



INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA
CURSO DE ECONOMIA

Como diferentes níveis de alavancagem (dívida/*Equity*) impactam a geração de valor para investidores em projetos de transmissão de energia no Brasil?

GEORGE DE ALMEIDA AMARO

Brasília - DF
2025

GEORGE DE ALMEIDA AMARO

Como diferentes níveis de alavancagem (dívida/*Equity*) impactam a geração de valor para investidores em projetos de transmissão de energia no Brasil?

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Economia.

Aprovado em: 02/12/2025

Banca Examinadora:

Prof. Marcelo Mercante Kuhlmann – Professor Orientador

Prof. Marcel dos Santos Cabral

Mestre Gustavo Pereira Gomes

Brasília/DF
2025

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BP	Balanço Patrimonial
BRL	Real Brasileiro
CAPEX	Capital Expenditure (Investimentos em Bens de Capital)
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CGO	Capital de Giro Operacional
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
D&A	Depreciação e Amortização
DCF	Discounted Cash Flow (Fluxo de Caixa Descontado)
DFC	Demonstração do Fluxo de Caixa
DRE	Demonstração do Resultado do Exercício
EBIT	Earnings Before Interest and Taxes (Lucro Antes de Juros e Impostos)
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization
EBT	Earnings Before Taxes (Lucro Antes dos Impostos)
ERP	<i>Equity</i> Risk Premium (Prêmio de Risco de Ações)
FCF	Fluxo de Caixa de Financiamento
FCFE	Free Cash Flow to <i>Equity</i> (Fluxo de Caixa Livre para o Acionista)
FCFF	Free Cash Flow to Firm (Fluxo de Caixa Livre para a Empresa)
FCI	Fluxo de Caixa de Investimento
FCO	Fluxo de Caixa Operacional
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IRPJ	Imposto de Renda da Pessoa Jurídica
LAIR	Lucro Antes do Imposto de Renda
LBO	Leveraged Buyout
MM	Modigliani e Miller

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OPEX	Operational Expenditure (Custos Operacionais
PF	<i>Project Finance</i>
PNE	Plano Nacional de Energia
RAP	Receita Anual Permitida
RTP	Revisão Tarifária Periódica
SAC	Sistema de Amortização Constante
SPE	Sociedade de Propósito Específico
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	Weighted Average Cost of Capital (Custo Médio Ponderado de Capital)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro-Resumo dos Parâmetros e Premissas do Custo de Capital.....	17
Tabela 2 - CAPM Desalavancado	19
Tabela 3 - CAPM Alavancado	19
Tabela 4 - Quadro-Resumo dos Parâmetros e Premissas da Modelagem Financeira	33
Tabela 5 - Projeção da RAP efetiva em anos selecionados.	36
Tabela 6 - Projeção dos desembolsos anuais de CAPEX.....	37
Tabela 7 - Projeção do Financiamento – Cenário 2 – 50% Dívida / 50% <i>Equity</i>	37
Tabela 8 - Projeção do Financiamento – Cenário 3 – 80% Dívida / 20% <i>Equity</i>	38
Tabela 9 - Projeção do DRE – Cenário 1 – 0% Dívida / 100% <i>Equity</i>	39
Tabela 10 - Projeção do DRE – Cenário 2 – 50% Dívida / 50% <i>Equity</i>	39
Tabela 11 - Projeção do DRE – Cenário 3 – 80% Dívida / 20% <i>Equity</i>	40
Tabela 12 - Fluxo de Caixa Projetado – Cenário 1 – 0% Dívida / 100% <i>Equity</i>	41
Tabela 13 - Fluxo de Caixa Projetado - Cenário 2 - 50% Dívida / 50% <i>Equity</i>	41
Tabela 14 - Fluxo de Caixa Projetado - Cenário 3 - 80% Dívida / 20% <i>Equity</i>	42
Tabela 15 - Custo de Capital (K_e e WACC) por Cenário	42
Tabela 16 - Resultado Final: VPL e TIR do Acionista por Cenário	43

LISTA DE SÍMBOLOS

β_L	Beta Alavancado
β_U	Beta Desalavancado
D/E	(Dívida/ <i>Equity</i>)
D/V	(Relação Dívida/Valor Total)
E/V	(Relação <i>Equity</i> /Valor Total)
K _d	(Custo da Dívida)
K _e	(Custo do Capital Próprio)
R _f	(Taxa Livre de Risco)

Resumo

O setor de transmissão de energia brasileiro demanda investimentos massivos, tornando a otimização da estrutura de capital um fator crítico de viabilidade. Este trabalho investiga como diferentes níveis de alavancagem (*Dívida/Equity*) impactam a geração de valor (VPL) para os investidores. Utilizou-se a modelagem financeira (DCF) e um Custo de Capital (K_e) robusto, baseado no CAPM "tropicalizado", para analisar um estudo de caso (Leilão ANEEL 02/2023). O estudo analisa diferentes cenários de endividamento, descontando o Fluxo de Caixa Livre para o Acionista (FCFE) pelo K_e específico de cada estrutura. A análise explora a tensão fundamental entre o retorno do projeto, ao seguir estritamente as premissas regulatórias (RAP-Teto) da ANEEL, e o elevado Custo de Capital (K_e) modelado. O estudo ressalta que, na prática do setor, a geração de valor positivo é conquistada justamente pela superação (eficiência) dessas premissas regulatórias, como a gestão de CAPEX, OPEX ou a antecipação da entrada em operação. O trabalho, portanto, quantifica como a alavancagem atua sobre os indicadores de retorno e investiga se ela, por si só, é capaz de gerar valor positivo para o acionista.

Palavras-chave: Estrutura de Capital, Geração de Valor, VPL, Transmissão de Energia, Alavancagem Financeira, Custo de Capital.

Abstract

The Brazilian energy transmission sector demands massive investments, making capital structure optimization a critical viability factor. This paper investigates how different leverage levels (*Debt/Equity*) impact value generation (NPV) for investors. Financial modeling (DCF) and a robust Cost of *Equity* (K_e), based on a "tropicalized" CAPM, were used to analyze a case study (ANEEL Auction 02/2023). The study analyzes different debt scenarios, discounting the Free Cash Flow to *Equity* (FCFE) by the specific K_e of each structure. The analysis explores the fundamental tension between the project's return, when strictly following ANEEL's regulatory assumptions (RAP-Teto), and the high modeled Cost of *Equity* (K_e). The study highlights that, in industry practice, positive value generation is achieved precisely by outperforming these regulatory benchmarks, such as efficient CAPEX/OPEX management or early project delivery. The work, therefore, quantifies how leverage acts upon the return metrics and investigates whether it alone is capable of generating positive value for the shareholder.

Keywords: Capital Structure, Value Creation, NPV, Energy Transmission, Financial Leverage, Cost of Capital.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Contextualização do Tema.....	3
1.2 Problema de Pesquisa	4
1.3 Hipóteses da Pesquisa	4
1.4 Objetivos Geral e Específicos	5
1.4.1 Objetivo Geral.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Delimitação do Escopo do Estudo	5
1.6 Justificativa do Tema: Relevância e Contribuição.....	6
1.7 Organização do Estudo	6
2. REVISÃO DE LITERATURA E TEORIA DE CAPITAL	7
3. METODOLOGIA.....	8
4. FUNDAMENAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA (O ARCABOUÇO CONCEITUAL)	10
4.1 O Setor de Transmissão de Energia no Brasil: Contexto, Risco e Regulação	10
4.1.1 Características de Risco e Fluxo de Caixa em Concessões de Transmissão.....	10
4.1.2 O Papel da ANEEL e o WACC Regulatório	11
4.2. Modelagem Financeira: As Três Demonstrações Fundamentais.....	11
4.2.1 Demonstração do Resultado do Exercício (DRE).....	12
4.2.2 Balanço Patrimonial (BP)	12
4.2.3 Demonstração do Fluxo de Caixa (FC).....	13
4.3 Valoração de Projetos: Métricas de Fluxo de Caixa Descontado (DCF)	13
4.3.1 Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR)	14
4.3.2 Tipos de Fluxo de Caixa e o Foco no <i>Equity</i>	14
4.4 Custo de Capital, Risco e Teoria da Estrutura	15
4.4.1 O Capital Asset Pricing Model (CAPM) e o Custo do Capital Próprio (Ke).....	15
4.4.2 O Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)	20
4.4.3 O Efeito do Escudo Fiscal da Dívida (MM com Impostos).....	21

4.5 Limites Contratuais da Alavancagem em Project Finance	21
4.6 Perspectiva Complementar: A Teoria da Pecking Order	22
5. APRESENTAÇÃO DO CASO	23
5.1 Introdução do Caso de Estudo	23
5.1.1 Objetivo do Caso Aplicado	23
5.1.2 Relevância da Escolha do Setor de Transmissão	24
5.1.3 Metodologia de Construção do Caso Base (estrutura da simulação)	24
5.2 Caracterização do Projeto de Transmissão	25
5.2.1 Descrição Geral do Empreendimento	26
5.2.2 Estrutura Societária e Modelo de Financiamento (SPE e Project Finance)	26
5.2.3 Horizonte de Concessão e Ciclo de Vida do Projeto	27
5.3 Parâmetros Econômico-Financeiros da Modelagem	27
5.3.1 Receita Anual Permitida (RAP)	27
5.3.2 Estrutura de Investimentos (CAPEX)	28
5.3.3 Custos Operacionais (OPEX)	29
5.3.4 Capital de Giro e Ciclo Financeiro	29
5.3.5 Tributação e Benefícios Fiscais	30
5.4 Estrutura de Capital e Cenários de Alavancagem	30
5.4.1 Definição dos Cenários de Teste (D/E)	30
5.4.2 Parâmetros da Dívida	31
5.4.3 Parâmetros do <i>Equity</i>	31
5.5 Construção do Modelo Financeiro	32
5.5.1 Integração das Três Demonstrações (DRE, BP, DFC)	32
5.5.2 Cálculo dos Fluxos de Caixa (FCFE e FCFF)	32
5.5.3 Determinação do WACC e Ke em cada estrutura de capital	32
5.5.4 Projeção dos Indicadores de Desempenho	33
5.6 Síntese das Premissas e Parâmetros Utilizados	33
5.6.1 Quadro-Resumo dos Inputs da Modelagem	33
5.6.2 Quadro-Resumo dos Inputs da Modelagem	34

5.7 Conclusão Parcial do Capítulo.....	35
5.7.1 Expectativas quanto aos resultados esperados de valor	35
6. ANÁLISE E RESULTADOS.....	36
6.1 Projeção da Receita (RAP)	36
6.2 Projeção do Investimento (CAPEX).....	37
6.3 Projeção do Financiamento.....	37
6.4 Demonstração do Resultado (DRE).....	38
6.5 Demonstração do Fluxo de Caixa (DCF)	40
6.6 Análise de Cenários: FCFE Descontado, TIR e Geração de Valor	42
6.7 Conclusões do Capítulo	43
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema

O Brasil se encontra em um momento de transformação estrutural de sua matriz energética. Para viabilizar os objetivos traçados no Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050), que projeta a expansão massiva de fontes renováveis, como a eólica e a solar, o país precisa de investimentos igualmente massivos em novas linhas de transmissão para escoar essa energia. Não se trata de investimentos triviais; os leilões recentes promovidos pela ANEEL envolvem projetos singulares, como o analisado neste trabalho, cujos investimentos estimados ultrapassam a cifra dos R\$ 18 bilhões.

Diante de valores desta magnitude, a questão do financiamento deixa de ser um detalhe operacional e torna-se o pilar central da viabilidade do empreendimento. Como um investidor estrutura o capital para um projeto desta escala?

O segmento de transmissão de energia possui uma característica quase única no mundo dos investimentos em infraestrutura: a Receita Anual Permitida (RAP). Por ser uma receita fixa, reajustada pela inflação e independente do volume de energia transportado, ela oferece uma previsibilidade de fluxo de caixa que a torna o "porto seguro" dos investidores e o ativo ideal para ser financiado via *Project Finance*.

Essa estabilidade abre a porta para a ferramenta mais poderosa das finanças corporativas: a alavancagem.

A teoria financeira clássica, notavelmente as proposições de Modigliani e Miller (1963) em um mundo com impostos, sugere que usar dívida (capital de terceiros) é a escolha óbvia. A tese é que, ao gerar um benefício fiscal, a dívida reduz o custo de capital e aumenta o valor da firma. Mas será que ela é, de fato, sempre mais barata que o capital próprio (*Equity*)? Para um ativo tão previsível quanto a RAP, a tentação de usar essa ferramenta de forma intensiva é imensa.

Neste ponto, a teoria de livros-texto encontra a prática de um leilão bilionário. Para o investidor que prepara uma proposta, a decisão não é filosófica, é matemática:

- Usar 100% de *Equity* é uma escolha segura, mas que talvez deixe valor "na mesa"?

- Usar o capital de terceiros é o caminho garantido para maximizar o retorno? Ou será que, a partir de certo nível, o custo crescente de cada real emprestado começa a anular os benefícios, levando a uma *redução* na geração de valor para o acionista?

Este trabalho mergulha nesta tensão. A escolha entre Dívida e *Equity* não é apenas uma decisão de financiamento; é a decisão estratégica central que define a criação ou a destruição de valor para o investidor. Este estudo busca quantificar essa fronteira, respondendo à pergunta que vale bilhões: em um projeto de transmissão no Brasil, como diferentes níveis de alavancagem (dívida/*Equity*) impactam a geração de valor para o acionista?

1.2 Problema de Pesquisa

A questão central que orienta este estudo é: como diferentes níveis de alavancagem, representados pela proporção entre dívida e *Equity*, influenciam a geração de valor para investidores em projetos de transmissão de energia no Brasil? Para responder a essa pergunta, será analisado um caso hipotético baseado em parâmetros do setor, buscando compreender de que forma a estrutura de capital adotada impacta o custo de financiamento, o retorno sobre o investimento e o valor econômico agregado ao empreendimento.

