



NOTA TÉCNICA SEDE/SPME Nº 01/2016

*Determinação da Taxa de Custo de Capital
para o Processo de Revisão Tarifária da
Concessionária Gasmig.*



SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO



JUNHO/2016



Índice

1. Objetivo	4
2. Contextualização	4
3. Custo Médio Ponderado do Capital (WACC)	4
3.1. Custo do capital próprio.....	5
3.2. Custo de capital da dívida	6
4. Determinação das janelas de tempo e medida de tendência central	7
4.1. Método Proposto	8
5. Determinação das variáveis	8
5.1. Estrutura de Capital.....	8
5.1.1. Estrutura de Capital Americana	9
5.1.2. Estrutura de Capital Brasileira.....	9
5.2. Custo do capital próprio.....	10
5.2.1. Taxa Livre de Risco	11
5.2.2. O Beta.....	12
5.2.3. Retorno do mercado e Prêmio de Risco de Mercado	14
5.2.4. Risco País	16
5.2.5. Risco Cambial	17
5.2.6. Estimativa do custo de capital próprio.....	17
5.3. Custo de capital da dívida	17
5.3.1. Risco de crédito.....	18
5.3.2. Estimativa do custo de capital da dívida	19
5.4. Inflação americana esperada	19
6. Cálculo do Custo Médio Ponderado do Capital	20
6.1. Resultados e fontes das informações do Custo Médio Ponderado do Capital - WACC	21
Anexo I – Cálculo do Beta	24
7. Referências.....	26



Conteúdo de Equações

Equação 1: Taxa WACC.....	5
Equação 2: Modelo CAPM.....	5
Equação 3: Modelo CAPM da dívida	6
Equação 4: Cálculo da Estrutura de Capital das Distribuidoras de Gás Canalizado (2011-2015)	10
Equação 5: Modelo CAPM.....	10
Equação 6: Desalavancagem do beta americano.....	13
Equação 7: Realavancagem do beta americano	13
Equação 8: Modelo CAPM - Prêmio de risco	15
Equação 9: Modelo CAPM.....	17
Equação 10: Modelo CAPM da dívida	19
Equação 11: Taxa WACC.....	20
Equação 12: Taxa WACC real depois de impostos	20
Equação 13: Taxa WACC real antes dos impostos	21
Equação 14: Cálculo do Beta - Companhias de Natural Gas Utilities.....	25

Conteúdo de Figuras:

Figura 1: Evolução da taxa livre de risco % (1928-2015).....	11
Figura 2: Procedimento de cálculo do beta das empresas do setor de distribuição de gás no Brasil ..	12
Figura 3: Evolução do Índice S&P500 %(1928-2015)	15
Figura 4: Evolução EMBI + Brasil Série % (1994-2015).....	16

Conteúdo de Tabelas

Tabela 1: Amostra de Distribuidoras utilizadas para cálculo de Nível de Endividamento.....	9
Tabela 2: Resultado da Estrutura de Capital do Setor de Gás Canalizado (2011-2015)	10
Tabela 3: Estimativa do parâmetro beta.....	14
Tabela 4: Estimativa de Risco de Crédito	19
Tabela 5: Taxa WACC Resultante	22
Tabela 6: Relação de Companhias de Natural Gas Utilities utilizadas no cálculo do Beta	24
Tabela 7: Beta resultante	25



1. Objetivo

Esta Nota Técnica tem o objetivo de apresentar, para fim de discussão aberta em Consulta Pública, as metodologias utilizadas e os resultados obtidos nos estudos para determinação da taxa de custo do capital que vigorará no processo da 1ª Revisão Tarifária Periódica do serviço de distribuição de gás canalizado de Minas Gerais. Essa taxa, a ser definida a partir das contribuições recebidas durante a Consulta Pública, será aplicada sobre a base de remuneração regulatória líquida (BRRL) e permitirá ao prestador obter as receitas necessárias para cumprir com os compromissos da dívida, com o pagamento do imposto de renda e obter um retorno razoável com o risco de sua atividade.

2. Contextualização

O custo de capital é uma variável-chave do processo de regulação tarifária em atividades de monopólio natural, como o de distribuição de gás canalizado. Para estabelecer tarifas que sejam justas e razoáveis para usuários da infraestrutura e mantenham a atratividade de investimentos sob a ótica privada, reguladores de diversos países enfrentam o desafio de estimar o custo de oportunidade do capital para definir a taxa de retorno adequada dos investidores.

No âmbito de um processo de revisão tarifária, é necessário determinar qual a remuneração apropriada aos investidores e credores da concessionária (custo de capital próprio e de terceiros), em consonância com os objetivos de universalização e aumento da qualidade do serviço e da modicidade tarifária, ao mesmo tempo em que se busca manter o equilíbrio econômico-financeiro do prestador.

Para a determinação da taxa de custo do capital, entre os métodos consagrados, o que tem maior consenso é a metodologia Custo Médio Ponderado do Capital (WACC - Weighted Average Cost Of Capital) tanto no uso financeiro como regulatório, sendo a metodologia comum entre as agências reguladoras na maioria dos países¹.

Essa metodologia reconhece as diferentes formas de financiar a empresa, envolvendo os diferentes custos (próprio e terceiro), ponderando o custo financeiro de cada fonte de financiamento pela participação que cada uma tem no total do financiamento do distribuidor de gás canalizado.

Baseado na literatura, bem como nas experiências do setor de regulação de serviço público nacional e internacional, determinou-se o Custo de Capital da Companhia de Gás de Minas Gerais - Gasmig por meio da metodologia WACC - Weighted Average Cost Of Capital

Nesse sentido, a presente Nota Técnica calcula cada um dos parâmetros que compõem a metodologia WACC, conforme descritos nos pontos a seguir.

3. Custo Médio Ponderado do Capital (WACC)

Para a determinação da taxa de custo do capital, a prática comum entre as agências reguladoras na maioria dos países, é a metodologia de Custo Médio Ponderado do Capital (WACC - *Weighted Average Cost of Capital*).

¹ A prática regulatória internacional e nacional para determinar o custo de capital mostra um maior consenso no uso da metodologia WACC, utilizado pela maioria das agências de regulação. Grã-Bretanha (OFGEM), Austrália (AER), Brasil (ANEEL e ARSESP), Colômbia (CREG), Guatemala, Nova Zelândia, dentre outros europeus, norte americanos e brasileiros (ARSESP, 2014).



De acordo com essa metodologia, a taxa de retorno de um investimento é uma média ponderada dos custos dos diversos tipos de capital, com pesos iguais à participação de cada tipo de capital no valor total do ativo investido. Assim, a taxa WACC procura refletir o custo médio das diferentes alternativas de financiamento disponíveis para o investimento.

Essa metodologia reconhece que as diferentes formas de financiar o prestador envolvem diferentes custos, ponderando o custo financeiro de cada fonte de financiamento pela participação que cada uma tem no total do financiamento do prestador.

Em termos gerais, o financiamento vem tanto do capital próprio dos investidores, como de terceiros, para quem a empresa solicitou recursos financeiros em forma de empréstimo. De acordo com o exposto, o WACC é definido como:

Equação 1: Taxa WACC

$$WACC = w_e * r_e + w_D * R_D * (1 - t_G),$$

Onde:

WACC = Custo Médio Ponderado do Capital, representa o custo de financiamento dos ativos do prestador (em termos nominais depois do imposto de renda);

w_e = ponderação do capital próprio ou *equity* na estrutura de capital definida, isto é, igual a $E / (E + D)$, onde:

E = capital próprio ou *equity*

D = dívida

E + D = valor total dos ativos.

r_e = Custo do Capital Próprio ou *equity* em termos nominais, depois do imposto;

w_D = ponderação da dívida na estrutura de capital, sendo $w_D = D / (E + D)$;

R_D = custo da dívida, é uma taxa nominal;

t_G = taxa de imposto de renda.

