

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JÚLIO AUGUSTO GROTH

USINA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Porto Alegre
2013

JÚLIO AUGUSTO GROTH

**USINA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA:
CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E TAXA DE
RETORNO DO INVESTIMENTO**

ORIENTADOR: Luiz Tiarajú dos Reis Loureiro

Porto Alegre

2013

JÚLIO AUGUSTO GROTH

USINA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA
CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E TAXA DE
RETORNO DO INVESTIMENTO

Orientador: _____

Prof. Dr. Luiz Tiarajú dos Reis Loureiro, UFRGS

Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil

Prof. Dr. Luiz Tiarajú dos Reis Loureiro, UFRGS

Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil.

Prof. Dr. Roberto Petry Homrich, UFRGS

Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil.

Prof. Dr. Renato Ventura Bayan Henriques, UFRGS

Doutor pela Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, Brasil.

Porto Alegre, Dezembro de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Erni e Iracema Zelita Groth, como agradecimento pela fé inabalável e anos de batalha, apoio e suporte.

*“Há mais pessoas que desistem,
do que pessoas que fracassam.”*

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus amados pais Erni e Iracema por me apoiarem sempre, por acreditarem em mim quando nem mesmo eu acreditava e por suportarem além da distância e as visitas cada vez menos frequentes, a ausência em momentos importantes e até a presença distante, devido à necessidade de passar horas estudando, mesmo quando fora de Porto Alegre.

Agradeço especialmente ao meu pai e ao meu irmão Luís Fernando Groth por sempre serem meus pontos de referência quanto ao caráter, compromisso e respeito que um homem deve ter com o próximo.

Agradeço à minha mãe pelo carinho e dedicação para oferecer uma educação de qualidade, saúde, segurança e conforto, mesmo quando muitos achavam isso improvável.

Gostaria também de deixar registrada minha gratidão com todos os meus amigos e pessoas especiais, que também, à sua maneira, ofereceram ajuda e suporte em momentos difíceis, e por estarem presentes para compartilhar os momentos de alegria.

Um agradecimento em especial ao meu amigo Adriano, por estes quase seis anos de amizade, comemorada quase sempre com noites de estudos, projetos e muito café, mas em algumas outras vezes com churrascos e conversas triviais.

Agradeço ao professor Tiarajú pelo dedicação nestes últimos seis meses de graduação e por ser um dos poucos professores, com os quais tive contato no curso de Eng. Elétrica, a aplicar uma metodologia de ensino adequada, justa e séria, demonstrando profundo respeito às bases nas quais devem ser fundamentadas as instituições de ensino, e respeito aos alunos, que merecem um tratamento digno e honesto.

Agradeço também a todos profissionais com os quais trabalhei por me auxiliarem em minha formação, tanto profissional quanto pessoal.

*“Acredito muito na sorte e descubro que,
quanto mais trabalho, mais sorte eu tenho.”*

Stephen Leacock

RESUMO

Tendo como motivação a maior incorporação de fontes de energia alternativas na matriz energética brasileira, este trabalho tenta estimar o custo de instalação e operação por 20 anos de uma usina de geração fotovoltaica na área de um hectare. Também é feita uma estimativa do custo de capital do empreendimento, da projeção dos balanços e demonstrativos de resultados ano a ano com o intuito de através da análise de Fluxo de Caixa Descontado e a Taxa Interna de Retorno (TIR) justificar ou não o investimento em projetos de usinas de geração elétrica através de painéis fotovoltaicos sobre o ponto de vista do investidor financeiro.

Palavras-chave: Usina Fotovoltaica, Pannel Solar, Energia Limpa, Geração de Energia Elétrica, Investimento em Geração de Energia Elétrica.

ABSTRACT

Having as motivation the greater incorporation of alternative energy sources in the Brazilian energy matrix, this paper attempts to estimate the cost of installation and operation for 20 years of a photovoltaic generation plant in the area of one hectare. It is also made an estimate of the capital cost of the project, the projection of the balance sheets and income statements every year in order to through analysis of Discounted Cash Flow and Internal Rate of Return (IRR) or not justify investment in projects of electric generating plants using photovoltaic panels on the point of view of financial investor.

Keywords: Photovoltaic power plant, Solar Panel, Clean Energy, Electric Power Generation Investment in Electricity Generation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	RADIAÇÃO SOLAR.....	18
2.1	EFEITO FOTOVOLTAICO	18
3	SISTEMAS UTILIZADOS	20
3.1	SISTEMA DE GERAÇÃO, CONVERSÃO E DISPONIBILIZAÇÃO.....	20
3.1.1	Módulo Fotovoltaico	20
3.1.2	Inversores	22
3.1.3	Transformadores	24
3.2	PROTEÇÃO, CONTROLE E OUTROS SISTEMAS AUXILIARES	24
3.2.1	Disjuntores e Fusíveis	24
3.2.2	Diodos de By-Pass e de Bloqueio	25
3.2.3	Aterramento e Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica	27
3.2.4	Sistema de Fixação.....	27
3.2.5	Sistema de Conexões e Cabeamento	28
3.2.6	Baterias	28
3.2.7	Sistema Auxiliar: Monitoramento e Identificação de Falhas	29
4	ESTIMATIVAS DE CUSTO DO INVESTIMENTO	31
4.1	CÁLCULOS INICIAIS: GERAÇÃO EM 25 ANOS EM UM M² DE PAINEL.....	31
4.2	PROJEÇÃO DE GERAÇÃO EM UM HECTARE E CUSTO DOS PAINÉIS	35
4.3	CUSTO DE AQUISIÇÃO DOS DEMAIS COMPONENTES	39
4.3.1	Inversores de Frequência	39
4.3.2	Custos diversos: Cabos e Proteções, Fixação e Outros	42
4.4	CUSTO DE AQUISIÇÃO DA ÁREA	43
4.5	CUSTO TOTAL DE CONSTRUÇÃO	44
4.5.1	Simulação do Custo de Instalação para a região de Alegrete - RS	45
5	INSTRUMENTOS PARA ANÁLISE DO INVESTIMENTO	48
5.1	FLUXOS DE CAIXA	48

5.1.1	Fluxo de Caixa dos Ativos	49
5.1.2	Fluxo de Caixa para o Acionista.....	54
5.2	PROPORÇÃO DÍVIDA E PATRIMÔNIO LÍQUIDO.....	55
5.3	RECEITA BRUTA E TARIFA CONTRATADA	56
5.4	ESCOLHA DE REGIME DE TRIBUTAÇÃO E ENCARGOS	57
5.5	BENEFÍCIO TRIBUTÁRIO DO PAGAMENTO DE JUROS	58
5.6	PROJEÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS	59
5.6.1	TUSD – Tarifa de Utilização do Sistema de Distribuição	60
5.6.2	TFSEE – Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica	61
5.6.3	PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes de Energia Alternativa.....	63
5.6.4	CDE – Conta de Desenvolvimento Energético	63
5.6.5	Resumo de tarifas aplicáveis.....	64
5.7	DESPESAS GERAIS E ADMINISTRATIVAS	64
5.8	DEPRECIÇÃO	65
5.9	PROJEÇÕES PARA USINA NO RIO GRANDE DO SUL	66
6	ANÁLISE DE INVESTIMENTO SOB O ENFOQUE FINANCEIRO. UMA RÁPIDA ABORDAGEM SOBRE CAPM, WACC E VALUATION.....	67
6.1	CAPM – CAPITAL ASSET PRICING MODEL	67
6.1.1	Beta do Ativo - β_a	68
6.1.2	Taxa Livre de Risco - R_f	70
6.1.3	Retorno Esperado do Mercado - R_M	71
6.1.4	Taxa por Tecnologia Não Dominada - $R_{Tecnologia}$	72
6.1.5	Consolidação: Retorno Esperado sobre Capital Próprio.....	72
6.2	WACC – WEIGHTED AVERAGE COST OF CAPITAL	72
7	RESULTADOS PROJETADOS E SIMULADOS	74
7.1	SIMULAÇÃO 1 – 74,2% DE ENDIVIDAMENTO E 155 R\$/MWH	74
7.2	SIMULAÇÃO 2 – 50,0% DE ENDIVIDAMENTO E 155 R\$/MWH	74
7.3	SIMULAÇÃO 3 – 0,0% DE ENDIVIDAMENTO E 155 R\$/MWH	75
7.4	SIMULAÇÃO 4 – 75% DE ENDIVIDAMENTO E 436 R\$/MWH	75
7.5	SIMULAÇÃO 5 – 50% DE ENDIVIDAMENTO E 378 R\$/MWH	76
7.6	SIMULAÇÃO 6 – 25% DE ENDIVIDAMENTO E 322 R\$/MWH	76
7.7	SIMULAÇÃO 7 – 0% DE ENDIVIDAMENTO E 265 R\$/MWH	77

7.8	SIMULAÇÃO 8 – USINA NO RIO GRANDE DO SUL: 0% DE ENDIVIDAMENTO E 270 R\$/MWH.....	77
7.9	RESUMO DAS SIMULAÇÕES	78
8	PERSPECTIVAS PARA O SETOR	79
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	80
10	REFERÊNCIAS.....	82
11	ANEXO I – PREÇOS MÉDIOS DE UM HECTARE	88
12	ANEXO II – PROJEÇÕES FINANCEIRAS: DRE E FLUXO DE CAIXA LIVRE PARA O ACIONISTA	92

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Consumo Mundial de Energia Elétrica.	16
Figura 2 – Curva de Eficiência de Shockley-Queisser (SQ)	21
Figura 3 – Diodo de <i>by-pass</i> como proteção de células sombreadas.	26
Figura 4 – Diagrama de Ligação Unifilar de um Sistema Fotovoltaico.	26
Figura 5 – Distribuição dos pontos com irradiação maior que 6000 W/m ² no Brasil (apenas em território continental).	33
Figura 6 – Triângulo representando a posição do painel.	36
Figura 7 – Exemplo de aplicação onde o painel é ajustado para ter melhor desempenho e é mostrada a zona de sombra.	36
Figura 8 – Comparativo de geração W/m ² /Mês.	46
Figura 9 – “Curva da Banheira” típica de dispositivos eletrônicos.	53
Figura 10 – Composição da fatura de energia elétrica residencial em 2011.	60
Figura 11 – Gráfico de correlação IBOV x CPFE3 e Equação de correlação da reta.	70
Figura 12 – Resultados obtidos pela ABINEE em estudo sobre a viabilidade da energia elétrica de fonte fotovoltaica.	76
Figura 13 – Custos projetados para usinas fotovoltaicas com potência instalada entre 500kWp e 6.000 kWp em \$/Wp.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos de painéis fotovoltaicos a serem utilizados no projeto.	31
Tabela 2 – Geração por módulo fotovoltaico após 25 anos de operação (Wh/m ²).	37
Tabela 3 –R\$/Wh/m ² após 25 anos de operação: Parte 1/2.	38
Tabela 4 – R\$/Wh/m ² após 25 anos de operação: Parte 2/2.	38
Tabela 5 – Custo de aquisição de um módulo fotovoltaico.	39
Tabela 6 – Número de painéis, potência instalada e custo de aquisição dos painéis.	39
Tabela 7 – Custo total de construção de uma usina fotovoltaica em um hectare.	45
Tabela 8 – Cálculo do Lucro Operacional.	51
Tabela 9 – Cálculo do EBIT.	51
Tabela 10 – Cálculo do Fluxo de Caixa dos Ativos.	54
Tabela 11 – Projeção de gastos com funcionários terceirizados anualmente.	65
Tabela 12 – Depreciação Contábil dos bens envolvidos no projeto.	65
Tabela 13 – Resumo das Projeções.	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características térmicas painel Bosch 240Wp.....	22
Quadro 2 – Classificação de Proteção de Acordo com NBR 5419:2001	27
Quadro 3 – <i>Links</i> com as coordenadas dos 802 pontos com irradiação maior que 6000 W/m ² (incluindo pontos nos mares próximos).....	33
Quadro 4 – Dados de catálogos dos painéis de interesse.	34
Quadro 5 – Custo de Importação de Inversores (base de 100Wp).	40
Quadro 6 – Estimativa do Preço por Watt dos inversores comprados no Brasil.....	42
Quadro 7 – Projeção de custos por Wp.	42
Quadro 8 – Aproximação linear para o valor de projeto.	43
Quadro 9 – Preço médio por hectare Lençóis – BA.	44
Quadro 10 – Preço médio por hectare: 15 melhores localizações.	44
Quadro 11 – Número de painéis, potência instalada e custo de aquisição dos painéis para Alegrete-RS.	47
Quadro 12 – Projeção dos custos com cabos, proteção e outros.	47
Quadro 13 – Custo total de instalação.	47
Quadro 14 – Exemplo de cálculo do Fluxo de Caixa para Firma (FCFF) e para o Acionista (FCFE).	49
Quadro 15 – Estimativa da Taxa de Falhas anual para Painéis e Inversores.....	52
Quadro 16 – Estimativa de Gastos em Reinvestimento anuais de acordo com o período de Vida Util.	53
Quadro 17 – Configuração de Dívida: Renova Energia.	56
Quadro 18 – Receita Bruta Projetada para 20 anos de operação à Tarifa constante.	57
Quadro 19 – Tabela de tributação pelo Simples Nacional.	58
Quadro 20 – Evolução do crescimento da taxa de exploração cobrada.	62
Quadro 21 – Projeção dos pagamentos anuais da TFSEE.....	62
Quadro 22 – Balanço de Receitas e Despesas da CDE.	64
Quadro 23 – Preços e Taxas dos títulos públicos disponíveis para compra.	71

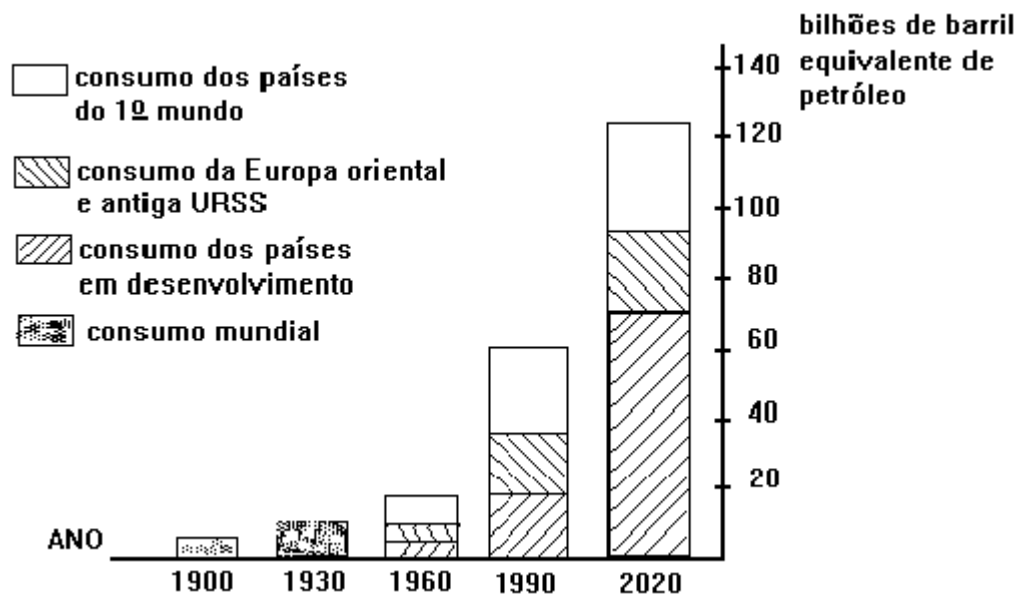
Quadro 24 – Preço médio pesquisado para um Hectare nas Regiões de Interesse.....	88
Quadro 25 – Demonstrativo de Resultados Simulação 1: Primeiros 3 anos.	92
Quadro 26 – Demonstrativo de Resultados Simulação 1: Últimos 3 anos.....	93
Quadro 27 – Demonstrativo de Resultados Simulação 2: Primeiros 3 anos.	94
Quadro 28 – Demonstrativo de Resultados Simulação 2: Últimos 3 anos.....	95
Quadro 29 - Demonstrativo de Resultados Simulação 3: Primeiros 3 anos.....	96
Quadro 30 - Demonstrativo de Resultados Simulação 3: Últimos 3 anos.	97
Quadro 31 – Cálculo do WACC.....	97
Quadro 32 – Fluxo de Caixa Projetado Simulação 3: Primeiros 5 anos de operação.	98
Quadro 33 - Fluxo de Caixa Projetado Simulação 3: Últimos 5 anos de operação.....	99
Quadro 34 – Simulação 3: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente.	100
Quadro 35 - Demonstrativo de Resultados Simulação 4: Ano 0 ao 5.	101
Quadro 36 - Demonstrativo de Resultados Simulação 4: Ano 6 ao 13.	102
Quadro 37 - Demonstrativo de Resultados Simulação 4: Ano 14 ao 20.	103
Quadro 38 – Simulação 4: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.	104
Quadro 39 - Demonstrativo de Resultados Simulação 5: Ano 0 ao 5.	105
Quadro 40 - Demonstrativo de Resultados Simulação 5: Ano 6 ao 13.	106
Quadro 41 - Demonstrativo de Resultados Simulação 5: Ano 14 ao 20.	107
Quadro 42 – Simulação 5: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.	108
Quadro 43 - Demonstrativo de Resultados Simulação 6: Ano 0 ao 5.	109
Quadro 44 - Demonstrativo de Resultados Simulação 6: Ano 6 ao 13.	110
Quadro 45 - Demonstrativo de Resultados Simulação 6: Ano 14 ao 20.	111
Quadro 46 – Simulação 6: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido a valor presente mais lucros acumulados.	112
Quadro 47 - Demonstrativo de Resultados Simulação 7: Ano 0 ao 5.	113
Quadro 48 - Demonstrativo de Resultados Simulação 7: Ano 6 ao 13.	114
Quadro 49 - Demonstrativo de Resultados Simulação 7: Ano 14 ao 20.	115
Quadro 50 – Simulação 7: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.	116
Quadro 51 - Demonstrativo de Resultados Simulação 8: Ano 0 ao 5.	117
Quadro 52 - Demonstrativo de Resultados Simulação 8: Ano 6 ao 13.	118

Quadro 53 - Demonstrativo de Resultados Simulação 8: Ano 14 ao 20.	119
Quadro 54 – Simulação 8: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.	120

1 INTRODUÇÃO

A sociedade moderna é claramente dependente e beneficiada pelo uso da energia elétrica. Através da utilização da eletricidade em diversas aplicações, desde o aumento das horas de trabalho produtivo através de iluminação por lâmpadas até tarefas extremamente complexas como transmissão via satélite, utilização de equipamentos de suporte à vida como respiradores automáticos ou então à manutenção da economia global por meio de linhas de comunicação e transferência de dados. Desde a descoberta e aplicação comercial da energia elétrica (em 1877 com a invenção da lâmpada elétrica por Thomas Edison [1]), não foram encontrados registros de períodos nos quais ocorreu retrocesso da demanda mundial por energia elétrica, como pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Consumo Mundial de Energia Elétrica.



Retirado de Camargo, C. Celso de Brasil [2]. Fonte: *World Energy Council*.

Dado este fato, o primeiro questionamento a ser feito é: “Até quando o crescimento da demanda mundial por energia será acompanhado do aumento da oferta?”. Logicamente, a segunda questão deveria ser: “Como se dará este aumento de oferta?”.

Ao contrário da maioria dos outros países no mundo, o Brasil tem como base de sua matriz energética usinas hidrelétricas, cuja fonte é renovável. Contudo, devido à crescente

demanda de energia, tempo de construção elevado para novas usinas hidrelétricas e restrições ambientais, expandir o uso deste tipo de fonte energética têm se mostrado difícil e complexo. Desta maneira, a geração térmica tem aumentado a sua participação na matriz de geração. Porém a maioria das termoelétricas possui alto potencial para poluição do meio ambiente, sendo o seu uso ponderado devido à opinião pública.

Uma alternativa que tem se mostrado viável e que alia interesses ambientais com interesses econômicos é o uso de fontes alternativas de energia. Se destaca no Brasil a geração eólica, que já provou ser capaz de operar com lucros, e o potencial para geração solar. Apesar das fortes críticas quanto à geração solar ser pouco eficiente, e necessitar de um investimento inicial maior por kWh em comparação às outras fontes alternativas, as inscrições para o leilão A-3 (usinas que podem iniciar operação em até 3 anos após aprovação) em setembro de 2013 apresentaram uma forte presença de usinas cuja fonte de energia é a luz solar. Dos 784 projetos inscritos houveram 109 propostas de projetos de geração fotovoltaica com potência instalada total de 2,7 gigawatts, 10 propostas de projetos de geração termossolar e outros 629 propostas de geração eólica [3].

Assim sendo, o presente trabalho pretende estimar os custos envolvidos para a instalação e operação de uma usina de geração fotovoltaica e a taxa estimada de retorno sobre capital investido do empreendimento (ROIC, do inglês *Return Over Invested Capital*).

2 RADIAÇÃO SOLAR

A atmosfera terrestre é atingida anualmente por $1,5 \times 10^9$ TWh de energia solar, o que corresponde a 10.000 vezes o consumo mundial de energia no mesmo período. Além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outras formas de energia (térmica, elétrica, etc.) [4].

Uma das formas de conversão da energia solar é através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas. Estas células são componentes optoeletrônicos que convertem diretamente a radiação solar em eletricidade. São basicamente constituídas de materiais semicondutores, sendo o silício o material mais empregado [5].

2.1 Efeito Fotovoltaico

O princípio de funcionamento de uma célula fotovoltaica é através do efeito fotoelétrico, também denominado de efeito fotovoltaico por alguns autores, no qual a energia luminosa é absorvida por elétrons do material. Este fenômeno foi descrito pela primeira vez em 1839, pelo físico francês Edmund Becquerel. Ele observou que uma pequena corrente elétrica era gerada quando certos materiais eram expostos à luz trabalhando com células eletrolíticas. Em 1905 Albert Einstein descreveu a natureza da luz e do efeito fotoelétrico. Ele percebeu que o efeito fotoelétrico era somente possível se a energia da onda eletromagnética estivesse contida em pequenos pacotes de energia chamados posteriormente, em 1926 por Gilbert Lewis, de fótons [6].

Na natureza existem materiais que são classificados como semicondutores, que se caracterizam por possuir uma banda de valência preenchida totalmente por elétrons e uma banda de condução com ausência de elétrons em baixas temperaturas. A separação entre estas bandas de energia, conhecida como gap de energia é da ordem de 1eV, enquanto que para os materiais isolantes, esse valor de gap é várias vezes maior [7]. O material semicondutor mais utilizado é o Silício, cujo átomo possui quatro elétrons na camada de valência, formando uma rede cristalina na ligação com as vizinhanças [8].

