

Análise dos custos de capital para uma termoeletrica a óleo combustível no Nordeste brasileiro: uma aplicação do WACC e CAPM

Capital cost analysis for a fuel oil-fired thermoelectric plant in Northeastern Brazil: an application of WACC and CAPM

DOI: 10.55905/ijsmvtv9n3-015

Recebimento dos originais: 05/06/2023

Aceitação para publicação: 04/07/2023

Amadeu Junior da Silva Fonseca

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: amadeujrslva@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9835-9251>

Roberto Castro

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: MRTS Consultoria em Engenharia

Endereço: São Paulo - São Paulo, Brasil, CEP: 05511-001

E-mail: roberto.castro.rca@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8659-4908>

Edvaldo Pereira Santos Júnior

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares (PROTEN) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Endereço: Recife - Pernambuco, Brasil, CEP: 50740-545

E-mail: edvaldo.junior@ufpe.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1316-2247>

Clarisse Freire Barboza Maurício

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis (PPGER) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: clarisse.mauricio@cear.ufpb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0433-1803>

Camila Seibel Gehrke

Doutora em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: camila@cear.ufpb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7839-6349>

Flávio da Silva Vitorino Gomes

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: flavio@cear.ufpb.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-3563-9161>

José Alberto Fuinhas

Doutor em Economia

Instituição: Universidade de Coimbra

Endereço: Coimbra, 3004-531, Portugal

E-mail: fuinhas@uc.pt

<https://orcid.org/0000-0002-6937-5420>

Luiz Moreira Coelho Junior

Doutor em Engenharia Florestal

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço: João Pessoa - Paraíba, Brasil, CEP: 58051-970

E-mail: luiz@cear.ufpb.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5528-7799>

RESUMO

Este artigo analisou o custo de capital de uma usina termoelétrica a óleo combustível no nordeste brasileiro, aplicando o Capital Asset Pricing Model (CAPM) e o Weighted Average Capital Cost (WACC). Calculou o risco dos empreendimentos por meio da correlação entre os ativos de carteira com 18 empresas do Índice de Energia Elétrica (IEE), cotadas na B3 S.A. - Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Inferiu a volatilidade do mercado sob as variáveis Beta alavancado; Beta não alavancado; Desvio padrão; Relação entre Dívida Líquida e Patrimônio Líquido (D/E); e Retorno médio dos ativos. Foi calculado o WACC local da termoelétrica a óleo combustível com base no CAPM local. Os principais resultados mostram que as empresas do IEE obtiveram retorno médio diário positivo, exceto uma, e a volatilidade dos ativos com o desvio padrão flutuando entre 1,36% e 3,74% e os betas alavancados de 0,25 a 1,17 e média de 0,54. A média do beta não alavancado do IEE foi de 0,37 e o D/E de 84,4%. O WACC da Aneel foi 10,55% a.a. e WACC local de 11,15% a.a., apresentando uma diferença de 0,6% a.a. do empreendimento estudado.

Conclui-se que a estimação do WACC para a termoeletrica de capital fechado se mostrou mais realista ao custo do capital da usina.

Palavras-chave: energia, termoeletrica, estrutura de capital.

ABSTRACT

This paper analyzed the cost of capital of a fuel oil thermoelectric plant in northeastern Brazil, applying the Capital Asset Pricing Model (CAPM) and the Weighted Average Capital Cost (WACC). It calculated the risk of the projects through the correlation between the portfolio assets with 18 companies of the Electric Energy Index (IEE), listed on B3 S.A. - Brazil, Stock Exchange, Counter (B3). Inferred market volatility under leveraged Beta variables; Unleveraged Beta; Standard deviation; Ratio between Net Debt and Equity (D/E); and Average return on assets. The local WACC of the fuel oil thermoelectric plant was calculated based on the local CAPM. The main results show that IEE companies had positive average daily return, except for one, and asset volatility with standard deviation fluctuating between 1.36% and 3.74% and leveraged betas from 0.25 to 1.17 and mean of 0.54. The IEE's average unleveraged beta was 0.37 and the D/E was 84.4%. Aneel's WACC was 10.55% p.a. and local WACC of 11.15% p.a., showing a difference of 0.6% p.a. of the studied enterprise. It is concluded that the WACC estimation for the privately held thermoelectric plant proved to be more realistic at the plant's cost of capital.

Keywords: energy, thermoelectric, capital structure.