O custo de capital tem então dois componentes: o do capital próprio ou dos investidores, e o custo da dívida ou terceiros, os mesmos são detalhados mais adiante.

3.1. Custo do capital próprio

Para o cálculo do custo de capital próprio a metodologia mais difundida é denominada de Método do Preço de Ativos Financeiros ou CAPM (por suas siglas em inglês *Capital Asset Pricing Model*).

Este modelo sustenta que o retorno exigido sobre um ativo com risco é equivalente ao retorno esperado de um investimento para um ativo livre de risco, mais um componente que mede o risco do setor em questão. Para calcular este risco é necessário determinar o risco da carteira do mercado, que contém todos os ativos do mesmo, medindo o maior ou menor risco do ativo em questão em relação ao do mercado. Esta formulação está resumida na seguinte expressão:

Equação 2: Modelo CAPM

$$r_e = r_f + \beta_e \times (r_m - r_f) + \text{risco}_{\text{país}}$$



Onde:

- r_e : custo de oportunidade do capital próprio em termos nominais depois de impostos;
- r_f : taxa de rentabilidade de ativos financeiros livres de risco (bônus do tesouro dos EUA);
- β_e :
$$\frac{Cov(r_e, r_m)}{\sigma_m^2}$$

Beta é o risco relativo das empresas do setor de distribuição de gás canalizado em relação ao risco do mercado. Determina-se como a covariância do retorno do ativo que se quer medir (neste caso o setor de distribuição de gás canalizado) e o retorno do mercado, dividida pela variância da carteira de mercado. Esta variável mede o risco relativo do ativo, cujo custo de capital está sendo determinado sobre o conjunto de ativos de risco que conformam a carteira de mercado²;
- r_m : taxa de rentabilidade de uma carteira de ações representativa do mercado de ativos de risco;
- $risco_{país}$: é o indicador do risco país do Brasil *Emerging Markets Bond Index* (EMBI + Brasil). Calcula-se como a diferença entre o retorno dos bônus do governo do Brasil e os retornos dos bônus do tesouro dos EUA (ambos em moeda americana).

Quando for calculado o r_e para ser aplicado num país que não tem um mercado de capitais o suficientemente desenvolvido para determinar as variáveis r_f , β_e e r_m , será necessário calcular r_e através de informações de um país com um mercado de capitais maduro, como os Estados Unidos. Nesse caso, será necessário ajustar o r_e para considerar a diferença de risco entre ambos os países. Esta variante ajustada do CAPM é denominada como “*Country Spread Model*”³ e nela é adicionado o risco país no caso do Brasil.

3.2. Custo de capital da dívida

Uma metodologia similar à anterior é proposta para definir o custo de capital da dívida denominada CAPM da dívida. A mesma é expressa segundo:

Equação 3: Modelo CAPM da dívida

$$R_D = r_f + risco_{crédito} + risco_{país},$$

Onde:

- R_d : custo de oportunidade do capital de terceiros em termos nominais;
- r_f : taxa de rentabilidade dos ativos financeiros livres de risco (definido anteriormente);

² Uma explicação detalhada do conceito de beta pode ser conferida em “*Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*”, Edwin J. Elton e Martin J. Gruber, 3ra edição, capítulo 5.

³ Ibbotson Associates, “*SBBI Stocks, Bonds, Bills and Inflation*”, Valuation Edition 2001 Yearbook, Ibbotson Associates, United States.



$risco_{crédito}$: *spread* do bônus soberano brasileiro com igual qualificação aos bônus das distribuidoras de gás canalizado no Brasil.

$risco_{país}$: é o indicador de risco país Brasil (definido anteriormente).

4. Determinação das janelas de tempo e medida de tendência central

Existe muita discussão entre reguladores e regulados no momento de definir a janela de tempo a ser considerada para a estimação de cada variável, assim como a medida para calcular a tendência central.

Para resolver o primeiro problema é importante analisar a trajetória histórica de cada série de cada variável que compõe a taxa WACC, mas também, a volatilidade de cada uma, para assim considerar naquelas séries com maior volatilidade, uma janela de tempo maior na análise.

Em relação ao segundo problema, deve-se analisar a normalidade da série histórica de cada variável, já que é recomendável utilizar como medida da tendência central a média naquelas variáveis com distribuição normal e a mediana naquelas com distribuição assimétrica.

A prática habitual das agências reguladoras da América Latina e Europa é definir uma janela fixa para cada variável, por exemplo, utilizar a série dos últimos 10 anos para a determinação da taxa livre de risco e a máxima série disponível para o cálculo do retorno de mercado, devido principalmente à volatilidade desta última e à duração das crises econômicas. Porém, essa solução é arbitrária, podendo, em alguns casos, não refletir as melhores expectativas nos valores das variáveis.

Outras agências definem uma mesma janela de tempo para projetar as diferentes variáveis, o que parece ser uma decisão mais imparcial, porém podem ser incorporados riscos na estimação caso não seja considerada a volatilidade de cada série no momento de definir a janela de tempo para a análise.

Outro problema que acontece no momento de projetar uma variável é o efeito dos valores atípicos (outliers), que produzem estimativas errôneas, principalmente quando as janelas de tempo são curtas. Este problema é reduzido, mas não eliminado, caso seja considerada a mediana como medida da tendência central.

No entanto, cabe destacar que em casos específicos em que há uma mudança estrutural econômica significativa, que se reflete na série de dados do parâmetro a ser estimado, pode ser necessário realizar um corte nesta série.

Para reduzir os riscos detectados e evitar decisões arbitrárias é proposto um método que resolve os seguintes problemas:

- Tamanho das janelas de tempo;
- Medidas de cada variável, e;
- Efeito dos valores atípicos.



4.1. Método Proposto

O método baseia-se no cálculo da média das variáveis a partir da máxima série histórica disponível e incorporando um mecanismo de exclusão dos valores críticos na **taxa livre de risco, retorno do mercado e risco país**⁴.

Dentro desses mecanismos, avaliaram-se:

1. Mecanismo Box-plot (considera como outliers aqueles valores superiores a 1,5 vezes a distância interquartílica sobre o terceiro quartil, e 1,5 vezes inferiores à distância interquartílica sobre o primeiro quartil)
2. Mecanismo de exclusão daqueles valores superiores ou inferiores a três vezes o desvio padrão da série.

Devido à similaridade dos resultados obtidos por ambos os mecanismos, foi escolhido o segundo devido a sua simplicidade.

Esse método apresenta importantes vantagens como:

- Elimina a arbitrariedade de escolher uma janela de tempo fixa para cada variável;
- Introduz um método para excluir valores críticos e, assim, evita discussões sobre o fato de que deve ser considerada a média ou mediana para o cálculo do risco país, e as demais variáveis. Com a mesma regra para todas as variáveis são definidos os valores que serão utilizados na estimativa, evitando assim maiores discussões sobre o comportamento e a distribuição das variáveis;
- Reduz os riscos de estimativa, pois não são perdidas as informações na medida em que avança o tempo.

5. Determinação das variáveis

5.1. Estrutura de Capital

No modelo adotado de taxa WACC, o cálculo do custo de capital possui duas estruturas de capital implícitas, que são a estrutura de capital americana, usada para cálculo do beta desalavancado (assunto que veremos nos tópicos a seguir) e a estrutura de capital brasileira, utilizada tanto para relavancar o Beta de acordo com a estrutura brasileira, como na ponderação dos custos do capital próprio e de terceiros conforme abordado na fórmula da Equação 1: Taxa WACC, a qual pondera os custos estimados a partir da participação de cada fonte de recursos no investimento total, resultando no custo médio.