Partindo de um silício puro, se em uma metade ele for dopado com Boro enquanto que em outra metade ele for dopado com átomos de Fósforo, será formado o que se chama de junção pn. O que ocorre é que os elétrons livres no lado tipo n se deslocam para o lado tipo p

ao encontro das lacunas que os capturam, isto faz com que o lado p fique negativamente carregado devido aos elétrons acumulados enquanto que o lado n, devido à redução no número de elétrons, fique eletricamente positivo. Este conjunto de cargas cria um campo elétrico que dificulta a passagem de mais elétrons do lado n para o lado p até que o campo elétrico alcance o equilíbrio. Este equilíbrio gera uma barreira para os elétrons remanescentes no lado n [8].

Se uma junção pn for exposta a fótons com energia maior que o gap, ocorrerá a geração de pares elétron-lacuna. Se isso acontecer na região onde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas são aceleradas, gerando uma corrente através da junção. Esse deslocamento de cargas gera uma diferença de potencial, chamado efeito fotovoltaico. Se as duas extremidades do Silício fossem conectadas por um fio, haveria deslocamento de elétrons [8].

3 SISTEMAS UTILIZADOS

Neste capítulo serão enumeradas tecnologias disponíveis no mercado, à data presente, para o projeto e construção de uma usina de geração de energia elétrica a partir do efeito fotovoltaico. Devido à complexidade do projeto, será utilizada a estrutura de divisões por macroblocos e microblocos sendo feita a segregação em sistemas primários e secundários. Os primeiros abrangendo todos os itens essenciais à geração e disponibilização de energia elétrica para o consumo, e os outros enumerando os itens indispensáveis para o funcionamento correto, seguro e eficiente da usina de geração.

3.1 Sistema de Geração, Conversão e Disponibilização

Por se tratar de uma usina de geração fotovoltaica, serão apresentadas algumas particularidades dos painéis fotovoltaicos, eficiência, utilização e perdas. Também será feita uma abordagem mais profunda sobre o uso de conversores CC/CA para sistemas fotovoltaicos. Como a maioria dos conversores CC/CA não são capazes de gerar altas tensões de saída, também será apresentado um esquema típico de transformador elevador de tensão, mas sem entrar em detalhes devido à simplicidade da aplicação.

3.1.1 *Módulo Fotovoltaico*

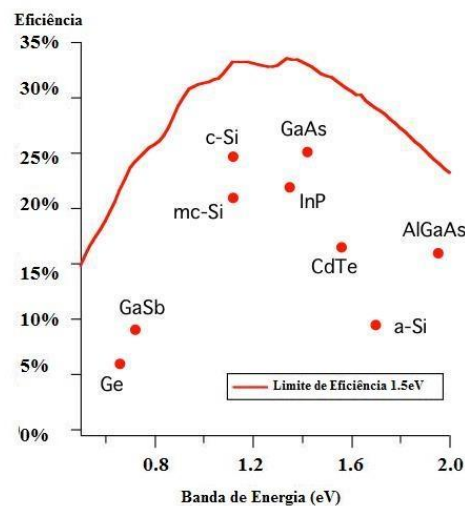
O módulo fotovoltaico está para uma usina de geração fotovoltaica assim como a turbina de acionamento do gerador elétrico está para uma usina de geração hidrelétrica. É a unidade básica de todo o sistema, e por este motivo, o seu funcionamento célula-a-célula limitará a capacidade de geração de toda a usina. Para que a usina opere em um ponto ótimo, o dimensionamento dos painéis deve ser o mais adequado possível, levando em consideração quais as características e fatores que limitam ou amplificam a taxa de conversão de luz em energia elétrica.

As células geram na máxima potência (sob irradiação solar de 1000 W/m^2 e a célula à temperatura de 25°C) densidades de corrente da ordem de 32 mA/cm^2 em tensões entre $0,46\text{V}$ e $0,48\text{V}$ [8]. As células são agrupadas em associações em série e paralelo com o intuito de obter o melhor dimensionamento de corrente e tensão.

3.1.1.1 Célula Fotovoltaica

É a menor estrutura do sistema, responsável pela conversão de energia solar em energia elétrica as células fotovoltaicas têm sua eficiência diretamente afetada pelo tipo de material empregado em sua fabricação. Quando se utiliza materiais cuja Banda de Energia situa-se próximo do ponto de máxima eficiência da Curva de Shockley-Queiser (SQ), como Silício Cristalino (1,1eV e eficiência em torno de 25%) e Telureto de Cádmio (1,6eV e eficiência em torno de 26%) será possível conseguir uma taxa de conversão maior, da ordem de 15% a 18%.

Figura 2 – Curva de Eficiência de Shockley-Queisser (SQ)



Fonte: COGEN, 2012 (adaptado) [4].

As células fotovoltaicas variam na sua sensibilidade aos diversos níveis espectrais da radiação incidente, dependendo da tecnologia empregada e do material utilizado na fabricação da célula. O silício monocristalino possui máxima absorção de energia próximo ao comprimento de onda de 500 nm, já o silício amorfo possui a máxima sensibilidade próximo do comprimento de onda de 900 nm. Isso faz com que nem toda energia solar incidente seja aproveitada [8].

Desta maneira, toda a energia solar contida nos outros comprimentos de onda se transformará basicamente em calor dentro do painel.

A radiação solar gera aumento de temperatura dos módulos fotovoltaicos que alcançam, em condições acima do normal, cerca de 70°C. E, segundo Remmers [9], o

coeficiente térmico de corrente é positivo e de dimensão desprezível. Deste modo, a corrente elétrica não será significativamente alterada com a variação da temperatura do módulo. O coeficiente térmico de tensão é negativo e de dimensão não desprezível. Como a potência gerada é o produto da tensão e da corrente elétrica, o coeficiente térmico de potência também é negativo, ou seja, a temperatura do módulo é inversamente proporcional a potência gerada [9]. Como pode ser verificado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características térmicas painel Bosch 240Wp.

Faixa de Temperatura Operacional	-40°C a 85°C
Coefficiente de Temperatura para Potência P_{mpp}	-0,46 %/K
Coefficiente de Temperatura para Tensão U_{oc}	-0,32 %/K
Coefficiente de Temperatura para Corrente I_{sc}	0,032%/K

Fonte: Manual BOSCH (Adaptado) [38].

Um módulo de silício monocristalino sob condições padrões, 25°C, possui potência nominal de saída de 200 Wp e coeficiente térmico de -0,5%/°C. Isto significa que um aumento de 10°C diminui a potência gerada do módulo em 5%, ou seja, 170 Wp; enquanto uma diminuição de 10°C acarreta em um aumento de 10% na potência gerada, ou seja, 220 Wp [10].

3.1.2 Inversores

O inversor é o componente responsável, principalmente, pela conversão da energia gerada pelo sistema fotovoltaico de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), gerando a tensão elétrica na frequência da rede local, com baixo teor de harmônicos e onda de forma senoidal. Os inversores de última geração são equipados com circuitos microprocessados visando otimizar a geração de energia elétrica com rápida atuação sobre a geração dos módulos solares [11].

A tensão elétrica de entrada de um inversor é determinada pelo número de módulos conectados em série formando uma *string*, enquanto a corrente elétrica de entrada é determinada pelo número total de *strings* em paralelo. Para potências inferiores a 4,6 kW podem converter a energia CC em monofásica e a interligação com a rede de distribuição ocorre de maneira direta [9].

A vida útil não acompanha a dos módulos fotovoltaicos e a operação geralmente não apresenta falhas até 10 a 12 anos de utilização. Após este período manutenções usualmente serão necessárias. O local de instalação necessita ser limpo e ventilado, sendo necessário para dissipar o calor gerado na conversão de energia na forma de corrente alternada [9].

A fim de otimizar a geração de energia elétrica o inversor pode ser selecionado com capacidade de converter até 10% inferior a capacidade de geração do sistema. Esta opção apresenta custo mais baixo para localidades com baixa radiação solar com o inversor atuando com carga máxima na maior parte do tempo. A desvantagem ocorre em períodos de grande insolação sobrecarregando o inversor e desperdiçando a energia gerada [11].

3.1.2.1 *Localização Automática do Ponto de Máxima Potência*

Como a potência gerada pelo sistema é função da radiação solar e da temperatura o inversor atua como localizador automático do ponto de máxima potência dos módulos fotovoltaicos visando otimizar a geração de energia elétrica no lado CC e convertendo para o lado CA tensão elétrica com magnitude e frequência idêntica a da rede. A atuação é instantânea visando maximizar a eficiência do sistema o máximo possível [9].

3.1.2.2 *Monitoramento e Correção de Fator de Potência*

Através de sistemas de medidas, os inversores modernos são capazes de se auto-regular e encontrar o ponto ótimo de operação para máxima potência.

Em caso de necessidade de correção do fator de potência da energia da rede o inversor atua alimentando a rede com potência reativa melhorando a qualidade da energia da rede a estabilizando da maneira mais rápida possível [11].

3.1.3 Transformadores

Essencialmente, um transformador consiste em dois ou mais enrolamentos acoplados por meio de um fluxo magnético comum. Se um destes enrolamentos, o *primário*, for conectado a uma fonte de tensão alternada, então será produzido um fluxo alternado cuja amplitude dependerá da tensão do primário, da frequência da tensão aplicada e do número de espiras. O fluxo comum estabelece um enlace com o outro enrolamento, o *secundário*, induzindo neste uma tensão cujo valor depende do número de espiras do secundário, assim como da magnitude do fluxo comum e da frequência. Ao se estabelecer uma proporção adequada entre os números de espiras do primário e do secundário, praticamente qualquer relação de tensões pode ser obtida [12].

A capacidade de o inversor ser equipado com um transformador simplifica o trabalho de elevar a tensão elétrica do gerador fotovoltaico ao nível da tensão elétrica da rede, além de reduzir o custo por não utilizar um inversor e um transformador de maneira separada. Porém, o acoplamento de um transformador ao sistema inversor implica em perdas ôhmicas e magnéticas reduzindo a eficiência do equipamento além do aumento de peso e possível geração de ruído. Em função destas desvantagens, inversores sem transformadores são mais bem aceitos pelos projetistas [9].

3.2 **Proteção, Controle e Outros Sistemas Auxiliares**

Nesta seção, o objetivo é enumerar os componentes que proporcionam o funcionamento correto e seguro, para equipamentos e operários de uma usina de geração fotovoltaica.

3.2.1 Disjuntores e Fusíveis

Disjuntores e fusíveis são dispositivos capazes de prover simultaneamente proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curto-circuito. Esses dispositivos de proteção devem poder interromper qualquer sobrecorrente inferior ou igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto em que o dispositivo for instalado [13].

Deve-se levar em consideração para a especificação de dispositivos disjuntores e fusíveis variáveis como Corrente Nominal, Corrente de Curto-Circuito (de baixa impedância e de alta impedância) e a Integral de Joule (I^2t) que é utilizada para calcular a quanta de energia térmica o circuito será submetido. Tudo isso para que quando ocorra uma falha nenhum ponto do circuito seja exposto à temperaturas além das quais os equipamentos forma projetados para operar.

3.2.2 Diodos de By-Pass e de Bloqueio

Como uma célula é capaz de gerar em torno de 0,6 V, um conjunto é conectado em série para gerar um módulo e obter maior tensão elétrica. Porém, a conexão em série de células fotovoltaicas torna o módulo extremamente sensível a sombreamento e pouca radiação incidente [9].

Nestas condições desfavoráveis uma ou mais células deixam de atuar como geradoras de energia, passando a consumi-la atuando como uma carga restringindo a eficiência do sistema. Dependendo do período de tempo em que atuam como carga o aquecimento excessivo gerado pode danificar as células permanentemente. Este aquecimento é classificado como *hotspot*, sendo também verificado quando os módulos de um sistema possuem características elétricas diferentes [11].

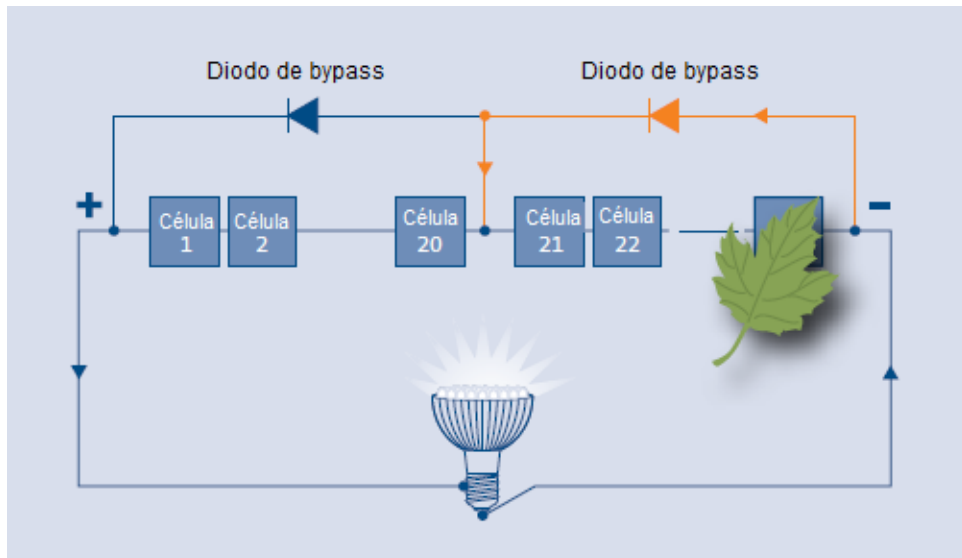
Para evitar que o fluxo de corrente danifique o sistema são utilizados diodos de *bypass*, também denominados diodos de passo, com a função de evitar que a célula ou módulo de pior rendimento afete o desempenho das demais. A desvantagem da utilização deste componente é uma pequena queda no rendimento do módulo [5].

Idealmente cada célula deveria ser equipada com um diodo de *by-pass*, mas por falta de espaço físico isto não é possível. Um módulo é composto entre 60 e 72 células e cada diodo protege de 20 a 24 células. Quando atua, o diodo de *by-pass* funciona como um curto circuito sobre a série de células sombreadas permitindo que o fluxo de corrente elétrica não danifique e tão pouco seja interrompido pela ruptura das mesmas [9].

Os módulos fabricados a partir de filmes finos são menos afetados pelas perdas por sombreamento do que módulos tradicionais de silício. Por esta razão, em projetos em que preliminarmente já seja possível prever perdas por operação em alta temperatura decorrente de possíveis sombras os módulos de silício cristalino já deixam de ser utilizados [9].

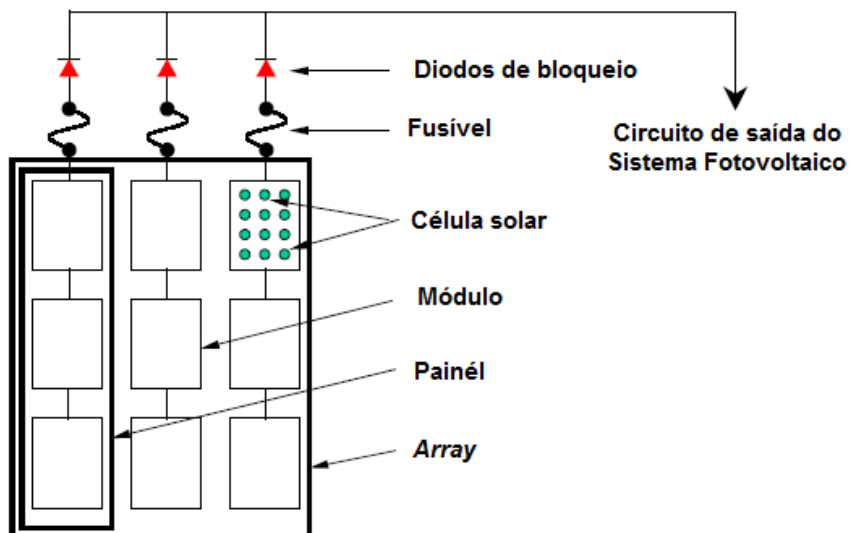
Já diodos de bloqueio são utilizados para evitar a circulação de corrente reversa pelo sistema [5].

Figura 3 – Diodo de *by-pass* como proteção de células sombreadas.



Fonte: *Inverter, Storage and PV System Technology* (Adaptado) [9].

Figura 4 – Diagrama de Ligação Unifilar de um Sistema Fotovoltaico.



Fonte: *PV Systems and Components* (Adaptado) [14].

3.2.3 Aterramento e Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica

É recomendado que usinas geradoras com potência acima de 10 kW sejam equipadas com para-raios. Em caso de já existência de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, o sistema fotovoltaico pode ser interligado a este sem necessidade de um novo sistema de proteção exclusivo a ele. A proteção dos módulos fotovoltaicos contra descargas atmosféricas deve ser extremamente eficiente, pois um arco elétrico em corrente contínua não se extingue como em corrente alternada quando a curva senoidal cruza o eixo zero, podendo ocasionar danos ao sistema e provocar até mesmo incêndio [9].

Conforme normas vigentes (ver Quadro 2), estruturas como uma usina de geração de energia elétrica devem ser classificadas com nível de proteção nível I (máxima segurança). Problemas no sistema de proteção contra descargas atmosféricas na rede de abastecimento de energia elétrica podem gerar prejuízos econômicos e comprometer a confiabilidade de investidores nos órgãos e instituições. Assim como em 11 de Novembro de 2009 quando tempestades de raios associada a ventos fortes e chuvas provocou um blecaute que afetou pelo menos 18 estados no Brasil.

Quadro 2 – Classificação de Proteção de Acordo com NBR 5419:2001

Classificação da Estrutura	Tipo de Estrutura	Efeitos das Descargas Atmosféricas	Nível de Proteção
Estruturas com Risco Confinado	Estações de Telecomunicações, Usinas Elétricas e Indústrias	- Interrupção inaceitável de serviços públicos por breve ou longo período de tempo. - Risco indireto para as imediações, devido à incêndios, e outros com risco de incêndio	I

Fonte: ABNT NBR 5419:2001 (Adaptado) [15].

3.2.4 Sistema de Fixação

O sistema de fixação deve, além de suportar o sistema fotovoltaico que atua como uma carga mecânica, suportar a força do vento, expansões e contrações térmicas ao longo da vida útil do sistema [11].

3.2.5 Sistema de Conexões e Cabeamento

Um número considerável de conexões elétricas é necessário para conectar módulos, *arrays*, *strings*, inversores, baterias e qualquer outro dispositivo intermediário, podendo inclusive utilizar cabos com comprimentos consideráveis. Deve-se atentar para a utilização de cabos e conexões seguras evitando falhas, perdas e acidentes. Visando eliminar acidentes por curto-circuito ou falhas de aterramento deve-se atentar para a correta identificação dos polos positivo e negativo [9].

O cabeamento pode ser dividido em lado CC e lado CA. No primeiro são necessários apenas cabos individuais com apenas um núcleo cada. Após o inversor, lado CA, o cabeamento terá três cabos individuais de núcleo único em caso de ligação monofásica e cinco em caso de ligação de trifásica. Os cabos destinados a sistemas fotovoltaicos devem ser resistentes à radiação ultravioleta, resistentes à ação da água e à altas temperaturas, admitindo gerar perdas de no máximo 1% [9].

3.2.6 Baterias

As baterias são dispositivos capazes de armazenar instantaneamente a energia disponível através de reações químicas. Apresentam como principal desvantagem o fenômeno de autodescarga que ocorre de maneira lenta, não permitindo longos períodos de armazenamento. A vida útil é limitada ao ciclo de vida, ou seja, há um número limitado de vezes que as baterias tradicionais podem ser recarregadas. Devem ser protegidas contra sobretensões e um dispositivo controlador de carga atua impedindo a descarga abaixo de um valor mínimo que se ultrapassado impede a recarga da mesma [9].

As baterias de menor custo utilizam ácido sulfúrico e chumbo, porém apresentam baixa vida útil com aproximadamente 2000 ciclos. As mais utilizadas são de íon-lítio que apresentam maior ciclo de vida útil, podendo atingir até 20 anos, ou seja, aproximadamente 7000 recargas. Como principais vantagens apresentam baixo nível de autodescarga e carregamento rápido em função de suportar altas correntes elétricas. Uma maior produção em massa deste tipo de bateria tornaria os valores comerciais mais atraentes [9].

Para plantas geradoras de grande porte, na faixa de 1 MW, um sistema de baterias é necessário para compensar variações inesperadas. É considerado seguro um sistema que seja

capaz de armazenar ao menos 25% da capacidade da planta, suportando o sistema no período de baixa geração. Neste caso as baterias de íon-lítio são utilizadas pela característica de rápida resposta através de uma rápida descarga de energia [9].

Idealmente a vida útil das baterias deveria ser tão longa quanto dos módulos, ou seja, no mínimo 20 anos, mas as tecnologias atuais atingem aproximadamente 10 anos. O custo de uma bateria de íon-lítio é de aproximadamente 500 dólares por kWh. A maneira para tornar economicamente viável um sistema de armazenamento é mesclar esta com modelos de menor custo como as baterias de ácido sulfúrico e chumbo. Desta maneira, estas são utilizadas para o armazenamento básico de energia, enquanto a bateria de íon-lítio é utilizada nos momentos de pico visando proteger o sistema de armazenamento [9].

3.2.7 Sistema Auxiliar: Monitoramento e Identificação de Falhas

Os sistemas fotovoltaicos necessitam de constante monitoramento para evitar que falhas ocorram e venham a danificar o sistema tornando-o deficitário. Por esta razão, os inversores disponíveis já possuem a capacidade de armazenar, processar e enviar dados para o operador do sistema [9].

Para otimizar a produção energética, uma planta geradora fotovoltaica deve ter a produção monitorada continuamente e comparada com os valores medidos de radiação para verificar a eficiência da geração devido a mudanças meteorológicas imprevisíveis [9].

A radiação solar é medida por piranômetros ou sensores fotovoltaicos. Os primeiros apresentam medições precisas analisando todo o espectro solar. O funcionamento é baseado na absorção de radiação que é proporcional ao calor gerado e a medição é apresentada em termos absolutos em W/m^2 . São instalados em locais onde não há dados meteorológicos para análise de viabilidade de um projeto fotovoltaico, porém, como desvantagem apresentam resposta lenta não detectando rápidas alterações, como por exemplo, uma nuvem passageira. Já os sensores fotovoltaicos são instalados no plano do módulo e expostos a mesma condição meteorológica e são uma alternativa de baixo custo em relação a um piranômetro. Porém, por um sensor ser constituído de células fotovoltaicas, acabam por absorver apenas uma parcela da radiação solar como descrito anteriormente, além das perdas por reflexão e aumento da temperatura [9].

É recomendado que uma planta geradora com capacidade a partir de 100 kWp seja monitorada constantemente [9].

É possível realizar uma medição indireta do sistema. Se todos os arranjos (*arrays*) são instalados com a mesma orientação solar, a potência gerada deve ser praticamente a mesma para todos os módulos, aceitando-se a faixa de incerteza de cada um. Se um painel do arranjo apresentar potência significativamente inferior aos demais, significa que há uma falha no sistema. Este método apresenta-se rápido e eficiente [10].