1 INTRODUÇÃO

O mercado energético brasileiro é, principalmente, formado por usinas hidrelétricas, sobretudo por fatores ambientais e econômicos (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2020). Além da inserção das fontes renováveis, eólica e solar, existe muitos desafios pela variabilidade na geração que acabam cedendo espaço para utilização da energia térmica, por sua ampla capacidade de flexibilidade e confiabilidade na geração de energia (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - DOE, 2015). A boa gestão dos recursos aplicados agrega valor econômico para a empresa à medida que o resultado de suas operações excede o custo total de captação. Essa agregação de riqueza verifica os benefícios econômicos no futuro, reduzindo riscos do negócio e os custos de captação (ASSAF NETO, 2014).

O custo de capital, reflete a remuneração mínima exigida por proprietários em relação ao custo da dívida, credores, e o custo de capital próprio nas proporções utilizadas

para financiamento de suas atividades. Todo investimento ou orçamento de capital visa a maximização do lucro e geração de valor. Quanto menor o custo de um empreendimento, melhores serão as chances de bons resultados do investimento. Um dos custos contabilizados para o sucesso da empresa, é o custo de capital. Este, compreende a taxa de retorno esperada pelos provedores de capital no mercado (ASSAF NETO, 2014; GITMAN, 2010; HAWAWINI & VIALLET, 2009).

As fontes de capital de uma empresa são originadas de financiamentos, empréstimos, debêntures, sócios, acionistas, entre outros. Cada uma dessas fontes possui custo próprio, formando o custo de capital total e cada fornecedor de capital recebe o custo de oportunidade dada as condições de risco. reforçou que para tomada de decisão, a estrutura de capital de uma empresa possui grande complexidade nas variáveis envolvidas (GITMAN, 2010; LAPPONI, 2007). O Custo Médio Ponderado de Capital ou Weighted Average Capital Cost (WACC) determina a taxa mínima requerida para atender as necessidades dos stakeholders, que aceita ou não o risco de investir em algum projeto, tornando-a um dos pilares da teoria de finanças corporativa. O Capital Asset Pricing Model (CAPM), mensura o Custo de Capital Próprio relacionado risco e retorno. Na concepção da abordagem, quanto maior o risco envolvido, maior o retorno esperado, tornando atrativo o prêmio de risco a sua exposição ao risco, ao abrir mão de investir em um ativo livre de risco (ASSAF NETO, 2017; DAMODARAN, 2017).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) calcula o custo de capital, para efeito de revisão de tarifa ou receita dos segmentos de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica. Sabendo que as usinas termoeletricas são de capital intensivo deve-se conhecer a estrutura e o custo de capital fundamental para avaliação do modelo de negócio, principalmente, tratando-se de usinas com capital fechado, onde os dados são confidenciais. O cálculo da taxa regulatória de remuneração do capital segue as premissas da entidade e passa por revisões periódicas por meio de consultas públicas (ANEEL, 2020). Contudo, este artigo avaliou o custo de capital de credores e acionistas de uma usina termoeletrica movida a óleo combustível, de capital fechado, através dos métodos CAPM e WACC.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBJETO DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma central elétrica constituída por duas Unidades Termoelétricas - UTEs, movidas a óleo combustível, no nordeste brasileiro. Localizada João Pessoa - PB possui uma Potência instalada de 342 MW, em um terreno com 800 mil m², e quatro acionistas com as seguintes participações: 53,34%, 41,66%, 2,46% e 2,53 %.

2.1.1 Custo de Capital Próprio

O CAPM assume o princípio de que existe dois tipos de risco: o risco diversificável e o risco não diversificável. Markowitz (1952), afirma que o risco de mercado, diversificável, seria o único a ser considerado pelos investidores, pois de alguma forma poderia ser estimado. O CAPM (Equação 1) foi utilizada para calcular o risco da termoelétrica decorrente de sua inclusão no mercado, indicado pelo beta (ASSAF NETO, 2014; DAMODARAN, 2017).

$$Ke = rf + \beta(rm - rf) \quad (1)$$

Onde:

Ke é o retorno esperado, *rf* é a taxa de retorno livre de risco, β é o risco relativo do empreendedor em relação ao mercado, *rm* - *rf* é o prêmio de risco de mercado.

O prêmio de risco estimado considera uma carteira representativa no mercado de ações, como por exemplo, o Índice Bovespa (IBOV), criado pela B3 S.A. – Brasil, Bolsa, Balcão (B3).

