



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

Nota Técnica 182/2018/GPO/SOG

Brasília/DF, 26 de novembro de 2018

Assunto: Modelagem para a definição do Custo Médio Ponderado de Capital – WACC aplicado ao setor portuário, diferenciado por natureza de carga.

1. Objeto

1.1. Esta nota técnica tem por objetivo apresentar a atualização do cálculo da taxa de retorno a ser utilizada nos fluxos econômico-financeiros com base na metodologia do Custo Médio Ponderado de Capital (*Weighted Average Cost of Capital – WACC*¹) e análise probabilística através de simulação numérica pelo Método de Monte Carlo².

1.2. O presente estudo apresenta um modelo de precificação de arrendamentos de áreas portuárias.

1.3. A precificação apoia-se i) no modelo de regulação pela taxa de retorno e, portanto, no método do fluxo de caixa descontado; ii) nos custos de investimentos programados do porto e iii) nos custos de oportunidade da infraestrutura portuária.

1.4. O que se pretende aqui é o aperfeiçoamento e atualização do cálculo do custo médio ponderado de capitais (WACC) do setor portuário nacional. Esse cálculo resultará em diferentes WACC's especificados de acordo com os mais frequentes tipos de terminais atualmente existentes, correspondentes às principais naturezas de cargas do setor portuário, conforme metodologia aplicada ao Plano Nacional de Logística Portuária – PNL³, quais sejam: granel sólido mineral, granel sólido agrícola, granel líquido combustível, granel líquido agrícola, carga geral, cargas conteneirizadas e transporte marítimo de passageiros.

1.5. Para tanto, consultando o modelo de cálculo do WACC adotado pelas demais Agências Reguladoras no Brasil, verificou-se que a Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT se utiliza de padrões próximos aos da ANTAQ. Ao se confrontar notas técnicas sobre o assunto de ambas as agências, verifica-se uma vasta verossimilhança entre os modelos o que, alinhado às discussões promovidas no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos - PPI, pôde ser ratificado.

¹ A taxa de desconto é o custo de capital utilizado em uma análise de retorno. Ela pode ser calculada de várias formas diferentes, por não se tratar de uma ciência exata. Uma das formas mais conhecidas é o WACC do inglês *Weighted Average Capital Cost* (Custo Médio Ponderado do Capital)

² Designa-se por método de Monte Carlo (MMC) qualquer método de uma classe de métodos estatísticos que se baseiam em amostragens aleatórias massivas para obter resultados numéricos, isto é, repetindo sucessivas simulações um elevado número de vezes, para calcular probabilidades heurísticamente, tal como se, de fato, se registrassem os resultados reais em jogos de cassino (daí o nome). Este tipo de método é utilizado em simulações estocásticas com diversas aplicações em áreas como a física, matemática e biologia. O método de Monte Carlo tem sido utilizado há bastante tempo como forma de obter aproximações numéricas de funções complexas em que não é viável, ou é mesmo impossível, obter uma solução analítica ou, pelo menos, determinística.

³ O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) – instrumento de Estado de planejamento estratégico do setor portuário nacional, visa identificar vocações dos diversos portos, conforme o conjunto de suas respectivas áreas de influência, definindo cenários de curto, médio e longo prazo com alternativas de intervenção na infraestrutura e nos sistemas de gestão, garantindo a eficiente alocação de recursos a partir da priorização de investimentos, evitando a superposição de esforços e considerando as disposições do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT).



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

1.6. A ANTT utiliza processos bastantes semelhantes aos da ANTAQ para realizar o cálculo do custo médio ponderado do capital do setor de transportes rodoviário/ferroviário, com o auxílio da plataforma de informações econômicas Thomson Reuters EIKON. Aproveitar isso viabiliza a troca de experiências e informações entre as Agências, o que amplia a sinergia existente e fortalece práticas regulatórias, auxiliando no processo de reconstrução do WACC na ANTAQ com maior velocidade e menores traumas.

2. Introdução

2.1. O regulador, independente do mercado alvo, tem à sua disposição três modelos básicos e consagrados para a regulação de preços, cada um apropriado a um objetivo específico: (i) a limitação dos ganhos do regulado (*cost-of-service regulation*), onde o regulador observa dados históricos da firma e, baseado no nível de custos e na taxa de retorno do capital, fixa o preço do bem ou serviço por um período determinado; (ii) a indução à eficiência produtiva (*price-cap regulation*), em que o regulador não utiliza explicitamente dados contábeis, fixando um teto para o preço do produto/serviço ou uma cesta de produtos/serviços; (iii) regulação de incentivo, onde o preço fixado, do mesmo modo que no *cost-of-service*, é ajustado sempre que a taxa de lucro da firma exceder um teto estabelecido (LAFONTE; TIROLE, 1993).

2.2. A escolha do modelo regulatório adequado deve ser consistente com as estruturas de informação, a legislação vigente e os instrumentos disponíveis, implicando em vantagens e desvantagens características dos referidos modelos de regulação de preços.

2.3. No âmbito do setor portuário brasileiro, o estudo contratado pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários - Antaq e desenvolvido pelo Centro Interdisciplinar de Estudos em Transporte – CEFTRU-UnB⁴ aponta para a escolha do modelo da taxa de retorno (*cost-of-service regulation*) como mais adequado ao setor.

2.4. Independentemente do modelo escolhido, torna-se necessário, em todos os casos, a determinação da taxa de remuneração adequada do capital. A taxa de remuneração ou custo de capital é um parâmetro chave e deve ser entendida como a taxa de retorno que espelhe o risco do setor em que se insere a empresa e seus serviços, de forma a garantir a atratividade adequada aos investidores. Essa atratividade adequada torna possível a melhoria da qualidade e a expansão do serviço público, fatores que são condicionantes para um crescimento econômico sustentado.

2.5. Estabelecer o custo de capital abaixo do custo de oportunidade pode inviabilizar economicamente os novos investimentos. Tal fato pode ocasionar maior pressão sobre o empreendimento regulado, causando uma redução de investimentos para níveis não adequados e uma conseqüente degradação da qualidade do serviço prestado. Por outro lado, se a taxa de retorno é superestimada ao considerar-se um risco maior que o daquele realmente verificado, o investidor irá se apropriar de uma rentabilidade superior

⁴ ROCHA, C. H., et al. (2010). *Modelo de Precificação de Arrendamentos Portuários*. CEFTRU-UnB.



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

ao custo de capital adequado, acarretando uma distorção dos sinais de preços, tanto para usuários dos serviços, como para investidores, resultando em uma alocação sub-razional dos recursos e baixos níveis de eficiência produtiva.

2.6. Um primeiro passo a ser adotado para a estimativa do custo de capital é observar que opção metodológica é capaz de atender a um conjunto de princípios gerais, tais como objetividade, transparência, robustez e pragmatismo; que seja operacional e facilmente implementável; que esteja em linha com as práticas amplamente aceitas e com a experiência internacional; e, finalmente, que seja baseada em sólida fundamentação teórica.

2.7. Atualmente, a metodologia-padrão para se estimar o custo de capital, especialmente de setores regulados, compreende os modelos WACC e o CAPM⁵. De fato, essa é a modelagem utilizada pela quase totalidade de agências reguladoras, na Inglaterra, Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos, Espanha, Argentina e Chile (GROUT, 1992).

2.8. O WACC engloba a remuneração de todo o capital da empresa regulada e, como tal, abrange tanto a parcela da remuneração relativa ao capital próprio quanto a parcela do capital de terceiros, incluindo-se os benefícios fiscais gerados pelo endividamento.

2.9. Sharpe (1964), Litner (1965) e Mossin (1966) desenvolveram o Modelo de Equilíbrio de Ativos Financeiros – CAPM com base nos princípios de diversificação de carteiras de Markowitz (1952), sendo até hoje o modelo mais utilizado para a estimativa da remuneração do capital próprio.

2.10. O CAPM pressupõe que a remuneração exigida pelo investidor marginal e diversificado varia em proporção direta com o beta (β), medida do risco sistemático do investimento. Por risco sistemático, entende-se aquele que não pode ser eliminado pela diversificação dos ativos. É o risco oriundo da correlação do retorno da empresa analisada com o retorno de um índice representativo do mercado como um todo.

2.11. Alexander et al. (2000) afirmam que o CAPM é o modelo mais utilizado na prática e na literatura para o cálculo do custo de capital próprio e que, como modelo dominante, é o mais adotado para estimar o custo de capital de empresas.

3. Do modelo de regulação por taxa de retorno (*cost-of-service regulation*)

3.1. A taxa de retorno é conhecida como remuneração do capital investido. É utilizada como um vetor tarifário, pois permite a utilização de tarifas específicas para cada produto ou serviço, garantindo à firma regulada uma taxa de retorno adequada às suas atividades. O principal objetivo deste método é criar mecanismos de incentivos à eficiência produtiva das firmas

⁵ O CAPM (Capital Asset Pricing Model) é um modelo que mostra o retorno que um investidor aceitaria por investir em uma empresa. Trata de uma maneira de encontrar uma taxa de retorno exigido que leva em conta o risco sistemático (não diversificável ou risco de mercado), por meio do coeficiente Beta.



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

3.2. Segundo Pires e Piccinini (1998, p.2) “os preços devem remunerar os custos totais e conter uma margem que proporcione uma taxa interna de retorno atrativa ao investidor”.

3.3. A regulação dos ganhos da firma envolve a determinação de preços que assegure aos investidores a oportunidade de receber uma taxa de retorno “justa” sobre os seus investimentos, que, na prática, consiste da taxa interna de retorno do investimento e, por fim, dos níveis de preços suficientes para cobrir os custos somados ao retorno (TRAIN, 1991).

3.4. A regulação dos ganhos é precedida, portanto, da escolha da taxa de retorno adequada. O regulador deve determinar qual o retorno sobre o capital investido, comparativamente ao retorno médio da economia. Para tanto, deve conhecer profundamente o processo produtivo e a estrutura de capital ótima para esse processo particular e seus riscos.

4. Das considerações iniciais sobre o WACC

4.1. O Custo Médio Ponderado de Capital engloba a remuneração de todo o capital da empresa. Como tal, abrange tanto a parcela da remuneração relativa ao capital próprio quanto a parcela do capital de terceiros, incluindo-se os benefícios fiscais gerados pelo endividamento.

4.2. O WACC também pode ser interpretado como o “custo de oportunidade” do projeto, isto é, a taxa de rentabilidade teórica a partir da qual compensaria investir no empreendimento.

4.3. Os procedimentos para a elaboração de projetos de arrendamentos e recomposição do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de arrendamento de áreas e instalações portuárias nos portos organizados foram regulamentados pela Resolução nº 3.220-Antaq/2014. Já a modelagem para arrendamento e os demais parâmetros são tratados nas Notas Técnicas nº 07/2014/ANTAQ/SEP, além do recente Manual para Análises de EVTEA, aprovado por meio da Resolução 5.464-Antaq/2017.

4.4. Quando se tratam de prorrogações de contratos de arrendamento, o WACC atualmente vigente é o de 10%, materializado por meio da nota técnica 3/2015/STN/SEAE/MF, de 13/7/2015, que foi absorvido pela Agência, vez que o Art. 9º daquela Resolução 3.220 prevê que a Antaq definirá a taxa de desconto a ser utilizada nos processos de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de arrendamento de áreas e instalações portuárias.

4.5. A Antaq passou a adotar o modelo do WACC para calcular o custo de capital do setor portuário nacional por meio da Nota Técnica 17/2007-GPP/2007. A referida metodologia foi instituída pela Agência na vigência da Lei 8.630/1993, então marco regulatório do setor.

4.6. A determinação do custo de capital dos setores regulados é de vital importância, tanto para reguladores como os regulados. A estimativa de uma taxa de retorno adequada torna possível manter a sustentabilidade, a expansão e o aperfeiçoamento



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

constante do serviço público. É essencial que essa taxa seja definida em valor apropriado e que reflita o risco inerente de cada segmento.

4.7. A Antaq adota um único WACC independentemente do segmento econômico. Contudo, as diversidades de empreendimentos existentes nos Portos Organizados demandam o cálculo do WACC específico para cada subsetor, em prol da viabilidade e eficiência da atividade portuária.

4.8. Considerando que a retribuição exigida pela concessão deve ser dimensionada de forma a assegurar remuneração compatível com a de mercado, torna-se necessário descontar o fluxo de caixa aplicando-se a taxa representativa dessa rentabilidade.

4.9. Pragmaticamente, a atual taxa de retorno de 10% da Nota Técnica 3/2015/STN/SEAE/MF não reflete a setorial necessidade do mercado. Exemplo se verifica no Processo 50300.009535/2017-96, desta Agência, que teceu recomendações pertinentes às licitações de cessão de uso onerosa dos terminais BEL 05, BEL 06 e MIR 01, todos no Porto de Miramar/PA.

4.10. Naquela oportunidade, a Secretaria Nacional de Portos - SNP, com subsídios da Empresa de Planejamento e Logística – EPL, propôs um WACC de 7,18% utilizando-se de metodologia própria da Antaq para seu cálculo aplicado ao setor de óleo e gás, o que se distanciou consideravelmente daqueles anteriores 10%.

4.11. Na sequência, a Fazenda exarou a Nota Técnica 52/2017/STN/SEAF/MF, admitindo um WACC de 8,03% para as novas licitações. Nesta, o MF adotou a metodologia descrita na NT 64/STN, de maio/2017, com ajustes da NT 03/2015.

4.12. Recentemente, a Fazenda publicou a Nota Conjunta SEI nº 2/2018/SEPRAC/STN/SEFEL-MF, admitindo um WACC que varia entre 8,75% e 10,02%, também para as novas licitações.

5. Da segmentação setorial

5.1. Conforme o PNL 2015, o aumento da importância do setor logístico do Brasil, tanto no cenário nacional como no internacional, está diretamente atrelado ao crescimento da economia brasileira nas últimas duas décadas. Nesse sentido, a logística portuária marítima desenvolve diversas atividades relacionadas à movimentação de cargas, desde sua origem até seu destino, como o transporte e a armazenagem, além das operações de consolidação/ desconsolidação e carregamento/ descarregamento das embarcações. Ademais, investimentos em infraestrutura logística geram efeitos multiplicadores em toda a cadeia produtiva e, em sua maioria, demandam expressivos recursos de longa maturação, o que requer que estejam associados a estudos de planejamento e coordenação do setor.

5.2. Naquele estudo, especialmente no caderno denominado “Projeção de demandas e alocação de cargas”⁶, os códigos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), composta por mais de 12 mil produtos, foram agrupados em 38 grupos de produtos de

⁶ http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnlp/arquivos/arquivos_pnlp/ProjecaodeDemandaeAlocacaodeCargasPNLP.pdf



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

acordo com a semelhança de natureza de carga e similaridade (quanto ao seu valor agregado e setor industrial ao qual pertence), reduzindo-os a seis naturezas de carga, **o que resultará em sete taxas WACC, que considera, ainda, o transporte marítimo de passageiros.**

5.3. Cabe salientar que alguns produtos podem ser movimentados por mais de uma natureza de carga, dependendo da forma como são transportados pelo modal marítimo. Por exemplo, pode-se citar o caso do açúcar, que é movimentado como granel sólido agrícola quando transportado a granel, carga geral quando transportado ensacado (em navio do tipo *break bulk*⁷) e ainda pode ser movimentado em contêineres, participando assim de três naturezas de cargas distintas.

⁷ Os navios de carga *breakbulk* podem transportar os mais diversos tipos de cargas, embaladas ou não, desde cargas secas a cargas frigoríficas. O processo de carregamento e descarregamento é diferente do que ocorre nos navios porta-container, sob aspecto de automação das operações, mas igualmente exige equipe treinada e equipamentos próprios para realizar o processo com agilidade e segurança.

GRANEL SÓLIDO MINERAL	Alumina e bauxita; carvão mineral; ferro-gusa; minério de ferro; sal; minérios, metais e pedras preciosas.
GRANEL SÓLIDO AGRÍCOLA	Açúcar; adubos e fertilizantes; cereais; farelo de soja; soja; milho; trigo.
GRANEL LÍQUIDO COMBUSTÍVEL*	Derivados de petróleo; petróleo; produtos da indústria química; etanol.
GRANEL LÍQUIDO AGRÍCOLA	Suco de laranja; óleo de soja.
CARGA GERAL	Minérios, metais e pedras preciosas; produtos da indústria química; animais e plantas; veículos e semelhantes; celulose; derivados de ferro; madeiras e suas manufaturas; papel e suas obras; açúcar; reatores nucleares e outros.
CARGAS CONTEINERIZADAS	Minérios, metais e pedras preciosas; produtos da indústria química; etanol; óleo de soja; celulose; derivados de ferro; madeiras e suas manufaturas; papel e suas obras; açúcar; reatores nucleares e outros; autopeças; café, chás, mate e especiarias; carne bovina; carne de frango; carne suína; fumos e cigarros; instrumentos de ótica, relógios e outros; materiais elétricos e eletrônicos; produtos alimentícios.

*Nessa natureza de carga também foram considerados os produtos químicos utilizados como matéria-prima na fabricação de diversos produtos industrializados.

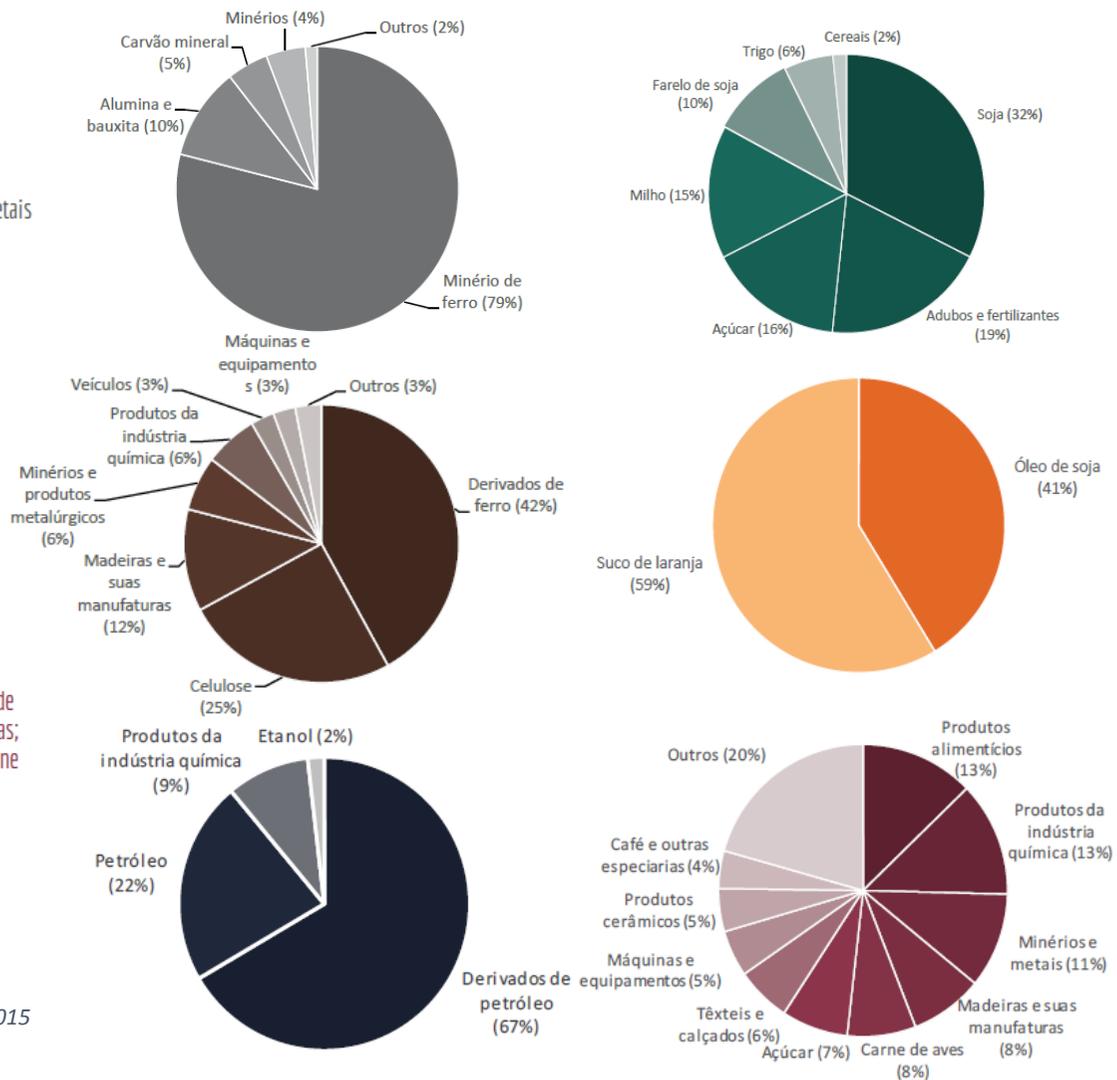


Figura 1 - Agrupamento dos produtos por natureza de carga. Fonte: PNL 2015

6. Do WACC

6.1. O WACC é uma ponderação do custo de capital de terceiros e capital próprio, matematicamente representado pela fórmula:

$$r_{WACC} = \frac{E}{E + D} r_E + \frac{D}{E + D} r_D (1 - T) \quad (1)$$

Onde:

$\frac{E}{E+D}$ é o peso do capital próprio

$\frac{D}{E+D}$ é o peso do capital de terceiros

r_E é o custo do capital próprio

r_D é o custo do capital de terceiros

T é a tributação do imposto sobre a renda (IRPJ) + a contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL)

6.2. A distribuição da estrutura de capital é essencial para a definição do r_{WACC} . Assim, para aplicação do WACC determinam-se três parâmetros:

- a) **Estrutura de capital**, que são os pesos relativos utilizados para definir a participação destes custos no modelo;
- b) **O custo do capital próprio**;
- c) **O custo de capital de terceiros**.