As falhas de componentes são frequentemente causadas pelo sistema inversor e ocorrem devido a falhas na fabricação, envelhecimento ou aquecimento por sobrecarga. As falhas causadas por influências externas geralmente ocorrem sobre os módulos solares. Por ser de longa vida útil, estas falhas começam a ser notáveis no final da vida útil dos mesmos apresentando uma coloração marrom. As falhas de instalação afetam parte do sistema e em geral são identificadas após um longo período, apresentando-se em geral como falhas na isolação do sistema [9].

4 ESTIMATIVAS DE CUSTO DO INVESTIMENTO

Afim de se obter uma melhor estimativa do custo real de instalação de uma usina fotovoltaica, será feita uma combinação de dados fornecidos por empresas especializadas, de dados obtidos por especificação do próprio autor e de fontes bibliográficas complementares. Também vale a pena ressaltar que os modelos de painéis solares a serem utilizados serão os mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Modelos de painéis fotovoltaicos a serem utilizados no projeto.

Fabricante	Modelo
LG	LG230R1C, c-Si
Hyundai	HIS-M 245-MG, c-Si
ALSTOM AG	ASA 240P-60, c-Si
Kyocera USA	KD 245GX-LFB2, c-Si
Suntech Power	Pluto 245-Wdm, pluto/c-Si
Bosch	M 60 EU30117

4.1 Cálculos iniciais: Geração em 25 anos em um m² de painel

O painel fotovoltaico a ser escolhido deverá apresentar o melhor custo x benefício em R\$/Wh ao longo de 25 anos de operação da usina fotovoltaica. Para calcular a quantidade de Wh gerados, foi utilizada a Equação (1)

$$P_{mp} = P_{nFV} \frac{H_{t,\beta}}{H_{Ref}} [1 - \gamma_{mp}(T_c - T_{c,ref})] \quad (1)$$

Onde:

- P_{mp} é a potência gerada pelo módulo fotovoltaico;

- P_{nFV} é a potência nominal do módulo em um m², dada em W;

- $H_{t,\beta}$ é a irradiação à qual o módulo está sendo submetido, dada em W/m²;

- H_{Ref} é a irradiação à qual o módulo foi submetido durante os testes de parametrização, dada em W/m²;

$-\gamma_{mp}$ é o coeficiente de temperatura do ponto de máxima potência, dada em $\%/^{\circ}\text{C}$, sendo este geralmente negativo, já que com o aumento da temperatura do módulo é comum que este fique menos eficiente;

$-T_{c,ref}$ é a temperatura à qual o módulo estava sendo submetido durante os testes de parametrização, dada em $^{\circ}\text{C}$;

$-T_c$ é a temperatura de operação da célula, sendo esta calculada pela Equação (2) .

$$T_c = T_a + \frac{H_{t,\beta}}{H_{Ref}} \left[\frac{T_{NOC} - 20}{800} \right] \quad (2)$$

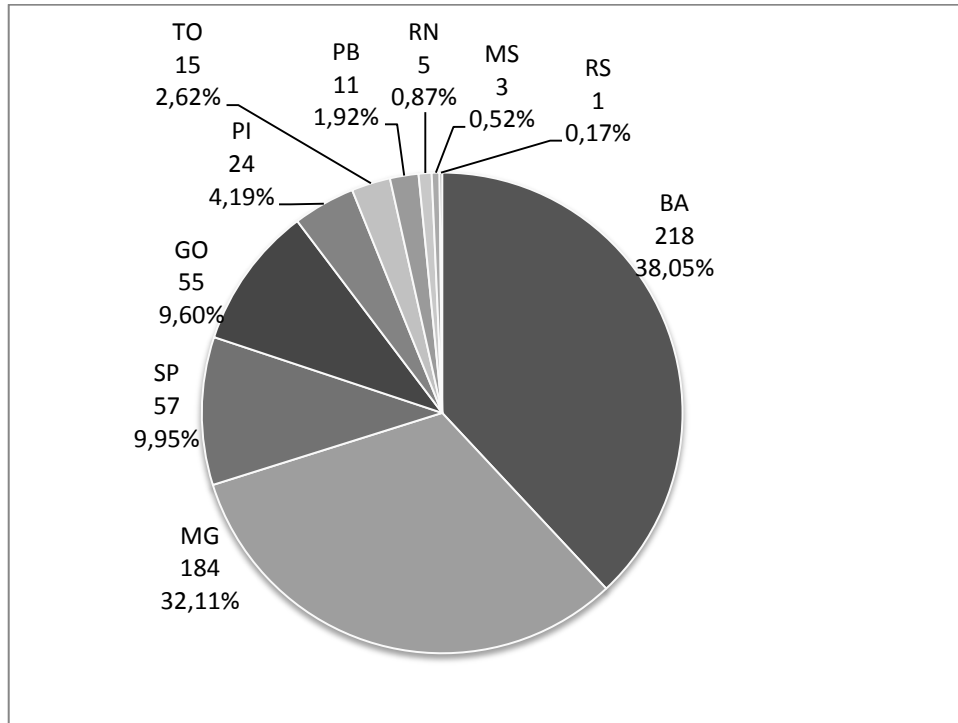
Onde:

$-T_a$ é a temperatura ambiente à qual o painel está sendo submetido, dada em $^{\circ}\text{C}$;

$-NOC$ é a temperatura nominal de operação, dada em $^{\circ}\text{C}$ e fornecida pelo fabricante.

Para obter os dados de irradiação solar será utilizada como base o mapa da Open Energy Information [18] para a América do Sul com resolução de 40km^2 . O banco de dados para toda a América do Sul conta com 39.671 pontos medidos e estimados, após a realização de um filtro sobre as latitudes e longitudes do Brasil restaram aproximadamente 25 mil pontos para serem analisados. Dentre estes 25 mil pontos, foram filtrados aqueles que apresentavam uma média anual de base diária superior a 6000 W/m^2 , no plano inclinado ajustado pela latitude local, resultando em uma amostra de 802 pontos que foram listados e cuja análise da sua localização geográfica foi realizada pela ferramenta Maps, do Google Inc.©, localizações as quais podem ser consultadas através dos links mostrados no Quadro 3. Dos 573 pontos com maior irradiação no Brasil, 218 deles estão localizados no oeste da Bahia como pode ser comprovado na Figura 5.

Figura 5 – Distribuição dos pontos com irradiação maior que 6000 W/m² no Brasil (apenas em território continental).



Fonte: *Open Energy Information* (Adaptado) [18]

Quadro 3 – Links com as coordenadas dos 802 pontos com irradiação maior que 6000 W/m² (incluindo pontos nos mares próximos).

Link	
http://goo.gl/maps/Rs5NP	http://goo.gl/maps/7MDJn
http://goo.gl/maps/HGfFO	http://goo.gl/maps/yXu9T
http://goo.gl/maps/FBkty	http://goo.gl/maps/yKYrQ
http://goo.gl/maps/m3rdj	http://goo.gl/maps/RPi8
http://goo.gl/maps/v68FY	http://goo.gl/maps/FWZwH
http://goo.gl/maps/tgtVB	http://goo.gl/maps/Je4h3
http://goo.gl/maps/YRgIk	http://goo.gl/maps/FB54I
http://goo.gl/maps/gyxbm	http://goo.gl/maps/lWsDe
http://goo.gl/maps/iyG8r	http://goo.gl/maps/GbZJe
http://goo.gl/maps/sLR5i	http://goo.gl/maps/Qi2ku
http://goo.gl/maps/dhcDG	http://goo.gl/maps/BT2MO
http://goo.gl/maps/2Pi27	http://goo.gl/maps/EopGl
http://goo.gl/maps/06jck	http://goo.gl/maps/SBwDe
http://goo.gl/maps/Z2tQQ	http://goo.gl/maps/fWqXJ
http://goo.gl/maps/HdFPP	http://goo.gl/maps/xAWOR
http://goo.gl/maps/U50ta	http://goo.gl/maps/FPxA7
http://goo.gl/maps/SPqGb	

Para completar os dados da Equação (1) faltam informações referentes aos painéis analisados, as quais foram obtidas nos catálogos dos fabricantes, que e estão demonstrados no Quadro 4, e temperaturas dos locais de interesse obtidas nos estudos do INMET[19] tendo um banco de dados com as médias mensais de 1961 até 1990 das estações meteorológicas próximas às coordenadas geográficas dos pontos de irradiação, sendo estes fornecidos no próprio *site* do instituto.

Quadro 4 – Dados de catálogos dos painéis de interesse.

Marca	Modelo	Área Total (m ²)	Pnf Pot. Normalizada (W/m ²)	Potência Máxima (Wp)	Coefficiente de Temperatura (%/K)	Temperatura de Operação Normal (NOTC °C)	Intensidade Luminosa (W/m ²)	Temp. Amb. (°C)
LG	LG255S1C	1,61	158,34	255	-0,469	43,7	1000	20,0
Yingli_Solar	YL240P 29b	1,63	146,92	240	-0,450	46,0	1000	25,0
Mitsubishi_Eletric	PV-MLU255HC	1,66	154,00	255	-0,450	45,7	1000	25,0
Kyocera	KD210GH-2PU	1,49	141,41	210	-0,540	47,9	1000	25,0
Bosch	M 60 EU30117	1,64	146,04	240	-0,460	48,4	800	20,0

Após o cálculo das Equações (1) e (2) para cada mês do ano foi aplicado o coeficiente de perda de eficiência de 0,074% ao mês para os painéis da marca LG, Mitsubishi Eletric, Kyocera e Bosch, pois após 25 anos e operação estes apresentavam a capacidade de geração de apenas 80% da capacidade nominal de quando novos, e o coeficiente de 0,071% para o módulo da Yingli Solar, pois este o fabricante informava que após 25 anos de operação o módulo apresentava 80,7% da capacidade nominal de geração de quando novo.

Após esta etapa, foi realizado o somatório de todos os meses ao longo dos 25 anos (300 meses) se obtendo desta maneira o total de Wh produzidos neste período em um m² de painel fotovoltaico.

4.2 Projeção de geração em um hectare e custo dos painéis

Para estimar quanto de energia elétrica um hectare é capaz de produzir é necessário multiplicar o valor calculado para um m² pela largura e comprimento dos painéis utilizados. E também é necessário dimensionar a disposição dos painéis na área em questão. Para esta etapa foi considerado um terreno plano sem inclinação e sem nenhum ponto de sombra gerado por estruturas que não sejam os painéis ou estrutura de fixação dos mesmos, na direção Norte-Sul foi considerado o espaçamento entre os painéis igual à distância entre o início do primeiro painel e o fim da sombra projetada por este mesmo painel no solstício de inverno (momento onde o sol se encontrará mais ao norte da linha do equador, projetando sombras maiores) e para a direção Leste-Oeste foi considerado a instalação de cinco módulos consecutivos lado-a-lado e o espaçamento de 1m entre estes “blocos” para limpeza, manutenção e trânsito de funcionários quando necessário.

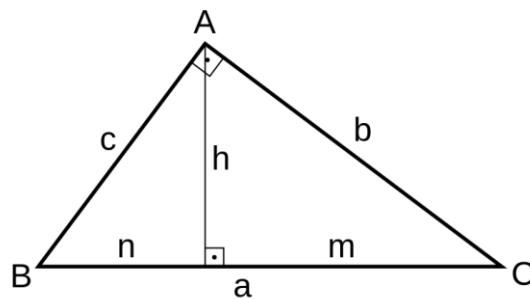
Geralmente a energia gerada por um painel fotovoltaico paralelo ao solo em um ponto cuja latitude seja diferente de 0° é menor do que a energia gerada quando este mesmo painel é ajustado em um ângulo tal em relação à superfície que seja idêntico à latitude do local. Desta maneira os raios de sol terão incidência perpendicular ao plano do gerador fotovoltaico, mas também irá ocorrer sombreamento de uma região atrás do painel. O valor de toda a região sob sombra é calculada através da Equação (3) . Observando a Figura 6 e supondo que a hipotenusa “a” esteja paralela ao solo, o cateto “b” seja o painel fotovoltaico e o ângulo entre “a” e “b” é equivalente à latitude do local (α) tem-se que a região de sombra sob o painel e após ele é o resultado da soma de “m” (sombra gerada por iluminação perpendicular ao solo) e “n” (acréscimo de sombra resultante da posição não perpendicular da fonte luminosa), sendo equivalente à hipotenusa “a”.

Como o cálculo da sombra considera que o ângulo do painel com o solo será alterado para compensar o deslocamento da posição relativa do sol em relação à Terra no solstício de inverno (hemisfério sul), é provável que a sombra calculada desta maneira seja maior do que se fosse calculada com o ângulo do painel fixo e igual à latitude local e apenas alterando o ângulo de incidência da radiação solar sobre a placa fotovoltaica. Vale a pena destacar,

também, que para o cálculo da potência gerada já está incluída a variação da incidência solar sobre o painel, dado que os dados disponibilizados pela *Open Energy Information* [18] estão normalizados para um painel posicionado em ângulo igual à latitude local.

$$\text{Sombra Total} = \frac{\text{Largura do Painel}}{\cos(\alpha)} \quad (3)$$

Figura 6 – Triângulo representando a posição do painel.



A Figura 7 a mostra a sombra gerada e o ajuste de inclinação para melhor geração. Vale a pena destacar que como a maior sombra é gerada durante o solstício de inverno, para o hemisfério sul, quando foi calculada a sombra projetada pelo painel, acrescentou-se ao ângulo da latitude do local de instalação o valor equivalente à latitude do trópico de câncer ($23,455^\circ$)

Figura 7 – Exemplo de aplicação onde o painel é ajustado para ter melhor desempenho e é mostrada a zona de sombra.



Fonte: DomoSolar [58].

Para calcular o número total de painéis em um hectare, foi considerada a aquisição de um hectare de lados iguais (100m x 100m), primeiro dividiu-se o valor de 100m pelo resultado da Equação (3) para cada ponto acima de 6000 W/m², resultando no valor de módulos instalados na direção Norte-Sul. Após, dividindo-se os 100m da direção Leste-Oeste pelo comprimento de cada painel mais 0,20m (contribuição de cada um dos cinco módulos para o espaçamento de 1m, destinado para manutenção) e através da multiplicação dos dois valores chega-se ao número total de módulos instalados em um hectare, ou 10.000 m².

Após a compilação de todos estes dados (temperatura, irradiação, geração em um m², geração por painel fotovoltaico e quantidade de painéis que cabem em um hectare) é possível realizar o estudo de qual região geográfica é a melhor para a instalação da usina fotovoltaica. Dividindo-se o preço total dos módulos, pela energia gerada nos 25 anos de operação da usina, teremos o valor de R\$/Wh de cada painel, sendo notável a influência da região escolhida na dimensão deste valor.

A seguir são apresentados os 10 melhores locais para se instalar a usina, junto da geração normalizada por m², a geração bruta por painel e pelo menor preço de R\$/ha. O código mostrado na primeira coluna é referente ao ponto de estudo no banco de dados da *Open Energy Information* [18].

Tabela 2 – Geração por módulo fotovoltaico após 25 anos de operação (Wh/m²).

CÓDIGO	Coordenadas	U.F.	LG	Yingli Solar	Mitsubishi Eletric	Kyocera	Bosch	Maior Geração	Fabricante Maior
1378097	12.457S,42.701W	BA	13.123.287,80	12.693.650,54	13.430.656,29	11.076.361,84	15.437.687,88	15.437.687,88	Bosch
1376095	12.346S , 43.501W	BA	13.083.929,92	12.655.526,78	13.390.313,80	11.043.254,77	15.391.384,36	15.391.384,36	Bosch
1378096	12.236S , 42.874W	BA	13.074.544,80	12.646.477,32	13.380.736,32	11.035.290,79	15.380.357,42	15.380.357,42	Bosch
1377095	12.18S , 43.272W	BA	13.073.355,61	12.645.305,87	13.379.498,21	11.034.322,16	15.378.952,42	15.378.952,42	Bosch
1378095	12.014S , 43.045W	BA	13.069.015,60	12.641.106,72	13.375.049,36	11.030.671,91	15.373.846,49	15.373.846,49	Bosch
1376096	12.57S , 43.331W	BA	13.066.372,22	12.638.553,03	13.372.354,73	11.028.423,26	15.370.740,33	15.370.740,33	Bosch
1373101	14.21S , 43.16W	BA	13.063.389,30	12.628.892,77	13.362.148,72	11.037.587,07	15.364.764,52	15.364.764,52	Bosch
1371102	14.783S , 43.458W	BA	13.051.149,97	12.617.058,80	13.349.625,56	11.027.256,30	15.350.375,20	15.350.375,20	Bosch
1373103	14.668S , 42.803W	BA	13.049.226,66	12.615.219,55	13.347.679,47	11.025.595,94	15.348.119,16	15.348.119,16	Bosch
1378098	12.68S , 42.528W	BA	13.045.282,72	12.618.189,60	13.350.811,94	11.010.562,44	15.345.955,77	15.345.955,77	Bosch

Tabela 3 –R\$/Wh/m² após 25 anos de operação: Parte 1/2.

CÓDIGO	Coordenadas	Estado	LG	Yingli_Solar	Mitsubishi_Eletric
1378097	12.457S,42.701W	BA	R\$ 0,000094035124	R\$ 0,000078700764	R\$ 0,000128809789
1376095	12.346S , 43.501W	BA	R\$ 0,000094317992	R\$ 0,000078937844	R\$ 0,000129197868
1378096	12.236S , 42.874W	BA	R\$ 0,000094385695	R\$ 0,000078994330	R\$ 0,000129290344
1377095	12.18S , 43.272W	BA	R\$ 0,000094394281	R\$ 0,000079001648	R\$ 0,000129302308
1378095	12.014S , 43.045W	BA	R\$ 0,000094425628	R\$ 0,000079027891	R\$ 0,000129345317
1376096	12.57S , 43.331W	BA	R\$ 0,000094444730	R\$ 0,000079043859	R\$ 0,000129371381
1373101	14.21S , 43.16W	BA	R\$ 0,000094466296	R\$ 0,000079104322	R\$ 0,000129470195
1371102	14.783S , 43.458W	BA	R\$ 0,000094554886	R\$ 0,000079178517	R\$ 0,000129591650
1373103	14.668S , 42.803W	BA	R\$ 0,000094568823	R\$ 0,000079190061	R\$ 0,000129610544
1378098	12.68S , 42.528W	BA	R\$ 0,000094597413	R\$ 0,000079171421	R\$ 0,000129580134

Tabela 4 – R\$/Wh/m² após 25 anos de operação: Parte 2/2.

CÓDIGO	Coordenadas	Estado	Kyocera	Bosch	Menor Preço	Fabricante Menor Preço
1378097	12.457S,42.701W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000061922485	R\$ 0,000061922485	Bosch
1376095	12.346S , 43.501W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062108773	R\$ 0,000062108773	Bosch
1378096	12.236S , 42.874W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062153302	R\$ 0,000062153302	Bosch
1377095	12.18S , 43.272W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062158980	R\$ 0,000062158980	Bosch
1378095	12.014S , 43.045W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062179624	R\$ 0,000062179624	Bosch
1376096	12.57S , 43.331W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062192190	R\$ 0,000062192190	Bosch
1373101	14.21S , 43.16W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062216378	R\$ 0,000062216378	Bosch
1371102	14.783S , 43.458W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062274699	R\$ 0,000062274699	Bosch
1373103	14.668S , 42.803W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062283853	R\$ 0,000062283853	Bosch
1378098	12.68S , 42.528W	BA	Não Divulgado	R\$ 0,000062292634	R\$ 0,000062292634	Bosch

Como é possível observar após análise dos dados das Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4, o painel da Bosch se mostrou uma alternativa melhor do que os concorrentes. Sendo, também, o de menor custo de aquisição, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Custo de aquisição de um módulo fotovoltaico.

Marca	Modelo	Potência Máxima (Wp)	Preço (R\$)
LG	LG255S1C	255	R\$ 1.234,05
Yingli_Solar	YL240P 29b	240	R\$ 999,00
Mitsubishi_Eletric	PV-MLU255HC	255	R\$ 1.730,00
Kyocera	KD210GH-2PU	210	-
Bosch	M 60 EU30117	240	R\$ 955,94

Desta maneira, a potência total instalada em um hectare e o custo de aquisição dos painéis fotovoltaicos fica demonstrada na Tabela 6.

Tabela 6 – Número de painéis, potência instalada e custo de aquisição dos painéis.

CÓDIGO	Coordenadas	Estado	Número de Painéis	Potência Instalada Wp	Custo Painéis
1378097	12.457S,42.701W	BA	4.706	1.129.473,35	R\$ 4.498.786,47
1376095	12.346S , 43.501W	BA	4.709	1.130.163,50	R\$ 4.501.535,40
1378096	12.236S , 42.874W	BA	4.712	1.130.848,92	R\$ 4.504.265,48
1377095	12.18S , 43.272W	BA	4.713	1.131.198,42	R\$ 4.505.657,58
1378095	12.014S , 43.045W	BA	4.718	1.132.236,65	R\$ 4.509.792,93
1376096	12.57S , 43.331W	BA	4.703	1.128.772,33	R\$ 4.495.994,25
1373101	14.21S , 43.16W	BA	4.662	1.118.788,27	R\$ 4.456.226,93
1371102	14.783S , 43.458W	BA	4.647	1.115.390,29	R\$ 4.442.692,47
1373103	14.668S , 42.803W	BA	4.650	1.116.068,27	R\$ 4.445.392,91
1378098	12.68S , 42.528W	BA	4.700	1.128.091,46	R\$ 4.493.282,28

4.3 Custo de aquisição dos demais componentes

A seguir, será estipulado o custo de aquisição dos inversores de frequência, cabos e proteções, sistema de fixação e demais custos, tais como projeto, conexão, licenciamento e outros.

4.3.1 Inversores de Frequência

Será feita a estimativa de duas maneiras, primeiramente será utilizada a estimativa realizada pelo estudo da ABINNE [20], que estima o custo e taxas sobre inversores de frequência importado, após, iremos estimar o custo de aquisição de um inversor nacional,

considerando a potência nominal e o fator de dimensionamento do equipamento. Em ambos os casos está sendo considerado que o equipamento opera com 100% de eficiência.

4.3.1.1 Inversores Importados

Segundo publicação da ABINEE [20], empregando inversores importados, à taxa de câmbio de 2,45 Reais por Euro, incidência de imposto de importação sobre inversores importados de 14%, incidência de alíquota de IPI de 15% sobre os inversores, incidência de ICMS (variável por estado), incidência de PIS (1,65%), COFINS (7,6%) com efeito combinado totalizando 10,2% ($1/[1-0,00165-0,076]$) e utilização de valores representativos de serviços aduaneiros, para uma instalação de 100kWp, o custo de aquisição em R\$/Watt dos inversores para um sistema fotovoltaico seria de 1,00R\$/W.

Considerando a mesma proporção projetada para 100kWp, e multiplicando esta estrutura até chegar ao valor de 1.129,5 kWp, resultaria em um gasto total de R\$1.129.473,35 apenas em inversores. No Quadro 5 é possível ver todos os valores discriminados.

Quadro 5 – Custo de Importação de Inversores (base de 100Wp).

