

AIUBE, F. A. L. **Modelos quantitativos em finanças com enfoque em commodities**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

_____.; SAMANEZ, C. P. **On the comparison of Schwartz and Smith's two and three-factor models on commodity prices**. Applied Economics-Taylor & Francis-UK, v. 46, Issue 30, p. 736-3749. Jul. 2014.

ALBUQUERQUE, D. D. E. **Avaliação de Projetos em Petróleo usando Opções Reais: uma comparação entre os modelos “business” e “Rigid cash flow”**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2006.

ALVES, M. J. **Determinação do Preço no Mercado de Energia Elétrica Brasileiro e Valoração de um Derivativo de Energia por simulação Monte Carlo com Aproximação por Algoritmo Genético**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2011.

Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA). **Base de dados da BRACELPA**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.com.br>>. Acesso em: 02 mai. 2014.

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP). **Base de dados da ABTCP**. Disponível em: <<http://www.abtcp.com.br>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Meio Ambiente - BNDES Setorial 34, p. 203-238, 2011. **Metodologias e técnicas para análise ambiental de projetos**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3406.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2014.

BASTIAN PINTO, C. L. **Modelagem de opções reais com processos de Reversão média em tempo discreto: uma aplicação na indústria brasileira de etanol**. Tese de doutorado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2009.

_____.; BRANDÃO, L. E. T. **Modelando Opções de Conversão com Movimento de Reversão à Média**. Revista Brasileira de Finanças, v. 5, n. 2, p. 97-124, Dezembro de 2007.

_____.; _____.; ALVES, M. L. **The Ethanol Gas Flex Fuel car: What is the option value of choosing your own Fuel?** 12th Annual International Conference on Real Options at PUC-Rio, 8-12 July, 2008.

BIAZUS, A. *et al.* **Panorama de mercado: celulose.** BNDES Setorial 32, Rio de Janeiro, p. 311-370, setembro de 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32109.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2014.

BLACK F. & SCHOLES M. S. The Valuation of Option Contracts and a Test of Market Efficiency. **Journal of Finance**, May 1972.

_____. **The Pricing of Options and Corporate Liabilities.** Journal of Political Economy. v. 81, p. 637-654, 1973.

BOVESPA. **Base de dados da BOVESPA – ISE.** Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=ISE&idioma=pt-br>>. Acesso em: 06 abr. 2014, às 16:04.

BRASIL, H. G. *et al.* **Opções reais: conceitos e aplicações a empresas e negócios.** São Paulo: Saraiva, 2007.

BROBOUSKI, W. J. P. **Teoria das opções reais aplicada a um contrato de parceria florestal com preço mínimo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, 2004.

BRUNI, A. L. **Estatística aplicada à gestão empresarial.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

BUSCARIOLLI, B.; EMERICK, J. **Econometria com EViews: guia essencial de conceitos e aplicações.** São Paulo: Saint Paul Editora, 2011.

CARVALHO, K. H. A. *et al.* Efeito da área de produtividade na produção de celulose no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 6, p. 1119-1128, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010067622012000600012&script=sci_arttext>. Acesso em: 30 abr. 2014.

COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

_____. **Real options: A practitioner's guide.** United States of America: Cengage Learning, 2003.

COX, J. C.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M. Options Pricing a Simplified Approach. **Journal of Financial Economics**, v. 3, p. 145-166, 1979.

DIAS, M. A. G. **Análise de investimentos com opções reais.** Notas de aula do curso IND2272. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, 2014.

_____. **Investimento sob incerteza em exploração e produção de petróleo.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **Opções Reais Híbridas com Aplicação em Petróleo.** Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **Real Options in Petroleum.** Site desenvolvido pelo Prof. Marco Antônio Guimarães Dias em 2008. Disponível em: <<http://marcoagd.usuarios.rdc.puc-rio.br>>. Acesso em: 21 abr. 2014.

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

_____.; _____.; **The Options Approach to Capital Investment**. Harvard Business Review, p. 105-115, May-June 1995.

FIBRIA. **Base de dados da Fibria**. Disponível em: <<http://www.fibria.com.br>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

_____. **Relatório de 2013**. Disponível em: <<http://www.fibria.com.br/relatorio2013/shared/relatorio-de-2013-firmes-no-rumo-7abr2014.pdf>>. Acesso em: 01 jun 2014.

FOEX Indexes. **Base de dados da FOEX Indexes**. Disponível em: <<http://www.foex.fi/index.php?page=pulp-paper>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

FROTA, A. E. F. **Avaliação de Opções Americanas Tradicionais e Complexas**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. New York University, 2003.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

_____. **Basic Econometrics**. 4. ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 2004.

HAYKIN, S. **Sistemas de Comunicação Analógicos e Digitais**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.

HULL, J. C. **Opções, Futuros e Outros Derivativos**. 3. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2001.

_____. **Options, Futures, and Other Derivatives Securities**. New Jersey: Prentice Hall, 7. ed. 2008.

IBRE (Instituto Brasileiro de Economia) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). **Base Dados da IBRE**. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId402880811D8E34B9011D92B6160B0D7D>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

IRANI. **Base de dados da Irani**. Disponível em: <<http://www.irani.com.br>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

KLABIN. **Base de dados da Klabin**. Disponível em: <<http://www.klabin.com.br>>. Acesso em: 02/06/2014, às 15:46.

KODUKULA, P.; PAPUDESU, C. **Project Valuation Using Real Options**. U.S.A.: J. Ross Publishing, 2006.

KULATILAKA, N. **The Value of Flexibility: the Case of a Dual-Fuel Industrial Steam Boiler**. Financial Management, v. 33, p. 255-240, 1993.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LEVI, S. H. G. **Avaliação econômica de projetos de exploração florestal**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 1996.

MERTON, R. Theory of Rational Option Pricing. **Bell Journal of Economics and Management Science**, v.4, n.1, p. 141-183, 1973.

MEYER, P. L. **Probabilidade: aplicações à estatística**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

NASCIMENTO, C. C. **O valor da opção do carro Flex por região geográfica do Brasil: uma aplicação da TOR com MRM**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2012.

NETO, P. L. O. C.; BEKMAN, O. R. **Análise Estatística da Decisão**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

OZORIO, L. M. *et al.* **Reversão à média com tendência e opções reais na siderurgia**. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbfin/article/view/3591>>. Acesso em: 08 mai. 2014.

PANTOJA, C. S. **Teoria das Opções Reais: Uma Abordagem em Energia Eólica**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2013.

PESSOA, R. L.; NETO, A. R. P. **Um modelo de otimização baseada em simulação para alocação de mão-de-obra em projetos de pintura de torres eólicas**. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/260136530_UM_MODELO_DE_OTIMIZAO_BASEADA_EM_SIMULAO_PARA_ALOC_AO_DE_MO-DE-OBRA_EM_PROJETOS_DE_PINTURA_DE_TORRES_ELI_CA>. Acesso em: 14 mai. 2014.

PINDYCK, R. S. The Long Run Evolution of Energy Prices. **The Energy Journal**, v. 20, n. 2, p. 1-27, 1999.

_____.; RUBINFELD, D. L. **Econometric Models and Econometric Forecasts**. 3. ed. New York: Mac Graw-Hill, 1991.

RAMOS, A. P. S. **Avaliação de flexibilidade gerencial na pecuária de corte com a teoria de opções reais**. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf /2013_ EnANPAD_ FIN785.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

RODRIGUES, C. X. A. **O valor da flexibilidade aplicando TOR e MRM com saltos de Poisson: o caso do carro flex-fuel**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2012.

RODRIGUEZ, L. C. E. *et al.* **Rotações de eucaliptos mais longas: análise volumétrica e econômica.** Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr51/cap2.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2014.

SAMANEZ, C. P. **Gestão de Investimentos e Geração de Valor.** 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

_____. COSTA, L. A. Avaliação de opções de swing em contratos de gás natural usando o modelo de dois fatores. **Revista Produção**, v. 24, n. 4, p.760-775. Abr. 2013.

_____. *et al.* **Avaliação da opção de troca de combustível no carro brasileiro flex: um estudo por região geográfica usando teoria de opções reais e simulação estocástica.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v24n3/aop_prod0796.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2014.

_____. *et al.* **Evaluating the economy embedded in the Brazilian ethanol-gasoline flex-fuel car: a Real Options approach.** Applied Economics-Taylor & Francis-UK, v. 36, Issue 14, p. 1565-1581. Feb. 2014.

SCHWARTZ, E. S. **The Stochastic Behavior of Commodities Prices: Implications for Valuation and Hedging,** *Journal of Finance*, v. 52, n. 3, p. 923-973. 1997.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (São Paulo). **Celulose (Série informações tecnológicas; área de celulose e papel).** Senai-SP Editora, 2013.

SHOCKLEY JR, R. L. **An applied course in real options valuation.** United States of America: Thomson South-Western, 2007.

SUZANO. **Base de dados da Suzano.** Disponível em: <<http://www.suzano.com.br/portal/grupo-suzano.htm>>. Acesso em: 09 jun. 2014.

TRIGEORGIS, L. **Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation.** The MIT Press, Cambridge, 1996.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods.** 4. ed. Sage Publications of London, 2009.

7

Anexos

7.1.

Algumas definições adicionais na etapa industrial do processo produtivo da celulose

São elas:

- a) Processo *Kraft* – Processo *Kraft* ou Soda é o processo químico mais utilizado pelo setor, que consiste, inicialmente, no cozimento de cavacos de madeira a 150° C com adição de Sulfeto de Sódio e de Soda Cáustica ($\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$). *Kraft* – significa força em alemão – refere-se à boa resistência do papel produzido;
- b) Deslignificação química ou cozimento – consiste na remoção de lignina da madeira com a utilização do licor branco (solução aquosa de $\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$) no digestor da madeira. A polpa e o licor negro são subprodutos expelidos pelo digestor no final do processo de cozimento. Com a polpação, verifica-se também a separação das fibras de madeira. Logo depois desse processo, segue a depuração e a lavagem para remoção de fibras não cozidas e de impurezas da polpa. Convém destacar que o licor negro é o principal e mais problemático resíduo sob o ponto de vista ambiental para a indústria de celulose e papel;
- c) Deslignificação com oxigênio – consiste na remoção do conteúdo da lignina da polpa que alimenta a planta de branqueamento e no envio da lignina dissolvida ao sistema de recuperação (na caldeira de recuperação química ocorrem, em um modelo bem simplificado, as seguintes reações: licor negro → licor verde → licor branco);
- d) Sistema Fechado – baseia-se no reaproveitamento de resíduos gerados no processo através da utilização de caldeiras de recuperação;
- e) Águas residuárias – destaca-se que os compostos orgânicos halogenados (AOX), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) são os principais e mais impactantes componentes das águas residuárias sob o ponto de vista ambiental.

7.2.

Dados utilizados

Preços da celulose BHKP, para o mercado europeu, considerando o período entre Setembro de 2003 e Novembro de 2013.

Séries Históricas dos preços da celulose - BHKP e dos seus logaritmos naturais (Ln)			Índices Econométricos para o deflacionamento entre set-03 e nov-13			Preços da celulose - BHKP deflacionados e logaritmos naturais (Ln) destes preços	
Mês	Preço não deflac. de BHKP (US\$/ton)	Ln do preço não deflac. de BHKP (US\$/ton)	IGP-DI (%)	Número Índice Mensal	Deflator para set-03	Preço deflac. de BHKP (US\$/ton)	Ln do preço deflac. de BHKP (US\$/ton)
set/03	495,19	6,204942	1,05	1,0105	1,0000	495,19	6,204942
out/03	514,89	6,243953	0,44	1,0044	1,0044	512,63	6,239563
nov/03	508,63	6,231721	0,48	1,0048	1,0092	503,99	6,222563
dez/03	512,82	6,239925	0,60	1,0060	1,0152	505,14	6,224839
jan/04	498,96	6,212526	0,80	1,0080	1,0232	487,65	6,189591
fev/04	513,81	6,241854	1,08	1,0108	1,0340	496,91	6,208419
mar/04	516,80	6,247656	0,93	1,0093	1,0433	495,35	6,205267
abr/04	542,58	6,296336	1,15	1,0115	1,0548	514,39	6,242984
mai/04	551,28	6,312243	1,46	1,0146	1,0694	515,50	6,245145
jun/04	557,94	6,324251	1,29	1,0129	1,0823	515,51	6,245163
jul/04	553,72	6,316659	1,14	1,0114	1,0937	506,28	6,227093
ago/04	531,00	6,274762	1,31	1,0131	1,1068	479,76	6,173289
set/04	511,42	6,237191	0,48	1,0048	1,1116	460,08	6,131391
out/04	488,46	6,191258	0,53	1,0053	1,1169	437,34	6,080701
nov/04	483,17	6,180369	0,82	1,0082	1,1251	429,45	6,062497
dez/04	510,31	6,235018	0,52	1,0052	1,1303	451,48	6,112535
jan/05	529,24	6,271442	0,33	1,0033	1,1336	466,87	6,146044
fev/05	544,30	6,299501	0,40	1,0040	1,1376	478,46	6,170580
mar/05	550,63	6,311063	0,99	1,0099	1,1475	479,85	6,173477
abr/05	582,77	6,367793	0,51	1,0051	1,1526	505,61	6,225772
mai/05	597,51	6,392771	-0,25	0,9975	1,1501	519,53	6,252922
jun/05	594,52	6,387754	-0,45	0,9955	1,1456	518,96	6,251826
jul/05	594,18	6,387182	-0,40	0,9960	1,1416	520,48	6,254752
ago/05	593,75	6,386458	-0,79	0,9921	1,1337	523,73	6,260972
set/05	589,87	6,379902	-0,13	0,9987	1,1324	520,90	6,255563
out/05	587,07	6,375144	0,63	1,0063	1,1387	515,56	6,245257

nov/05	591,12	6,382019	0,33	1,0033	1,1420	517,62	6,249238
dez/05	588,60	6,377747	0,07	1,0007	1,1427	515,10	6,244353
jan/06	588,97	6,378375	0,72	1,0072	1,1499	512,19	6,238700
fev/06	601,08	6,398728	-0,06	0,9994	1,1493	523,00	6,259575
mar/06	613,43	6,419066	-0,45	0,9955	1,1448	535,84	6,283836
abr/06	619,35	6,428671	0,02	1,0002	1,1450	540,92	6,293266
mai/06	620,16	6,429978	0,38	1,0038	1,1488	539,83	6,291260
jun/06	638,20	6,458652	0,67	1,0067	1,1555	552,32	6,314119
jul/06	640,06	6,461562	0,17	1,0017	1,1572	553,11	6,315559
ago/06	654,12	6,483291	0,41	1,0041	1,1613	563,27	6,333751
set/06	658,87	6,490526	0,24	1,0024	1,1637	566,19	6,338922
out/06	660,00	6,492240	0,81	1,0081	1,1718	563,24	6,333699
nov/06	663,25	6,497152	0,57	1,0057	1,1775	563,27	6,333758
dez/06	671,29	6,509201	0,26	1,0026	1,1801	568,84	6,343602
jan/07	670,79	6,508456	0,43	1,0043	1,1844	566,35	6,339220
fev/07	671,25	6,509142	0,23	1,0023	1,1867	565,64	6,337965
mar/07	670,34	6,507785	0,22	1,0022	1,1889	563,83	6,334757
abr/07	671,12	6,508948	0,14	1,0014	1,1903	563,82	6,334743
mai/07	671,29	6,509201	0,16	1,0016	1,1919	563,21	6,333653
jun/07	679,31	6,521078	0,26	1,0026	1,1945	568,70	6,343350
jul/07	697,65	6,547718	0,37	1,0037	1,1982	582,25	6,366897
ago/07	706,28	6,560012	1,39	1,0139	1,2121	582,69	6,367657
set/07	719,53	6,578598	1,17	1,0117	1,2238	587,95	6,376637
out/07	720,00	6,579251	0,75	1,0075	1,2313	584,75	6,371181
nov/07	750,00	6,620073	1,05	1,0105	1,2418	603,96	6,403511
dez/07	750,00	6,620073	1,47	1,0147	1,2565	596,90	6,391743
jan/08	778,01	6,656739	0,99	1,0099	1,2664	614,35	6,420561
fev/08	780,00	6,659294	0,38	1,0038	1,2702	614,08	6,420120
mar/08	800,00	6,684612	0,70	1,0070	1,2772	626,37	6,439942
abr/08	800,00	6,684612	1,12	1,0112	1,2884	620,93	6,431211
mai/08	839,46	6,732759	1,88	1,0188	1,3072	642,18	6,464871
jun/08	840,00	6,733402	1,89	1,0189	1,3261	633,44	6,451160
jul/08	840,00	6,733402	1,12	1,0112	1,3373	628,13	6,442749
ago/08	840,00	6,733402	-0,38	0,9962	1,3335	629,92	6,445595
set/08	835,75	6,728330	0,36	1,0036	1,3371	625,05	6,437826
out/08	796,67	6,680441	1,09	1,0109	1,3480	591,00	6,381819
nov/08	731,32	6,594851	0,07	1,0007	1,3487	542,24	6,295710
dez/08	654,07	6,483214	-0,44	0,9956	1,3443	486,55	6,187341
jan/09	576,83	6,357548	0,01	1,0001	1,3444	429,06	6,061600
fev/09	546,46	6,303461	-0,13	0,9987	1,3431	406,86	6,008481
mar/09	516,49	6,247056	-0,84	0,9916	1,3347	386,97	5,958349
abr/09	488,12	6,190561	0,04	1,0004	1,3351	365,61	5,901555
mai/09	483,05	6,180120	0,18	1,0018	1,3369	361,32	5,889767