A determinação dessa estrutura de capital ótima deve levar em consideração que as empresas estão permanentemente buscando reduzir seus custos financeiros através da adoção de uma composição adequada entre capital próprio e de terceiros, considerando para isso o risco do negócio e os benefícios fiscais do uso de capital de terceiros. Ou seja, buscam o nível ótimo de endividamento e a melhoria de sua rentabilidade final.

⁴ No caso do parâmetro do risco país estimado foi aplicado método proposto, porém a série de dados teve um corte devido uma mudança estrutural significativa no período, a qual será detalhada no item 5.2.4 da presente nota técnica.



5.1.1. Estrutura de Capital Americana

A estrutura de capital norte-americana usada para desalavancagem do beta das empresas de serviços públicos gás canalizado foi será obtida a partir de dados da indústria “*Natural Gas Utilities*”, fornecidos pela REUTERS (2016), resultando em um nível de endividamento de **44,23%**⁵ para ser aplicado no Beta alavancado das companhias listadas pela Reuters *Natural Gas Utilities Industry*.

5.1.2. Estrutura de Capital Brasileira

Para a determinação da estrutura ótima de capital brasileira foi utilizada a abordagem do Benchmarking financeiro, que consiste na comparação com as informações contábeis das distribuidoras de gás canalizado brasileiras.

A estrutura de capital para o cálculo da taxa de capital, usada para realavancagem do beta e ponderação dos custos de capital próprio e de terceiros na fórmula do WACC, adotou uma janela dos últimos 5 (cinco) anos (2011 a 2015) de informações contábeis obtidas dos respectivos relatórios de administração de uma amostra de distribuidoras de gás canalizado brasileiras, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 1: Amostra de Distribuidoras utilizadas para cálculo de Nível de Endividamento⁶

	Empresa	Estado
1	GASMIG	MG
2	COMGÁS	SP
3	GNSPS	SP
4	GBD	SP
5	CEG	RJ
6	CEG Rio	RJ
7	BAHIAGÁS	BA
8	COMPAGÁS	PR
9	COPERGÁS	PE
10	SCGÁS	SC
11	SULGÁS	RS

Fonte: Elaboração Própria

Para realização do cálculo da estrutura de capital, foram utilizadas informações contábeis de 2011 a 2015 dos relatórios de administração da amostra distribuidoras demonstrada acima, a partir da relação do valor dívida de curto e longo prazo com valor do ativo intangível e financeiro, conforme demonstrado na Equação 4 a seguir:

⁵ Damodaran (2016) utiliza um nível de endividamento de 48,55% para indústria “Oil/Gas Distribution” de empresas americanas. No entanto, para a estrutura capital americana do presente cálculo, utilizamos os dados da Reuters 2016 (Natural Gas Utilities Industry) por serem mais representativos da indústria de serviços públicos de distribuição de gás natural e utilizarem dados dos últimos 5 anos.

⁶ A distribuidora GNSPS até a presente data de confecção desta Nota Técnica não disponibilizou o Relatório de Administração do ano de 2015 em formato público.

**Equação 4: Cálculo da Estrutura de Capital das Distribuidoras de Gás Canalizado (2011-2015)**

$$Estrutura\ de\ Capital = \frac{\sum_{t=2011}^{2015} (Dívida\ de\ CP\ e\ LP_n)}{\sum_{t=2011}^{2015} (Ativo\ Intangível + Financeiro_n)}$$

Onde:

$\sum_{t=2011}^{2015} (Dívida\ de\ CP\ e\ LP_n)$: somatório da dívida de curto e longo prazo no período t para n distribuidoras;

$\sum_{t=2011}^{2015} (Ativo\ Intangível + Financeiro_n)$: somatório de Ativo intangível e financeiro no período t para n distribuidoras;

t : período de tempo, variando de 2011 a 2015;

n : número de distribuidoras, variando de 1 a 11.

Sendo assim, a partir das informações contábeis da amostra obtém-se Estrutura de Capital do setor de gás canalizado no Brasil, segundo amostra de empresas da Tabela 1, resultando em nível de endividamento total da indústria de gás canalizado de **45,88% para ser utilizada na definição do custo médio ponderado de capital da Gasmig**, conforme descrito na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Resultado da Estrutura de Capital do Setor de Gás Canalizado (2011-2015)

Montante do Ativo Intangível e Financeiro (A) (em R\$ Milhares)	Montante da Dívida Curto e Longo Prazo (D) (em R\$ Milhares)	Estrutura de Capital Gás Brasil (D/A) %
44.000.501	20.186.104	45,88%

Fonte: Relatórios de Administração (2011-2015)

5.2. Custo do capital próprio

Como apresentado anteriormente, para determinar o custo de capital próprio, ou seja, o custo de oportunidade dos investidores (r_e), adota-se o método de CAPM (Capital Asset Pricing Model).

Basicamente, o modelo é constituído de uma taxa livre de risco acrescida de um prêmio pelo risco do setor em análise mais um prêmio de risco adicional para adequação ao mercado específico (risco país), conforme demonstrado na equação abaixo.

Equação 5: Modelo CAPM

$$r_e = r_f + \beta_e \times (r_m - r_f) + risco_{país}$$

onde:

r_e : custo de oportunidade do capital próprio;

β_e : Risco sistemático da indústria sob análise;

r_f : taxa de retorno de um ativo livre de risco;

r_m : taxa de retorno de uma carteira diversificada;

$r_{país}$: prêmio adicional por risco país;

A descrição de cada componente do modelo, as variáveis e período de tempo que serão utilizadas, e as respectivas metodologias de cálculo são apresentadas nos pontos a seguir:



5.2.1. Taxa Livre de Risco

A taxa livre de risco reflete o retorno que um investidor poderia obter se colocasse seu dinheiro num ativo livre de risco. É uma prática habitual considerar o bônus do governo americano como ativo livre de risco, portanto, deve-se definir:

- Duração do bônus a ser considerado: desde um ponto de vista conceitual, o horizonte de vida do bônus a ser considerado, enquanto constitui um ativo alternativo ao setor de distribuição de gás canalizado, deve ser similar ao deste último, isto é, aproximadamente entre 30 e 40 anos. Porém, os bônus a longo prazo dessa duração têm incorporado um risco associado à expectativa de inflação a longo prazo. Com o intuito de evitar esse efeito de risco adicional, uma solução generalizada é considerar como taxa livre de risco o bônus do governo americano com vencimento a 10 anos. Este tipo de bônus é considerado pelas agências reguladoras da Guatemala, Argentina, Panamá, Reino Unido e Austrália, por exemplo⁷.
- Período de tempo sobre o qual é calculada a média da taxa de retorno do bônus que servirá como referência da taxa livre de risco: o objetivo é valorar a taxa de retorno esperada, sendo necessário aplicar o modelo CAPM para destacar da melhor forma possível as expectativas dos investidores no momento mais próximo à data em que for realizado o estudo. Porém, ao observar as consequências de eliminar efeitos pontuais, alguns autores sugerem considerar séries de dados históricos prolongados. A desvantagem deste enfoque é que o resultado obtido pode diferir em grande parte das expectativas no momento do cálculo do custo de capital quanto maior for a série de dados utilizada.

Figura 1: Evolução da taxa livre de risco % (1928-2015)



Fonte: Yahoo Finance.

Para a taxa livre de risco, o critério utilizado, conforme descrito no item 4, foi de usar janelas longas que permitam representar adequadamente o comportamento das séries no longo prazo. Sendo assim, estimou-se a taxa livre de risco a partir da média aritmética dos retornos do bônus do governo

⁷ Ver "Electricity Distribution Price Determination 2001-2005, Volume I Statement of Purpose and Reasons", September 2000. Office of the Regulator-General, Victoria, Australia. Também, "Review of Public Electricity Suppliers 1998-2000, Distribution Price Control Review: Consultation Paper", Office of the Regulator Electricity, May 1999, United Kingdom.

