

# Metodologia de Cálculo do **WACC**

concessões públicas



**Sefel** | Secretaria de Acompanhamento Fiscal,  
Energia e Loteria

**Seprac** | Secretaria de Promoção da Produtividade e  
Advocacia da Concorrência

MINISTÉRIO  
DA FAZENDA



## EXPEDIENTE

### **Ministro da Fazenda**

Eduardo Refinetti Guardia

### **Secretária Executiva**

Ana Paula Vitali Janes Vescovi

### **Secretário do Tesouro Nacional**

Mansueto Facundo de Almeida Junior

### **Secretário de Promoção da Produtividade e Advocacia da Concorrência**

João Manoel Pinho de Mello

### **Secretário de Acompanhamento Fiscal, Energia e Loteria**

Alexandre Manoel Angelo da Silva

### **Subsecretário de Gestão Fiscal da STN**

Adriano Pereira de Paula

### **Subsecretário de Promoção da Produtividade e da Concorrência da Seprac**

Angelo José Mont'alverne Duarte

### **Subsecretário de Energia e Estudos Quantitativos da Sefel**

Pedro Calhman de Miranda

### **Coordenadora-Geral da CPLAN/SUGEF/STN**

Cristina Gonçalves Rodrigues

### **Coordenador-Geral da COGTS/SEPRAC**

Andrey Goldner Baptista Silva

### **Coordenador-Geral da COGER/SEFEL**

César de Oliveira Frade

### **Equipe técnica - STN**

Leandro Pereira Monteiro  
Marcelo Senna Valle Pioto  
Mathias Lenz Neto  
Raul Menezes dos Santos

### **Equipe técnica - SEPRAC**

Alexandre Araújo Carneiro

### **Equipe técnica - SEFEL**

Elton Menezes do Vale

## Dezembro/2018

*É permitida a reprodução total ou parcial deste documento desde que citada a fonte, conforme segue:*

Ministério da Fazenda. **Metodologia de Cálculo do WACC**. Brasília, 2018.

## Sumário

1. Introdução.....	4
2. Conceito de Custo de Capital .....	5
3. Estrutura de Capital .....	6
4. Custo de Capital Próprio ( <i>Capital Asset Pricing Model</i> - CAPM) .....	7
4.1 Taxa livre de risco .....	10
4.2 Taxa de inflação norte americana.....	12
4.3 Prêmio pelo risco de mercado .....	12
4.3.1. Seleção da abordagem .....	12
4.3.2 Cálculo do prêmio pelo risco de mercado .....	15
4.3.3 Beta.....	16
4.3.4 Prêmio de risco país.....	19
4.3.4.1 Multiplicador de volatilidade .....	21
5. Custo do Capital de Terceiros .....	22
6. Abordagem Probabilística do WACC .....	26
6.1 Simulação de Monte Carlo na geração de dados.....	29
6.2 Escolha do Percentil .....	32
7. Considerações Finais.....	34
8. Referências .....	35
Anexo 1 – Exemplos de Agências Reguladoras que consideram WACC acima do ponto médio.....	37
Anexo 2 – Forma de obtenção e cálculo dos dados .....	38

## 1. Introdução

Este documento dedica-se à apresentação da Metodologia de Cálculo do WACC 2018 e tem por objetivo delinear diretrizes metodológicas propositivas para estimativas de taxas de desconto que poderão ser utilizadas nos cálculos de valoração do benefício econômico vinculado à concessão de ativos de infraestrutura do governo federal à iniciativa privada, aplicada inicialmente para o caso de aeroportos, ferrovias, rodovias, terminais portuários e geração de energia elétrica<sup>1</sup>.

Esses ativos de infraestrutura, quando concedidos à iniciativa privada, permitem ao concessionário a sua exploração comercial, mediante a cobrança de tarifas públicas dos usuários, que deve remunerar o negócio.

Para precificação desses ativos, usualmente, é utilizado o método do fluxo de caixa descontado, onde a taxa de desconto é um dos parâmetros que compõem o modelo. Neste trabalho detalha-se a Metodologia de Cálculo dessa taxa, que deve refletir o custo de oportunidade do capital e os riscos do projeto.

A participação do Ministério da Fazenda na modelagem de concessões foi iniciada com a publicação da Nota Técnica nº 64 STN/SEAE/MF, de 17 de maio de 2007, que apresentou considerações metodológicas cuja aplicação resultou em um novo valor para o custo de capital a ser considerado na Segunda Etapa de Concessões Rodoviárias Federais. A partir deste momento, o Ministério da Fazenda tem sido provocado pelos órgãos setoriais a fornecer o valor atualizado do custo de capital para os leilões de novas concessões nos setores de rodovia, ferrovia, portos e aeroportos. Já no caso de novas licitações para concessões vencidas do setor hidrelétrico, a atribuição do Ministério da Fazenda na determinação de parâmetros econômico-financeiros é dada pela Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997.

Essa participação do Ministério da Fazenda na publicação de Notas Técnicas Metodológicas sobre WACC se mostra fundamental por dois motivos principais. Primeiro, para que haja uma padronização da metodologia para os leilões de diversos setores, facilitando inclusive o processo de aprovação dos estudos junto ao Tribunal de Contas da União. Segundo, pelo fato de os processos de concessão envolverem a

---

<sup>1</sup> No caso de geração de energia elétrica, a metodologia descrita nesse documento é aplicada para a licitação de concessões que não foram prorrogadas, conforme art.8º, da Lei nº 12.783, observado o estabelecido no parágrafo único, do art. 2ª, da Lei nº 9.478.

avaliação da forma pela qual o Tesouro Nacional, em nome da União, irá se apropriar do excedente econômico dos contratos através da outorga.

Nesse contexto, entende-se como oportuno e conveniente que a clareza, a previsibilidade e a transparência devam ser pontos importantes na metodologia de cálculo do custo de capital, de forma que os agentes interessados possam replicar os cálculos e avaliá-lo com facilidade. Assim, essa Metodologia de Cálculo, além de descrever as premissas e considerações técnicas utilizadas para obtenção de dados e cálculo dos parâmetros, apresenta um Manual (Anexo 2) indicando todas as fontes de informação e fórmulas utilizadas.

## 2. Conceito de Custo de Capital

De acordo com Materlanc, Pasin e Pereira (2014), o conceito de custo de capital pode ser entendido como:

- taxa de demanda da empresa pelas suas fontes de capital;
- taxa mínima de retorno que os projetos de investimentos devem auferir;
- taxa de desconto utilizada para converter o valor esperado de fluxos de caixa futuros em valor presente; e
- taxa de retorno que deixa o acionista indiferente à aceitação ou não de um projeto.

O capital de uma empresa é constituído do capital de terceiros, que representam os empréstimos recebidos e do capital próprio, que são os recursos aportados pelos sócios. Portanto, custo de capital reflete o custo da dívida e do capital próprio na proporção utilizada para financiar o investimento.

Desde a contribuição de Modigliani e Miller (1958), um dos pilares da teoria de finanças corporativas é que o fluxo de caixa de um projeto deva ser descontado por uma taxa que reflita os seus riscos. De acordo com Mitra (2011), dentre os métodos para se estimar o valor desta taxa, o WACC (*Weighted Average Cost of Capital* ou Custo Médio Ponderado de Capital) é a metodologia mais utilizada e apresenta resultados comparáveis com outras metodologias<sup>2</sup>. No cálculo do WACC, o custo da dívida líquido de impostos e o custo de capital próprio devem ser ponderados pelo peso de cada um deles. Dessa forma, esse método procura refletir o custo médio das diferentes alternativas de

---

<sup>2</sup> Uma das outras metodologias é a *Adjusted Present Value* (APV) que desconta os fluxos de caixa futuros como se a empresa tivesse apenas *equity*. Posteriormente, ocorre a adição dos benefícios tributários.

financiamento disponíveis para o investimento. A equação 1 apresenta o WACC depois de impostos, ou seja, considera o custo efetivo da dívida descontado do benefício tributário:

$$WACC = \frac{D}{D + E}(1 - T_m)(K_d) + \frac{E}{D + E}(K_e) \quad (1)$$

Onde:

- D = valor de dívida
- E = valor de capital próprio
- $T_m$  = taxa marginal de imposto
- $K_d$  = custo da dívida
- $K_e$  = custo do Capital Próprio

O custo da dívida depois de impostos e o custo do capital próprio são ponderados respectivamente pelo valor da dívida registrado nos demonstrativos financeiros da companhia e pelo valor de mercado do capital próprio. Utiliza-se o valor de balanço da dívida, dado que este tende a se aproximar do valor de mercado da dívida, pois as empresas tendem a refinaranciar ou renegociar a dívida ao longo do tempo a taxas próximas àquelas de mercado, ou pelo fato de que a dívida na forma de bônus ser marcada a preços de mercado.

### 3. Estrutura de Capital

Foram efetuadas diversas análises com o objetivo de averiguar qual seria a estrutura de capital mais adequada a ser empregada. No Brasil, há apenas 5 empresas com capital aberto em bolsa no setor de infraestrutura logística e 20 no setor de energia elétrica. Apesar de, teoricamente, as empresas nacionais serem uma melhor *proxy* para a estrutura de capital, o número reduzido da amostra prejudica a sua utilização.

Por outro lado, no cenário global há grande quantidade de empresas listadas em bolsa, o que possibilita uma boa amostra para cada um dos setores analisados: aeroportos, ferrovias, portos, rodovias e geração de energia elétrica. Neste contexto, optou-se pela utilização da estrutura de capital de empresas internacionais.

Para o cálculo da estrutura de capital foi adotado o valor disponibilizado no portal de internet<sup>3</sup> mantido pelo professor Aswath Damodaran (Universidade de Nova Iorque), baseado em uma amostra de empresas do mercado global. A informação de estrutura de capital está contida na mesma base de dados que informa o parâmetro Beta, fator de ponderação do risco de mercado, dos diversos setores econômicos. Esse dado é encontrado sob a forma da razão “dívida por patrimônio” ou “D/E”, de onde é possível calcular o percentual de dívida (D) e o percentual de capital próprio (E) a partir da igualdade  $D + E = 1$ .

A Tabela 1 apresenta, por setor de interesse, o quantitativo de empresas internacionais que compõem a amostra, bem como o número de países nela representados e a composição da estrutura de capital, segundo dados de janeiro de 2018.

