apêndice 6: Matriz de Correlações entre os Projetos usando @Risk® 4.5

CorrVPs (84x84)	VP_E1(0)/2009	VP_E1(0)/2010	VP_E1(0)/2011	VP_E1(0)/2012	VP_E1(0)/2013	VP_E1(0)/2014	VP_E1(0)/2015	VP_E1(0)/2016	VP_E1(0)/2017	VP_E1(0)/2018	VP_E1(0)/2019	VP_E1(0)/2020	VP_E1(0)/2021	VP_E1(0)/2022	VP_E2(2)/2009	VP_E2(2)/2010	VP_E2(2)/2011	VP_E2(2)/2012	VP_E2(2)/2013	VP_E2(2)/2014	VP_E2(2)/2015	VP_E2(2)/2016	VP_E2(2)/2017	VP_E2(2)/2018	VP_E2(2)/2019	VP_E2(2)/2020	VP_E2(2)/2021	VP_E2(2)/2022	
VP_E1(0)/2009	1																												
VP_E1(0)/2010	0	1																											
VP_E1(0)/2011	0	0	1																										
VP_E1(0)/2012	0	0	0	1																									
VP_E1(0)/2013	0	0	0	0	1																								
VP_E1(0)/2014	0	0	0	0	0	1																							
VP_E1(0)/2015	0	0	0	0	0	0	1																						
VP_E1(0)/2016	0	0	0	0	0	0	0	1																					
VP_E1(0)/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	1																				
VP_E1(0)/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																			
VP_E1(0)/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																		
VP_E1(0)/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																	
VP_E1(0)/2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																
VP_E1(0)/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1															
VP_E2(2)/2009	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1														
VP_E2(2)/2010	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1													
VP_E2(2)/2011	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1												
VP_E2(2)/2012	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1											
VP_E2(2)/2013	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1										
VP_E2(2)/2014	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1									
VP_E2(2)/2015	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1								
VP_E2(2)/2016	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1							
VP_E2(2)/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						
VP_E2(2)/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
VP_E2(2)/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
VP_E2(2)/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
VP_E2(2)/2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
VP_E2(2)/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72409406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
VP_E3(0)/2009	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2010	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2011	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2012	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2013	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2014	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2015	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2016	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0	0
VP_E3(0)/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0	0
VP_E3(0)/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0	0
VP_E3(0)/2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0	0
VP_E3(0)/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8643565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,59415225	0

(continua)

ConVPs (84x84)	VP_E3(0) / 2009	VP_E3(0) / 2010	VP_E3(0) / 2011	VP_E3(0) / 2012	VP_E3(0) / 2013	VP_E3(0) / 2014	VP_E3(0) / 2015	VP_E3(0) / 2016	VP_E3(0) / 2017	VP_E3(0) / 2018	VP_E3(0) / 2019	VP_E3(0) / 2020	VP_E3(0) / 2021	VP_E3(0) / 2022	VP_R1(0) / 2009	VP_R1(0) / 2010	VP_R1(0) / 2011	VP_R1(0) / 2012	VP_R1(0) / 2013	VP_R1(0) / 2014	VP_R1(0) / 2015	VP_R1(0) / 2016	VP_R1(0) / 2017	VP_R1(0) / 2018	VP_R1(0) / 2019	VP_R1(0) / 2020	VP_R1(0) / 2021	VP_R1(0) / 2022
VP_E1(0) / 2009																												
VP_E1(0) / 2010																												
VP_E1(0) / 2011																												
VP_E1(0) / 2012																												
VP_E1(0) / 2013																												
VP_E1(0) / 2014																												
VP_E1(0) / 2015																												
VP_E1(0) / 2016																												
VP_E1(0) / 2017																												
VP_E1(0) / 2018																												
VP_E1(0) / 2019																												
VP_E1(0) / 2020																												
VP_E1(0) / 2021																												
VP_E1(0) / 2022																												
VP_E2(2) / 2009																												
VP_E2(2) / 2010																												
VP_E2(2) / 2011																												
VP_E2(2) / 2012																												
VP_E2(2) / 2013																												
VP_E2(2) / 2014																												
VP_E2(2) / 2015																												
VP_E2(2) / 2016																												
VP_E2(2) / 2017																												
VP_E2(2) / 2018																												
VP_E2(2) / 2019																												
VP_E2(2) / 2020																												
VP_E2(2) / 2021																												
VP_E2(2) / 2022																												
VP_E3(0) / 2009	1																											
VP_E3(0) / 2010	0	1																										
VP_E3(0) / 2011	0	0	1																									
VP_E3(0) / 2012	0	0	0	1																								
VP_E3(0) / 2013	0	0	0	0	1																							
VP_E3(0) / 2014	0	0	0	0	0	1																						
VP_E3(0) / 2015	0	0	0	0	0	0	1																					
VP_E3(0) / 2016	0	0	0	0	0	0	0	1																				
VP_E3(0) / 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	1																			
VP_E3(0) / 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																		
VP_E3(0) / 2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																	
VP_E3(0) / 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																
VP_E3(0) / 2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1															
VP_E3(0) / 2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1														

(continua)

CorrVPs (84x84)	VP_E3(0) / 2009	VP_E3(0) / 2010	VP_E3(0) / 2011	VP_E3(0) / 2012	VP_E3(0) / 2013	VP_E3(0) / 2014	VP_E3(0) / 2015	VP_E3(0) / 2016	VP_E3(0) / 2017	VP_E3(0) / 2018	VP_E3(0) / 2019	VP_E3(0) / 2020	VP_E3(0) / 2021	VP_E3(0) / 2022	VP_R1(0) / 2009	VP_R1(0) / 2010	VP_R1(0) / 2011	VP_R1(0) / 2012	VP_R1(0) / 2013	VP_R1(0) / 2014	VP_R1(0) / 2015	VP_R1(0) / 2016	VP_R1(0) / 2017	VP_R1(0) / 2018	VP_R1(0) / 2019	VP_R1(0) / 2020	VP_R1(0) / 2021	VP_R1(0) / 2022	
VP_R1(0) / 2009	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1														
VP_R1(0) / 2010	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1													
VP_R1(0) / 2011	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1												
VP_R1(0) / 2012	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1											
VP_R1(0) / 2013	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1										
VP_R1(0) / 2014	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1									
VP_R1(0) / 2015	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1								
VP_R1(0) / 2016	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1							
VP_R1(0) / 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						
VP_R1(0) / 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
VP_R1(0) / 2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
VP_R1(0) / 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
VP_R1(0) / 2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
VP_R1(0) / 2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1941573	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
VP_R2(0) / 2009	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2010	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2011	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2012	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2013	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2014	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2015	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2016	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0	0
VP_R2(0) / 2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0	0	0
VP_R2(0) / 2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2955659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67782162	0
VP_R3(0) / 2009	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2010	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2011	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2012	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2013	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2014	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2015	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2016	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0	0
VP_R3(0) / 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0	0
VP_R3(0) / 2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0	0
VP_R3(0) / 2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2344401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55898017	0

(continua)

A Matriz de Correlações apresentada é simétrica, embora a parte triangular superior não esteja preenchida com os valores correspondentes a sua parte triangular inferior. O @Risk® 4.5 dispensa a necessidade de preencher por completo a Matriz, mas nos casos em que não haja simetria nas correlações, deve-se explicitar preenchendo toda a Matriz.