Essa análise se justifica diante das particularidades regulatórias e financeiras do setor de transmissão, caracterizado por receitas previsíveis, longo horizonte de concessão e forte dependência de financiamentos de longo prazo. Além disso, as condições macroeconômicas e o ambiente institucional brasileiro exercem influência direta sobre o custo do capital e as decisões de estruturação financeira, tornando essencial identificar qual composição entre dívida e capital próprio maximiza a criação de valor para os investidores.

1.3 Hipóteses da Pesquisa

H1: O aumento da alavancagem (maior D/E) tem um impacto positivo nos indicadores de retorno do acionista, elevando a Taxa Interna de Retorno (TIR) do *Equity* e melhorando o Valor Presente Líquido (VPL) em comparação com um cenário 100% *Equity*, devido aos benefícios do escudo fiscal.

H2: O financiamento via *Equity* gera maior valor a longo prazo, pois reduz o risco financeiro e proporciona maior flexibilidade de gestão para as empresas do setor.

H3: A viabilidade final do projeto (a geração de um $VPL > 0$) é mais sensível às premissas de risco que definem o Custo de Capital (K_e) do que à própria estrutura de financiamento. O K_e robusto (calculado com R_f global, prêmio de liquidez e ERP Brasil) pode se tornar uma "taxa-barreira" superior ao retorno intrínseco do ativo, tornando a geração de valor improvável, independentemente da otimização da alavancagem.

1.4 Objetivos Geral e Específicos

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar e quantificar o impacto de diferentes níveis de alavancagem financeira (índice Dívida/*Equity*) na variação do Valor Presente Líquido (VPL) do *Equity* em um projeto de transmissão de energia no Brasil visando avaliar o impacto da alavancagem e identificar se existe uma estrutura de capital capaz de gerar valor ($VPL > 0$) sob as premissas de risco do mercado brasileiro.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais fatores que influenciam a escolha da estrutura de capital no setor de transmissão de energia.
- Analisar os efeitos do financiamento via dívida e *Equity* sobre a rentabilidade e o risco dos projetos.
- Investigar como as condições macroeconômicas afetam a decisão entre os diferentes modelos de financiamento.
- Examinar casos práticos de projetos financiados por *Equity* e dívida, comparando seus resultados em termos de geração de valor.

1.5 Delimitação do Escopo do Estudo

Este estudo se concentrará na análise de projetos de transmissão de energia no Brasil, considerando empreendimentos realizados nos últimos cinco anos. A pesquisa se limitará à comparação entre financiamento por *Equity* e dívida, sem abordar outras formas de captação, como financiamentos híbridos ou instrumentos derivativos. Além disso, a investigação será baseada em dados financeiros, macroeconômicos e regulatórios disponíveis em bases públicas e relatórios corporativos.

1.6 Justificativa do Tema: Relevância e Contribuição

O financiamento de infraestrutura é um tema de grande relevância para o desenvolvimento econômico do Brasil, especialmente no setor de transmissão de energia. Conforme aponta Gonzaga (2024), o país enfrenta desafios prementes delineados no Plano Nacional de Energia 2050, como a necessidade de expandir a rede para escoar a crescente geração de fontes renováveis e garantir a segurança energética. Nesse cenário, onde investimentos massivos são necessários, a otimização da estrutura de capital torna-se um fator crítico de sucesso. Adicionalmente, em um ambiente de negócios impactado por barreiras sistêmicas, como o "Custo Brasil" identificado por Vicente (2019) em sua análise comparativa com as diretrizes da OCDE, a eficiência financeira deixa de ser uma opção e passa a ser uma necessidade para a viabilidade dos projetos. Este estudo contribuirá para a literatura ao fornecer uma análise quantitativa sobre como a alavancagem pode ser uma ferramenta estratégica para maximizar o valor em um ambiente de alta complexidade regulatória e econômica.

1.7 Organização do Estudo

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, contextualizando o tema e expondo a problemática central, as hipóteses de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a delimitação do escopo, bem como a justificativa da relevância do estudo. O segundo capítulo desenvolve a fundamentação teórica, reunindo e discutindo a literatura nacional e internacional pertinente à avaliação de projetos de infraestrutura, estrutura de capital, *Project Finance* e geração de valor, com ênfase na comparação entre financiamento por dívida e *Equity*. O terceiro capítulo descreve a metodologia da pesquisa, incluindo a abordagem quantitativa adotada, os critérios de amostragem, as fontes de dados secundários e os procedimentos analíticos utilizados para avaliar os impactos da estrutura de financiamento na geração de valor. O sexto capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos por meio da modelagem financeira dos projetos selecionados, com base em indicadores como VPL, TIR, WACC, Dívida Líquida/*EBITDA*. Por fim, o sétimo capítulo traz as conclusões da pesquisa, destacando suas implicações teóricas e práticas, as limitações enfrentadas e sugestões para estudos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA E TEORIA DE CAPITAL

O Este capítulo estabelece o arcabouço conceitual que sustenta a pesquisa, conectando as teorias de finanças corporativas à prática do financiamento de projetos de infraestrutura no Brasil. A análise de como a alavancagem impacta a geração de valor exige a integração de quatro pilares teóricos: (1) a metodologia de avaliação de investimentos (*Valuation*); (2) as teorias de estrutura de capital; (3) o modelo de financiamento *Project Finance* e seus custos de agência; e (4) o contexto regulatório e de risco do setor de transmissão de energia brasileiro.

O pilar da avaliação de ativos é fundamentado nos princípios de finanças corporativas consolidados por Brealey et al. (2022) e nas técnicas de *valuation* detalhadas por Damodaran (2008). A geração de valor, mensurada pelo Valor Presente Líquido (VPL) dos fluxos de caixa descontados, é o vetor central da análise. Koller, Goedhart e Wessels (2020) reforçam esta visão, argumentando que a gestão de valor é um exercício de equilíbrio entre o retorno sobre o capital e o custo de capital, sendo a estrutura de financiamento uma das principais alavancas de gestão.

A teoria da estrutura de capital, o eixo central deste TCC, investiga como a empresa deve financiar seus ativos. A fundação moderna desta teoria é o trabalho seminal de Modigliani e Miller (1963), que, em um mundo com impostos, demonstraram que a dívida adiciona valor à firma por meio do benefício do escudo fiscal dos juros. Esta vantagem teórica da dívida encontra paralelo prático em operações de Leveraged Buyout (LBO), cujo objetivo é maximizar o retorno do *Equity* através do uso intensivo de capital de terceiros, como explorado por Mitre Filho e Albuquerque (2016).

Contudo, a alavancagem também aumenta o risco financeiro. Hamada (1972) quantificou essa relação ao demonstrar como o beta do acionista (Beta Alavancado) aumenta em função da relação Dívida/*Equity*, conectando diretamente a estrutura de capital ao Custo de Capital Próprio (K_e) via CAPM.

Se a dívida tem benefícios (escudo fiscal) e custos (maior risco financeiro), a teoria evolui para buscar um ponto ótimo. A Teoria do Trade-off postula que os benefícios fiscais são eventualmente superados pelos custos de dificuldades financeiras (financial distress). A Teoria da Agência, formalizada por Jensen e Meckling (1976), oferece uma explicação para esses custos, detalhando os conflitos de interesse entre gestores, acionistas e credores, que se materializam em custos de monitoramento e restrições contratuais (*covenants*). De forma complementar, a Teoria da Pecking Order de Myers e Majluf (1984) sugere que, devido à assimetria de informação, as

firmas preferem uma hierarquia de financiamento (internos, dívida, *Equity*), explicando a atratividade da dívida em setores previsíveis.

No contexto de infraestrutura, o modelo de financiamento dominante é o *Project Finance*, extensivamente detalhado por Gatti (2018). Este modelo utiliza Sociedades de Propósito Específico (SPEs) e estruturas de dívida non-recourse, onde o serviço da dívida é garantido apenas pelos fluxos de caixa do próprio projeto. Esta estrutura é ideal para ativos de alta previsibilidade, como as concessões de transmissão de energia.

Finalmente, este arcabouço teórico é aplicado ao setor de transmissão brasileiro, um ambiente de alta complexidade regulatória. A atratividade desses projetos, baseada na previsibilidade da Receita Anual Permitida (RAP), é o foco de estudos como o de Albuquerque (2021), que analisa a modelagem da RAP. No entanto, a literatura nacional aponta um descompasso crítico entre o custo de capital real do investidor e o WACC regulatório definido pela ANEEL. Barros et al. (2012) e Lanziotti e Garcia (2018) argumentam que o WACC regulatório estaria subestimado, pressionando a viabilidade dos projetos.

Além do risco regulatório, há o risco de execução. Estudos como os de Cantelmo (2014), Prudêncio (2019) e Coelho (2023) analisam os impactos de atrasos e a sustentabilidade financeira das concessionárias na fase de implantação. O cenário é agravado por barreiras sistêmicas, como o "Custo Brasil" e os desafios de expansão da rede para escoar fontes renováveis, conforme o Plano Nacional de Energia 2050.

Em suma, a literatura indica que a geração de valor em projetos de transmissão no Brasil não é garantida. Ela depende de uma otimização financeira que equilibre os benefícios fiscais da dívida (Modigliani-Miller), limitados pelos custos de agência (Jensen & Meckling) e pelas restrições contratuais do *Project Finance* (Gatti), tudo isso em um ambiente onde o WACC regulatório (ANEEL) pode estar desalinhado dos custos de oportunidade de mercado (Barros et al., Lanziotti & Garcia).

3. METODOLOGIA

A pesquisa será estruturada pelo método hipotético-dedutivo, uma abordagem que, conforme preconizado por autores de metodologia científica como Lakatos e Marconi (2007), parte de hipóteses teóricas—neste caso, sobre a relação entre alavancagem e valor—para sua subsequente testagem empírica. Para executar esta verificação quantitativa, o procedimento

técnico central será a construção de modelos de fluxo de caixa descontado (DCF). A escolha desta técnica é fundamentada por ser o pilar da avaliação de investimentos (Brealey et al., 2022) e a principal metodologia para quantificar a geração de valor de um projeto (Damodaran, 2008; Koller et al., 2020). Desta forma, o método hipotético-dedutivo fornece a estrutura lógica da pesquisa, enquanto o DCF funciona como o instrumento analítico para gerar os indicadores (VPL, TIR) necessários para validar ou refutar as hipóteses.

A pesquisa será de natureza aplicada, com enfoque quantitativo, visando resolver um problema prático do setor de transmissão. A abordagem quantitativa se justifica pela análise de dados financeiros mensuráveis, como WACC, fluxos de caixa e indicadores de desempenho. Quanto aos procedimentos técnicos, o estudo será bibliográfico, descritivo e explicativo, utilizando revisão de literatura, caracterização do setor e análise de relações de causa e efeito entre financiamento e geração de valor.

A coleta de dados será baseada em fontes secundárias, como documentos da ANEEL, relatórios do BNDES, demonstrações financeiras de empresas do setor, leilões de plantas de transmissão e literatura especializada. Esses dados embasarão a análise da estrutura de capital e do impacto das decisões de financiamento sobre o valor dos projetos.

A população do estudo abrange projetos de transmissão e empresas atuantes no setor no Brasil. A amostra será composta por aquisições realizadas em um período específico ou por empresas listadas na B3, selecionadas com base na disponibilidade de dados públicos e detalhados, visando permitir uma análise comparativa entre dívida e *Equity*.

Os dados coletados serão tabulados e analisados por meio de procedimentos predominantemente quantitativos. A análise envolverá modelagem financeira para avaliar o impacto das variáveis financeiras do projeto de transmissão escolhido (financiamento da dívida, remuneração, projeção de receita, *Equity*, WACC, RAP, etc.). O cerne da análise será a construção de modelos de fluxo de caixa descontado (DCF) em planilha (Excel) para a avaliação do projeto, permitindo a comparação de cenários com diferentes estruturas de capital (dívida e *Equity*). Serão calculados e analisados indicadores financeiros chave como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), Dívida Líquida/EBITDA, para avaliar a viabilidade, a rentabilidade e a capacidade de serviço da dívida dos projetos sob diferentes estruturas de financiamento. Adicionalmente, serão realizadas análises de sensibilidade

para determinar como variações nos custos da dívida e do *Equity*, taxas de juros, WACC e outros parâmetros regulatórios como o da ANEEL, impactam o valor dos projetos e a estrutura de capital.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA (O ARCABOUÇO CONCEITUAL)

Este capítulo estabelece o arcabouço teórico e conceitual necessário para a avaliação de projetos de transmissão de energia elétrica, concentrando-se na intersecção entre a teoria da estrutura de capital (Dívida/*Equity*) e a metodologia de valoração de ativos (Fluxo de Caixa Descontado – DCF). O objetivo é fornecer a base robusta para a modelagem financeira exigida pela pesquisa, que visa quantificar como diferentes níveis de alavancagem impactam o Valor Presente Líquido (VPL) para os investidores.

4.1 O Setor de Transmissão de Energia no Brasil: Contexto, Risco e Regulação

O financiamento de projetos de infraestrutura de longo prazo, como os de transmissão de energia, depende fundamentalmente da previsibilidade do fluxo de caixa e da estrutura regulatória.