Tabela 1 – Estrutura de Capital da amostra global (janeiro de 2018)

Setor de interesse	Setor correspondente	Tamanho amostra	Número países	Razão D/E	%D	%E
<b>Aeroportos</b>	<i>Air Transport</i>	155	55	26%	<b>21%</b>	<b>79%</b>
<b>Ferrovias</b>	<i>Transportation (Railroads)</i>	51	15	0%	<b>0%</b>	<b>100%</b>
<b>Portos</b>	<i>Shipbuilding &amp; Marine</i>	342	59	40%	<b>29%</b>	<b>71%</b>
<b>Rodovias</b>	<i>Transportation</i>	235	47	0%	<b>0%</b>	<b>100%</b>
<b>Geração E. E.</b>	<i>Power</i>	64	21	65%	<b>39%</b>	<b>61%</b>

Fonte: Damodaran – Janeiro de 2018.

Mais detalhes sobre a amostra de empresas da base de dados do professor Aswath Damodaran estão dispostos na seção desta Metodologia de Cálculo que trata do parâmetro Beta.

#### 4. Custo de Capital Próprio (*Capital Asset Pricing Model - CAPM*)

Desenvolvido por Sharpe (1964) e Lintner (1965), o modelo de Custo de Capital Próprio – (*Capital Asset Pricing Model - CAPM*) continua sendo o modelo mais aplicado tanto em cursos de finanças como por gestores profissionais para estimar o custo do capital próprio. Isto pode ser verificado pelos relatos de Welch (2008), que conclui que cerca de 75,0% dos professores de finanças recomendam o uso do CAPM; e Graham e Harvey (2001), que fizeram um levantamento junto aos principais diretores financeiros e

<sup>3</sup> Disponível em [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datacurrent.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html), no tópico “Discount Rate Estimation”; “Levered and Unlevered Betas by Industry”; e “Global”. Acesso em 08/08/2018.

chegaram ao resultado de que 73,5% dos inquiridos usam o modelo CAPM para o referido cálculo.

Um dos princípios do CAPM é que o risco tem dois componentes: o diversificável e o sistemático. O risco diversificável está associado a fatores específicos que afetam o preço do ativo e podem ser neutralizados pelo investidor. Tratam-se de características operacionais e financeiras, como risco de demanda, contingências legais, ações regulatórias e custo de matérias-primas. O investidor pode mitigar esse risco a partir de estratégias de diversificação.

O risco sistemático, por outro lado, está relacionado a fatores de mercado que afetam, em geral, todas as empresas e não podem ser eliminados ou atenuados com a diversificação. No caso do CAPM, o único risco tido como sistemático, ou não diversificável, é o risco de mercado.

No modelo CAPM, o retorno esperado de um ativo é dado pela soma entre o retorno do ativo livre de risco e o prêmio de risco do negócio. O prêmio de risco do negócio é composto pelo prêmio de risco de mercado e um fator de ponderação desse risco, denominado Beta ( $\beta$ ). O prêmio (histórico) de risco de mercado é definido como a diferença entre o retorno histórico da carteira de mercado e o retorno histórico do ativo livre de risco. De acordo com Brealey, Myers e Allen (2007), o fator Beta indica o grau de sensibilidade do ativo em relação às flutuações de mercado.

O custo de capital próprio deve incorporar incertezas relativas ao risco país onde o investimento está sendo feito, risco esse inerente à economia daquele país. Nos casos em que o prêmio de risco é medido em um mercado (país) diferente daquele que o investimento é realizado, faz-se necessário um ajuste a fim de que o custo de capital reflita adequadamente os riscos da jurisdição onde ocorre o investimento.

Cabe ressaltar que a utilização do modelo CAPM em mercados emergentes pode apresentar grandes limitações, conforme citado em Materlanc, Pasin e Pereira (2014):

- as bolsas de países emergentes têm pequeno volume transacionado e excessiva concentração em poucos ativos e investidores, fazendo com que os índices consolidados do mercado não representem de maneira adequada os ativos negociados no mercado. Além disso, muitas empresas são de capital fechado, o



que faz com que o índice de referência não represente, com tanta facilidade, a realidade da economia local;

- o índice de referência de mercado é muito concentrado em poucas ações, portanto, o Beta das empresas mostra muito mais a relação delas com as principais companhias que compõem o índice de referência do que com a carteira de mercado; e
- o prêmio de risco de mercado costuma ser muito oscilante, e às vezes negativo.

Diante dessas limitações, utiliza-se, para a estimação do custo de capital próprio ( $K_e$ ), o método do CAPM adaptado para os casos em que o mercado norte-americano é utilizado como base para o cálculo do retorno em outro país. Assim, a equação pode ser descrita da seguinte forma:

$$K_e = R_f + \beta(R_m - R'_f) + R_p \quad (2)$$

Em que:

- $K_e$  = retorno esperado da ação (custo de capital próprio);
- $R_f$  = retorno do ativo livre de risco;
- $R'_f$  = retorno histórico do ativo livre de risco;
- $\beta$  = sensibilidade da ação em relação ao mercado de ações;
- $R_m$  = retorno esperado para a carteira de mercado; e
- $R_p$  = risco país.

Antes da apresentação da descrição conceitual das variáveis que integram o cálculo do custo de capital próprio pelo método do CAPM, acompanhados do processo de estimação de cada uma dessas variáveis, destaca-se a importância da janela de tempo utilizada para capturar os dados.

É preciso levar em consideração que, ao se utilizar períodos mais longos, incorre-se no risco de trabalhar com informação desatualizada, que não mais reflete os parâmetros de mercado, e, de maneira contrária, ao reduzi-los, aumenta-se a probabilidade de erro devido à volatilidade das variáveis de mercado. Sendo assim, optou-se pela utilização da janela de 12 meses nas variáveis que devem representar as condições conjunturais do mercado. Outro motivo para usar uma janela de 12 meses é a extensão do processo de concessão de ativos de infraestrutura no Brasil, que envolve um rito relativamente longo

entre o cálculo da taxa e o momento de sua utilização, propriamente dita, no leilão do ativo.

Na experiência de países como Austrália e Nova Zelândia o período para o cálculo da taxa média atual dos títulos varia de 10 a 40 dias. Já a experiência mais recente de agências reguladoras brasileiras, como a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)<sup>4</sup>, aponta para uma janela de 12 meses para capturar o retorno do ativo livre de risco.

A seguir apresentamos uma descrição conceitual das variáveis que integram o cálculo do custo de capital próprio pelo método do CAPM, acompanhados do processo de estimação de cada uma dessas variáveis.

#### 4.1 Taxa livre de risco

Na escolha da taxa livre de risco, deve-se considerar um ativo que atenda aos seguintes requisitos:

- seja virtualmente livre de risco,
- tenha liquidez; e
- seja livremente negociado no mercado.

É considerado um ativo livre de risco aquele sem risco de *default*, ou seja, sem risco de crédito. Na prática, uma vez que não existe um ativo com essa característica absoluta, utiliza-se como *proxy* um ativo com risco de crédito muito baixo. Os títulos do Tesouro norte-americano de longo prazo atendem a esses requisitos e por isso são considerados *proxies* do ativo livre de risco.

De maneira geral, quando se utiliza o CAPM para fazer a valoração de companhias, os títulos com vencimento de 10 anos são os mais utilizados. Embora os títulos de 30 anos possam se ajustar melhor ao ciclo dos projetos de infraestrutura, por serem menos negociados, eles podem embutir um prêmio de liquidez na sua taxa, distorcendo o preço do ativo livre de risco. Além disso, a *duration* do título de 10 anos está mais próxima da

---

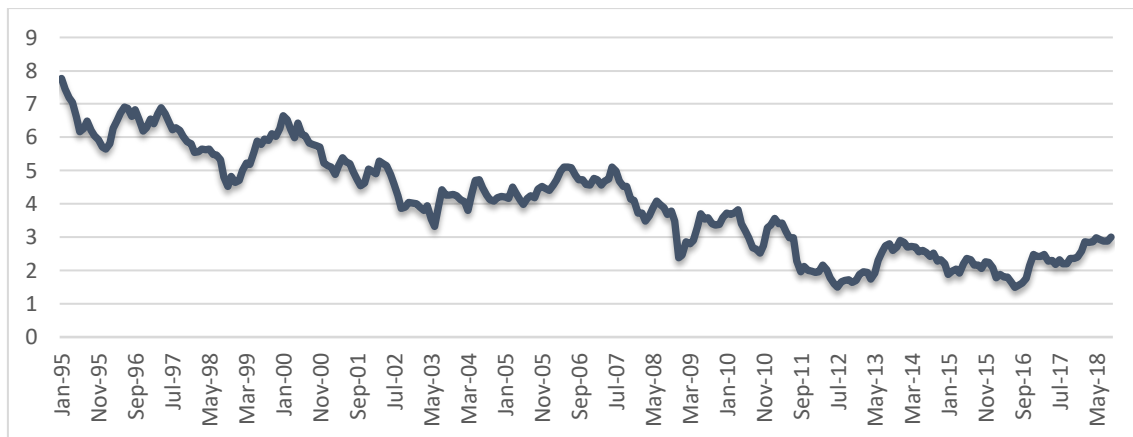
<sup>4</sup> Nota Técnica 212/2016-SEM/ANEEL, de 20/09/2016, conforme detalhado no item “III.4.1- Proposta de alteração da taxa livre de risco de referência e risco país”. Disponível em [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/065/documento/nt\\_212\\_srm.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/065/documento/nt_212_srm.pdf). Acesso em 01/10/2018.

*duration* dos projetos em questão. Copeland (2002) aconselha o uso da taxa de títulos de 10 anos devido aos seguintes fatores:

- é uma taxa de longo prazo que, de maneira geral, aproxima-se dos fluxos de caixa do projeto que está sendo avaliado;
- a taxa de 10 anos aproxima-se, em termos de prazo de duração (*duration*<sup>5</sup>), do portfólio dos índices de mercado de capitais, como *Standard & Poor's 500 Stock Composite Index* (S&P 500), e por isso é consistente com os Betas e os prêmios de risco estimados para esse portfólio; e
- devido ao prazo de duração, os títulos de 10 anos são menos sensíveis a mudanças na inflação.