Inversor de Frequência	€	24.700,00
Frete + Seguro Internacional	€	2.000,00
CIF = Inversor + Frete + Seguro	€	26.700,00
(A) Imp. Importação (14%)	€	3.738,00
(B) IPI(15%) - Incide sobre CIF+(A)	€	4.565,70
(C) PIS (1,65% "por dentro") - Incide sobre (CIF + (A) + (B)	€	587,25
(D) COFINS (7,6% "por dentro") - Incide sobre CIF +(A) + (B)	€	2.879,09
(E) ICMS (7%*) - Incide sobre CIF + (B)	€	2.188,60
(F) Total de Impostos (A+B+C+D+E)	€	13.958,64
(G) Taxas Diversas (12%) -Siscomex, AFRMM, Armaz, Outros	€	1.675,04
(H) Despachante (importadora)	€	1.200,00
(I) Custo de Internalização (F+G+H)	€	16.833,68
Custo (CIF + I)	€	43.533,68
Taxa de Câmbio (R\$ / €)		2,3
Custo R\$	R\$	100.127,46
R\$/W	R\$	1,00

* ICMS de SP para BA.

Fonte: ABINEE (Adaptado) [20].

4.3.1.2 Inversores Nacionais

Para a estimativa de custo de aquisição para inversores de frequência comprados em lojas no Brasil primeiramente será considerado o efeito de subdimensionamento do inversor de frequência, e após a esta definição, será feita a média do custo de aquisição de diversos inversores com características semelhantes mas potências variadas.

Segundo Zilles [8], o fator de dimensionamento do inversor (FDI) representa a razão entre a potência nominal do inversor, (P_{nINV}) e a potência nominal, ou de pico, do gerador fotovoltaico (P_{nFV}). O valor de FDI, por exemplo, de 0,7 indica que a capacidade do inversor é 70% da potência nominal, ou de pico, do inversor fotovoltaico (ver Equação (4)).

Independente da localização do inversor notou-se que as perdas por limitação do inversor são inferiores a 10% para FDI de 0,5 e inferiores a 3% para FDI de 0,6 (Macedo, 2006). Isso revela que o subdimensionamento é de fato uma prática interessante para os SFCR (retirado de Pereira e Gonçalves [56]).

$$\mathbf{FDI} = \frac{P_{nINV}}{P_{nFV}} \quad (4)$$

Desta maneira, valendo-se do FDI de 0,6 a potência total instalada em inversores será de 677,68 kW valor correspondente a 60% da potência total instalada em painéis fotovoltaicas, resultando em um custo total de aquisição de R\$ 1.836.523,67. Valor 62,6% superior ao estimado no estudo da ABINEE [20]. Provavelmente esta estimativa, exageradamente superior, deve-se ao fato de que a pesquisa de preços foi feita em apenas um site de busca, comprometendo a base da amostra, mas afim de não poluir o estudo, será utilizada como referência de custos para os inversores a estimativa de importação mostrada no Quadro 5. Vale a pena destacar que não foram encontradas referências *on-line*, disponíveis a trabalhos acadêmicos, para o preço de aquisição dos inversores da linha SIW e SINVERT, das empresas WEG e Siemens, respectivamente.

Quadro 6 – Estimativa do Preço por Watt dos inversores comprados no Brasil.

Marca	Modelo	Potencia Nominal de Saída (W)	Preço (R\$)	R\$/W
Xantrek	PROwatt 250W	250	R\$ 679,00	R\$ 2,72
SMA	GridTie Sunny Boy 2500	2300	R\$ 8.199,00	R\$ 3,56
SMA	GridTie Sunny Boy 3000	2750	R\$ 8.799,00	R\$ 3,20
SMA	GridTie Sunny Boy 3800	3800	R\$ 10.799,00	R\$ 2,84
SMA	GridTie Sunny Boy Mini Central 6000	6000	R\$ 15.399,00	R\$ 2,57
Unitron	iVolt - 400W	400	R\$ 299,00	R\$ 0,75
Xantrek	PROwatt 600W	600	R\$ 1.590,00	R\$ 2,65
Unitron	iVolt - 700W	700	R\$ 499,00	R\$ 0,71
Unitron	iVolt - 1500W	1500	R\$ 1.179,00	R\$ 0,79
Xantrek	Xpower 1500	1500	R\$ 1.599,00	R\$ 1,07
Xantrek	PROsine 1800	1800	R\$ 6.990,00	R\$ 3,88
SMA	GridTie Sunny Boy 1200	1200	R\$ 5.799,00	R\$ 4,83
TOTAL		22800	R\$ 61.830,00	R\$ 2,71

Fonte: NeoSolar Energia (Adaptado) [57]

4.3.2 Custos diversos: Cabos e Proteções, Fixação e Outros

Através dos dados retirados da publicação da ABINEE [20], foi montado o Quadro 7. Realizando uma interpolação linear por retas tendo como base os valores de 30.000W e 30.000.000W chegou-se aos valores demonstrados no Quadro 8

Quadro 7 – Projeção de custos por Wp.

Capacidade (Wp)	3.000	30.000	30.000.000
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	R\$ 2.250,00	R\$ 18.000,00	R\$ 13.100.000,00
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	R\$ 3.750,00	R\$ 24.000,00	R\$ 14.000.000,00
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	R\$ 3.750,00	R\$ 30.000,00	R\$ 18.000.000,00
Total (R\$)	R\$ 9.750,00	R\$ 72.000,00	R\$ 45.100.000,00
Total (R\$/W)	R\$ 3,25	R\$ 2,40	R\$ 1,50

Fonte: ABINEE (Adaptado) [20].

Quadro 8 – Aproximação linear para o valor de projeto.

Capacidade (Wp)	1.129,473
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	R\$ 497.925,02
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	R\$ 536.683,42
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	R\$ 689.244,22
Total (R\$)	R\$ 1.723.852,66
Total (R\$/W)	R\$ 1,53

Fonte: ABINEE (Adaptado) [20].

4.4 Custo de aquisição da área

Após o levantamento de todos os custos relacionados ao projeto, ainda há a necessidade de considerar o custo de aquisição da área onde o empreendimento será realizado. Seria possível arrendar um local, mas esta hipótese foi descartada devido aos custos e complicações extras que são desconhecidas e variáveis entre regiões e culturas.

Assim sendo, para as coordenadas 12.457S;42.701W referentes ao código 1378097 do Open Energy Information[18] se localizam próximo ao município de Oliveira dos Brejinhos – BA, aproximadamente à 200km de Lençóis – BA, local de referência para as temperaturas médias mensais desta coordenada. Com preço pesquisado médio de 2.949,83R\$/ha, como pode ser visto no Quadro 9, esta região é uma das quais o custo de aquisição do lote é o mais baixo entre o total de 45 regiões pesquisadas (no Quadro 10 estão sendo exibidos os 15 locais com menor preço de aquisição para um hectare). Caso o empreendimento fosse realizado em regiões onde o solo é valorizado pela prática da agricultura e pecuária, como no Rio Grande do Sul, o custo de aquisição médio, para o lote de um hectare na região de Alegrete seria de aproximadamente R\$ 9.251,70. Os dados foram obtidos através de pesquisas em sites de compra e venda de terrenos, sítios, fazendas e lotes de terras, e se encontra disponível no Quadro 24 em anexo.

Quadro 9 – Preço médio por hectare Lençóis – BA.

Código Estação Temperatura (INMET)	Cidade	U.F.	Área (ha)	Preço (R\$)	Média (R\$/ha)	Fonte
83242	Lençóis	BA	310	1.085.000,00	R\$ 2.949,83	http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/2-fazendas-de-cafe-em-lencois-ba-totalizando-310-hectares-68099.aspx
83242			681	1.600.000,00		http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/fazenda-malhada-verde-113778.aspx
83242			450	1.350.000,00		http://www.fazonline.com.br/imoveisRurais.asp?subProduto=13&uf=BA&negocio=&codigo=14969

Fontes: MF Rural (Adaptado) [42] e Faz OnLine (Adaptado) [46].

Quadro 10 – Preço médio por hectare: 15 melhores localizações.

Localização	Preço Médio por Hectare	Posição
Paraná	R\$ 1.226,97	1
Santa Rita de Cássia (Ibipetuba)	R\$ 1.269,53	2
Apodí	R\$ 1.298,70	3
Bom Jesus da Lapa	R\$ 1.430,04	4
Franca	R\$ 1.801,80	5
Caetité	R\$ 1.861,89	6
Bom Jesus do Piauí	R\$ 2.096,56	7
Januária	R\$ 2.540,25	8
Diamantina	R\$ 2.813,53	9
João Pinheiro	R\$ 2.837,60	10
Lençóis	R\$ 2.949,83	11
Monteiro	R\$ 3.125,00	12
Salinas	R\$ 3.277,78	13
Montes Claros	R\$ 3.422,65	14
Morro do Chapéu	R\$ 3.476,88	15

Fontes: Portal Vale Imóveis (Adaptado)[41], MF Rural (Adaptado)[41], Viva Anúncios (Adaptado)[43], Bom Negócio (Adaptado)[44], Terras Bahia (Adaptado)[45], Faz OnLine (Adaptado)[46], Bolsa Rural (Adaptado)[47], Vieira Resende Imóveis (Adaptado)[48], OLX (Adaptado)[49], Mercado Livre (Adaptado)[50], Classificados Brasil (Adaptado)[51], Diário Imóveis (Adaptado)[52], Acores Imóveis (Adaptado)[53], Imobusca (Adaptado)[54] e Trovit Imóveis (Adaptado)[55].

4.5 Custo total de construção

Após realizados todos os estudos e pesquisas, é possível concluir que o custo total de construção de uma usina fotovoltaica, na área de um hectare é de R\$ 7.356.501,95, gerando

um valor de projeto total de aproximadamente 6,51 R\$/Wp, conforme pode ser visualizado na Tabela 7.

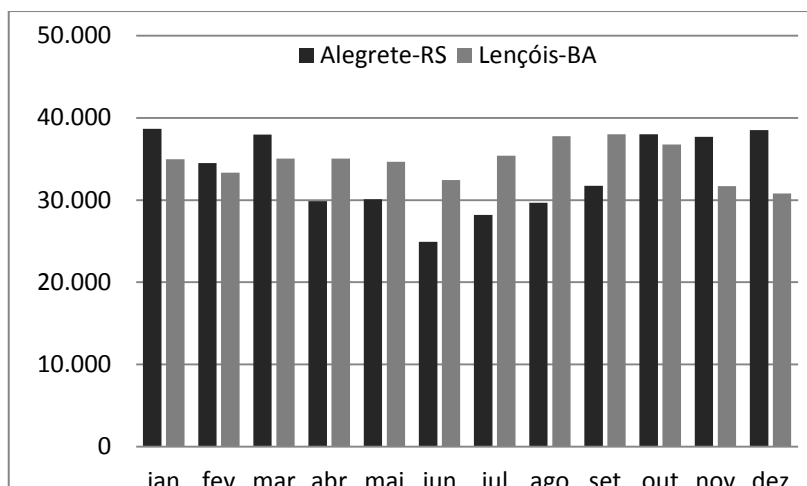
Tabela 7 – Custo total de construção de uma usina fotovoltaica em um hectare.

Capacidade	1.129.473 (Wp/ha)
Painéis Fotovoltaicos	R\$ 4.498.786,47
Inversores de Frequência	R\$ 1.130.912,99
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	R\$ 497.925,02
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	R\$ 536.683,42
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	R\$ 689.244,22
Terras	R\$ 2.949,83
Total	R\$ 7.356.501,95
Custo por Potência Instalada	6,51 R\$/Wp

Compilação de dados da: Tabela 6, Quadro 5, Quadro 8 e Quadro 9.

4.5.1 Simulação do Custo de Instalação para a região de Alegrete - RS

No estado do Rio Grande do Sul, a única região que aparece entre os locais com irradiação média anual maior do que 6000 W/m²/dia é a de Alegrete, no oeste do estado. Nesta subseção serão reproduzidos os estudos feitos anteriormente com o intuito de se obter o custo estimado de instalação de uma usina fotovoltaica nesta região. É de se esperar que o custo de instalação seja semelhante ao custo projetado para a região de Lençóis, mas a grande diferença deverá ser observada na tarifa contratada de energia elétrica, visto que produção de energia elétrica por metro quadrado em um ano na região de Alegrete seria aproximadamente 4% menor do que a produção em um ano para a região de Lençóis conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Comparativo de geração W/m²/Mês.

Fonte: *Open Energy Information* (Adaptado) [18].

Valendo-se da mesma metodologia utilizada na seção 4.2 serão calculados e apresentados os valores estimados para o custo de instalação da usina fotovoltaica. Assim sendo, o número de painéis, potencia instalada e custo de aquisição dos painéis esta representado no Quadro 11. O custo de aquisição dos inversores de frequência, valendo-se da projeção de importação dos equipamentos fornecido pela ABINEE [20] já vista no Quadro 5. A projeção dos custos diversos (cabos, proteção, conexões, projeto, fixação e outros) está disponibilizada no Quadro 12 e do custo de instalação total e de aquisição da área para instalação no Quadro 13.

Desta maneira o custo de instalação normalizado pela capacidade instalada para uma usina na região de Alegrete fica muito próximo do custo estimado normalizado pela capacidade instalada para uma usina na região de Lençóis, sendo que em Alegrete o custo ficou estimado em 6,52 R\$/Wh, enquanto que em Lençóis o custo estimado ficou próximo de 6,51 R\$/Wh. Confirmando as expectativas projetadas e lançando sobre o desempenho da geração as expectativas de lucro do empreendimento.

Quadro 11 – Número de painéis, potência instalada e custo de aquisição dos painéis para Alegrete-RS.

CÓDIGO	Número de Painéis	Potência Instalada Wp	Custo Painéis
1317123	4.385	1.052.346,32	R\$ 4.191.583,09

Quadro 12 – Projeção dos custos com cabos, proteção e outros.

Capacidade (Wp/ha)	1.052.346
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	R\$ 464.259,07
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	R\$ 500.719,09
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	R\$ 642.998,85
Total (R\$)	R\$ 1.607.977,01
Total (R\$/W)	R\$ 1,53

Quadro 13 – Custo total de instalação.

Capacidade (Wp/ha)	1.052.346
Painéis Fotovoltaicos	R\$ 4.191.583,09
Inversores de Frequência	R\$ 1.053.687,66
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	R\$ 464.259,07
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	R\$ 500.719,09
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	R\$ 642.998,85
Terras	R\$ 9.251,70
Total	R\$ 6.862.499,46

5 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISE DO INVESTIMENTO

Analistas financeiros têm desenvolvido inúmeras técnicas e metodologias de abordagem para analisar se investimentos são economicamente viáveis ou não. Desde análises grafistas, as quais tentam prever os movimentos dos mercados de acordo com movimentos passados e tendências, à análise por múltiplos de receita, EBIT (do inglês *Earnings Before Interest and Taxes*, lucro antes de juros e imposto de renda), lucro líquido, dívida e outros. Uma técnica que apesar de não ser recente, esta sendo mais difundida e compreendida no Brasil nos últimos anos é a análise por fluxo de caixa descontado (DCF, do inglês *Discounted Cash Flow*).

Na avaliação pelo fluxo de caixa descontado, parte-se da premissa que o valor de um ativo é o valor presente dos fluxos de caixa estimados para o futuro, sobre o ativo. Nas avaliações pelo fluxo de caixa descontado, as taxas de desconto devem refletir o grau de risco dos fluxos de caixa. Em especial, o custo da dívida deve incorporar um prêmio pela inadimplência ou um *spread* para o risco de inadimplência na dívida, e o custo do patrimônio líquido deve incluir um prêmio pelo risco do patrimônio líquido [16].

Geralmente é projetado o fluxo de caixa de um investimento para o período no qual se vai manter o investimento. Como a média de concessões dos leilões A-3 têm sido de 20 anos, o fluxo de caixa será projetado para, pelo menos, 20 anos. Para prever o fluxo de caixa e através dele avaliar se o investimento é rentável será necessário estimar, dimensionar e/ou projetar pelo menos três grandes variáveis:

- Receitas;
- Custos e despesas gerais;
- Custo de capital do empreendimento.

5.1 Fluxos de Caixa

Um exemplo de cálculo do fluxo de caixa para um período específico é apresentado no Quadro 14. Vale a pena ressaltar a diferença entre o fluxo de caixa livre da firma (FCFF – *Free Cash Flow to the Firm*) e o fluxo de caixa livre para o acionista (FCFE – *Free Cash Flow to Equity*). Segundo Ross [21] o primeiro, também denominado fluxo de caixa dos ativos é o somatório do fluxo de caixa aos credores e do fluxo de caixa aos acionistas. Esta

identidade reflete o fato de que a empresa gera caixa por meio de suas atividades, e o caixa é usado tanto para pagar credores como para remunerar os proprietários da empresa.

Quadro 14 – Exemplo de cálculo do Fluxo de Caixa para Firma (FCFF) e para o Acionista (FCFE).

Lucro Antes de Juros e Impostos (EBIT)
(-) Imposto de Renda e CSLL (Simples)
(=) Lucro Operacional Líquido de Impostos (NOPLAT)
(+) Depreciação e Amortizações
(-) Investimentos de Capital (CAPEX)
(-) Variação do Capital de Giro
(=) Fluxo de Caixa Livre da Empresa (FCFF)
(-) Pagamento de Juros
(+) Benefício Tributário do Pagamento de Juros
(-) Pagamento do Principal da Dívida
(+) Novas Dívidas Contraídas
(=) Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFE)

Fonte: Damodaran (Adaptado) [16].

5.1.1 Fluxo de Caixa dos Ativos

O fluxo de caixa dos ativos envolve três componentes: fluxo de caixa operacional, gastos de capital e variação do capital de giro líquido. O fluxo de caixa operacional refere-se ao fluxo de caixa resultante das atividades cotidianas de produção e venda, as despesas associadas ao financiamento do ativo da empresa não estão incluídas pois não são despesas operacionais [21].

No transcorrer normal das atividades, uma parte do fluxo de caixa da empresa é reinvestida na empresa. Os gastos de capital (do inglês *Capital Expenditures* – CAPEX [sic]) referem-se ao desembolso líquido em ativos permanentes (compras menos vendas de ativos permanentes). Finalmente, a variação do capital de giro líquido é o montante gasto no capital de giro líquido. Representa o aumento líquido dos ativos circulantes em relação aos passivos circulantes [21].

5.1.1.1 EBIT

Para calcular o lucro antes de juros e impostos (LAJI, ou do inglês EBIT – *Earnings Before Interest and Taxes*) parte-se do lucro bruto, realizando alguns ajustes até se obter apenas receitas e despesas operacionais. Em primeiro lugar, deve-se lembrar de que a depreciação é um item não monetário. Para obter o fluxo de caixa, é preciso adicionar de novo os gastos de depreciação. O outro ajuste consiste em subtrair os gastos em juros, pois estes foram pagos em caixa [21]. O cálculo do lucro bruto é apresentado na Tabela 8, e o cálculo do EBIT é visto na Tabela 9.

Tabela 8 – Cálculo do Lucro Operacional.

Código	ANO
1	Receita Bruta (2)*(3)
2	Geração Bruta Total (MWh)
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)
5	Alíquota Simples Nacional
6	Receita Líquida (1)-(4)
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)
8	Custos Operacionais
9	TUSD
10	TFSEE
11	Despesas G&A
12	Técnico Eletricista
13	Operador de Limpeza
14	Engenheiro
15	Administração e Contratos
16	Trocas de Equipamentos
17	Painéis
18	Inversores
19	Lucro Operacional Bruto (6)-(7)

Fonte: Ross (Adaptado) [21].

Tabela 9 – Cálculo do EBIT.

1	Receita Bruta (2)*(3)
8	Custos Operacionais
11	Despesas G&A
EBIT	Lucro Antes de Juros e Impostos (EBIT) (1)-(8)-(11)

Fonte: Ross (Adaptado) [21].

5.1.1.2 Gastos de Capital

O gasto líquido de capital é exatamente o dinheiro gasto em ativos permanentes menos o dinheiro recebido pela venda dos ativos permanentes [21].

O gasto líquido de capital pode ser negativo, quando a empresa vender mais ativos do que comprar [21].

Segundo Damodaran [16], as empresas raramente apresentam fluxos regulares de gastos de capital. Elas podem passar longos períodos com gastos de capital muito alto (como no lançamento de um produto ou construção de uma nova fábrica) seguidos por intervalos de gastos de capital relativamente leves.

Para a projeção dos gastos de capital da usina fotovoltaica será considerada a necessidade de reinvestimento de acordo com o tempo de depreciação, vida útil dos equipamentos e taxa de falhas dos mesmos, ou seja, os painéis fotovoltaicos da Bosch serão todos trocados em até 25 anos de operação, e os inversores em até 10 anos de operação (duas vezes no período do estudo), sendo estes gastos registrados na conta 16 mostrada na Tabela 8 (Trocadas de Equipamentos). A taxa de falha para os equipamentos será equivalente à dos dados mostrados no Quadro 15 resultando em um gasto anual variável durante o período de operação que pode ser calculado a partir do Quadro 16. A estimativa do período de falhas foi realizada de forma empírica, sendo o mais conservadora o possível, já o tempo de vida útil para os painéis foi retirado do Manual de Instruções Bosch [38] e para os inversores através da publicação de Remmers [9].

Quadro 15 – Estimativa da Taxa de Falhas anual para Painéis e Inversores.

Equipamento	Painéis	Inversores
Vida útil (anos)	25	10
1º Quartil (anos)	6,25	2,5
2º e 3º Quartil (anos)	12,5	5
4º Quartil (anos)	6,25	2,5
Taxa de Falha 1º Quartil	20%	20%
Taxa de Falha 2º e 3º Quartil	10%	10%
Taxa de Falha 4º Quartil	70%	70%
%Falhas por Ano 1ºQ	2,96%	7,57%
%Falhas por Ano 2ºQ e 3ºQ	0,77%	1,92%
%Falhas por Ano 4ºQ	8,86%	23,65%

Fonte: Manual de Instruções Bosch [38] e Remmers [9].

Quadro 16 – Estimativa de Gastos em Reinvestimento anuais de acordo com o período de Vida Útil.

Desembolso Anual em Reinvestimento	Painéis	Inversores
Durante 1º Quartil	R\$ 133.169,04	R\$ 85.557,82
Durante 2º e 3º Quartil	R\$ 34.433,52	R\$ 21.764,28
Durante 4º Quartil	R\$ 398.631,92	R\$ 267.414,07

Fonte: Manual de Instruções Bosch [38] e Remmers [9].

Figura 9 – “Curva da Banheira” típica de dispositivos eletrônicos.

Fonte: Moubray (1999), retirado de Batista, J.A. e Lima, C. R. C. [39].

5.1.1.3 Gastos Líquidos de Capital

Adicionalmente ao investimento em ativos permanentes, uma empresa também investirá em ativos circulantes. A medida que uma empresa muda seu investimento em ativo circulante, seu passivo circulante geralmente também varia. Para determinar a variação do capital de giro líquido, a abordagem mais fácil consiste simplesmente em calcular a diferença entre o capital de giro líquido no final do período e valor no início do período [21].