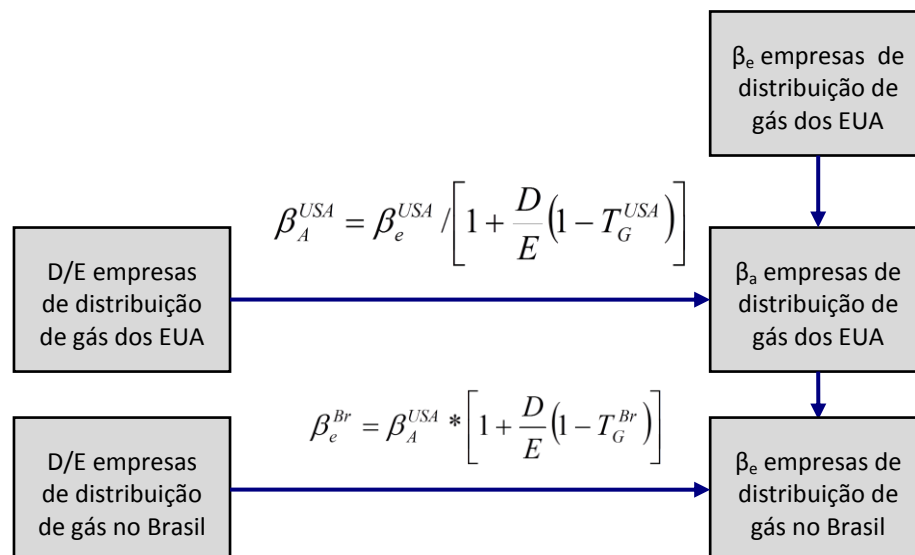


americano com vencimento a 10 anos (US T-BOND 10y) com base ao tratamento da série histórica mensal de Jan/1928 a Dez/2015, sem considerar outlier⁸ da série. **A taxa livre de risco resultante a ser aplicada no custo de capital da concessionária Gasmig é de 4,82%.**

5.2.2. O Beta

O Beta mede o risco relativo que o mercado atribui à atividade em análise (setor de distribuição de gás natural canalizado) a partir da variação do preço das ações da mesma com relação ao comportamento do mercado em seu conjunto. Isto é, requer a existência de um mercado e da transação de ações da indústria em estudo. O resultado obtido corresponde ao beta do *equity*, isto é, a parte do financiamento efetuada com capital próprio. O beta reflete tanto o risco da indústria em questão em relação ao do mercado, como também, o risco que assume a indústria pela estrutura de financiamento que ela tem. Como foi mencionado, são considerados os dados do mercado dos EUA, os quais devem ser posteriormente ajustados ao país para o qual será calculada a taxa de custo de capital. O procedimento de cálculo aparece detalhado na seguinte figura:

Figura 2: Procedimento de cálculo do beta das empresas do setor de distribuição de gás no Brasil



Fonte: Elaboração própria com base procedimento de Hamada, 1969 e 1998

Os betas do *equity* das empresas americanas capturam o risco que essas empresas assumem pelo nível de endividamento que têm. Como foi explicado acima, não é possível assumir que a estrutura de endividamento das empresas americanas seja viável de extrapolar às empresas do Brasil. Portanto é necessário determinar o beta do *equity* da distribuidora segundo a estrutura de financiamento definida para ela. Isto é possível conseguir com um cálculo em duas etapas⁹:

- Cálculo do beta do ativo das empresas norte-americanas;
- Cálculo do beta do *equity* da empresa distribuidora de gás canalizado, em base aos betas do ativo das empresas norte-americanas.

⁸ Método definido no item 4.1 que retira da série valores atípicos a partir de valores superiores ou inferiores a três vezes o desvio padrão da série de dados.

⁹ Este procedimento foi derivado por Hamada R.S., "Portfolio Analysis, Market Equilibrium and Finance Corporation", Journal of Finance, Março 1969 e em "The Effect of the Firm's Capital Structure on Systematic Risk of Common Stocks", Journal of Finance, Maio 1972. (HAMADA, 1969 e 1972)



As seguintes expressões matemáticas descrevem o processo a seguir:

Equação 6: Desalavancagem do beta americano

$$\beta_A^{USA} = \beta_e^{USA} \left[1 + \frac{D}{E} (1 - T_G^{USA}) \right]$$

Onde:

β_A^{USA} : corresponde ao beta do ativo desalavancado nos EUA;

β_e^{USA} : corresponde ao beta do *equity* alavancado nos EUA;

T_G^{USA} : taxa efetiva média do imposto de renda nos EUA;

D/E: relação entre a dívida total e o patrimônio líquido das empresas americanas.

O beta do ativo das empresas americanas obtido mediante este procedimento é limpo do efeito do endividamento de cada uma delas. Para o cálculo do beta do *equity* da empresa de destino o procedimento é a seguinte equação:

Equação 7: Realavancagem do beta americano

$$\beta_e^{Br} = \beta_A^{USA} * \left[1 + \frac{D}{E} (1 - T_G^{Br}) \right]$$

Onde, em adição aos conceitos anteriores são definidos:

β_e^{Br} : beta do *equity* realavancado a ser aplicado à distribuição de gás canalizado;

T_G^{Br} : taxa do imposto de renda no Brasil;

D/E: relação entre a dívida total e o patrimônio líquido do setor de distribuição de gás canalizado no Brasil.

Os cálculos do beta alavancado, nível de endividamento e taxa de impostos das companhias de serviço público de gás natural foram obtidos através das informações da indústria “*Natural Gas Utilities*”, fornecidas pela REUTERS (2016) e YAHOO FINANCE (2016)¹⁰ de Jan/2011 a Dez/2015.

O Cálculo do Beta das empresas listadas pela REUTERS (2016) da indústria “*Natural Gas Utilities*” é demonstrado no **Anexo I**. O resultado foi um beta alavancado americano de **0,74**, utilizando um nível de endividamento de **44,23%** e uma taxa de impostos de **20,45%**.

Posteriormente, aplicando a cálculos explicados nas equações acima se obtém um beta desalavancado de empresas americanas de **0,451**.

Por ultimo, realavancando o beta de **0,451** pela alavancagem brasileira, se aplicou a estrutura de capital do setor de distribuição de gás canalizado de **45,88%** (definido no item 5.1.2) e alíquota de

¹⁰ A saber Historical Prices Weekly - Companies Natural Gas Utilities Industry de Jan/2011 a Dez/2015 Disponível nos sites em: <http://finance.yahoo.com/> e <http://www.reuters.com/sectors/industries/rankings?industryCode=185&view=stability&page=-1&sortby=beta&sortdir=DESC>



imposto de 34%¹¹, obtendo-se o beta Equity Brasil – Gasmig de 0,704 para aplicação no cálculo do custo de capital da Gasmig.