A trajetória dos títulos do Tesouro norte-americano (*Treasury*) de 10 anos, ilustrada no Gráfico 1, utilizando-se a média móvel de 12 meses, espelha o comportamento de mercado observado nos últimos anos, que é de consistente queda no nível da taxa de juros. Ferrero, Gross e Neri (2017) e Gagnon, Johannsen e Lopez-Salido (2016) acreditam que isto é reflexo de uma mudança estrutural que atinge não só o mercado norte-americano, mas também as demais economias desenvolvidas.

Gráfico 1 – Título do Tesouro Norte-americano (*Treasury*) de 10 anos (% a.a.)



Fonte: Bloomberg. Elaboração própria

<sup>5</sup> A *Duration* de um fluxo de caixa é uma medida de sua sensibilidade à variação da taxa de juros. É a derivada primeira do preço do fluxo de caixa em relação à taxa de juros. Uma outra abordagem dada ao conceito (e que possui relação com a anterior) informa a duração média do fluxo de caixa. Essa abordagem é calculada a partir dos valores presentes dos fluxos de caixa, ponderados por seus prazos.

Sendo assim, para a taxa livre de risco prospectiva ( $R_f$ ) é utilizada a média móvel da taxa (*yield*) dos títulos do Tesouro norte-americano (*Treasury*) de 10 anos no período de 12 meses.

## 4.2 Taxa de inflação norte americana

A taxa de inflação americana é utilizada no modelo para deflacionar o custo de capital próprio obtido através do CAPM. A exemplo da taxa livre de risco, busca-se também a melhor forma de aferição da expectativa futura para o comportamento desse parâmetro.

Desse modo, mantendo a lógica de utilização das variáveis dependentes da situação geral atual do mercado, para o cálculo da inflação americana foi apurada a inflação implícita, a partir da rentabilidade da *Treasury* nominal de 10 anos (UST10Y) e da *Treasury* real de 10 anos (*Treasury Inflation-Protected Securities* - TIPS). Conforme explicitado em Damodaran (2008), os cálculos serão feitos a partir da equação 3:

$$\pi_{americana} = \frac{1 + \text{Nominal Treasury Rate}}{1 + \text{TIPS Rate}} - 1 \quad (3)$$

O valor adotado no cálculo do CAPM corresponde à média móvel do período de 12 meses da inflação implícita calculada na equação 3.

## 4.3 Prêmio pelo risco de mercado

### 4.3.1. Seleção da abordagem

Para fins de seleção da abordagem de determinação do prêmio de risco de mercado mais adequada ao modelo, foram analisadas três possibilidades: a baseada em pesquisa junto a atores do mercado; a baseada no retorno implícito presente no preço de ativos; e a baseada em série de dados históricos.

Damodaran (2015) avaliou a abordagem de pesquisa, que consiste em obter informações junto a grupos de investidores, gerentes e acadêmicos para ter uma noção da expectativa deles acerca do prêmio de risco de mercado no futuro. Nesse sentido, foram avaliadas pesquisas efetuadas por Robert Shiller, UBS/Gallup, Merrill Lynch, Graham e Harvey, Welch (2000) e Fernandez (2009).

Foi diagnosticado que os prêmios de risco variaram significativamente com picos de alta e de baixa e que respondiam a movimentos recentes dos preços das ações, aumentando após períodos de alta e diminuindo após períodos de baixa. Há também grande sensibilidade em relação a como e a qual grupo é feita a entrevista, sendo observado que os investidores individuais esperam retornos mais altos do que os institucionais. Diante do exposto, a abordagem de pesquisa não foi considerada um bom estimador.

O modelo de abordagem implícita adotada por Sanvicente e Carvalho (2016) foca na prospecção por meio da utilização de séries temporais em que a variável endógena é o prêmio de risco, sendo apurado pela diferença entre duas variáveis: a taxa de oportunidade ( $K_e$ ) de uma amostra de 90 empresas e a taxa livre de risco (*Treasury Notes* de 10 anos). As variáveis exógenas do modelo foram escolhidas aleatoriamente, sendo geralmente séries macroeconômicas e aquelas que supostamente teriam relação com a variável endógena.

Para cálculo da taxa de oportunidade ( $K_e$ ) é utilizado o modelo de Gordon (1962) de perpetuidade de ações, em que  $K_e$  seria a diferença entre o dividendo do próximo período e o preço da ação, adicionado da taxa de crescimento, que é obtida pela multiplicação entre o retorno sobre o patrimônio (ROE) e a taxa de retenção de lucros. A taxa livre de risco é baseada nas cotações atuais das *Treasury Notes* de 10 anos, convertidas para reais em cada ponto no tempo, dado que o fluxo de pagamento do papel é em dólares.

Sanvicente e Carvalho (2016) mencionam acreditar que o uso do prêmio implícito é uma medida superior a usualmente utilizada com base em dados históricos, pois estaria mais alinhada com o conceito de custo de oportunidade, segundo o qual as decisões prospectivas dos agentes devem estar refletidas nos preços atuais de mercado e não baseadas em preços históricos. Damodaran (2015) avaliou variações do prêmio implícito de maneiras diferentes, sendo uma baseada em dados atuais, tal como Sanvicente e Carvalho (2016), outra forma baseada em dados médios de 5 anos, e uma última fundamentada em um *spread* de inadimplência. Damodaran (2015) conclui que, se o poder de previsão é um fator crítico na análise, ou ainda, se a neutralidade de mercado (indiferença entre títulos, imóveis, ações, etc.) é um pré-requisito, o prêmio implícito, utilizando dados atuais, seria uma excelente escolha. O contraponto é que essa abordagem não é globalmente difundida.

Por outro lado, a abordagem do prêmio de risco de mercado baseado em dados históricos pela diferença entre o retorno médio histórico das ações (ativos com risco) e a taxa de retorno média dos títulos públicos, considerados livres de risco, é amplamente utilizada pelo mercado. Após a publicação do livro anual *Sticks, Bonds, Bills and Inflation*, por *Ibbotson & Associates*, com a utilização do prêmio de risco histórico anual com dados de 1926 a 1974, muitos analistas financeiros passaram a utilizá-lo.

Damodaran (2015), por sua vez, conclui que não existe uma melhor abordagem para todos os casos, mas que em finanças corporativas, onde o prêmio de risco de mercado é utilizado para se chegar a um custo de capital, que por sua vez determina os investimentos de longo prazo da empresa, pode ser mais prudente construir um prêmio médio de longo prazo (histórico ou implícito). Além disso, destaca que a abordagem histórica é a mais difundida.

Koller et al (2015) também analisam diferentes abordagens para estimação do prêmio de risco de mercado, como o uso do prêmio histórico e de modelos do tipo “*forward-looking*”, baseado no custo de capital implícito nos preços de mercado. Com relação ao prêmio baseado na série histórica, destacam, tal como Damodaran (2015), a presença do efeito identificado como “*survivorship bias*” ou viés de sobrevivência, segundo o qual os índices com histórico longo possuem um viés em favor da força histórica do mercado norte-americano, que pode não se repetir no futuro, levando a uma sobrestimação do número. Para corrigi-la calculam um redutor de ajuste baseado no excesso do prêmio dos EUA em relação a um índice composto de 17 países, chegando a um valor de 0,8%. Reconhecem ainda que a informação histórica é mais difundida entre livros textos e está cristalizada na cabeça de muitos agentes de mercado.

No que diz respeito ao prêmio implícito, Koller et al (2015) utilizam um modelo semelhante ao presente em Damodaran (2015) e Sanvicente e Carvalho (2016), baseado em parâmetros como: quociente preço por lucro; taxa de crescimento de dividendos; e quociente retorno sobre o patrimônio. Para utilizar o modelo algumas escolhas subjetivas precisam ser feitas, como qual taxa de crescimento futuro dos dividendos utilizar, que é feita, nesse caso, a partir do comportamento histórico de alguns indicadores financeiros. Uma vez computadas todas essas premissas e considerações, o resultado obtido é similar àquele apontado pela abordagem histórica, já ajustado para corrigir o viés de sobrevivência.

Com base nas considerações e resultados indicados nos referenciais discutidos ao longo desta subseção, bem como considerando a preferência pela simplicidade de cálculo, de maneira a facilitar sua replicabilidade e promovendo a transparência no processo, adota-se nesta Metodologia de Cálculo a abordagem de prêmio de risco histórico.

### **4.3.2 Cálculo do prêmio pelo risco de mercado**

Materlanc, Pasin e Pereira (2014) recomendam utilizar a referência norte-americana no cálculo do prêmio pelo risco de mercado no Brasil devido à ausência de uma série de dados longa e pela instabilidade observada no mercado nacional. As elevadas taxas de juros e de retorno de ativos livres de risco no Brasil chegaram, em muitos anos, a superar o retorno de mercado, resultando muitas vezes em um prêmio de risco de mercado negativo. Complementarmente, Damodaran (2015) demonstra que, no período entre os anos de 1976 e 2001, o desvio padrão dos prêmios de retornos de mercado em países da Europa, Ásia e América Latina foram muito elevados. Portanto, optou-se pela utilização do prêmio de risco de mercado da economia americana.

No tocante ao período de coleta de dados, Damodaran (2015) menciona que há muitos analistas utilizando dados históricos com períodos mais curtos e recentes, tanto quanto os que usam os períodos mais longos. No primeiro caso, as prerrogativas são de que a aversão ao risco do investidor médio mudará ao longo do tempo e que informações mais atualizadas fornecem melhores estimativas. Entretanto, segundo o autor, o custo e a volatilidade são muito maiores no curto prazo e podem eliminar as vantagens associadas à obtenção de um prêmio mais atualizado. Para ilustrar como a volatilidade varia a depender da janela de tempo, o autor apresenta o desvio padrão estimado em 8,94% para o prêmio de risco histórico calculado em um período de 5 anos. Esse valor se reduz para 6,32% quando a série utilizada é de 10 anos.

Já Koller et al (2015) argumentam que, ao se fazer uma regressão do prêmio de mercado dos Estados Unidos contra o tempo, nenhuma tendência estatisticamente significativa é encontrada na série histórica. Reconhecem também que em períodos curtos os dados podem apresentar muito ruído. Destarte, dada essa ausência de tendência na série temporal e dada a presença de ruído em períodos curtos de medição, recomendam a utilização do histórico mais longo disponível para estimar o prêmio do retorno de mercado. Por outro lado, como visto na seção anterior, séries muito longas podem incorporar um o viés de sobrevivência que sobrestimariam o prêmio de risco de mercado.