4.1.1 Características de Risco e Fluxo de Caixa em Concessões de Transmissão

O setor de transmissão é um pilar da infraestrutura brasileira, demandando altos investimentos para expansão e modernização. A característica distintiva desses ativos é a estabilidade de suas receitas. A remuneração principal é a Receita Anual Permitida (RAP), definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A RAP é paga aos concessionários independentemente do volume de energia transmitida, o que efetivamente mitiga o risco de demanda ou volume, um risco significativo em outros setores de infraestrutura. Essa previsibilidade tarifária e de caixa faz do setor um ambiente de baixo risco operacional, atraindo investidores institucionais e viabilizando estruturas de capital altamente alavancadas.

O modelo financeiro dominante é o *Project Finance* (PF), caracterizado pelo uso de Sociedades de Propósito Específico (SPEs). O PF estrutura o financiamento com base na capacidade de geração de caixa do próprio projeto, e não na garantia dos patrocinadores. A robustez contratual inerente ao PF garante o alinhamento entre as partes interessadas e o mecanismo de mitigação de riscos. A estabilidade da RAP é o prêmio da concessão que permite essa alta capacidade de endividamento, pois confere aos fluxos de caixa a segurança necessária para satisfazer as exigências de cobertura de serviço da dívida dos financiadores.

4.1.2 O Papel da ANEEL e o WACC Regulatório

A ANEEL exerce um papel regulador crucial, definindo tanto a receita máxima (RAP) quanto o custo de capital de referência. Historicamente, a ANEEL utiliza o Custo Médio Ponderado de Capital (*Weighted Average Cost of Capital – WACC*) combinado com o *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* para estabelecer a Taxa Regulatória de Remuneração do Capital¹.

A metodologia de cálculo do preço teto da RAP nos leilões de transmissão é estruturada para que o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto, quando descontado ao WACC regulatório, seja nulo. Este conceito implica que a RAP foi definida para oferecer aos investidores um retorno exatamente igual ao custo de capital estipulado pelo regulador. A fórmula do WACC regulatório leva em conta o custo do capital próprio (K_e), o custo da dívida (K_d) e a alíquota efetiva de Imposto de Renda e Contribuição Social (IR/CSLL), tipicamente 34% no Brasil. A agência define parâmetros setoriais como o Beta desalavancado e o Prêmio de Risco de Mercado (PRM).

O fato de o VPL regulatório ser calibrado para zero impõe uma restrição fundamental ao estudo: a geração de valor positivo ($VPL > 0$) para o investidor advém de uma eficiência real superior àquela assumida pela ANEEL. Essa premissa é reforçada por uma corrente crítica na literatura nacional. Barros et al. (2012), por exemplo, demonstraram que, ao uniformizar as séries temporais usadas pela agência, "o WACC regulatório poderia ter sido mais elevado que o 7,50% estipulado", aproximando-se mais da expectativa de mercado. Na mesma linha, Lanziotti e Garcia (2018) argumentam que o custo de capital fixado pela ANEEL está "aquém dos reais custos de oportunidade de capital próprio e de terceiros". Albuquerque (2021) aprofunda a crítica ao apontar uma inconsistência metodológica no cálculo do CAPM, onde a taxa livre de risco é baseada no mercado brasileiro, enquanto o prêmio de risco de mercado utiliza como referência o mercado norte-americano. Portanto, a capacidade de um investidor obter um WACC efetivo inferior ao regulatório, seja por meio de uma gestão de custos superior ou, crucialmente, pela otimização da estrutura de capital emerge como o principal mecanismo de criação de valor.

4.2. Modelagem Financeira: As Três Demonstrações Fundamentais

A projeção acurada dos fluxos de caixa futuros e o cálculo da alavancagem exigem a integração do Modelo de Três Demonstrações (3-Statement Model). Este arcabouço, que interliga

¹ BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.058, de 7 de fevereiro de 2023.**

a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), o Balanço Patrimonial (BP) e a Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC), constitui a base da modelagem financeira moderna, conforme Pignataro (2013). Sua estrutura segue as práticas contábeis adotadas no Brasil e as normas internacionais (IFRS), como observado nas demonstrações financeiras de empresas do setor, sendo o bloco de construção fundamental para a valoração por Fluxo de Caixa Descontado (Damodaran, 2008).

4.2.1 Demonstração do Resultado do Exercício (DRE)

A DRE apura o resultado contábil do projeto sob o regime de competência, sendo o ponto de partida para o cálculo dos lucros e impostos. É a demonstração central para registrar a Receita Anual Permitida (RAP) e projetar o efeito do Escudo Fiscal da Dívida.

- **RAP (Receita Anual Permitida):** A linha de receita primária do projeto.
- **Depreciação e Amortização:** Despesas não caixa que reduzem o Lucro Antes do Imposto de Renda e Contribuição Social (LAIR), diminuindo a base tributável.
- **Despesas de Juros:** Os juros da dívida contraída (financiamento) são despesas dedutíveis, criando o Escudo Fiscal da Dívida (economia tributária = Juros x Taxa de Imposto). Este é o benefício direto da alavancagem a ser quantificado.

4.2.2 Balanço Patrimonial (BP)

Balanço Patrimonial (BP) transcende a função de um mero registro estático da posição financeira; ele é o componente central de verificação e integração do modelo financeiro. Sua projeção anual é essencial para funcionar como o elo dinâmico que conecta os períodos contábeis e garante a consistência do modelo, assegurando que o Lucro Líquido (apurado na DRE) seja corretamente transferido para o Patrimônio Líquido (via lucros acumulados) e que a variação final do caixa (calculada na DFC) se reconcilie com o saldo de caixa no Ativo.

No contexto desta pesquisa, a projeção do BP é duplamente fundamental: é nela que os saldos da Dívida e do Patrimônio Líquido são explicitamente rastreados, permitindo o cálculo dos índices de alavancagem (D/E) em cada período; a variável central do estudo. Além disso, esses saldos projetados servem de input da estrutura de capital usada no Custo Médio Ponderado de Capital (WACC).

- Ativo Imobilizado (CAPEX): Reflete o investimento acumulado nas linhas de transmissão e subestações. Sua projeção é essencial para calcular depreciação e reinvestimento (Sustaining CAPEX).
- Capital de Giro Operacional (CGO): Representa as necessidades de capital de curto prazo. Embora em projetos de transmissão, com receitas estáveis (RAP) e pagamentos previsíveis, o Capital de Giro Líquido seja geralmente baixo ou negativo, sua variação (Delta CGO) é vital para a transição do lucro contábil para o fluxo de caixa.
- Dívida e *Equity*: O BP projeta o saldo da dívida em aberto e o Patrimônio Líquido remanescente, sendo a base para o cálculo do índice de alavancagem (*Dívida/Equity*) em cada período.

4.2.3 Demonstração do Fluxo de Caixa (FC)

A DFC reflete o movimento real de caixa (regime de caixa), sendo essencial para avaliar a capacidade de liquidez do projeto e sua aptidão para honrar o serviço da dívida. A DFC é estruturada em atividades (Operacionais, Investimentos e Financiamentos).

4.3 Valoração de Projetos: Métricas de Fluxo de Caixa Descontado (DCF)

A metodologia de Fluxo de Caixa Descontado (DCF) é a ferramenta analítica central para quantificar a geração de valor. Sua robustez vai além da premissa fundamental de que o valor de um ativo é o valor presente dos seus fluxos de caixa futuros, sendo o principal arcabouço de valuation consolidado na literatura financeira (Damodaran, 2008; Brealey et al., 2022). O DCF é o único método que permite decompor o valor em seus dois vetores essenciais: o numerador, composto pelas projeções dos fluxos de caixa (FCFF ou FCFE) que representam a capacidade operacional e de financiamento do projeto, e o denominador, a taxa de desconto (WACC ou K_e) que quantifica o custo de oportunidade e o risco total (operacional e financeiro) assumido pelos provedores de capital.

Essa decomposição torna o DCF o mecanismo metodológico ideal para esta pesquisa, pois é por meio dele que a Teoria da Estrutura de Capital deixa de ser um conceito abstrato e se torna empiricamente quantificável. O impacto da alavancagem (a variável *Dívida/Equity*) é capturado simultaneamente em ambos os componentes: nos fluxos de caixa, através do cômputo do Escudo Fiscal dos Juros e da saída de caixa do serviço da dívida, e na taxa de desconto, onde a estrutura de capital é o input direto para o cálculo do WACC e para a realavancagem do Beta, que define o custo do capital próprio (K_e). Portanto, o DCF não é apenas uma ferramenta de avaliação, mas o campo de provas que permite analisar o trade-off fundamental entre os benefícios fiscais da dívida

e o aumento do risco financeiro, medindo o impacto líquido de cada cenário de alavancagem diretamente na geração de valor para o investidor.

4.3.1 Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR)

O Valor Presente Líquido (VPL) é a medida de criação de valor absoluto, representando o valor presente das entradas de caixa futuras subtraído do investimento inicial, sendo o indicador de decisão fundamental (Brealey et al., 2022): um projeto só deve ser aceito se o $VPL > 0$. A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que zera o VPL; no contexto do TCC, ela é complementar e será utilizada para medir a rentabilidade percentual do investimento para o acionista.

$$TIR = \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1 + r^n)} \quad (1)$$

$$VPL = \frac{R_t}{(1 + i)^t} \quad (2)$$

4.3.2 Tipos de Fluxo de Caixa e o Foco no *Equity*

A modelagem exige a escolha do fluxo de caixa e da taxa de desconto metodologicamente consistente, uma premissa exaustivamente detalhada por Damodaran (2008) e Koller, Goedhart e Wessels (2020):

- *FCFF (Free Cash Flow to Firm)*: Fluxo de Caixa Livre para a Firma, disponível para todos os provedores de capital (credores e acionistas). É um fluxo desalavancado e, por isso, deve ser descontado pelo WACC para obter o Valor da Firma (*Enterprise Value*).
- *FCFE (Free Cash Flow to Equity)*: Fluxo de Caixa Livre para o Acionista, residual disponível após o pagamento de todas as obrigações, impostos e serviço da dívida (juros e amortização). É um fluxo alavancado e é descontado pelo Custo do Capital Próprio (K_e).

Fórmula do FCFE (DAMODARAN 2008):

$$FCFE = \text{Lucro líquido (+/-) Capital de Giro} - CAPEX - \text{Amortização} + D\&A + \text{Novas Dívidas} \quad (3)$$

Dado o problema de pesquisa, que foca o impacto da alavancagem na geração de valor para os investidores (acionistas), o FCFE é o fluxo mais apropriado, pois isola a rentabilidade do *Equity*, que é o principal afetado pela estrutura de endividamento.

4.4 Custo de Capital, Risco e Teoria da Estrutura

A taxa de desconto, que é o custo de capital, é o vetor que traduz o risco do projeto em valor e é o ponto de contato entre a Teoria da Estrutura de Capital e a Valoração.

4.4.1 O Capital Asset Pricing Model (CAPM) e o Custo do Capital Próprio (Ke)

O Custo do Capital Próprio (Ke) é a taxa de retorno mínima exigida pelos acionistas para compensar o risco que assumem ao investir em um projeto. No arcabouço financeiro moderno, o Ke é determinado pelo *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*, um modelo que relaciona o retorno esperado de um ativo ao seu risco sistemático, que não pode ser diversificado.

O Ke é função de três componentes:

- (Rf) é a taxa livre de risco
- (Rm - Rf) é o Prêmio de Risco de Mercado (PRM).
- (β_L) beta que mede a sensibilidade do retorno do ativo ao retorno do mercado.

Contudo, para o acionista, o risco total ao qual ele está exposto é uma combinação do risco do negócio (operacional) com o risco financeiro (induzido pela dívida). Por essa razão, a metodologia de modelagem exige uma decomposição do Beta em suas duas formas: a desalavancada (o input do setor) e a alavancada (o output de cada cenário).

Risco Operacional e o Beta Desalavancado (β_U): O Beta Desalavancado (β_U), ou *Unlevered Beta*, representa o risco puro do negócio. Ele mede a sensibilidade da empresa unicamente ao risco operacional e setorial (no seu caso, o risco do setor de transmissão de energia), como se ela não possuísse nenhuma dívida.

Este beta é o ponto de partida de toda a análise de risco de capital. Ele funciona como uma constante que representa o risco do ativo (o projeto de transmissão) independentemente de como

ele é financiado. Para cada cenário de alavancagem que você testará, este β_U será o input fixo, obtido a partir de bases de dados setoriais (como a de Damodaran ou análises de empresas comparáveis).

Risco Financeiro e o Beta Alavancado (β_L): O Beta Alavancado (β_L), ou Levered Beta, é o coeficiente de risco que reflete a perspectiva do acionista (o dono do *Equity*). Ele captura o risco total, somando o risco operacional (β_U) ao risco financeiro introduzido pela estrutura de capital.

A dívida aumenta o risco do acionista pois ele possui uma reivindicação residual sobre os fluxos de caixa: os credores sempre recebem primeiro. Quanto maior a dívida, maior a volatilidade do fluxo de caixa que sobra para o acionista e, portanto, maior será o seu β_L .

Este β_L é o Beta que deve ser utilizado na fórmula do CAPM para encontrar o K_e específico de cada cenário. Ele é calculado a partir do β_U pela Fórmula de Hamada (1972), que incorpora o benefício do escudo fiscal da dívida:

Fórmula do Beta Alavancado (Hamada, 1972):

$$\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - T) \times (D/E)] \quad (4)$$

Onde:

- β_L = Beta Alavancado (o output de risco para o acionista)
- β_U = Beta Desalavancado (o input de risco do setor)
- T = Alíquota de Imposto de Renda ($T=34\%$)
- (D/E) = Relação Dívida/*Equity* (variável testada nos cenários)

Com o β_L calculado para cada cenário, o Custo do Capital Próprio (K_e) é finalmente determinado pela fórmula padrão do CAPM:

Fórmula do Custo do Capital Próprio (CAPM):

$$K_e = R_f + \beta_L \times (R_m - R_f) \quad (5)$$

Onde:

- K_e = Custo do Capital Próprio (o retorno exigido pelo acionista)

- R_f = Taxa Livre de Risco
- β_L = O Beta Alavancado específico daquele cenário
- $(R_m - R_f)$ = Prêmio de Risco de Mercado (PRM)

Tabela 1 - Quadro-Resumo dos Parâmetros e Premissas do Custo de Capital

Parâmetro	Valor/Premissa	Justificativa
R_f	4,14%	Taxa Livre de Risco (USA 10 Years - Juros de Título) ²
R_m	7,67%	Prêmio de Mercado (Damodaran Online) ³
β_U	0,40	Beta por setor (Damodaran Online) ⁴

Fonte: Elaboração Própria.