Tabela 3: Estimativa do parâmetro beta

Beta alavancado Empresas Natural Gas Utilities Industry	0,736
Estrutura de Capital americana	44,23%
Taxa de impostos americana	20,45%
Beta desalavancado Empresas Natural Gas Utilities Industry	0,451
Estrutura de Capital brasileira	45,88%
Taxa de impostos brasileira	34%
Beta equity Brasil - Gasmig	0,704

Fonte: Elaboração própria através de dados REUTERS (2016) e YAHOO FINANCE (2016)

5.2.3. Retorno do mercado e Prêmio de Risco de Mercado

Da mesma forma que acontece com as demais variáveis que intervêm no cálculo da taxa de custo do capital, o retorno médio do mercado deve ser uma variável baseada nas expectativas dos investidores (*forward looking*), mas por razões práticas, faz-se sua estimação em base a valores históricos¹². Considera-se como índice representativo do mercado o índice S&P500¹³ dos Estados Unidos o qual é composto por quinhentos ativos (ações) selecionados devido ao seu tamanho de mercado, sua liquidez e sua representação em relação ao mercado, que apresenta uma série histórica segundo a Figura 3:

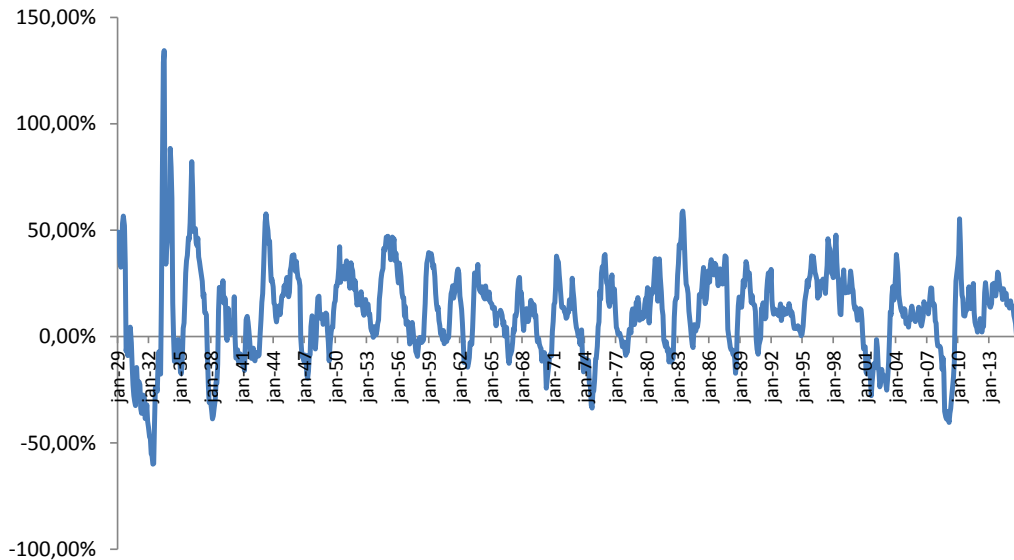
¹¹ Alíquota adotada de tributação 25% Imposto de Renda mais 9% Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido, resultando em uma taxa de 34% de impostos.

¹² Eugene F. Fama e Keneth French, em um recente trabalho “The Equity Risk Premium”, propõem uma alternativa de determinação do prêmio de risco de mercado baseado nas expectativas dos investidores. A determinação se fundamenta em equações auto-regressivas em função das variáveis utilidade por ação (EPS) e dividendos por ação. . (FAMA e FRENCH, 1992)

¹³ S&P500 é o indicador que registra a empresa Standard and Poors sobre a evolução do preço das ações de 500 empresas grandes (“large capitalization”).



Figura 3: Evolução do Índice S&P500 %(1928-2015)



Fonte: Standard & Poor's

Para definir o retorno médio do mercado é necessário resolver dois aspectos:

1. Período sobre o qual se calcula o retorno: devido à alta volatilidade da série, recomenda-se considerar um período de tempo o suficientemente longo para capturar todos os eventos que poderiam ocorrer no futuro e evitar o efeito das grandes crises. Sendo assim, para cálculo utilizou o período de Jan/1928 a Dez/2015;
2. Determinação do retorno em base à média aritmética ou geométrica: existia uma grande controvérsia sobre a utilização de médias aritméticas ou geométricas. A média geométrica é a verdadeira medida do retorno histórico médio. Por outro lado, a média aritmética não representa o retorno histórico, mas é o melhor estimador do retorno esperado. Além disso, para cálculo do retorno médio de mercado se utilizou o método descrito no item 4.1.

O retorno médio do mercado obtido é de 11,26% através da média aritmética mensal do Índice Composto da Standard & Poor's 500 tomando como referência os dados da Stock Market Data Used in "Irrational Exuberance" Princeton University Press, 2000, 2005, 2015, updated¹⁴ utilizando o período compreendido entre Jan/1928 a Dez/2015, sem considerar os outlier¹⁵ da série.

O prêmio pelo risco de mercado é dado pela seguinte equação:

Equação 8: Modelo CAPM - Prêmio de risco

$$\text{Prêmio de risco de mercado} = r_m - r_f$$

Onde:

r_m : taxa de rentabilidade de uma carteira de ações representativa do mercado de ativos de risco;

¹⁴A saber, <http://www.econ.yale.edu/~shiller/data.htm>

¹⁵ Método definido no item 4.1, que retira da série valores atípicos a partir de valores superiores ou inferiores a três vezes o desvio padrão da série de dados.



r_f : taxa de rentabilidade de ativos financeiros livres de risco (bônus do tesouro dos EUA);

O prêmio pelo risco de mercado estimado é de **6,44%**, seguindo a metodologia descrita acima, considerando o retorno médio do mercado (**11,26%**) e a taxa livre de risco (**4,82%**) calculados nos pontos anteriores.

5.2.4. Risco País

Nos países em que é necessário aplicar o “*Country Spread CAPM*”, deve-se incorporar o risco país para o qual está sendo estimada a taxa de custo do capital. Neste caso, o risco país é calculado como a diferença entre a taxa de retorno de um bônus a longo prazo do Brasil e a de um bônus do país do qual são obtidas as variáveis do modelo CAPM, neste caso dos Estados Unidos.

A consultora JP Morgan calcula o *Emerging Markets Bond Index* (EMBI) para diferentes países (dentro deles o Brasil) como a diferença entre o retorno médio de uma cesta de bônus do governo brasileiro e o retorno médio de uma cesta de bônus do governo dos Estados Unidos, ambos com similar duração e expressados em dólares americanos.

Figura 4: Evolução EMBI + Brasil Série % (1994-2015)



Fonte: JP Morgan

A partir da análise da série histórica do EMBI+ Brasil e a metodologia proposta no item 4.1 que retira da série valores atípicos, não considerando valores superiores ou inferiores a três vezes o desvio padrão da série de dados, foi estimada a taxa do risco país do Brasil. Considerou-se a média diária do Spread dos bônus do Brasil estimado com base no EMBI+ Brasil, compreendendo o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2015¹⁶. Este período encurtado para o cálculo do EMBI+BR, que não utiliza a série completa disponível (1994-2015), se justifica pela mudança estrutural econômica significativa ocorrida em meados de 1999, durante o segundo governo do Fernando Henrique

¹⁶ Foi utilizado o período de 16 anos para estimar o Prêmio de Risco Brasil, com início no ano de 2000, sendo próximo ao início da série utilizada pelas outras agências reguladoras - ARSESP (2014), AGENERSA (2013) e ANEEL (2015).



Cardoso (1999/2002). Esta mudança foi provocada pela política econômica do “tripé econômico” caracterizada pela meta de inflação, superávit primário e câmbio flutuante, que reduziu as incertezas em relação ao ambiente macroeconômico no Brasil.

Sendo assim, diante da metodologia proposta e das argumentações expostas acima, **o prêmio estimado pelo risco país para a concessionária Gasmig é de 4,05%.**

5.2.5. Risco Cambial

Para o cálculo da taxa WACC do setor de gás canalizado de Minas Gerais, não será aplicado o risco cambial¹⁷. A justificativa de não se aplicar é devido o risco cambial se configurar como um risco não sistemático, pois às empresas tem acesso a mecanismos de proteção¹⁸ no mercado financeiros para administrar essa exposição cambial, e de acordo com modelo adotado de CAPM somente parâmetros de riscos sistêmicos devem ser incorporados na taxa de remuneração.

Além disso, a Gasmig terá ajustes anuais em suas tarifas, que indiretamente contabilizam as variações nos preços nacionais e internacionais.