Damodaran (2015), por outro lado, relata que se fosse usado um período histórico amostral muito longo como Ibbotson (2010), cuja série começa em 1926, ter-se-ia que assumir que os perfis de risco dos investidores e a média de investimento de risco do portfólio de mercado permaneceram constantes durante todo esse período.

Na metodologia de cálculo adotada neste documento, o prêmio de risco de mercado é calculado pela média histórica da diferença entre a taxa de retorno mensal esperado pelo mercado, utilizando o retorno mensal da carteira de ações do S&P 500, e a taxa mensal de retorno do ativo livre de risco, assim compreendida a taxa média mensal dos títulos do Tesouro norte-americano (*Treasury*) de 10 anos. Para a estimativa do prêmio de risco de mercado em um determinado período, a partir de séries históricas, foi utilizado o logaritmo neperiano da razão entre os índices do S&P500 entre duas datas que definem o período. A adoção de tal medida deve-se ao fato de que a utilização dessa metodologia faz com que quedas ou altas de mesma magnitude provoquem impactos que se anulam completamente. Ao utilizar a razão, sem o logaritmo, as quedas tendem a ser amortecidas, fornecendo dados que não estariam corretos ao longo do tempo.

Cabe ressaltar, ainda, que a dispersão da série do prêmio de risco de mercado, dada pelo desvio padrão da sua série histórica, é um parâmetro que é considerado para o resultado final do WACC, segundo a abordagem metodológica apresentada nesta Metodologia de Cálculo. Os detalhes da sua apuração serão apresentados adiante.

### 4.3.3 Beta

O Beta é o coeficiente de risco específico da ação de uma empresa com relação a um índice de mercado que represente de maneira adequada o mercado acionário como um todo. De acordo com Koller et al (2015), o Beta mede o quanto uma determinada ação e o mercado como um todo seguem a mesma tendência de valorização ou desvalorização.

A regressão mais comum utilizada para se estimar o Beta da companhia é a seguinte:

$$\beta = \frac{COV (R_i ; R_m)}{VAR (R_m)} \quad (4)$$

- $R_i$  = retorno da ação
- $R_m$  = retorno do mercado



Embora não haja um padrão comum para o período de medição adequado, fornecedores de dados, como a *Morningstar Ibbotson*, costumam utilizar um período de 5 anos com base mensal para calculá-lo. No caso da *Bloomberg*, o padrão é o Beta de 5 anos com base semanal. De acordo com Alexander e Chervany (1980), pesquisas sobre a estabilidade do Beta ao longo do tempo indicam que períodos entre quatro e seis anos apresentam os melhores resultados.

Robert Merton (1980) argumenta que as estimativas de covariância, e consequentemente do Beta, melhoram na medida em que os retornos são medidos com mais frequência. Entretanto, a observação empírica mostra que isso nem sempre é aplicável no caso específico do Beta, segundo Koller et al (2015).

Usar os retornos diários é especialmente problemático quando as ações são pouco negociadas. Uma ação ilíquida terá muitos retornos iguais a zero, não porque o valor da ação é constante, mas porque ela não foi negociada, dado que apenas o último negócio é registrado.

No CAPM, a carteira de mercado é igual ao valor ponderado de todos os ativos, sejam negociados ou não. Como o verdadeiro portfólio de mercado não é observável, uma *proxy* se faz necessária. O mais comum é se utilizar o S&P 500, um índice ponderado das 500 maiores empresas americanas, segundo seu valor de mercado. Importante registrar que quando utilizamos ações de diferentes países, as regressões devem ser realizadas contra o índice da bolsa local em que a ação está listada.

Segundo Koller et al (2015), para se estimar o Beta, é recomendável que se utilize ativos setoriais ao invés de uma companhia em específico. Ressalta-se que companhias dentro de um mesmo setor têm riscos operacionais semelhantes e, portanto, Betas similares. Desde que os erros entre os Betas das companhias não estejam correlacionados, uma média do setor produzirá uma melhor estimativa. É o que se espera quando se trabalha com uma amostra ampla de companhias, distribuídas por diferentes regiões geográficas. Portanto, buscou-se uma amostra ampla de companhias dos setores de energia elétrica e de transportes, com considerável dispersão geográfica.

Dada a limitação de empresas da economia brasileira com ações negociadas em bolsa, buscou-se uma amostra global de empresas com atuação nos setores a que se referem essa Metodologia de Cálculo. O professor Aswath Damodaran mantém uma base

pública de dados<sup>6</sup> de Betas de diversos setores da economia, calculados a partir de uma amostra bem extensiva, atualizados uma vez ao ano. Esses cálculos<sup>7</sup> são feitos com regressões de ações contra o índice do mercado onde são negociadas, utilizando dados semanais, acumulados em períodos de 2 e 5 anos, sendo dado peso de 2/3 para o primeiro período e 1/3 para o segundo. A Tabela 2 indica quais setores são coletados como referência para os setores tratados nesta Metodologia de Cálculo.

Tabela 2 – Setores para amostra do Beta (janeiro de 2018)

Sector de Interesse do Ministério da Fazenda	Sector catalogado pelo Prof. Aswath Damodaran	Número de empresas na amostra
Aeroportos	<i>Air Transport</i>	155
Ferrovias	<i>Transportation (Railroads)</i>	51
Portos	<i>Shipbuilding &amp; Marine</i>	342
Rodovias	<i>Transportation</i>	235
Energia Elétrica	<i>Power</i>	563

Fonte: Damodaram - Janeiro de 2018

A utilização de uma amostra global converge com a decisão de utilizar o CAPM com dados internacionais. Ademais, a utilização de amostras amplas tende a diminuir os possíveis vieses das medidas de tendência central, além de ser um dado de fácil acesso, aberto por setores e adotado por alguns reguladores internacionais.

Por outro lado, uma desvantagem da amostra publicada por Damodaran é a diversidade de segmentos de negócio dentro de um mesmo setor. Em que pese o WACC calculado nesta Metodologia de Cálculo destinar-se a projetos do tipo “concessão de infraestrutura”, que normalmente envolvem a construção e operação de infraestrutura, algumas das empresas contidas nas amostras de Damodaran podem não ter na operação de infraestrutura sua atividade principal. Contudo, a adoção de um índice de referência conhecido e de acesso aberto facilita a replicação dos cálculos detalhados nessa metodologia, bem como torna o trabalho de atualização dos cálculos dos parâmetros sujeito a uma menor discricionariedade.

<sup>6</sup> Disponível em [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datacurrent.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html), no tópico “Discount Rate Estimation”; “Levered and Unlevered Betas by Industry”; e “Global”. Acesso em 08/08/2018.

<sup>7</sup> Descrição da forma de cálculo do parâmetro Beta disponível em [http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/variable.htm](http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/variable.htm). Acesso em 13/11/2018.

O Beta coletado a partir dos dados publicados por Damodaran é o identificado como desalavancado e por setor, conforme pode ser verificado na Tabela 3:

Tabela 3 – Betas publicados por Damodaran (janeiro de 2018)

Setor de interesse	Número de Empresas	Beta Desalavancado
Aeroportos	155	0,5962
Ferrovias	51	0,7560
Portos	342	0,8818
Rodovias	235	0,9278
Energia Elétrica	563	0,5533

Fonte: Damodaram – Janeiro de 2018.

A escolha do Beta desalavancado justifica-se pela percepção de que o nível de alavancagem da empresa influencia o seu Beta, sendo que empresas mais alavancadas tendem a ter um Beta mais alto, o que seria reflexo de uma maior percepção de risco. É necessário, portanto, realavancar o beta utilizado no cômputo do CAPM considerando a estrutura de capital média das empresas do setor e o imposto de referência do País. Assim, o Beta desalavancado informado por Damodaran deve ser realavancado conforme a equação 5.

$$\beta_l = \beta_u \left( 1 + (1 - T_m) \left( \frac{D}{E} \right) \right) \quad (5)$$

Onde:

$\beta_u$  é o Beta desalavancado, obtido da base de dados de Damodaran;

$\beta_l$  é o Beta realavancado de acordo com a estrutura de capital considerada no WACC;

$T_m$  é a alíquota de imposto; “D” o percentual de dívida na estrutura de capital; e

“E” o percentual de capital próprio na estrutura de capital.

#### 4.3.4 Prêmio de risco país

A maneira mais comum de se computar o risco país no custo de capital é somar um prêmio por esse risco na equação do CAPM. Ao realizar essa soma, considera-se apenas a parte não diversificável do risco país.

As economias em desenvolvimento são mais instáveis e apresentam fundamentos macroeconômicos e instituições menos sólidas. A volatilidade dos retornos dos investimentos nesses países tende a ser muito mais elevada do que nos países desenvolvidos. Além disso, o endividamento colabora para o aumento da instabilidade. Dentre os indicadores utilizados para se mensurar o prêmio de risco país, os mais populares são o *Emerging Markets Bond Index Plus* (EMBI+) Brasil, que é calculado pelo Banco J.P.Morgan, e o *Credit Default Swap* (CDS), que são derivativos de crédito negociados no mercado.

O *spread* dos CDS é cotado em pontos base em relação ao valor contratado, diferentemente do *spread* medido pelo EMBI+, que é o diferencial de rentabilidade de uma carteira teórica de títulos em relação ao rendimento dos títulos do Tesouro norte-americano.

Por ser um instrumento sintético e de emissão ilimitada, atrelado ao fato de que a dívida externa brasileira reduziu-se ao longo do tempo, o mercado de CDS é mais líquido que o mercado de títulos e apresenta menor custo de transação, o que torna esse instrumento mais atrativo<sup>8</sup>. Por isso optou-se pelo uso do *spread* do CDS como medida de risco país.