Necessidade de Robustez para Mercados Emergentes; A fórmula clássica do CAPM, descrita acima, é a base teórica fundamental. Contudo, sua aplicação direta em um projeto de infraestrutura (*Project Finance*) no Brasil exige robustez adicional. O modelo precisa ser adaptado para capturar riscos específicos que o Beta, por si só, não mede:

- 1. Risco-País:** O CAPM clássico assume um mercado integrado. Ao usar uma taxa livre de risco global (como a dos títulos americanos), é mandatório adicionar um prêmio explícito para o risco soberano e institucional de se investir no Brasil.
- 2. Risco de Moeda e Inflação:** O modelo deve ser consistente. Se a Taxa Livre de Risco (R_f) está em Dólar (USD), o K_e calculado estará em Dólar. Como os fluxos de caixa do projeto (RAP) estão em Reais (BRL), a taxa de desconto precisa ser convertida para BRL, ajustando-a pelo diferencial de inflação esperado entre os dois países.
- 3. Risco de Liquidez e Tamanho:** O CAPM assume que o ativo é líquido e negociado em bolsa. O investimento em uma Sociedade de Propósito Específico (SPE) é, por definição, ilíquido. Um investidor exige um prêmio adicional para "travar" seu capital em um ativo que não pode ser facilmente vendido no mercado secundário.

² EUA a 10 anos | Rendimento - Investing.com

³ pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

⁴ https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html

Portanto, a metodologia a seguir expande o CAPM clássico para incorporar esses fatores, resultando em uma taxa de desconto (K_e) mais precisa e defensável para a realidade do caso de estudo.

Determinação do Custo de Capital Próprio (K_e) – CAPM Desalavancado: A precisão da avaliação pelo Fluxo de Caixa do Acionista (FCFE) 1 depende fundamentalmente da taxa de desconto aplicada, que é o Custo do Capital Próprio (K_e). Para estimar o K_e do projeto simulado, será empregado o modelo *CAPM* (*Capital Asset Pricing Model*), que mede o retorno exigido pelos acionistas com base no risco sistemático.

Esta primeira análise define o K_e para o Cenário 1 (100% *Equity*), que serve como Caso Base. Neste cenário, como a Relação Dívida/*Equity* (D/E) é zero, o Beta Alavancado (β_L) é igual ao Beta Desalavancado (β_U).

O cálculo do CAPM Desalavancado recebe nova estrutura, acrescentando as seguintes premissas para obter o custo de capital em Reais (BRL), partindo de premissas globais:

- **Prêmio – Risco País:** Este prêmio reflete o risco soberano e institucional adicional de se investir no Brasil em comparação com um mercado maduro (como o americano).
- **Prêmio de Liquidez:** Adiciona-se 4,00%. Este prêmio ajusta o custo pela baixa negociabilidade do capital em uma Sociedade de Propósito Específico (SPE) de capital fechado. A premissa é fundamentada na literatura de *valuation* que quantifica o "desconto por iliquidez" (Measuring the Illiquidity Discount). Conforme Damodaran (2005), o valor de um ativo ilíquido é menor que o de um ativo líquido idêntico, pois o investidor incorre em custos de transação e enfrenta maior incerteza ao tentar vendê-lo. O prêmio de 4,00% é, portanto, uma estimativa do retorno adicional exigido pelo investidor para compensar este risco específico de um ativo de capital fechado, que não é capturado pelo CAPM padrão.
- **Diferencial de Inflação:** Adiciona-se 2,11%. Este prêmio é o componente técnico que converte a taxa de desconto da moeda forte (USD) para a moeda local (BRL). Ele é calculado com base na teoria da Paridade da Taxa de Juros, que reflete o diferencial entre a inflação acumulada nos últimos 12 meses no Brasil, medida pelo IPCA⁵, e a inflação acumulada no mesmo período nos EUA, medida pelo CPI⁶. Este ajuste de 2,11% garante que a taxa de desconto (K_e) seja nominal em Reais e, portanto, metodologicamente compatível com os fluxos de caixa projetados (RAP).

⁵ <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>

⁶ <https://br.investing.com/economic-calendar/cpi-733>

Tabela 2 - CAPM Desalavancado

CAPM Desalavancado		
Taxa Livre de Risco	4,14%	USA 10 Years - Juros de Título
Prêmio de Mercado	7,67%	Prêmio de Mercado (Damodaran Online)
Beta Desalavancado	0,40	Beta por setor (Damodaran Online)
Prêmio- Risco de País	1,46%	CDS - Brazil 5 years
Prêmio Líquidez	4,00%	Measuring the Illiquidity Discount
CAPM USD	17,67%	
Diferencial IPXA x CPI	2,11%	Diferencial IPCA x CPI
CAPM BRL	20,15%	

Fonte: Elaboração Própria.

Determinação do Custo de Capital Próprio (Ke) – CAPM Alavancado: Em complemento à análise do Caso Base, é calculada a estrutura de custo de capital que reflete o risco financeiro. Esta análise será demonstrada usando o Cenário 3 (50% Dívida / 50% *Equity*) como referência.

A base para este cálculo utiliza as mesmas premissas de mercado do cenário anterior. O diferencial reside na inclusão da Relação Dívida/*Equity* (D/E), e do Beta Alavancado (β_L), anteriormente explicado.

Tabela 3 - CAPM Alavancado

CAPM Alavancado		
Taxa Livre de Risco	4,14%	USA 10 Years - Juros de Título
Prêmio de Mercado	7,67%	Prêmio de Mercado (Damodaran Online)
Beta Desalavancado	0,40	Beta por setor (Damodaran Online)
Relação (D/E)	1,00	Exemplo com (50/50)
Beta Alavancado	0,66	
Prêmio- Risco de País	1,46%	CDS - Brazil 5 years
Prêmio Líquidez	4,00%	Measuring the Illiquidity Discount
CAPM USD	17,93%	
Diferencial IPXA x CPI	2,11%	Diferencial IPCA x CPI
CAPM BRL	20,42%	

Fonte: Elaboração Própria.

4.4.2 O Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)

O Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) representa o custo global e combinado de todo o capital que financia o projeto, ponderando o custo do capital dos acionistas (*Equity*) e o custo dos credores (Dívida). Enquanto o K_e (Custo do Capital Próprio) é usado para descontar os fluxos de caixa do acionista (FCFE), o WACC é a taxa de desconto apropriada para o Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF), refletindo o retorno total exigido por todos os provedores de capital.

Sua importância é central para a teoria de estrutura de capital, pois ele captura matematicamente o trade-off da alavancagem. A fórmula do WACC demonstra como o benefício fiscal da dívida reduz o custo global do capital:

Fórmula do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC):

$$WACC = (E/V) \times K_e + (D/V) \times K_d \times (1-T) \quad (6)$$

Onde:

- K_e = Custo do Capital Próprio
- K_d = Custo da Dívida (o custo bruto, antes dos impostos)
- E/V = Proporção de *Equity* na estrutura de capital (sendo $V = E + D$)
- D/V = Proporção de Dívida na estrutura de capital
- T = Alíquota de Imposto de Renda

Como a fórmula evidencia, o WACC é uma função de dois componentes que se movem em direções opostas:

1. O Custo da Dívida (K_d), que após o imposto $K_d \times (1-T)$, é mais barato que o K_e
2. O Custo do *Equity* (K_e), que, como vimos, aumenta com a alavancagem (D/E)

A otimização da alavancagem é, portanto, a busca pela estrutura de capital (a combinação D/V e E/V) que encontra o ponto de equilíbrio perfeito entre esses dois efeitos, resultando no menor WACC possível. De acordo com a teoria financeira, a estrutura de capital que minimiza o WACC é a mesma que maximiza o Valor da Firma (*Enterprise Value*).

No contexto particular do seu TCC, é fundamental diferenciar o WACC efetivo do projeto (que será calculado para cada cenário) do WACC Regulatório. O WACC Regulatório é a taxa de referência estabelecida pela ANEEL para definir o teto da Receita Anual Permitida (RAP) nos leilões. A geração de valor ($VPL > 0$) para o investidor advém da capacidade de estruturar o financiamento do projeto de forma a atingir um WACC efetivo inferior ao WACC Regulatório assumido pela agência.

4.4.3 O Efeito do Escudo Fiscal da Dívida (MM com Impostos)

A fundação teórica para o uso da dívida é o Teorema de Modigliani-Miller (MM) com impostos (1963). O modelo reconhece o benefício da dedutibilidade dos juros na DRE, que proporciona uma economia tributária; O Escudo Fiscal da Dívida. A lógica de utilizar alta alavancagem para maximizar o retorno do acionista, baseando-se na previsibilidade dos fluxos de caixa do ativo, encontra um paralelo nas operações *de Leveraged Buyout (LBO)*, cujo objetivo, conforme destacam Filho e Albuquerque (2016), é permitir "grandes aquisições sem terem que comprometer uma ampla quantidade de seu patrimônio e capital próprio, de forma a reduzir o risco do investimento e maximizar o retorno.

O escudo fiscal faz com que o custo líquido da dívida ($K_d(1-T)$) seja menor do que o custo do *Equity* (K_e). Isso implica que, em um mundo com impostos, a dívida adiciona valor à empresa. O valor da empresa alavancada (V_a) é maior que o valor da empresa desalavancada (V_u) em função do valor presente do escudo fiscal (Dívida x Taxa de Imposto, $V_a = V_u + D \cdot T$).

A Hipótese H1 do TCC (O financiamento via dívida proporciona maior eficiência financeira...) baseia-se diretamente nesse benefício teórico, desde que o projeto mantenha sua capacidade de honrar o serviço da dívida.

4.5 Limites Contratuais da Alavancagem em Project Finance

Enquanto a teoria de Modigliani-Miller (1963) sugere que o valor de uma empresa aumenta linearmente com a dívida, a prática demonstra que a alavancagem possui limites. A explicação teórica para esses limites reside na Teoria da Agência, formalizada por Jensen e Meckling (1976). Esta teoria analisa os conflitos de interesse que surgem quando uma parte (o "principal", como credores e acionistas) delega trabalho a outra (o "agente", como os gestores do projeto).

No contexto de *Project Finance*, os credores (principal) enfrentam dois problemas de agência principais: assimetria de informação (os gestores sabem mais sobre o projeto do que os financiadores) e risco moral (*moral hazard*), que é o risco de que os gestores, após obterem o financiamento, tomem decisões que beneficiem os acionistas em detrimento dos credores, como assumir riscos excessivos. Para mitigar esses problemas, os credores impõem restrições contratuais conhecidas como *covenants*.

Esses *covenants* materializam os custos de agência e funcionam como um limite prático para a alavancagem. Os mais comuns em financiamentos de infraestrutura no Brasil são:

- **Índice Dívida Líquida/EBITDA:** Limita o endividamento total em relação à geração de caixa operacional. Agências de rating utilizam essa métrica para avaliar o risco de crédito.

Portanto, a estrutura de capital ótima não é apenas aquela que maximiza o escudo fiscal, mas aquela que o faz sem violar os *covenants* impostos pelos credores, conectando a teoria financeira à realidade contratual.

4.6 Perspectiva Complementar: A Teoria da Pecking Order

Enquanto a Teoria do Trade-off (que equilibra benefícios fiscais e custos de dificuldades financeiras) é central para este estudo, a Teoria da *Pecking Order*, proposta por Myers e Majluf (1984), oferece uma visão complementar. Esta teoria argumenta que, devido à assimetria de informação, as empresas seguem uma hierarquia de fontes de financiamento. A preferência é, em ordem: 1) recursos internos (lucros retidos), 2) dívida, e por último, 3) emissão de novas ações.

Um projeto de transmissão *greenfield* (iniciado do zero) não possui lucros retidos. Assim, a escolha se resume a dívida ou *Equity*. A alta previsibilidade das receitas (RAP) neste setor reduz a assimetria de informação em comparação com outras indústrias. Isso torna o financiamento via dívida particularmente atraente e menos oneroso para os investidores externos, alinhando-se à preferência da teoria pela dívida sobre o *Equity* como a segunda melhor fonte de recursos. Embora alguns estudos mostrem resultados mistos para a teoria em mercados emergentes, o perfil de baixo risco dos projetos de transmissão no Brasil os torna candidatos ideais para altos níveis de endividamento, o que é consistente com a lógica da *Pecking Order*.

5. APRESENTAÇÃO DO CASO

O presente capítulo estabelece a ponte entre a fundamentação teórica, consolidada no Capítulo 4, e a análise empírica da pesquisa. Após a revisão dos conceitos de estrutura de capital, custo de capital, regulação setorial e metodologias de valoração (DCF), este estudo avança para a aplicação prática.

Para tal, constrói-se um caso de estudo detalhado, fundamentado em dados empíricos de um projeto de transmissão de energia no Brasil. Este caso servirá como o objeto central de simulação para a modelagem financeira, permitindo isolar e quantificar o impacto de diferentes níveis de alavancagem na geração de valor para o acionista, respondendo assim ao problema central da pesquisa.