6.3. Estrutura de Capital

6.3.1. A estrutura de capital é a proporção entre o capital próprio (E) e o capital de terceiros (D) das empresas.

6.3.2. O setor de concessão de infraestrutura tem características de um monopólio natural, pois requer elevado volume de investimentos para implantação (custos afundados ou *sunk costs*⁸).

⁸ Em economia, custos irreversíveis, também chamados de custos afundados ou incorridos, são recursos empregados na construção de ativos que, uma vez realizados, não podem ser recuperados em qualquer grau significativo. Ou seja, o custo de oportunidade desses recursos, uma vez empregados, é próximo de zero.

6.3.3. A estrutura de capital ótima dependerá dos custos de captação de recursos de terceiros, do custo de oportunidade dos investidores e das circunstâncias macroeconômicas do momento, bem como das expectativas do seu desdobramento no horizonte de projeto, de acordo com o estágio de maturação de cada empreendimento. Desta forma, cabe a cada empreendedor buscar a sua estrutura de capital ótima, caso deseje maximizar seus benefícios, observando a relação entre o volume de investimentos a ser empregado e o horizonte de projeto.

6.4. Custo do capital próprio r_E

6.4.1. Conforme esclarece Bhar *et al* (2007)⁹, o CAPM foi elaborado com a finalidade de estimar o preço dos ativos financeiros, mas o modelo é largamente utilizado para estimar o custo de capital tanto de empresas reguladas quanto não-reguladas, e tornou-se padrão no âmbito das agências reguladoras no Brasil e no exterior.

6.4.2. O CAPM assume que o retorno esperado de um ativo deve estar positivamente relacionado ao seu risco. Ou seja, a premissa é de que os investidores estarão propensos a investir em determinado ativo se, e somente se, o seu retorno esperado compensar o seu risco¹⁰.

6.4.3. O modelo leva em consideração a sensibilidade do ativo ao risco não-diversificável, estimado pelo coeficiente beta (β), bem como o retorno esperado do mercado e o retorno esperado de um ativo teoricamente livre de riscos.

6.4.4. O custo de capital próprio do WACC será calculado com base no modelo de precificação de ativos *Capital Asset Pricing Model* – CAPM descrito pela equação:

$$r_E = r_f + \beta (r_m - r_f) \quad (2)$$

Onde:

r_f é a taxa livre de risco, definida como aquela cujo retorno esperado o investidor tem certeza, dentro do período da análise;

β é o coeficiente de risco sistemático ou não-diversificável;

r_m é a taxa de risco de mercado;

$r_m - r_f$ é o prêmio de risco de mercado, que é o *spread* exigido pelos investidores para investir na carteira de mercado.

⁹ BHAR, RAMAPRASAD., CHIARELLA, CARL., PHAM, TOAN M. *Modeling the currency forward risk Premium: Theory and Evidence*. School of Finance and Economics – University of Technology. Sydney, 2007.

¹⁰ ROSS, STEPHEN A., WESTERFIELD, RANDOLPH W., JAFFE, JEFFREY F., *Administração Financeira – Corporate Finance*. 1ª Edição. Editora Atlas S.A. São Paulo, 2009.

6.4.4.1. Taxa livre de risco r_f

6.4.4.1.1. A taxa livre de risco deve expressar o correto cumprimento da obrigação de pagamento do principal e dos encargos e não pode revelar incerteza alguma com relação ao inadimplemento de qualquer obrigação prevista em contrato

6.4.4.1.2. Essa definição básica de taxa sem risco implica, ainda, aceitar-se a inexistência de risco no reinvestimento dos fluxos de caixa durante todo o horizonte de tempo definido para o título.

6.4.4.1.3. Os títulos costumam pagar rendimentos periódicos, e qualquer variação nas taxas de juros de mercado modifica o retorno do título diante dos reinvestimentos dos fluxos de caixa. Nesse caso, para referência de uma taxa livre de risco, é recomendado selecionar um título descontado, conhecido por “zero cupom”, que, por sua natureza, oferece proteção contra o risco de variação nas taxas de juros.

6.4.4.1.4. Uma mensuração de taxa livre de risco geralmente adotada nos modelos de avaliação são os juros pagos pelos títulos de emissão pública. Apesar disso, nem todo título público pode ser considerado como sem risco, o que se torna um entrave à definição da taxa livre de risco em algumas economias, especialmente nas economias classificadas como emergentes, como a brasileira.

6.4.4.1.5. A taxa livre de risco é geralmente calculada como uma média das taxas de juros históricas dos títulos públicos. Esse procedimento de cálculo no Brasil é prejudicado por entender-se que títulos emitidos pelo governo já estão contaminados pelo prêmio de risco. Assim, esses títulos soberanos não são efetivamente aceitos como livres de risco pelos mercados financeiros.

6.4.4.1.6. O eventual risco de inadimplemento (*default risk*), inserido nos juros pagos pelos títulos brasileiros, não deve ser considerado nessa taxa.

6.4.4.1.7. A taxa livre de risco utilizada no cálculo do custo de oportunidade do capital próprio é mais bem mensurado tendo-se como referência as taxas de juros pagas pelos melhores títulos de dívida do mundo. Nesse *benchmark*, destacam-se os papéis emitidos pelo tesouro do Governo dos Estados Unidos.

6.4.4.1.8. Diante do exposto, para o presente estudo, foi utilizado o mercado acionário americano, representado pelos títulos emitidos pelo Departamento do Tesouro dos Estados Unidos (*Treasury Bonds*, ou *T-Bonds*).

6.4.4.2. Taxa de risco de mercado r_m e prêmio de risco de mercado $(r_m - r_f)$

6.4.4.2.1. A carteira de mercado deve incluir todos os ativos negociados, ponderados na proporção de seus respectivos valores de mercado. É considerada como a carteira mais diversificada, contendo apenas o risco sistemático¹¹, permanecendo mesmo assim em carteiras de grande porte e bem diversificadas.

¹¹ Risco Sistemático é aquele que afeta a economia de uma forma geral. Como exemplo, um colapso no sistema financeiro ou de capitais, uma grande variação na taxa de juros ou mesmo nas taxas de câmbio.

6.4.4.2.2. Para o modelo do CAPM, a carteira de mercado é representada na prática por todas as ações negociadas, sendo seu desempenho formal representado pelo índice de mercado de bolsa de valores, conforme (SHARPE, 1964; LINTNER, 1965; MARTIN e PETTY, 2000; BREALEY e MYERS, 2000; DAMODARAN, 2002; COPELAND, KOLLER E MURRIN, 2002; ASSAF NETO, 2005).

6.4.4.2.3. O prêmio pelo risco de mercado quantifica o retorno adicional a um título livre de risco, devendo remunerar o investidor em aplicações em condições de risco. Como o apetite ao risco é indubitavelmente variável, o prêmio pelo risco deve ser mensurado pela média dos prêmios demandados pelos investidores.

6.4.4.2.4. O prêmio pelo risco de mercado é adotado na prática do CAPM pela diferença entre o retorno médio histórico das ações (ativos com risco) e a taxa de retorno média dos títulos públicos, considerados como de risco zero.

6.4.4.2.5. O cálculo dessa medida de risco em países emergentes como o Brasil traz, adicionalmente, problemas referentes à qualidade das informações e forte volatilidade de seus valores. O longo período de altas taxas de inflação da economia nacional, seguida de períodos convivendo com percentuais bastante reduzidos, prejudicam a referência da tendência apresentada pelos indicadores de prêmio de risco de mercado. Da mesma forma, a rentabilidade da carteira de mercado de ações revela uma forte dispersão em relação a seus valores centrais, fragilizando o uso da taxa média como representativa da tendência observada. Deve-se, ainda, ser acrescentado o histórico desajuste do mercado acionário brasileiro provocado pela forte concentração de poucas ações na formação do índice de mercado e, principalmente, a restrita oferta de ações ordinárias nas bolsas de valores.

6.4.4.2.6. O prêmio de risco de mercado tem como finalidade indicar o incremento de taxa de retorno exigido pelo mercado, relativamente ao risco adicionado ao se investir em ativos que não estão livres de risco de inadimplência.

6.4.4.2.7. Diante do exposto, para o presente estudo, foi utilizado o mercado acionário americano, como mercado de referência, representado pelo índice S&P 500, composto pelas ações das quinhentas maiores empresas negociadas na bolsa de Nova York.

6.4.4.3. Coeficiente de risco não diversificável β

6.4.4.3.1. O beta reflete o risco do negócio e o risco financeiro do ativo subjacente¹².

6.4.4.3.2. O risco do negócio pode ser definido como o grau de incerteza em relação à projeção do retorno sobre o ativo total inerente ao negócio (não é eliminado por diversificação); é o risco não-diversificável.

¹² Um ativo subjacente assume frequentemente a forma de um título ou de uma commodity, mas também pode ser qualquer ativo que acrescente valor.

6.4.4.3.3. Quanto ao risco financeiro, ele é adicional, devido ao uso do capital de terceiros no financiamento do projeto; é o risco adicionado ao projeto em razão da alavancagem financeira.

6.4.4.3.4. Segundo Alexander *et al.* (2000), para uma medição apropriada do beta é recomendada a utilização de um período de três anos ao considerar informações diárias ou semanais de preço e cinco anos quando utilizados dados mensais.

6.4.4.3.5. Os betas das empresas foram obtidos diretamente da plataforma de informações econômicas *Thomson Reuters EIKON*¹³ e a abordagem utilizada foi a *downside beta*, que calcula a correlação das variações dos ativos em relação ao ativo de referência considerando apenas as variações negativas deste último.

6.4.4.3.6. De maneira geral o *downside beta* é o elemento do beta no qual os investidores podem associar o risco com a incerteza de perda potencial de um ativo.

6.4.4.3.7. O *downside beta* de um ativo é o valor obtido pela correlação entre o retorno de seus títulos e o retorno do índice de mercado no qual o ativo é negociado, considerando apenas os dias em que o ativo de referência teve variação negativa e é dado por:

$$\beta = \frac{COV (R_{\text{título}}; - R_{\text{índice}})}{VAR (R_{\text{índice}})} \quad (3)$$

Onde:

$COV (R_{\text{título}}; - R_{\text{índice}})$ é a covariância entre os retornos diários das ações, considerando apenas os retornos negativos diários do índice de referência;

$VAR (R_{\text{índice}})$ é a variância retornos diários (negativos) do índice de referência.

6.4.4.3.8. O cálculo do β será realizado a partir da desalavancagem do beta dos papéis negociados, para, em seguida, proceder-se à realavancagem.

6.4.4.3.9. Para a determinação do beta desalavancado será utilizado como *proxy* o beta (alavancado) da amostra de empresas obtido na plataforma de informações econômicas *Thomson Reuters EIKON* e representado pela equação (3). A desalavancagem (equação 4) considera como capital próprio o patrimônio líquido e como capital de terceiros as dívidas de curto e longo prazo para com terceiros.

$$\beta_{\text{desalavancado}} = \beta_{\text{alavancado}} \left(\frac{E}{E + D (1 - T_E)} \right) \quad (4)$$

Onde:

¹³ <https://financial.thomsonreuters.com/en.html>



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

$\beta_{alavancado}$ é o beta do negócio de cada empresa obtido na *Thomson Reuters EIKON*;

$\beta_{desalavancado}$ é o obtido pela equação (4) para cada empresa;

E e D são, respectivamente, o valor do capital próprio e de terceiros da empresa;

T_E é a tributação aplicada ao caso concreto e obtida pela plataforma de informações da *Thomson Reuters EIKON*.

6.4.4.3.10. Na sequência, procede-se à realavancagem:

$$\beta_{realavancado} = \beta_{desalavancado} \left(\frac{E+D(1-T_B)}{E} \right) \quad (5)$$

Onde:

T_B é a tributação do imposto de renda + a contribuição social sobre o lucro líquido (IR + CSLL).

6.5. Custo do capital de terceiros r_D

6.5.1. O custo de capital de terceiros influencia o grau de endividamento, mas, não necessariamente, um elevado grau de alavancagem financeira indica uma piora na expectativa de capacidade de uma empresa de saldar seus compromissos financeiros (*rating* de risco de uma empresa).

6.5.2. As taxas de juros na economia brasileira têm apresentado valores consideravelmente elevados nas últimas décadas, inibindo qualquer tentativa das empresas de trabalharem com as taxas livremente praticadas no mercado. As empresas maiores, geralmente de capital aberto, são capazes de contornar, ao menos em parte, esses custos elevados, acessando fonte de recursos e repasses oficiais internos, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), por exemplo.

6.5.3. O BNDES tem sido a fonte preferencial de financiamento para concessões em estágios inicial e intermediário e, apesar da recente elevação de suas taxas, elas ainda se mostram competitivas sob determinadas condições, sobretudo para o setor de infraestrutura.

6.5.4. Na modalidade do BNDES Finem – Infraestrutura logística, que se aplica à captação de recursos a partir de R\$ 10 milhões para expansão e modernização da infraestrutura logística do país (rodovias, ferrovias, hidrovias, portos, aeroportos e terminais operadores logísticos), a captação pode ser realizada de forma direta (solicitação feita diretamente ao BNDES) ou de forma indireta (solicitação feita por meio

de instituição financeira credenciada pelo BNDES) no limite de até 80% do valor total do projeto.

6.5.5. Diante disso, propõe-se o uso da equação (6) para expressar o custo de capital de terceiros (nominal) (r_D), isto é, o custo nominal da dívida, que pressupõe uma participação de 80% via BNDES e 20% tomados à taxa Selic:

$$r_D = 0,8 * (x * C_1 + y * C_2) + 0,2 * Selic \quad (6)$$

Onde:

C_1 é o custo de captação via BNDES direto (TLP Pré + 1,3%), conforme anexo IV;

C_2 é o custo de captação via BNDES indireto (TLP Pré + 1,45% + taxa do agente financeiro), conforme anexo IV;

x e y são coeficientes que determinam a estrutura de financiamento a ser considerada, conforme anexo III, figura 11;

$Selic$ é a taxa básica de juros da economia brasileira.

6.5.6. Para a determinação dos coeficientes x e y , consultando as Estatísticas Operacionais do Sistema BNDES¹⁴, no período de 2008 a 2017, para a modalidade do BNDES Finem – Infraestrutura logística, verifica-se a seguinte distribuição:

Ano	Direto	%	Indireto	%	Total (em k reais)
2017	25.229	87%	3.828	13%	29.057
2016	32.045	91%	3.239	9%	35.284
2015	61.320	88%	8.486	12%	69.806
2014	72.148	86%	11.381	14%	83.529
2013	64.858	85%	11.298	15%	76.156
2012	62.599	89%	7.978	11%	70.577
2011	45.217	88%	6.275	12%	51.492
2010	37.597	83%	7.790	17%	45.387
2009	65.082	87%	9.875	13%	74.957
2008	28.578	83%	6.041	17%	34.619

Tabela 1 - Estatísticas Operacionais do Sistema BNDES. Modalidade Finem. Fonte: BNDES

6.5.7. A estimativa do custo de capital de terceiros (r_D) dar-se-á, no limite de 80%, pela captação de recursos junto ao BNDES, e mais 20% capitados à taxa Selic.

¹⁴ <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/estatisticas-operacionais-sistema-bndes>

7. Modelo de referência para o mercado brasileiro

7.1. Conforme Assaf Neto *et al* (2006)¹⁵, o mercado brasileiro apresenta elevada volatilidade entre seus diversos índices financeiros, o que impede uma definição mais confiável da tendência do comportamento futuro.

7.2. Visando suprir a lacuna, utiliza-se o modelo CAPM, no qual é estipulado um prêmio pelo risco de mercado verificado na economia dos Estados Unidos por ser mais estável e admitida como a de mais baixo risco, acrescida de uma medida do risco-país.

7.3. O denominado risco-país (risco soberano) procura retratar o risco da economia de um país, sendo geralmente apurado pelo excesso de remuneração que os títulos públicos de um país pagam em relação a títulos similares emitidos pelo Departamento do Tesouro dos Estados Unidos (*Treasury Bonds*, ou *T-Bonds*¹⁶).

7.4. Os *T-Bonds* são lastreados pela confiança depositada pelos investidores no governo Norte-Americano e admitidos pelo mercado como livres de risco. Eles representam uma referência de taxa de juros nos mercados financeiros internacionais, indicando o piso mínimo dos juros. Seu mercado apresenta o maior volume de negociação do mundo e seus títulos, considerados como os de maior liquidez, apresentam alta maturidade.

7.5. O título brasileiro da dívida pública externo mais utilizado para cálculo do prêmio pelo risco-país é o *capitalization bond* (*C-Bond*¹⁷) transacionado livremente no mercado internacional e admitido como o de maior liquidez e maturidade do país.

7.6. A remuneração adicional paga pelo título brasileiro em relação aos *T-Bonds* é entendida como um *spread* pelo risco de *default*, ou seja, o risco-país.

7.7. Ao se obter o custo de oportunidade do capital próprio, tendo-se como referência o mercado dos Estados Unidos, deve-se acrescentar, ao percentual calculado, essa taxa de risco da economia (ASSAF NETO, 2005).

7.8. A equação do CAPM para cálculo do custo de capital próprio, assim se apresenta, quando aplicada a mercados emergentes:

$$r_E = r_f + \beta (r_m - r_f) + \alpha_{BR} \quad (7)$$

Onde:

α_{BR} representa o risco-país.

¹⁵ http://www.institutoassaf.com.br/downloads/metodologia_calculo_ke_brasil.pdf

¹⁶ Um título do Tesouro (T-bond) é um título de dívida do governo dos Estados Unidos com juros fixos e com prazo de vencimento superior a 10 anos. Os títulos do Tesouro fazem pagamentos de juros semestralmente, e a receita recebida é tributada apenas no nível federal. Os títulos do Tesouro são conhecidos no mercado como basicamente livres de risco; eles são emitidos pelo governo dos EUA com muito pouco risco de inadimplência.

¹⁷ Principal título de dívida externa do País, o C-Bond foi emitido como parte da renegociação da dívida brasileira em 1994 (Plano Brady), com vencimento em 2014. A maior parte destes títulos foi trocada pelos A-Bonds, em operação realizada em 2005. O nome Capitalization Bond (ou Bônus de Capitalização) vem do fato de que parte dos juros, nos primeiros seis anos era capitalizada.



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

7.9. Em razão de o investimento estar sendo avaliado no mercado brasileiro, que possui um risco de *default* superior ao risco mínimo considerado no mercado referência da avaliação, deve-se acrescentar ao modelo do CAPM um prêmio pelo risco, o α_{BR} .

7.10. Damodaran (2002) destaca que o prêmio pelo risco, em seus fundamentos, deve ser formado pela volatilidade da economia e também pelo risco associado a um mercado em particular. Mantendo-se as demais variáveis inalteradas, é de se esperar que mercados com maiores riscos do que o mercado de referência, entendido como de risco mínimo, deverão remunerar os investidores com taxas maiores.

7.11. O *spread* de risco de *default* é calculado pelo excesso de remuneração pago pelos títulos da dívida externa do país (C-Bond spread) em relação aos emitidos pelo país referência de risco mínimo (T- Bond).

7.12. Uma importante referência para análise do risco de crédito em mercados emergentes surgiu a partir da introdução do índice Embi (*Emerging Markets Bond Index*) publicado pelo banco de investimento americano JPMorgan.

7.13. O índice Embi equivale ao retorno total de títulos denominados em dólar relativos a renegociação da dívida externa brasileira (*Bradies*) nos mercados emergentes e que satisfazem a uma série de critérios de liquidez.

7.14. O índice Embi+ relaxa alguns critérios de liquidez do Embi e incorpora mais instrumentos em sua composição.

7.15. O índice Embi+ de cada país, publicado como *stripped spreads*, consiste na diferença em pontos base entre um título com risco emitido pela entidade soberana e um instrumento sem risco de características similares (títulos do governo americano de mesma duração), em que o valor presente do fluxo de colaterais é removido uma vez que colaterais equivalem a um tipo de seguro e não estão sujeitos ao risco soberano.

7.16. Adicionalmente, deve-se descontar os efeitos da inflação americana, representado pelo Índice de Preços ao Consumidor – IPC¹⁸ para que se obtenha o custo real:

$$r_{Ereal} = ((1 + r_E)/(1 + IPC)) - 1 \quad (8)$$

Onde:

IPC O Índice de Preços ao Consumidor (IPC) mede a evolução dos preços de bens e serviços.

¹⁸ O IPC mede a variação de preços a partir da perspectiva do consumidor. É uma maneira fundamental para medir as variações de tendências de compra e a inflação nos Estados Unidos. Valores superiores aos esperados devem ser considerados como positivo/alta para o USD (sendo o caminho comum para lutar contra a inflação o aumento das taxas, o que pode atrair o investimento estrangeiro), enquanto valores inferiores aos esperados devem ser considerados como negativos/baixos para o USD.



8. Determinação do prazo do ciclo regulatório ou *regulatory lag*

8.1. Segundo Kessides¹⁹, a institucionalização de prazos de validade para medidas regulatória, o chamado *regulatory lag*, é umas das mais frequentemente colocadas em prática por sistemas regulatórios. O usual é que variem entre dois e cinco anos.

Kessides, I. N., Reforming Infrastructure: Privatization, Regulation and Competition. World Bank Police Research Report., Washington., 2004, p. 119

Institutionalized regulatory lag. Price reviews do not occur for a specified period, usually two to five years. During that time all investigations into the firm's earnings are suspended. Whereas the time between price reviews can vary significantly under traditional rate of return, it is known and fixed under institutionalized regulatory lag.