jun/09	496,19	6,206959	-0,32	0,9968	1,3337	372,04	5,919002
jul/09	514,51	6,243215	-0,64	0,9936	1,3273	387,64	5,960068
ago/09	529,31	6,271574	0,09	1,0009	1,3282	398,52	5,987750
set/09	558,47	6,325201	0,25	1,0025	1,3307	419,68	6,039496
out/09	606,77	6,408150	-0,04	0,9996	1,3303	456,12	6,122745
nov/09	648,39	6,474492	0,07	1,0007	1,3310	487,15	6,188562
dez/09	698,61	6,549093	-0,11	0,9989	1,3299	525,31	6,263989
jan/10	700,00	6,551080	1,01	1,0101	1,3400	522,39	6,258411
fev/10	728,38	6,590823	1,09	1,0109	1,3509	539,18	6,290052
mar/10	758,21	6,630960	0,63	1,0063	1,3572	558,66	6,325537
abr/10	798,38	6,682585	0,72	1,0072	1,3644	585,15	6,371870
mai/10	839,72	6,733069	1,57	1,0157	1,3801	608,45	6,410913
jun/10	886,98	6,787822	0,34	1,0034	1,3835	641,11	6,463206
jul/10	919,89	6,824254	0,22	1,0022	1,3857	663,84	6,498049
ago/10	918,46	6,822698	1,10	1,0110	1,3967	657,59	6,488586
set/10	870,00	6,768493	1,10	1,0110	1,4077	618,03	6,426536
out/10	870,00	6,768493	1,03	1,0103	1,4180	613,54	6,419246
nov/10	870,00	6,768493	1,58	1,0158	1,4338	606,78	6,408165
dez/10	864,50	6,762151	0,38	1,0038	1,4376	601,35	6,399176
jan/11	849,16	6,744248	0,98	1,0098	1,4474	586,68	6,374479
fev/11	848,35	6,743293	0,96	1,0096	1,4570	582,26	6,366914
mar/11	847,93	6,742798	0,61	1,0061	1,4631	579,54	6,362241
abr/11	849,75	6,744942	0,50	1,0050	1,4681	578,81	6,360973
mai/11	875,51	6,774807	0,01	1,0001	1,4682	596,32	6,390769
jun/11	876,31	6,775720	-0,13	0,9987	1,4669	597,39	6,392569
jul/11	870,16	6,768677	-0,05	0,9995	1,4664	593,40	6,385867
ago/11	840,81	6,734366	0,61	1,0061	1,4725	571,01	6,347404
set/11	805,52	6,691488	0,75	1,0075	1,4800	544,27	6,299446
out/11	761,14	6,634817	0,40	1,0040	1,4840	512,90	6,240076
nov/11	715,80	6,573401	0,43	1,0043	1,4883	480,95	6,175766
dez/11	651,23	6,478863	-0,16	0,9984	1,4867	438,04	6,082304
jan/12	648,85	6,475202	0,30	1,0030	1,4897	435,56	6,076627
fev/12	684,49	6,528674	0,07	1,0007	1,4904	459,27	6,129629
mar/12	729,14	6,591866	0,56	1,0056	1,4960	487,39	6,189071
abr/12	755,84	6,627830	1,02	1,0102	1,5062	501,82	6,218240
mai/12	759,86	6,633134	0,91	1,0091	1,5153	501,46	6,217521
jun/12	784,53	6,665085	0,69	1,0069	1,5222	515,39	6,244928
jul/12	781,13	6,660742	1,52	1,0152	1,5374	508,09	6,230649
ago/12	769,16	6,645299	1,29	1,0129	1,5503	496,14	6,206851
set/12	755,34	6,627168	0,88	1,0088	1,5591	484,47	6,183059
out/12	747,20	6,616333	-0,31	0,9969	1,5560	480,21	6,174214
nov/12	763,32	6,637677	0,25	1,0025	1,5585	489,78	6,193954
dez/12	773,42	6,650822	0,66	1,0066	1,5651	494,17	6,202873

jan/13	775,31	6,653263	0,31	1,0031	1,5682	494,39	6,203334
fev/13	785,68	6,666550	0,20	1,0020	1,5702	500,37	6,215347
mar/13	792,36	6,675016	0,31	1,0031	1,5733	503,63	6,221841
abr/13	802,09	6,687221	-0,06	0,9994	1,5727	510,01	6,234427
mai/13	811,87	6,699340	0,32	1,0032	1,5759	515,18	6,244514
jun/13	819,07	6,708170	0,76	1,0076	1,5835	517,25	6,248532
jul/13	811,99	6,699488	0,14	1,0014	1,5849	512,33	6,238967
ago/13	795,97	6,679561	0,46	1,0046	1,5895	500,77	6,216142
set/13	780,36	6,659755	1,36	1,0136	1,6031	486,78	6,187816
out/13	770,11	6,646533	0,63	1,0063	1,6094	478,51	6,170672
nov/13	768,88	6,644935	0,28	1,0028	1,6122	476,91	6,167335

7.3.

Simulações no @Risk

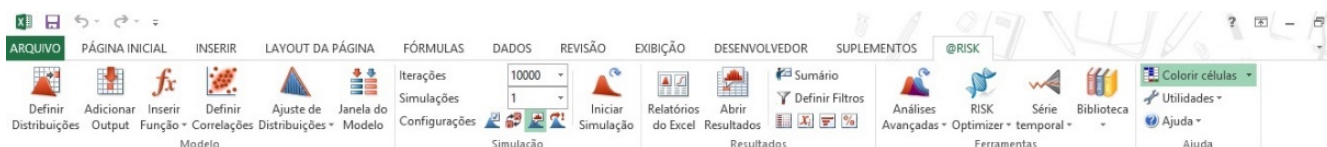
7.3.1.

Introdução ao @Risk – Add-In do Microsoft Excel para Simulação e Análise de Riscos

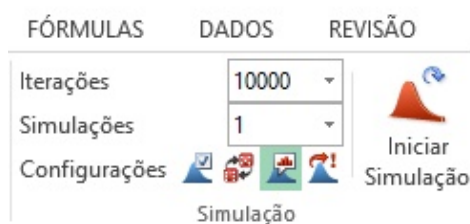
O @Risk é um Add-In para o Microsoft Excel, ou seja, funciona de modo integrado às planilhas do Excel. Assim, as variáveis a serem modeladas e analisadas por este *software* encontram-se especificadas nas células das planilhas do Excel.

Segundo informações dos tutoriais da Palisade Corporation (<http://www.palisade-br.com/risk/>), “o @Risk (pronunciado "atrisk" em inglês) executa análise de risco por meio da Simulação de Monte Carlo para mostrar vários resultados possíveis no modelo da planilha – e informar a probabilidade de ocorrência dos mesmos. O programa efetua os cálculos, matemática e objetivamente, e permite rastrear diversos possíveis cenários futuros; em seguida, ele informa as probabilidades e riscos associados a cada cenário. Isso significa que o seu usuário tem condições de avaliar que riscos deseja tomar ou evitar, e, com base nisso, tomar as melhores decisões possíveis em situações de incerteza. O @Risk 6 foi traduzido para o português. Assim, todos os seus menus, caixas de diálogos, arquivos de ajuda e exemplos são apresentados neste idioma.”

Segue a figura a seguir, que contém as barras de menus e de ferramentas do @Risk 6 (versão em português), utilizadas na modelagem e Análise de Risco no Microsoft Excel:



Ressalta-se que, nas simulações realizadas no *@Risk* para este trabalho, foram sempre consideradas 10.000 iterações ($n = 10.000$). Esta especificação é feita no *software* da seguinte forma:



Segundo a Palisade, a execução das análises com o *@Risk* envolve, basicamente, três etapas:

- i. **Definição do modelo.** Os valores incertos da planilha Excel devem ser substituídos pelas funções de distribuição de probabilidade do *@Risk*¹, como as distribuições Lognormal, Normal ou Triangular. Estas distribuições representam uma faixa de possíveis valores que uma célula pode conter (modelo estocástico), não estando, portanto, a célula restrita a apenas um caso (modelo determinístico). A escolha da distribuição pode ser feita com base na galeria gráfica ou nos dados históricos dos *inputs*. As distribuições de *inputs* podem ser correlacionadas entre si, individualmente ou em série temporal. Em seguida, deve-se selecionar os *outputs* — as células “resultados líquidos”, cujos valores são objeto da análise pelo *@Risk*. Estas células podem representar, por exemplo, faixas de valores para lucros potenciais ou retornos sobre os investimentos.
- ii. **Execução da simulação.** Deve-se clicar no botão Iniciar Simulação e observar. O *@Risk* recalcula a planilha do modelo milhares de vezes. Em cada cálculo, o *@Risk* usa uma amostra de valores aleatórios baseada nas

¹O *@Risk* possui mais de 50 funções de distribuição de probabilidade, que, efetivamente, são funções do Excel; funcionam da mesma forma que as funções nativas do Excel e lhe proporcionam total flexibilidade na modelagem.

funções do *@Risk* que foram inseridas; o programa coloca essas amostras no modelo estabelecido e registra os resultados produzidos através de gráficos e de relatórios para cada uma das células dos *outputs*. Estes gráficos e relatórios atualizam-se, instantaneamente, à medida que a simulação é executada.

- iii. **Interpretação e análise dos riscos.** O resultado de uma simulação fornece um conjunto de cenários que abrangem toda uma faixa de resultados possíveis, indicando, inclusive, a probabilidade de ocorrência para cada resultado. Assim, podem ser gerados gráficos dos resultados na forma de histogramas, gráficos de dispersão e curvas cumulativas, entre outros gráficos, para interpretação e apresentação dos dados simulados. Por exemplo, histogramas de curvas cumulativas mostram a probabilidade de ocorrência de diferentes resultados. Fatores críticos podem ser ainda identificados através de gráficos de tornado e análises de sensibilidade. Uma análise de sensibilidade classifica as funções de distribuição dos *inputs* de um modelo, conforme o efeito que produzem nos *outputs*.

As funções do *@Risk* e as correlações dos modelos podem ser sumarizadas – com miniaturas de gráficos – na janela Modelo do *@Risk*, de maneira que os gráficos aparecerem, instantaneamente, à medida que se navega pelas células das planilhas do Excel.

Todos os resultados das simulações referentes a *outputs* e a *inputs* são resumidos – com miniaturas de gráficos – na janela tipo painel de controle Resumo de Resultados do *@Risk* e os resultados das simulações podem ser salvos em uma pasta de trabalho do Excel.

Em síntese, conceitualmente, toda simulação no *@Risk* apresenta as seguintes operações básicas:

- ✓ Seleção de intervalo de valores que satisfaçam às propriedades das funções de distribuição de probabilidade contidas nas células e fórmulas das planilhas Excel; e
- ✓ Recálculos (iterações) na planilha Excel, utilizando sempre novos valores.

7.3.2.

Simulações no @Risk–Processo Neutro ao Risco

fx =EXP(LN(H5)*\$G\$23+LN(\$H\$21)-\$G\$31)*(\$G\$25)-(((\$G\$28*(\$I\$21^2)))/(4*\$F\$21))+I\$21*RAIZ((\$G\$28/(2*\$F\$21)))*RiskNormal(0;1))

F	G	H	I	J	K	L	M	N
INPUTS		INPUTS	INPUTS	INPUTS	INPUTS	PARCELAS PARA OUTPUTS		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Parcela do VPL em t=t ₀ sem opção	Parcela do VPL em t=t ₀ com opção 1	Parcela do VPL em t=t ₀ com opção 2
0	nov-13	476,91	-	-	-	-	-	-
1	dez-13	476,27	15	441,87	530,51	528,34	528,34	528,34
2	jan-14	475,65	15	441,87	520,94	516,68	516,68	516,68
3	fev-14	475,05	15	441,87	511,72	505,46	505,46	505,46
4	mar-14	474,48	15	441,87	502,83	494,65	494,65	494,65
5	abr-14	473,92	15	441,87	494,26	484,24	484,24	484,24
6	mai-14	473,38	15	441,87	486,01	474,20	474,20	474,20
7	jun-14	472,87	15	441,87	478,05	464,53	464,53	464,53
8	jul-14	472,37	15	441,87	470,38	455,20	455,20	455,20
9	ago-14	471,89	15	441,87	462,99	446,22	446,22	453,01
10	set-14	471,43	15	441,87	455,86	437,55	437,55	451,16
11	out-14	470,98	15	441,87	448,99	429,19	429,19	449,32
12	nov-14	470,56	15	441,87	442,37	421,13	421,13	447,48

Tabelas no Excel para Simulação:

fx =3,5%*RiskTriang(406;442;474)

F	G	H	I	J	K	L	M	N
INPUTS		INPUTS	INPUTS	INPUTS	INPUTS	PARCELAS PARA OUTPUTS		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Parcela do VPL em t=t ₀ sem opção	Parcela do VPL em t=t ₀ com opção 1	Parcela do VPL em t=t ₀ com opção 2
0	nov-13	476,91	-	-	-	-	-	-
1	dez-13	476,27	15	441,87	530,51	528,34	528,34	528,34
2	jan-14	475,65	15	441,87	520,94	516,68	516,68	516,68
3	fev-14	475,05	15	441,87	511,72	505,46	505,46	505,46
4	mar-14	474,48	15	441,87	502,83	494,65	494,65	494,65
5	abr-14	473,92	15	441,87	494,26	484,24	484,24	484,24
6	mai-14	473,38	15	441,87	486,01	474,20	474,20	474,20
7	jun-14	472,87	15	441,87	478,05	464,53	464,53	464,53
8	jul-14	472,37	15	441,87	470,38	455,20	455,20	455,20
9	ago-14	471,89	15	441,87	462,99	446,22	446,22	453,01
10	set-14	471,43	15	441,87	455,86	437,55	437,55	451,16
11	out-14	470,98	15	441,87	448,99	429,19	429,19	449,32
12	nov-14	470,56	15	441,87	442,37	421,13	421,13	447,48

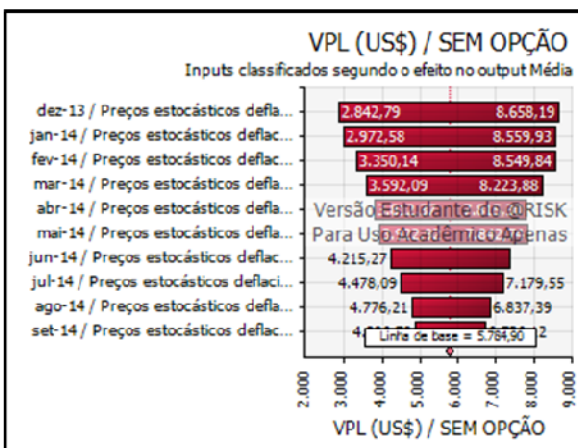
Inputs, Outputs e Fórmulas Estocásticas:

Inputs para todos os VPLs e valores de opção:				
Input 1 (preços estocást.)	=	EXP(LN(pt-1)*0,9649 + LN(519,15)- 0,1148)*(0,0351)- ((0,0689*(0,0249^2))/(4*0,0357))+0,0249*RAIZ(((0,0689/(2*0,0357))))*RiskNormal(0;1))		
Input 2 (quant. estoc.)	=	3,5%*RiskTriang(406;442;474)		
Input 3 (custo variável)	valor constante	441,87		
Input 4 (lucros estocást.)				
Input 5 (tempo)	t			
Input para VPL e Valor da Opção1: 0 (zero)				
Input para VPL e Valor da Opção2: 470*(1+r)^(-t)				
Os Outputs são expressos pela fórmula: =RiskOutput()+equação discretizada/distribuição de probabilidades/valores determinísticos				

η	Δt	$\bar{x}$	σ	$r = \pi$														
0,0357	1	519,15	0,0249	0,41%	<table><tr><th>VPL (US\$)</th><th>SEM OPÇÃO</th><th>COM OPÇÃO 1</th><th>COM OPÇÃO 2</th></tr><tr><td></td><td>5.657,39</td><td>5.657,39</td><td>5.724,26</td></tr><tr><th>VALOR DA OPÇÃO (US\$)</th><td>-</td><td>-</td><td>66,87</td></tr></table>	VPL (US\$)	SEM OPÇÃO	COM OPÇÃO 1	COM OPÇÃO 2		5.657,39	5.657,39	5.724,26	VALOR DA OPÇÃO (US\$)	-	-	66,87	OUTPUTS
VPL (US\$)	SEM OPÇÃO	COM OPÇÃO 1	COM OPÇÃO 2															
	5.657,39	5.657,39	5.724,26															
VALOR DA OPÇÃO (US\$)	-	-	66,87															
$e^{-\eta \Delta t}$	0,9649																	
$(1 - e^{-\eta \Delta t})$	0,0351																	
$(1 - e^{-2\eta \Delta t})$	0,0689																	
$\frac{(\mu - r)}{\eta} = \frac{\pi}{\eta}$	0,1148																	
Equação Discretizada do Lucro Estocástico																		
$\tilde{L}_t = \tilde{p}_t \tilde{q}_t + c \tilde{q}_t$																		
FÓRMULAS PARA O VPL																		
$VPL_{tradicional} = \sum_1^{12} \left(\tilde{L}_t \cdot e^{-rt} \right)$																		
$VPL_{opção1} = \sum_1^{12} \left[\text{Max}(\tilde{L}_t \cdot e^{-rt}; 0) \right]$																		
$VPL_{opção2} = \sum_1^{12} \left[\text{Max}(\tilde{L}_t \cdot e^{-rt}; 470 \cdot (1+r)^{-t}) \right]$																		
$FLEXIBILIDADE = Valor_Opção = VPL_{com_opção} - VPL_{sem_opção}$																		

Relatório Output do @RISK para VPL (US\$) / SEM OPÇÃO

Data: terça-feira, 29 de julho de 2014 16:40:25

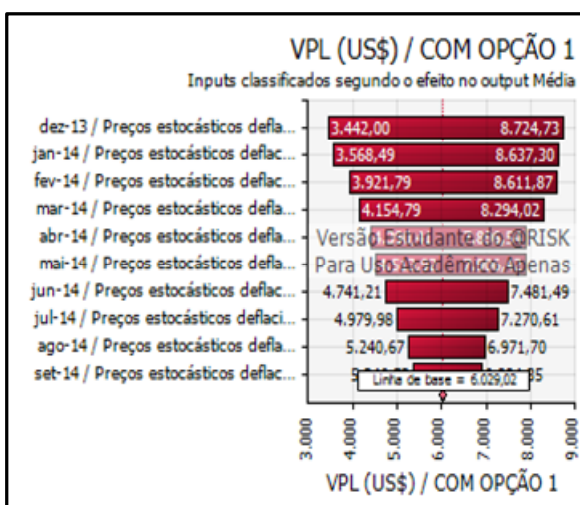
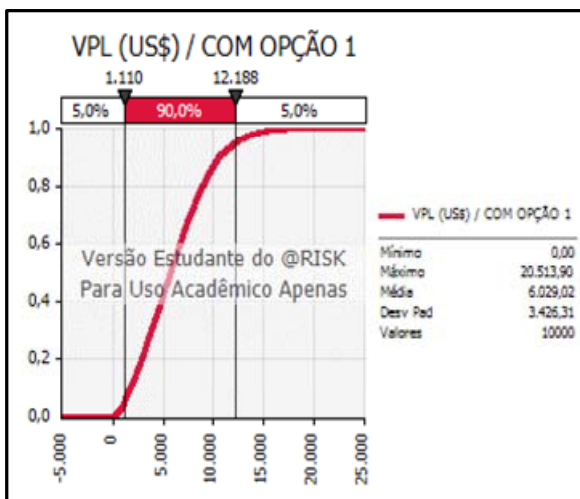
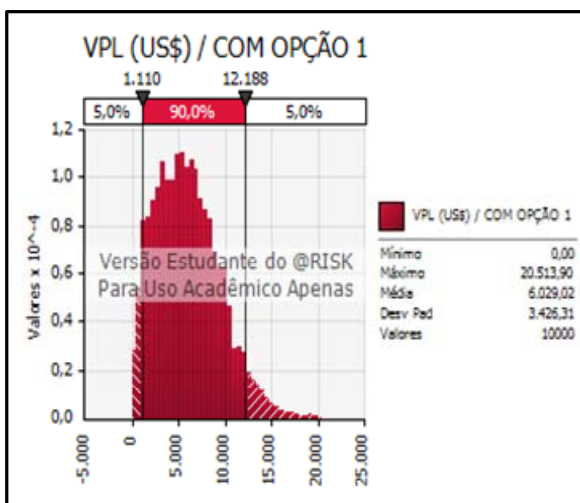


Mudança na estatística de output de VPL (US\$) /			
Posição	Nome	Inferior	Superior
1	dez-13 / Preços e	2.842,79	8.458,19
2	jan-14 / Preços e	2.972,58	8.559,93
3	fev-14 / Preços e	3.350,14	8.549,84
4	mar-14 / Preços e	3.592,09	8.223,88
5	abr-14 / Preços e	3.812,37	7.815,30
6	mai-14 / Preços e	3.922,92	7.842,74
7	jun-14 / Preços e	4.215,27	7.378,37
8	jul-14 / Preços e	4.778,09	7.179,55
9	ago-14 / Preços e	4.776,21	6.837,39
10	set-14 / Preços e	4.896,70	6.728,12

Relatório Output do @RISK para VPL (US\$) / COM OPÇÃO 1

Executado por: Samuel Cardoso

Data: terça-feira, 29 de julho de 2014 16:53:01



Resumo de informação da simulação	
Nome da planilha	Planilha com as Simulações
Número de Simulações	1
Número de Iterações	10000
Número de Inputs	24
Número de Outputs	29
Tipo de Amostragem	Hipercubo Latino
Tempo de início da simulação	29/07/2014 16:08
Duração da Simulação	00:00:41
Gerador de Aleatório	Mersenne Twister
Semente aleatória	252505368

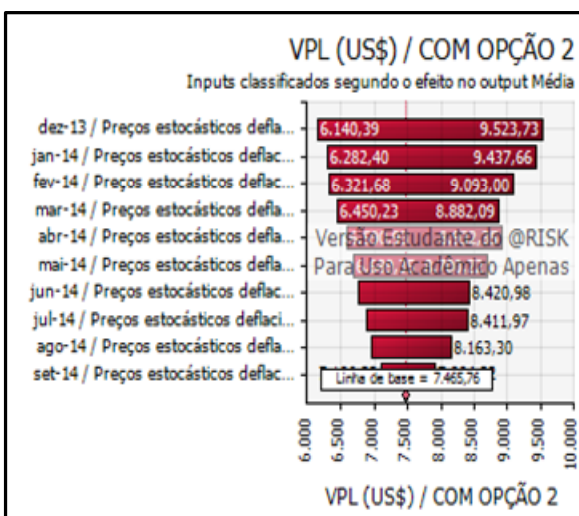
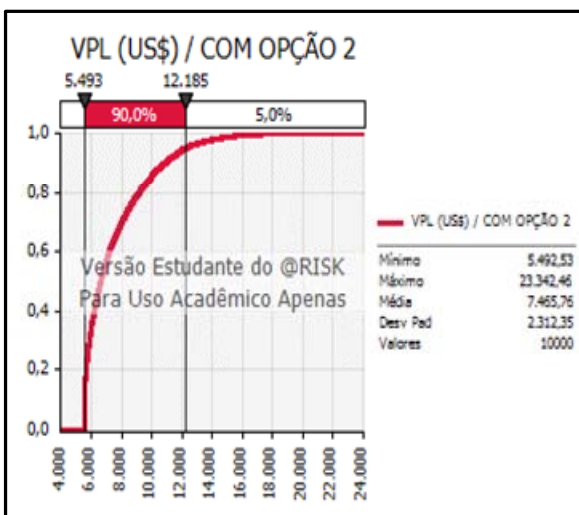
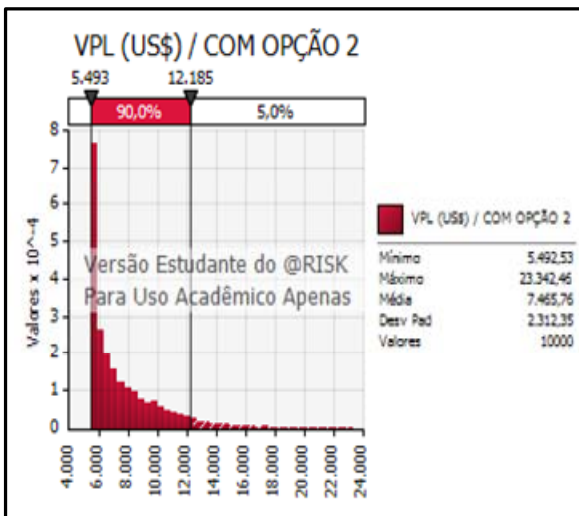
Sumário Estatístico para VPL (US\$) / COM OPÇÃO 1			
Estatísticas		Percentil	
Mínimo	-	5%	1.109,83
Máximo	20.513,90	10%	1.705,04
Média	6.029,02	15%	2.315,94
Desv Pad	3.426,31	20%	2.840,48
Variância	11739620,85	25%	3.317,51
Assimetria	0,55539118	30%	3.819,25
Curtose	3,011324902	35%	4.345,05
Mediana	5.731,04	40%	4.800,19
Moda	5.597,22	45%	5.264,65
X Esquerda	1.109,83	50%	5.731,04
P Esquerda	5%	55%	6.202,62
X Direita	12.188,37	60%	6.670,04
P Direita	95%	65%	7.157,15
Dif X	11.078,54	70%	7.699,55
Dif P	90%	75%	8.284,32
Erros	0	80%	8.936,57
Filtrar Min	Desligado	85%	9.677,09
Filtrar Max	Desligado	90%	10.541,27
Filtrados	0	95%	12.188,37

Mudança na estatística de output de VPL (US\$) / COM OPÇÃO 1			
Posto	Nome	Inferior	Superior
1	dez-13 / Preços e	3.442,00	8.724,73
2	jan-14 / Preços e	3.568,49	8.637,30
3	fev-14 / Preços e	3.921,79	8.611,87
4	mar-14 / Preços e	4.154,79	8.294,02
5	abr-14 / Preços e	4.390,41	7.896,54
6	mai-14 / Preços e	4.513,92	7.906,42
7	jun-14 / Preços e	4.741,21	7.481,49
8	jul-14 / Preços e	4.979,98	7.270,61
9	ago-14 / Preços e	5.240,67	6.971,70
10	set-14 / Preços e	5.346,53	6.884,35

Relatório Output do @RISK para VPL (US\$) / COM OPÇÃO 2

Executado por: Samuel Cardoso

Data: quinta-feira, 31 de julho de 2014 01:34:34



Resumo de informação da simulação

Nome da planilha	Planilha com as Simulaçõ
Número de Simulações	1
Número de Iterações	10000
Número de Inputs	24
Número de Outputs	5
Tipo de Amostragem	Hipercubo Latino
Tempo de início da simulação	31/07/2014 01:50
Duração da Simulação	00:00:41
Gerador de Aleatório	Mersenne Twister
Semente aleatória	909567933

Sumário Estatístico para VPL (US\$) / COM OPÇÃO 2

Estatísticas	Percentil
Mínimo	5.492,53 5% 5.492,53
Máximo	23.342,46 10% 5.492,53
Média	7.465,76 15% 5.541,91
Desv Pad	2.312,35 20% 5.612,89
Variância	5346972,188 25% 5.706,17
Assimetria	1,639689568 30% 5.818,65
Curtose	5,873517849 35% 5.967,82
Mediana	6.566,58 40% 6.151,17
Moda	5.492,53 45% 6.345,50
X Esquerda	5.492,53 50% 6.566,58
P Esquerda	5% 55% 6.843,66
X Direita	12.184,96 60% 7.155,35
P Direita	95% 65% 7.527,38
DifX	6.692,43 70% 7.980,68
DifP	90% 75% 8.495,49
Erros	0 80% 9.124,41
Filtrar Min	Desligado 85% 9.865,45
Filtrar Max	Desligado 90% 10.812,83
Filtrados	0 95% 12.184,96

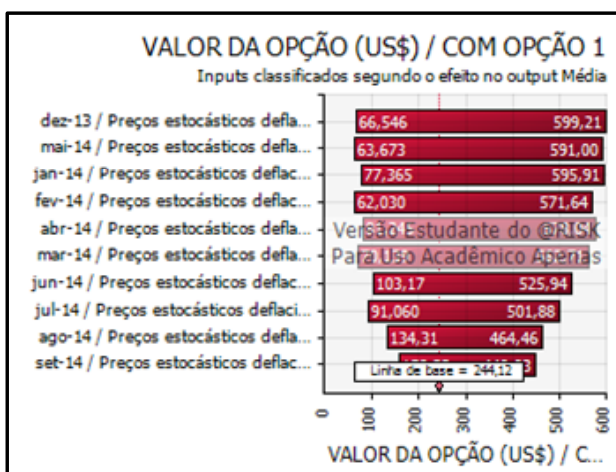
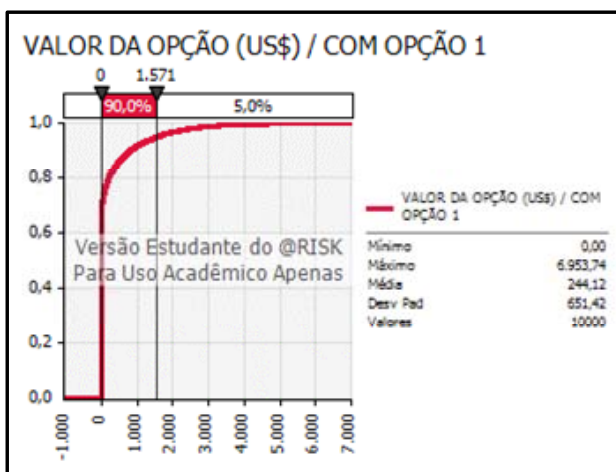
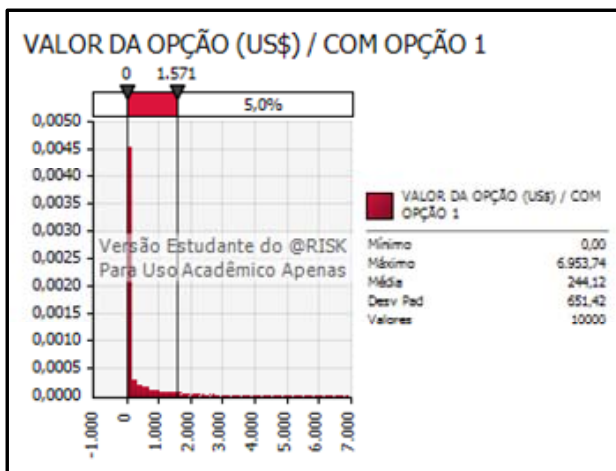
Mudança na estatística de output de VPL (US\$) /

Posto	Nome	Inferior	Superior
1	dez-13 / Preços e	6.140,39	9.523,73
2	jan-14 / Preços e	6.282,40	9.437,66
3	fev-14 / Preços e	6.321,68	9.093,00
4	mar-14 / Preços e	6.450,23	8.882,09
5	abr-14 / Preços e	6.590,93	8.932,35
6	mai-14 / Preços e	6.689,35	8.700,22
7	jun-14 / Preços e	6.753,90	8.420,98
8	jul-14 / Preços e	6.874,53	8.411,97
9	ago-14 / Preços e	6.958,31	8.163,30
10	set-14 / Preços e	7.106,32	7.904,22