Assaf Neto (2014) destaca uma dificuldade de estimar o custo de capital próprio no Brasil através do método CAPM. A elevada volatilidade dos diversos índices brasileiros dificulta o uso do método para representação da tendência de comportamento futuro. O CAPM local, utiliza dados e informações disponíveis no mercado onde as empresas estão inseridas. No caso brasileiro, os betas são extraídos das empresas selecionadas, a carteira de mercado é o IBOV e a taxa livre de risco é dada pela

remuneração dos títulos públicos federais. Este, é indicado para empresas que operam no mercado interno em que estão inseridas (ASSAF NETO, 2014). Quanto a taxa livre de risco utilizou-se as Notas do Tesouro Nacional indexadas à inflação (IPCA) que incorporam também o risco país (ANEEL, 2020). Na análise do mercado nacional, a Tabela 1 mostra a carteira de empresas brasileiras do setor energético, que estão no Índice de Energia Elétrica (IEE) (B3, 2021).

Tabela 1. Empresas brasileiras selecionadas, representantes do Índice de Energia Elétrica (IEE), cotadas na Bolsa de Valores de São Paulo (B3).

Código	Empresa
ALUP11	ALUPAR INVESTIMENTO S.A.
CESP6	CESP - CIA ENERGETICA DE SAO PAULO
CMIG4	CEMIG - CIA ENERGETICA DE MINAS GERAIS
COCE5	COELCE - CIA ENERGETICA DO CEARÁ
CPFE3	CPFL ENERGIA
CPL6	COPEL - CIA PARANAENSE DE ENERGIA
EGIE3	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.
ELET3	ELETROBRAS - CENTRAIS ELET BRAS S.A.
ENBR3	EDP ENERGIAS DO BRASIL
ENEV3	ENEVA S.A.
ENGI11	ENERGISA S.A.
EQTL3	EQUATORIAL ENERGIA S.A.
LIGT3	LIGHT SERVICOS DE ELETRICIDADE S.A.
NEOE3	NEOENERGIA S.A.
OMGE3	OMEGA GERAÇÃO S/A
TAEE11	TAESA - TRANSMISSORA ALIANÇA DE ENERGIA ELÉTRICA S.A.
TIET11	AES TIETE ENERGIA S.A.
TRPL4	ISA CTEEP - CIA TRANSMISSÃO ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA

Fonte: B3 (2021).

Achou o K_e , que é o retorno esperado em dólares, r_f é o retorno do ativo livre de risco, dado pelo retorno médio das Notas do Tesouro Nacional indexadas à inflação (NTN-B), medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), utilizando uma janela de 10 anos (ANEEL, 2021), β é o beta do ativo, $(r_m - r_f)$ é o prêmio de risco, que é a diferença entre o retorno da carteira do Índice Standard & Poor's 500 (S&P500) e retorno

do ativo livre de risco (ASSAF NETO, 2014). Foi realizado o ajuste para obter o Ke (Equação 2) em reais (ASSAF NETO, 2014).

$$Ke_{BR} = \frac{(1 + Ke_{USD})(1 + \text{inflação BR})}{(1 + \text{inflação USD})} - 1 \quad (2)$$

Em que:

A *inflação BR* é a inflação medida pelo IPCA. A *inflação USD* é medida pelo *Consumer Prices Index* (CPI), calculado pelo *U.S. Bureau of Labor Statistics*.

2.1.1.1 Análise de Risco

Em relação ao risco dos empreendimentos foi calculada a correlação dos índices para complementação da análise de risco. À medida que os índices de mercado são afetados, as empresas também podem ser afetadas. A correlação é calculada através da Equação 3 (BODIE; KANE; MARCUS, 2015).

$$\text{Corr}(R_a, R_b) = \frac{\text{Cov}(a, b)}{S_a \times S_b} \quad (3)$$

Onde:

$\text{Corr}(R_a, R_b)$ é a correlação das empresas e o retorno das carteiras de mercado, respectivamente, $\text{Cov}(a, b)$ é a covariância entre os índices e $S_a \times S_b$ é o desvio padrão dos índices.