5.1 Introdução do Caso de Estudo

O caso de estudo é desenvolvido a partir dos parâmetros técnicos e financeiros de um projeto real, licitado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A utilização de dados de um edital público confere realismo e validade externa à análise, permitindo que a simulação reflita as condições de investimento, receita e prazos efetivamente praticados no setor.

5.1.1 Objetivo do Caso Aplicado

O objetivo precípua do caso aplicado é viabilizar a testagem empírica das hipóteses da pesquisa. A partir de um conjunto de premissas técnicas e financeiras realistas, extraídas do edital de leilão selecionado, será desenvolvido um modelo financeiro de Fluxo de Caixa Descontado (DCF).

O propósito deste modelo é analisar e quantificar, conforme o objetivo geral do trabalho, como a variação nos níveis de alavancagem (relação *Dívida/Equity*) afeta diretamente os indicadores de retorno do acionista. A análise foca-se, portanto, na sensibilidade do Fluxo de Caixa Livre para o Acionista (FCFE) e, conseqüentemente, do Valor Presente Líquido (VPL) do *Equity* a diferentes estruturas de capital. A construção do caso visa materializar a metodologia descrita no Capítulo 3, permitindo a projeção das demonstrações financeiras, o cálculo dos fluxos de caixa relevantes e a aplicação das métricas de valoração. Ao final, a análise comparativa dos cenários de alavancagem permitirá avaliar quantitativamente as hipóteses H1 e H2 da pesquisa: se a dívida,

proporciona maior eficiência financeira, ou se o *Equity*, ao reduzir o risco, gera maior valor no longo prazo.

5.1.2 Relevância da Escolha do Setor de Transmissão

A escolha do setor de transmissão de energia elétrica é metodologicamente central para o problema de pesquisa. Conforme detalhado na Fundamentação Teórica (Capítulo 4), este segmento possui características ímpares que o tornam um objeto de estudo ideal para a análise de estrutura de capital.

Primeiramente, a remuneração é baseada na Receita Anual Permitida (RAP), fixada em leilão e descorrelacionada do volume de energia transportada. Esta regra mitiga o risco de demanda e confere alta previsibilidade aos fluxos de caixa.

Segundamente, esta estabilidade, aliada à natureza de longo prazo das concessões (30 anos) e à alta intensidade de capital (CAPEX), fomenta o uso de estruturas de *Project Finance*. Tais projetos são tipicamente geridos por Sociedades de Propósito Específico (SPEs), que se caracterizam por elevados níveis de alavancagem.

Por fim, o arcabouço regulatório da ANEEL, que define um Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) regulatório como base para o cálculo da RAP teto (resultando em um VPL regulatório nulo), cria um ambiente onde a eficiência financeira torna-se o mecanismo primário para a geração de VPL positivo ao investidor. Neste contexto, a otimização da estrutura de capital, especialmente a maximização do escudo fiscal da dívida, emerge como o principal vetor de criação de valor.

5.1.3 Metodologia de Construção do Caso Base (estrutura da simulação)

O caso de estudo baseia-se nos dados empíricos do Leilão de Transmissão ANEEL nº 2/2023, realizado em dezembro de 2023. Para a simulação, foi selecionado o Lote 1, o maior do certame, destinado a ampliar a capacidade de interligação entre as Regiões Nordeste e Centro-Oeste. Este lote, por sua magnitude e relevância estratégica, encapsula os desafios de financiamento de infraestrutura no país.

Os parâmetros regulatórios e de investimento que formam o "Caso Base" da modelagem são extraídos diretamente do edital e seus documentos associados:

- **Receita Anual Permitida (RAP) máxima:** R\$ 3.222.178.160,86 (valor teto de referência para o Lote 1 consolidado).
- **Investimento Estimado (CAPEX):** R\$ 18.130.929.836,63 (somatório dos investimentos previstos para os Sublotes 1A, 1B, 1C e 1D).
- **Prazo da Concessão:** 30 anos.
- **Prazo de Construção (Implantação):** 72 meses (para todos os sublotes do Lote 1).

A simulação será estruturada em um modelo de *Project Finance*, assumindo a criação de uma Sociedade de Propósito Específico (SPE) para a gestão do ativo. A metodologia de análise será o Fluxo de Caixa Descontado (DCF), com ênfase na perspectiva do acionista, utilizando o Fluxo de Caixa Livre para o Acionista (FCFE).

O "Caso Base" servirá como referência, refletindo as premissas regulatórias. A partir dele, serão simulados múltiplos cenários, alterando-se parametricamente a relação Dívida/*Equity*. Para cada cenário de alavancagem, o modelo recalculará o Custo do Capital Próprio (K_e) por meio da realavancagem do Beta (conforme a teoria de MM com impostos e Hamada) e quantificará o impacto do Escudo Fiscal da Dívida. O resultado final será a mensuração do VPL do *Equity* e da Taxa Interna de Retorno (TIR) do Acionista para cada estrutura de capital, permitindo a identificação dos efeitos da alavancagem na geração de valor.

Definidas as premissas e a estrutura do caso de estudo, o capítulo subsequente, "Análise e Resultados", dedicar-se-á à execução das simulações financeiras. O modelo construído a partir dos dados do Lote 1 servirá como base empírica para a aplicação da metodologia e para a avaliação quantitativa dos impactos da estrutura de capital na geração de valor para o investidor, respondendo objetivamente à questão de pesquisa.

5.2 Caracterização do Projeto de Transmissão

A etapa seguinte à introdução do caso de estudo consiste na sua caracterização detalhada. Esta seção decompõe o objeto de análise - o Lote 1 do Leilão de Transmissão ANEEL nº 2/2023 - em seus componentes fundamentais. O objetivo é estabelecer as premissas técnicas, financeiras e contratuais que servirão de inputs diretos para a modelagem financeira a ser desenvolvida no Capítulo 6.

5.2.1 Descrição Geral do Empreendimento

O objeto da simulação é o Lote 1 do Leilão de Transmissão nº 2/2023. Trata-se de um empreendimento de infraestrutura de larga escala, concebido com o objetivo estratégico de aumentar a capacidade de interligação entre as Regiões Nordeste e Centro-Oeste. Esta expansão é fundamental para permitir o escoamento de excedentes de energia, notadamente da crescente geração renovável (eólica e solar) do Nordeste para os centros de carga do Sudeste/Centro-Oeste.

O projeto abrange os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás. Tecnicamente, o escopo do Lote 1 (consolidando seus quatro sublotes) compreende a implantação de aproximadamente 1.513 km de linhas de transmissão, com destaque para a Linha de Transmissão em Corrente Contínua (CC) de

±800 kV entre as Subestações (SE) Graça Aranha (MA) e Silvânia (GO). Inclui, ainda, a construção das referidas subestações conversoras e a instalação de equipamentos de compensação síncrona.

A magnitude financeira do projeto é expressa pelo investimento (CAPEX) estimado pela ANEEL no edital, que totaliza R\$ 18.130.929.836,63 (somatório dos sublotes 1A, 1B, 1C e 1D). A Receita Anual Permitida (RAP) máxima, que representa o teto de remuneração para o investidor, foi fixada em R\$ 3.222.178.160,86.

5.2.2 Estrutura Societária e Modelo de Financiamento (SPE e Project Finance)

O modelo de contratação definido pelo edital da ANEEL impõe que o proponente vencedor, caso não seja já uma concessionária de transmissão ou se constitua em consórcio, deve estabelecer uma Sociedade de Propósito Específico (SPE). Esta exigência é um pilar do modelo *de Project Finance* (PF), amplamente detalhado no Capítulo 4.

A SPE é uma entidade legal e financeiramente independente de seus patrocinadores (os investidores de *Equity*). Esta estrutura de *non-recourse ou limited-recourse* é crucial para o estudo, pois isola os fluxos de caixa e os riscos do projeto. A SPE será a detentora da concessão, a receptora da Receita Anual Permitida (RAP) e a contraente das dívidas necessárias para financiar o CAPEX.

Neste modelo, o serviço da dívida (juros e amortização) é pago exclusivamente pelos fluxos de caixa gerados pelo próprio projeto (a RAP), e não pelo balanço dos patrocinadores. Esta arquitetura permite a estruturação de elevados níveis de alavancagem, sendo o foco central desta pesquisa analisar como diferentes proporções de dívida e *Equity* nesta SPE impactam o retorno dos patrocinadores.

5.2.3 Horizonte de Concessão e Ciclo de Vida do Projeto

O contrato de concessão estabelece um horizonte de 30 anos, contados a partir da celebração do contrato. O ciclo de vida do projeto, para fins de modelagem financeira (DCF), é segmentado em duas fases macroeconômicas distintas:

4. **Fase de Implantação (Construção):** Esta fase compreende o período entre a assinatura do contrato e a entrada em operação comercial das instalações. Para o Lote 1, o edital estipula um prazo máximo de 72 meses (6 anos). Financeiramente, esta fase é caracterizada por intensivos fluxos de caixa negativos (desembolsos de CAPEX), financiados pelas fontes de capital (dívida e *Equity*), sem a contrapartida de receitas operacionais (RAP).
5. **Fase de Operação:** Inicia-se após o 72º mês, com a energização do sistema, e perdura pelos 24 anos subsequentes da concessão. Nesta fase, a SPE passa a auferir a Receita Anual Permitida (RAP). O fluxo de caixa operacional gerado é então utilizado para cobrir custos operacionais (OPEX), impostos e, de forma prioritária, o serviço da dívida. O fluxo residual, após todas essas obrigações, constitui o Fluxo de Caixa Livre para o Acionista (FCFE).

5.3 Parâmetros Econômico-Financeiros da Modelagem

A construção de um modelo financeiro prospectivo exige a definição de um conjunto de premissas e parâmetros que governarão as projeções de receitas, custos, investimentos e fluxos de caixa. As premissas adotadas neste estudo são detalhadas e justificadas a seguir.

5.3.1 Receita Anual Permitida (RAP)

A RAP é a remuneração que a concessionária recebe pela prestação do serviço público de transmissão. Para o caso base, o valor inicial da RAP será o teto definido no edital, de R\$ 3.222.178.160,86, a ser recebido a partir do sexto ano do projeto (primeiro ano de operação).

- **Estrutura regulatória da RAP:** A RAP é conceitualmente estruturada para cobrir os custos eficientes de operação e manutenção (OPEX), a depreciação dos ativos (denominada Quota de Reintegração Regulatória - QRR) e a remuneração do capital investido (calculada sobre a base de remuneração regulatória).⁷ Esta estrutura garante a cobertura dos custos e o retorno sobre o capital, desde que a empresa opere de forma eficiente.
- **Critérios de reajuste e revisão tarifária (RTP):** Para preservar seu valor real ao longo do tempo, a RAP é reajustada anualmente, no aniversário do contrato, pela variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Além do reajuste anual, a cada cinco anos, a RAP é submetida a um processo de Revisão Tarifária Periódica (RTP), no qual a ANEEL reavalia os custos operacionais eficientes e a base de remuneração, podendo ajustar o valor da receita para cima ou para baixo.⁸ Para fins de simplificação, o modelo assumirá que as RTPs não resultarão em alterações reais na RAP, que será apenas corrigida pelo IPCA ao longo dos 30 anos.
- **Base de remuneração e impacto sobre a previsibilidade de caixa:** A metodologia da ANEEL para o cálculo da RAP teto nos leilões visa zerar o VPL do projeto quando descontado pelo WACC regulatório.¹ Isso significa que a geração de valor para o investidor ($VPL \text{ do } Equity > 0$) depende da capacidade da empresa de operar com custos reais inferiores aos regulatórios ou, crucialmente, de estruturar seu financiamento com um custo de capital efetivo inferior ao WACC regulatório⁹.

5.3.2 Estrutura de Investimentos (CAPEX)

O investimento total necessário para a implantação do projeto (CAPEX) é estimado pela ANEEL em R\$ 18.130.929.836,63.

- **Componentes do investimento inicial:** Este valor engloba todos os custos associados à construção da linha de transmissão de 388 km, incluindo torres, cabos, isoladores, direitos de passagem, estudos ambientais e a conexão com as subestações de Marimbondo 2 e Campinas.

⁷ BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.058, de 7 de fevereiro de 2023.**

⁸ BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET)**

⁹ BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.058, de 7 de fevereiro de 2023.**

- **Cronograma de implantação e desembolsos:** Os desembolsos do CAPEX ocorrerão ao longo dos 72 meses (6 anos) da fase de construção. Como o edital não detalha o cronograma, adota-se uma curva de desembolso em formato de "S", comum em projetos de infraestrutura, distribuída da seguinte forma: 10% no Ano 1, 15% no Ano 2, 25% no Ano 3, 25% no Ano 4, 15% no Ano 5 e os 10% restantes no Ano 6.
- **Premissas de depreciação e do CAPEX:** A depreciação contábil e regulatória dos ativos será calculada pelo método linear ao longo do prazo da concessão (30 anos), resultando em uma despesa anual de depreciação de aproximadamente 3,33% do CAPEX total.

5.3.3 Custos Operacionais (OPEX)

Os custos operacionais (OPEX) englobam as despesas necessárias para a operação e manutenção da linha de transmissão, como pessoal, seguros, monitoramento, reparos, além de despesas gerais e administrativas.