A maior necessidade de capital de giro ocorrerá nos primeiros anos de operação, entre o início da construção e a operação à plena carga da usina, dado que neste período será necessário pagar os salários dos funcionários e as dívidas iniciais do projeto. Contudo, os gastos de projeto e montagem já estão no cálculo do custo de instalação, e dado que a usina ainda não estará operando, não ocorrerão gastos com salários ou taxas de fornecimento, sendo, desta maneira, o capital de giro inicial financiado totalmente pelo custo de instalação, e após o início da operação, pela contratação de novas dívidas, quando necessário.

5.1.1.4 Cálculo do Fluxo de Caixa dos Ativos

A partir das fórmulas desenvolvidas nos subcapítulos 5.1.1.1, 5.1.1.2 e 5.1.1.3 é possível chegar à demonstração da Tabela 10

Tabela 10 – Cálculo do Fluxo de Caixa dos Ativos.

Lucro Antes de Juros e Impostos (EBIT)
(-) Imposto de Renda e CSLL (Simples)
(=) Lucro Operacional Líquido de Impostos (NOPLAT)
(+) Depreciação e Amortizações
(-) Investimentos de Capital (CAPEX)
(-) Variação do Capital de Giro
(=) Fluxo de Caixa Livre da Empresa (FCFF)

Fonte: Ross (Adaptado) [21].

5.1.2 Fluxo de Caixa para o Acionista

Enquanto os fluxos de caixa da empresa medem os fluxos de caixa para todos os detentores de direitos no negócio, os fluxos de caixa para o patrimônio líquido concentram-se apenas nos fluxos de caixa recebidos por investidores em ações nesse negócio. Consequentemente exigem estimativas de fluxos de caixa para credores e outros detentores de direitos fora do patrimônio líquido no negócio. No sentido mais estrito, o único fluxo de caixa que os investidores em ação recebem da empresa são os dividendos, sendo assim possível elaborar as avaliações em torno dos dividendos pagos [16].

O cálculo do fluxo de caixa para o acionista já foi demonstrado no Quadro 14. A partir daquele método são desenvolvidas as projeções para os 20 anos de operação da usina fotovoltaica.

5.2 Proporção Dívida e Patrimônio Líquido

Para estimar a proporção de capital próprio empregado no projeto e capital de terceiros (bancos privados e públicos) será tomada como referência o nível de endividamento de duas empresas que atuam com geração de energia através de fontes renováveis, CPFL Energia (que está em fase de implantação de parques fotovoltaicos) e Renova Energia. Apesar de as duas empresas gerarem energia elétrica através de geradores eólicos, pode-se utilizar o mesmo padrão de risco e endividamento, pois ambas energias ainda são apostas no Brasil, apesar de a energia eólica estar em fase avançada de consolidação.

Analisando os balanços patrimoniais disponíveis nos sites de relacionamento com os investidores destas duas empresas, percebe-se que há uma enorme discrepância entre a política de financiamento das obras das duas companhias. Na CPFL Energia de todo o capital investido apenas 25,8% [22] é de origem acionária (o restante é proveniente de empréstimos e dívidas). Já os sócios da Renova Energia contribuíram com quase 50% [23] de todo o capital investido pela companhia. Dada esta grande diferença não é possível tomar um padrão de endividamento, e desta forma, no capítulo 0 serão realizadas simulações com estruturas de dívida variadas, afim de compreender melhor qual a influência da dívida no desempenho do empreendimento.

Também vale destacar que se está considerando que o capital investido que não pertence aos sócios será proveniente do BNDES em condições de empréstimos semelhantes às realizadas para a Renova Energia, conforme pode ser observado no Quadro 17.

Desta maneira o custo da dívida será o valor da TJLP (Taxa de Juros de Longo Prazo), que tem caído ao longo dos últimos sete anos e se manteve estável em 5% a.a. em 2013 [24], somada ao prêmio médio ponderado dos financiamentos recebidos pela Renova, sendo estes calculados pela Equação (5), como a soma dos recursos captados, multiplicados pela taxa variável aplicada a esta quantia, e o total das somas das multiplicações dividida pelo total de recursos captados, resultando em uma taxa composta total equivalente à TJLP + 2,38% a.a. (foram considerados apenas os recursos captados junto ao BNDES).

$$t(\%) = \frac{\sum(Taxas \times Recurso \text{ Captado})}{\sum Recurso \text{ Captados}} \quad (5)$$

Quadro 17 – Configuração de Dívida: Renova Energia.

Contrato	Taxas	Recursos Captados
BNDES Salvador Eólica	TJLP + 1,92%	R\$ 628.159.000,00
BNDES (subcrédito social)	TJLP	R\$ 2.854.000,00
BNDES Bahia Eólica	TJLP + 2,18%	R\$ 310.007.000,00
BNDES (subcrédito social)	TJLP	R\$ 2.668.000,00
BNDES Nova Renova	TJLP + 2,98%	R\$ 613.077.000,00
BNB	9,5% a.a.	R\$ 103.512.000,00
Debêntures	123,45% do CDI	R\$ 328.696.000,00

Adaptado de *Release de Resultados 3T13* [23].

A projeção do desempenho financeiro será feita através do método de amortizações variáveis, sendo priorizado o pagamento dos juros, e com o restante do lucro operacional serão pagas as parcelas da dívida ao longo dos 20 anos. A taxa praticada é de 7,38% a.a. (TJLP a 5% a.a. + 2,38% a.a.) com carência de um ano. As projeções serão apresentadas no capítulo 7, quando serão aplicadas as estruturas de capital da CPFL Energia e Renova Energia, assim como também outras configurações para melhor entendimento da dinâmica de alavancagem.

5.3 Receita Bruta e Tarifa Contratada

A proposição e realização de leilões específicos para a energia solar apresentam desafios sobre a curva de preços, que tem relação com o prazo para que se torne efetivamente competitiva. Ela pode ser ilustrada com o sucesso da viabilização da energia eólica a partir de leilões: partindo de preços na faixa de 145 a 155 R\$/MWh em 2009 obtidos em um leilão de reserva realizado especificamente para energia eólica, eles baixaram para a faixa de 120 a 140 R\$/MWh nos leilões realizados em 2010, e 100 a 105 R\$/MWh nos leilões realizados em 2011, quando consagrou-se competitiva [20].

Desta maneira, a projeção anual da receita bruta para a usina fotovoltaica instalada em um hectare utilizando como valor de contrato o preço máximo de cada faixa de valores obtido para energia solar é apresentada no Quadro 18, assim como também um somatório da energia e receita bruta gerada, sem ajuste a valor presente ou amortizações. Os valores mostrados para geração bruta da tabela são obtidos através da soma das gerações mensais de energia ao longo de um ano levando em conta a irradiação média diária com base mensal

fornecida pelo Open Energy Information [18], as temperaturas mensais ao longo do ano fornecidas pelo INMET [19], os dados do painel Bosch, adquiridos no próprio manual do equipamento, as Equações (1) e (2) .

Quadro 18 – Receita Bruta Projetada para 20 anos de operação à Tarifa constante.

Ano	Geração Bruta Total (MWh)	Receita Bruta Tarifa de 155,00 R\$/MWh	Receita Bruta Tarifa de 140,00 R\$/MWh	Receita Bruta Tarifa de 105,00 R\$/MWh
0	3.203,14	R\$ 496.486,29	R\$ 448.439,23	R\$ 336.329,42
1	3.174,67	R\$ 492.074,50	R\$ 444.454,39	R\$ 333.340,79
2	3.146,46	R\$ 487.701,91	R\$ 440.504,95	R\$ 330.378,72
3	3.118,50	R\$ 483.368,18	R\$ 436.590,62	R\$ 327.442,96
4	3.090,79	R\$ 479.072,96	R\$ 432.711,06	R\$ 324.533,29
5	3.063,33	R\$ 474.815,90	R\$ 428.865,98	R\$ 321.649,48
6	3.036,11	R\$ 470.596,68	R\$ 425.055,06	R\$ 318.791,30
7	3.009,13	R\$ 466.414,94	R\$ 421.278,01	R\$ 315.958,51
8	2.982,39	R\$ 462.270,37	R\$ 417.534,53	R\$ 313.150,89
9	2.955,89	R\$ 458.162,62	R\$ 413.824,30	R\$ 310.368,23
10	2.929,62	R\$ 454.091,38	R\$ 410.147,05	R\$ 307.610,29
11	2.903,59	R\$ 450.056,31	R\$ 406.502,47	R\$ 304.876,85
12	2.877,79	R\$ 446.057,10	R\$ 402.890,28	R\$ 302.167,71
13	2.852,22	R\$ 442.093,42	R\$ 399.310,19	R\$ 299.482,64
14	2.826,87	R\$ 438.164,97	R\$ 395.761,91	R\$ 296.821,43
15	2.801,75	R\$ 434.271,42	R\$ 392.245,16	R\$ 294.183,87
16	2.776,85	R\$ 430.412,48	R\$ 388.759,66	R\$ 291.569,74
17	2.752,18	R\$ 426.587,82	R\$ 385.305,13	R\$ 288.978,85
18	2.727,72	R\$ 422.797,15	R\$ 381.881,30	R\$ 286.410,97
19	2.703,48	R\$ 419.040,16	R\$ 378.487,89	R\$ 283.865,92
20	2.679,46	R\$ 415.316,56	R\$ 375.124,64	R\$ 281.343,48
Total	61.611,96	R\$ 9.549.853,13	R\$ 8.625.673,79	R\$ 6.469.255,34

5.4 Escolha de Regime de Tributação e encargos

Por se tratar de uma empresa cujo faturamento é muito baixo, a usina fotovoltaica será enquadrada no sistema de tributação pelo Simples Federal.

Simples Federal é uma forma especial de tributação que a Receita Federal criou para beneficiar micro e pequenas empresas, conforme estabelecido pela respectiva legislação. Micro e pequenas empresas com faturamento anual até R\$2.400.000,00 e enquadradas no Simples Federal poderão recolher impostos federais (IR, CSLL, PIS, COFINS e IPI) de forma

unificada, com alíquotas de 3,0% até 12,6% sobre seu faturamento (ver Quadro 19). Quando se tratar de contribuinte do IPI as alíquotas serão acrescidas de 0,5% [27].

Quadro 19 – Tabela de tributação pelo Simples Nacional.

Enquadramento	Faturamento		Percentual Aplicável Sobre a Receita Bruta
	R\$ 0,00	R\$ 60.000,00	
Microempresa (ME)	R\$ 60.000,01	R\$ 90.000,00	3,00%
	R\$ 90.000,01	R\$ 120.000,00	4,00%
	R\$ 120.000,01	R\$ 240.000,00	5,40%
	R\$ 240.000,01	R\$ 360.000,00	5,80%
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	R\$ 360.000,01	R\$ 480.000,00	6,20%
	R\$ 480.000,01	R\$ 600.000,00	6,60%
	R\$ 600.000,01	R\$ 720.000,00	7,00%
	R\$ 720.000,01	R\$ 840.000,00	7,40%
	R\$ 840.000,01	R\$ 960.000,00	7,80%
	R\$ 960.000,01	R\$ 1.080.000,00	8,20%
	R\$ 1.080.000,01	R\$ 1.200.000,00	8,60%
	R\$ 1.200.000,01	R\$ 1.320.000,00	9,00%
	R\$ 1.320.000,01	R\$ 1.440.000,00	9,40%
	R\$ 1.440.000,01	R\$ 1.560.000,00	9,8%
	R\$ 1.560.000,01	R\$ 1.680.000,00	10,20%
	R\$ 1.680.000,01	R\$ 1.800.000,00	10,60%
	R\$ 1.800.000,01	R\$ 1.920.000,00	11,00%
	R\$ 1.920.000,01	R\$ 2.040.000,00	11,40%
	R\$ 2.040.000,01	R\$ 2.160.000,00	11,80%
	R\$ 2.160.000,01	R\$ 2.280.000,00	12,20%
R\$ 2.280.000,01	R\$ 2.400.000,00	12,60%	

NCNET – Tabelas Simples (Adaptado) [27].

5.5 Benefício tributário do pagamento de juros

Segundo Damodaran [16], os juros são dedutíveis de imposto e a economia resultante reduz o custo da tomada de empréstimo para empresas. Ao avaliar essa vantagem fiscal, deve-se ter em mente que as despesas com juros devem ser contrabalanceadas com o dólar marginal de lucro, e a vantagem fiscal deve, portanto, ser calculada utilizando-se a alíquota marginal de imposto de renda. A Equação (6) demonstra o cálculo do benefício fiscal da dívida:

$$D_{BF} = D \times (1 - T) \quad (6)$$

Onde:

-T é a alíquota marginal de imposto de renda;

- D é o custo da dívida;

- D_{BF} é o custo da dívida após benefício fiscal.

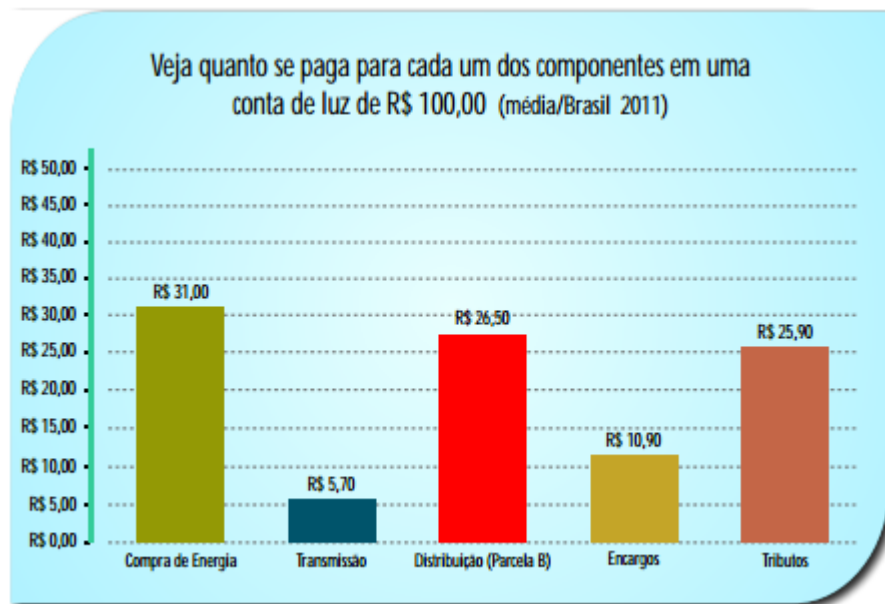
Analisando a Equação (6) , e verificando os valores calculados na Equação (5) , é possível desenvolver uma equação para representar o benefício fiscal do pagamento de juros, representada pela Equação (7) , contudo os resultados não são aplicáveis para este estudo, visto que o regime de tributação escolhido é o simples, no qual as contribuições e descontos são subtraídas diretamente do faturamento bruto, mas que pode exercer forte pressão em uma empresa de porte maior cujo regime de tributação seja pelo método presumido ou real, visto que acarretará ganhos de eficiência de capital.

$$\mathbf{Beneficio\ Fiscal = Juros\ Pagos \times (1 - T)} \quad (7)$$

5.6 Projeção de Custos Operacionais

Além do regime de tributação a usina está sujeita às taxas e contribuições específicas do setor, que serão tratadas como despesas operacionais, pois em sua maioria são diretamente proporcionais à capacidade de geração, quantidade e qualidade de energia disponibilizada. Antes de detalhar a quais tributos a usina estará sujeita vale a pena observar a Figura 10 que representa a composição de uma fatura de energia elétrica residencial em 2011, e fazer uma breve reflexão sobre a estrutura final que chega aos consumidores.

Figura 10 – Composição da fatura de energia elétrica residencial em 2011.



Extraído de Informativo da ANEEL [29].

5.6.1 *TUSD – Tarifa de Utilização do Sistema de Distribuição*

Conforme citado pela ABINEE [20]: "A RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº482, DE 17 DE ABRIL DE 2012, alterou a Resolução Normativa nº77, de 18 de Agosto de 2004 da seguinte forma:

- (i) Para a fonte solar referida fica estipulado o desconto de 80% (oitenta por cento), para os empreendimentos que entrarem em operação comercial até 31 de Dezembro de 2017, aplicável nos 10 (dez) primeiros anos de operação da usina, nas tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição – TUST e TUSD, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada.
- (ii) Este desconto de que trata o caput, será reduzido para 50% (cinquenta por cento) após o décimo ano de operação da usina.

- (iii) Os empreendimentos que entrarem em operação comercial após 31 de Dezembro de 2017 farão jus ao desconto de 50% (cinquenta por cento) nas referidas tarifas.”

Tomando por base a TUSD para classe B1-Residencial, seria necessário desembolsar R\$149,16 por MWh transmitido. Porém, valendo-se da resolução citada acima, o custo efetivo fica em 29,83 R\$/MWh nos primeiros 10 anos de operação e de aproximadamente 74,58 R\$/MWh nos anos subsequentes.

5.6.2 TFSEE – Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica

Foi instituída pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Equivale a 0,5% do benefício econômico anual auferido pela concessionária, permissionária ou autorizado do Serviço Público de Energia Elétrica. Seu valor anual é estabelecido pela ANEEL com a finalidade de constituir sua receita, para a cobertura do custeio de suas atividades. Para o segmento de geração e transmissão (produtores independentes, autoprodutores, concessionários, permissionários) o valor é determinado no início de cada ano civil, e para os distribuidores, o cálculo se dá a cada data de aniversário da concessão. Os valores estabelecidos em resolução são pagos mensalmente em duodécimos e sua gestão fica a cargo da ANEEL [30].

Através da Lei nº 12.783 de 11 de Janeiro de 2013 foi reduzida a TFSEE de 0,5% para 0,4%. O valor anual do benefício anual decorrente da exploração da atividade de geração de energia relativo ao ano de 2013 ficou estipulado em R\$ 484,21 por kWp (Quilowatt instalado), conforme Despacho Nº 101 [31]. Contudo, como foi suposto que a usina começaria a operar nos próximos anos, é necessário projetar o crescimento desta taxa a partir da base histórica apresentada no Quadro 20. Para o ano de 2014 o valor esperado para taxa de exploração é de 531,27 R\$/KWp, obtido através da multiplicação da taxa de benefício decorrente da exploração da atividade de geração no ano de 2013 pela média histórica de crescimento da taxa, resultando em um valor para a taxa de fiscalização de 2,12 R\$/KWp. No caso da usina de geração fotovoltaica, cuja potência instalada é equivalente à 1129KW, o valor a ser pago seria de aproximadamente R\$2.400,22 no ano de 2014. Para os anos seguintes é considerada a perda de eficiência nominal dos painéis (à taxa de 0,896% a.a.) no cálculo da potência instalada, como pode ser visualizado no Quadro 21.

Quadro 20 – Evolução do crescimento da taxa de exploração cobrada.

Ano de Referência	Taxa cobrada pelo Benefício de Exploração (R\$/KW)
2008	303,78
2009	335,42
2010	363,60
2011	385,73
2012	418,39
2013	484,21
Taxa de Crescimento Médio Acumulado (%a.a.)	9,72%

Nota Técnica ANEEL (Adaptado) [32].

Quadro 21 – Projeção dos pagamentos anuais da TFSEE.

ANO	Potência Instalada (KWp) - Perda de Eficiência de 0,896%a.a.	Projeção da Taxa de Exploração de Geração de E. E. – Crescimento de 9,72%a.a.	TFSEE (0,4%*KWp*Taxa Exploração)
0	1.129,47	R\$ 531,27	R\$ 2.400,22
1	1.119,35	R\$ 582,91	R\$ 2.609,93
2	1.109,33	R\$ 639,57	R\$ 2.837,96
3	1.099,39	R\$ 701,73	R\$ 3.085,91
4	1.089,54	R\$ 769,94	R\$ 3.355,53
5	1.079,78	R\$ 844,78	R\$ 3.648,70
6	1.070,10	R\$ 926,89	R\$ 3.967,49
7	1.060,52	R\$ 1.016,99	R\$ 4.314,13
8	1.051,02	R\$ 1.115,84	R\$ 4.691,06
9	1.041,60	R\$ 1.224,30	R\$ 5.100,91
10	1.032,27	R\$ 1.343,30	R\$ 5.546,58
11	1.023,02	R\$ 1.473,87	R\$ 6.031,19
12	1.013,85	R\$ 1.617,13	R\$ 6.558,13
13	1.004,77	R\$ 1.774,31	R\$ 7.131,12
14	995,77	R\$ 1.946,78	R\$ 7.754,17
15	986,85	R\$ 2.136,01	R\$ 8.431,65
16	978,01	R\$ 2.343,62	R\$ 9.168,32
17	969,24	R\$ 2.571,43	R\$ 9.969,36
18	960,56	R\$ 2.821,37	R\$ 10.840,39
19	951,96	R\$ 3.095,60	R\$ 11.787,51
20	943,43	R\$ 3.396,50	R\$ 12.817,39

5.6.3 PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes de Energia Alternativa

Foi instituído pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, tem o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis na produção de energia elétrica no país, tais como: energia eólica (ventos), biomassa e pequenas centrais hidrelétricas. A cada final de ano, com base na Resolução Normativa nº 127, de 6 de dezembro de 2004, a ANEEL publica as cotas anuais de energia e de custeio a serem pagas em duodécimos, por todos os agentes do Sistema Interligado Nacional (SIN) que comercializam energia com o consumidor final ou que pagam pela utilização das redes de distribuição, calculadas com base na previsão de geração de energia das usinas integrantes do PROINFA e nos referentes custos apresentados no Plano Anual específico elaborado pela ELETROBRÁS. São excluídos deste rateio os consumidores integrantes da Subclasse Residencial Baixa Renda. Sua gestão fica a cargo da ELETROBRÁS- Centrais Elétricas Brasileiras [30].

Não é aplicável à geração fotovoltaica.

5.6.4 CDE – Conta de Desenvolvimento Energético

Foi criada pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, com a finalidade de prover recursos para: i) o desenvolvimento energético dos Estados; ii) a competitividade da energia produzida a partir de fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, gás natural e carvão mineral, nas áreas atendidas pelos sistemas elétricos interligados; iii) promover a universalização do serviço de energia elétrica em todo o território nacional. Os recursos são provenientes: (i) dos pagamentos anuais realizados a título de Uso de Bem Público – UBP, estabelecidos nas concessões de geração; (ii) multas aplicadas pela ANEEL; e (iii) dos pagamentos de cotas anuais por parte de todos os agentes que comercializem energia elétrica com o consumidor final no Sistema interligado Nacional, com base nos valores da CCC dos sistemas interligados referentes ao ano de 2001, atualizados anualmente pelo crescimento de mercado e pelo IPCA. Sua gestão fica a cargo do Ministério de Minas e Energia e da ELETROBRÁS [30].

Não é aplicável à geração.