Calculou a covariância entre os índices foi calculada pela Equação 4 (BODIE; KANE; MARCUS, 2015).

$$\text{Cov}(R_a, R_b) = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{Ai} - \bar{R}_A)(R_{Bi} - \bar{R}_B)}{n} = \sigma_{AB} \quad (4)$$

Onde:

R_{A_i} é o retorno das empresas no período, $\bar{R}_A$ é a média dos retornos das empresas, R_{B_i} é o retorno dos índices no período, $\bar{R}_B$ é a média dos retornos dos índices, e n são o número de períodos. Sabe-se que quanto maior a volatilidade dos ativos maior é o risco.

De acordo com Brealey, Myers e Allen (2007), o beta (β), Equação 5, indica a sensibilidade do ativo em relação a volatilidade do mercado, ou seja, entre o retorno dos ativos da carteira e o retorno dos índices de mercado, o IBOV e S&P500.

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{S^2(R_m)} \quad (5)$$

Onde:

$Cov(R_i, R_m)$ é a covariância entre o retorno dos ativos e o retorno dos índices de mercado. $S^2(R_m)$ é a variância dos retornos da carteira de mercado.

O beta do patrimônio líquido é dado pelo beta não alavancado ($\beta\tau$), Equação 6 e o beta do ativo corresponde ao beta alavancado ($\beta\mu$), Equação 7.

$$\beta\mu(\text{não alavancado}) = \frac{\beta}{1 + (1 - T)\frac{D}{E}} \quad (6)$$

$$\beta\tau(\text{alavancado}) = \beta(1 + (1 - T)\frac{D}{E}) \quad (7)$$

Em que:

β é o beta da termoeletrônica, E é o valor do Patrimônio Líquido, D é o valor da Dívida Líquida e T é a Taxa Marginal do Imposto, 34% no Brasil (ANEEL, 2020).

Calculou a média dos betas sem alavancagem das empresas e o beta da termoeletrônica alavancado usando a estrutura de capital da firma.

2.1.2 Custo do Capital de Terceiros

O custo de capital de terceiros (Kd), Equação 8, representa os juros exigidos pelos credores e inclui outras despesas financeiras da empresa. Leva-se em consideração todos os custos de empréstimos de curto e longo prazo da empresa e as respectivas taxas de juros ponderadas. O processo foi repetido para cada tipo de empréstimo da termoeletrica por meio da Equação 8, e a seguir foi calculado o custo médio ponderado da dívida (Equação 9) (ASSAF NETO, 2014):

$$Kd1 = (1 + taxaprefixada1) \times (1 + indexador atual1) - 1 \quad (8)$$

$$Kd = kd1 \times \left(\frac{D1}{D total}\right) + kd2 \times \left(\frac{D2}{D total}\right) + \dots + kdn \times \left(\frac{Dn}{D total}\right) \quad (9)$$

2.2. CUSTO DE CAPITAL

O Custo de Capital é a taxa média requerida por *stakeholders*, acionistas (capital próprio) e credores (capital de terceiros). O custo médio ponderado de capital (WACC), Equação 10 (ASSAF NETO, 2014).

$$WACC = \left(\frac{E}{E + D}\right) Ke + \left(\frac{D}{E + D}\right) Kd(1 - T) \quad (10)$$

Onde:

E é o valor do Patrimônio Líquido, D é o valor da Dívida Líquida, Ke é o Custo do Capital Próprio, Kd é o Custo do Capital de Terceiros e T é a Taxa Marginal do Imposto, 34% no Brasil (ANEEL, 2020).

Para calcular a Dívida Líquida (D), soma-se os empréstimos do passivo circulante mais os empréstimos do passivo não circulante e reduz-se os valores do caixa e aplicações financeiras. O custo de capital dos sócios (Ke) na análise representa o retorno mínimo aceito pelos investidores em relação ao risco da termoeletrica, calculado pela abordagem CAPM.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os principais resultados do estudo no período observado das empresas brasileiras compõem o IEE em relação ao IBOV: o retorno diário médio dos ativos; desvio padrão; beta alavancado; relação entre Dívida Líquida (D) e Patrimônio Líquido (E); beta não alavancado; custo de capital próprio (Ke) em dólares (US\$); e custo de capital próprio em reais (R\$).

Tabela 2. Principais resultados da análise das empresas brasileiras em relação ao IBOV, no período de janeiro/2011 a dezembro/2019, em ordem alfabética.