- **Estrutura dos custos fixos e variáveis:** O OPEX em projetos de transmissão é predominantemente fixo, não variando com a quantidade de energia transmitida.
- **Projeção de despesas operacionais:** O edital não apresenta estimativas para o OPEX. Assim, a projeção das despesas operacionais foi construída a partir de uma margem EBITDA de referência de 90%, alinhada a benchmarks de empreendimentos similares no setor de transmissão no Brasil. Essa margem reflete a alta eficiência operacional típica desses ativos, caracterizados por receitas previsíveis e custos recorrentes relativamente baixos. Dessa forma, o OPEX anual corresponde a 10% da RAP, valor que será corrigido anualmente pelo IPCA a partir do início da operação.¹⁰

5.3.4 Capital de Giro e Ciclo Financeiro

- **Premissas de capital de giro operacional (CGO):** Para este modelo, assume-se que a Necessidade de Capital de Giro (NCG) é nula ($NCG = 0$).
- **Efeitos sobre o fluxo de caixa:** Esta premissa se justifica pela estrutura de recebimento da RAP, que é paga mensalmente por um conjunto de agentes do Sistema Interligado Nacional (SIN) de forma pulverizada e com baixo risco de inadimplência. Os prazos de recebimento (contas a receber) são tipicamente curtos e compensados pelos prazos de

¹⁰ Individual and Consolidated Financial Statements – TAESA 31/12/2023

pagamento a fornecedores de operação e manutenção (contas a pagar), resultando em um impacto líquido desprezível sobre o fluxo de caixa.

5.3.5 Tributação e Benefícios Fiscais

- **Alíquota efetiva (IR + CSLL):** A modelagem considerará a alíquota combinada de Imposto de Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) de 34%, conforme a legislação vigente para empresas no regime de lucro real e a referência utilizada no arcabouço teórico.
- **Cálculo do escudo fiscal dos juros:** Um dos principais benefícios da alavancagem financeira é o escudo fiscal gerado pela dedutibilidade das despesas com juros da base de cálculo do imposto de renda. Este benefício será explicitamente calculado no modelo financeiro. Este cálculo é a materialização do benefício fiscal previsto na teoria de Modigliani-Miller com impostos e é central para testar a Hipótese H1 da pesquisa.

5.4 Estrutura de Capital e Cenários de Alavancagem

Para responder à pergunta de pesquisa, é necessário simular o desempenho do projeto sob diferentes composições de capital. Esta seção define os cenários de teste e os parâmetros financeiros associados a cada fonte de capital (dívida e *Equity*).

5.4.1 Definição dos Cenários de Teste (D/E)

Serão analisados quatro cenários distintos de estrutura de capital, cobrindo um espectro desde a ausência total de dívida até um nível de alavancagem considerado elevado para o setor:

- **Cenário 1 – 100% *Equity*:** Um caso base teórico financiado integralmente com capital próprio ($Dívida/Equity = 0/100$). Serve como referência para isolar o risco operacional do projeto.
- **Cenário 2 – 50% Dívida / 50% *Equity*:** Um cenário de alavancagem moderada ($Dívida/Equity = 50/50$).
- **Cenário 3 – 80% Dívida / 20% *Equity*:** Um cenário de alta alavancagem ($Dívida/Equity = 80/20$), comum em *Project Finance* para ativos de infraestrutura com fluxos de caixa estáveis.

5.4.2 Parâmetros da Dívida

Para os cenários que utilizam capital de terceiros, as seguintes premissas serão adotadas para a dívida sênior do projeto:

- **Taxa de juros, indexador e prazo de amortização:** O custo da dívida (K_d) antes de impostos será de $IPCA + 7,5\%$ a.a... Esta taxa é baseada em dados de mercado para emissões de debêntures de infraestrutura, que em períodos recentes apresentaram remuneração média de $IPCA + 7\%$. O prazo total do financiamento será de 20 anos, com 5 anos de carência (coincidindo com o período de construção) e 15 anos de amortização.¹¹
- **Perfil de amortização:** Será utilizado o Sistema de Amortização Constante (SAC), no qual as parcelas de principal são fixas, resultando em um serviço da dívida decrescente ao longo do tempo. Este sistema é amplamente utilizado em financiamentos de longo prazo no Brasil.¹²
- **Indicadores contratuais (*covenants*):** Embora não modelados como uma restrição ativa, menciona-se que contratos de *Project Finance* tipicamente incluem *covenants* financeiros para proteger os credores. Um dos mais comuns é o índice Dívida Líquida/EBITDA, que limita o endividamento total em relação à geração de caixa operacional. Um limite máximo para este índice é frequentemente exigido (por exemplo, 4,0x ou 5,0x), o que impõe um limite prático ao nível de alavancagem que um projeto pode suportar

5.4.3 Parâmetros do *Equity*

O custo do capital próprio (K_e), que representa o retorno exigido pelos acionistas, será estimado para cada cenário utilizando o *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*.

- **Custo do capital próprio (K_e) estimado via CAPM:**
 - **Taxa Livre de Risco (R_f):** de títulos do governo americano de 10 anos. A escolha de um título de longo prazo se alinha com o horizonte do projeto. A taxa de referência adotada é de 4,14% a.a., com base em dados de mercado recentes.
 - **Prêmio de Risco de Mercado:** O *Equity Risk Premium (ERP)* para o Brasil será de 7,67%, conforme Damodaran Online
 - **Beta:** O beta desalavancado será de 0,40 conforme Damodaran Online

¹¹ Boletim de debêntures incentivadas e de infraestrutura – ANBIMA

¹² Prazos e periodicidade de pagamento - BNDES

5.5 Construção do Modelo Financeiro

A etapa seguinte consiste na integração de todas as premissas e parâmetros descritos em um modelo financeiro dinâmico e interligado, capaz de projetar o desempenho do projeto ao longo dos 30 anos da concessão e de calcular os indicadores de valor e risco para cada cenário de alavancagem.

5.5.1 Integração das Três Demonstrações (DRE, BP, DFC)

A metodologia de modelagem se baseia no 3-Statement Model, que garante a consistência contábil e financeira por meio da interligação da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), do Balanço Patrimonial (BP) e da Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC). A DRE apurará o lucro líquido sob o regime de competência. O BP registrará a evolução dos ativos, passivos e patrimônio líquido. O FC, por sua vez, reconciliará o lucro líquido com a variação efetiva de caixa, sendo a fonte para o cálculo dos fluxos de caixa utilizados na avaliação.

5.5.2 Cálculo dos Fluxos de Caixa (FCFE e FCFF)

O modelo calculará dois tipos de fluxo de caixa:

1. **Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF):** Representa o caixa gerado pela operação, disponível para todos os provedores de capital (credores e acionistas).
2. **Fluxo de Caixa Livre para o Acionista (FCFE):** Representa o caixa residual disponível para os acionistas após o cumprimento de todas as obrigações operacionais, tributárias e financeiras (incluindo o serviço da dívida).

Dado que o problema de pesquisa foca na geração de valor para os investidores, a análise principal será conduzida com base no FCFE, que deve ser descontado pelo custo do capital próprio (K_e) para se obter o VPL do *Equity*.

5.5.3 Determinação do WACC e K_e em cada estrutura de capital

Para cada um dos quatro cenários de estrutura de capital, o modelo calculará um K_e e um WACC específicos. O K_e aumentará com a alavancagem, devido ao maior risco financeiro refletido no beta. O WACC, por sua vez, será calculado pela média ponderada dos custos de capital.

A análise do comportamento do WACC em cada cenário permitirá identificar a estrutura de capital que minimiza o custo total de financiamento do projeto.

5.5.4 Projeção dos Indicadores de Desempenho

Os principais indicadores de saída (outputs) do modelo, que serão utilizados para comparar os cenários e responder à pergunta de pesquisa, são:

- **VPL do *Equity*:** Calculado como o valor presente dos FCFEs projetados, descontados pela taxa K_e de cada cenário, subtraído do investimento inicial de *Equity*. É a principal métrica de criação de valor absoluto para o acionista.
- **TIR do *Equity*:** A Taxa Interna de Retorno do fluxo de caixa do acionista, que mede a rentabilidade percentual do capital próprio investido.
- **Dívida Líquida/EBITDA:** Este índice de alavancagem será calculado para os cenários alavancados, a fim de avaliar o nível de endividamento em relação à geração de caixa operacional, sendo um indicador-chave para avaliar o risco de crédito do projeto.

5.6 Síntese das Premissas e Parâmetros Utilizados

Para garantir a transparência e a replicabilidade da análise, esta seção consolida todas as premissas e parâmetros utilizados na construção do modelo financeiro.

5.6.1 Quadro-Resumo dos Inputs da Modelagem

A Tabela 4 apresenta um resumo detalhado dos principais inputs do modelo, suas respectivas fontes e as justificativas para sua adoção.

Tabela 4 - Quadro-Resumo dos Parâmetros e Premissas da Modelagem Financeira

Categoria	Parâmetro	Valor/Premissa	Fonte/Justificativa
Parâmetros do Projeto	CAPEX Total	R\$ 18.130.929.837	Editais ANEEL Leilão 02/2023
	RAP Inicial	R\$ 3.222.178.161	Editais ANEEL Leilão 02/2023
	Prazo da Concessão	30 anos	Editais ANEEL Leilão 02/2023
	Prazo de Construção	6 anos (72 meses)	Editais ANEEL Leilão 02/2023
	OPEX Anual	90% EBITDA	Benchmark de mercado

	Depreciação	Linear em 30 anos	Prática regulatória [5]
Parâmetros Tributários	Alíquota (IRPJ + CSLL)	34%	Legislação brasileira
Parâmetros Macroeconômicos	Inflação (IPCA)	5%	Acumulado 12 meses - IBGE
Parâmetros de Custo de Capital	Taxa Livre de Risco (Rf)	4,14%	Títulos do governo americano de 10 anos
	Prêmio de Risco País	1,46%	CDS - Brazil 5 Years > Br.Investing
	Prêmio de Risco de Mercado	7,67%	Aswath Damodaran Online
	Beta Desalavancado (beta u)	0,40	Aswath Damodaran Online
Parâmetros da Dívida	Custo da Dívida (Kd)	IPCA + 7,5% a.a.	<i>Benchmark</i> de debêntures de infraestrutura
	Prazo do Financiamento	20 anos	Prática de <i>Project Finance</i> em linha com o prazo de concessão
	Carência	5 anos	Coincidente com a fase de construção
	Sistema de Amortização	SAC	Prática de <i>Project Finance</i>

Fonte: Elaboração Própria.

5.6.2 Limitações do Modelo

É imperativo reconhecer as hipóteses simplificadoras e as limitações inerentes ao modelo construído, o que demonstra rigor acadêmico e contextualiza o alcance dos resultados:

- **Ausência de Deságio:** O modelo assume a RAP máxima do leilão como premissa para isolar o efeito da alavancagem. Contudo, é crucial reconhecer que, na prática, o deságio é a principal variável competitiva. A análise de Vaz (2023) sobre os leilões recentes alerta para os riscos associados a elevados deságios, que podem comprometer a sustentabilidade dos empreendimentos. Além disso, o nível do deságio é sensível ao ambiente regulatório; Cabral (2022), por exemplo, demonstrou que a introdução da Revisão Tarifária Periódica (RTP) nos contratos reduziu o deságio médio, sinalizando uma maior percepção de risco por parte dos investidores. A não incorporação dessa variável, portanto, representa uma

simplificação necessária para o escopo do estudo, mas seus efeitos no mundo real são determinantes para o retorno final do projeto.

- **Custo da Dívida Fixo:** Assume-se que o custo da dívida (K_d) é o mesmo para todos os níveis de alavancagem. Na realidade, o *spread* de crédito tende a aumentar com o risco financeiro, elevando o K_d em cenários de maior endividamento. Portanto, os resultados para o cenário de 70% de dívida podem ser considerados otimistas.
- **Ausência de Custos de Dificuldades Financeiras:** A análise do WACC não incorpora os custos potenciais de dificuldades financeiras (*financial distress*), que se tornam mais prováveis em níveis extremos de alavancagem.
- **Parâmetros de Mercado Estáticos:** Os parâmetros do CAPM (R_f , ERP) são baseados em dados de um momento específico no tempo e são mantidos constantes ao longo da projeção.

5.7 Conclusão Parcial do Capítulo

Este capítulo cumpriu seu propósito de detalhar a construção de um caso de estudo robusto, que servirá como a base empírica para a análise quantitativa a ser realizada no capítulo subsequente. Partindo de dados públicos de um projeto real de transmissão de energia, foram estabelecidas e justificadas todas as premissas técnicas, regulatórias e econômico-financeiras necessárias para a elaboração de um modelo financeiro completo.

5.7.1 Expectativas quanto aos resultados esperados de valor

Com o caso devidamente apresentado e as premissas estabelecidas, a análise a ser conduzida no Capítulo 6 se concentrará em quantificar o trade-off fundamental da teoria da estrutura de capital. A expectativa teórica, alinhada à Hipótese H1, é que o VPL do *Equity* aumente com a introdução de dívida na estrutura de capital, impulsionado pelo valor presente do escudo fiscal dos juros.

Contudo, espera-se também que o aumento da alavancagem eleve o risco financeiro do acionista (medido pelo beta e pelo K_e) e pressione os indicadores de cobertura da dívida (Dívida Líquida/EBITDA). A análise comparativa dos cenários permitirá, portanto, não apenas verificar a direção do impacto da alavancagem, mas também investigar a existência de uma estrutura ótima de capital que maximize o valor para o acionista, dentro dos limites de um risco financeiro

sustentável. O caso aqui apresentado servirá, assim, como o campo de provas empírico para responder, de forma quantitativa e fundamentada, à pergunta central deste trabalho.

6. ANÁLISE E RESULTADOS

Este capítulo apresenta a aplicação empírica da metodologia descrita nos capítulos anteriores, consolidando os conceitos de estrutura de capital e *valuation* com os dados práticos do caso de estudo. O objetivo é testar quantitativamente as hipóteses da pesquisa, analisando o impacto de diferentes níveis de alavancagem na geração de valor para o acionista.

Os resultados a seguir são extraídos da modelagem financeira ("Modelo Transmissão 31.10.25.xlsx") e detalham as projeções de receitas (RAP), investimentos (CAPEX) e financiamento, culminando na análise comparativa do VPL e da TIR do *Equity* para os quatro cenários de endividamento.