Relatório Output do @RISK para VALOR DA OPÇÃO (US\$) / COM OPÇÃO 1

Executado por: Samuel Cardoso

Data: terça-feira, 29 de julho de 2014 17:11:54



Resumo de informação da simulação	
Nome da planilha	Planilha com as Simulaçõ
Número de Simulações	1
Número de Iterações	10000
Número de Inputs	24
Número de Outputs	29
Tipo de Amostragem	Hipercubo Latino
Tempo de início da simulação	29/07/2014 16:08
Duração da Simulação	00:00:41
Gerador de Aleatório	Mersenne Twister
Semente aleatória	252505368

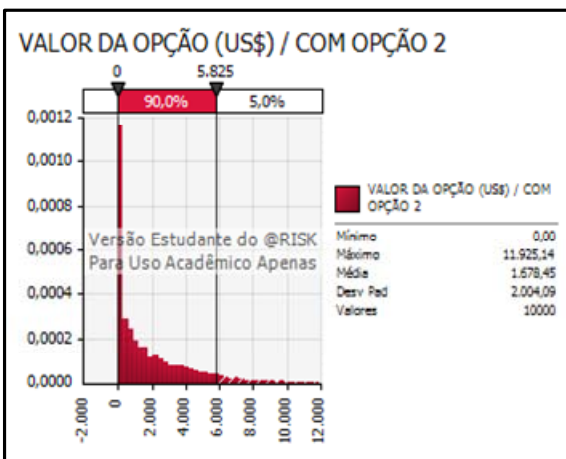
Sumário Estatístico para VALOR DA OPÇÃO (US\$)			
Estatísticas		Percentil	
Mínimo	-	5%	-
Máximo	6.953,74	10%	-
Média	244,12	15%	-
Desv Pad	651,42	20%	-
Variância	424348,7842	25%	-
Assimetria	4,104338695	30%	-
Curtose	24,05395239	35%	-
Mediana	-	40%	-
Moda	-	45%	-
X Esquerda	-	50%	-
P Esquerda	5%	55%	-
X Direito	1.571,30	60%	-
P Direito	95%	65%	-
DifX	1.571,30	70%	20,64
DifP	90%	75%	94,74
Erros	0	80%	214,82
Filtrar Min	Desligado	85%	445,35
Filtrar Max	Desligado	90%	815,48
Filtrados	0	95%	1.571,30

Mudança na estatística de output de VALOR DA C			
Posto	Nome	Inferior	Superior
1	dez-13 / Preços e	66,55	599,21
2	mai-14 / Preços e	63,67	591,00
3	jan-14 / Preços e	77,37	595,91
4	fev-14 / Preços e	62,03	571,64
5	abr-14 / Preços e	81,24	578,04
6	mar-14 / Preços e	70,14	562,71
7	jun-14 / Preços e	103,17	525,94
8	jul-14 / Preços es	91,06	501,88
9	ago-14 / Preços e	134,31	464,46
10	set-14 / Preços e	158,23	449,83

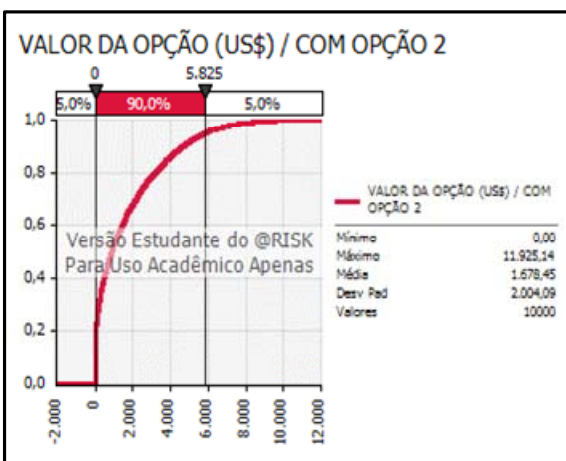
Relatório Output do @RISK para VALOR DA OPÇÃO (US\$) / COM OPÇÃO 2

Executado por: Samuel Cardoso

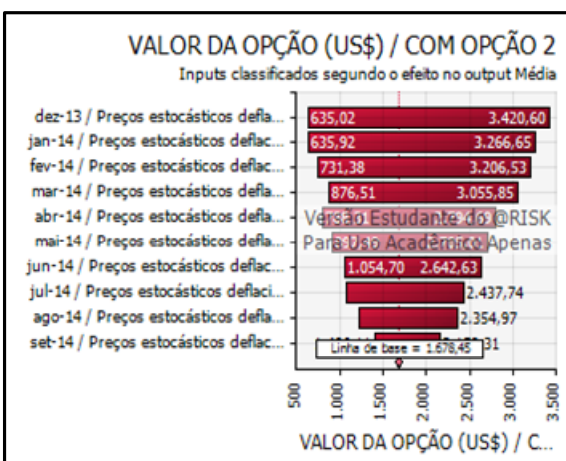
Data: quinta-feira, 31 de julho de 2014 01:53:30



Resumo de informação da simulação	
Nome da planilha	Planilha com as Simulações
Número de Simulações	1
Número de Iterações	10000
Número de Inputs	24
Número de Outputs	5
Tipo de Amostragem	Hipercubo Latino
Tempo de início da simulação	31/07/2014 01:50
Duração da Simulação	00:00:41
Gerador de Aleatório	Mersenne Twister
Semente aleatória	909567933



Sumário Estatístico para VALOR DA OPÇÃO (US\$)			
Estatísticas	Percentil		
Mínimo	-	5%	-
Máximo	11.925,14	10%	-
Média	1.678,45	15%	-
Desv. Pad.	2.004,09	20%	36,82
Variância	4016392,26	25%	105,76
Assimetria	1,493142138	30%	192,27
Curtose	4,961920603	35%	306,21
Mediana	871,86	40%	470,26
Moda	-	45%	664,78
X Esquerda	-	50%	871,86
P Esquerda	5%	55%	1.128,81
X Direito	5.824,78	60%	1.442,93
P Direito	95%	65%	1.750,80
Dif X	5.824,78	70%	2.181,16
Dif P	90%	75%	2.598,13
Erros	0	80%	3.192,74
Filtrar Min	Desligado	85%	3.844,03
Filtrar Max	Desligado	90%	4.671,82
Filtrados	0	95%	5.824,78



Mudança na estatística de output de VALOR DA OPÇÃO (US\$)			
Posto	Nome	Inferior	Superior
1	dez-13 / Preços estocásticos deflac...	635,02	3.420,60
2	jan-14 / Preços estocásticos deflac...	635,92	3.266,65
3	fev-14 / Preços estocásticos deflac...	731,38	3.206,53
4	mar-14 / Preços estocásticos deflac...	876,51	3.055,85
5	abr-14 / Preços estocásticos deflac...	788,31	2.794,69
6	mai-14 / Preços estocásticos deflac...	897,49	2.705,01
7	jun-14 / Preços estocásticos deflac...	1.054,70	2.642,63
8	jul-14 / Preços estocásticos deflac...	1.071,40	2.437,74
9	ago-14 / Preços estocásticos deflac...	1.219,44	2.354,97
10	set-14 / Preços estocásticos deflac...	1.406,11	2.159,31

7.3.3 - Simulações no @Risk–Processo Real

Tabelas no Excel para Simulação:

		INPUTS/OUTPUTS	INPUTS	INPUTS	OUTPUTS	OUTPUTS
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Lucro marginal estocástico limitado a zero
0	nov-13	476,91	-	-	-	
1	dez-13	478,19	15	441,87	560,15	560,15
2	jan-14	479,43	15	441,87	579,23	579,23
3	fev-14	480,62	15	441,87	597,68	597,68
4	mar-14	481,78	15	441,87	615,53	615,53
5	abr-14	482,90	15	441,87	632,79	632,79
6	mai-14	483,98	15	441,87	649,49	649,49
7	jun-14	485,03	15	441,87	665,63	665,63
8	jul-14	486,04	15	441,87	681,25	681,25
9	ago-14	487,02	15	441,87	696,34	696,34
10	set-14	487,97	15	441,87	710,94	710,94
11	out-14	488,88	15	441,87	725,05	725,05
12	nov-14	489,77	15	441,87	738,69	738,69

$$=RiskOutput() + EXP(LN(H5) * G$23 + (LN(H$21)) * (G$25) - ((G$28 * (S$21^2)) / (4 * F$21)) + S$21 * RAIZ((G$28 / (2 * F$21)))) * RiskNormal(0;1))$$

E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Lucro marginal estocástico limitado a zero			
	0	nov-13	476,91	-	-	-				
	1	dez-13	478,19	15	441,87	560,15	560,15			
	2	jan-14	479,43	15	441,87	579,23	579,23			
	3	fev-14	480,62	15	441,87	597,68	597,68			
	4	mar-14	481,78	15	441,87	615,53	615,53			
	5	abr-14	482,90	15	441,87	632,79	632,79			
	6	mai-14	483,98	15	441,87	649,49	649,49			
	7	jun-14	485,03	15	441,87	665,63	665,63			
	8	jul-14	486,04	15	441,87	681,25	681,25			
	9	ago-14	487,02	15	441,87	696,34	696,34			
	10	set-14	487,97	15	441,87	710,94	710,94			
	11	out-14	488,88	15	441,87	725,05	725,05			
	12	nov-14	489,77	15	441,87	738,69	738,69			
	η	Δt	$\bar{x}$	σ						
	0,0357	1	519,15	0,0249						

$\text{=3,5\%*RiskTriang(406;442;474)}$

E	F	G	H	I	J	K	L	M
	t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP ($t=1,\dots,12$)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Lucro marginal estocástico limitado a zero	
	0	nov-13	476,91	-	-	-	-	
	1	dez-13	478,19	15	441,87	560,15	560,15	
	2	jan-14	479,43	15	441,87	579,23	579,23	
	3	fev-14	480,62	15	441,87	597,68	597,68	
	4	mar-14	481,78	15	441,87	615,53	615,53	
	5	abr-14	482,90	15	441,87	632,79	632,79	
	6	mai-14	483,98	15	441,87	649,49	649,49	
	7	jun-14	485,03	15	441,87	665,63	665,63	
	8	jul-14	486,04	15	441,87	681,25	681,25	
	9	ago-14	487,02	15	441,87	696,34	696,34	
	10	set-14	487,97	15	441,87	710,94	710,94	
	11	out-14	488,88	15	441,87	725,05	725,05	
	12	nov-14	489,77	15	441,87	738,69	738,69	
	η	Δt	$\bar{x}$	σ				
	0,0357	1	519,15	0,0249				

$\text{=RiskOutput() + H6*16 - J6*16}$

E	F	G	H	I	J	K	L	M
	t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP ($t=1,\dots,12$)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Lucro marginal estocástico limitado a zero	
	0	nov-13	476,91	-	-	-	-	
	1	dez-13	478,19	15	441,87	560,15	560,15	
	2	jan-14	479,43	15	441,87	579,23	579,23	
	3	fev-14	480,62	15	441,87	597,68	597,68	
	4	mar-14	481,78	15	441,87	615,53	615,53	
	5	abr-14	482,90	15	441,87	632,79	632,79	
	6	mai-14	483,98	15	441,87	649,49	649,49	
	7	jun-14	485,03	15	441,87	665,63	665,63	
	8	jul-14	486,04	15	441,87	681,25	681,25	
	9	ago-14	487,02	15	441,87	696,34	696,34	
	10	set-14	487,97	15	441,87	710,94	710,94	
	11	out-14	488,88	15	441,87	725,05	725,05	
	12	nov-14	489,77	15	441,87	738,69	738,69	
	η	Δt	$\bar{x}$	σ				
	0,0357	1	519,15	0,0249				

=RiskOutput()+max(H6*I6-J6*I6;0)							
E	F	G	H	I	J	K	L
	t	Mês	Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)	Quantidades marginais estocásticas (3,5%) - distribuição triangular (406; 442; 474)	Custo de produção unitário (valor constante)	Lucro marginal estocástico	Lucro marginal estocástico limitado a zero
	0	nov-13	476,91	-	-	-	
	1	dez-13	478,19	15	441,87	560,15	560,15
	2	jan-14	479,43	15	441,87	579,23	579,23
	3	fev-14	480,62	15	441,87	597,68	597,68
	4	mar-14	481,78	15	441,87	615,53	615,53
	5	abr-14	482,90	15	441,87	632,79	632,79
	6	mai-14	483,98	15	441,87	649,49	649,49
	7	jun-14	485,03	15	441,87	665,63	665,63
	8	jul-14	486,04	15	441,87	681,25	681,25
	9	ago-14	487,02	15	441,87	696,34	696,34
	10	set-14	487,97	15	441,87	710,94	710,94
	11	out-14	488,88	15	441,87	725,05	725,05
	12	nov-14	489,77	15	441,87	738,69	738,69
	η	Δt	$\bar{x}$	σ			
	0,0357	1	519,15	0,0249			

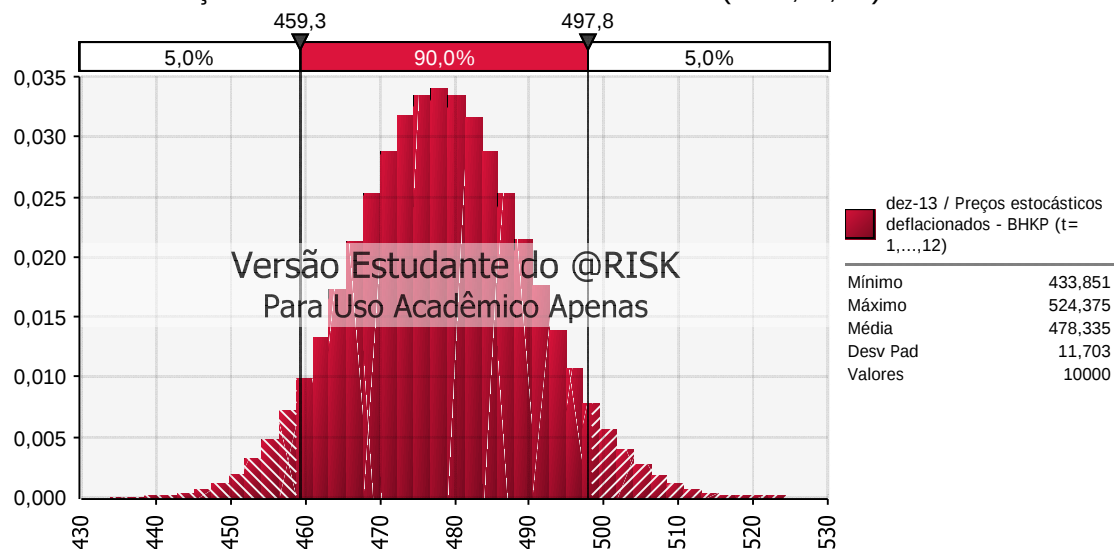
Inputs para o lucro marginal estocástico - $\tilde{L}_t = \tilde{p}_t \cdot \tilde{q}_t - c \cdot \tilde{q}_t$		
e para lucro marginal estocástico limitado a zero - $\text{Max}(\tilde{L}_t; 0)$		
Input 1	preços estocásticos:	$\text{EXP}(\text{LN}(p_{t-1}) * 0,9649 + (\text{LN}(519,15)) * (0,0351) - ((0,0689 * (0,0249^2)) / (4 * 0,0357)) + 0,0249 * \text{RAIZ}((0,0689 / (2 * 0,0357))) * \text{RiskNormal}(0;1))$
Input 2	quantidades estocásticas:	$3,5\% * \text{RiskTriang}(406; 442; 474)$
Input 3	custos variáveis constantes	441,87
Os Outputs são expressos pela fórmula:		= RiskOutput()+equação discretizada/distribuição de probabilidades/valores determinísticos

Inputs, Outputs e Fórmulas Estocásticas:

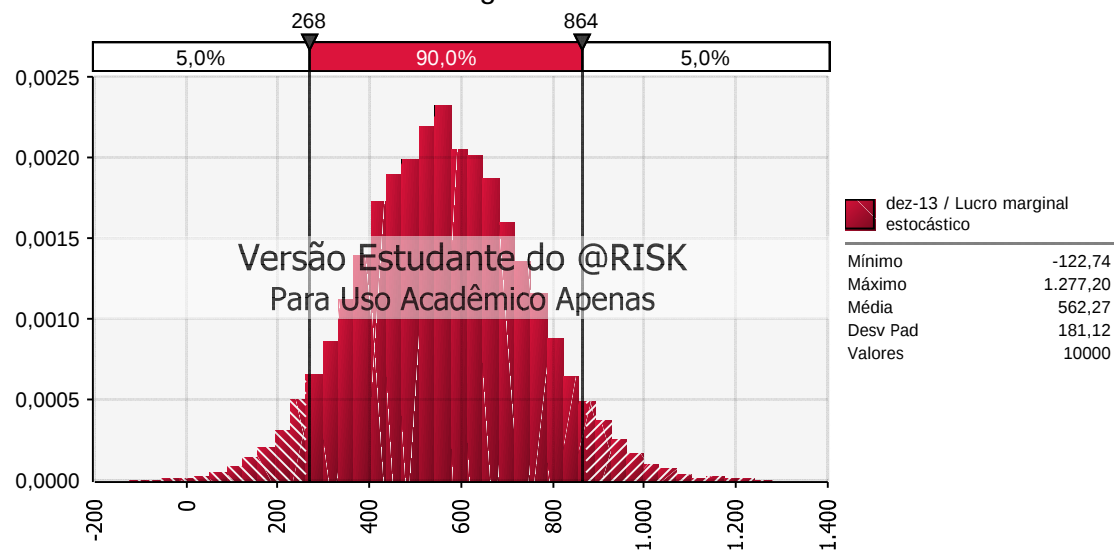
η	Δt	$\bar{x}$	σ
0,0357	1	519,15	0,0249
$e^{-\eta \Delta t}$	0,9649		
$(1 - e^{-\eta \Delta t})$	0,0351		Equação Discretizada do Lucro Estocástico
$(1 - e^{-2\eta \Delta t})$	0,0689		$\tilde{L}_t = \tilde{p}_t \cdot \tilde{q}_t - c \cdot \tilde{q}_t$

Gráficos:

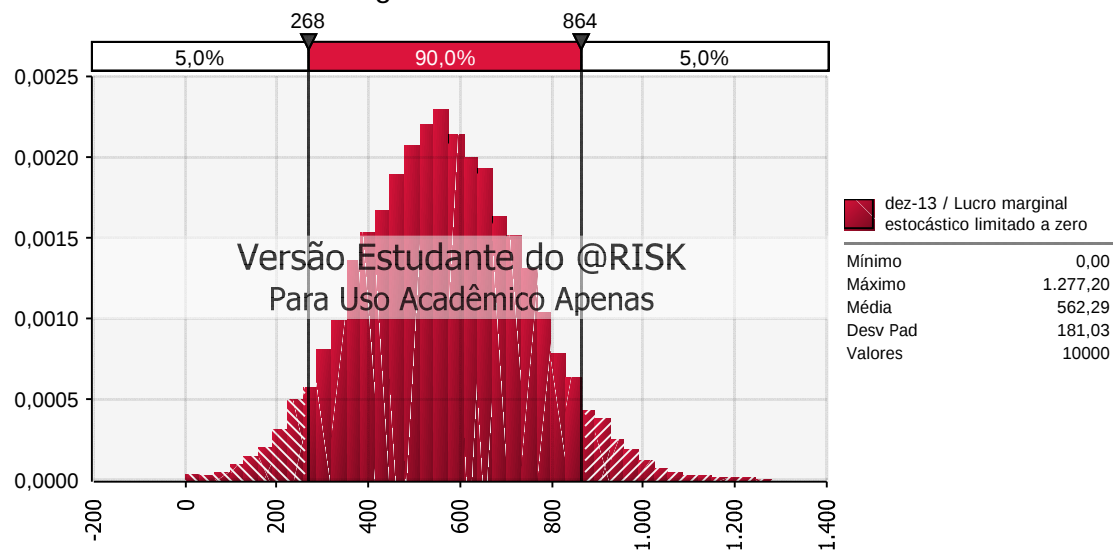
dez-13 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP ($t= 1,...,12$)



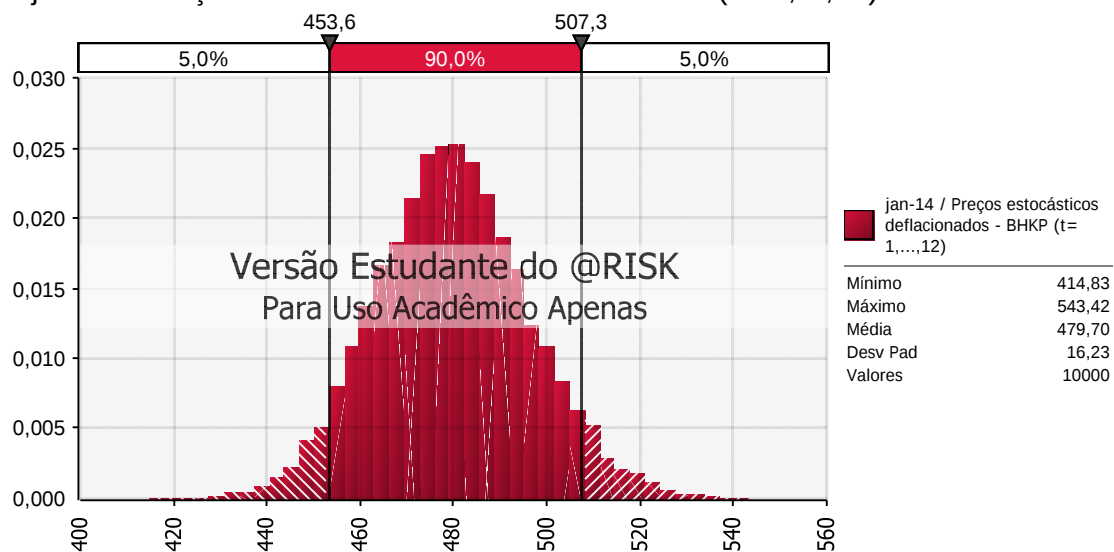
dez-13 / Lucro marginal estocástico



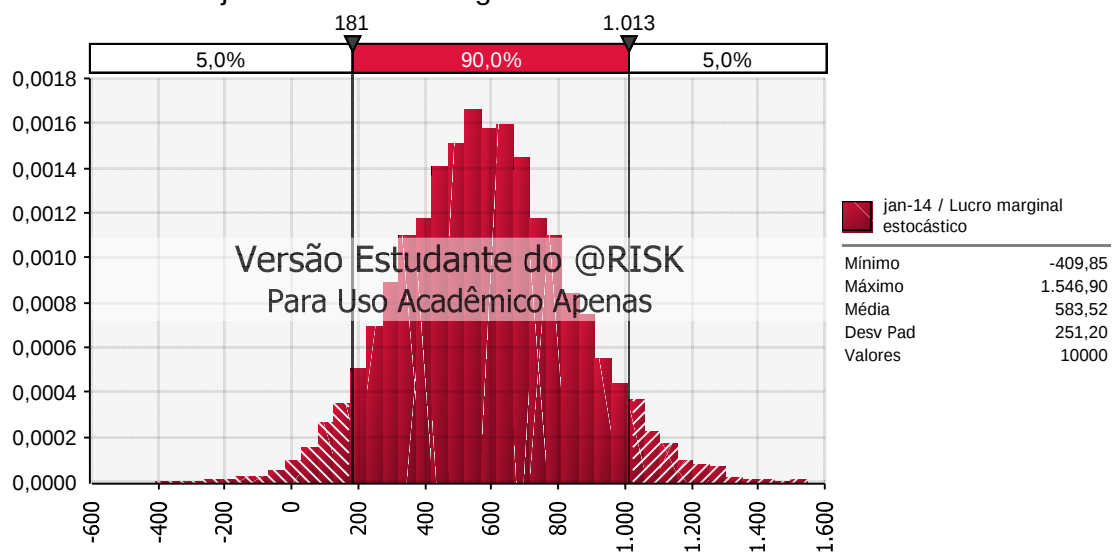
dez-13 / Lucro marginal estocástico limitado a zero



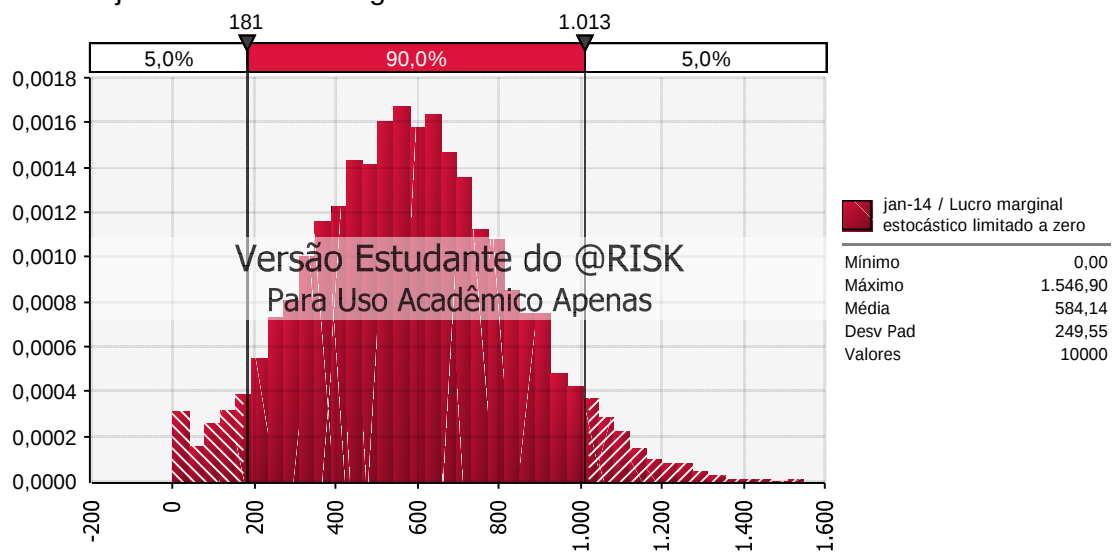
jan-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)



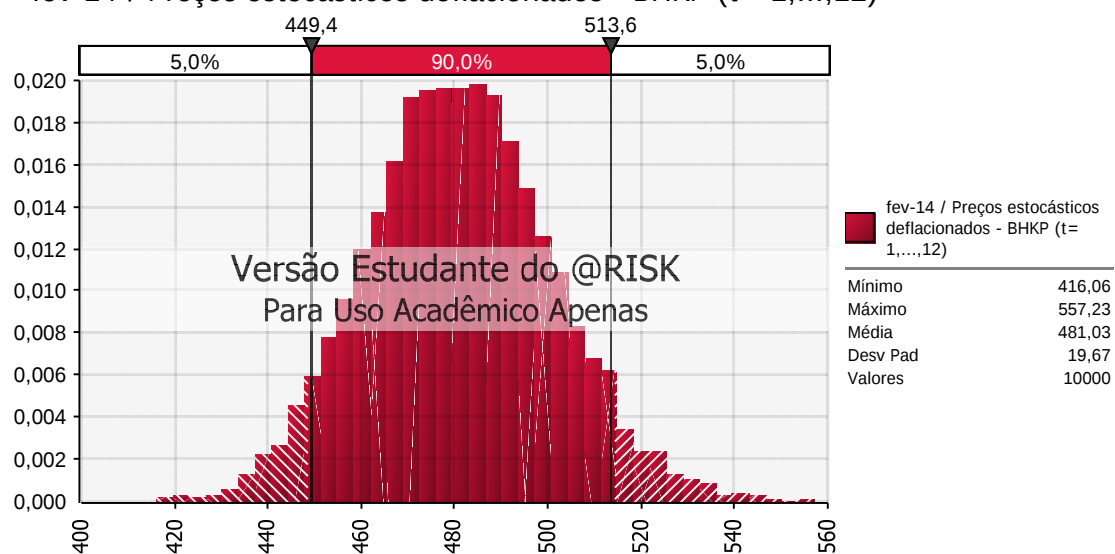
jan-14 / Lucro marginal estocástico



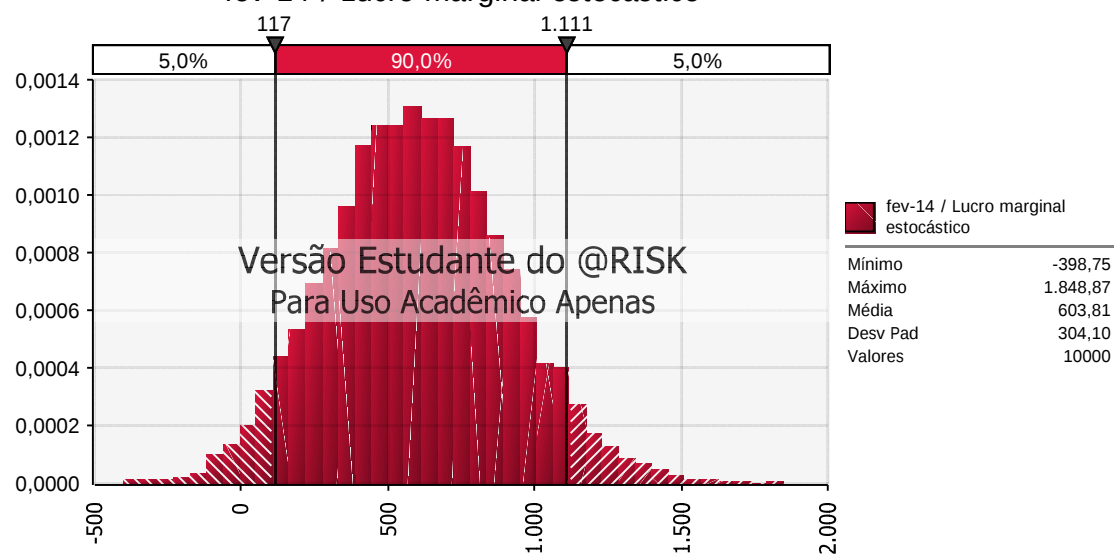
jan-14 / Lucro marginal estocástico limitado a zero



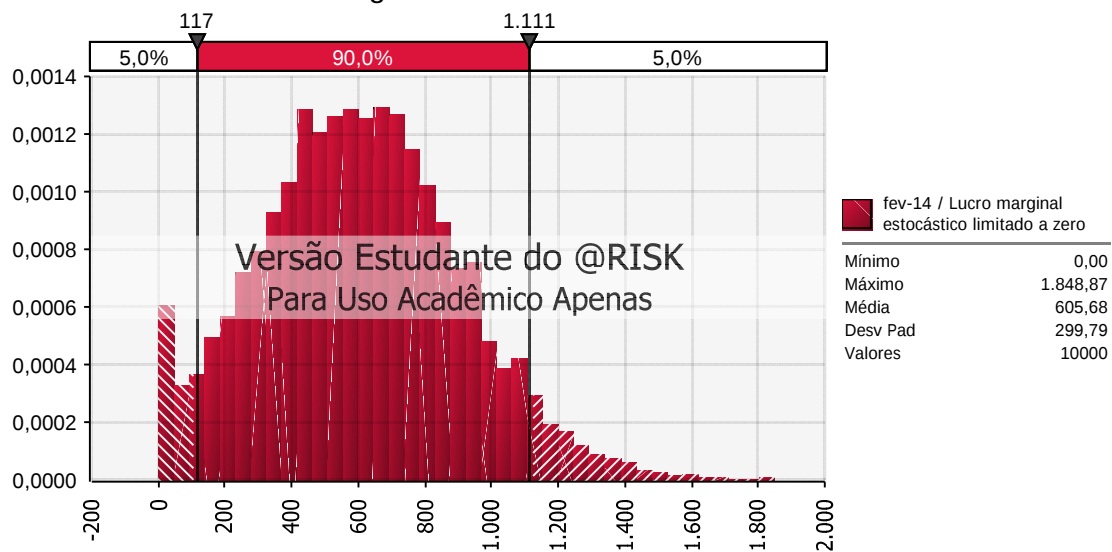
fev-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)