8.2. Para o caso de regulação baseada em taxas de retorno, este prazo deve ser mais curto do que no caso de regulação por *price-cap*. Assim, considerando a volatilidade do cenário macroeconômico brasileiro e as referências bibliográficas sobre o tema, a revisão e/ou atualização do WACC será de 3 (três) anos, que se enquadra no prazo do ciclo regulatório de Kessides.

9. Simulação numérica pelo método de Monte Carlo

9.1. De partida é necessário esclarecer que quando se utiliza a palavra “simulação” ao referir-se a qualquer método analítico, o que se pretende é “imitar” um sistema real quando outras análises matemáticas são muito complexas ou difíceis de serem reproduzidas.

9.2. Sem a simulação, uma planilha, por exemplo, poderia resultar em uma única saída, geralmente o cenário médio ou mais provável. Planilhas que se utilizam de análises de risco simulam e analisam automaticamente o efeito da variação das entradas e saídas do modelo numérico (Oracle, 2008)²⁰.

9.3. O Método de Monte Carlo é um tipo de simulação numérica em que valores são gerados aleatoriamente para as variáveis incertas, milhares de vezes, com o objetivo de gerar possíveis cenários.

9.4. Matematicamente, de acordo com Glasserman (2003)²¹, o Método de Monte Carlo baseia-se na analogia entre probabilidade e volume.

9.5. Monte Carlo calcula o volume de um conjunto por meio da interpretação deste mesmo volume como probabilidade. Isso significa criar uma amostra de forma randômica de um universo de possíveis resultados e tomar a fração que está no intervalo de interesse como uma estimativa do volume do conjunto.

¹⁹ Kessides, I. N., Reforming Infrastructure: Privatization, Regulation and Competition. World Bank Police Research Report., Washington., 2004.

²⁰ Oracle, 2008. Risk Analysis Overview. Disponível em: <http://www.oracle.com/us/products/middleware/busint/crystalball/risk-analysis-overview-404902.pdf>

²¹ GLASSERMAN, P. “Monte Carlo Methods in Financial Engineering”. Springer, 2003.

9.6. A lei dos grandes números garante que a estimativa converge para o valor correto na medida em que o número de amostras aumenta. O teorema do limite central fornece informação acerca da magnitude do erro na estimativa a partir de um número finito de amostras.

9.7. Para a execução da simulação de Monte Carlo é necessário, para cada variável incerta (ou seja, aquela que pode assumir valores dentro de um intervalo), definir os valores possíveis com uma determinada função de distribuição de probabilidade, que é selecionada é baseando-se nas condições de contorno da variável. Entre os tipos de função de distribuição de probabilidade estão:

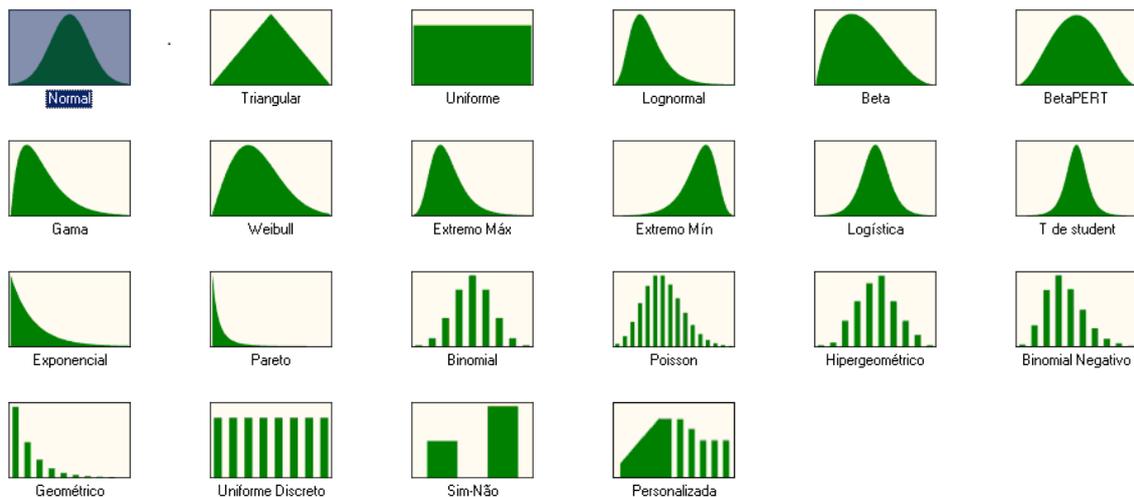


Figura 2 - Funções de densidade e probabilidade. Fonte: Oracle

https://docs.oracle.com/cd/E52437_01/pt_BR/crystal_ball_users_guide/frameset.htm?betapert_distribution.htm

9.8. De acordo com Murtha (2008)²², a qualidade da simulação de Monte Carlo depende essencialmente de dois aspectos: a escolha das variáveis que de fato influenciam o fenômeno e a escolha de funções de densidade de probabilidade que representam os parâmetros que estão sendo modelados.

9.9. Assim, para aquelas variáveis que sofreram o processo de Monte Carlo, o ajuste de distribuição corresponde automaticamente a dados históricos contra distribuições de probabilidade. Apenas para os casos em que o universo amostral foi inferior a 15 (quinze) amostras foi utilizada distribuição normal.

9.10. Um ajuste matemático determina o conjunto de parâmetros para cada distribuição que melhor descreva as características dos dados. Depois, a proximidade de cada ajuste é julgada usando um dos diversos testes padrão de grau de adequação. O ajuste de classificação mais alto é escolhido para representar os dados.

²² Murtha J. Decisions Involving Uncertainty – an @Risk tutorial for the petroleum industry. Palisade Corporation, 2008.



10. Abordagem probabilística do WACC

10.1. A estimativa do WACC costuma gerar uma série de controvérsias entre regulador e regulados. Em parte, essa controvérsia reflete o fato de que o custo de capital tem um impacto significativo nos negócios regulados. Essa controvérsia também reflete o fato de que existe um grau de incerteza estatística associado a todos os modelos derivados da teoria e da prática das finanças.

10.2. O verdadeiro custo de capital de qualquer firma está baseado em uma visão de futuro para o retorno que o acionista esperaria receber antes de investir nela²³. Não é, ao contrário, baseada em retornos que já ocorreram. Por esta razão, **o WACC não pode ser precisamente calculado, mas somente pode ser inferido a partir de alguns dados de mercado.**

10.3. Nesse cenário, em que há uma diferença entre o real custo de capital da firma e a estimativa realizada pelo regulador, torna-se ideal a proposição de uma metodologia estatística, baseada em procedimentos tecnicamente bem aceitos, para não só quantificar a imprecisão estatística, como também para avaliar a alocação dos riscos.

10.4. Na abordagem probabilística, o Método de Monte Carlo leva em consideração as suas funções de densidade de probabilidade (baseadas em dados de mercado), gerando uma amostra. Tal amostra serve como fonte para a elaboração de curvas de densidade de probabilidade e, portanto, para o cálculo da probabilidade de ocorrência de cada cenário possível (diferentes intervalos de confiabilidade). Assim, são gerados vários cenários possíveis de WACC para que, com base na probabilidade de ocorrência de cada cenário, defina-se aquele que melhor reflete a realidade, tendo uma estimativa prospectiva sobre qual o custo de capital (e, por consequência, o custo de oportunidade).

10.5. Aqui, resta evidente a mudança de paradigma proposta por meio desta metodologia: deixa-se de propor um número para o WACC e passa-se à proposta de um conjunto de cenários estimativos com uma probabilidade associada.

10.6. É importante ressaltar que a curva de densidade de probabilidade não indica qual foi ou qual deveria ser o retorno real. Tal distribuição pode ser utilizada para avaliar a probabilidade da remuneração do capital calculada por meio do WACC proposto ser suficiente para atrair investidores, que é uma informação importante para a tomada de decisão quanto à definição de qual será a rentabilidade.

10.7. A definição de qual cenário será aquele que irá de fato representar o WACC estimado pelo regulador está associada essencialmente à tolerância ao risco e, por conseguinte, à confiabilidade a ser adotada na curva de densidade de probabilidade.

10.8. Por fim, é oportuno salientar que, ao contrário do que possa parecer, o Método de Monte Carlo não insere maior subjetividade na definição do WACC; a diferença é que na estimativa pontual, tradicional, de um único número, apesar de não ser explicitado, assume-se que o erro de estimativa deste é zero, desconsiderando todas as incertezas existentes na escolha de qualquer variável em modelos econômico-

²³ A Framework for Quantifying Estimation Error in Regulatory WACC – Report for Western Power in relation to the Economic Regulation Authority's 2005 Network Access Review, STRATEGIC FINANCE GROUP, 19 May 2005.



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

financeiros. Por outro lado, ao se usar distribuições de probabilidades no Método de Monte Carlo, é explicitado o modo como os valores da Selic, por exemplo, estão variando em relação a uma determinada média e ainda, qual seria seu comportamento, a partir dos cenários otimista, mais provável e pessimista, proporcionando à estimativa maior grau de convergência com a realidade.

11. Conclusões

11.1. A taxa de remuneração ou custo de capital é um parâmetro chave e deve ser entendida como a taxa de retorno que espelhe o risco do setor em que se insere a empresa e seus serviços, de forma a garantir a atratividade adequada aos investidores. Essa atratividade adequada torna possível a melhoria da qualidade e a expansão do serviço público, fatores que são condicionantes para um crescimento econômico sustentado.

11.2. Independentemente do modelo escolhido, torna-se necessário, em todos os casos, a determinação da taxa de remuneração adequada do capital.

11.3. Diante do exposto e aplicando ao modelo da taxa de retorno (*cost-of-service regulation*) os conceitos do Custo Médio Ponderado do Capital - WACC, somado ao Capital Asset Pricing Model – CAPM e, utilizando-se da abordagem probabilística do método de Monte Carlo, pôde-se chegar aos seguintes resultados:

Perfil de carga	Resultado do WACC
Granel sólido mineral	9,74%
Granel sólido agrícola	10,93%
Granel líquido combustível	10,23%
Granel líquido agrícola	8,53%
Carga geral	10,90%
Cargas conteneurizadas	8,98%
Transporte marítimo de passageiros	8,75%

Tabela 2 - WACC's setoriais resultados do modelo WACC + CAPM + Monte Carlo

12. Recomendações

12.1. Que as taxas calculadas sejam aplicadas a partir de 1/1/2019;

12.2. Que as taxas calculadas sejam revistas a cada 3 (três) anos;

12.3. Que, quando de projetos que se utilizem de mais de um perfil de carga o WACC a ser aplicado para a equalização econômico-financeira do contrato, seja a média ponderada pelas receitas brutas de cada perfil de carga.



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

Renildo Barros Júnior

Especialista em Regulação

Marcus Vinícius Tavares

Especialista em Regulação

Referências

O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) 2015, disponível em <http://www.transportes.gov.br/planejamento-portu%C3%A1rio/113-politica-e-planejamento-de-transportes/5424-plano-nacional-de-log.html?iacute:stica-portu=á:ria-pnlp=>

Nota Técnica 13/SUEXE/2015/ANTT, de 23 de setembro de 2015

ROCHA, C. H., *et al.* (2010). *Modelo de Precificação de Arrendamentos Portuários*. CEFTRU-UnB.

CAVALCANTI, Samuel Ramos de Carvalho. Custo de capital do setor portuário brasileiro. 2013. 126 f., il. Dissertação (Mestrado em Regulação de Mercados)—Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

Nota Técnica 17/2007/GPP/SOG/ANTAQ, de 12 de julho de 2007

Nota Técnica 25/2009/GPP-A/SOG/ANTAQ, de 29 de junho de 2009

BHAR, RAMAPRASAD., CHIARELLA, CARL., PHAM, TOAN M. *Modeling the currency forward risk Premium: Theory and Evidence*. School of Finance and Economics – University of Technology. Sydney, 2007.

ROSS, STEPHEN A., WESTERFIELD, RANDOLPH W., JAFFE, JEFFREY F., *Administração Financeira – Corporate Finance*. 1ª Edição. Editora Atlas S.A. São Paulo, 2009.

Assaf Neto *et al* (2006). Metodologia de cálculo do custo de capital no Brasil. Artigo 6º congresso USP Contabilidade.

Kessides, I. N., *Reforming Infrastructure: Privatization, Regulation and Competition*. World Bank Police Research Report., Washington., 2004.

Oracle, 2008. Risk Analysis Overview. Disponível em: <http://www.oracle.com/us/products/middleware/busint/crystalball/risk-analysis-overview-404902.pdf>

GLASSERMAN, P. *“Monte Carlo Methods in Financial Engineering”*. Springer, 2003

Murtha J. *Decisions Involving Uncertainty – an @Risk tutorial for the petroleum industry*. Palisade Corporation, 2008.

A Framework for Quantifying Estimation Error in Regulatory WACC – Report for Western Power in relation to the Economic Regulation Authority’s 2005 Network Access Review, STRATEGIC FINANCE GROUP, 19 May 2005

Anexo I – Do tratamento dos dados

Do tratamento dos dados

A análise estatística do conjunto de dados, no período de janeiro/2008 a dezembro/2017, inicia-se por uma verificação da adequabilidade dos dados à amostra à qual eles pertencem. Para tanto, utilizou-se o gráfico *Boxplot* – método que permite visualizar a distribuição dos dados de uma amostra. Assim, realizou-se o tratamento dos dados, excluindo-se os valores discrepantes da amostra, denominados *outliers*²⁴.

Para o tratamento dos dados, foi elegida a técnica da Média e Desvio Padrão, onde a média e o desvio padrão dos resíduos são calculados e comparados. Se um valor for um determinado número de desvios padrão da média, esse ponto de dados será identificado como um *outlier*. O número especificado de desvios padrão é chamado de limite. O valor padrão é 2. Esse método pode falhar na detecção de valores discrepantes porque os valores discrepantes aumentam o desvio padrão. Quanto mais extremo o outlier, mais o desvio padrão é afetado.

Da simulação de Monte Calo

Para simulação de Monte Carlo foi escolhida a função de acordo com o ajuste de distribuição corresponde automaticamente a dados históricos contra distribuições de probabilidade. Apenas para os casos em que o universo amostral foi inferior a 15 (quinze) amostras foi utilizada distribuição normal.

Com base nos dados, foi gerado um histograma com 100.000 interações para a determinação dos resultados.

Os valores mínimo e máximo correspondem respectivamente ao menor e ao maior valor da amostra de dados (excluídos os *outliers*). Já o valor mais provável é definido pela mediana bruta da classe modal do histograma, ou seja, o ponto médio da classe do histograma que apresenta a maior frequência relativa.

Método de cálculo das taxas nas séries de índices de ativos

Índice ou ativo	Representação matemática no modelo proposto	Método e cálculo
Embi+	αBr	Média dos retornos diários e Função de Densidade Probabilística
Selic	Selic	Média dos retornos diários e Função de Densidade Probabilística
TLP Pré	TLP	Valor projetado para 12 meses após o mês correspondente e obtida para o período de jan/2018 a nov/2018 e Função de Densidade Probabilística

²⁴ Em estatística, *outlier*, valor aberrante ou valor atípico, é uma observação que apresenta um grande afastamento das demais da série (que está "fora" dela), ou que é inconsistente.



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

S&P 500	R_m	Média dos retornos anuais e Função de Densidade Probabilística
Participação do volume do BNDES – Finem entregue diretamente	X	Média das participações anuais e Função de Densidade Probabilística
TBond	R_f	Média dos retornos diários e Função de Densidade Probabilística
IPC	Inflação US	Média dos retornos mensais e Função de Densidade Probabilística

Tabela 3 - Método de cálculo das taxas nas séries de índices de ativos

Anexo II – Das demonstrações dos resultados (pressupostos básicos + custo com o capital de terceiros)

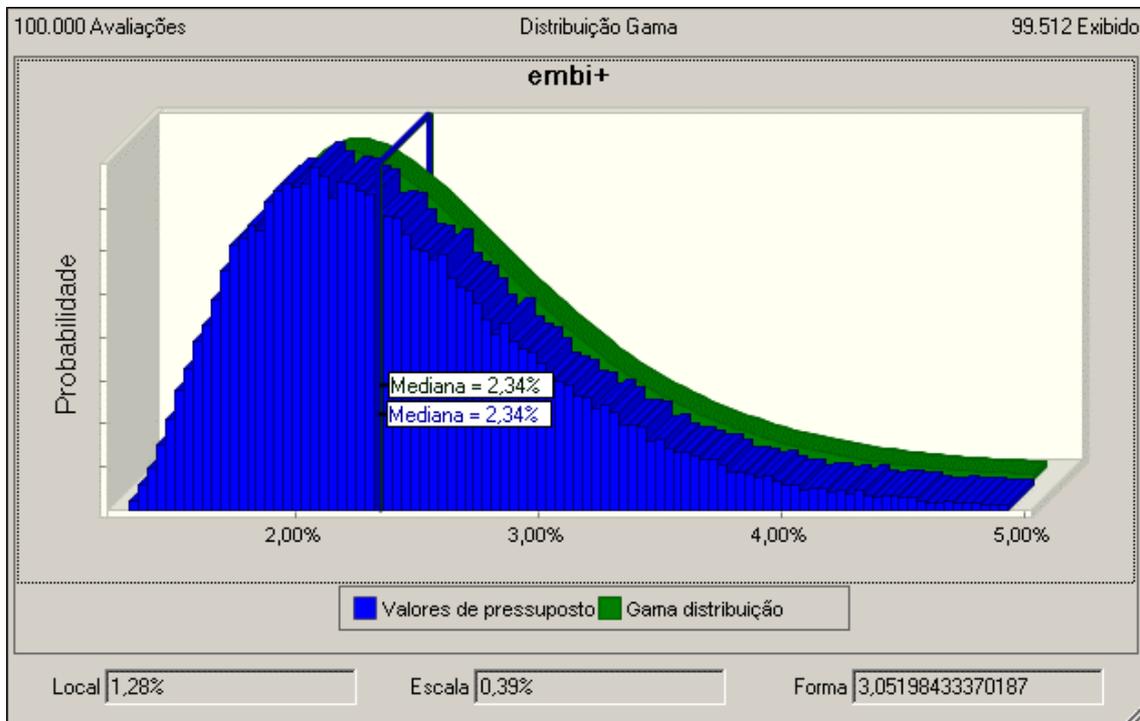


Figura 3 – Projeção do embi + gerada por Monte Carlo

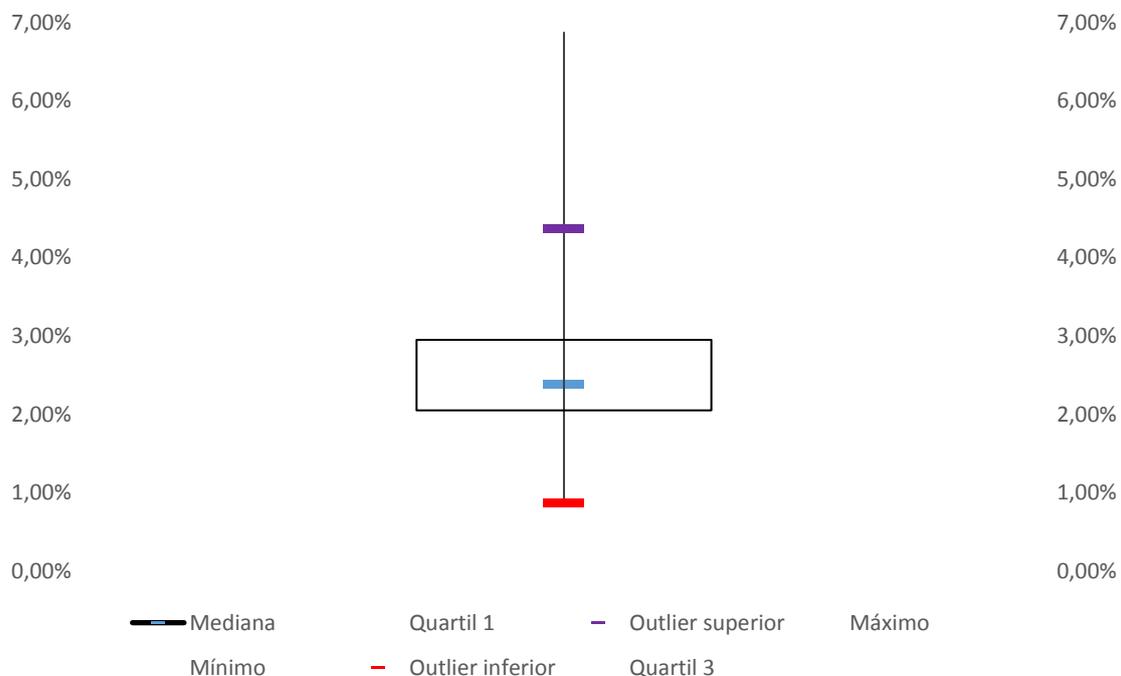


Figura 4 – Boxplot embi +

Fonte: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?module=M&serid=40940>