Cabe destacar que as agências reguladoras ARSESP (2014), AGENERSA (2013) e ANEEL (2015) desconsideraram o risco cambial no cálculo da taxa de remuneração das empresas reguladas por entenderem que as concessionárias dispõem de mecanismos de proteção no mercado financeiro para administrar essa exposição, tal que o risco cambial se converte em um risco não sistemático¹⁹.

Sendo assim, conforme exposto acima, e adotando a mesma posição das agências reguladoras ARSESP, AGENERSA e ANEEL que desconsideram o risco cambial no cálculo da taxa remuneração das empresas reguladas, para a **concessionária Gasmig não se aplica um acréscimo por risco cambial.**

5.2.6. Estimativa do custo de capital próprio

Conforme os parâmetros estimados acima, **o custo de capital próprio nominal calculado para ser aplicado na 1ª Revisão Tarifária da concessionária Gasmig é de 13,40%**, de acordo com a Equação 9: Modelo CAPM descrita a seguir:

Equação 9: Modelo CAPM

$$r_e = r_f + \beta_e \times (r_m - r_f) + \text{risco}_{\text{país}}$$

$$\text{Custo do Capital Próprio nominal } (r_e) = 4,82\% + 0,704(6,44\%) + 4,05\% = 13,40\%$$

5.3. Custo de capital da dívida

Para determinar o custo de capital da dívida propõe-se aplicar a Equação 3: Modelo CAPM da dívida²⁰.

¹⁷ É o risco que reflete o risco de desvalorização da moeda local (Real) em relação ao dólar americano, calculado como, diferença entre o retorno de um bônus brasileiro denominado em reais e outro bônus brasileiro de similar duração denominado em dólares americanos.

¹⁸ Como por exemplo, operações de “hedge” que são coberturas (hedge, em inglês) com o objetivo de proteger operações financeiras contra o risco de grandes variações de preço de um determinado ativo.

¹⁹ As agências reguladoras entendem que, com a internacionalização do modelo CAPM, o custo de capital se refere unicamente ao ajuste necessário dos riscos sistemáticos. Os riscos não sistemáticos, que podem ser diversificados por meio de instrumentos financeiros, não devem ser incorporados no cálculo da WACC.

²⁰ A mesma metodologia CAPM da Dívida é empregada na regulação de São Paulo (ARSESP, 2014).



Para o custo de capital da dívida ou de terceiros adota-se uma abordagem similar à do capital próprio, ou seja, trata-se de adicionar à taxa livre de risco os prêmios de risco adicionais exigidos para se emprestar recursos a uma concessionária de distribuição no Brasil, que são: risco país (já estimados anteriormente) e risco de crédito que será proposto a seguir.

5.3.1. Risco de crédito

Para o cálculo do prêmio de risco de crédito adotou-se a diferença entre a média dos spreads dos bônus de empresas do setor de infraestrutura no Brasil e o spread dos bônus soberanos brasileiros. Foram selecionados bônus das empresas com qualificação de risco e duração (vencimento) similares ao bônus soberano²¹. Foi observada a classificação de risco segundo a terminologia da Moody's²².

Os dados dos bônus soberanos brasileiros foram obtidos através do Tesouro Nacional²³ e os dos bônus corporativos do setor infraestrutura, por sua vez, foram obtidos pela SEAE (Secretaria de Acompanhamento Econômico)²⁴, ANBIMA²⁵ e releases de resultados das empresas do setor de infraestrutura.

Nesse sentido, de acordo com a disponibilidade de dados e respeitando a proximidade de classificação de risco (Ba2 e Ba3) e período de similar duração (vencimento), foram selecionados os bônus corporativos e o soberano.

Quanto aos bônus corporativos, foram selecionados, além de bônus de empresa de gás canalizado²⁶, empresas reguladas de infraestrutura, com o objetivo de inserir robustez e isonomia ao cálculo de risco de crédito, conforme demonstrado na tabela a seguir:

²¹ Os setores de infraestrutura selecionados são empresas reguladas de distribuição gás canalizado, distribuição de energia elétrica, geração de energia elétrica, concessão de rodovia e distribuição de água e saneamento com características similares de classificação de risco e duração (vencimento) de bônus.

²² A saber https://www.moody.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC_124097

²³ A saber Tesouro Nacional Acessado em maio 2016 no site <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/-/emissoes-soberanas>

²⁴ A saber Boletim Informativo de Debêntures Incentivadas (SEAE) acessado em maio 2016 no site <http://www.seae.fazenda.gov.br/assuntos/Infraestrutura/boletins>

²⁵ A saber site ANBIMA, acessado em Junho 2016 no site : <http://www.debentures.com.br/exploreosnd/consultaadados/sndemumclique/>.

²⁶ Cabe destacar que através de pesquisa realizada, até a presente data de confecção desta Nota Técnica existe apenas uma empresa de gás canalizado (Comgás) com cotação em bolsa de valores e com classificação de risco publicada por agência especializada em classificação de risco de crédito.



Tabela 4: Estimação de Risco de Crédito

Bônus Corporativos - Infraestrutura						
Título	Sector	Código	Moeda	Classificação de Risco Moody's	Data de Vencimento	Retorno real %
Comgás	Distribuição Gás Canalizado	GASP24	BRL	Ba2	15/12/2022	7,48%
Cemig Distribuição S/A	Distribuição de Energia Elétrica	CMDT12	BRL	Ba3	15/12/2017	7,96%
AES Tietê S/A	Geração de Energia Elétrica	TIET34	BRL	Ba2	15/12/2020	8,43%
Concessionária Rodovia dos Lagos S/A	Concessão de Rodovia	RDLA12	BRL	Ba3	15/07/2020	7,34%
Companhia de Saneamento de Minas Gerais	Distribuição de Água e Saneamento	CSMG29	BRL	Ba3	15/08/2021	8,68%
Média de Bônus Corporativos Infraestrutura						7,98%
Bônus Soberano Brasil						
Título	Sector	Código	Moeda	Classificação de Risco Moody's	Data de Vencimento	Retorno real %
Tesouro IPCA+ 2019	Governo	NTNB Princ	BRL	Ba2	15/05/2019	6,03%
Diferença entre Bônus Corporativos Infraestrutura e Bônus Soberano Brasil						1,95%

Fonte: Elaboração própria através de dados do Tesouro Nacional (2016), SEAE (2016) e ANBIMA (2016) e releases de resultados financeiros das empresas de infraestrutura.

Dessa forma, realizando o cálculo da diferença entre a média do bônus corporativo e o bônus do tesouro nacional NTNB Princ 2019²⁷, **obteve-se uma taxa de 1,95%, sendo esta usada como prêmio de risco de crédito a ser aplicado no cálculo de custo de capital da Gasmig.**

5.3.2. Estimativa do custo de capital da dívida

Conforme os parâmetros estimados anteriormente, **a taxa de custo de capital da dívida nominal a ser aplicado para a concessionária Gasmig é de 10,82%**, de acordo com a Equação 10 descrita a seguir:

Equação 10: Modelo CAPM da dívida

$$R_D = r_f + \text{risco}_{\text{crédito}} + \text{risco}_{\text{país}}$$

Custo do Capital da Dívida nominal (Rd) = 4,82% + 1,95% + 4,05% = 10,82%

5.4. Inflação americana esperada

O melhor indicador da variação do poder aquisitivo do dinheiro nos EUA é o Índice de Preços ao Consumidor (Consumer Price Index ou CPI). A projeção da inflação pode ser feita com base nas informações históricas ou utilizando as projeções de alguma agência especialista.