Recentemente a Nota Técnica nº 409/2012 [33] promoveu algumas alterações quanto à metodologia de cálculo das parcelas pagas pelas comercializadoras. Uma das alterações mais

significativas é que a conta de desenvolvimento energético será uma das financiadoras de outras contas e programas, conforme pode ser visto no Quadro 22.

Quadro 22 – Balanço de Receitas e Despesas da CDE.

Receitas	Despesas
Quotas Anuais CDE	Tarifa Social
Multas ANEEL	Programa Luz para Todos
Quotas UBP	Dispêndios CCC
Aporte Tesouro Nacional	Carvão Mineral
Quotas RGR	Reversão de Ativos
Transferência Saldo RGR	
Saldo CDE	

Nota Técnica nº409/2012 (Adaptado) [33].

5.6.5 Resumo de tarifas aplicáveis

Sendo assim, a usina de geração fotovoltaica terá que retirar das receitas os montantes referentes ao pagamento das tarifas de:

- (i) TUSD;
- (ii) TFSEE.

5.7 Despesas Gerais e Administrativas

Considerando a área reduzida de operação (um hectare), o tipo de operação e a necessidade de uma estrutura enxuta de gastos, é considerado que para manter a usina operante e eficiente ao longo dos 20 anos de contrato projetado, será necessária a realização de manutenções periódicas, tais como limpeza dos painéis, inversores, reaperto de cabos e conexões e reposicionamento dos painéis ao longo dos anos, caso necessário. Desta maneira, a maneira mais simples de projetar estes gastos com serviços simples como reaperto e limpeza e serviços técnicos um pouco mais complexos como a substituição de um inversor ou projeto de um novo arranjo de painéis é através da contratação de uma prestadora de serviços.

Durante pesquisa foram encontradas empresas capacitadas para tal tarefa, que já trabalham com prestação de serviços que envolvem *no-breaks* e bancos de baterias, mas dado o caráter acadêmico do trabalho as empresas se recusaram a fornecer um orçamento. Desta

maneira foi estimado o gasto anual com o contrato de manutenção como sendo R\$ 52.200,00, (detalhado na Tabela 11).

Tabela 11 – Projeção de gastos com funcionários terceirizados anualmente.

Funcionário	Quantidade	Salário Base (40h/semana)	Carga Horária Semanal	Despesa Mensal	Total Anual
Técnico Eletricista	1	R\$ 3.000,00	20	R\$ 1.500,00	R\$ 18.000,00
Operador de Limpeza	1	R\$ 1.500,00	40	R\$ 1.500,00	R\$ 18.000,00
Engenheiro	1	R\$ 6.000,00	4	R\$ 600,00	R\$ 7.200,00
Administração e Contratos	1	R\$ 3.000,00	10	R\$ 750,00	R\$ 9.000,00
TOTAL					R\$ 52.200,00

5.8 Depreciação

Depreciação é a alocação sistemática do valor depreciável de um ativo ao longo da sua vida útil, ou seja, o registro da redução do valor dos bens pelo desgaste ou perda de utilidade por uso, ação da natureza ou obsolescência [25].

A depreciação do ativo se inicia quando este está disponível para uso, ou seja, quando está no local e em condição de funcionamento na forma pretendida pela administração. A depreciação não cessa quando o ativo se torna ocioso ou é retirado do uso normal, a não ser que o ativo esteja totalmente depreciado [25].

Na Tabela 12 é demonstrada a perda de valor contábil ao longo do tempo com base na IN-SRF nº 162/98 disponível pelo FISCONE [26].

Tabela 12 – Depreciação Contábil dos bens envolvidos no projeto

Ítem	Referência NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul)	Custo de Aquisição	Vida Útil (anos)	Taxa de depreciação (%a.a.)	Depreciação Anual
Painéis Fotovoltaicos	Não classificado	R\$ 4.498.786,47	25	4%	R\$ 179.951,46
Inversores de Frequência	8504	R\$ 1.130.912,99	10	10%	R\$ 113.091,30
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	8543	R\$ 497.925,02	10	10%	R\$ 49.792,50
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	Demais Bens	R\$ 536.683,42	10	10%	R\$ 53.668,34
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	-	R\$ 689.244,22	10	10% (Itens Não Diferenciáveis)	R\$ 68.924,42
Terras	-	R\$ 2.949,83	-	0%	R\$ 0,00

Adaptado de FISCONE [26].

5.9 Projeções para Usina no Rio Grande do Sul

As projeções de receitas e despesas para uma usina instalada na região de Alegrete – RS serão apresentadas na seção 7.8.

6 Análise de Investimento sob o enfoque financeiro. Uma rápida abordagem sobre CAPM, WACC e *Valuation*

Em geral quando é necessitado de algo, ou quando se pede alguma coisa para alguém, é cobrado o custo (ou preço) do bem em empréstimo somado à falta que este bem pode fazer enquanto não estiver disponível e o risco de não se obter este bem de volta. No mercado financeiro a avaliação de um investimento é feita de maneira muito semelhante à esta, contudo, com ferramentas que procuram tornar esta análise menos empírica.

6.1 CAPM – Capital Asset Pricing Model

Uma das ferramentas utilizadas para avaliar o risco de um ativo é pelo modelo CAPM (do inglês *Capital Asset Pricing Model*, ou modelo de precificação de ativos de capital) que define que o retorno esperado sobre um ativo é equivalente à taxa livre de risco (um título da dívida do governo, por exemplo) somado ao prêmio de exposição ao risco, ao prêmio por investimento em um país emergente com elevada influência estatal na economia e ao prêmio por investir em uma tecnologia não dominada no país. Este prêmio de exposição ao risco calculado pela covariância do ativo a ser investido em questão, com a variância do mercado como um todo, multiplicado pelo retorno médio do mercado diminuído da taxa livre de risco, assim como demonstrado na Equação (8).

$$R_a = R_f + \beta_a \times (R_M - R_f) + R_{Tecnologia} \quad (8)$$

Onde:

- R_a é o retorno esperado do ativo;

- R_f é a taxa livre de risco (*Risk Free Rate*);

- β_a é o indicador que correlaciona o desempenho do ativo em questão com o retorno do mercado como um todo;

- R_M é o retorno esperado de uma carteira composta por todos os ativos do mercado.

- $R_{Tecnologia}$ é a taxa cobrada por se expor ao risco de investir em uma tecnologia não dominada e cuja cadeia de valor têm sofrido grandes alterações ao longo dos anos.

A diferença ($R_M - R_f$) é denominada prêmio de risco pelo investimento em ações, cuja renda é variável, podendo o investidor ao abandonar a expectativa de ganhos elevados investir apenas em títulos de renda fixa. A seguir segue a metodologia utilizada para estimar estas variáveis.

6.1.1 Beta do Ativo - β_a

O beta do ativo (dado pela correlação da variação do ativo com a variação do índice padrão) é o retorno esperado pelo mercado para uma dada classe de ativos. Para o cálculo do beta irá ser utilizado apenas o desempenho da CPFL Energia, cujo banco de dados das cotações de fechamento diárias é disponibilizado gratuitamente pelo UOL Economia [35] e possui registros desde 2006. Será feita a correlação com o índice de fechamento diário do Índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa – sigla IBOV) também obtido junto ao UOL Economia [35].

O Índice Bovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro. Sua relevância advém do fato do Ibovespa retratar o comportamento dos principais papéis negociados na BM&FBOVESPA e também de sua tradição, pois o índice manteve a integridade de sua série histórica e não sofreu modificações metodológicas desde sua implementação em 1968 [36].

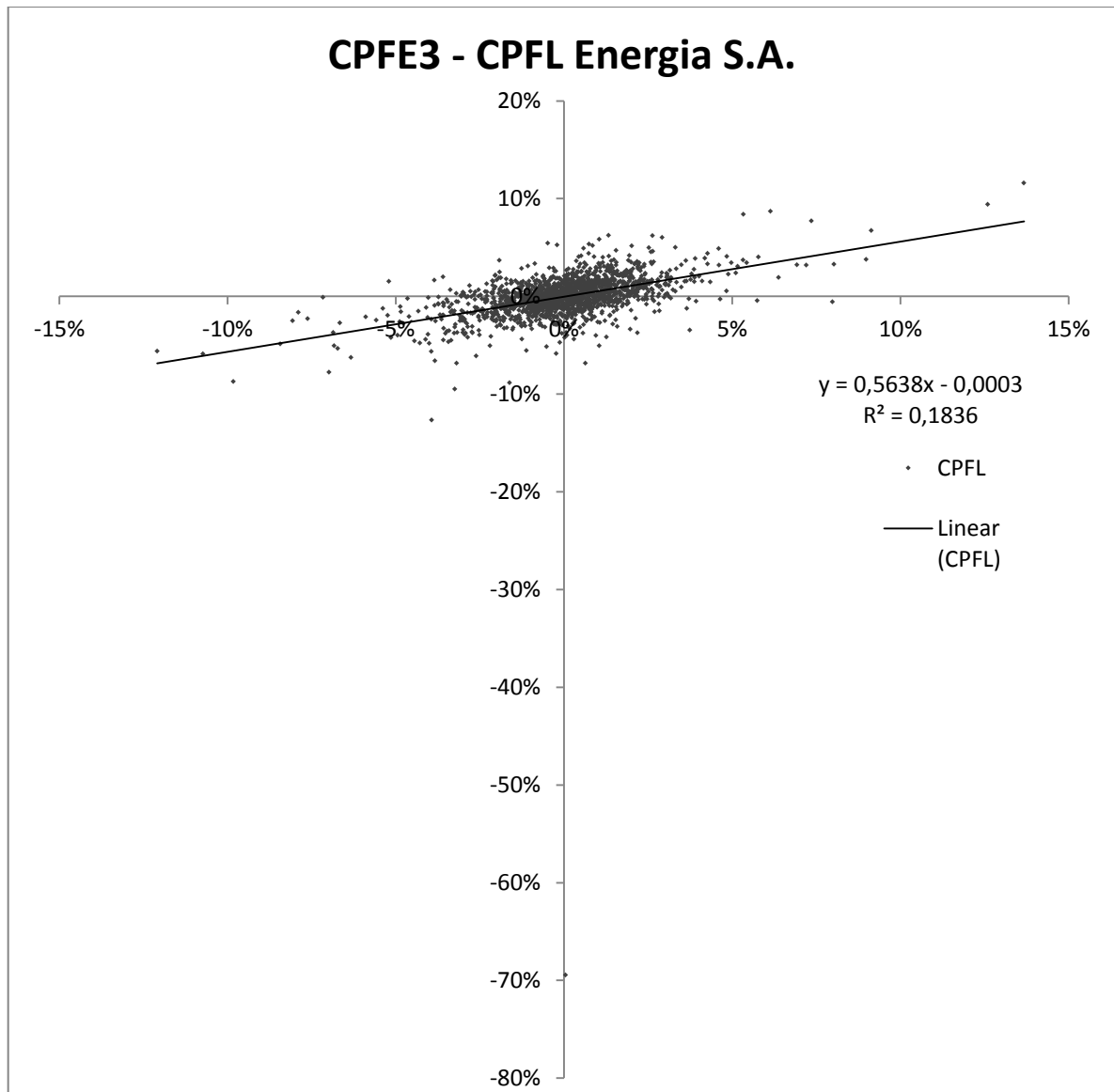
É o valor atual, em moeda corrente, de uma carteira teórica de ações constituída em 02/01/1968 (valor-base: 100 pontos), a partir de uma aplicação hipotética. Supõe-se não ter sido efetuado nenhum investimento adicional desde então, considerando-se somente os ajustes efetuados em decorrência da distribuição de proventos pelas empresas emissoras (tais como reinversão de dividendos recebidos e do valor apurado com a venda de direitos de subscrição, e manutenção em carteira das ações recebidas em bonificação). Dessa forma, o índice reflete não apenas as variações dos preços das ações, mas também o impacto da distribuição dos proventos, sendo considerado um indicador que avalia o retorno total de suas ações componentes [36].

Para o cálculo da variação do dia anterior (d-1) em relação ao dia do fechamento (d) é utilizada a Equação (9), pois através do logaritmo natural da divisão apresentada é possível compensar a distribuição não normal de cotações da curva, já que o menor valor possível para um ativo é zero e o maior é infinito.

$$\text{Variação} \left(\frac{d-1}{d} \right) = \ln \left(\frac{\text{Cotação}(d-1)}{\text{Cotação}(d)} \right) \quad (9)$$

Após realizar o cálculo da variação das cotações diárias da CPFL Energia (CPFE3) e do Índice Bovespa é utilizada a ferramenta gráfica do Microsoft Excel© para realizar a plotagem dos pares correspondentes dia-a-dia, desde 16 de Novembro de 2006, das variações do IBOV (eixo “x”) e das cotações da CPFL Energia (eixo “y”). Após isto, é utilizada a ferramenta matemática que insere uma linha de tendência do tipo reta. Segundo Ross, *et al* [21] o valor do coeficiente angular da equação da reta de correlação representa o quão influente é o mercado sobre o ativo, no caso o beta do ativo β_a . Neste caso, conforme visualizado na Figura 11, o valor do coeficiente angular é de aproximadamente 0,56. Isto significa que a cada 1% que o mercado elevar ou diminuir a cotação do IBOV os papéis da CPFE3 irão ser elevados ou diminuídos a uma proporção próxima de 0,56% do movimento, na mesma direção (dada que a correlação é positiva). É uma correlação baixa se comparada às correlações das ações de grandes companhias de outros setores, como Petrobras (PETR4) que cujo valor de beta fica em torno de 1,24.

Figura 11 – Gráfico de correlação IBOV x CPFE3 e Equação de correlação da reta.



6.1.2 Taxa Livre de Risco - R_f

É o retorno fornecido pelo investimento com menor risco possível no país. Em projeções das casas de investimento é comum se utilizar as taxas do T-Bond que são os cupons de dívida pública dos Estados Unidos da América e depois acrescentar as aproximações para refletir os riscos do país (taxas de Risco País). Neste estudo foi dada preferência à utilização dos títulos de longo prazo da dívida pública do Brasil (NTN-B Principal) com vencimento em 2035, que na data de 18 de Novembro de 2013 às 9h e 03

minutos estavam remunerando à taxa de IPCA (Índice de Preços ao Consumidos Amplo) + 6,16% a.a., conforme pode ser verificado no Quadro 23. Como todas as projeções futuras não estão considerando a evolução da inflação ao longo dos 20 anos de operação, os únicos dígitos que interessam ao estudo é a remuneração anual fixa de 6,16%, sendo este o valor utilizado para a taxa do investimento livre de risco (R_f).

Quadro 23 – Preços e Taxas dos títulos públicos disponíveis para compra.

Indexador	Título	Vencimento	Taxa (% a.a.)	Preço Unitário
IPCA	NTNB Principal	15/05/2019	5,74%	R\$ 1.719,42
	NTNB	15/08/2020	5,77%	R\$ 2.398,24
	NTNB Principal	15/08/2024	6,01%	R\$ 1.248,74
	NTNB	15/05/2035	6,07%	R\$ 2.320,19
	NTNB Principal	15/05/2035	6,16%	R\$ 648,42
	NTNB	15/08/2050	6,14%	R\$ 2.327,35
Prefixados	LTN	01/01/2016	11,70%	R\$ 791,34
	LTN	01/01/2017	11,95%	R\$ 703,85
	NTNF	01/01/2023	12,18%	R\$ 926,02
SELIC	LFT	07/03/2017	-0,02%	R\$ 5.835,80

Fonte: Tesouro Nacional (Adaptado) [37].

6.1.3 Retorno Esperado do Mercado - R_M

É o retorno esperado de uma carteira composta por todos os ativos do mercado, sendo que as perdas e ganhos são normalizados pela participação de cada ativo na carteira. Como foi utilizado o IBOVESPA para encontrar o beta do ativo, deve-se utilizar as projeções de retorno para a carteira do IBOVESPA como taxa de retorno do mercado. Desta maneira, será estimada esta taxa de retorno pela taxa de crescimento nos últimos 7 anos das cotações do índice. O retorno total no período seria de 29,86%, (cotação do índice em 14 de Novembro de 2013 dividida pela cotação do índice em 16 de Novembro de 2006) resultando em uma CAGR (Taxa Composta de Crescimento Anual, do inglês *Compound Annual Growth Rate*) de 3,80% a.a. desde 16/11/2006 (índice em 41.161,87 pontos) até 14/11/2013 (índice em 53.451,60 pontos).

6.1.4 Taxa por Tecnologia Não Dominada - $R_{Tecnologia}$

Este é o parâmetro mais difícil de estimar e que irá sofrer grandes variações entre classes de investidores, visto que é a estimativa mais empírica e dependente de experiências individuais das pessoas envolvidas no processo. Investidores estrangeiros que já aplicam em usinas fotovoltaicas irão, provavelmente, cobrar uma taxa inferior à dos investidores de setores diferentes como, por exemplo, um varejista ou investidor do agronegócio. Em consulta aos profissionais do setor financeiro, foi sugerida a utilização de uma taxa de retorno de 5% a.a. para este risco.

6.1.5 Consolidação: Retorno Esperado sobre Capital Próprio

Após estimativas e cálculos de todas as variáveis, resta executar o cálculo do retorno esperado do ativo aplicando a Equação (8), que resultará uma taxa de desconto de 9,83% a.a..

6.2 WACC – Weighted Average Cost of Capital

O custo WACC (Custo Médio Ponderado de Capital, do inglês *Weighted Average Cost of Capital*, tradução livre) é, como o próprio nome diz, uma média ponderada da taxa de desconto utilizada para trazer os fluxos de caixa do empreendimento à valor presente. Composto pela proporção de dívida e capital próprio no empreendimento e o custo que cada um destes recursos representa. Por exemplo, o custo de capital próprio do investimento calculado na seção 6.1 representaria em um investimento com 100% de capital próprio uma taxa de desconto equivalente ao seu custo, de 9,83% a.a., contudo, caso o projeto fosse financiado com a totalidade do capital captada de instituições financeiras, supondo que o grau de risco do investimento seja constante e independente da estrutura de dívida, a taxa de desconto seria a mesma taxa de juros paga aos credores (7,38% a.a.), calculada no subcapítulo 5.2.

Caso fosse optado pelo regime de tributação real, ainda haveria o benefício da dívida sobre a taxa de juros sobre capital de terceiros, mas este abatimento não é possível no Simples Nacional. Assim sendo, a Equação (10) representa o cálculo para chegar ao valor da taxa de desconto, onde CT representa o valor em reais do capital adquirido de terceiros, CP o valor

em reais do capital próprio investido (capital do acionista), k_D é o custo da dívida (7,38% a.a., calculada no subcapítulo 5.2) e R_a é a taxa de retorno cobrada pelos acionistas para realizar o investimento (9,83% a.a., calculada na seção 6.1). A taxa de retorno será dependente da proporção de capital próprio e dívida, sendo o seu cálculo desnecessário neste momento e postergado para o capítulo 7, onde serão realizadas as projeções dos fluxos de caixa e demonstrativos de resultado do investimento.

$$WACC = \frac{CT}{CP} \times k_D + \frac{CP}{CT} \times R_a \quad (10)$$

7 Resultados Projetados e Simulados

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos quando projetadas as receitas e despesas de uma usina fotovoltaica, alterando a estrutura de capital, a tarifa de energia elétrica contratada e as parcelas de pagamento da dívida. Ao final será feita uma breve análise da viabilidade do investimento através do método de fluxo de caixa descontado (do inglês *DCF – Discounted Cash Flow*).

7.1 Simulação 1 – 74,2% de endividamento e 155 R\$/MWh

Nesta primeira simulação será utilizada a estrutura de capital da CPFL Energia (74,2% de capital de terceiros) e a tarifa contratada igual a 155 R\$/MWh, valor equivalente aos primeiros contratos de energia eólica no Brasil, segundo estudo da ABINEE [20]. Nesta configuração, a receita bruta da usina já não seria capaz de cobrir os pagamentos dos juros incidentes sobre o empréstimo (aproximadamente R\$5,5 milhões). Acumulando um endividamento total de R\$ 16.287.959,25 ao longo dos 20 anos de operação e não justificando a projeção do DCF. A estrutura do Demonstrativo de Resultados dos primeiros 3 anos e dos últimos 3 anos se encontram no Quadro 25 e Quadro 26.

7.2 Simulação 2 – 50,0% de endividamento e 155 R\$/MWh

Nesta simulação é utilizada a estrutura de capital da Renova Energia (aproximadamente 50% de capital de terceiros) e a tarifa contratada igual a 155 R\$/MWh, valor equivalente aos primeiros contratos de energia eólica no Brasil, segundo estudo da ABINEE [20]. Nesta configuração, a receita bruta da usina seria capaz de cobrir os pagamentos dos juros incidentes sobre o empréstimo nos primeiros anos, contudo, o Lucro Operacional ainda é cerca de 2,8 vezes menor do que as despesas financeiras já no primeiro ano de operação, contando apenas os juros sobre o empréstimo. Desta forma a operação acaba acumulando um endividamento total de R\$ 10.069.337,30 ao longo dos 20 anos de operação, comprovando que não é possível praticar as mesmas taxas de geração para usinas fotovoltaicas às que são praticadas para usinas eólicas. A estrutura do Demonstrativo de Resultados dos primeiros 3 anos e dos últimos 3 anos se encontram no Quadro 27 e Quadro 28.

7.3 Simulação 3 – 0,0% de endividamento e 155 R\$/MWh

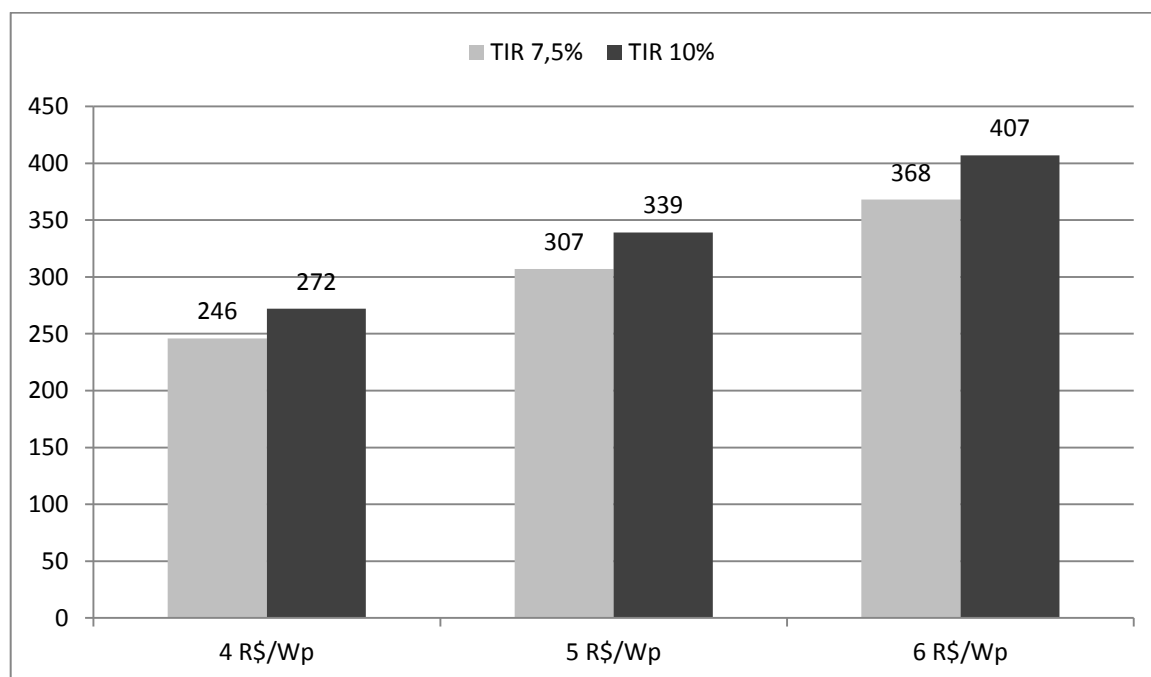
Caso seja possível, alguém poderia querer construir uma usina fotovoltaica apenas com recursos próprios. Neste caso, o não pagamento de juros sobre o empréstimo irá deixar um fluxo de caixa livre todo ano para os sócios. Desta maneira, o empreendimento gera lucro, mas é viável?