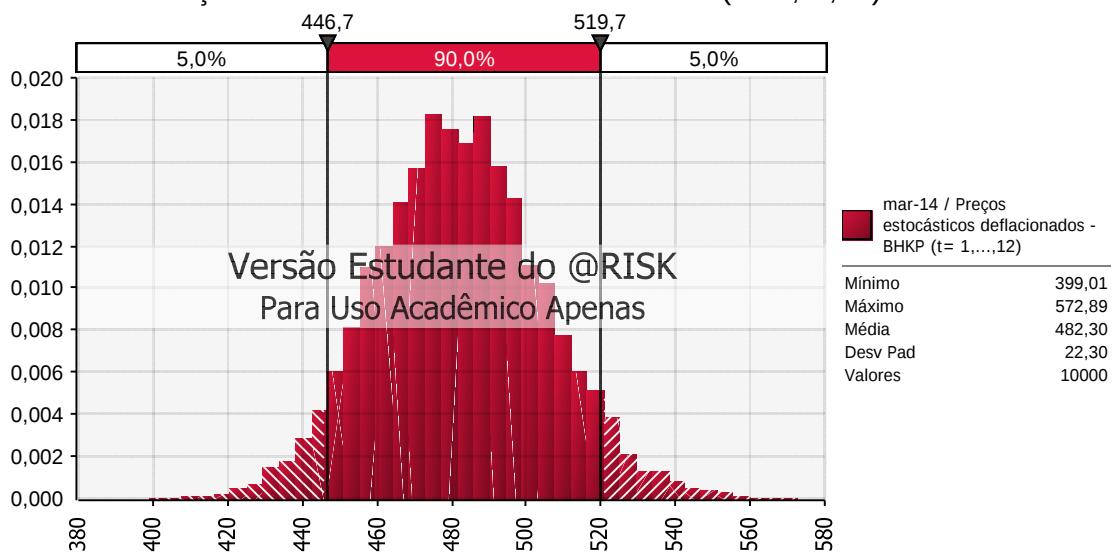
fev-14 / Lucro marginal estocástico



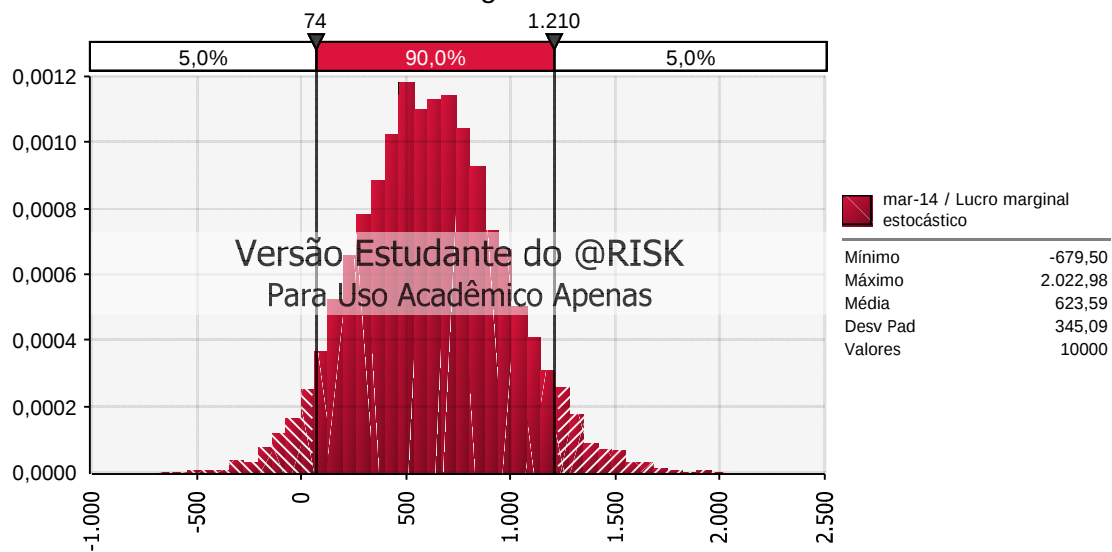
fev-14 / Lucro marginal estocástico limitado a zero



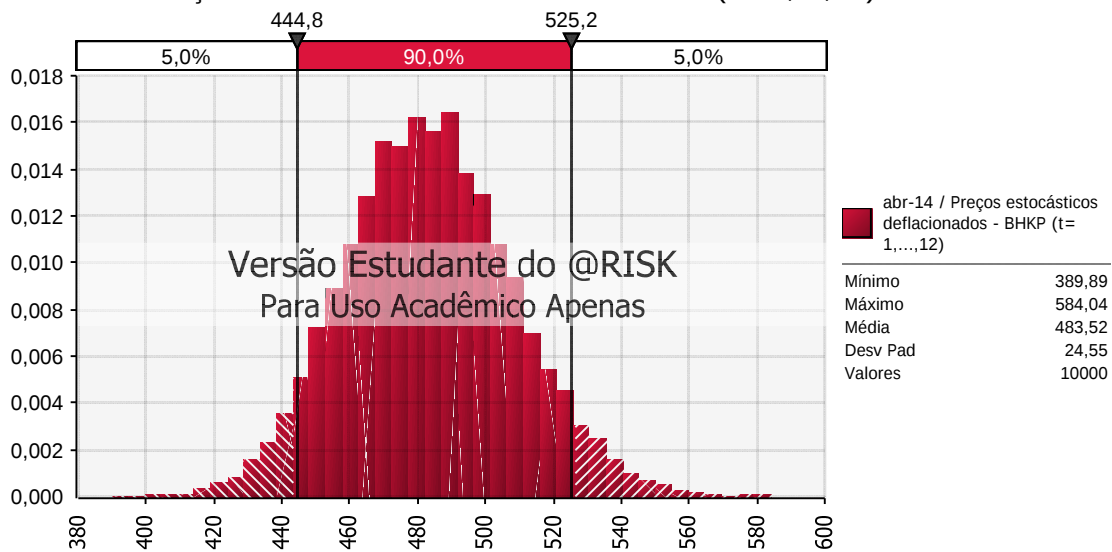
mar-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)



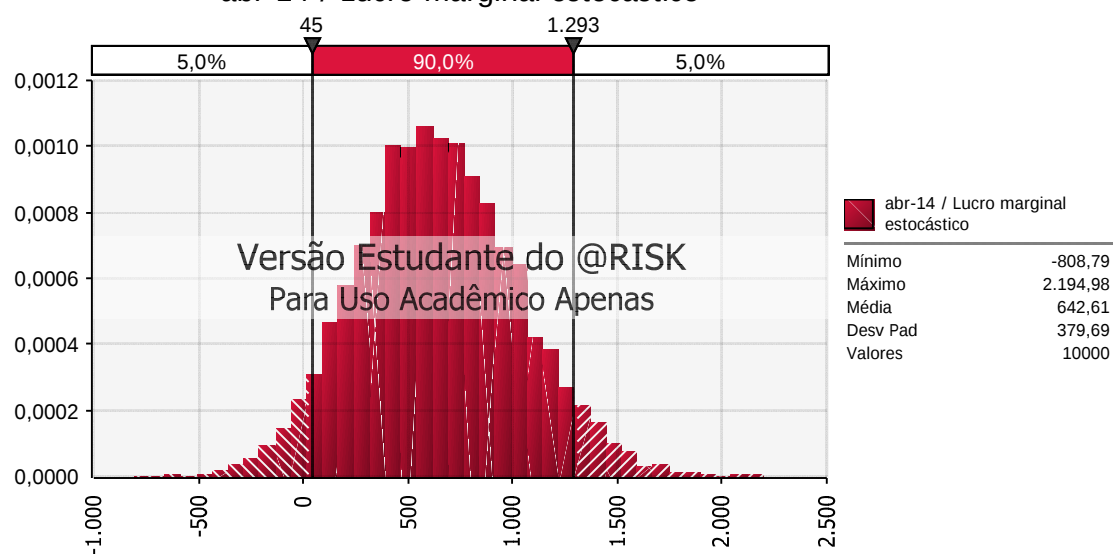
mar-14 / Lucro marginal estocástico



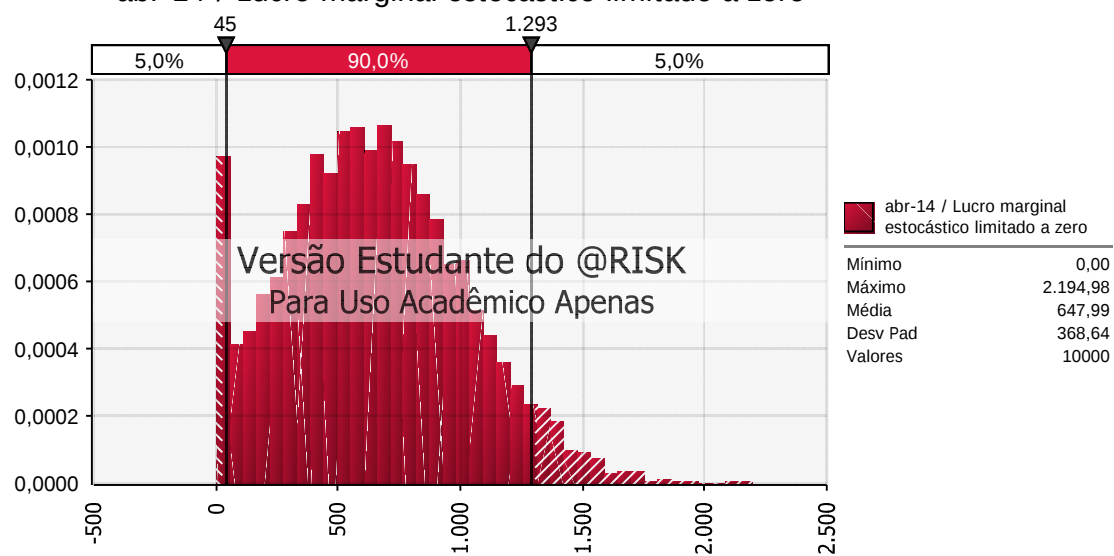
abr-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHPK (t= 1,...,12)



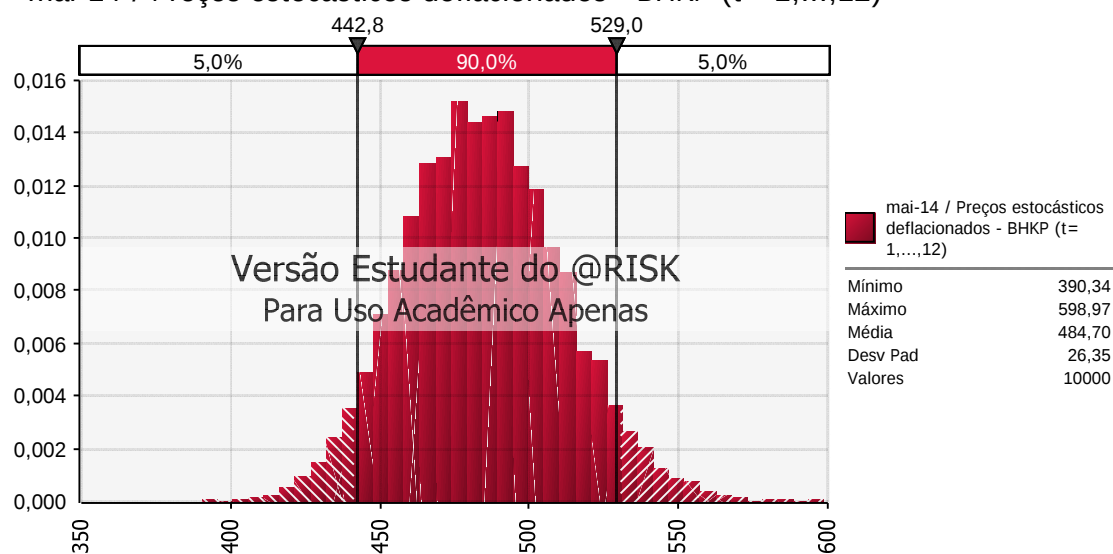
abr-14 / Lucro marginal estocástico



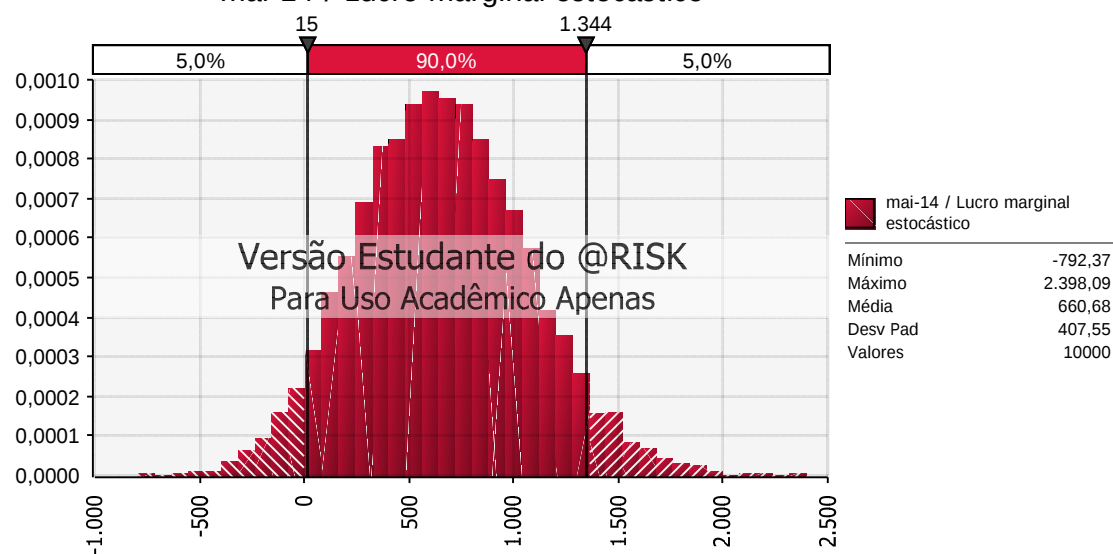
abr-14 / Lucro marginal estocástico limitado a zero



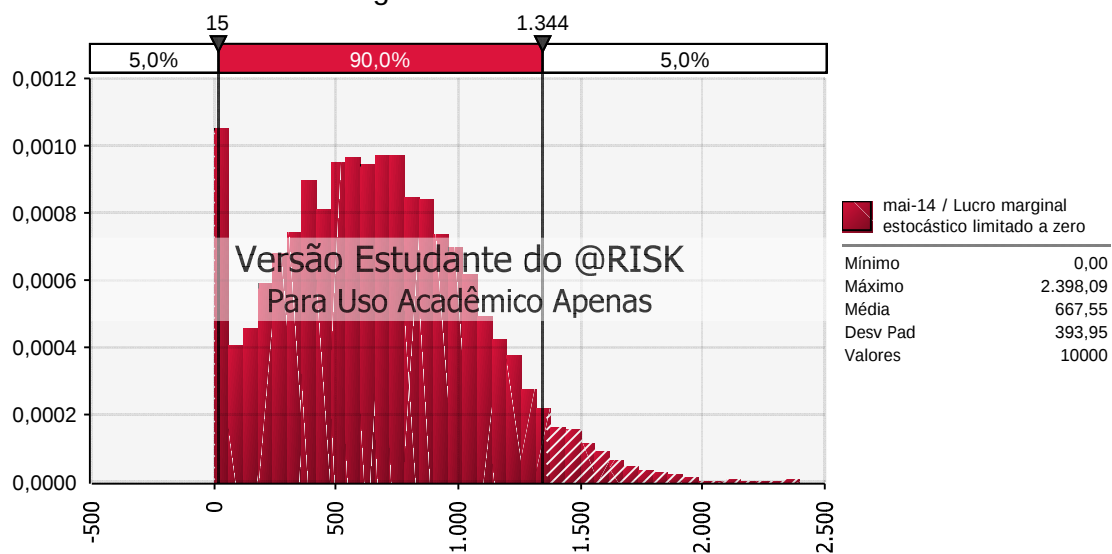
mai-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)