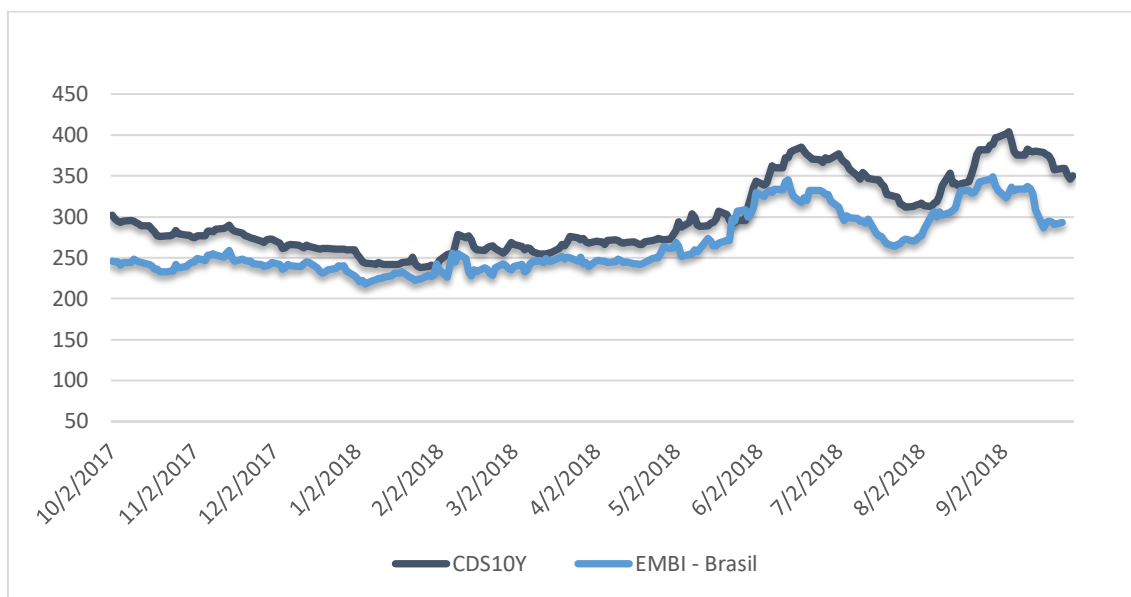
Existem contratos de CDS de prazos variados. Adotou-se o CDS de 10 anos seguindo o horizonte temporal utilizado pelas demais variáveis e por estar mais próximo da *duration* do fluxo de caixa dos projetos de concessão.

Na presente Metodologia de Cálculo a janela temporal foi definida em 12 meses, pois, como depreende-se do Gráfico 2, o prêmio de risco país é uma variável que se altera consideravelmente no tempo, refletindo as percepções do mercado quanto à solidez do país.

---

<sup>8</sup> Banco Central do Brasil, Análise Comparativa de Duas Medidas de Risco-Brasil: *Credit Default Swaps* e *Embi+Br*, 31 de outubro de 2017. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/gci/focus/x20071031-an%C3%A1lise%20comparativa%20de%20duas%20medidas%20de%20risco-brasil.pdf>. Acesso em 19/10/2017

Gráfico 2: Evolução do CDS10Y vs EMBI+BR



Fonte: Bloomberg. Elaboração própria

#### 4.3.4.1 Multiplicador de volatilidade

É reconhecido na literatura financeira que um título de renda variável (ação) apresenta risco superior ao de um título de renda fixa. No modelo básico descrito, o *spread* do risco-país foi determinado a partir de títulos de renda fixa, e o que se procura determinar é o custo do capital próprio, definido a partir do risco apresentado para investimento em ações.

Tendo em vista a maior volatilidade do mercado acionário, é esperado que o prêmio pelo risco do mercado de capitais do país seja maior do que o prêmio de risco país calculado no mercado de títulos de renda fixa. Nesse caso, é possível ajustar o prêmio de risco país a essa maior volatilidade do mercado, por meio do dimensionamento da volatilidade relativa do mercado acionário em relação ao mercado de renda fixa, base de cálculo do prêmio pelo risco país.

Para expressar esse maior risco do mercado de ações no custo de oportunidade do capital próprio, Damodaran (2002) propõe a utilização da medida relativa do risco, obtida pela razão entre a volatilidade do retorno do mercado de ações e a volatilidade dos retornos dos títulos públicos de longo prazo. A volatilidade relativa é então multiplicada pelo risco país para apurar seu valor ajustado.

Partindo da abordagem de incluir um prêmio associado ao risco de renda variável em relação à renda fixa, foi desenvolvido um multiplicador de volatilidade ( $M_{vol}$ ) para o caso brasileiro obtido pelo cálculo do desvio padrão dos retornos diários do Ibovespa<sup>9</sup> dividido pelo desvio padrão dos retornos diários de uma taxa de Depósitos Interfinanceiros (DI) de 10 anos, estimada a partir de contratos futuros de DI com diferentes prazos de vencimento. Este multiplicador pode ser calculado da seguinte forma:

$$M_{vol} = \frac{\sigma_{IBOV}}{\sigma_{DI}} \quad (6)$$

Onde:

$\sigma_{IBOV}$  = desvio padrão dos retornos diários do índice Ibovespa nos últimos 5 anos, apurados pelo logaritmo neperiano das variações dos índices diários;

$\sigma_{DI}$  = desvio padrão dos retornos diários de 10 anos com base nos contratos futuros de taxa média DI, apurados nos últimos 5 anos. Para apurar a taxa de 10 anos, efetuou-se interpolação linear das taxas dos contratos com vencimento em janeiro imediatamente inferior e superior ao prazo de 10 anos.

Diante disso, o prêmio de risco país ajustado é apurado por meio da seguinte equação (7)

$$R_{pa} = R_p M_{vol} \quad (7)$$

## 5. Custo do Capital de Terceiros

Uma boa medida para estimar o custo da dívida de companhias é utilizar como referência os meios de financiamentos com significativa participação na sua dívida. Diante disso, uma pesquisa foi realizada a respeito do volume e o prazo de empréstimos de empresas junto a instituições financeiras privadas e ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), além de debêntures emitidas no mercado.

<sup>9</sup> É um índice que representa o desempenho médio das cotações das ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo. É formado pelas ações com maior volume negociado nos últimos meses.

Inicialmente, foi feito um levantamento acerca da Taxa Preferencial Brasileira (TPB), que é uma taxa construída a partir de dados do Sistema de Informações de Crédito do Banco Central do Brasil (SCR) e corresponde ao custo do empréstimo para os clientes com menor risco. Segundo a metodologia de apuração<sup>10</sup> desta taxa, o valor é calculado a partir de operações de capital de giro com prazo médio de 120 dias e tomada por empresas que estão avaliadas com duplo “AA” pelo sistema de avaliação do Banco Central. Diante disso, concluiu-se que essa não seria a taxa mais adequada para compor o capital de terceiros de projetos de infraestrutura.

Assim, buscando encontrar taxas que melhor representassem o custo da dívida, o Banco Central do Brasil foi consultado a respeito das operações de crédito realizadas nos últimos 12 meses, inclusive as operações mensais com o BNDES, por Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Os dados agregados recebidos mostraram que a quantidade e o volume de empréstimos com instituições financeiras são muito pequenos, além de os prazos serem curtos. Por outro lado, o volume de empréstimos junto ao BNDES é considerável e com prazos mais longos, apesar de serem poucas operações. Nesse contexto, foi possível concluir que as empresas não estavam utilizando financiamento bancário de longo prazo, com a exceção do BNDES.

A partir das conclusões do estudo com base nos dados dos empréstimos do Sistema Financeiro Nacional, optou-se por aprofundar a análise através do exame do balanço das empresas de infraestrutura de capital aberto. O resultado indicou que aproximadamente 50% do total do financiamento das empresas é realizado via debêntures, sendo o restante dividido entre BNDES (maior parte) e demais instituições públicas e privadas.

O volume de empréstimos com as demais instituições financeiras é muito baixo (7%), além de apresentarem prazos curtos. No total foram analisados 66 balanços com dados de 2013 a 2016 e com volume de crédito de R\$ 55 bilhões. Desse total, 51% eram de crédito livre e 49% de crédito subsidiado.

Apesar de não haver uma definição clara sobre a forma de participação do BNDES em projetos futuros de infraestrutura, com a nova política de juros de longo prazo instituída pela Lei nº 13.483, de 21 de setembro de 2017, que substituiu a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) pela Taxa de Longo Prazo (TLP), há a definição da convergência do

---

<sup>10</sup> Descrita no Relatório de Estabilidade Financeira, volume 10, nº 2, de setembro de 2011.

custo de captação do banco para a taxa de remuneração dos títulos públicos federais indexados à inflação - Notas do Tesouro Nacional série B (NTN-B) com rentabilidade vinculada à variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011, concedeu benefício fiscal<sup>11</sup> às debêntures de infraestrutura que estejam vinculadas a projetos considerados prioritários e sejam, em sua remuneração, atreladas a alguns índices de preços ou à Taxa Referencial (TR). Dessa forma, a maior parte das debêntures de infraestrutura são emitidas no bojo dessa legislação, e algumas que não possuem o incentivo fiscal também estão sendo emitidas com base no Índice de Preços ao Consumidor (IPCA). Assim, a expectativa é que as futuras operações de créditos sejam definidas em termo de *spreads* sobre índice de preço, destacadamente o IPCA, e tenham custo ao tomador próximo ao das demais fontes de financiamento do mercado.

É nesse contexto que a rentabilidade (*yield*) das debêntures pode ser utilizada como referência adequada para o custo da dívida. Para determinação do *yield*, utiliza-se uma amostra com debêntures disponíveis no mercado secundário, cujos emissores são empresas nacionais dos setores de infraestrutura logística e energia. Com o objetivo de obter uma taxa real, é desejável utilizar uma amostra de debêntures atreladas ao IPCA e que tenham liquidez no período de interesse. Cabe ressaltar que os prazos são variados, mas há certa prevalência em papéis mais longos.

Destaca-se que existem projetos que foram financiados por debêntures não emitidas sob a égide da Lei nº 12.431/2011 e que devem ser considerados na estimativa de custo da dívida. No entanto, dentre as debêntures contidas na amostra, a maior parte está enquadrada no benefício da mencionada lei. Com base na avaliação de que a capacidade do mercado de debêntures de infraestrutura com incentivo fiscal é insuficiente para a necessidade de financiamento dos projetos de infraestrutura considerados prioritários, foi feito tratamento para que o efeito do benefício tributário sobre estas debêntures fosse retirado para o cálculo da taxa (*yield*). Esse tratamento consistiu no seguinte procedimento:

- i. obter uma taxa nominal equivalente, a partir da adição da taxa de

---

<sup>11</sup> A Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011, criou incentivo tributário, que consiste em alíquota zero de Imposto de Renda para a Pessoa Física que investir em debêntures de projetos classificados, por autoridade governamental, como prioritários. As concessões de infraestrutura estão no rol de projetos prioritários.