A análise apenas da geração ou não de lucro não é suficiente para qualificar o investimento como apropriado ou não, sendo esta decisão tomada com base no fluxo de caixa descontado. Como é possível verificar no Quadro 34, o DCF é positivo, mas o valor somado e descontado (R\$ 4.394.411,03) ainda é menor do que o investimento inicial de aproximadamente R\$ 7 milhões, logo, o investimento não é justificável à esta tarifa de energia, mesmo sem endividamento algum. Mas em nível de curiosidade, seguem as projeções para os primeiros e últimos anos de operação e fluxos de caixa (ver Quadro 29 ao Quadro 34). Nas próximas projeções serão alteradas a estrutura de capital e a tarifa contratada de energia elétrica até que seja encontrado um ponto de equilíbrio de operação no qual o empreendimento seja viável.

7.4 Simulação 4 – 75% de endividamento e 436 R\$/MWh

Para a configuração de 75% de capital de terceiros, o que equivale a um empréstimo de R\$ 5.517.376,46 o mínimo valor para a tarifa de fornecimento de energia elétrica que torna os fluxos de caixa futuros, descontados à valor presente equivalentes ao investimento inicial é de 436 R\$/MWh. Resultado o qual, próximo ao obtido pela ABINEE [20] (para o preço de venda de contratos de 25 anos com incentivos fiscais análogos aos oferecidos aos projetos de energia eólica, conforme ilustrado na Figura 12). Considerando que o custo de instalação projetado neste estudo ficou em torno de 6,51 R\$/Wp, enquanto que o valor máximo projetado pela ABINEE ficou em 6,00 R\$/Wp. Com a estrutura de capital de 75% de terceiros, o WACC assume o valor de 7,99% a.a. gerando um DCF de R\$ 7.383.329,82 após os 20 anos de operação. Ou seja, para a estrutura de capital da CPFL Energia, seria necessária uma tarifa inicial de operação 2,81 vezes maior do que a que foi oferecida para geração eólica nos primeiros contratos.

Figura 12 – Resultados obtidos pela ABINEE em estudo sobre a viabilidade da energia elétrica de fonte fotovoltaica.



Fonte: ABINEE (Adaptado) [20].

Do Quadro 35 ao Quadro 38 é possível verificar o desempenho da companhia ao longo dos 20 anos de operação.

7.5 Simulação 5 – 50% de endividamento e 378 R\$/MWh

Para a configuração de 50% de capital de terceiros, o que equivale a um empréstimo de R\$ 3.678.250,98 a tarifa de fornecimento de energia elétrica que torna os fluxos de caixa futuros, descontados a valor presente equivalentes ao investimento inicial é de 378 R\$/MWh. Nesta configuração de endividamento o WACC assume o valor de 8,61% a.a.. Os demonstrativos de resultados e resumo do fluxo de caixa descontado podem ser visualizados do Quadro 39 ao Quadro 42.

7.6 Simulação 6 – 25% de endividamento e 322 R\$/MWh

Para a configuração de 25% de capital de terceiros, o que equivale a um empréstimo de R\$ 1.839.125,49 a tarifa de fornecimento de energia elétrica que torna os fluxos de caixa

futuros, descontados a valor presente equivalentes ao investimento inicial é de 322 R\$/MWh. Nesta configuração de endividamento o WACC assume o valor de 9,22% a.a.. Os demonstrativos de resultados e resumo do fluxo de caixa descontado podem ser visualizados do Quadro 43 ao Quadro 46.

7.7 Simulação 7 – 0% de endividamento e 265 R\$/MWh

Para a configuração de 100% de capital próprio, a tarifa de fornecimento de energia elétrica que torna os fluxos de caixa futuros, descontados a valor presente equivalentes ao investimento inicial é de 265 R\$/MWh. Nesta configuração de endividamento o WACC assume o valor do custo de capital próprio, que é igual a 9,83% a.a.. Os demonstrativos de resultados e resumo do fluxo de caixa descontado podem ser visualizados do Quadro 47 ao Quadro 50.

7.8 Simulação 8 – Usina no Rio Grande do Sul: 0% de endividamento e 270 R\$/MWh

Quando é considerado que o investimento poderia ser realizado no Rio Grande do Sul, próximo à região de Alegrete, é necessário considerar que além da maior área de sombra devido à latitude, temperaturas e irradiação solar, também é necessário levar em conta o melhor dimensionamento do sistema, dada a grande variação da irradiação solar ao longo do ano, sendo este fator refletido na geração de energia elétrica. Este estudo não levou em consideração os ganhos e perdas devido ao dimensionamento para um sistema que opera em um clima com tamanha variabilidade, e os resultados apresentados a seguir podem apresentar erros de projeção mais elevados do que para a projeção na região de Lençóis na Bahia.

Feitas as devidas considerações, a tarifa de energia elétrica que justificaria um investimento no Rio Grande do Sul seria de no mínimo 270 R\$/MWh, valor 1,89% maior do que a tarifa mínima, sob mesma configuração de dívida (0%), para a região de Lençóis, contudo, o surpreendente é que a média anual de irradiação diária na região de Alegrete é em torno de 3% menor do que na região de Lençóis, havendo um ganho de eficiência não identificado. Mas como mencionado anteriormente, este valor pode ser elevado devido às dificuldades de projeto. Os demonstrativos de resultados e resumo do fluxo de caixa descontado podem ser visualizados do Quadro 51 ao Quadro 54.

7.9 Resumo das Simulações

Na Tabela 13 é possível verificar os resultados obtidos com as simulações anteriores.

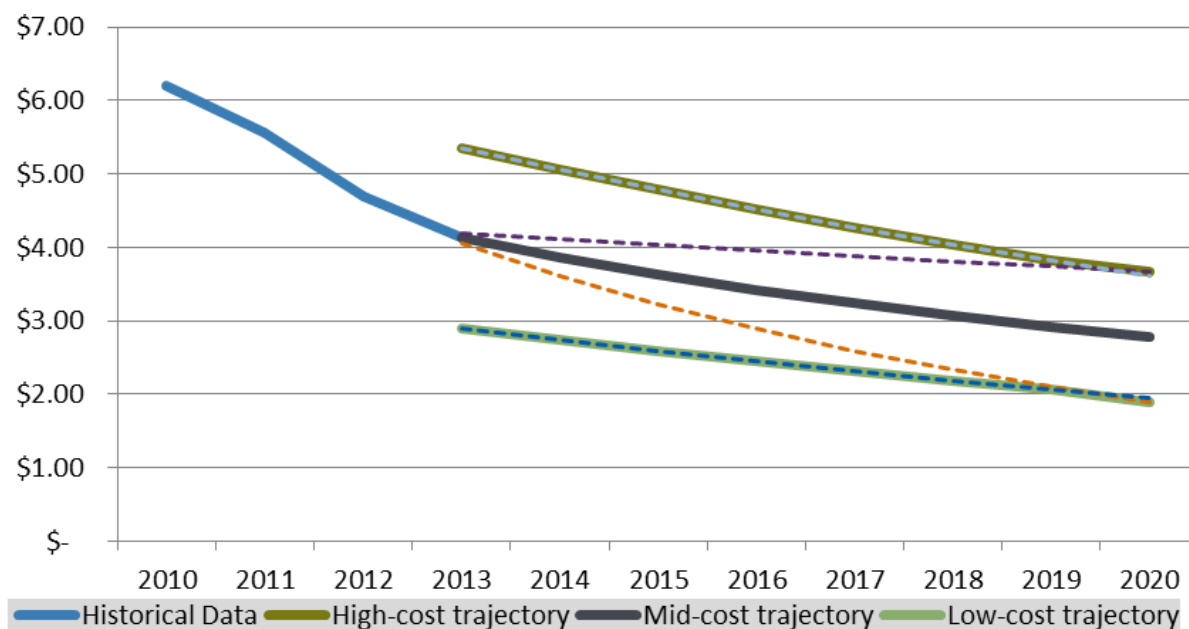
Tabela 13 – Resumo das Projeções.

Projeção	Endividamento (%)	WACC (%)	Tarifa Simulada (R\$/MWh)	Retorno para o Investidor é Positivo?
1	74,2%	8,01%	155,00	Não
2	50,0%	8,61%	155,00	Não
3	0,0%	9,83%	155,00	Não
4	75,0%	7,99%	436,00	Sim
5	50,0%	8,61%	378,00	Sim
6	25,0%	9,22%	322,00	Sim
7	0,0%	9,83%	265,00	Sim
8	0,0%	9,83%	270,00	Sim

8 Perspectivas para o setor

Segundo estudo da *Sustainable Energy Advantage* [40], os custos para instalação de usinas fotovoltaicas de larga escala com fins comerciais (potência instalada de 500kWp a 6.000kWp) irão cair do atual patamar de 2,90 a 4,00 \$/Wp para um patamar próximo à 2,00 \$/Wp, conforme Figura 13.

Figura 13 – Custos projetados para usinas fotovoltaicas com potência instalada entre 500kWp e 6.000 kWp em \$/Wp.



Fonte: *Sustainable Energy Advantage* (Adaptado) [40].

Apesar de não parecer atrativa num primeiro momento, a geração fotovoltaica pode se tornar muito competitiva com alguns incentivos estatais, na Alemanha, por exemplo, algumas usinas nucleares estão sendo desativadas devido ao fato que com a inserção de fontes renováveis na matriz, a tarifa praticada não remunera a operação das usinas nucleares do país. Desta maneira, é razoável esperar que no médio prazo, quando houver a sinergia entre incentivos direcionados à esta fonte e um melhor desempenho para nacionalização e produção em escala dos materiais utilizados, a geração fotovoltaica vai assumir um papel de destaque na matriz energética brasileira, levando em conta as dimensões continentais do país, a grande disponibilidade de área para produção próxima aos centros de consumo e ao baixo custo de aquisição de terras somado ao impacto ambiental reduzido.

9 Considerações Finais e Conclusões

Infelizmente os valores encontrados para que o investimento se torne viável a longo prazo sob a ótica do investidor financeiro é semelhante aos resultados estimados por outros estudos, como o realizado pela ABINEE [20], no qual a tarifa de energia elétrica também é superior a 300 R\$/MWh. Esta tarifa se deve muito ao elevado custo de aquisição dos painéis e à necessidade de sua troca quando próximo do fim da vida útil. Contudo este estudo foi muito conservador sob o ponto de vista da manutenção, trocas e no quesito da projeção da TFSEE, fazendo com que boa parte da receita do empreendimento fosse comprometida nos anos finais de operação, diminuindo assim, o fluxo de caixa livre.

Em contrapartida, se as despesas projetadas para operação foram elevadas, a taxa de desconto utilizada (o WACC) ficou em um patamar abaixo do imaginado no início do trabalho (provavelmente devido à baixa expectativa de retorno do mercado financeiro), sendo que este empreendimento acabou sendo um dos poucos que fica mais competitivo quando não há recursos externos alocados. Sendo esta afirmação refletida nas projeções com capital de terceiros em 25% e 0%,

O que é possível extrair deste trabalho é que existem muitas oportunidades neste segmento de mercado, em todos os níveis da cadeia produtiva, desde a fabricação dos painéis e inversores, passando pelos sistemas de monitoramento e despacho e atingindo até prestadores de serviço, que poderiam atender grandes parques ao mesmo tempo, com uma estrutura reduzida. Uma maior eficiência na produção dos módulos diminuiria consideravelmente o custo de instalação da usina, diminuindo conseqüentemente o custo de instalação e de necessidade de reinvestimento de capital para trocas de painéis e inversores que falharem ao longo da operação.

Sob a ótica do investidor financeiro, caso haja uma maior disponibilidade de mão-de-obra qualificada e maior domínio da tecnologia, a taxa de retorno sobre o risco, cobrada pelo risco do investimento seria menor, aumentando o valor do fluxo de caixa descontado ao valor presente. Do ponto de vista tecnológico, o aperfeiçoamento dos sistemas de monitoramento melhorariam a performance da operação, gerando maior quantidade de energia elétrica durante o período, otimizando o uso da área do empreendimento. E por fim, sob o ponto de vista de despesas operacionais, a maior presença desta fonte aumentaria a quantidade de prestadores de serviços, barateando as despesas gerais e administrativas (G&A).

E apesar de exigir uma tarifa elevada para operação, ainda assim o despacho de usinas fotovoltaicas é um investimento mais atrativo financeiramente do que o despacho de algumas usinas à base de combustíveis fósseis, sem levar em conta os benefícios ambientais desta troca de fonte de energia durante o período diurno. Pois além dos fatos mencionados anteriormente, por se tratar de uma fonte de energia disponível em toda superfície do planeta e cujos pontos de irradiação máxima, no Brasil, são próximos dos grandes centros urbanos, usinas de geração fotovoltaica poderiam ser instaladas próximas dos mercados consumidores, reduzindo a necessidade de investimento em malhas de transmissão e o impacto ambiental resultante da construção e ampliação das mesmas.

E por fim, como o Brasil é beneficiado por elevadas densidades de irradiação em grande parte do seu território, usinas de geração fotovoltaica são alternativas limpas e seguras para geração de energia elétrica. No caso deste estudo, a diferença do custo de instalação de uma usina em Lençóis, na Bahia, e em Alegrete, no Rio Grande do Sul, é de apenas um centavo por watt instalado, e a variação da tarifa de energia contratada é apenas 1,89% superior para o caso de não endividamento. Isto demonstra que além de um empreendimento viável economicamente, é um investimento replicável e sujeito a elevados ganhos de produção em escala.

Além de tudo, é essencial destacar que este trabalho é apenas uma estimativa para os valores reais de um empreendimento deste porte. Durante o estudo foram feitas muitas considerações que podem acabar se tornando falsas ao longo dos anos ou então dependendo da metodologia de projeto a ser utilizada. Um exemplo é o custo estimado dos inversores de frequência, que foram calculados com base em estudo de terceiros. É de se esperar que, caso o sistema fosse dimensionado adequadamente e todo o projeto dimensionado para o tamanho da aplicação, a estrutura de custos seria mais enxuta, podendo se tornar um investimento mais atrativo.

10 REFERÊNCIAS

- [1] WIKIPÉDIA – **Thomas Edison**. Disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Thomas_Edison > Acesso em: 07/09/2013.
- [2] CAMARGO, C.C. DE BRASIL – **Gerenciamento Pelo Lado da Demanda: Metodologia Para Identificação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica de Consumidores Residenciais**. Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação Eng. Produção - UFSC. Disponível em < <http://www.eps.ufsc.br/teses96/camargo/index/index.htm> >. Acesso em 19/11/2013.
- [3] EPE - **Empresa de Pesquisa Energética**. Disponível em < <http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx> > Acesso em: 07/09/2013.
- [4] COGEN, 2012. **Inserção da Energia Solar no Brasil**. São Paulo, 77p.
- [5] CEPEL-CRESESB, 1999. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 206p.
- [6] BEISER, A. **Modern Physics. An introductory survey**. Londres, Inglaterra, 1968.
- [7] RAMPINELLI, G. A., 2007. **Análise da Distribuição de Tensões Elétricas em uma Associação de Módulos de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede**. Dissertação de Mestrado, PROMEC, UFRGS.
- [8] ZILLES, R.; MACEDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S. H. F., 2012 **Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede Elétrica**. 1. Ed. São Paulo: Oficinas de Textos v.1. 208p.
- [9] REMMERS, K. H., **Inverter, Storage an PV System Technology: Industry Guide** 2013. Disponível em: <<http://www.pv-system-tech.com/>> Acesso em: 25/09/2013.
- [10] POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR, **Sundata**. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php#sundata>> Acesso em: 25/09/2013.
- [11] RÜTHER, R., **Edifício Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interliga à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis, 2004 114p.

- [12] FITZGERALD, A. E. *et al*, **Máquinas Elétricas**. 6. Ed. Bookman 643 p.
- [13] ABNT NBR 5410:2004, **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 209p.
- [14] PTTRENERGY: Matching Technologies and Opportunities: **Solar Photovoltaic Systems and Components**. Disponível em <http://www.pttrenenergy.upc.edu/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=215&Itemid=35>. Acesso em: 28/09/2013
- [15] ABNT NBR 5419:2001, **Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 32p.
- [16] DAMODARAN, A., **Avaliação de Empresas**. 2ªEd. Pearson Prentice Hall, 2007, 464p.
- [17] CHIGUERU, TIBA et al, **Atlas Solarimétrico do Brasil : banco de dados solarimétricos**. Editora Univeristária da UFPE, 2000, 111p.
- [18] OPENEI - **Solar: monthly and annual average direct normal (DNI), global horizontal (GHI), latitude tilt, and diffuse data and GIS data at 40km resolution for South America from NREL**. Disponível em <<http://en.openei.org/datasets/node/495>> Acesso em 8/10/2013.
- [19] INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. Acesso em 8/10/2013.
- [20] ABINEE – **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. Abinee, 2012, 176p.
- [21] ROSS, STEPHEN A., WESTERFIELD ,RANDOLPH W. e JORDAN, BREADFORD D. – **Princípios de Administração Financeira**. Editora Atlas S.A., 200, 2ªEd., 523p.
- [22] CPFL RELAÇÕES COM OS INVESTIDORES – **Resultados 2T13**. 13 de Agosto de 2013, disponível em <<http://www.cpfl.com.br/ri/>>. Acesso em 12/11/2013.
- [23] RENOVA ENERGIA INFORMAÇÕES FINANCEIRAS – **Releases e Resultados**. Disponível em <<http://renova.firbweb.com.br/#>>. Acesso em 12/11/2013.

- [24] BNDES – **Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP**. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Ferramentas_e_Normas/Custos_Financieiros/Taxa_de_Juros_de_Longo_Prazo_TJLP/>. Acesso em 12/11/2013.
- [25] Portal da Contabilidade – **Diferença Entre Depreciação e Amortização**. Disponível em <http://www.portaldecontabilidade.com.br/noticias/depreciacao_amortizacao.htm>. Acesso em 13/11/2013.
- [26] FISCONET – **Taxas de Depreciação de Bens do Ativo Imobilizado**. Disponível em <http://www.fisconet.com.br/user/agenda/divisao_4_tabelas_praticas/contabilidade_01_depreciacao_bens_ativo_imobilizado.htm>. Acesso em 13/11/2013.
- [27] Tabela de Incidência de Impostos – **Lucro Real – Presumido e Simples Federal**. Disponível em <<http://www.ncnet.com.br/contabil/tabelas/tabsimples.html>>. Acesso em 16/11/2013.
- [28] ANEEL – **Anexo : Resolução Homologatória nº 1434 (DIR)s** . Disponível em <http://www.aneel.gov.br/atosdodia_ReducacaoTarifaria/>. Acesso em 16/11/2013.
- [29] ANEEL – **Por Dentro da Conta de Energia, Informação de Utilidade Pública**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Por%20Dentro%20da%20Conta%20de%20Luz_pdf.pdf>. Acesso em 16/11/2013.
- [30] ANEEL – **Informações Técnicas**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=527>>. Acesso em 16/11/2013.
- [31] ANEEL – **DESPACHO Nº 101, DE 16 DE JANEIRO DE 2013**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/dsp2013101ti.pdf>>. Acesso em 16/11/2013.
- [32] ANEEL – **Nota Técnica nº11/2013-SRE/ANEEL**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ndsp2013101_1.pdf>. Acesso em 16/11/2013.
- [33] ANEEL – **Nota Técnica nº 409/2012-SER/ANEEL**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2012/101/documento/nota_tecnica_409_2012_cde_2013.pdf>. Acesso em 16/11/2013.

- [34] CCEE – **Encargos de Serviços de Sistema (ESS)**. Disponível em < http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/ess_contab?_afLoop=731307690294000#%40%3F_afLoop%3D731307690294000%26_adf.ctrl-state%3Dnxtwrnpe2_64>. Acesso em 16/11/2013.
- [35] UOL Economia – **Cotações**. Disponível em < <http://economia.uol.com.br/cotacoes/>>. Acesso em 18/11/2013.
- [36] BM&F Bovespa – **Índice Bovespa - Ibovespa**. Disponível em < <http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=Ibovespa&Opcao=0&idiona=pt-br>>. Acesso em 18/11/2013.
- [37] Tesouro Nacional – **Consulta Títulos On Line**. Disponível em < http://www3.tesouro.gov.br/tesouro_direto/consulta_titulos/consultatitulos.asp>. Acesso em 18/11/2013.
- [38] BOSCH – **Manual de Instruções e Dados Técnicos**. Disponível em < http://www.eudorasolar.com.br/catalogos/1%20-%20Painel%20Solar/BOSCH_M240-3BB.pdf>. Acesso em 19/11/2013.
- [39] BATISTA, JOEL A., LIMA, CARLOS R. C. – **A abordagem nebulosa nos processos de manutenção centrada em confiabilidade**. Disponível em < <http://www.revistaespacios.com/a13v34n04/13340402.html>>. Acesso em 21/11/2013.
- [40] SUSTAINABLE ENERGY ADVANTAGE, LLC – **Evaluation of Current Solar Costs and Needed Incentive Levels Across Market Segments**. Ano base 2013. Disponível em < <http://www.worldenergy.org/publications/>>. Acesso em 21/11/2013.
- [41] **Portal Vale Imóveis**. Disponível em < <http://www.portalvaimoveis.com.br/>>. Acesso em 09/10/2013.
- [42] **MF Rural**. Disponível em < <http://www.mfrural.com.br/>>. Acesso em 09/10/2013.
- [43] **Viva Anúncios**. Disponível em < <http://www.vivanuncios.com/>>. Acesso em 09/10/2013.