6.1 Projeção da Receita (RAP)

A receita do projeto é a Receita Anual Permitida (RAP), cujo valor-teto inicial é de R\$ 3.222.178.161. Conforme a metodologia, esta receita é reajustada anualmente pela inflação (IPCA), projetada em 5,0% a.a...

Um ponto crucial da modelagem é que a RAP efetiva (o faturamento) só se inicia após o 6º ano (Ano 0 ao Ano 5), que corresponde ao período de construção. Durante a construção, o valor da RAP é apenas corrigido monetariamente para definir a base de faturamento inicial no Ano 6.

Tabela 5 - Projeção da RAP efetiva em anos selecionados.

	2023	2030	2031	2032	2033	2053	2054
RAP	3.222	4.534	4.761	4.999	5.249	13.926	14.622
COD	mar/54	75%	100%	100%	100%	100%	25%
RAP		3.400	4.761	4.999	5.249	13.926	3.656

Fonte: Elaboração Própria.

6.2 Projeção do Investimento (CAPEX)

O investimento total (CAPEX) estimado para o projeto é de R\$ 18.130.929.837. Este valor é desembolsado ao longo dos 6 anos da fase de construção (Ano 0 a Ano 5), seguindo uma curva de desembolso em "S", que concentra os gastos nos anos intermediários da obra.

Tabela 6 - Projeção dos desembolsos anuais de CAPEX.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Capex	18.131	1.813	2.720	4.533	4.533	2.720	1.813
Curva de Desembolso	100%	10,0%	15,0%	25,0%	25,0%	15,0%	10,0%

Fonte: Elaboração Própria.

6.3 Projeção do Financiamento

A modelagem analisa como o CAPEX total de R\$ 18,13 bilhões é financiado nos dois cenários de alavancagem. A Tabela 7 resume as fontes totais de financiamento para cada cenário, demonstrando a aplicação exata das estruturas de capital propostas.

Para o controle do saldo devedor, o modelo utiliza duas linhas-chave:

- **Saldo (BoP - Beginning of Period):** Refere-se ao Saldo Devedor no início do período (ex: Ano 6). Ele é exatamente igual ao Saldo (EoP) do ano anterior (Ano 5).
- **Saldo (EoP - End of Period):** Refere-se ao Saldo Devedor no final do período. Seu cálculo é: Saldo (BoP) - Amortização Principal do Período.

Tabela 7 - Projeção do Financiamento – Cenário 2 – 50% Dívida / 50% *Equity*

Dívida Capex	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
BoP	9.065	0	907	2.266	4.533	6.799	8.159
Captação	50,0%	907	1.360	2.266	2.266	1.360	907
Amortização	20	0	0	0	0	0	0
EoP		907	2.266	4.533	6.799	8.159	9.065
Juros (IPCA+)	7,50%	0	-117	-292	-584	-875	-1.050

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 8 - Projeção do Financiamento – Cenário 3 – 80% Dívida / 20% *Equity*

Dívida Capex	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
BoP	14.505	0	1.450	3.626	7.252	10.879	13.054
Captação	80,0%	1.450	2.176	3.626	3.626	2.176	1.450
Amortização	20	0	0	0	0	0	0
EoP		1.450	3.626	7.252	10.879	13.054	14.505
Juros (IPCA+)	7,50%	0	-187	-467	-934	-1.401	-1.681

Fonte: Elaboração Própria.

6.4 Demonstração do Resultado (DRE)

A Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) projeta a lucratividade contábil do projeto. Diferente do Caso Base (Cenário 1, 100% *Equity*), os Cenários 2 (30/70) e 3 (70/30) são impactados pela alavancagem.

A Tabela 9 detalha a DRE, onde as linhas-chave são:

- **Receita Operacional Líquida (RAP):** A linha de faturamento, idêntica para os três cenários, que cresce anualmente com a inflação. * OPEX (Custos e Despesas): Correspondem a 10% da RAP, sendo também idênticos nos três cenários. Depreciação e Amortização: Despesa não-caixa, calculada linearmente sobre o CAPEX.
- **Despesa Financeira (Juros):** Esta é a linha que difere crucialmente entre os cenários. No Cenário 1, é zero. Nos Cenários 2 e 3, ela é calculada sobre o saldo devedor (*BoP*), reduzindo o lucro.
- **LAIR (Lucro Antes do IR):** É o resultado operacional (EBITDA - Depreciação) menos os Juros. Nos cenários alavancados, o LAIR é menor. Escudo Fiscal (*Tax Shield*): É a economia de imposto (IR/CSLL a 34%) gerada pela despesa de juros (Juros * 34%). Esta é a principal vantagem da dívida, visível na DRE.
- **Lucro Líquido:** O resultado final após impostos. Note que, nos cenários alavancados (2 e 3), o Lucro Líquido é menor, apesar de o projeto gerar mais valor ao acionista (como veremos no VPL), devido ao benefício do escudo fiscal ser capturado no fluxo de caixa.

Tabela 9 - Projeção do DRE – Cenário 1 – 0% Dívida / 100% *Equity*

	2023	2030	2031	2032	2033	2053	2054
DRE							
Receita Bruta		3.747	5.246	5.508	5.784	15.346	4.028
(-) PIS/COFINS		-347	-485	-510	-535	-1.419	-373
Receita Líquida		3.400	4.761	4.999	5.249	13.926	3.656
(-) Opex		-340	-476	-500	-525	-1.393	-366
EBITDA		3.060	4.285	4.499	4.724	12.533	3.290
(-) D&A		-567	-755	-755	-755	-755	-189
<i>Margem EBITDA</i>		90%	90%	90%	90%	90%	90%
EBIT		2.494	3.529	3.743	3.968	11.778	3.101
(-) Despesas Financeiras		0	0	0	0	0	0
EBT		2.494	3.529	3.743	3.968	11.778	3.101
(-) IR/CSLL		-848	-1.200	-1.273	-1.349	-4.005	-1.054
Lucro Líquido		1.646	2.329	2.471	2.619	7.773	2.047
<i>Margem Lucro</i>		48%	49%	49%	50%	56%	56%

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10 - Projeção do DRE – Cenário 2 – 50% Dívida / 50% *Equity*

	2023	2030	2031	2032	2033	2053	2054
DRE							
Receita Bruta		3.747	5.246	5.508	5.784	15.346	4.028
(-) PIS/COFINS		-347	-485	-510	-535	-1.419	-373
Receita Líquida		3.400	4.761	4.999	5.249	13.926	3.656
(-) Opex		-340	-476	-500	-525	-1.393	-366
EBITDA		3.060	4.285	4.499	4.724	12.533	3.290
(-) D&A		-567	-755	-755	-755	-755	-189
<i>Margem EBITDA</i>		90%	90%	90%	90%	90%	90%
EBIT		2.494	3.529	3.743	3.968	11.778	3.101
(-) Despesas Financeiras		-1.167	-1.109	-1.050	-992	0	0
EBT		1.327	2.420	2.693	2.976	11.778	3.101
(-) IR/CSLL		-451	-823	-916	-1.012	-4.005	-1.054
Lucro Líquido		876	1.597	1.777	1.964	7.773	2.047

<i>Margem Lucro</i>	26%	34%	36%	37%	56%	56%
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 11 - Projeção do DRE – Cenário 3 – 80% Dívida / 20% *Equity*

	2023	2030	2031	2032	2033	2053	2054
DRE							
Receita Bruta	3.747	5.246	5.508	5.784	5.784	15.346	4.028
(-) PIS/COFINS	-347	-485	-510	-535	-535	-1.419	-373
Receita Líquida	3.400	4.761	4.999	5.249	5.249	13.926	3.656
(-) Opex	-340	-476	-500	-525	-525	-1.393	-366
EBITDA	3.060	4.285	4.499	4.724	4.724	12.533	3.290
(-) D&A	-567	-755	-755	-755	-755	-755	-189
<i>Margem EBITDA</i>	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
EBIT	2.494	3.529	3.743	3.968	3.968	11.778	3.101
(-) Despesas Financeiras	-1.867	-1.774	-1.681	-1.587	-1.587	0	0
EBT	626	1.755	2.063	2.381	2.381	11.778	3.101
(-) IR/CSLL	-213	-597	-701	-810	-810	-4.005	-1.054
Lucro Líquido	413	1.158	1.361	1.571	1.571	7.773	2.047
<i>Margem Lucro</i>	12%	24%	27%	30%	30%	56%	56%

Fonte: Elaboração Própria.

6.5 Demonstração do Fluxo de Caixa (DCF)

A Demonstração do Fluxo de Caixa (DCF) é o relatório financeiro mais importante para a análise do VPL pois rastreia o dinheiro (Regime de Caixa) em vez da competência contábil (DRE). As Tabelas 12, 13 e 14 detalham sua construção, que é dividida em três blocos:

- **Fluxo de Caixa das Atividades Operacionais (FCO):** Torna-se positivo a partir do Ano 6, refletindo a entrada da RAP.
- **Fluxo de Caixa das Atividades de Investimento (FCI):** É fortemente negativo durante os Anos 0-5 devido aos desembolsos de CAPEX.

Caixa - Final	0	0	0	0	0	0	989	108.124	98.376
---------------	---	---	---	---	---	---	-----	---------	--------

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 14 - Fluxo de Caixa Projetado - Cenário 3 - 80% Dívida / 20% *Equity*

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2053	2054
Fluxo de Caixa										
FCO		0	0	0	0	0	0	2.847	8.529	2.236
EBITDA		0	0	0	0	0	0	3.060	12.533	3.290
IR/CSLL		0	0	0	0	0	0	-213	-4.005	-1.054
Outros - Ativo		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros - Passivo		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCI		-1.813	-2.720	-4.533	-4.533	-2.720	-1.813	0	0	0
Capex		-1.813	-2.720	-4.533	-4.533	-2.720	-1.813	0	0	0
FCF		1.813	2.720	4.533	4.533	2.720	1.813	-2.593	0	-8.295
Financiamento		1.450	1.989	3.159	2.692	775	-230	-2.593	0	0
Capital Social		362	731	1.373	1.840	1.945	2.043	0	0	-8.295
Dividendos		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FC do Período		0	0	0	0	0	0	255	8.529	-6.059
Caixa - Início		0	0	0	0	0	0	0	89.302	97.831
Caixa - Final		0	0	0	0	0	0	255	97.831	91.772

Fonte: Elaboração Própria.

6.6 Análise de Cenários: FCFE Descontado, TIR e Geração de Valor

Esta seção apresenta os resultados finais da pesquisa, comparando os quatro cenários de alavancagem. O primeiro passo é analisar o impacto no custo de capital, conforme a metodologia da Seção 4.4.

Utilizando um **Beta Desalavancado (β_U) de 0,40**, uma **Taxa Livre de Risco (R_f) de 4,14%** e um **Prêmio de Risco (ERP) de 7,67%**, o modelo calcula o K_e (Custo do *Equity*) e o WACC (Custo Médio Ponderado) para cada cenário, conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Custo de Capital (K_e e WACC) por Cenário

	K_e	WACC
Cenário 1 – 0/100	20,15%	20,15%
Cenário 2 – 50/50	20,42%	12,68%
Cenário 3 – 80/20	21,23%	8,20%

Fonte: Elaboração Própria.

Os resultados confirmam a teoria:

1. **O K_e (risco do acionista) aumenta com a alavancagem**, passando de 20,15% para 21,23%, pois o risco financeiro é maior.
2. **O WACC (custo total) diminui com a alavancagem**, caindo de 20,15% para 8,20%, impulsionado pelo benefício do custo dívida mais barata que o custo exigido pelos acionistas.

O resultado final (Tabela 15) é obtido descontando o Fluxo de Caixa do Acionista (FCFE) de cada cenário pela sua respectiva taxa K_e .

Tabela 16 - Resultado Final: VPL e TIR do Acionista por Cenário

	TIR	VPL
Cenário 1 – 0/100	14,51%	-R\$ 3.971
Cenário 2 – 50/50	16,11%	-R\$ 2.039
Cenário 3 – 80/20	17,97%	-R\$ 1.012

Fonte: Elaboração Própria.

6.7 Conclusões do Capítulo

A aplicação da metodologia de VPL aos três cenários de alavancagem propostos neste capítulo culminou nos resultados empíricos que respondem ao problema de pesquisa. Os indicadores finais, consolidados na Tabela 16, divergem das expectativas otimistas iniciais, fornecendo insights críticos e realistas sobre a geração de valor no setor de transmissão de energia brasileiro. O modelo apurou um Valor Presente Líquido (VPL) negativo para o acionista em todos os três cenários analisados, indicando que, sob as premissas de custo de capital e RAP teto utilizadas, o projeto não gera valor acima do retorno exigido pelo investidor.

No entanto, embora todos os cenários tenham se mostrado inviáveis ($VPL < 0$), a análise comparativa entre eles fornece um suporte inequívoco à Hipótese H1 e uma refutação categórica da Hipótese H2.

A Hipótese H2, que sugeria maior valor pela redução do risco (financiamento via *Equity*), provou ser a estratégia mais destrutiva. O Cenário 1 (100% *Equity*) apresentou a maior destruição de valor, com um VPL de -R\$ 3.971,43 milhões e a menor rentabilidade (TIR de 14,51%). Este

resultado demonstra que, mesmo em um cenário de inviabilidade, a aversão completa à dívida maximiza o prejuízo do acionista, falhando em utilizar as eficiências financeiras disponíveis.

Inversamente, os resultados suportam veementemente a Hipótese H1: a alavancagem, mesmo não sendo suficiente para tornar o projeto lucrativo, foi a principal ferramenta para mitigar perdas e otimizar a estrutura financeira. A progressão para o Cenário 3 (80% Dívida / 20% *Equity*) gerou uma "melhoria" substancial no VPL (reduzindo a perda para -R\$ 1.012,81 milhões) e elevou a TIR para 17,97%. Essa redução de R\$ 2,958 bilhões na destruição de valor é explicada por dois vetores teóricos validados pelo modelo.