- inflação projetada<sup>12</sup>;
- ii. dividir este valor por 0,85, a título de reversão do benefício tributário;
  - e
  - iii. retirar novamente a taxa de inflação, obtendo-se uma taxa real.

O Custo da Dívida tende a acompanhar o comportamento da taxa de juros básica da economia, o que significa que o seu valor atual representa mais adequadamente a expectativa futura dos agentes do mercado do que o seu valor histórico. A escolha da janela temporal de 12 meses é adequada para capturar o que seria a taxa atual e seguiu a mesma lógica dos demais parâmetros que dependem das condições de mercado. Por fim, o valor do Custo Real da Dívida ( $K_{dr}$ ) é obtido através do cálculo da média das *yields* diários médios até o vencimento da amostra, aferidos nos últimos 12 meses, conforme equação 8.

$$K_{dr} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{di}}{n} \quad (8)$$

Em que:

$R_{di}$  = média diária da rentabilidade anual real de debêntures apuradas no mercado secundário (já sem o efeito do benefício tributário); e

$n$  = número de observações em dias úteis nos últimos 12 meses.

Para obtenção do Custo de Capital de Terceiros a partir do Custo da Dívida é necessário considerar o desconto da Taxa marginal de imposto ( $T_m=0,34\%$  baseada na soma das alíquotas de CSLL<sup>13</sup> e IRPJ<sup>14</sup>), uma vez que o custo da dívida pode ser considerado como custo ou despesa operacional para efeito de aferição da base de incidência do imposto de renda. Dessa forma, é possível apurar o custo real do capital de terceiros livre de impostos por meio da equação 9:

<sup>12</sup> Inflação equivalente à expectativa de inflação, apurada pelo Boletim Focus do Banco Central, ajustada para o prazo de vencimento das debêntures.

<sup>13</sup> Contribuição Social sobre o Lucro Líquido. A alíquota da CSLL é de 9% (nove por cento) para as pessoas jurídicas em geral, e de 15% (quinze por cento), no caso das pessoas jurídicas consideradas instituições financeiras, de seguros privados e de capitalização.

<sup>14</sup> Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica. A alíquota do IRPJ é de 15% (quinze por cento) sobre o lucro apurado, com adicional de 10% sobre a parcela do lucro que exceder R\$ 20.000,00 / mês.

$$K_d = K_{dr}(1 - T_m) \quad (9)$$

## 6. Abordagem Probabilística do WACC

O modelo usual de determinação do custo médio ponderado de capital é utilizado como um resultado determinístico, uma vez que os resultados obtidos são apresentados como um único número. Entretanto, é preciso levar em consideração que a estimativa do WACC é baseada em parâmetros que não podem ser diretamente observados, mas inferidos a partir de médias estatísticas ou medidas indiretas com significativos graus de incerteza, como, por exemplo, o custo de capital próprio, que é estimado utilizando-se o CAPM.

Ademais, a maior parte dos parâmetros de cálculo baseiam-se em índices e preços que apresentam flutuação ao longo do tempo. Assim, a metodologia empregada nos garante que o WACC calculado é tão somente uma estimativa do WACC real; e que para um determinado nível de significância escolhido, há em torno do WACC calculado um intervalo simétrico no qual se encontra o WACC real.

Gráfico 3 – Abordagem Probabilística para o WACC



Fonte: elaboração própria.

Caso o WACC seja utilizado para remunerar o investimento em ativos regulados, um risco relevante é de que o valor estimado esteja abaixo do nível adequado, o que pode levar a um indesejável subinvestimento em infraestrutura. Essa é uma falha regulatória que pode gerar graves efeitos adversos se afetar a confiabilidade ou qualidade do serviço do setor de infraestrutura ao qual se aplica.

Igualmente, na utilização do WACC em modelagens nas quais a proposta econômica, ofertada para um ativo objeto da Concessão, for a outorga a ser paga ao Poder Concedente, a subestimação do WACC pode resultar em outorgas superestimadas, reduzindo a atratividade do projeto. Isso potencialmente gera leilões vazios e a postergação de investimentos em infraestrutura essenciais para o crescimento econômico.

Diante do exposto, foi realizada uma pesquisa a respeito de mecanismos que pudessem mitigar as questões supracitadas. Nesta perspectiva, foi identificado que a Comissão de Comércio da Nova Zelândia (NZCC, 2010) implementou um modelo inovador para o cálculo do WACC. Tal modelo considera que o WACC possui uma distribuição probabilística e, embora possa ser complexo, nada mais é do que um método robusto para abordar um problema que é bem conhecido para a maioria dos órgãos reguladores. No Brasil, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2015) faz uso desse tipo de mecanismo para o cálculo de WACC regulatório.

Abaixo estão listados os principais pontos levantados pela NZCC, no âmbito da utilização do WACC para remunerar investimento em ativos regulatórios:

- **Efeitos Financeiros Diretos:** Se o retorno do investimento é superior ao WACC, há uma transferência de riqueza dos consumidores para os investidores. Da mesma maneira, se o retorno do investimento é inferior ao WACC, há uma transferência de riqueza em sentido inverso.
- **Efeitos Financeiros Indiretos:** O valor estabelecido para o WACC pode afetar as condições de oferta e demanda, de investimento e de competição dos mercados. De maneira geral, esses efeitos não são tão significativos quando comparados aos efeitos diretos.
- **Benefícios Sociais e Econômicos:** A continuidade na prestação do serviço concedido tem um enorme valor econômico. A interrupção no fornecimento tem o potencial de causar distúrbios sociais, comprometer pessoas e infraestruturas críticas, além de impactar negativamente a economia.

Em casos recentes de precificação, as autoridades regulatórias do Reino Unido estabeleceram valores de WACC acima do ponto médio do intervalo estimado. Os percentis são mostrados na Tabela 4 e, nesse caso, foram calculados pela Comissão de Comércio da Nova Zelândia assumindo uma distribuição uniforme, dado que os reguladores britânicos não estimam um desvio padrão para o WACC.

Tabela 4 – Faixa do percentil escolhida - Reino Unido

Regulador	Período	Setor	Percentil
UK ORR	2008	Tarifas de acesso à rede ferroviária	63%
UK CAA/CC	2008	Aeroporot de Gatwick	85%
UK CAA/CC	2008	Aeroporto de Heathrow	86%
UK CAA/CC	2009	Aeroporto Stansted	80%
UK Ofwat	2009	Abastecimento de Água	56%
UK Ofgem	2009	Distribuição de energia elétrica	67%
UK CC	2010	Abastecimento de água de Bristol	100%
UK Ofcom	2011	Banda Larga	86%
UK Ofgem	2012	Transmissão de energia elétrica	83%
UK Ofgem	2012	Transmissão de gás	67%
UK Ofgem	2012	Distribuição de gás	58%
UK ORR	2013	Tarifas de acesso à rede ferroviária	84%
UK CAA	2014	Aeroporto de Heathrow	60%
UK CAA	2014	Aeroporot de Gatwick	58%
UK Ofwat	2014	Abastecimento de Água (verticalmente integrado)	74%
UK CAA	2014	Controle de tráfego aéreo	26%
UK CC	2014	Distribuição e Transmissão de energia elétrica (Eire)	100%
<b>Média Reino Unido</b>			<b>73%</b>

Fonte: Oxera (2014); Adaptado por CPLAN/STN

Em contribuição feita à consulta pública conduzida pela NZCC, a empresa de consultoria Oxera (2014) apurou que muitos agentes reguladores ao redor do mundo fazem uma avaliação qualitativa e discricionária para definição de qual o percentil deve ser adotado na definição do WACC adequado. No caso da própria NZCC, a opção foi utilizar uma abordagem estatística em que alguns dos parâmetros que servem de insumo para o cálculo do WACC são considerados como uma estimativa pontual com um erro associado.

Diante do exposto, a abordagem probabilística foi escolhida como método para buscar limitar os possíveis efeitos adversos que podem ser ocasionados quando da escolha de um custo de capital que seja considerado inadequado para cada caso específico.

Uma maneira de incorporar essas incertezas ao processo de determinação do WACC é através de um tratamento estatístico que mensure as oscilações nos parâmetros de entrada e, a partir daí, associe probabilidades a intervalos de valores que o WACC pode assumir. Considerando esses pressupostos, optou-se por desenvolver uma metodologia que incorpore essa incerteza estatística ao cálculo do WACC. Para implementá-la, todavia, é fundamental uma análise sobre:

- como os parâmetros se comportam ao longo do tempo, para diferenciação entre os conjunturais e os estruturais;
- quais ocasionam maior impacto no WACC calculado, devendo assim ser considerados na abordagem probabilística; e
- quais faixas da distribuição de probabilidade do WACC considerar.

A definição dos parâmetros a serem considerados foi determinado pelo nível de incerteza associado ao método utilizado para sua obtenção. No presente caso, como foi utilizada a média diária do valor dos parâmetros, optou-se pela escolha daquelas que apresentaram maior coeficiente de variação no período analisado, conforme detalhado a seguir.

### 6.1 Simulação de Monte Carlo na geração de dados

O método de Monte Carlo é um tipo de simulação utilizada em modelos envolvendo eventos probabilísticos e assim é denominado porque utiliza um processo aleatório para a geração de números, dada a distribuição de probabilidade da variável que está sendo simulada.

As variáveis do WACC estão na equação 10:

$$WACC = \frac{D}{D+E} (1 - T_m) (K_{dr}) + \frac{E}{D+E} (R_f + \beta [(R_m - R'_f)] + R_{pa}) \quad (10)$$

Para se verificar a volatilidade das variáveis, foi calculado o coeficiente de variação de todos os parâmetros utilizados para o cálculo do WACC, obtendo os valores listados na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 – Coeficiente de variação por variável

Capital de Terceiros	
Parâmetro	Coeficiente de Variação
$K_{dr}$	0,06
Capital Próprio	
Parâmetros	Coeficiente de Variação
$PR = (R_m - R'_f)$	0,14
$CDS\ 10Y = R_p$	0,08
$R_f$	0,05

Fonte: Elaboração própria.

Posição: Janeiro de 2018

A partir dos resultados, optou-se por escolher o parâmetro com maior coeficiente de variação do custo de capital próprio e do custo de capital de terceiros para comporem a análise probabilística, quais sejam: o prêmio de risco de mercado ( $R_m - R'_f$ ) e o custo real da dívida ( $K_{dr}$ ).