Para o cálculo da inflação esperada americana, foi utilizada a estimativa feita pelo Fundo Monetário Internacional para o final de 2017²⁸ da última publicação do World Economic Outlook²⁹, por ser um órgão de grande credibilidade e maior precisão na estimativa da inflação projetada americana. Sendo assim, para cálculo da taxa WACC em termos reais, **a inflação americana esperada é de 2,2%.**

²⁷ Utilizou somente o bônus soberano do tesouro nacional NTNB Princ 2019, pois era o único bônus que atendia os requisitos de duração (vencimento) e classificações de risco similar aos bônus corporativo de infraestrutura.

²⁸ Com relação a utilização do período de final de 2017, para inflação americana se justifica por ser um período intermediário do ciclo tarifário que a Gasmig passará.

²⁹ A saber International Monetary Fund - World Economic Outlook (WEO) de Abril de 2016. Acessado em maio 2016 no site: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/pdf/text.pdf>



6. Cálculo do Custo Médio Ponderado do Capital

Com todas as variáveis determinadas procede-se ao cálculo da taxa WACC segundo a Equação 1: Taxa WACC, obtendo-se uma taxa em termos nominais depois do imposto de renda.

Aplicando-se os parâmetros estimados acima conjuntamente com a estrutura de capital escolhida e taxa de impostos no Brasil, obtém-se a **taxa WACC nominal depois do imposto** segundo a Equação 11: Taxa WACC descrita a seguir:

Equação 11: Taxa WACC

$$WACC = w_e * r_e + w_D * R_D * (1 - t_G)$$

Onde:

WACC = Custo Médio Ponderado do Capital, representa o custo de financiamento dos ativos do prestador (em termos nominais depois do imposto de renda);

w_e = ponderação do capital próprio ou *equity* na estrutura de capital definida, isto é, igual a $E / (E + D)$, onde:

E = capital próprio ou *equity*

D = dívida

E + D = valor total dos ativos.

(definido pela Equação 4);

r_e = Custo do Capital Próprio ou *equity* em termos nominais, depois do imposto (definido pela Equação 9);

w_D = ponderação da dívida na estrutura de capital, sendo $w_D = D / (E + D)$ (definido pela Equação 4);

R_D = custo da dívida, é uma taxa nominal (definido pela Equação 10);

t_G = taxa de imposto de renda (definida no item 5.2.2 em 34%).

É importante destacar que como nos Reajustes Anuais as tarifas serão indexadas, não é correto incorporar na taxa de custo do capital a expectativa inflacionária. Aplicando a Equação 12 abaixo, ajusta-se a taxa nominal a uma taxa em termos reais e obtém-se **o custo médio de capital depois do imposto em termos reais**:

Equação 12: Taxa WACC real depois de impostos

$$WACC_{Real,di} = \frac{WACC - \pi}{1 + \pi}$$

Onde:

$WACC_{Real,di}$: Custo Médio Ponderado do Capital, em termos reais depois do imposto;

π : taxa média anual de inflação estimada para os Estados Unidos (definida no item 5.4 em 2,20%);

WACC: Custo Médio Ponderado do Capital, em termos nominais depois do imposto de renda (definido pela Equação 11);



A taxa WACC determinada pelas equações anteriores é uma taxa real depois do imposto, assim, deve ser expressa como uma taxa real antes dos impostos no momento de calcular o custo de capital. A **taxa WACC real antes dos impostos** é obtida pela Equação 13 descrita a seguir:

Equação 13: Taxa WACC real antes dos impostos

$$WACC_{Real,ai} = \frac{WACC_{Real,di}}{1 - t_G}$$

Onde:

$WACC_{Real,ai}$: Custo Médio Ponderado do Capital, em termos reais antes do imposto;

t_G : taxa de imposto de renda (definida no item 5.2.2 em 34%).

$WACC_{Real,di}$: Custo Médio Ponderado do Capital, em termos reais depois do imposto;

Essa taxa permitirá à empresa cumprir seus compromissos com os investidores, devedores e o governo central.

6.1. Resultados e fontes das informações do Custo Médio Ponderado do Capital - WACC

A

Tabela 5 a seguir, apresenta sinteticamente o detalhamento das variáveis que intervêm no cálculo da Taxa WACC, assim como os valores e as fontes de informações de cada parâmetro do custo de capital próprio, capital de terceiros e estrutura de capital, a ser empregados na 1ª Revisão Tarifária de Gás Canalizado de Minas Gerais para Companhia de Gás de Minas Gerais – Gasmig.



Tabela 5: Resultados

Variável	Cálculo dez 2015	Descrição	Fonte	Período
Taxa livre de risco (Rf)	4,82%	Média dos Títulos do Tesouro dos Estados Unidos a 10 anos (UST-10)	Yahoo Finance	88 anos - Jan/1928 a Dez/2015
Beta desalavancado EUA	0,451	Empresas - Natural Gas Utilities Industry	Reuters e Yahoo Finance	5 anos - Jan/2011 a Dez/2015
Estrutura de capital (D/E)	0,848	Estrutura de Capital Geral do setor de distribuição de gás do Brasil	Relatório de administração das distribuidoras de gás	5 anos - 2011a 2015
Taxa de impostos	34,0%	Alíquota Receita Federal (IR + CSLL)	Receita Federal	Atual
Beta equity Brasil (β alavancado)	0,703	Estrutura de Capital e Taxa de impostos do Brasil	Relatório de administração das distribuidoras de gás e Receita Federal	
Retorno Médio do Mercado (Rm)	11,26%	Média do Índice SP500 Standard & Poor's	Standard & Poor's	88 anos - Jan/1928 a Dez/2015
Prêmio de risco de mercado (Rm - Rf)	6,44%	Média do Índice SP500 Standard & Poor's, acima da taxa livre de risco	Standard & Poor's	88 anos - Jan/1928 a Dez/2015
Risco País	4,05%	Média EMBI + Brasil	JP Morgan	16 anos - Jan/2000 a Dez/2015
CAPM Nominal	13,40%			
Risco de crédito empresas	1,95%	Diferença entre Bônus Corporativos e Bônus Soberano Brasil	Moody's	Atual
R Dívida (Rd)	10,82%			
D/A (Alavancagem)	45,88%	Estrutura de Capital Geral do setor de distribuição de gás do Brasil	Relatório de administração das distribuidoras de gás	5 anos - 2011 a 2015
Inflação EUA	2,20%	Inflação americana projetada para final de 2017	International Monetary Fund - World Economic Outlook	Atual

Fonte: Elaboração Própria



Nota Técnica SEDE nº 01/2016 - Taxa de Custo de Capital

Com esses resultados é possível se obter a taxa de remuneração regulatória proposta para ser aplicada na 1ª Revisão Tarifária da Companhia de Gás de Minas Gerais – GASMIG, objeto de Consulta Pública.

Essa taxa deverá ser aplicada sobre a base de remuneração regulatória líquida (BRRL) da companhia, permitindo ao prestador do serviço de distribuição de gás de Minas Gerais obter as receitas necessárias para cumprir com os compromissos da dívida, com o pagamento do imposto de renda e obter um retorno razoável com o risco de sua atividade.



Anexo I – Cálculo do Beta

O beta é aplicado ao prêmio de risco de mercado para se obter o prêmio de risco do negócio, considerando o risco financeiro advindo do uso de capital de terceiros.

Nesse sentido, para se calcular o beta alavancado do setor, nos Estados Unidos, foram utilizados os dados da lista de companhias da indústria “Natural Gas Utilities”, fornecidas pela REUTERS (2016) e os dados das ações semanais das respectivas empresas obtidos no site da YAHOO FINANCE (2016)³⁰.