Primeiro, o benefício do escudo fiscal (Modigliani-Miller com impostos), visível nas projeções da DRE, onde as despesas financeiras reduziram a base tributável. Segundo, e mais impactante, a otimização do custo de capital: o modelo demonstrou (Tabela 15) que a substituição do caro capital próprio (K_e inicial de 20,15%) por dívida significativamente mais barata (K_d de $IPCA + 7,5\%$) reduziu drasticamente o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) do projeto, que colapsou de 20,16% para 8,20%.

Contudo, o modelo também capturou o custo desse benefício. Conforme a alavancagem aumentou, o Custo do Capital Próprio (K_e) elevou-se de 20,15% para 21,23%, confirmando a teoria de que, ao assumir maior risco financeiro (reivindicação residual), o acionista passa a exigir um prêmio de retorno superior.

Em suma, os resultados deste capítulo quantificam o trade-off fundamental: num projeto com VPL negativo na origem, a alavancagem não fez o milagre de criar valor positivo, mas foi o motor essencial para minimizar a destruição de valor, impulsionada pelo escudo fiscal e pela redução do WACC. A estrutura de 80% Dívida / 20% *Equity* emergiu como a mais eficiente (ou "menos ineficiente"), respondendo objetivamente à questão central deste trabalho.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso buscou responder uma questão central para o financiamento de infraestrutura no Brasil: como diferentes níveis de alavancagem (dívida/*Equity*) impactam a geração de valor para investidores em projetos de transmissão de energia. Para isso, a pesquisa foi desenvolvida em dois pilares complementares: uma base teórica sólida sobre estrutura de capital, *Project Finance* e regulação do setor elétrico, e uma aplicação empírica por meio de modelagem financeira detalhada, baseada em um projeto real licitado pela ANEEL.

Os resultados alcançados permitiram validar quantitativamente a Hipótese H1, confirmando que a alavancagem é uma ferramenta estratégica essencial para a otimização financeira, e refutar a Hipótese H2, ao demonstrar que estruturas excessivamente conservadoras (100% *Equity*) são ineficientes e destrutivas de valor. O Cenário 3 (80% Dívida / 20% *Equity*) foi o que mais se aproximou da viabilidade, criando cerca de R\$ 2,96 bilhões em VPL adicional para o acionista em comparação ao cenário desalavancado. Esse resultado ilustra, de forma empírica, os mecanismos previstos pela teoria de Modigliani-Miller (1963): o benefício do escudo fiscal da dívida e a redução do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), que colapsou de 20,15% para 8,20% à medida que o capital próprio (K_e) foi substituído por dívida (K_d) mais barata e fiscalmente dedutível.

Contudo, a constatação mais crítica do estudo é que mesmo sob uma estrutura de capital otimizada e utilizando a Receita Anual Permitida (RAP) teto, o projeto apresentou um Valor Presente Líquido (VPL) negativo de R\$ -1,01 bilhão. Esse resultado confirma empiricamente a Hipótese H3, indicando que o elevado Custo de Capital Próprio (K_e) calculado em 21,23% para refletir adequadamente os riscos de mercado no Brasil atua como uma barreira de retorno que a RAP regulatória não consegue superar. Em outras palavras, mesmo o uso eficiente da alavancagem não é suficiente, por si só, para transformar o projeto em financeiramente viável.

Contudo, a segunda grande constatação do trabalho é que, mesmo sob uma estrutura de capital otimizada, o projeto apresentou um VPL negativo de -R\$ 1.012,81 milhões. Este resultado, obtido utilizando a RAP teto do leilão, carrega implicações práticas significativas. Ele sugere que a calibração regulatória da RAP máxima, quando confrontada com os custos de capital de mercado atuais (tanto K_d quanto K_e), pode estar no limite da atratividade, tornando a geração de valor para o acionista dependente de eficiências operacionais (OPEX e CAPEX) ou de condições de financiamento mais favoráveis que as assumidas. Este achado corrobora empiricamente as críticas da literatura (e.g., Barros et al., 2012; LANZIOTTI e Garcia, 2018) sobre um possível descompasso entre o WACC regulatório da ANEEL e o custo de oportunidade real exigido pelos provedores de capital, um ponto de tensão crucial para viabilizar os investimentos massivos previstos no PNE 2050.

Esse paradoxo revela um ponto de tensão fundamental no setor: o descompasso entre o WACC regulatório da ANEEL e o custo de oportunidade real exigido pelo capital privado, corroborando críticas presentes na literatura (Barros et al., 2012; LANZIOTTI e Garcia, 2018). Surge

então uma questão prática e instigante: se o VPL é negativo mesmo sem deságio, o que explica a intensa competição e o apetite dos investidores nesses leilões?

A resposta, sustentada pelos achados deste trabalho, é que a geração de valor positivo no setor de transmissão não decorre exclusivamente da estrutura financeira, mas da capacidade do investidor de superar as premissas regulatórias, alavancando ganhos de eficiência. Assim, a viabilidade real de um projeto depende de três dimensões estratégicas:

- **Eficiência Operacional:** executar o CAPEX e o OPEX abaixo dos benchmarks regulatórios;
- **Eficiência Temporal:** antecipar o cronograma e, conseqüentemente, a entrada em operação e o recebimento da RAP;
- **Eficiência de Capital:** acessar fontes de financiamento com custos inferiores ao padrão de mercado (como o Kd de IPCA + 7,5% utilizado neste estudo).

Em síntese, a alavancagem não é a fonte direta da viabilidade, mas o instrumento que potencializa o valor criado por meio dessas eficiências. Projetos vencedores são aqueles capazes de combinar engenharia financeira e excelência operacional para extrair retornos acima dos parâmetros regulatórios.

Ainda que a pesquisa tenha adotado simplificações metodológicas como a utilização da RAP teto e a ausência de deságio, tais escolhas foram necessárias para isolar o efeito da alavancagem e compreender seus limites. Futuras pesquisas podem expandir esse modelo ao incorporar um WACC dinâmico e não linear, em que Kd e Ke variem conforme o grau de endividamento, permitindo identificar empiricamente a estrutura ótima de capital e seus efeitos sobre a competitividade nos leilões.

Por fim, este trabalho cumpre seu objetivo ao demonstrar, de forma quantitativa e aplicada, que a estrutura de capital é a alavanca central de criação de valor em projetos de transmissão de energia, mas sua eficácia depende da interação com fatores operacionais e de mercado. A contribuição aqui apresentada reforça a necessidade de repensar o equilíbrio entre o retorno regulado e o custo real de capital, condição indispensável para viabilizar a expansão sustentável da infraestrutura energética brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Juliane. Concessão de serviços públicos de transmissão de energia elétrica: estudo da modelagem de definição da Receita Anual Permitida máxima no leilão 04/2018 da ANEEL. 2021. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia Empresarial e Finanças) – Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET)**. Brasília, DF: ANEEL. Disponível em: [O endereço eletrônico não foi fornecido]. Acesso em: 10 out. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 1.058, de 7 de fevereiro de 2023. **Estabelece a metodologia de cálculo do WACC (Custo Médio Ponderado de Capital) e do Ke (Custo do Capital Próprio) para fins de remuneração de ativos de transmissão**. Brasília, DF: ANEEL, 2023.

ANBIMA. **Boletim de debêntures incentivadas e de infraestrutura**. [S.l.]: ANBIMA. Disponível em: [O endereço eletrônico não foi fornecido]. Acesso em: 05 out. 2025.

BAGHAI, Ramin; SERVAES, Henri; TAMAYO, And. Have rating agencies become more conservative? Implications for capital structure and debt pricing. **Journal of Finance**, v. 69, n. 5, p. 1961-2005, 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Boletim Focus**. Brasília, DF: BCB, 2024. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>. Acesso em: 7 nov. 2025.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Prazos e periodicidade de pagamento**. Rio de Janeiro: BNDES, 2024. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/prazos-periodicidade-pagamento>. Acesso em: 12 set. 2025.

BARROS, Rafael Botto De et al. Análise crítica do Custo Médio Ponderado de Capital regulatório instituído pela ANEEL para o 3º Ciclo de Revisão Tarifária Periódico das empresas distribuidoras de energia elétrica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 19., 2012, Bento Gonçalves. [Anais...]. Bento Gonçalves, RS, 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME); Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Plano Nacional de Energia 2050: Relatório Final**. Brasília, DF: MME/EPE, 2020. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2020/12/PNE2050.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C.; ALLEN, Franklin; EDMANS, Alex. **Princípios de finanças corporativas**. 14. ed. Porto Alegre: AMGH, 2022.

CABRAL, Marcello. Efeitos da intervenção regulatória nos leilões de transmissão de energia no Brasil. 2022. 58 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento) – Instituto Brasiliense de Direito Público, Brasília-DF, 2022.

CANTELMO, Sônia Maria Santos. *Análise dos Resultados dos Leilões das Linhas de Transmissão de Energia Elétrica*. 2014. Dissertação (Mestre em Ciências em Engenharia de Energia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.

COELHO, Thais Barbosa. *Sustentabilidade econômico-financeira das concessionárias de transmissão de energia elétrica: análise no período de implantação dos empreendimentos*. 2023. 60 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, 2023.

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

DAMODARAN, Aswath. Data Library. [S.l.]: NYU Stern School of Business, 2024. Disponível em: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html. Acesso em: 2 nov. 2025.

DAMODARAN, Aswath. Marketability and Value: Measuring the Illiquidity Discount. **SSRN Electronic Journal**, [S.l.], 16 jul. 2005. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=841484. Acesso em: 2 nov. 2025.

FEDERAL RESERVE. **Summary of Economic Projections**. [S.l.]: Board of Governors of the Federal Reserve System, 2024. Disponível em: <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcprojtabl.htm>. Acesso em: 15 out. 2025.

FILHO, Marcelo Mitre; ALBUQUERQUE, Andrei Aparecido de. *Análise da criação de valor em uma operação de leveraged buyout no Brasil*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 23., 2016, Porto de Galinhas. [Anais...]. Porto de Galinhas, PE, 2016.

GATTI, Stefano. **Project finance in theory and practice: designing, structuring, and financing private and public projects**. 3. ed. Cambridge (MA): Academic Press, 2018.

GONZAGA, Andréa Damico de Sampaio. *Perspectivas para o segmento de transmissão de energia elétrica no Brasil*. 2024. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

HAMADA, Robert S. The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks. **The Journal of Finance**, v. 27, n. 2, p. 435-452, maio 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IPCA**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 07 nov. 2025.

INVESTING.COM. **CPI**. [S.l.]: Investing.com. Disponível em: <https://br.investing.com/economic-calendar/cpi-733>. Acesso em: 07 nov. 2025.

INVESTING.COM. **U.S. 10Y Bond Yield**. [S.l.]: Investing.com, 2024. Disponível em: <https://br.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield>. Acesso em: 7 nov. 2025.

JENSEN, Michael C.; MECKLING, William H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. **Journal of Financial Economics**, v. 3, n. 4, p. 305-360, out. 1976.

KOLLER, Tim; GOEDHART, Marc; WESSELS, David. **Valuation: measuring and managing the value of companies**. 7. ed. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

LANZIOTTI, Thaís Mattei; GARCIA, Ricardo Letizia. Custo de capital das concessionárias de transmissão de energia elétrica no Brasil: um estudo da Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica CEEE-GT. **Rev. Elet. Cient. UERGS**, v. 4, n. 2, p. 320-339, 2018.

LION, Marianna Cruz. Determinação do Valor de Empresas do Setor de Transmissão de Energia Elétrica: Estudo de Caso sobre a Taesa. 2019. 126 p. Projeto de Graduação (Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MODIGLIANI, Franco; MILLER, Merton H. Corporate Income Taxes and the Cost of Capital: A Correction. **The American Economic Review**, v. 53, n. 3, p. 433-443, jun. 1963.

MYERS, Stewart C.; MAJLUF, Nicholas S. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. **Journal of Financial Economics**, v. 13, n. 2, p. 187-221, jun. 1984.

PIGNATARO, Joe. **Financial Modeling and Valuation: A Practical Guide to Investment Banking and Private Equity**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013.

PLOS ONE. How do different financial arrangements (long-term debt, short-term debt, all *Equity*) influence investment strategies and capital structure in infrastructure projects? **PLOS ONE**, 2024. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0271229>. Acesso em: 17 jun. 2025.

PRUDÊNCIO, Régis Alexandre Nascimento. Análise dos Empreendimentos de Transmissão de Energia Elétrica Leiloados de 2013 a 2018 no Território Brasileiro. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Energia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

S&P GLOBAL RATINGS. **Brazilian infrastructure credit quality can withstand rising debt service amid high interest rates**. 2025. Disponível em: <https://www.spglobal.com>. Acesso em: 17 jun. 2025.

TAESA. **Individual and Consolidated Financial Statements – TAESA 31/12/2023**. [S.l.: s.n., 2024].

VAZ, Patrícia Machado Sebaeos. Análise dos Leilões de Transmissão de 2022 e 2023 no Brasil frente ao Crescimento da Demanda e da Geração Eólica e Solar. 2023. 86 p. Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

VICENTE, Elizeu Pereira. Avaliação da regulação no Setor Elétrico Brasileiro comparada às diretrizes da OCDE. 2019. Monografia (Especialização em Governança e Controle da Regulação em Infraestrutura) – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2019.

VOLPATO, Paulo Roberto. O investimento em transmissão de energia elétrica no Brasil: uma análise da atratividade das concessões por leilão. 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2008.