Código	Retorno médio	Desvio padrão	Beta alavancado	D/E	Beta não alavancado	Ke (USD)	Ke (BRL)
ALUP1							
1	0,06%	1,70%	0,42	46,8%	0,28	8,4%	11,8%
CESP6	0,03%	2,24%	0,63	33,0%	0,57	11,1%	14,6%
CMIG4	0,03%	2,62%	0,99	63,6%	0,70	15,8%	19,5%
COCE5	0,06%	1,67%	0,32	15,4%	0,21	7,0%	10,4%
CPFE3	0,04%	1,66%	0,56	105,4%	0,37	10,3%	13,7%
CPL6	0,04%	2,23%	0,89	54,6%	0,73	14,6%	18,2%
EGIE3	0,06%	1,49%	0,50	14,5%	0,24	9,4%	12,8%
ELET3	0,04%	3,24%	1,17	81,5%	0,89	18,2%	21,9%
ENBR3	0,05%	1,89%	0,58	64,7%	0,43	10,5%	13,9%
ENEV3	-0,10%	3,74%	0,43	76,2%	0,30	8,5%	11,9%
ENGI11	0,10%	1,95%	0,27	88,1%	0,12	6,4%	9,7%
EQTL3	0,11%	1,57%	0,44	158,0%	0,28	8,7%	12,0%
LIGT3	0,01%	2,53%	0,80	83,9%	0,47	13,3%	16,9%
NEOE3	0,32%	1,36%	0,26	71,8%	0,15	6,2%	9,5%
OMGE3	0,13%	1,54%	0,25	202,9%	0,17	6,2%	9,5%
TAAE1							
1	0,06%	1,59%	0,38	75,9%	0,24	7,8%	11,2%
TIET11	0,06%	1,54%	0,43	99,0%	0,18	8,5%	11,9%
TRPL4	0,04%	1,75%	0,41	184,4%	0,37	8,2%	11,6%

Fonte: Autores (2023).

Em outras análises, Todas as empresas obtiveram retorno médio diário positivo, exceto a ENEV3. Analisando o desvio padrão que interessa à estimativa do beta, o parâmetro refletiu a volatilidade dos ativos, os valores flutuaram entre 1,36% e 3,74%. Bodie, Kane e Marcus (2015), apontam que essa investigação é frequentemente utilizada por analistas para compreender cenários em séries temporais. Assaf Neto (2014), completa dizendo que o risco de um negócio é constantemente representando por essa

medida estatística. Assim, o desvio padrão revela o risco ao escolher um determinado ativo, constituindo um importante indicador para tomada de decisão de investimentos que tem por fundamento analisar o risco e o retorno dos ativos.

De acordo com a teoria, quanto maior o risco, mais elevado é o retorno desejado. Ao escolher ENEV3, para que o investimento seja viável o investidor deverá exigir um retorno maior para compensar sua exposição ao risco. Já NEOE3 seria a melhor alternativa com o menor desvio padrão (1,36%) da série e o mais favorável retorno diário (0,32%). O beta alavancado configura um importante indicador que estima o risco relativo das empresas, essa medida de risco tem como referencial o risco de mercado, representado pelo IBOV. Os valores podem ser maiores, iguais ou inferiores a zero.

O intervalo dos betas foi de 0,25 a 1,17, indicando o resultado de cada empresa investigada. A empresa ELET3 evidenciou o maior beta (1,17) da carteira, possuindo risco superior ao risco de mercado ($\beta > 1$). De acordo com o método CAPM ao escolher esse ativo ou empresa, o investidor espera um prêmio maior para seu investimento, todavia incorre em maiores riscos. Essa hipótese é confirmada na Tabela 4, com a contabilização do maior retorno esperado em 21,9% para esse ativo, resultado do Ke em reais. A empresa OMGE3 destacou-se na análise apresentando o menor beta (0,25), conferindo o menor risco em relação ao mercado ($\beta < 1$), e também o menor retorno esperado (9,5%) conforme Tabela 4, na análise do Ke em reais. O intervalo dos betas serve de *benchmark*, compondo um importante parâmetro para avaliação do nível de risco apresentado pelo beta da termoelétrica na avaliação final.

Os principais resultados da análise da termoelétrica do ponto de vista das empresas brasileiras são compilados na Tabela 3. Com base no quociente de endividamento das empresas brasileiras (0,36), o beta alavancado da termoelétrica foi estimado em 0,38. O spread entre o beta alavancado e beta não alavancado deixa em evidência que a termoelétrica não depende do capital de terceiros para financiar sua atividade operacional. Esse evento reflete o sucesso da boa gestão e performance operacional do empreendimento. A relação entre dívida líquida e capital de terceiros da termoelétrica calculada foi de 3%. Apesar do baixo custo de capital de terceiros, a usina ainda dispõe de financiamentos a pagar.