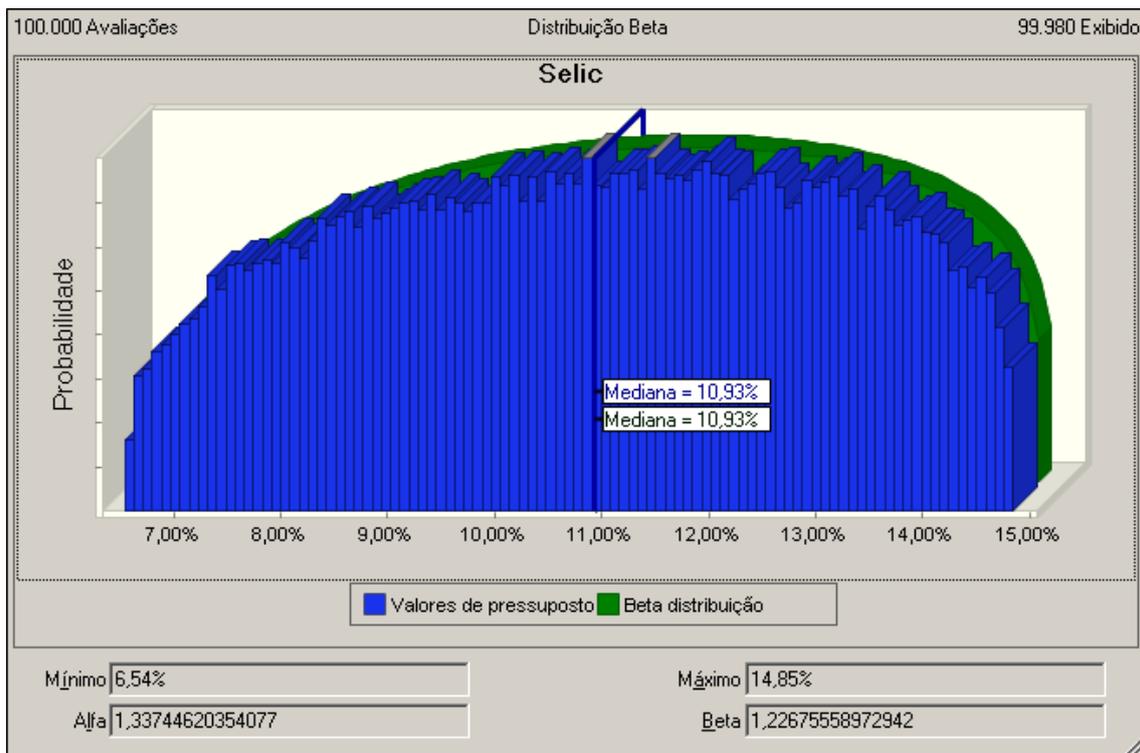


Figura 5 - Projeção da Selic gerada por Monte Carlo

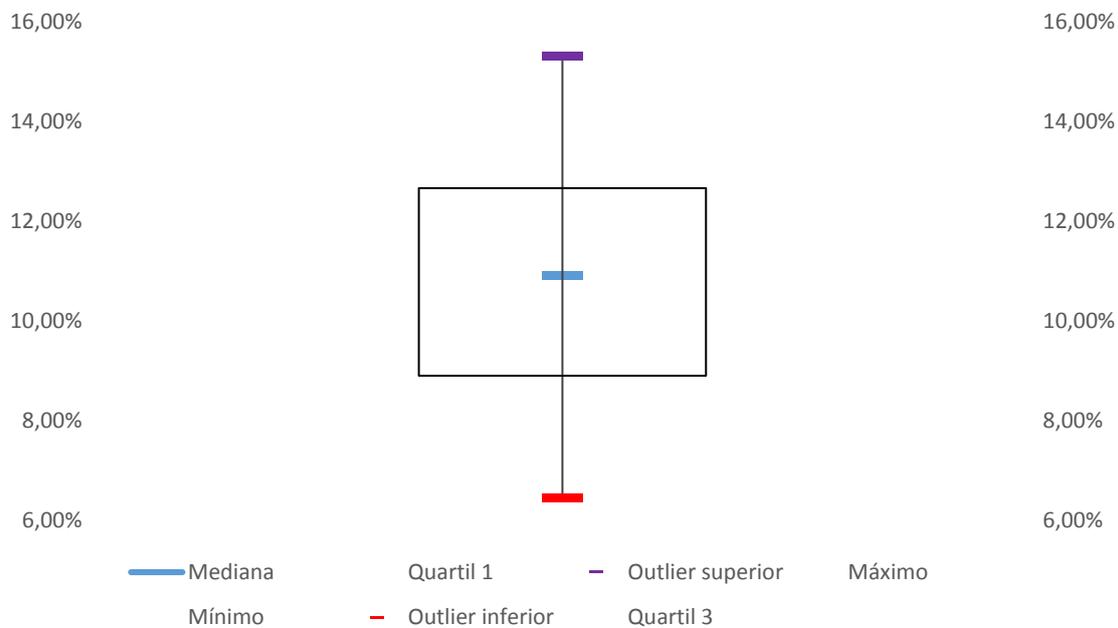


Figura 6 – Boxplot Selic

Fonte: <https://www.bcb.gov.br/pec/copom/port/taxaselic.asp>

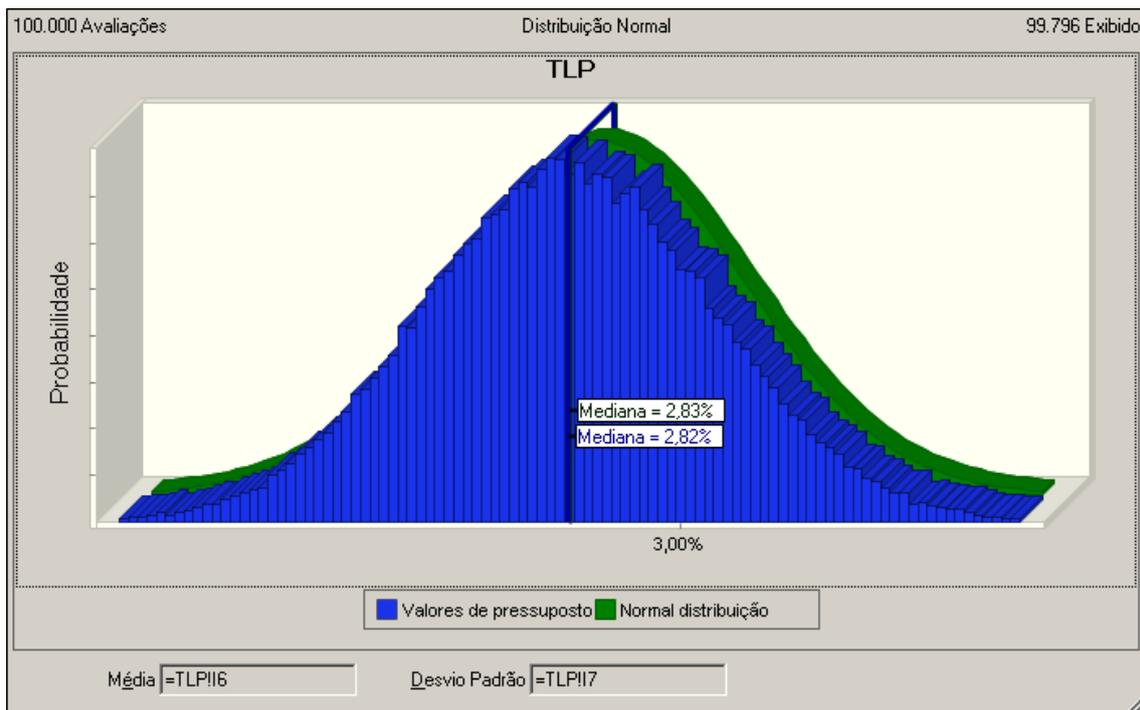


Figura 7 - Projeção da Taxa de Longo Prazo gerada por Monte Carlo

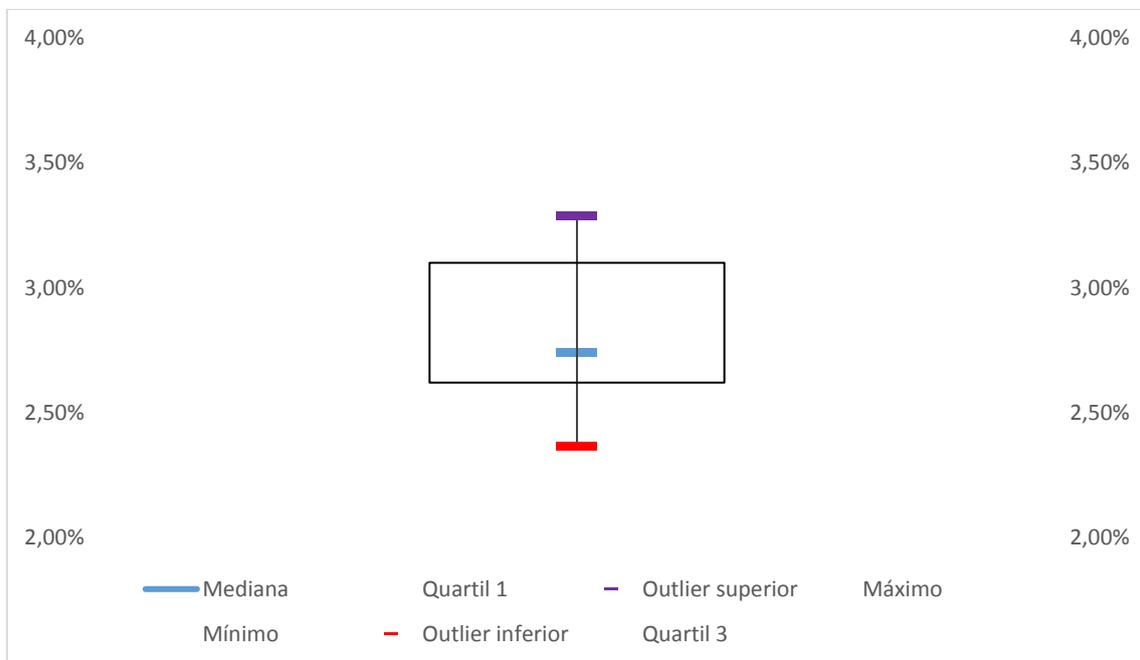


Figura 8 – Boxplot TLP

Fonte de dados: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/custos-financeiros/tlp-taxa-de-longo-prazo>

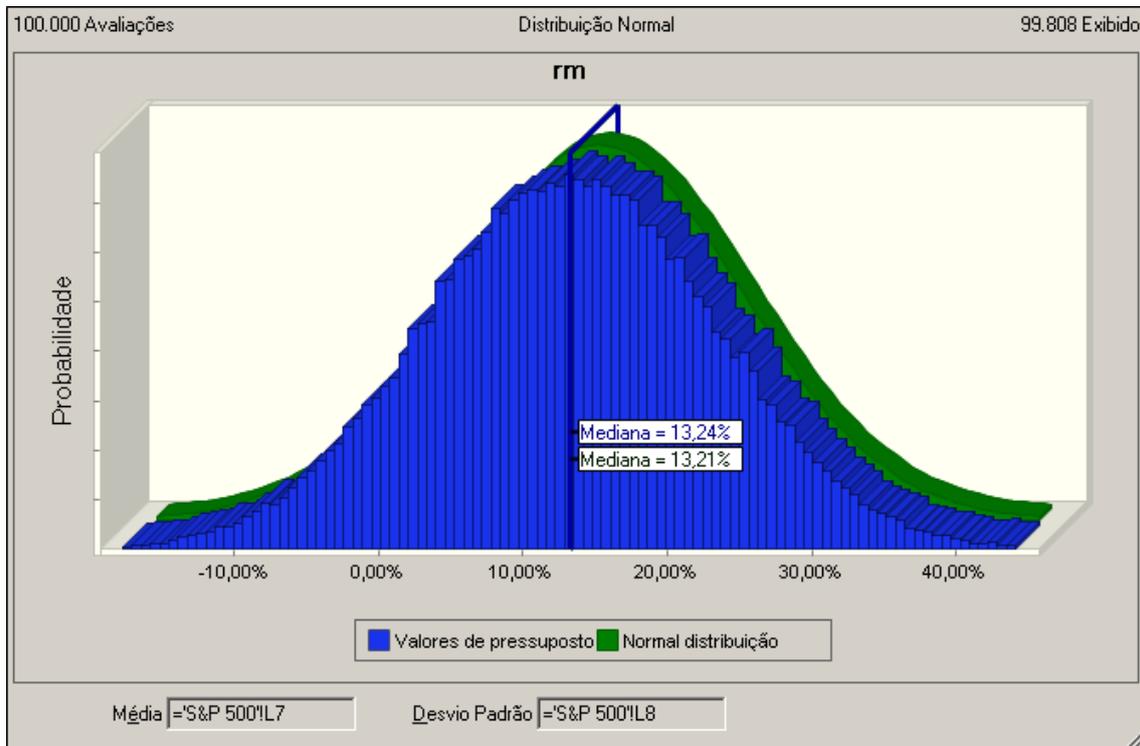


Figura 9 - Projeção do S&P 500 gerada por Monte Carlo

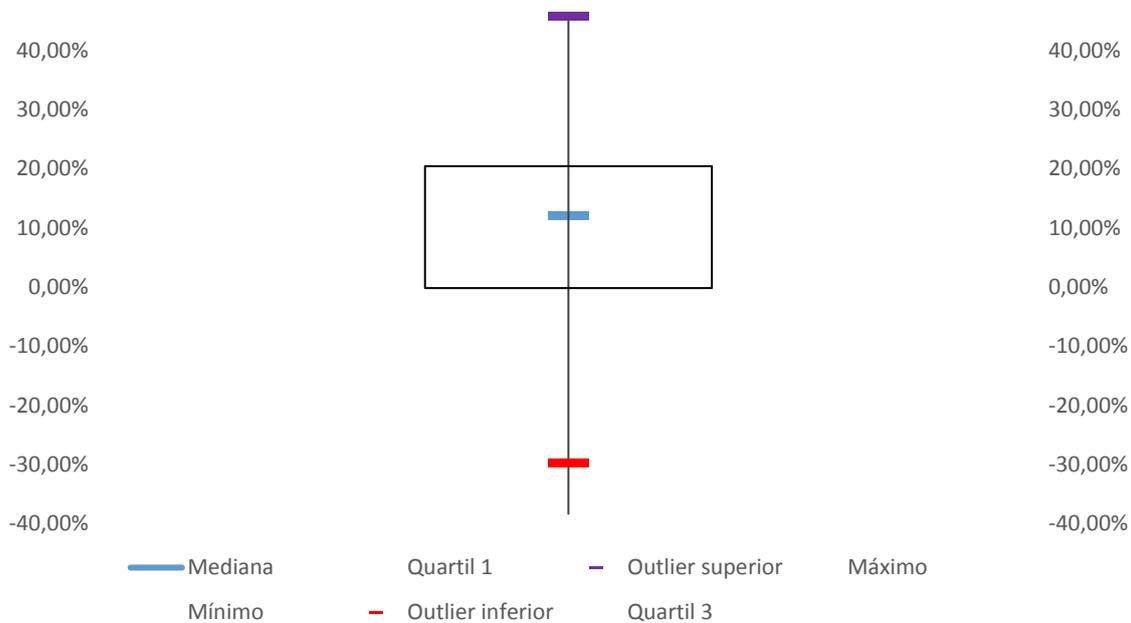


Figura 10 – Boxplot S&P 500

Fonte de dados: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

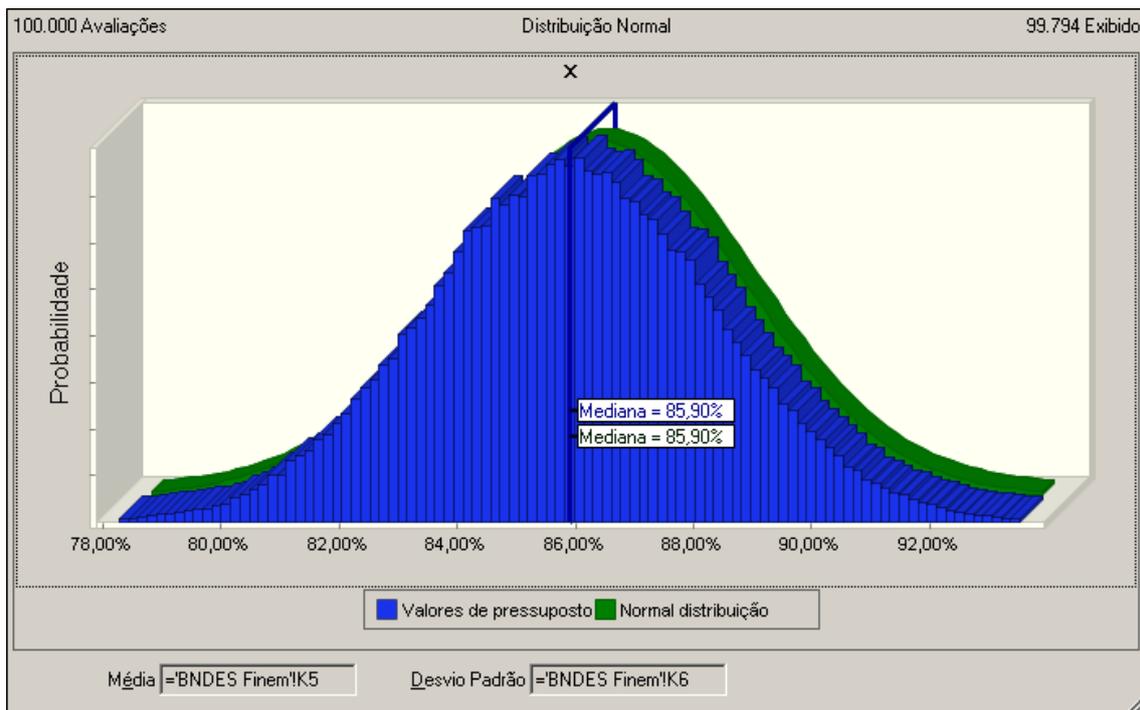


Figura 11 - Projeção da participação do volume de recursos entregues diretamente pelo BNDES via Finem gerada por Monte Carlo

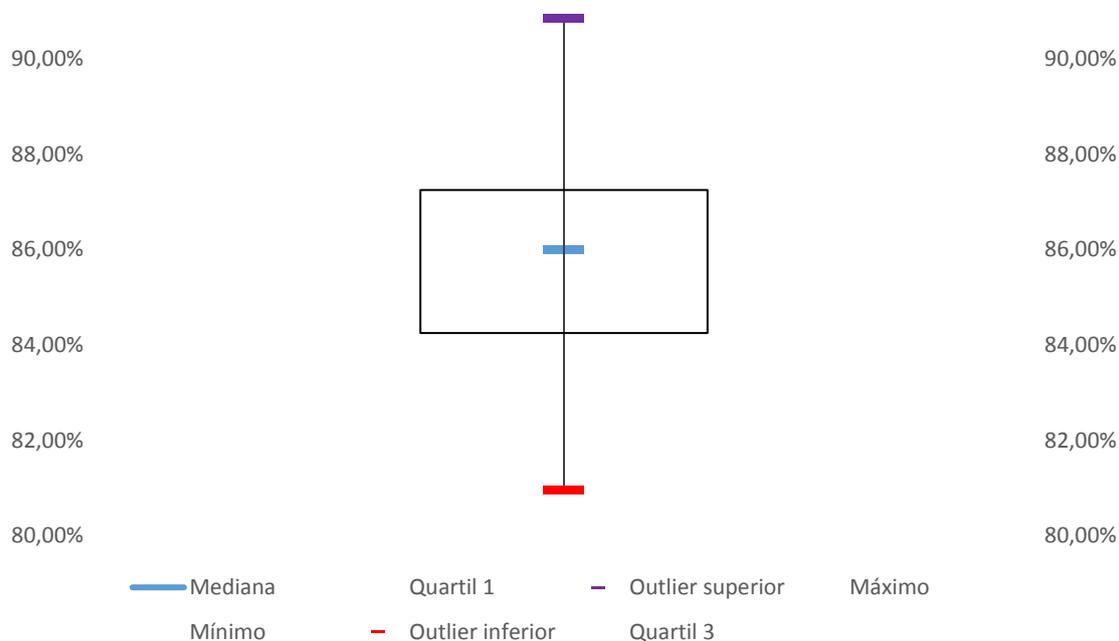


Figura 12 - Boxplot Finem Direto

Fonte de dados: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/estatisticas-operacionais-sistema-bndes>