No que concerne a taxa livre de risco, a estrutura de capital, a alavancagem e a alíquota de impostos, não se verifica o mesmo grau de incerteza, pois são parâmetros mais fáceis de serem observados ou de serem apurados. Além disso, o coeficiente de variação dessas variáveis seria pouco representativo em relação aos das duas variáveis escolhidas.

Foram realizados testes para verificar qual seria a distribuição de probabilidade adequada para modelar as duas variáveis selecionadas para a simulação. Foi realizado um teste de normalidade do tipo Jarque-Bera com as séries do prêmio de risco de mercado e do custo real da dívida. O resultado do teste confirma a premissa de que as variáveis possuem distribuição normal.

Nesse contexto, gera-se 30.000 números aleatórios para cada uma das variáveis independentes, a partir da normal padronizada, com média ( $\mu$ ) = 0 e desvio padrão ( $\sigma$ ) = 1. Utiliza-se esses números aleatórios gerados dentro da distribuição normal para criar observações sobre as médias e desvios do custo real da dívida ( $K_{dr}$ ) e dos prêmios de risco do mercado ( $R_m - R'_f$ ).

Com base nos números aleatórios sorteados e as médias e desvios das variáveis, teremos 30.000 resultados diferentes para o WACC aplicando a equação (11).

$$WACC_i = \frac{D}{D+E}(1 - T_m)(K_{dr_i}) + \frac{E}{D+E}(R_f + \beta (PR_i) + R_{pa}) \quad (11)$$

Onde:

$i$  = iterações realizadas ( $i=1, 2, 3, \dots$ ); e

$PR$  = prêmio de risco de mercado ( $R_m - R'_f$ )

$$K_{dr_i} = \mu_{K_{dr}} + (\sigma_{K_{dr}} \cdot X1_i) \quad (12)$$

Em que:

$\mu_{K_{dr}}$  = média do custo real da dívida;

$\sigma_{K_{dr}}$  = desvio padrão do custo real da dívida; e

$X1_i$  = variável aleatória com distribuição normal padrão  $X \sim N(0,1)$ .

$$PR_i = \mu_{PR} + (\sigma_{PR} \cdot X2_i) \quad (13)$$

Onde:

$\mu_{PR}$  = média do prêmio de risco de mercado;

$\sigma_{PR}$  = desvio padrão do prêmio de risco de mercado; e

$X2_i$  = variável aleatória com distribuição normal padrão  $X \sim N(0,1)$ .

Após a aplicação da simulação, o custo de capital esperado de cada iteração é determinado. Assim, os valores para os WACC são estimados na simulação na forma de uma função densidade de probabilidade para aplicação de estatística descritiva. A estatística utilizada é a média e o desvio padrão para os WACC, conforme descrito pelas equações 14 e 15.

$$\mu_{WACC_i} = \frac{\sum_{i=1}^n WACC_i}{n} \quad (14)$$

Em que:

$\mu_{WACC_i}$  = média do WACC;

$n$  = número de iterações na simulação ( $n = 30.000$ ).

$$\sigma_{WACC} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (WACC_i - \mu_{WACC})^2}{n}} \quad (15)$$

Em que:

$\sigma_{WACC}$  = Desvio padrão do WACC.

## 6.2 Escolha do Percentil

De acordo com Fallon e Cunningham (2014), os reguladores tendem a escolher um WACC acima do ponto médio em países como a Nova Zelândia, Reino Unido e Estados Unidos.

No caso da Nova Zelândia, a partir de testes feitos com as variáveis utilizadas na abordagem probabilística, chegou-se à conclusão de que seria razoável supor a distribuição de cada uma delas como Normal e, por conseguinte, a do próprio WACC. A partir disso, a Comissão de Comércio da Nova Zelândia construiu uma curva de distribuição Normal e escolheu o percentil 67. Conforme mencionado anteriormente, as variáveis utilizadas na presente metodologia também apresentaram padrões de normalidade.

Além daqueles agentes reguladores que adotaram a abordagem probabilística, é possível elencar vários outros que promoveram algum tipo de aumento à taxa, ou seja, adotaram como padrão um valor acima do valor médio. No Anexo 1 foram elencados alguns dos casos levantados por Fallon e Cunningham (2014).

Cabe lembrar que o método utilizado na Nova Zelândia foi originalmente desenvolvido para fins regulatórios. Assim, o valor do WACC correspondente ao percentil 67 era utilizado quando da revisão contratual, que ocorria a cada cinco anos, e o principal objetivo era evitar o risco de subinvestimento pelo concessionário.

Para balizar esse processo decisório é necessário levar em consideração que, ao escolher uma taxa de desconto que se revele abaixo do custo de capital real, reduz-se o incentivo para que o concessionário faça investimentos no projeto, o que pode ter por consequência a busca de procedimentos administrativos ou judiciais com o objetivo de



retardar investimentos. Por outro lado, uma taxa de desconto muito alta poderá implicar em uma tarifa mais alta para os usuários dos serviços.

Na utilização do WACC para cálculo da outorga mínima, o custo social da subestimação do WACC está associado à superestimação da outorga mínima, com risco de leilão vazio e postergação de investimentos essenciais. Por outro lado, a superestimação do WACC levaria à subestimação da outorga mínima, com risco de prejuízo ao erário. Porém, o processo competitivo por meio do leilão, minimiza esse risco ao permitir a correção da subestimação através do ágio em relação à outorga mínima. A utilização de um percentil acima de 50 como padrão reflete a avaliação de que o custo social associado ao risco do leilão vazio é superior ao risco da concessão do ativo por um preço subestimado.

Deste modo, sugere-se que o padrão para o cálculo da outorga seja a utilização de percentil acima do percentil 50 para o cálculo do WACC para fins de obtenção da outorga mínima ou da tarifa teto para concessão de infraestrutura em um processo competitivo.

A avaliação de que os custos sociais da subestimação do WACC são superiores aos da sobrestimação está por trás da decisão de utilizar o percentil 69<sup>15</sup> (média mais meio desvio-padrão) da distribuição simulada do WACC como parâmetro base para as avaliações de outorgas.

O grau de incerteza em torno da determinação do WACC apropriado pode variar dependendo da natureza de diferentes projetos. Dessa forma, essa Metodologia de Cálculo apresenta a possibilidade de utilização de 3 percentis: o percentil 50, correspondente ao ponto médio; o percentil 69, correspondente ao ponto médio acrescido de meio desvio padrão e o percentil 84, também correspondente ao ponto médio e acrescido de um desvio padrão.

A escolha sobre qual valor do WACC seria o mais adequado para cada ativo (ou grupo de ativos) a ser concedido é uma prerrogativa do órgão setorial responsável pelo processo licitatório. Contudo, recomenda-se que a decisão em cada projeto leve em consideração fatores que exerçam influência sobre o nível de incerteza associado ao certame, tais como:

---

<sup>15</sup> Será utilizado média mais meio desvio-padrão conforme Tabela Normal Padrão. Tal resultado se encontra entre o percentil 69 e percentil 70. Ao fazer a simulação, escolhe-se o ponto que faça com que a área à esquerda seja igual a 69,15%. O mesmo ocorre com o percentil 84 e a escolha recai de forma que a área à esquerda seja 84,13%.

- qualidade e estabilidade da regulação setorial;
- nível e fluxo de investimentos exigidos (alto *capex* x baixo *capex*);
- incertezas na implantação e operação do projeto (*greenfield* x *brownfield*), tais como riscos de demanda, prazos para obtenção de licenças e autorizações, e incertezas em relação ao seus custos e tempo de execução dos investimentos;
- peculiaridades do projeto em relação aos assemelhados; e
- outros fatores que possam influenciar o nível de incerteza associado ao certame, inclusive fatores associados à conjuntura econômica.

## **7. Considerações Finais**

A metodologia apresentada neste documento servirá como base para o cálculo do WACC pelo Ministério da Fazenda em projetos voltados para as novas concessões federais de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e para a relicitação de usinas hidrelétricas.

## 8. Referências

- Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), Resolução nº 4903, de 21 de outubro de 2015. Disponível em: [http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/42647/Resolucao\\_n\\_4903.html](http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/42647/Resolucao_n_4903.html)
- ALEXANDER, G. J.; CHERVANY, N. L.. “On the Estimation and Stability of Beta,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15 : 123–137, 1980.
- Banco Central do Brasil (BCB), Análise Comparativa de Duas Medidas de Risco-Brasil: Credit Default Swaps e Embi+Br, 31 de outubro de 2007. Disponível em: [goo.gl/ZVCG2z](http://goo.gl/ZVCG2z). Acesso em 19/10/2017.
- BLUME, M. E. *Betas and Their Regression Tendencies*. The Journal of Finance, vol. 30, issue 3, 785-95, 1975.
- BODIE, Z. “Longer Time Horizon ‘Does Not Reduce Risk’”, Financial Times, January 26, 2002.
- BOX, G.E.M.; MULLER, M.E. *A note on the generation of random normal deviates*. Ann. Math. Statist. n. 29, pp. 610-611, 1958.
- BREALEY, R.; MYERS, S; ALLEN, A. *Principles of Corporate Finance*, 9th ed. Boston McGraw-Hill/Irwin, 2008
- COPELAND, T. E.; KOLLER, T.; MURRIN J. *Avaliação de empresas: calculando e gerenciando o valor das empresas*, 3ª ed. Pearson, 2002.
- DAMODARAN, A. *Finanças corporativas aplicadas: manual do usuário*. Porto Alegre, Ed.Bookman, 2002.
- DAMODARAN, A. *What is the Riskfree Rate? A Search for the Basic Building Block*, December 14, 2008.
- DAMODARAN, A. *Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.
- DAMODARAN, A. *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2015 Edition*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2581517> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2581517>.
- DIMSON, E.; MARCH, P.; STAUNTON, M. *Equity Premia Around the World*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1940165> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1940165>, October 7, 2011.
- FALLON, J.; CUNNINGHAM, M. *Regulatory Precedents for Setting the WACC within a Range*. Economic Insights Pty Ltd. Australia, 2014.
- GRAHAM, J. R.; CAMPBELL H. *The theory and practice of corporate finance: evidence from the field*, Journal of Financial Economics, **60**, (2-3), 187-243, 2001.
- JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, *CAPM for estimating the cost of equity capital: Interpreting the empirical evidences*, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jfec](http://www.elsevier.com/locate/jfec), 2012.
- KOLLER, T; GOEDHART, M.; WESSELS, D. *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. McKinsey & Company. Hoboken, 2015.