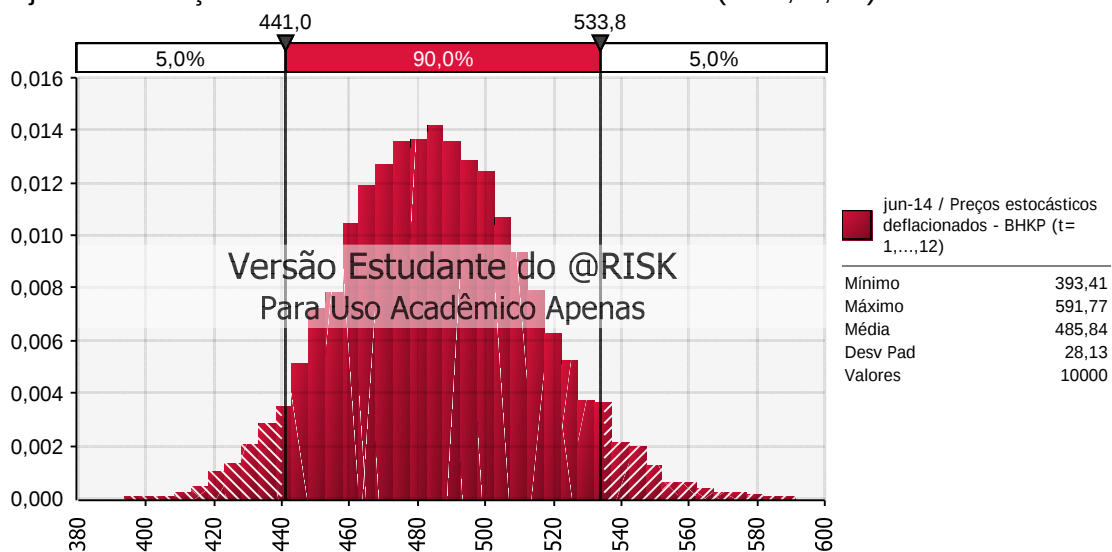
mai-14 / Lucro marginal estocástico

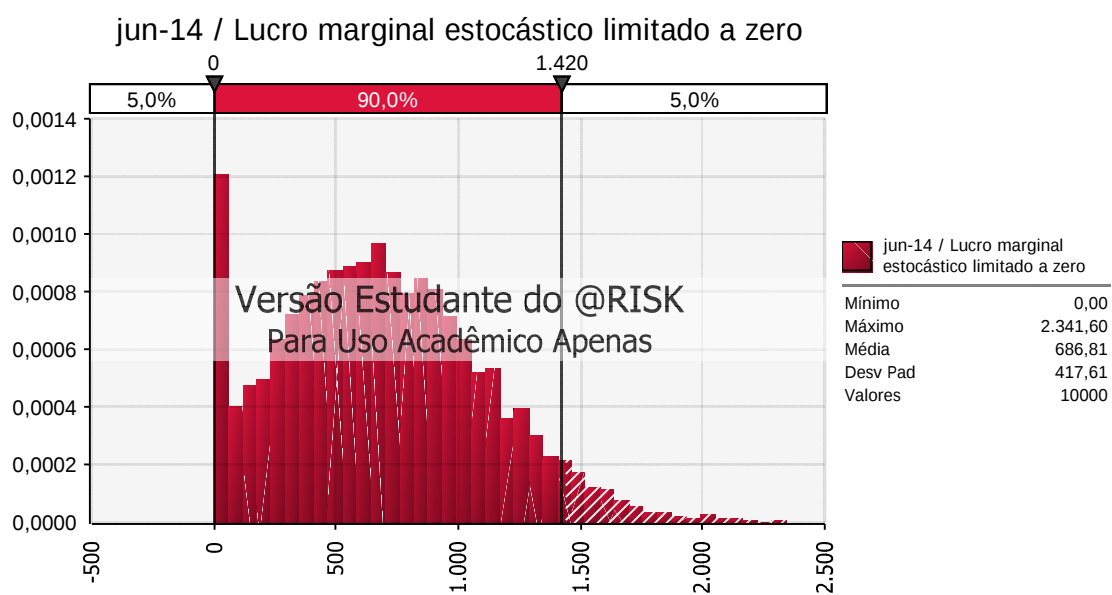
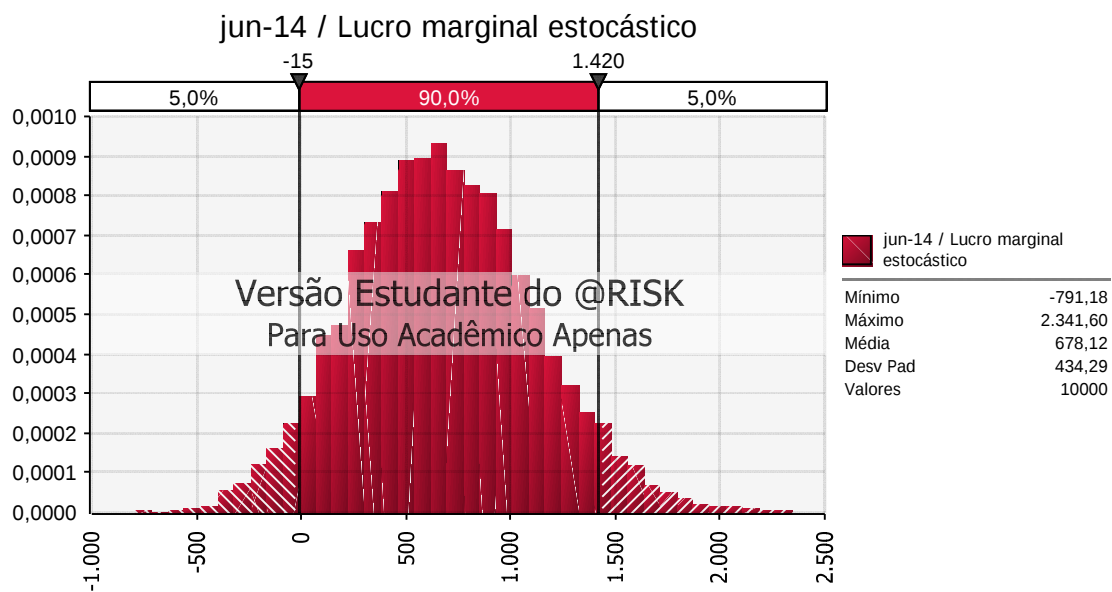


mai-14 / Lucro marginal estocástico limitado a zero

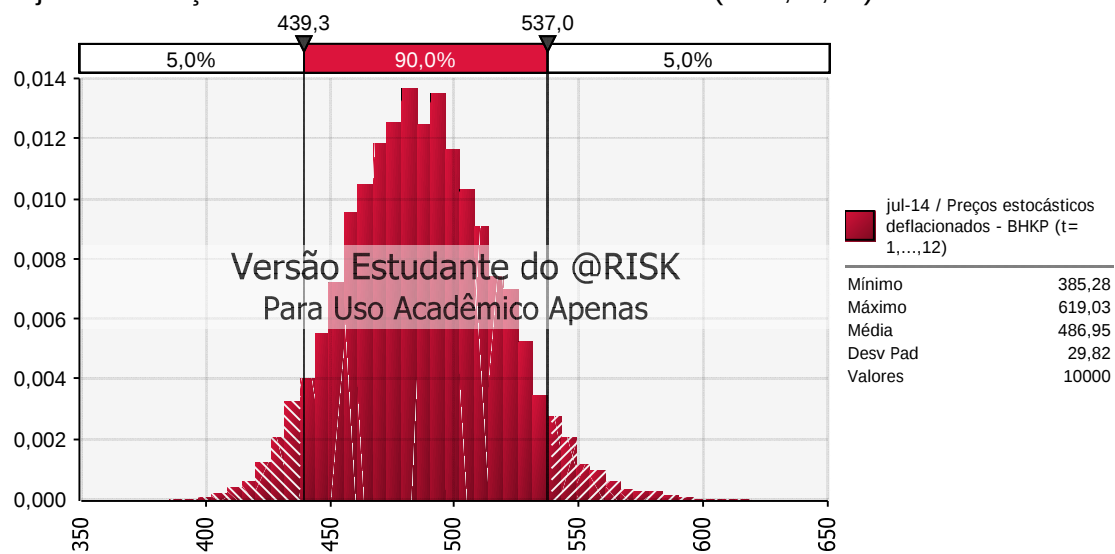


jun-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)

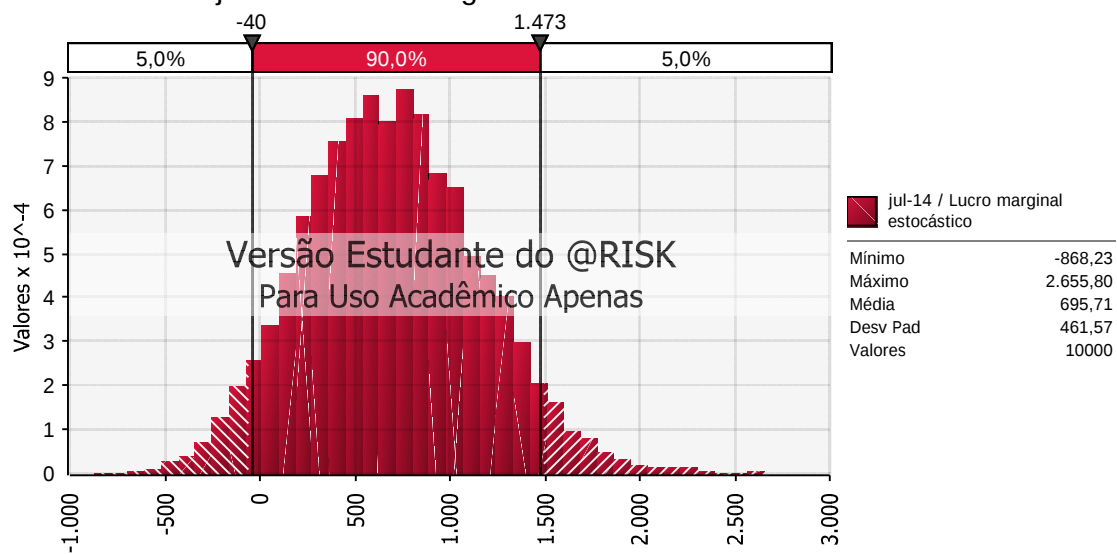




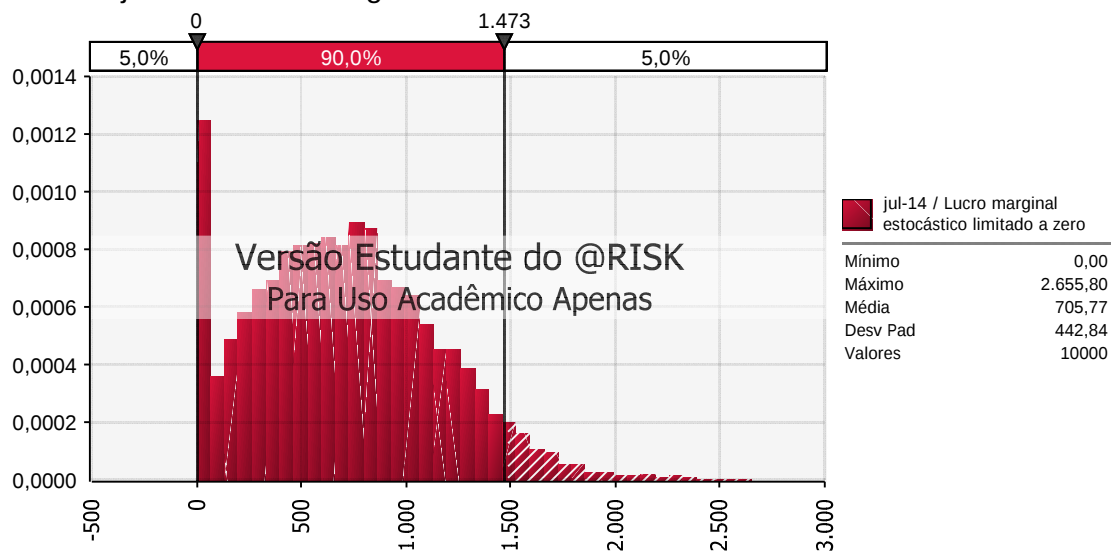
jul-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHPK (t= 1,...,12)



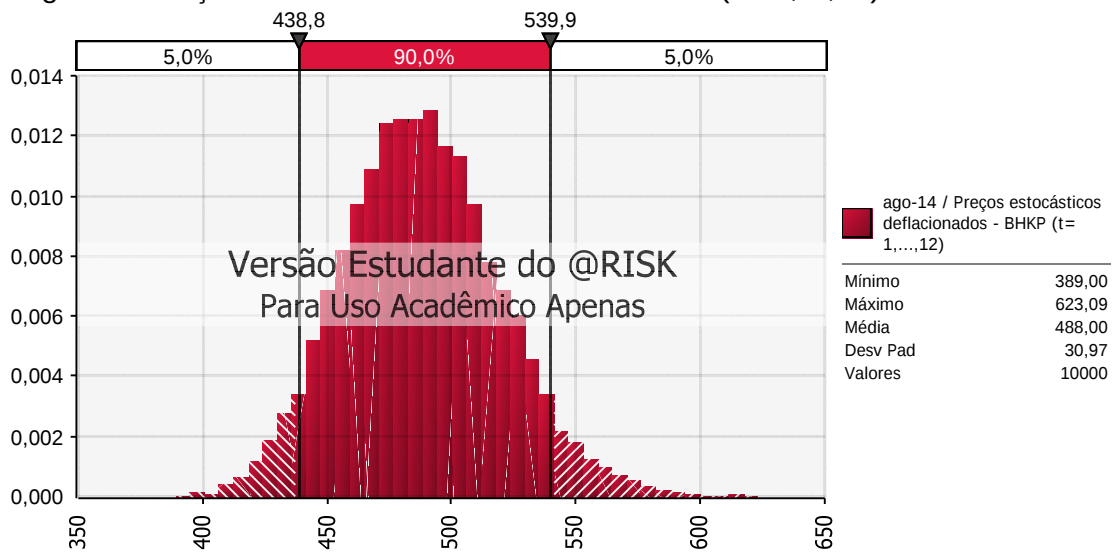
jul-14 / Lucro marginal estocástico

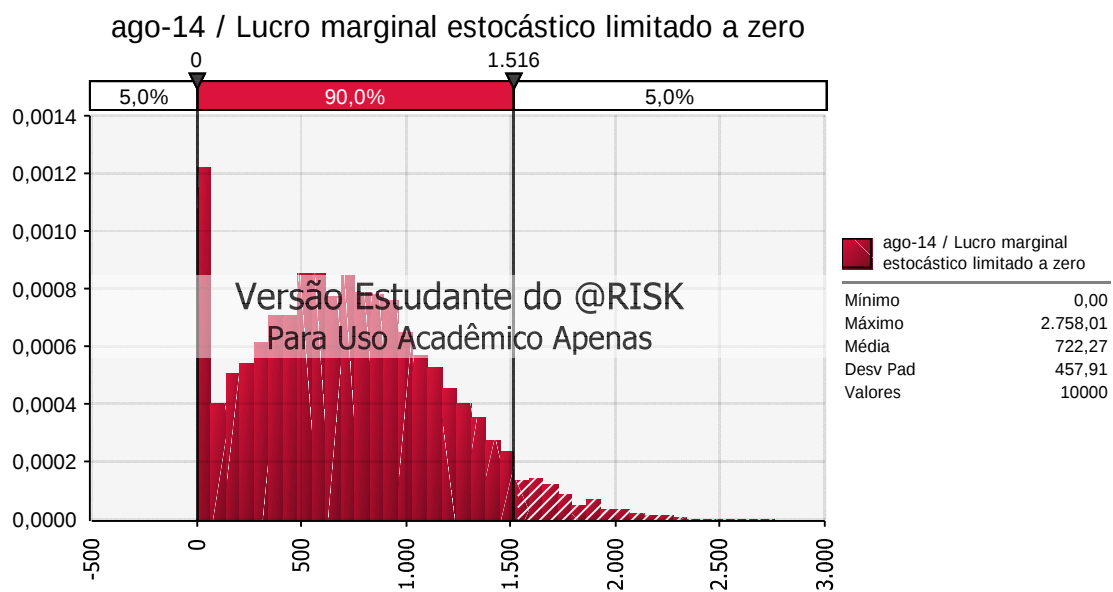
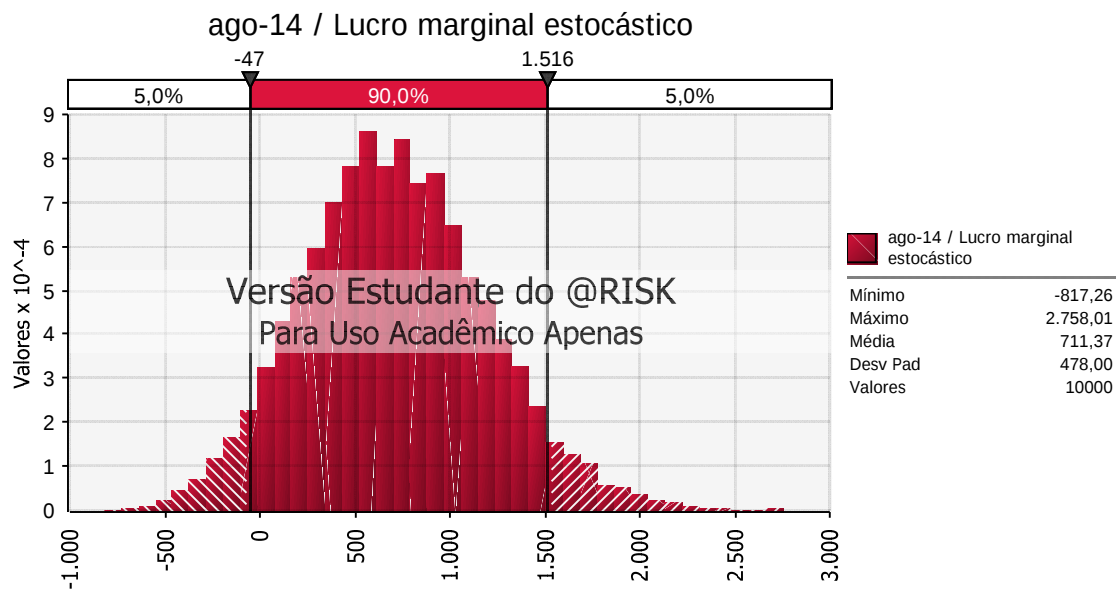