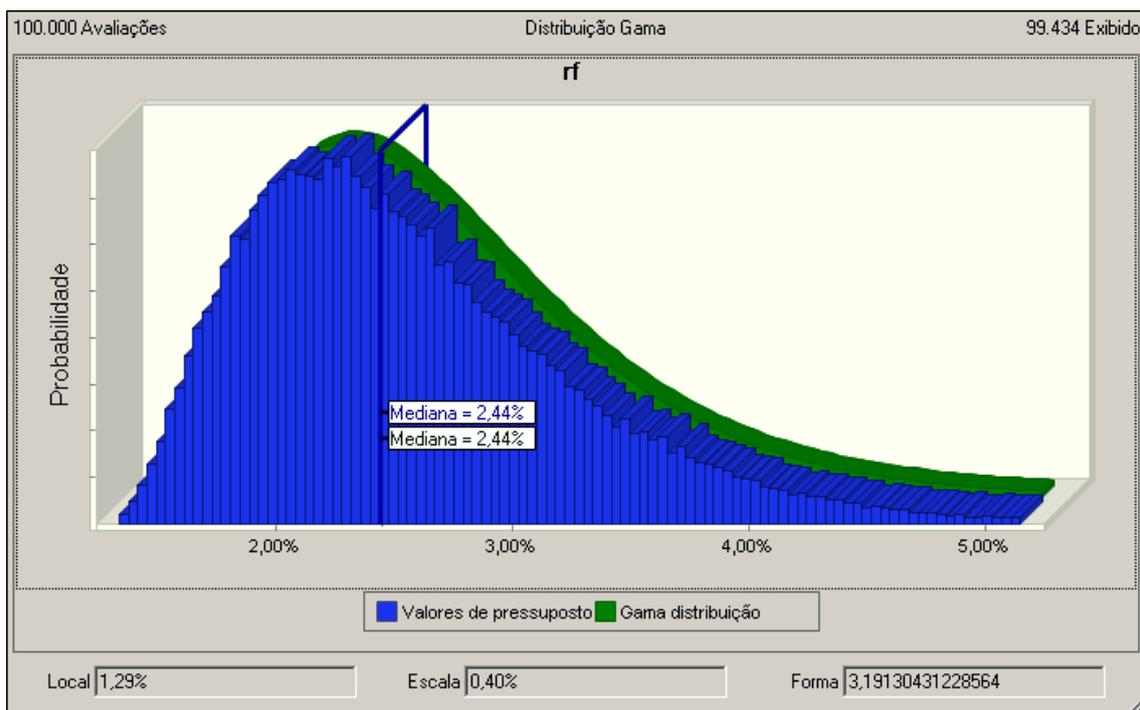


Figura 13 - Projeção do TBond gerada por Monte Carlo

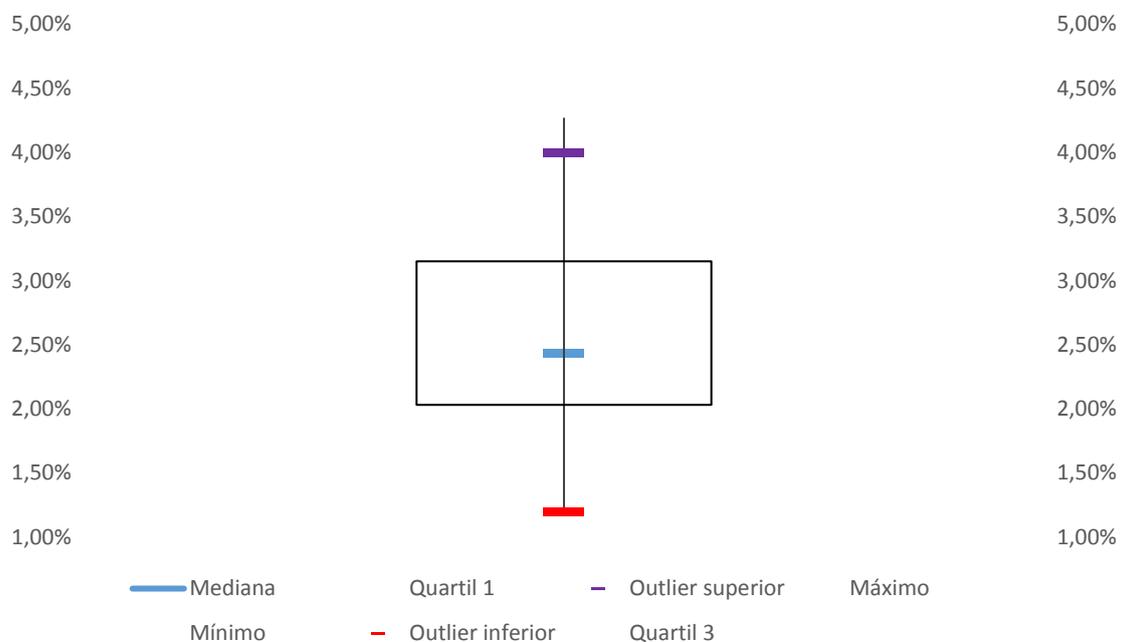


Figura 14 - <https://fred.stlouisfed.org>

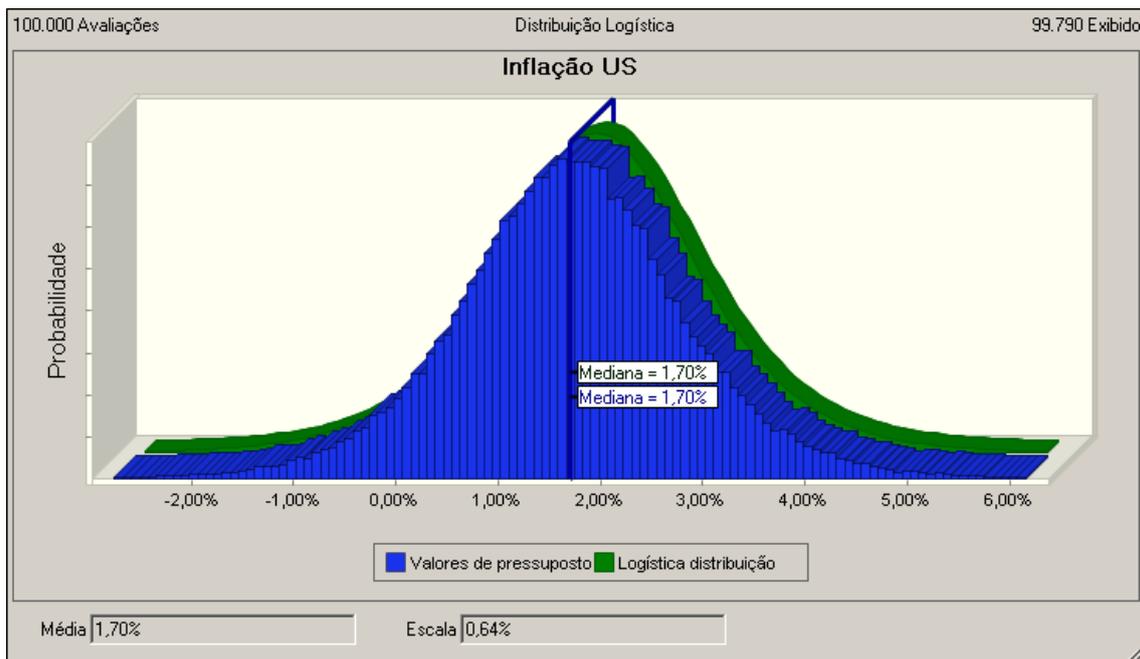


Figura 15 - Projeção da inflação americana gerada por Monte Carlo

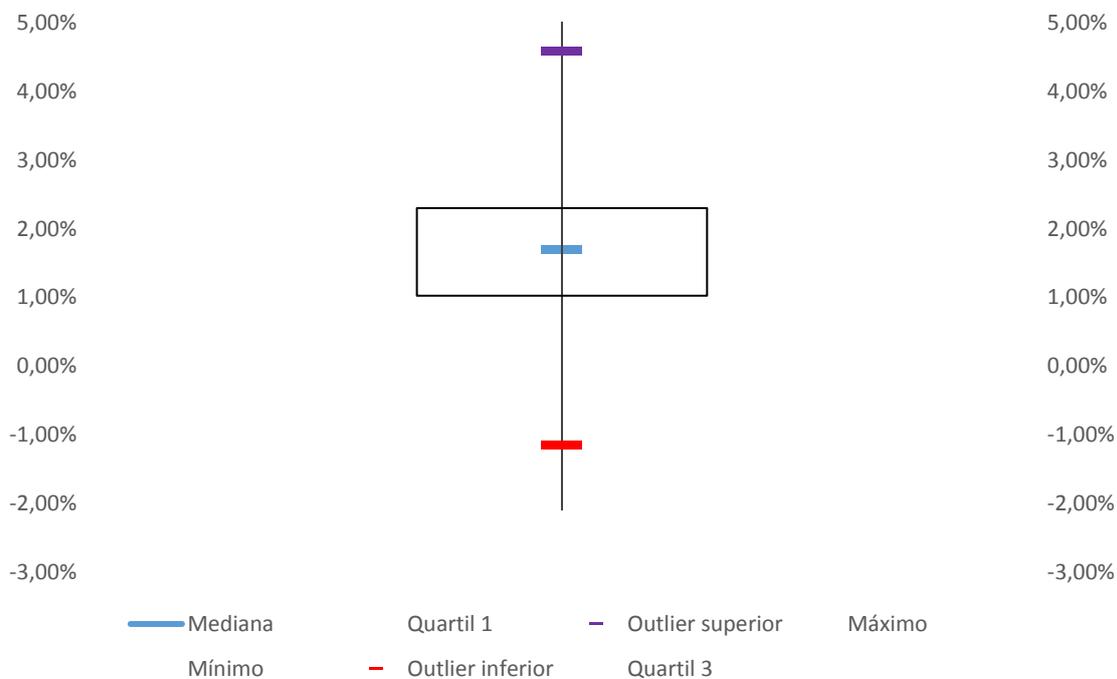


Figura 16 – Boxplot IPC.

Fonte de dados: <https://br.investing.com/economic-calendar/cpi-733>

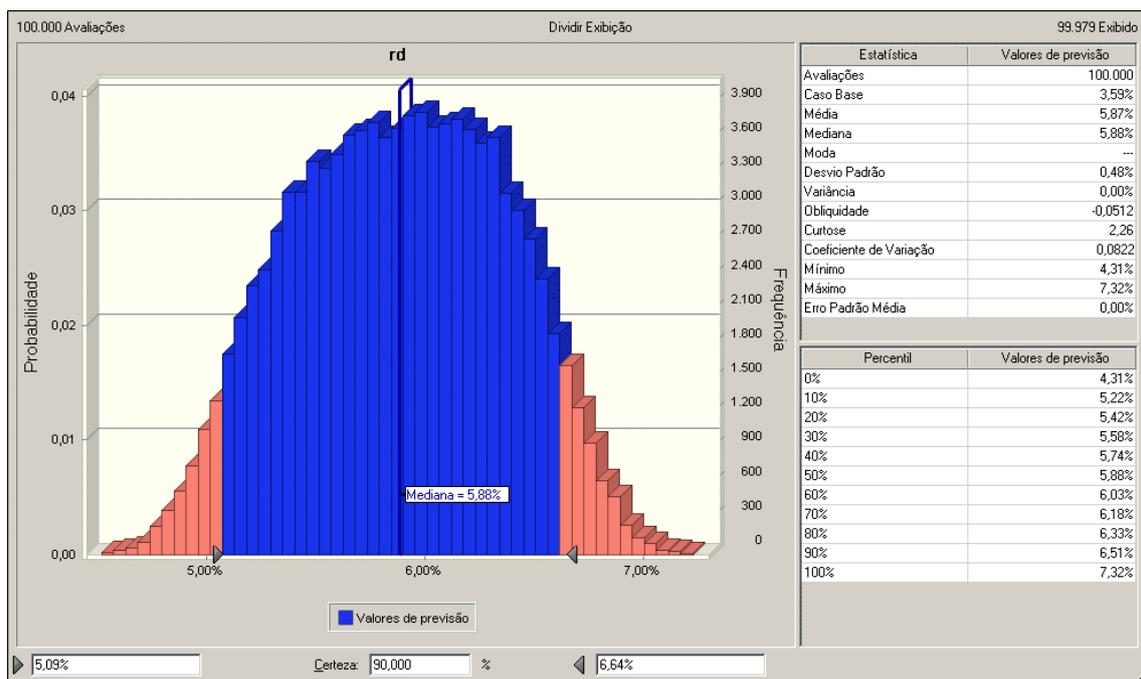
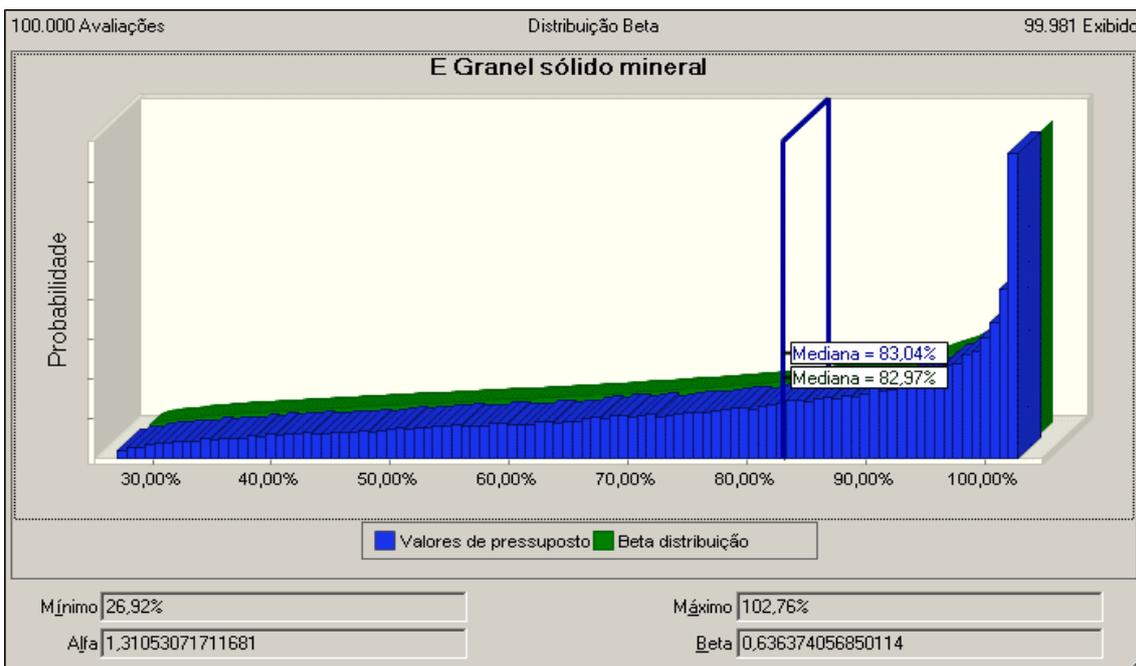
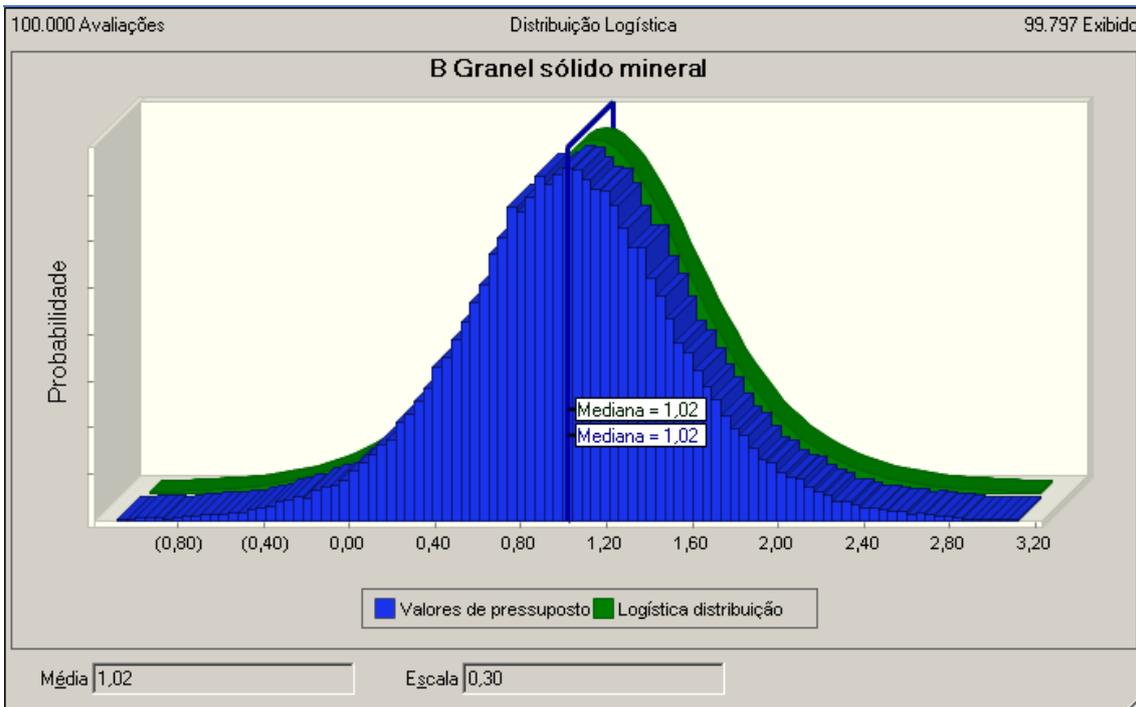


Figura 17 – Projeção do custo com o capital de terceiros gerada por Monte Carlo
Válida para todos os 7 WACC's calculados

Anexo III – Das demonstrações dos resultados (WACC setorial)

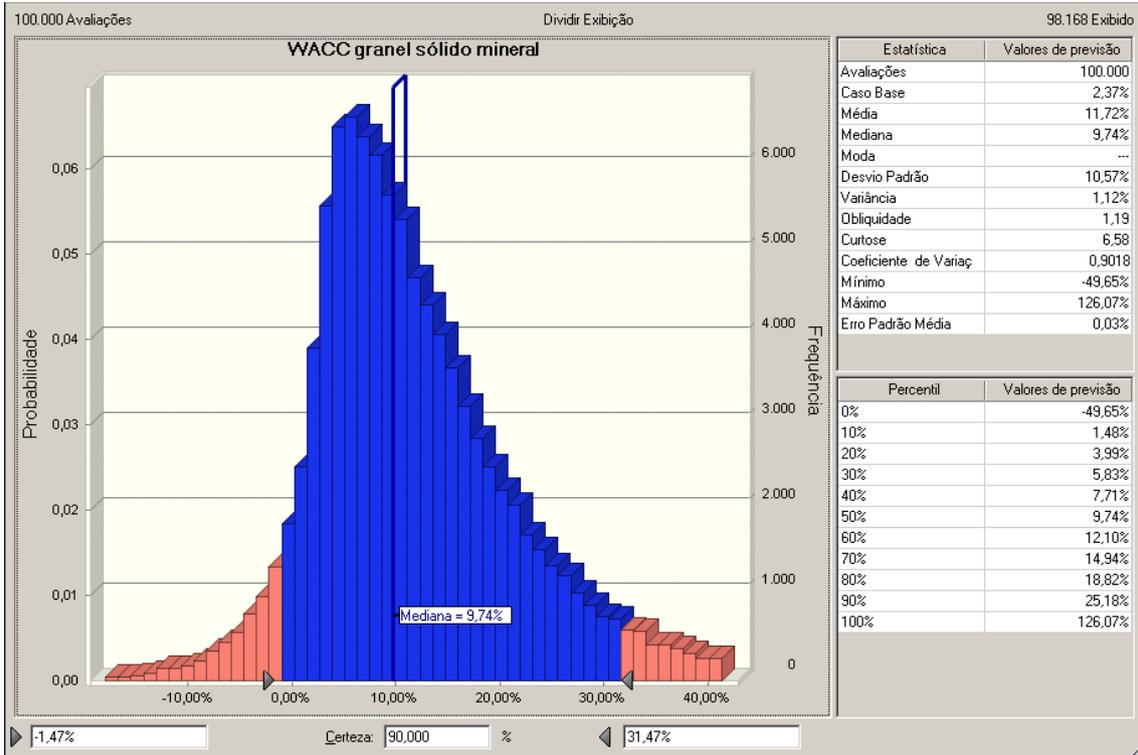
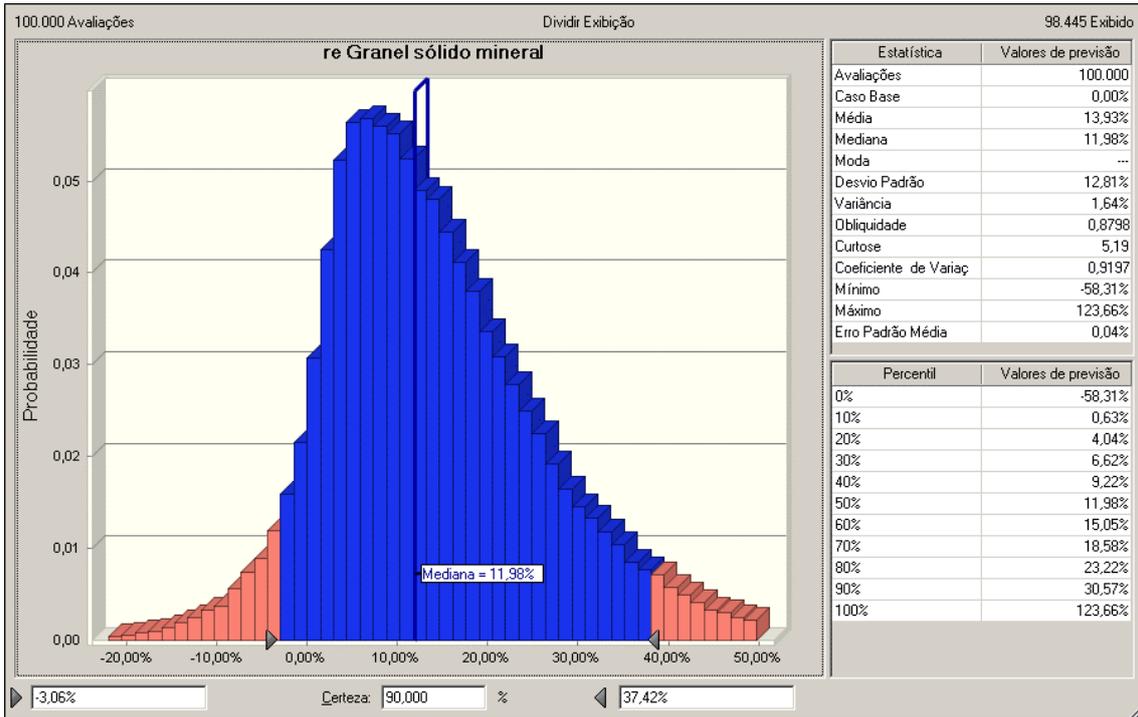
Granel sólido mineral

Sector correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
Aluminium, diversified mining, iron & steel, specialty Mining & Metals	66	1,02	83,04%