- LINTNER, J. *The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets*. Review of Economics and Statistics, v. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.
- LUSTOSA, P. R. B.; PONTE, V. M. R.; DOMINAS, W. R. Simulação. In: CORRAR, L. J.; THEÒPHILO, C. R. (Org.). Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração. São Paulo: Atlas, 2004.
- MARTELANC, R.; PASIN, R.; PEREIRA, F. Avaliação de Empresas: um guia para fusões e aquisições e *private equity*. Editora Pearson, 2014.
- MODIGLIANI, F.; Miller, M.H. *The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment*. American Economic Review, 48, 261 – 297, 1958.
- MERTON, R. C. "On Estimating the Expected Return on the Market: An Exploratory Investigation." Journal of Financial Economics, Vol. 8, pp. 323-361, 1980.
- MILES, J. A.; EZZELL J. R. *The Weighted Average Cost of Capital, Perfect Capital Markets, and Project Life: A Clarification*, 1980.
- MITRA, S. *Revisiting WACC*. Journal of Management & Business Research. Volume 11, Issue 11, Version 1.0, 2011.
- MYERS, S.C. *Interactions of Corporate Financing and Investment Decisions: Implications for Capital Budgeting*, 1974.
- NEW ZEALAND COMMERCE COMMISSION. Input Methodologies (Electricity Distribution and Gas Pipeline Services) Reasons Paper. 2010. Disponível em: <https://www.comcom.govt.nz/regulated-industries/input-methodologies-2/electricity-distribution/input-methodologies-for-electricity-distribution-services/>
- OXERA. Input methodologies, Review of the ‘75th percentile’ approach, New Zealand Commerce Commission, 23 June 2014.
- SANVICENTE, A. Z., CARVALHO, M. R. *Determinants of the implied equity risk premium in Brazil*. Working Paper 430. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, 2016
- SHARPE, W. F. *Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk*. Journal of Finance, v. 19, n. 3, p. 425- 442, 1964.
- WELCH, I. *The Consensus Estimate for the Equity Premium by Academic Financial Economists in December 2007*, working paper, Brown University, 2008

### Anexo 1 – Exemplos de Agências Reguladoras que consideram WACC acima do ponto médio

País Regulador, Período Regulatório	Setor	Ponto médio (WACC "vanilla" nominal)	Basis points acima do ponto médio
<b>Austrália</b>			
AER, 2014-15	Distribuição de Energia	7,43	61
		7,43	37
ERA (Austrália Ocidental), 2014	Trans. & Distribuição de Gás	6,43	13
ESC (Vitória), 2013	Abastec. & Saneamento	6,89	20.5
ESC (Vitória), 2008	Distribuição de Gás	8,97	18
<b>Europa</b>			
Dinamarca, 2008	Distribuição de Energia	7,5	Nenhum
França, 2013-16	Transmissão de Gás	6,5	300 bp de incremento para alguns investimentos
<b>Estados Unidos da América</b>			
FCC, 2014 até redef.	Telecomunicações	7,84	66
FERC, (2014)	Transmissão de de Energia Elétrica	7,19	60
Indiana, 2013 -	Energia Elétrica	6,89	8.5
Flórida, 2013-16	Energia Elétrica	8,39	0.5
Maryland, 2013-reset	Distribuição de Energia	7,63	0.5
Pensilvânia, 2013-reset	Distribuição de Energia	7,85	14.0
Nova Iorque, 2014 -reset	Energia Elétrica	6,91	19.0
	Gás	6,91	24.0

Fonte: Adaptado de Fallon e Cunningham (2014)

**Anexo 2 – Forma de obtenção e cálculo dos dados****ESTRUTURA DE CAPITAL**

- **Percentual de Participação de Capital de Próprio: (%E) e Percentual de Participação de Capital de Terceiros: (%D)**

Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> . Acesso em 05/11/2018.

Acesso à planilha: Menu “Data”, opção “Current Data”, opção “Risk/Discount Rate”, opção “Total Beta by Industry Sector”, opção “Global”.

**CUSTO DE CAPITAL PRÓPRIO (CAPM)**

- **Taxa Livre de Risco: ( $R_f$ )**

Cálculo: média das *yields* de fechamento de mês dos últimos 12 meses do *US treasury bond* de 10 anos.

Fonte: Terminal *Bloomberg* – código GT10 Govt.

- **Taxa Livre de Risco estrutural: ( $R'_f$ )**

Cálculo: média das *yields* de fechamento de mês desde janeiro de 1995 do *US treasury bond* de 10 anos.

Fonte: Terminal *Bloomberg* – código GT10 Govt.

- **Taxa de Retorno de Mercado: ( $R_m$ )**

Cálculo: o retorno mensal do índice de ações *Standard & Poors 500* (S&P500), a partir do logaritmo neperiano entre os valores de fechamento de mês do índice S&P500, desde janeiro de 1995. A partir disso, faz-se uma média dos retornos mensais.

Fonte: Terminal *Bloomberg* – código SPXT Index.

- **Prêmio de Risco de Mercado: ( $R_m - R'_f$ )**

Cálculo: média do retorno mensal do ( $R_m - R'_f$ ) desde janeiro de 1995. Para se obter o prêmio de risco de mercado anual a taxa mensal é anualizada, conforme equação 1.

$$\text{Prêmio de Risco de Mercado Anual} = (1 + \text{Prêmio de Risco de Mercado Mensal})^{12} - 1 \quad (1)$$

- **Beta Desalavancado: ( $\beta_u$ )**

Ver estrutura de capital

- **Beta Alavancado Ajustado ( $\beta_l$ ):**

Cálculo: o Beta desalavancado ajustado é realavancado pela estrutura de capital esperada da companhia, chegando ao Beta alavancado ajustado pela equação 2.

$$\beta_l = \beta_u \left[ 1 + (1 - IR) \frac{D}{E} \right] \quad (2)$$

- **Prêmio de Risco Brasil: ( $R_p$ )**

Cálculo: média com base diária do CDS de 10 anos. Para se chegar ao  $R_p$ , o resultado obtido é multiplicado pelo multiplicador de volatilidade ( $M_{vol}$ ) que é obtido pela equação 3.

$$M_{vol} = \frac{\sigma_{IBOV}}{\sigma_{DI}} \quad (3)$$

Onde:

$\sigma_{IBOV}$  = desvio padrão dos retornos diários do índice Ibovespa nos últimos 5 anos, apurados pelo logaritmo neperiano das variações dos índices diários; e

$\sigma_{DI}$  = desvio padrão dos retornos diários de 10 anos com base nos contratos futuros de taxa média de Depósitos Interfinanceiros de um dia (DI), apurados nos últimos 5 anos. Para apurar a taxa de 10 anos, efetuou-se interpolação linear das taxas dos contratos com vencimento em janeiro imediatamente inferior e superior ao prazo de dez anos.

Fonte:

- CDS: Terminal *Bloomberg* – código CDS10Y;
- Retornos diários do índice Ibovespa; e
- Depósitos Interfinanceiros de um dia (DI).

- **Prêmio de Risco Brasil ajustado: ( $R_{pa}$ )**

$$R_{pa} = R_p \cdot M_{vol} \quad (4)$$

- **Custo de Capital Próprio Nominal: ( $K_e$  Nominal)**

$$R_f + \beta_l(R_m - R'_f) + R_{pa} \quad (5)$$

- **Taxa de Inflação Americana: ( $\pi_{americana}$ )**

Cálculo: o yield da treasury bond de 10 anos é obtida (Código GT10 Govt) e o yield da Treasury real (TIPS) de 10 anos (Código GTIII10 Govt). Dados obtidos na bloomberg com base mensal para os últimos 12 meses.

Para cada um dos últimos 12 meses, calcula-se a inflação implícita entre os dois títulos a partir da equação 6. Por fim, para se chegar a  $\pi_{americana}$  calcula-se a média dos resultados da inflação implícita dos últimos 12 meses.

$$\pi_{americana} = \frac{1 + \text{Nominal Treasury Rate}}{1 + \text{TIPs Rate}} - 1 \quad (6)$$

Fonte: Terminal *Bloomberg* Códigos – GT10 Govt (*Treasury Bond* de 10 anos) e GTIII10 Govt (*Treasury Real* de 10 anos).

- **Custo Real do Capital Próprio ( $K_e$ ):**

$$\frac{1 + K_e \text{Nominal}}{1 + \pi_{americana}} - 1 \quad (7)$$

**CUSTO DE CAPITAL DE TERCEIROS**

- **Custo Real da Dívida ( $K_{dr}$ ):**

Cálculo: são os *yields* das debêntures do setor de logística e energia. Para o caso de debêntures de infraestrutura com incentivo fiscal foi utilizado o seguinte procedimento para retirada do benefício tributário:

- obter uma taxa nominal equivalente, a partir da adição da taxa de inflação projetada;
- dividir este valor por 0,85, a título de reversão do benefício tributário; e
- retirar novamente a taxa de inflação, obtendo-se uma taxa real.

O custo real da dívida é obtido através do cálculo da média dos *yields* diários médios até o vencimento aferidos nos últimos 12 meses conforme equação 8.

$$k_{dr} = \frac{\sum_{d=1}^n R_{di}}{n} \quad (8)$$

Em que:

$R_{di}$  = média diária da rentabilidade anual real das debêntures da amostra, apuradas no mercado secundário (já sem o efeito do benefício tributário);

$n$  = número de observações em dias úteis nos últimos 12 meses.

Fonte: Terminal *Bloomberg*.

Comando *Bloomberg* (suplemento Excel): BDH(G20 &"@ANDE corp";"YLD\_YTM\_MID";\$F\$16;\$F\$17;"cols=2;rows=252"). Onde: \$F\$16: data inicial, \$F\$17: data final, G20: ativo

- **Custo Real do Capital de Terceiros Líquido de Impostos: ( $K_d$ )**

$$K_d = K_{dr}(1 - T_m) \quad (9)$$

**CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL**

$$WACC = \%E K_e + \%D K_d \quad (10)$$