jul-14 / Lucro marginal estocástico limitado a zero

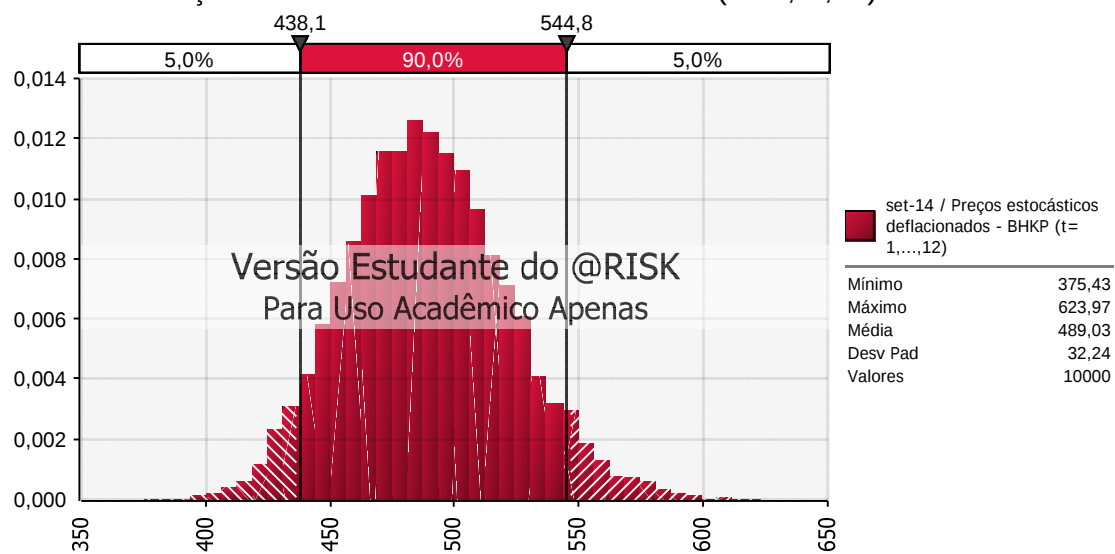


ago-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)

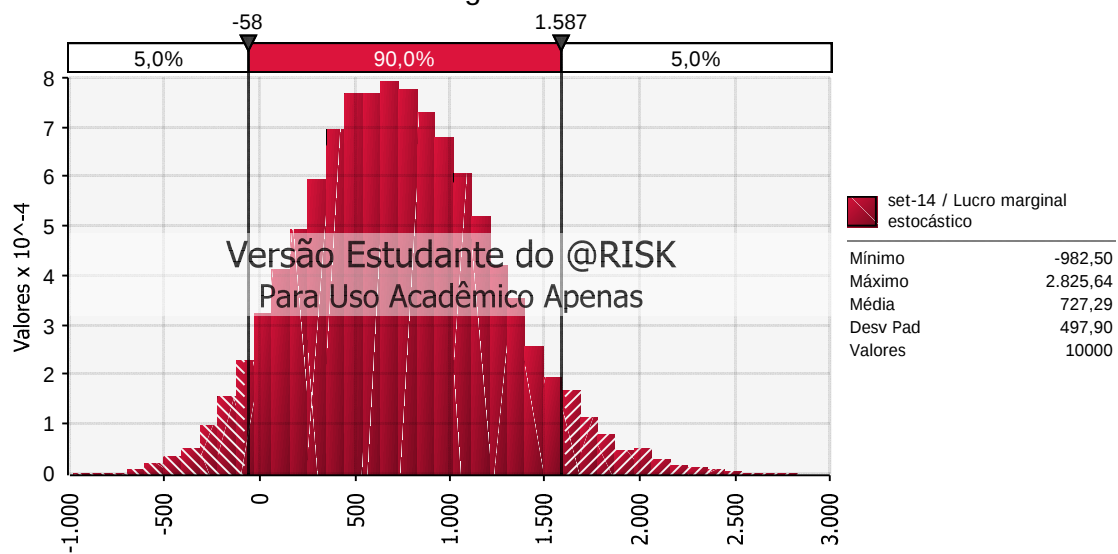




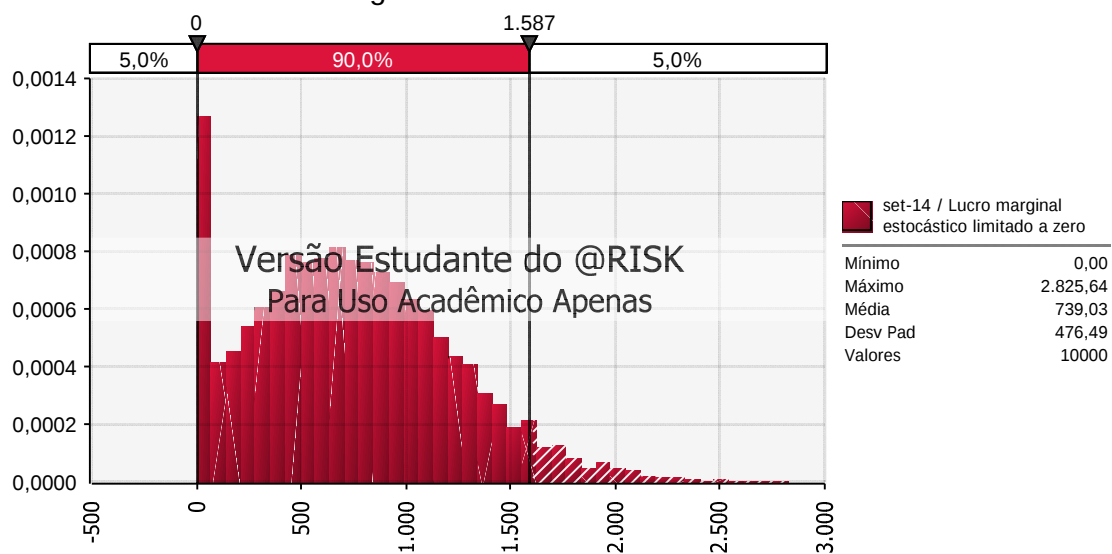
set-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)



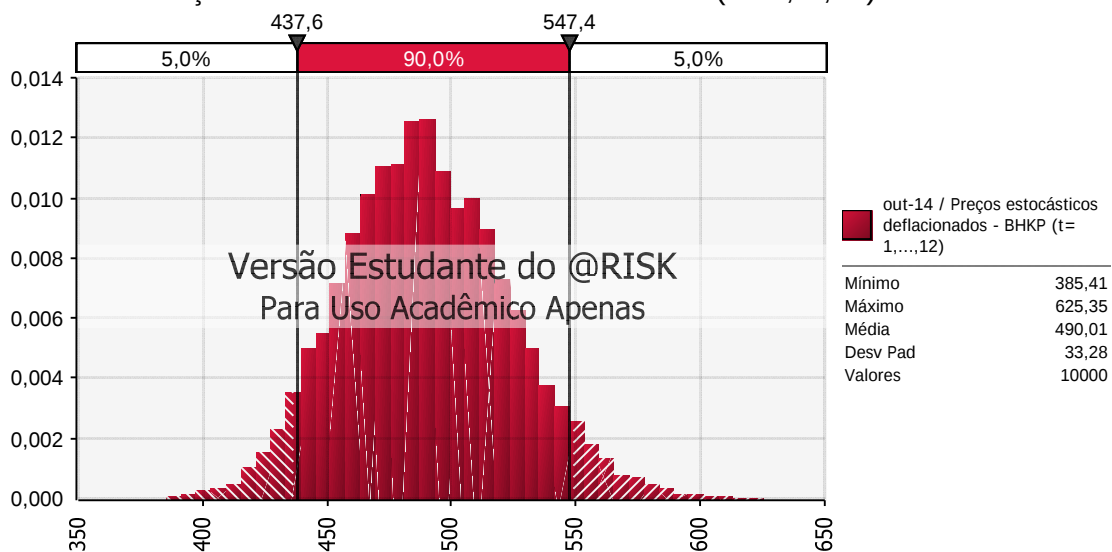
set-14 / Lucro marginal estocástico

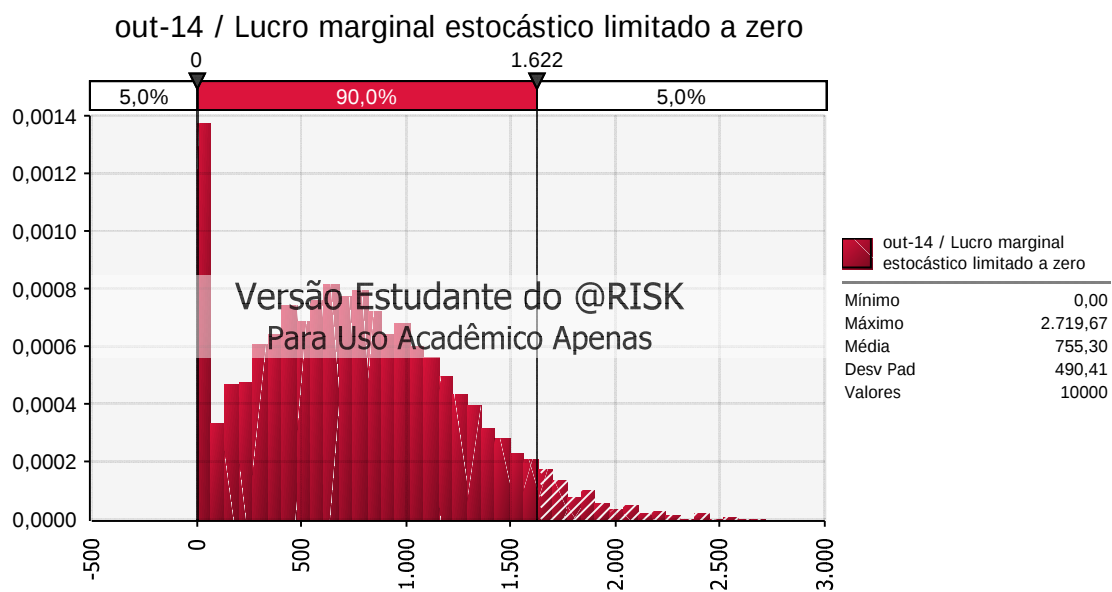
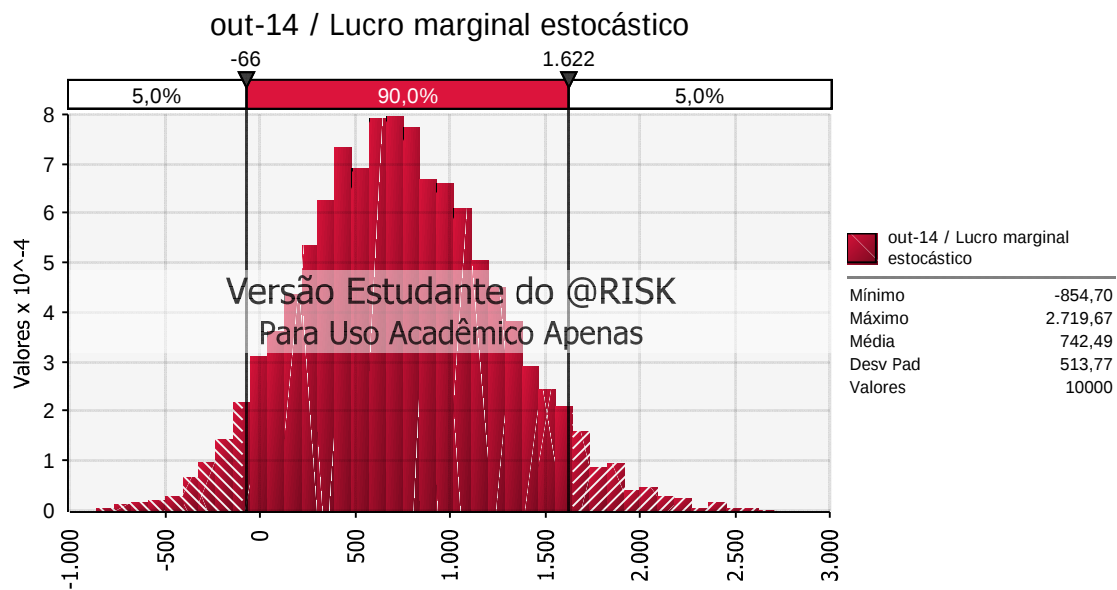


set-14 / Lucro marginal estocástico limitado a zero

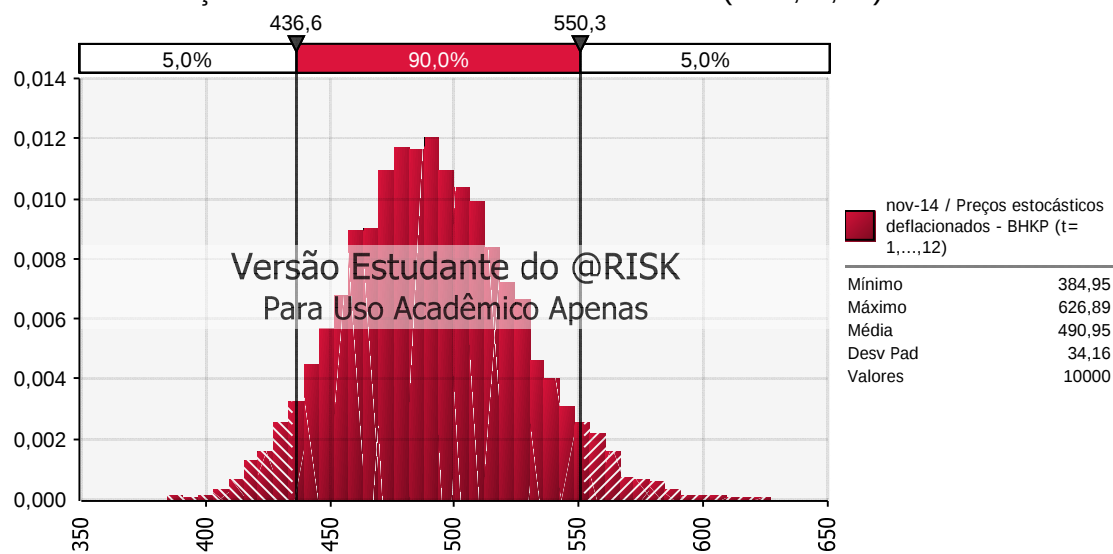


out-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)





nov-14 / Preços estocásticos deflacionados - BHKP (t= 1,...,12)



nov-14 / Lucro marginal estocástico