Tabela 3. Resultado das análises do custo de capital da termoeletrica com base na análise de empresas brasileiras e americanas.

Parâmetros	Empresas Brasileiras
Beta alavancado	0,38
Beta não alavancado	0,36
Custo do capital próprio (K_e) em Reais	11,32%
Custo do capital de terceiros (K_d) em Reais	8,19%
WACC	11,15%

Fonte: Autores (2023).

Entre as empresas o percentual variou de 14,5% a 202,9% para empresas brasileiras e 66,4% a 314,1% para empresas americanas. A análise demonstrou que apesar de maior quociente de endividamento as empresas americanas possuem menor beta, apontando maior risco para as empresas que fazem parte do cenário brasileiro. Comparando com o beta médio alavancado de mercado (0,54) das empresas brasileiras, e as empresas americanas, beta médio alavancado (0,51), a termoeletrica apresentou menor risco considerando as empresas de ambos os mercados, nacional e internacional. A baixa exposição à capital de terceiros é o principal fato para diluir o risco da empresa. Considerando o montante e a taxa dos financiamentos tomados pela termoeletrica no período analisado, o custo do capital de terceiros (K_d) foi aferido em 8,19%. Aplicando a metodologia CAPM, o retorno requerido pelos acionistas (K_e) em dólares (US\$) foi de 8,19% e 11,32% em reais (R\$) para o caso brasileiro e 10,29% em reais (R\$) para o caso internacional. O WACC calculado para o período de 2020 pela Aneel (2021), foi estimado em 10,55%. Comparando com o resultado das empresas brasileiras (11,15%) e empresas americanas (10,29%), no período da análise variou 0,6% (empresas brasileiras) e 0,26% (empresas americanas).

4 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, conclui-se que as empresas do IEE obtiveram retorno médio diário positivo, exceto uma, e a volatilidade dos ativos com o desvio padrão fluando entre 1,36% e 3,74% e os betas alavancados de 0,25 a 1,17 e média de 0,54. A média do beta não alavancado do IEE foi de 0,37 e o D/E de 84,4%. O custo de capital da termoeletrica, poderia ser maior. A presença de capital de terceiros na estrutura de

capital adiciona mais risco ao negócio. Pela baixa contração de dívidas com terceiros e baixo nível de alavancagem financeira, 97% do beta estimado é associado unicamente ao risco do negócio e apenas 3% com capital de terceiros. A estimação do WACC para a termoelétrica de capital fechado se mostrou mais realista ao custo do capital da usina.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da EPASA em P&D; a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE—Brasil) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelas bolsas de mestrado; o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq por Auxílio à Pesquisa de Produtividade, nº: 310871/2021-2; a MRTS Consultoria em Engenharia; a Thymos Energia, e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB)—Brasil.

REFERÊNCIAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Nota Técnica 45/2020 - SRM/ANEEL, de 14/04/2020, conforme detalhado no item “III.4.1- Taxa Regulatória de Remuneração de Capital real e antes de impostos – Segmento de Distribuição – por alíquotas de IRPJ e CSLL”. Brasília: ANEEL, 2020.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Nota Técnica 34/2021 – SGT-SRM/ANEEL, de 10/03/2021, Atualização da Taxa Regulatória de Remuneração do Capital. Brasília: ANEEL, 2021.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2014.

ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. São Paulo: Atlas, 2017.

B3 S.A. - Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Índice de Energia Elétrica (IEE B3). Disponível em: <<https://www.b3.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Investimentos**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2015.

BREALEY, R; MYERS, S; ALLEN, A. **Principles of Corporate Finance**. Boston McGraw-Hill/Irwin, 2007.

DAMODARAN, A. **Valuation**: como avaliar empresas e escolher as melhores ações. LTC, 2017.

DOE - U.S DEPARTMENT OF ENERGY. **Quadrennial Technology Review**: An Assessment of Energy Technologies and Research Opportunities, 2015.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2020**: Ano base 2019. Rio de Janeiro, 2020.

GITMAN, L. J. **Princípios da Administração Financeira**. 12^a ed. Porto Alegre: Pearson, 2010.

HAWAWINI, G.; VIALLET, C. **Finance for Executives**: Managing for Value Creation. 4. ed. South-western Cengage Learning, 2009.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimento na empresa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2007.

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