A amostra considerou ao todo 30 empresas indústria “Natural Gas Utilities”³¹, conforme a tabela abaixo:

Tabela 6: Relação de Companhias de Natural Gas Utilities utilizadas no cálculo do Beta

#	Companhias Natural Gas Utilities - Reuters 2016
1	AGL Resources Inc. (GAS)
2	American Midstream Partners (AMID)
3	Atmos Energy Corporation (ATO)
4	Chesapeake Utilities (CPK)
5	China New Energy Ltd. (CNEL.L)
6	Corning Inc. (GLW)
7	Energtek, Inc. (EGTK)
8	EnLink Midstream (ENLK)
9	Fulcrum Utility Services (FCRM)
10	Gas Natural Inc. (EGAS)
11	JP Energy Partners LP (JPEP)
12	National Fuel Gas Company (NFG)
13	National Grid plc (NG.L)
14	New Jersey Resources Corp (NJR)
15	NIPPON GAS CO LTD (NGO.F)
16	Northwest Natural Gas (NWN)
17	ONE Gas, Inc. (OGS)
18	OSAKA GAS 9532 (OSA.F)
19	Piedmont Natural Gas (PNY)
20	Questar Corporation (STR)
21	Smart Metering Systems (SMS.L)
22	South Jersey Ind (SJI)
23	SOUTHERN CALIF GAS 6 (SOCGP)
24	Southwest Gas Corporation (SWX)
25	Spire Inc. (SR)
26	Targa Resources Corp. (TRGP)
27	TOKYO GAS 9531 (TOG.F)
28	UGI Corporation (UGI)
29	Vectren Corporation (VVC)
30	WGL Holdings Inc. (WGL)

Fonte: REUTERS (2016) e YAHOO FINANCE (2016)

³⁰ A saber Historical Prices Weekly - Companies Natural Gas Utilities Industry de Jan/2011 a Dez/2015 Disponível nos sites em: <http://finance.yahoo.com/> e <http://www.reuters.com/sectors/industries/rankings?industryCode=185&view=stability&page=1&sortby=beta&sortdir=DESC>

³¹ Não considerou toda listagem de empresas da Reuters, devido algumas empresas não apresentarem dados de ações negociadas em bolsa de valores ao longo do período de Jan/2011 a Dez/2015.



A seguir foi calculado os Betas das empresas por meio dos retornos semanais das ações da respectiva empresa contra as variações mercado de acordo com composto de ações do S&P 500 - TR - (SP500TR)³², com a janela temporal de cinco anos (Jan/2011 a Dez/2015), de acordo com a equação descrita a seguir:

Equação 14: Cálculo do Beta - Companhias de Natural Gas Utilities

$$\beta_e = \frac{Cov(r_e, r_m)}{\sigma_m^2}$$

Onde:

β_e : é o risco relativo das empresas do setor de distribuição de gás canalizado em relação ao risco do mercado;

r_e : retorno semanal de companhia da indústria Natural Gas Utilities Reuters;

r_m : retorno semanal do mercado (SP500TR);

$Cov(r_e, r_m)$: é a covariância do retorno da companhia da indústria Natural Gas Utilities Reuters e o retorno do mercado (SP500TR),

σ_m^2 : é a variância da carteira de mercado (SP500TR).

Através dos Betas estimados de cada empresa foi considerada uma média ponderada pelo “Market capitalization” em dólares das empresas de Natural Gas Utilities Industry REUTERS (2016)³³ resultando em um beta médio alavancado da indústria “Natural Gas Utilities de **0,736**.

Posteriormente o beta foi desalavancado pela estrutura de capital americana e realavancado novamente utilizando-se a estrutura de capital média das empresas de gás canalizado brasileiras, de acordo com as expressões matemáticas descritas nos pontos acima (Equação 6: Desalavancagem do beta americano e Equação 7: Realavancagem do beta americano) apresentando um valor final de **0,708**, a ser utilizado no cálculo da taxa Wacc da Gasmig, conforme demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 7: Beta resultante

Beta alavancado - Natural Gas Utilities Industry	Estrutura de Capital americana	Taxa de impostos americana	Beta desalavancado - Natural Gas Utilities Industry	Estrutura de Capital brasileira	Taxa de impostos brasileira	Beta equity Brasil - Gasmig
0,736	44,23%	20,45%	0,451	45,88%	34,00%	0,704

Fonte: Elaboração Própria

³² Dados ações obtidos do site YAHOO FINANCE (2016).

³³ A saber Market capitalization Reuters - Companies Natural Gas Utilities Industry Disponível em <http://www.reuters.com/sectors/industries/rankings?industryCode=185&view=stability&page=1&sortby=beta&sortdir=DESC>



7. Referências

ANBIMA (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais) **Dados e documentos referentes a emissões registradas no SND — Módulo Nacional de Debêntures**. Disponível em: <http://www.debentures.com.br/exploreosnd/consultaadados/sndemumclique/>. Acessado em Junho 2016.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) **Metodologia e critérios gerais para definição do custo de capital a ser utilizado no cálculo da remuneração dos investimentos efetuados pelas concessionárias de distribuição por ocasião da Revisão Tarifária Periódica. Nota Técnica nº 22/2015-SGT/ANEEL**, Brasília, Janeiro 2015

ARSESP (Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo). **Determinação do Custo Médio Ponderado de Capital para o Processo de Revisão Tarifária das Concessionárias de Distribuição de Gás Canalizado do Estado De São Paulo, Nota Técnica N° RTG/02/2014**. São Paulo, Outubro 2014.

AGENERSA (Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro) **Voto Final de 3ª Revisão Quinquenal de Tarifas Limites CEG e CEG Rio**. Rio de Janeiro, Outubro 2013

BACEN (Banco Central do Brasil). **Relatório inflação - Março/2016**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/?RI>. Acessado em maio 2016

DAMODARAN, ASWATH. **Current Data Sets - Total Beta by Industry Sector**. Disponível em: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html, 2016. Acessado em Maio 2016

FAMA, EUGENE F. e FRENCH, KENETH. **The Equity Risk Premium**. 1992.

FMI (International Monetary Fund). **World Economic Outlook (WEO) - Abril de 2016**. Disponível em: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/pdf/text.pdf>. Acessado em maio 2016

HAMADA, R.S. **Portfolio Analysis, Market Equilibrium and Finance Corporation**. Journal of Finance. Março 1969.

_____. **The Effect of the Firm's Capital Structure on Systematic Risk of Common Stocks**. Journal of Finance. Maio 1972.

MOODY'S CORPORATION. **Lista de Ratings para o Brasil Maio 2016**. Disponível em: https://www.moodys.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC_124097. Acessado em Maio 2016.

OFGEM (Office of Gas and Electricity Markets) **Review of Public Electricity Suppliers 1998-2000, Distribution Price Control Review: Consultation Paper**. United Kingdom. Maio 1999.

SEAE (Secretaria de Acompanhamento Econômico) **Boletim Informativo de Debêntures Incentivadas**. Disponível em: <http://www.seae.fazenda.gov.br/assuntos/Infraestrutura/boletins>. Acessado em maio 2016.

REUTERS (2016) **Reuters Group Plc Natural Gas Utilities Industry**. Disponível em: <http://www.reuters.com/sectors/industries/rankings?industryCode=185&view=stability&page=-1&sortBy=beta&sortdir=DESC>. Acessado em maio 2016.

TESOURO NACIONAL. **Emissões Soberanas Brasil**. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/-/emissoes-soberanas>. Acessado em maio 2016.

VICTORIA (Office of the Regulator-General). **Electricity Distribution Price Determination 2001-2005, Volume I Statement of Purpose and Reasons**. Australia. Setembro 2000.



Nota Técnica SEDE nº 01/2016 - Taxa de Custo de Capital

YAHOO FINANCE (2016) **Historical Prices Weekly - Companies Natural Gas Utilities Industry**
Jan/2011 a Dez/2015 Disponível em: <http://finance.yahoo.com/>. Acessado em maio 2016.