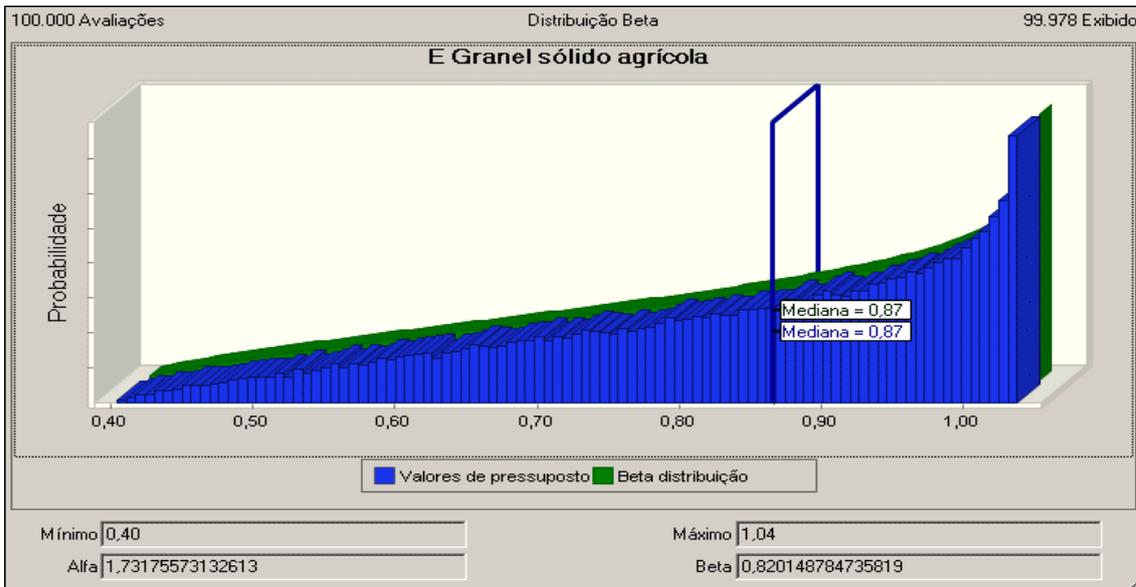
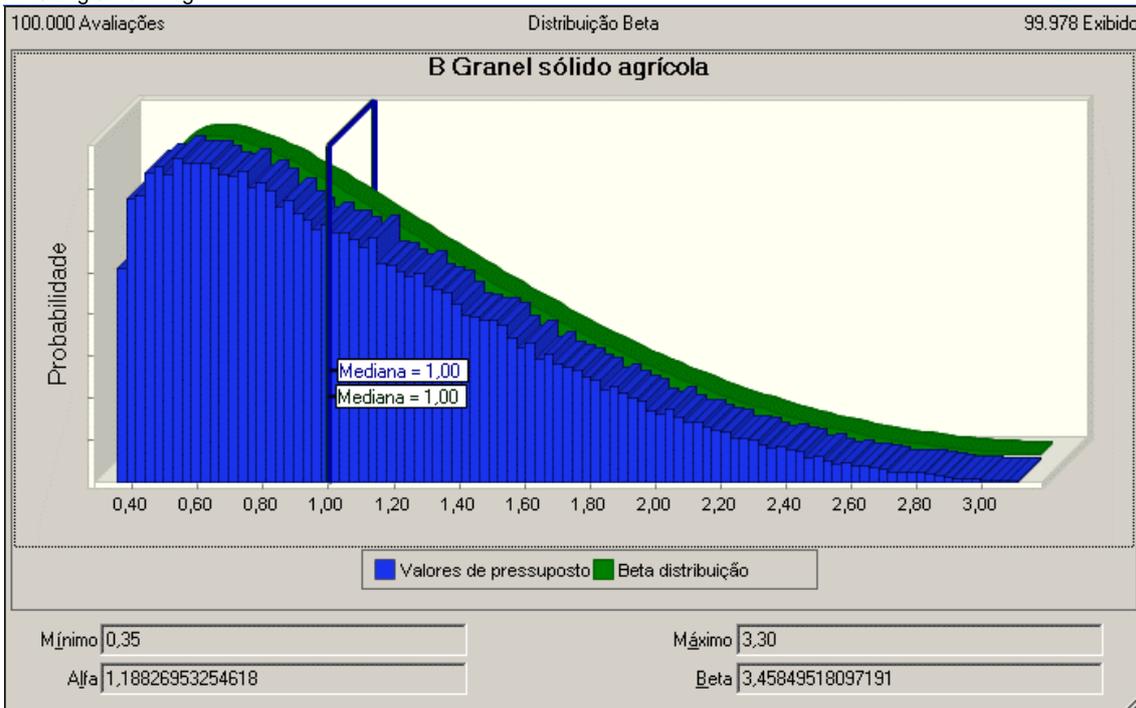


Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados



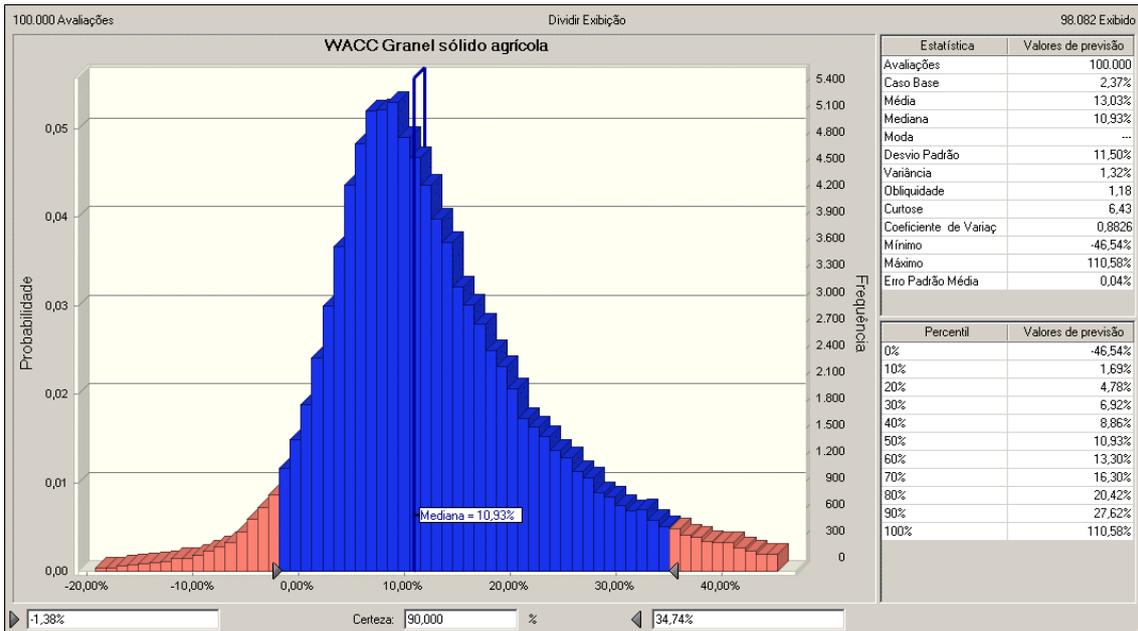
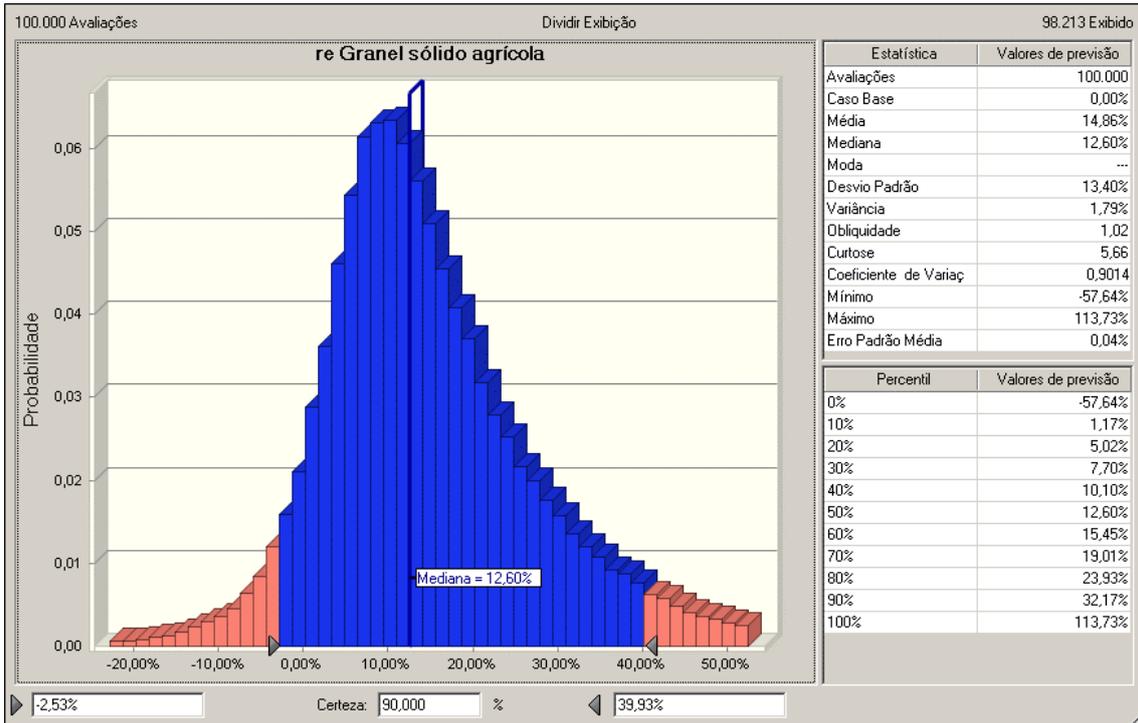
Granel sólido agrícola

Setor correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
Agricultural Chemicals, Fishing & Farming	32	1,00	86,48%





Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados



Granel líquido combustível

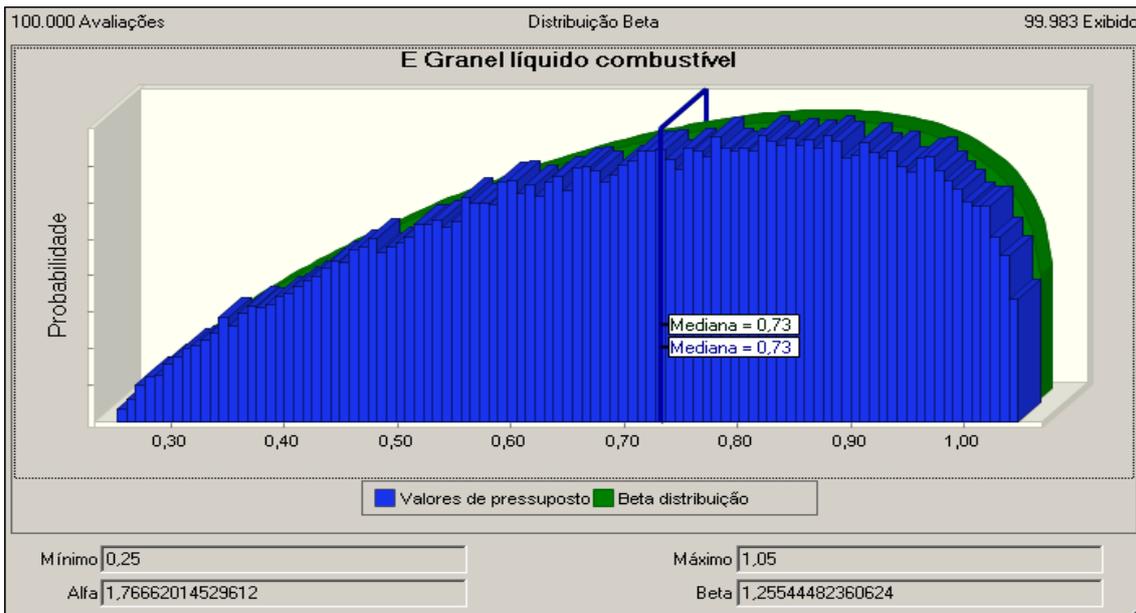
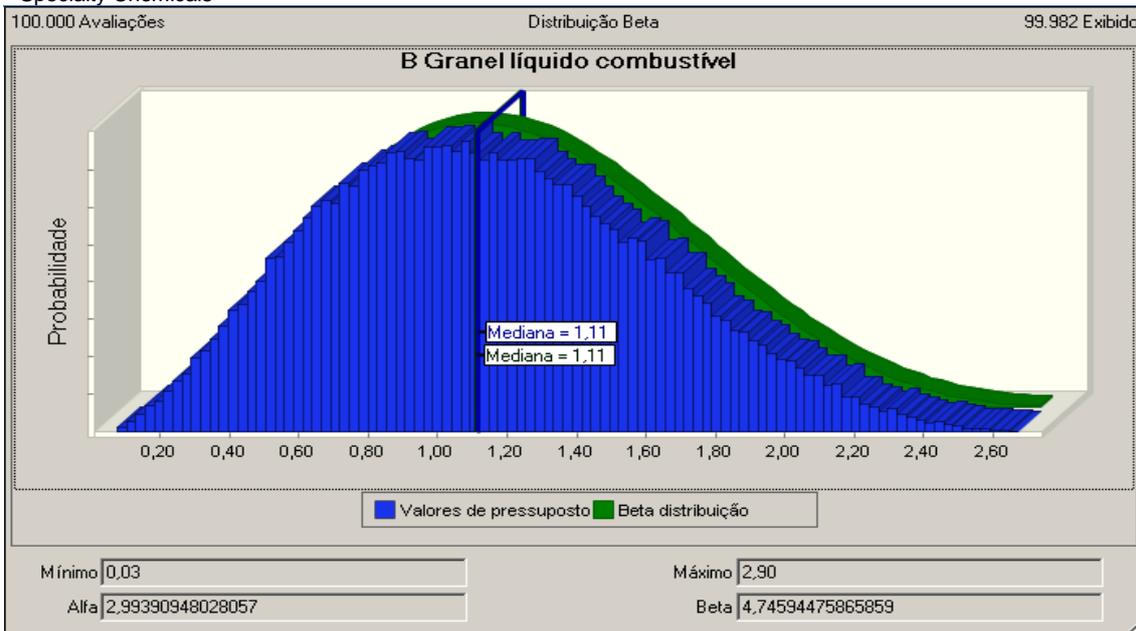
Setor correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
----------------------	--	---	---

Agricultural Chemicals,
Commodity Chemicals,
Diversified Chemicals,
Integrated Oil & Gas,
Oil & Gas Transportation
Services,
Renewable Fuels,
Specialty Chemicals

135

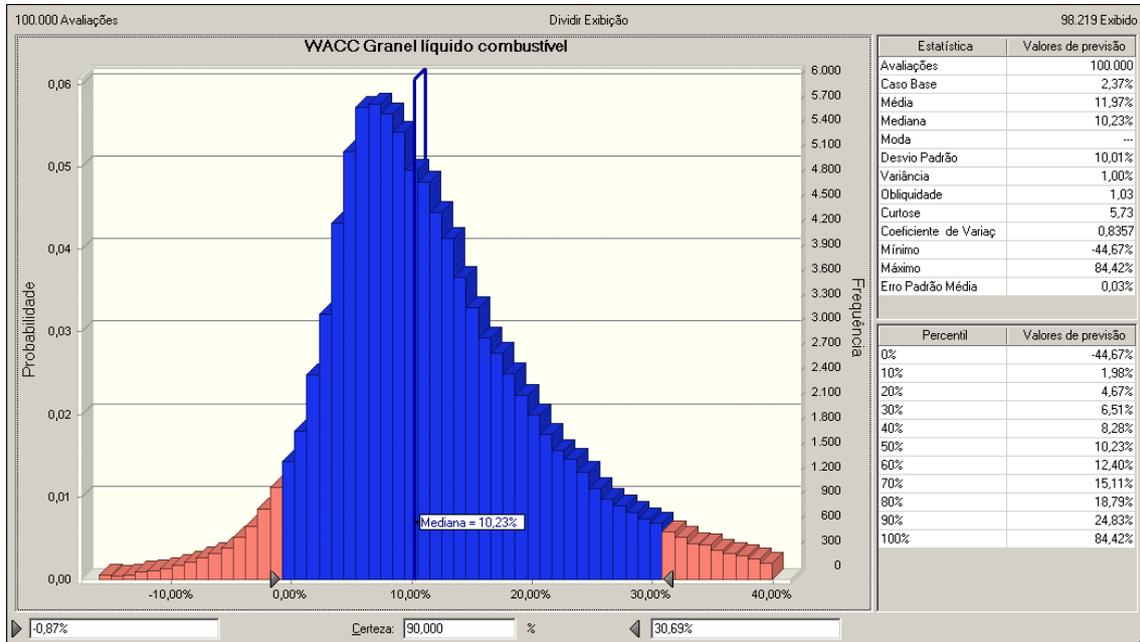
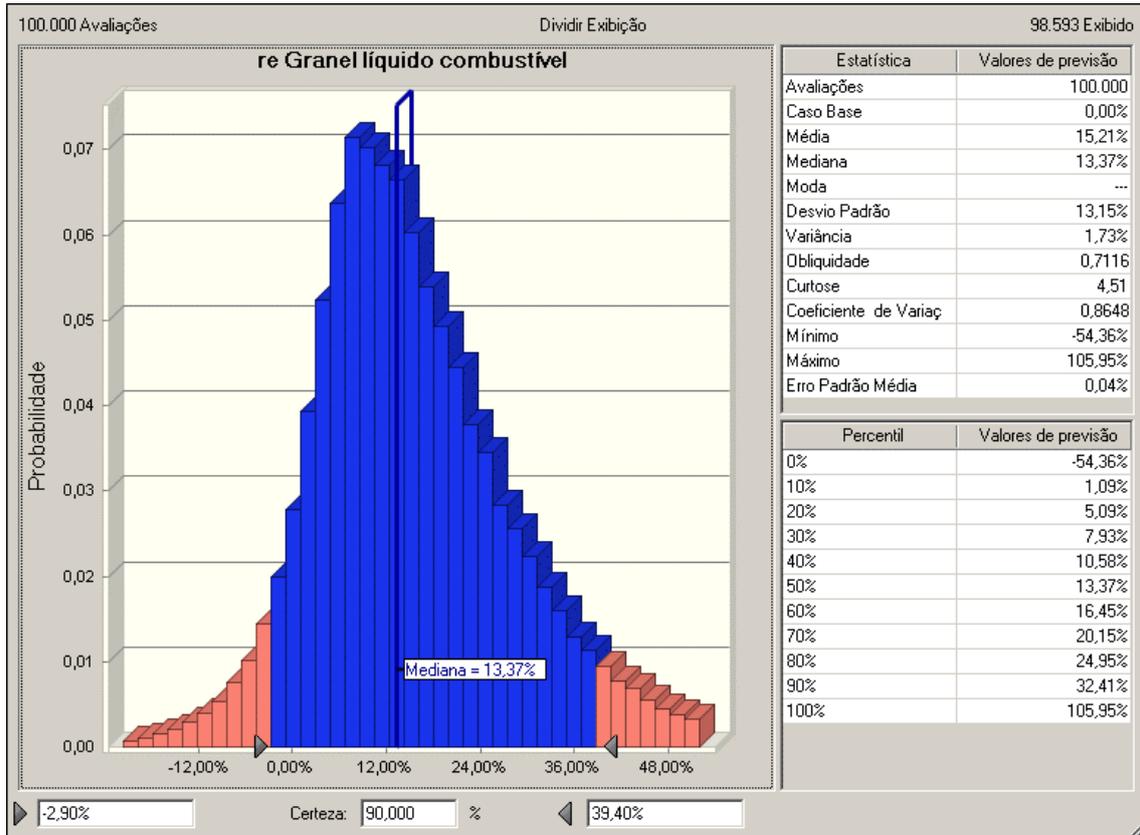
1,11

73,36%



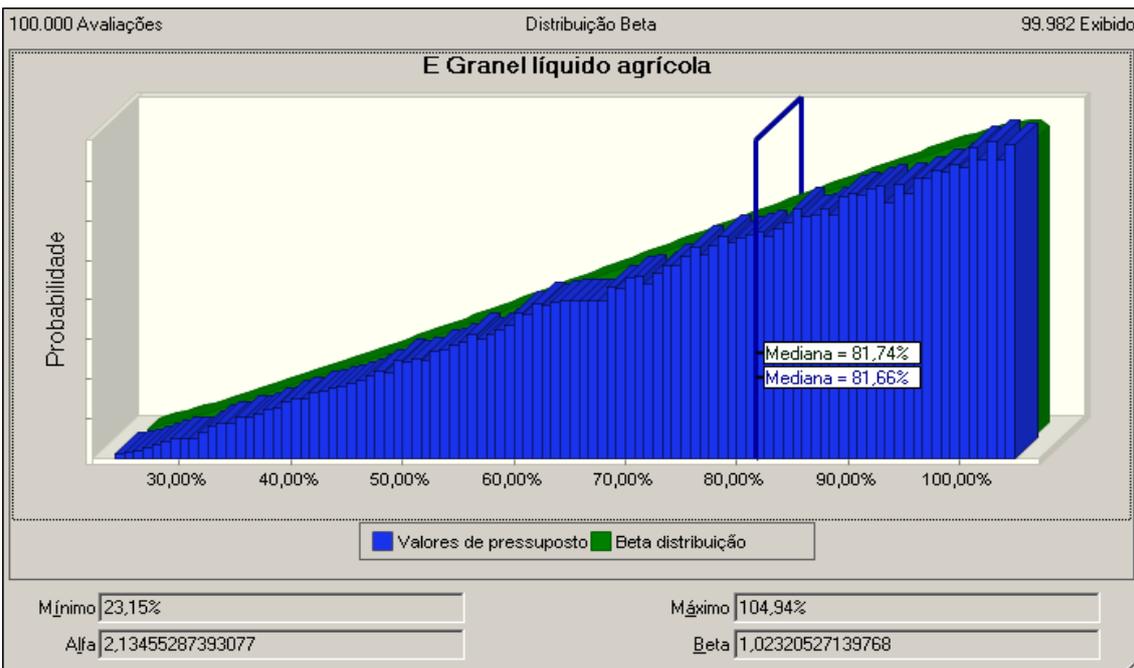
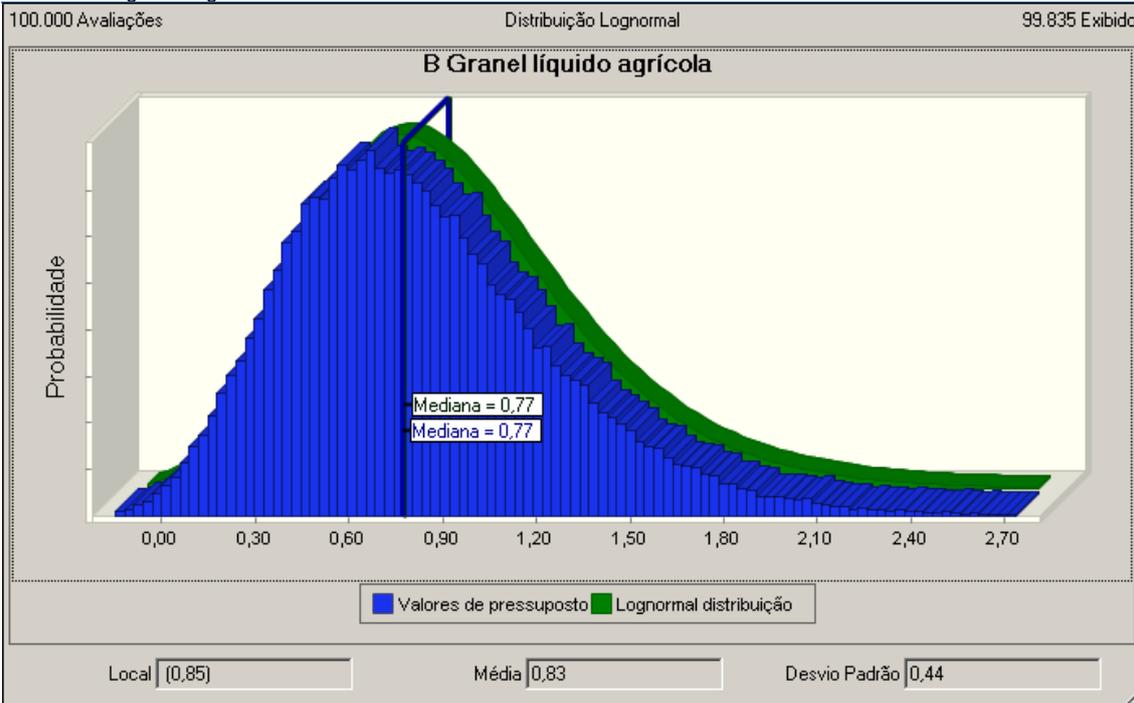


Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados



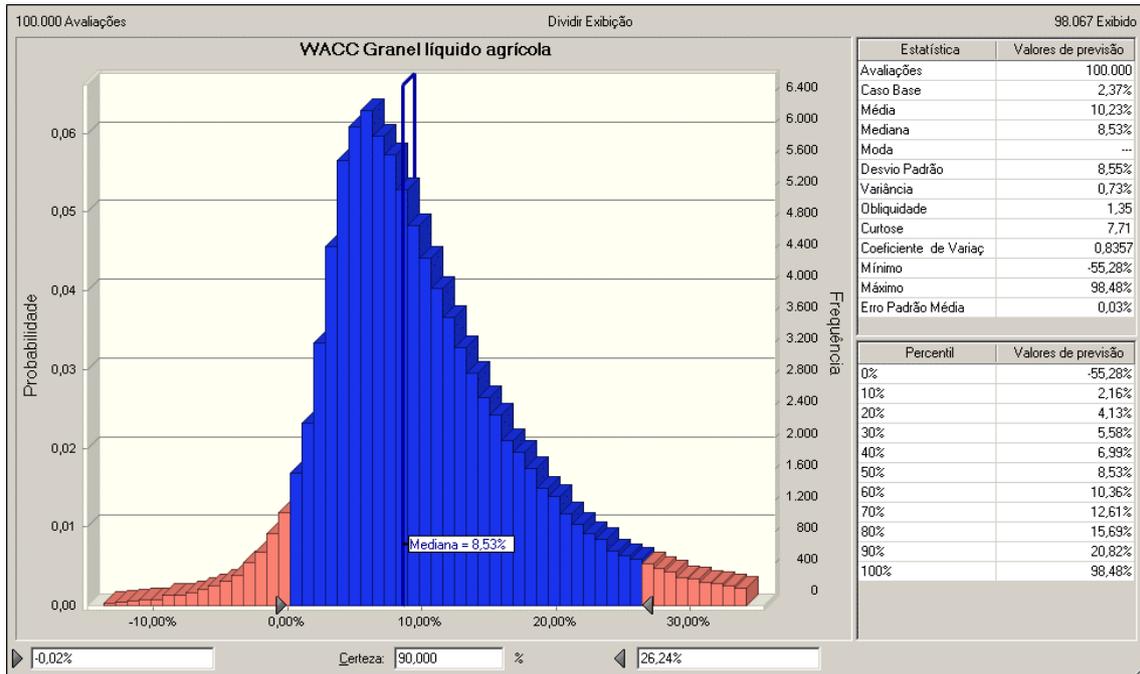
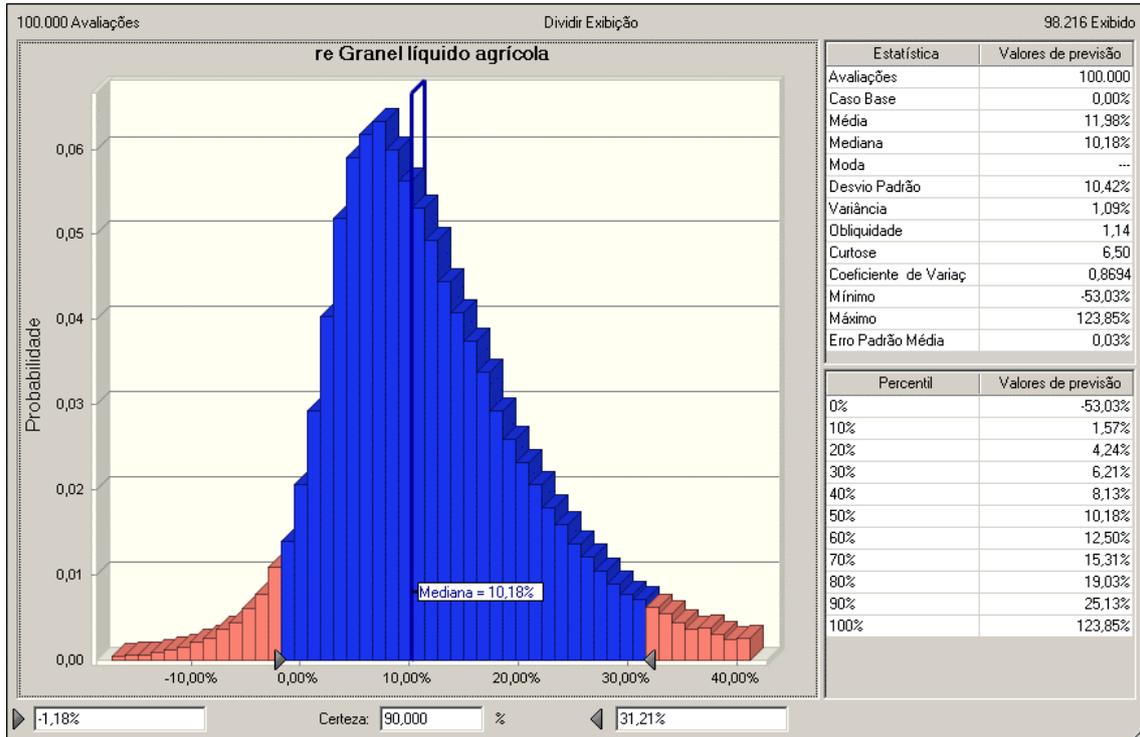
Granel líquido agrícola

Setor correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
Fishing & Farming Food Processing, Fishing & Farming, Marine Freight & Logistics	77	0,77	81,66%



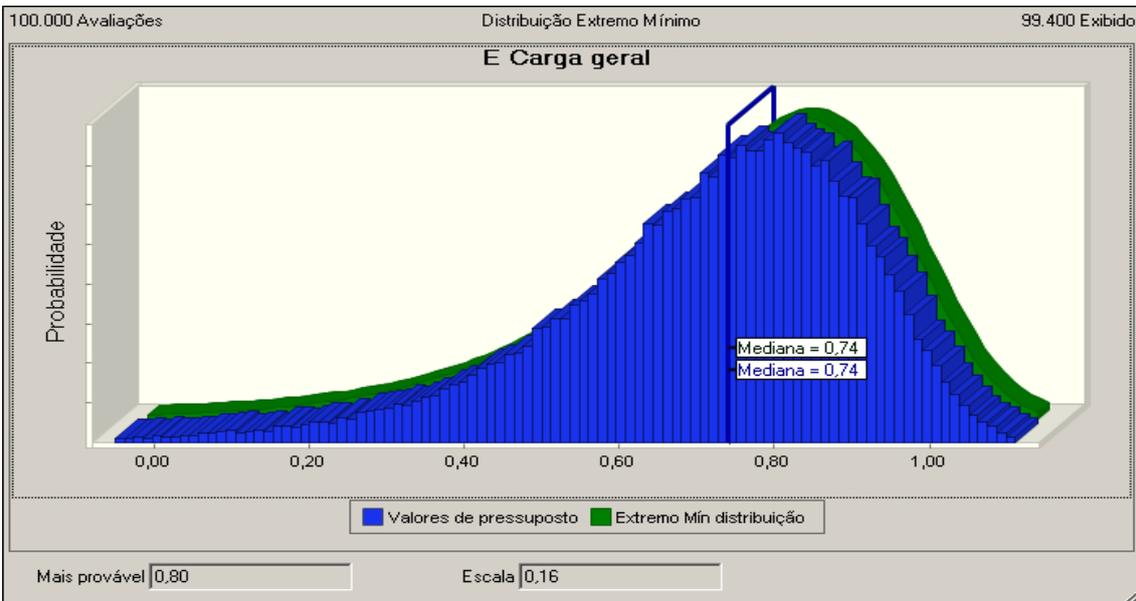
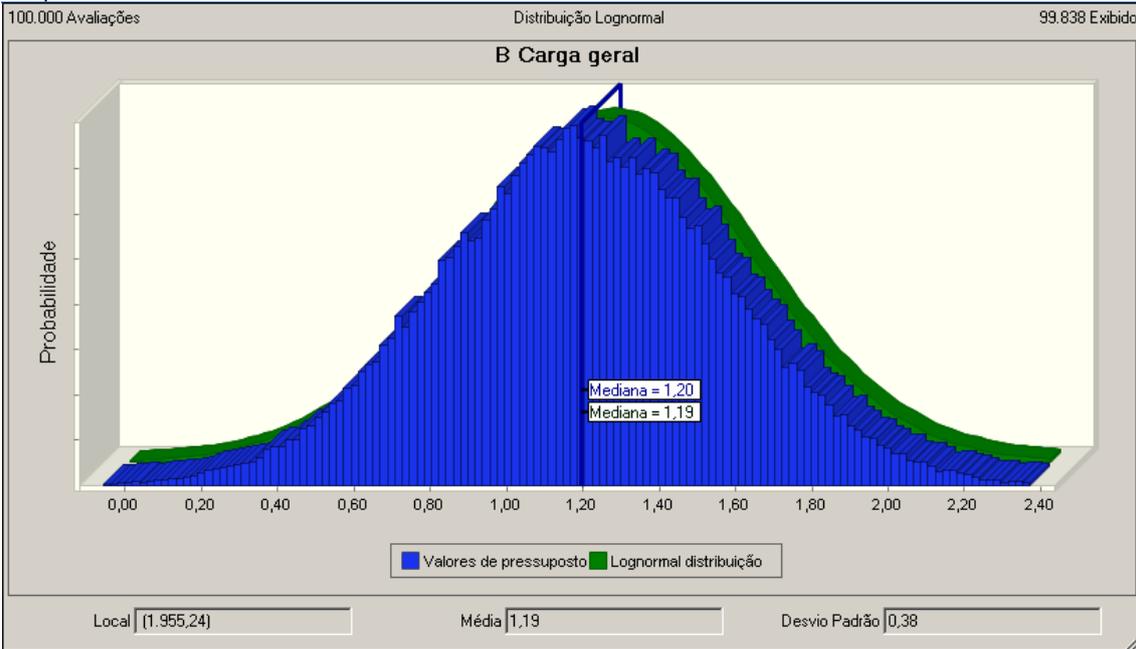


Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados



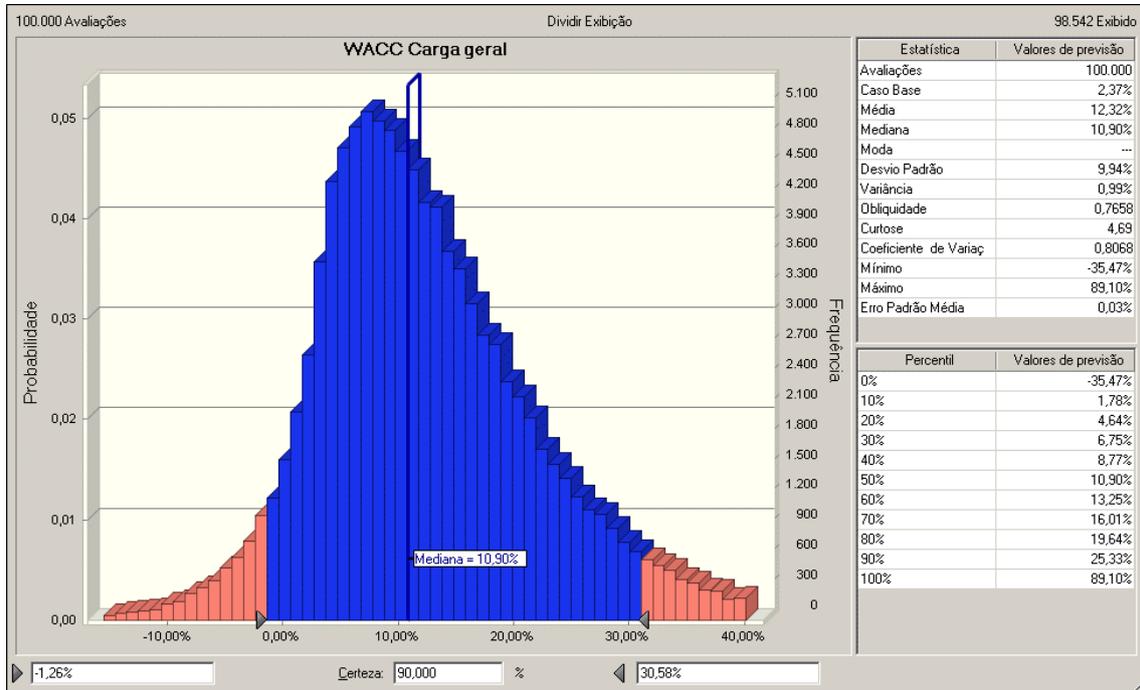
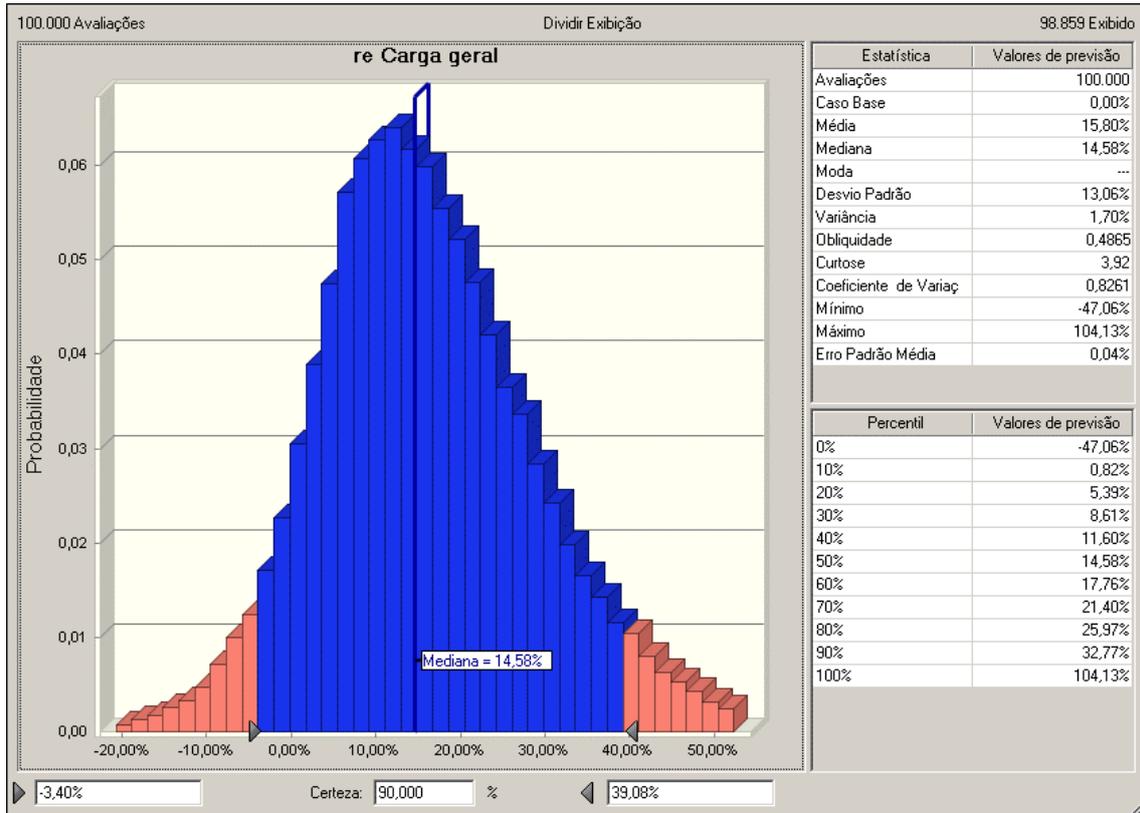
Carga geral

Setor correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
Forest & Wood Products, Iron & Steel, Paper Packaging, Paper Products	50	1,20	74,09%



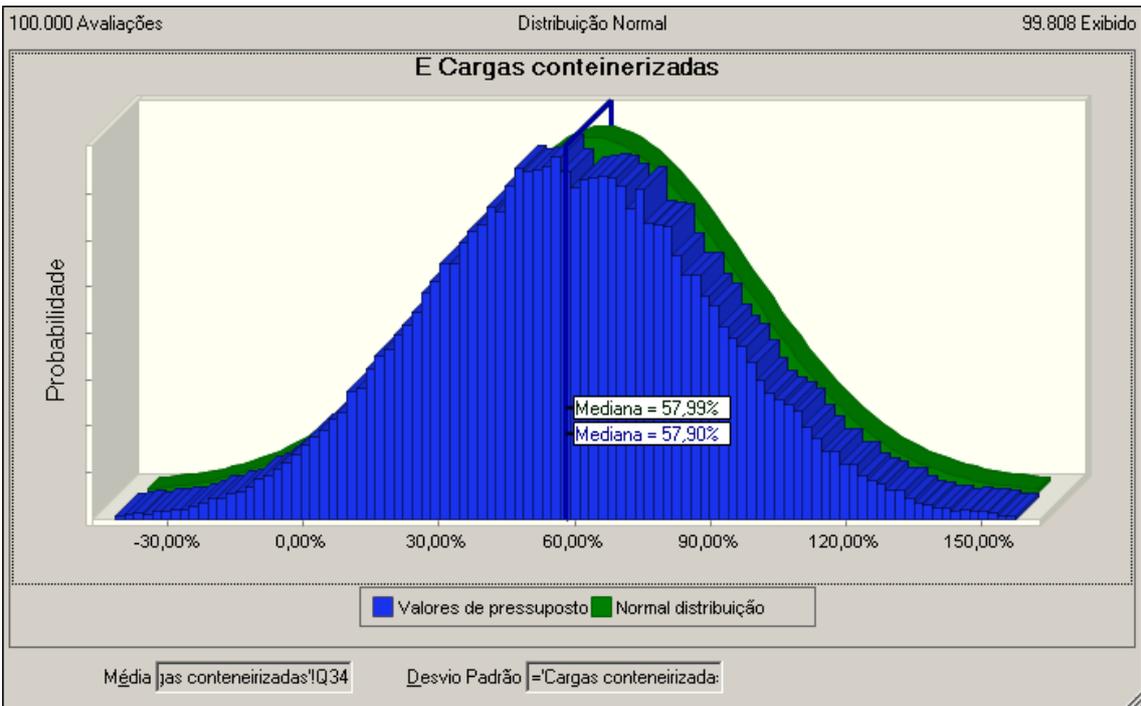
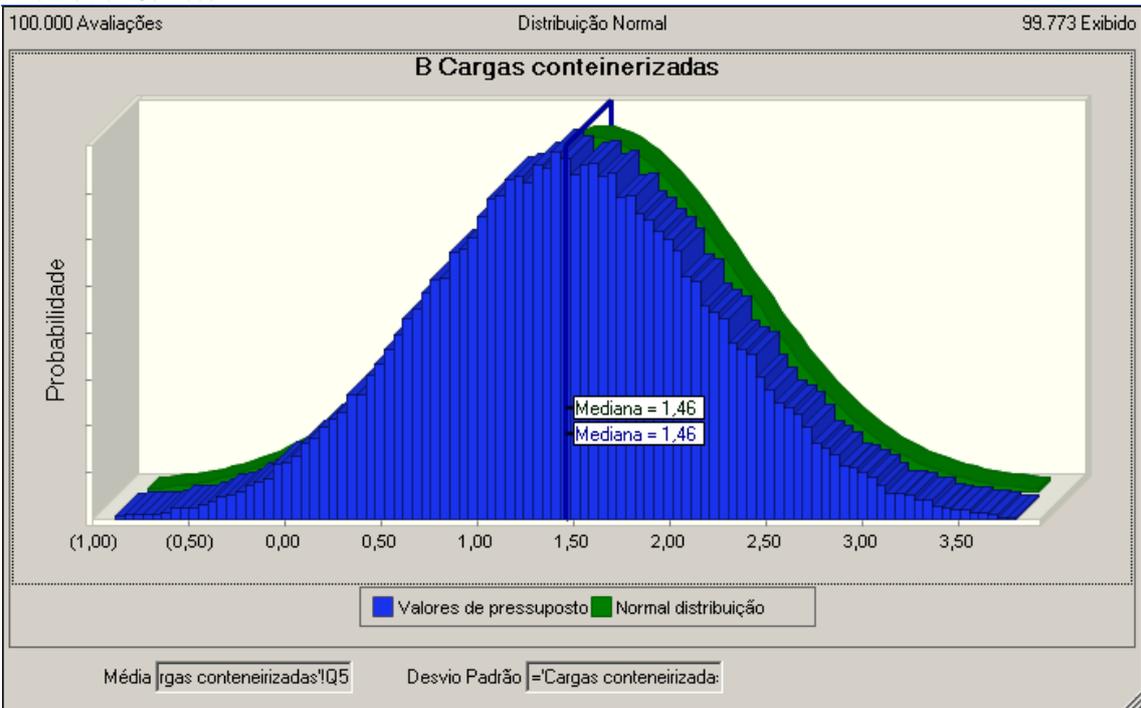


Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados



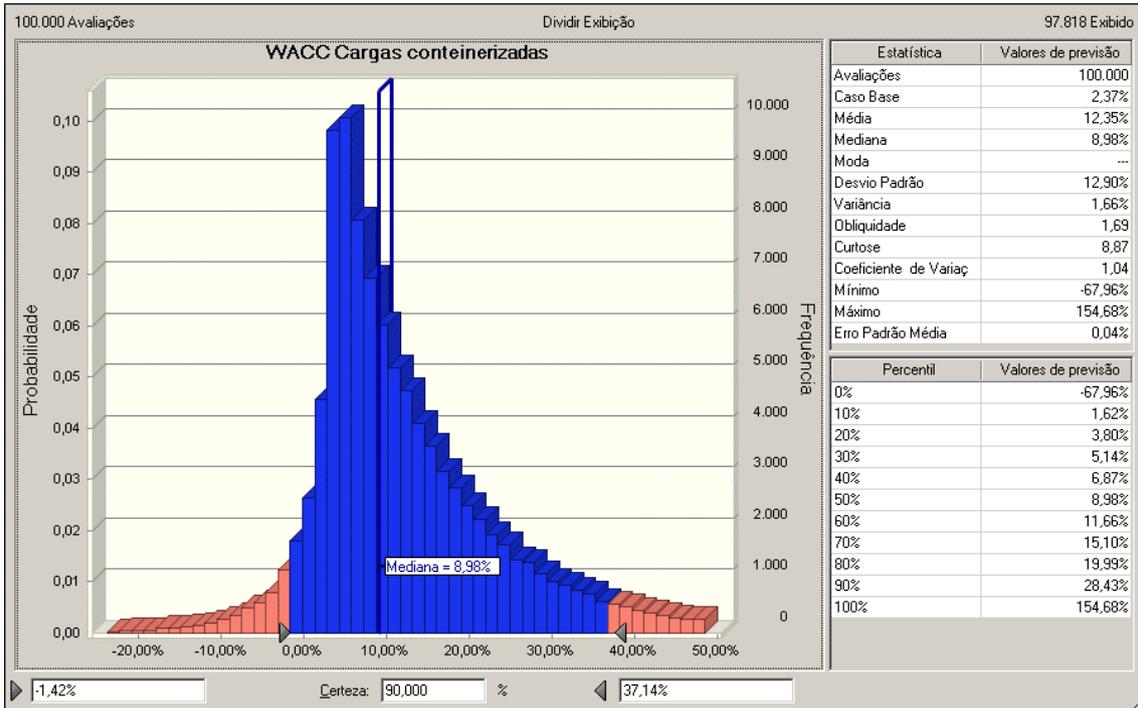
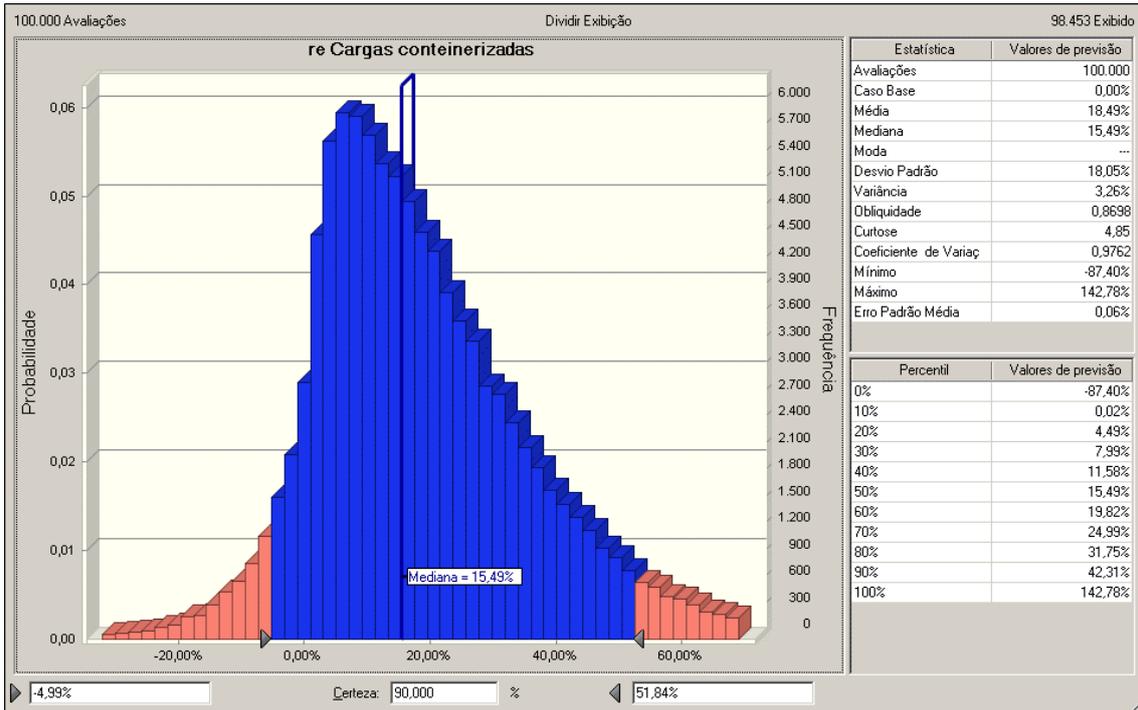
Cargas conteneurizadas

Setor correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
Marine Freight & Logistics, Marine Port Services	9	1,46	57,9%



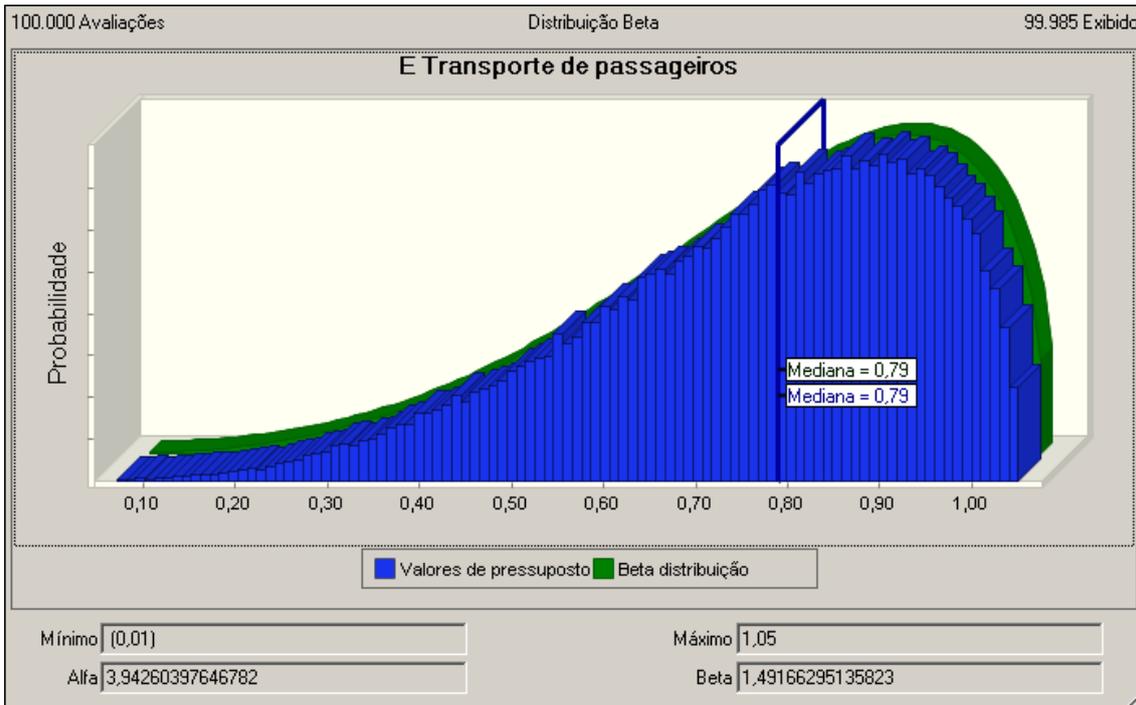
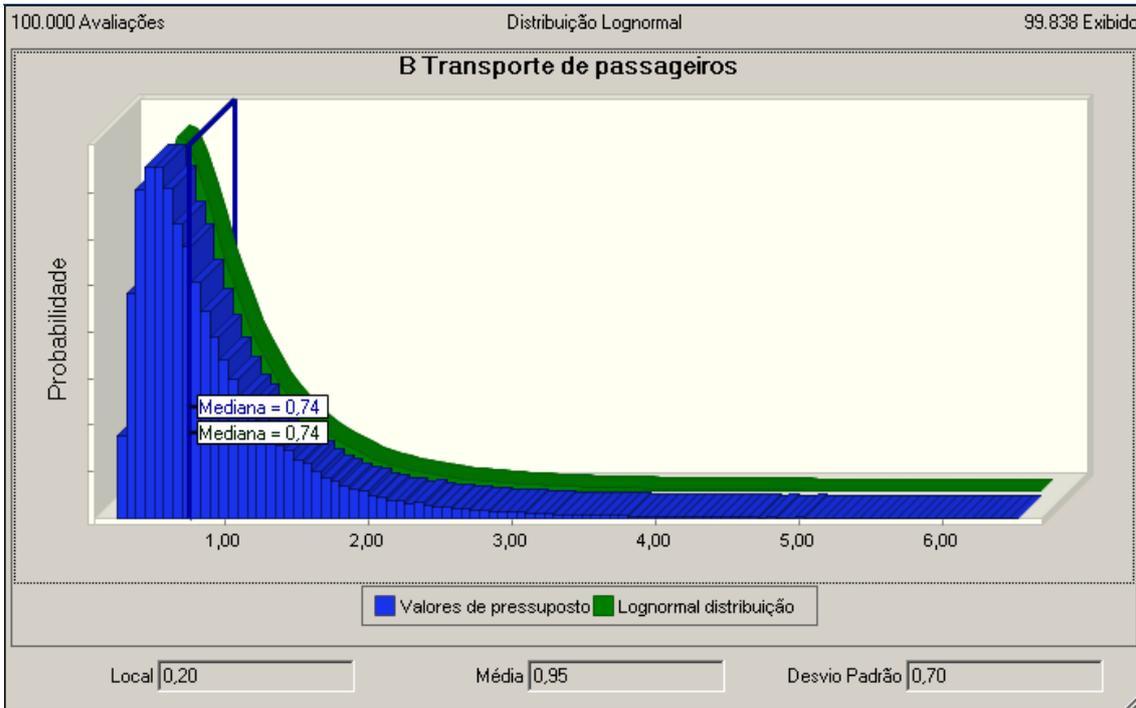


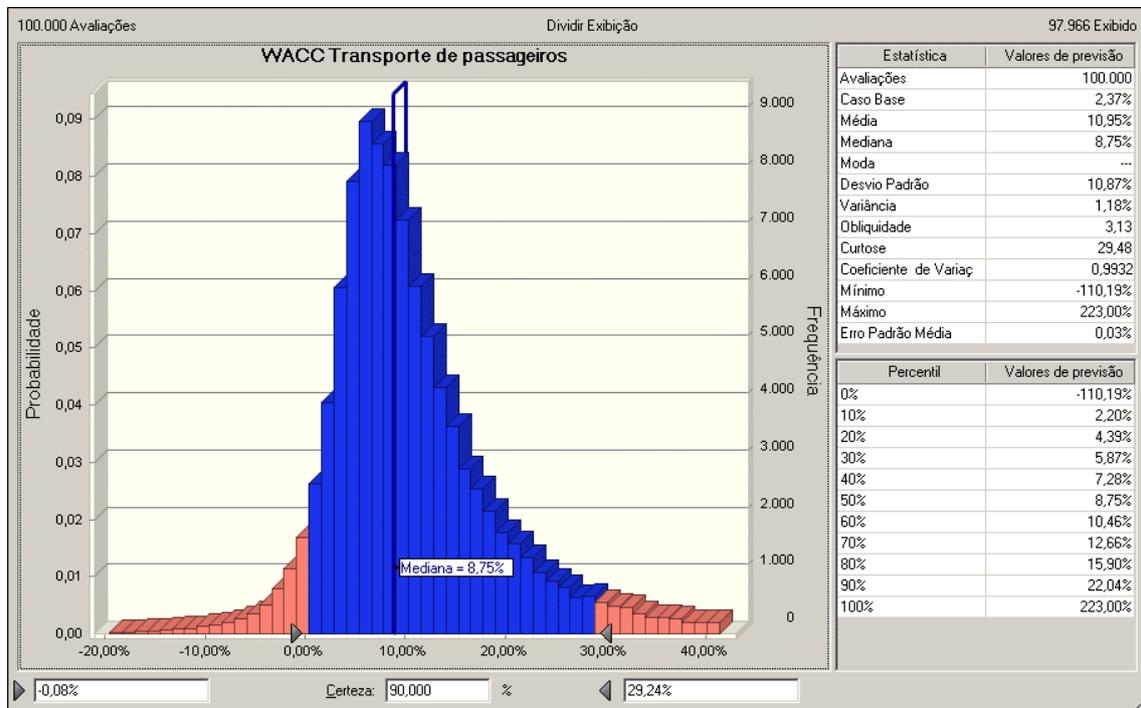
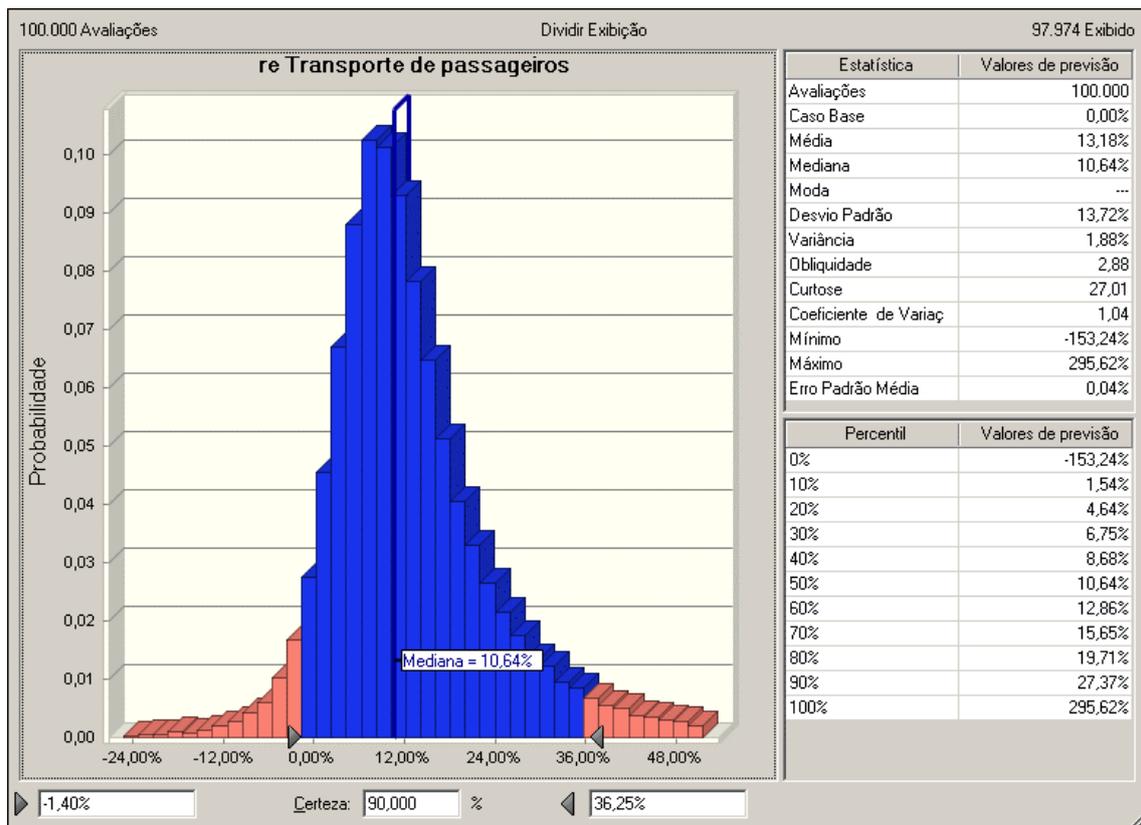
Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados



Transporte marítimo de passageiros

Setor correspondente	Amostra de empresas no mercado americano	Beta realavancado, obtido por Monte Carlo	Participação do capital próprio na estrutura de capital, obtido por Monte Carlo
Leisure & Recreation	23	0,74	79,11%





Anexo III – Das informações complementares

Tributação considerada

IRPJ	CSLL	Efeito tributário
25%	9%	34%

Tabela 4 - Efeito tributário

Intervalo para o levantamento de dados

A análise estatística do conjunto de dados considerou o período de janeiro/2008 a dezembro/2017.

Medida de tendência selecionada

Mediana é o valor que separa a metade maior e a metade menor de uma amostra, uma população ou uma distribuição de probabilidade. Em termos mais simples, mediana pode ser o valor do meio de um conjunto de dados. No conjunto de dados {1, 3, 3, 6, 7, 8, 9}, por exemplo, a mediana é 6. Se houver um número par de observações, não há um único valor do meio. Então, a mediana é definida como a média dos dois valores do meio.

A mediana é uma medida comum das propriedades de conjuntos de dados em estatística e em teoria das probabilidades, com importância central na estatística robusta. A estatística robusta é mais resistente, com ponto de ruptura de 50%. A mediana não fornece resultados arbitrariamente grandes desde que mais da metade dos dados não esteja contaminada.

A vantagem da mediana em relação à média é que a mediana pode dar uma ideia melhor de um valor típico porque não é tão distorcida por valores extremamente altos ou baixos. Em estudos estatísticos sobre renda familiar ou outros ativos voláteis, a média pode ser distorcida por um pequeno número de valores extremamente altos ou baixos.

Sistemas informatizados



Oracle Crystal Ball

Versão. 11.1.2.4.850



Thomson Reuters Eikon

Versão. 4.0.43166



Microsoft Excel

Versão 2013



Superintendência de Outorgas
Gerência de Portos Organizados

Anexo IV – Das condições de financiamento do BNDES

^ Taxa de juros

Apoio direto (solicitação feita diretamente ao BNDES)

Nas operações diretas, a **Taxa de juros** é composta pelo **Custo Financeiro**, pela **Remuneração do BNDES** e pela **Taxa de risco de crédito**. Entenda.

Empresas		
Custo financeiro	Remuneração do BNDES	Taxa de risco de crédito
TLP	1,3% ao ano	Variável conforme risco do cliente e prazos do financiamento

Estados, municípios e Distrito Federal		
Custo financeiro	Remuneração do BNDES	Taxa de risco de crédito
TLP	1,3% ao ano	0,1% ao ano (com garantia da União) ou 1% ao ano (sem garantia da União)

Apoio indireto (solicitação feita por meio de instituição financeira credenciada pelo BNDES)

Nas operações indiretas, a **Taxa de juros** é composta pelo **Custo Financeiro**, pela **Taxa do BNDES** e pela **Taxa do Agente Financeiro**. Entenda.

Custo financeiro	Taxa do BNDES	Taxa do agente financeiro
TLP	1,45% ao ano	Negociada entre a instituição e o cliente

^ Participação do BNDES

Para MPMEs, até 100% dos itens financiáveis.

Para demais clientes, até 80% do valor total do projeto, limitada a 100% dos itens financiáveis.

^ Prazos

O prazo de financiamento compreende o prazo de carência e o prazo de amortização e é determinado em função da capacidade de pagamento do empreendimento, do cliente e do grupo econômico, respeitados os limites a seguir:

EMPREENHIMENTO	PRAZO MÁXIMO
Rodovias, ferrovias e hidrovias	34 anos
Demais empreendimentos	24 anos

Durante o período de carência, que será de até 6 meses após a entrada do projeto em operação comercial, os juros poderão ser capitalizados ou pagos pelo cliente.

^ Garantias

• **Para apoio direto:** garantias reais (tais como hipoteca, penhor, propriedade fiduciária, recebíveis, etc) e/ou pessoais (tais como fiança ou aval), definidas na análise da operação.

• **Para apoio indireto:** negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.

[Saiba mais sobre as garantias das operações com recursos do BNDES.](#)

Pressuposto: Taxa do agente financeiro = 3%