- [44] **Bom Negócio**. Disponível em < <http://www.bomnegocio.com/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [45] **Terras Bahia**. Disponível em < <http://www.terrasbahia.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [46] **Faz OnLine**. Disponível em < <http://www.fazonline.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [47] **Bolsa Rural**. Disponível em < <http://www.bolsarural.com/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [48] **Vieira Resende Imóveis**. Disponível em < <http://vieiraresendeimoveis-fazendas.blogspot.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [49] **OLX**. Disponível em < <http://www.olx.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [50] **Mercado Livre**. Disponível em < <http://www.mercadolivre.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [51] **Classificados Brasil**. Disponível em < <http://www.classificados-brasil.com/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [52] **Diário Imóveis**. Disponível em < <http://www.diarioimoveis.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [53] **Acores Imóveis**. Disponível em < <http://acoresimoveis.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [54] **Imobusca**. Disponível em < <http://www.imobusca.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [55] **Trovit Imóveis**. Disponível em < <http://imoveis.trovit.com.br/> >. Acesso em 09/10/2013.
- [56] PEREIRA, OSVALDO L.S. e GONÇALVES, FELIPE F. – **Dimensionamento de Inversores para Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica: Estudo de Caso do Sistema de Tubarão – SC**. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, Nº1, Sem.2008 pp-25-45.

[57] **NEOSOLAR ENERGIA.** Disponível em < <http://www.neosolar.com.br/loja/> >. Acesso em 22/11/2013.

[58] **DOMOSOLAR.** Disponível em < <http://www.domosolar.net/domotica/energia-fotovoltaica/>>. Acesso em 16/12/2013.

11 ANEXO I – Preços Médios de um hectare

Quadro 24 – Preço médio pesquisado para um Hectare nas Regiões de Interesse.

Código Estação Temperatura	Nome Estação	Pesquisa N°	Área (Ha)	Preço	R\$/Hectare	Média	Fonte
82983	Petrolina	1	12	270.000,00	R\$ 22.500,00	R\$ 25.961,54	http://www.portalvalemovéis.com.br/ímovel/196003/area-rural-venda-petrolina-pe-petrolinape
82983	Petrolina	2	13	260.000,00	R\$ 20.000,00		http://www.portalvalemovéis.com.br/ímovel/95903/area-rural-venda-petrolina-pe-petrolinape
82983	Petrolina	3	6,5	230.000,00	R\$ 35.384,62		http://www.portalvalemovéis.com.br/ímovel/65815/area-rural-venda-petrolina-pe-petrolinape
82979	Remanso	1	560	5.500.000,00	R\$ 9.821,43	R\$ 4.902,98	http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/fazendas-para-pecuaria-e-agricultura-116019.aspx
82979	Remanso	2	1280	6.000.000,00	R\$ 4.687,50		http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/fazendas-para-pecuaria-e-agricultura-116019.aspx
82979	Remanso	3	5000	1.000.000,00	R\$ 200,00		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+remanso/fazenda-barata-a-8-km-da-gua-em-remanso-ba/53716973
83184	Morro do Chapéu	1	172,5	600.000,00	R\$ 3.478,26	R\$ 3.476,88	http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+morro-do-chapeu/venda-de-fazenda-no-município-de-morro-do-chapeu-ba/60254845
83184	Morro do Chapéu	2	336	2.000.000,00	R\$ 5.952,38		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+morro-do-chapeu/fazenda-lindissima--chpada-diamantina/73613311
83184	Morro do Chapéu	3	150	150.000,00	R\$ 1.000,00		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_juazeiro_e_jacobina/fazenda_em_morro_do_chapeu_19707148.htm?
83076	Santa Rita de Cássia (Ibipetuba)	1	1000	500.000,00	R\$ 500,00	R\$ 1.269,53	http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe.aspx?cdp=39510&n_moca=fazendas-fazenda-em-santa-rita-de-cassia-ba-com-1000-ha
83076	Santa Rita de Cássia (Ibipetuba)	2	12227	16.000.000,00	R\$ 1.308,58		http://www.terrasbahia.com.br/s4/busca/resultados_cfm?urlcode=64EhHLe7dUbg
83076	Santa Rita de Cássia (Ibipetuba)	3	7500	15.000.000,00	R\$ 2.000,00		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_vitoria_da_conquista_e_barreiras/fazenda_7500_hectares_em_santa_rita_17742829.htm?
82975	Bom Jesus do Piauí	1	500	1.000.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 2.096,56	http://www.bomnegocio.com/piaui/regiao_de_pico_s_e_floriano/fazenda_no_sul_do_piaui_21056717.htm?
82975	Bom Jesus do Piauí	2	100000	65.000.000,00	R\$ 650,00		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+bom-jesus-piaui/as-fazendas-locaizadas-no-sul-do-piaui-na-regiao-mapitoba/70405825
82975	Bom Jesus do Piauí	3	1099	4.000.000,00	R\$ 3.639,67		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+bom-jesus-piaui/otima-area-de-agricultura-bruta-prox-da-bunge-da-quilombo-/59044197
83242	Lençóis	1	310	1.085.000,00	R\$ 3.500,00	R\$ 2.949,83	http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/2-fazendas-de-cafe-em-lencois-ba-totalizando-310-hectares-68099.aspx
83242	Lençóis	2	681	1.600.000,00	R\$ 2.349,49		http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/fazenda-malhada-verde-113778.aspx
83242	Lençóis	3	450	1.350.000,00	R\$ 3.000,00		http://www.fazonline.com.br/ímovéisRurais.asp?subProduto=13&uf=BA&negocio=&codigo=14969
83339	Caetité	1	104	250.000,00	R\$ 2.403,85	R\$ 1.861,89	http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_vitoria_da_conquista_e_barreiras/fazenda_em_tiarantim_104ha_17391463.htm?&last=1
83339	Caetité	2	242	270.000,00	R\$ 1.115,70		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_feira_de_santana_e_alagoinhas/fazenda_georeferenciada_50alqueires_caetite_16470820.htm?&last=1
83339	Caetité	3	193,6	400.000,00	R\$ 2.066,12		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_feira_de_santana_e_alagoinhas/fazenda_na_regiao_de_caetite_40_alqueires_16471057.htm?
83288	Bom Jesus da Lapa	1	1500	1.200.000,00	R\$ 800,00	R\$ 1.430,04	http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_vitoria_da_conquista_e_barreiras/fazenda_no_oeste_da_bahia_13693565.htm?
83288	Bom Jesus da Lapa	2	773	2.300.000,00	R\$ 2.975,42		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_vitoria_da_conquista_e_barreiras/fazenda_bela_canaa_773_0_ha_16339105.htm?&last=1
83288	Bom Jesus da Lapa	3	68	35.000,00	R\$ 514,71		http://comprar-vender.mfrrural.com.br/detalhe/fazenda-em-bom-jesus-da-lapa-ba-com-68-ha-83871.aspx
83236	Barreiras	1	1700	8.500.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.011,46	http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+barreiras/fazenda--otimo-preco-e-facilito/39171899
83236	Barreiras	2	14000	16.000.000,00	R\$ 1.142,86		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_feira_de_santana_e_alagoinhas/14_mil_hectares_fazenda_bahia_18038652.htm?
83236	Barreiras	3	1687	15.000.000,00	R\$ 8.891,52		http://www.bomnegocio.com/bahia/regiao_de_feira_de_santana_e_alagoinhas/fazenda_no_oeste_da_bahia_17348380.htm?
83379	Formosa	1	1151	12.000.000,00	R\$ 10.425,72	R\$ 10.309,87	http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+formosa/fazenda-de-238-alqueires-na-regiao-de-formosa-go-cod-380/68415831
83379	Formosa	2	193,6	1.080.000,00	R\$ 5.578,51		http://www.bomnegocio.com/goias/grande_goiania_e_anapolis/formoso_go_fazenda_40_alqueires_16626595.htm?
83379	Formosa	3	174,2	2.600.000,00	R\$ 14.925,37		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+formosa/36-alq--78km-do-df--so-culturao--/80236180
83376	Pirenópolis	1	30	450.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 11.717,95	http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+pirenopolis/chacara-no-cruzamento-br414--go338/57174844
83376	Pirenópolis	2	13	249.000,00	R\$ 19.153,85		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-fazendas+pirenopolis/chacara-em-pirenopolis-goias/60838530
83376	Pirenópolis	3	500	500.000,00	R\$ 1.000,00		http://vender-sítios.vivanuncios.com/vender-

							fazendas+pirenopolis/fazenda-em-pirenopolis/41151065
83526	Catalão	1	2,1	26.000,00	R\$ 12.380,95	R\$ 11.021,16	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+anapolis/chacara-em-anapolis-2-100m2-por-r-26mil/84017794
83526	Catalão	2	29	450.000,00	R\$ 15.517,24		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+catalao/sitio-6-0-alqueires-com-sede-boa-e-bastante-agua-78198607
83526	Catalão	3	48,4	250.000,00	R\$ 5.165,29		http://www.bomnegocio.com/goias/regiao_de_rio_verde_e_caldas_novas/fazenda_16454987.htm?&last=1
83470	Rio Verde	1	203,28	5.040.000,00	R\$ 24.793,39	R\$ 16.166,95	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+rio-verde/fazenda-de-42-alqueires-na-regiao-de-rio-verde-go-cod-381/68416109
83470	Rio Verde	2	958,32	15.840.000,00	R\$ 16.528,93		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+rio-verde/fazenda-de-198-alqueires-na-regiao-de-rio-verde-go-cod-351/68253837
83470	Rio Verde	3	160,2	1.150.000,00	R\$ 7.178,53		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+rio-verde/fazenda/71133714
83423	Goiânia	1	19,36	400.000,00	R\$ 20.661,16	R\$ 14.452,04	http://search.vivanuncios.com/vender-fazendas+goiania
83423	Goiânia	2	1,344	10.000,00	R\$ 7.440,48		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+goiania/vende-se-chacara-de-1344-m-a-10km-de-goiania/83365315
83423	Goiânia	3	517,88	7.900.000,00	R\$ 15.254,50		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+goiania/fazenda-goiania-107-alqueires-formada-3-represas-1-corrego/30713969
83338	Espinosa	1	180	1.800.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 6.388,89	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+espinosa/vento-fazenda-por-r-1-00-hum-real-o-metro-quadrado/83366974
83338	Espinosa	2	180	500.000,00	R\$ 2.777,78		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazendas_de_180_00_ha_21824180.htm?&last=1
83338	Espinosa	3	X	X	-	-	X
83386	Januária	1	83	250.000,00	R\$ 3.012,05	R\$ 2.540,25	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+januaria/fazenda-roda-dagua-januaria-mg/76024942
83386	Januária	2	23	70.000,00	R\$ 3.043,48		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazenda_em_januaria_minas_gerais_15935795.htm?
83386	Januária	3	460	720.000,00	R\$ 1.565,22		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazenda_460_hectares_em_bonito_de_minas_mg_11902866.htm?
83437	Montes Claros	1	1430	2.900.000,00	R\$ 2.027,97	R\$ 3.422,65	http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazenda_1430_hectares_a_16_km_de_montes_claros_mg_14312390.htm?
83437	Montes Claros	2	460	2.375.000,00	R\$ 5.163,04		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/excelente_fazend_a_na_regiao_de_januba_mg_22585082.htm?
83437	Montes Claros	3	390	1.200.000,00	R\$ 3.076,92		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+lima-duarte/fazenda-no-norte-de-minas-gerais-lontra-mg/84339001
83483	Pirapora	1	270,7	1.650.000,00	R\$ 6.095,31	R\$ 3.813,51	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+joao-pinhoiro/fazenda-em-joao-pinhoiro-mg/84450219
83483	Pirapora	2	569	1.200.000,00	R\$ 2.108,96		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+joao-pinhoiro/vende-se-fazenda-569-ha-em-joao-pinhoiro-mg/47896241
83483	Pirapora	3	618	2.000.000,00	R\$ 3.236,25		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+varzea-da-palma/vende-se-fazenda-618-hectares-em-varzea-da-palma-mg/38691723
83385	São Francisco	1	399,3	2.460.000,00	R\$ 6.160,78	R\$ 3.589,83	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+sao-francisco-minas-gerais/fazenda-a-beira-do-rio-sao-francisco-82-5-qlq/59553831
83385	São Francisco	2	23	70.000,00	R\$ 3.043,48		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazenda_em_januaria_minas_gerais_15935795.htm?
83385	São Francisco	3	460	720.000,00	R\$ 1.565,22		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazenda_460_hectares_em_bonito_de_minas_mg_11902866.htm?
83538	Diamantina	1	772	1.000.000,00	R\$ 1.295,34	R\$ 2.813,53	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+diamantina/excelente-fazenda-na-regiao-de-diamantina-772-hectares-81296901
83538	Diamantina	2	906	1.400.000,00	R\$ 1.545,25		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+grande-bh/fazenda-em-regiao-de-diamantina-mg---637-62182667
83538	Diamantina	3	50	280.000,00	R\$ 5.600,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+curvelo/sitio-10-alqueires---50-hectares---59428654
83536	Curvelo	1	234	2.340.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 12.211,02	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+curvelo/vende-se-fazenda-232-ha-proximo-a-curvelo-mg/65877887
83536	Curvelo	2	141	1.900.000,00	R\$ 13.475,18		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+curvelo/vende-se-fazenda-de-141-hectares-em-curvelo-mg/51276199
83536	Curvelo	3	38	500.000,00	R\$ 13.157,89		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+curvelo/fazenda-de-38-hectares-localizada-a-30-km-de-curvelo-mg/83955939
83441	Salinas	1	185,7	278.550,00	R\$ 1.500,00	R\$ 3.277,78	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+salinas/excelente-fazenda-para-reserva-legal-ou-reflorestamento/64856607
83441	Salinas	2	680	1.700.000,00	R\$ 2.500,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+grande-bh/fazenda-sede-antiga-em-salinas-mg---639-62183771
83441	Salinas	3	120	700.000,00	R\$ 5.833,33		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_montes_claros_e_diamantina/fazenda_sitio_co_m_sucalipio_22300741.htm?
83581	Florestal	1	31,5	1.200.000,00	R\$ 38.095,24	R\$ 19.913,00	http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/belo_horizonte_e_regiao/linda_fazenda_em_florestal_199_45120.htm?
83581	Florestal	2	260	450.000,00	R\$ 1.730,77		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/belo_horizonte_e_regiao/reserva_florestal_1_750_por_hectare_22682168.htm?
83581	Florestal	3	-	-	-	-	X
83481	João Pinheiro	1	569	1.200.000,00	R\$ 2.108,96	R\$ 2.837,60	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+joao-pinhoiro/vende-se-fazenda-569-ha-em-joao-pinhoiro-mg/47896241
83481	João Pinheiro	2	1248	3.000.000,00	R\$ 2.403,85		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+joao-pinhoiro/fazenda-vale-do-boi-joao-pinhoiro-mg---516-alqueires-73670485
83481	João Pinheiro	3	4500	18.000.000,00	R\$ 4.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+joao-pinhoiro/4-500ha-br-365-plana-rio-logistica-vezinha-de-lavouras-81019263

83570	Pompeu	1	323	1.615.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 7.679,93	http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_divinopolis/fazenda_com_323_00_he_2284203_0.htm?
83570	Pompeu	2	91,7	950.000,00	R\$ 10.359,87		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_divinopolis/fazenda_22308212.htm?
83570	Pompeu	3	-	-	-	-	x
83531	Patos de Minas	1	900	5.000.000,00	R\$ 5.555,56	R\$ 5.372,86	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+patos-de-minas/fazenda-excelente/79367167
83531	Patos de Minas	2	417	1.251.000,00	R\$ 3.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+patos-de-minas/fazenda/51056350
83531	Patos de Minas	3	1190	9.000.000,00	R\$ 7.563,03		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+patos-de-minas/otima-fazenda/62035987
83582	BambuÍ	1	540	15.000.000,00	R\$ 27.777,78	R\$ 18.199,23	http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/belo_horizonte_e_regiao/fazenda_em_bambui_mg_11415521.htm
83582	BambuÍ	2	145	1.250.000,00	R\$ 8.620,69		http://www.bomnegocio.com/minas_gerais/regiao_de_divinopolis/fazenda_em_bambui_mg_21690048.htm?&last=1
83582	BambuÍ	3	-	-	-	-	x
83514	Capinópolis	1	464,64	4.500.000,00	R\$ 9.684,92	R\$ 11.584,03	http://www.bolsarural.com/index.php?act=detalhe&anuncio=614
83514	Capinópolis	2	445	6.000.000,00	R\$ 13.483,15		https://sites.google.com/site/azeitaresendimoveis/urais/fazendas/fazenda-em-capinopolis-mg
83514	Capinópolis	3	-	-	-	-	x
83574	Frutal	1	480	8.160.000,00	R\$ 17.000,00	R\$ 18.685,95	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+frutal/fazenda-a-venda-com-480-hectares-em-frutal-mg/81396382
83574	Frutal	2	390	2.340.000,00	R\$ 6.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+frutal/venda-de-fazenda-em-frutal-com-390-hectares/70114373
83574	Frutal	3	130,68	4.320.000,00	R\$ 33.057,85		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+frutal/fazenda-cana-em-frutal/69528735
83565	Paranaíba	1	271,04	3.000.000,00	R\$ 11.068,48	R\$ 9.966,86	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+paranaiba/excelente-oportunidade-de-investimento/84099437
83565	Paranaíba	2	564	5.000.000,00	R\$ 8.865,25		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+paranaiba/excelente-oportunidade-de-investimento/82112152
83565	Paranaíba	3	-	-	-	-	x
82792	Monteiro	1	80	250.000,00	R\$ 3.125,00	R\$ 3.125,00	http://monteiro.olx.com.br/fazenda-em-monteiro-paranaiba-com-80-hectares-proximo-a-cidade-ide-553793297
82792	Monteiro	2	-	-	-	-	
82792	Monteiro	3	-	-	-	-	x
82691	Florânia	1	58	500.000,00	R\$ 8.620,69	R\$ 4.959,70	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+sao-vicente-rio-grande-do-norte/fazenda-58ha-na-serra-de-santana-excelente-vista-do-serido/78744056
82691	Florânia	2	770	1.000.000,00	R\$ 1.298,70		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+angicos/fazenda/49718718
82691	Florânia	3	-	-	-	-	x
82594	Macau	1	53	530.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 18.323,99	http://fazenda.mercadolivre.com.br/MLB-504939330-fazenda-camaro-shrimpeixesbiodesesalenergia-eolica- JM
82594	Macau	2	5	180.000,00	R\$ 36.000,00		http://www.classificados-brasil.com/meus-anuncios+rio-grande-norte-oportunidades+45-132722.html
82594	Macau	3	53,5	480.000,00	R\$ 8.971,96		http://br.groups.yahoo.com/group/carcinicultor/mesage/3929
82590	Apodí	1	770	1.000.000,00	R\$ 1.298,70	R\$ 1.298,70	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+angicos/fazenda/49718718
82590	Apodí	2	-	-	-	-	x
82590	Apodí	3	-	-	-	-	x
83931	Alegrete	1	330	3.300.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 9.251,70	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+alegrete/imoveis-em-rosario-do-sul-e-fronteira-oeste/36894242
83931	Alegrete	2	147	1.250.000,00	R\$ 8.503,40		http://www.bomnegocio.com/rio-grande-do-sul/regioes_de_santa_maria_uruguaiana_e_cruz_alta/fazenda_entre_rosario_do_sul_e_alegrete_17742415.htm?&last=1
83931	Alegrete	3	-	-	-	-	x
83670	Santa Rita	1	201	1.350.000,00	R\$ 6.716,42	R\$ 13.358,21	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+apiai/fazenda-com-201-hectares-em-santa-rita-de-cassia-apiai--sp/84346741
83670	Santa Rita	2	35	700.000,00	R\$ 20.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+santa-rita-do-passa-quatro/chacara-em-santa-rita-do-passa-quatro--sp/84014359
83670	Santa Rita	3	-	-	-	-	x
83630	Franca	1	111	200.000,00	R\$ 1.801,80	R\$ 1.801,80	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+franca/credito-rural-urbano-2-a-a----so-aqui----/81604652
83630	Franca	2	-	-	-	-	0
83630	Franca	3	-	-	-	-	0
83676	Catanduva	1	5	700.000,00	R\$ 140.000,00	R\$ 130.000,00	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+catanduva/area-rural-para-formar-linda-chacara/63597194
83676	Catanduva	2	5	600.000,00	R\$ 120.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas+catanduva/vendo-chacara/45225350
83676	Catanduva	3	-	-	-	-	0
83623	Votuporanga	1	200,86	3.200.000,00	R\$ 15.931,49	#DIV/0!	http://www.diariomoveis.com.br/venda-fazenda+rural-votuporanga-9963
83623	Votuporanga	2	242	8.800.000,00	R\$ 36.363,64		http://www.diariomoveis.com.br/venda-fazenda+rural-votuporanga-38495
83623	Votuporanga	3	0	0,00	#DIV/0!		0
83674	Lins	1	5,4	360.000,00	R\$ 66.666,67	R\$ 44.210,04	http://www.bomnegocio.com/sao_paulo/regiao_de_bauru_e_marilia/linda_chacara_margens_do_rio_dourado_com_praia_18254400.htm?
83674	Lins	2	3,8	180.000,00	R\$ 47.368,42		http://www.bomnegocio.com/sao_paulo/regiao_de_bauru_e_marilia/rancho_no_rio_dourado_21570198.htm?
83674	Lins	3	212,96	3.960.000,00	R\$ 18.595,04		http://www.bomnegocio.com/sao_paulo/regiao_de_sao_jose_do_rio_preto/fazenda_88alq_bauru_a_fazenda_21008529.htm?
83672	Araçatuba	1	9,317	50.000,00	R\$ 5.366,53	R\$ 5.366,53	http://www.bomnegocio.com/sao_paulo/regiao_de_presidente_prudente/area_com_3_85_alqueires_n

							a_jacutinga_20356627.htm?
83672	Araçatuba	2	-	-	-		
83672	Araçatuba	3	-	-	-		0
83611	Campo Grande	1	1206	9.648.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 5.801,57	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-campo-grande-mato-grosso-do-sul/fazenda-rochedo-ms--distante-90-km-da-capital-campo-grande/80122641
83611	Campo Grande	2	2,5	5.000,00	R\$ 2.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-campo-grande-mato-grosso-do-sul/chacara-santa-cruz-do-pontal-81606464
83611	Campo Grande	3	6482,35	48.000.000,00	R\$ 7.404,72		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-campo-grande-mato-grosso-do-sul/fazenda-a-18-000-00-o-alqueire/60474768
83716	Presidente Prudente	1	3012,9	39.840.000,00	R\$ 13.223,14	R\$ 38.085,14	http://www.acoresimoveis.com.br/1766/detalhe/3264943/fazenda-cidade-jardim-presidente-prudente-sp
83716	Presidente Prudente	2	40	3.500.000,00	R\$ 87.500,00		http://www.imobusca.com.br/imovel/venda/fazenda-presidente-prudente/5936033/7340
83716	Presidente Prudente	3	3399,2772	46.000.000,00	R\$ 13.532,29		http://imoveis.trovit.com.br/index.php/cod.ad/id.M1MM191A1yN1B/what_d.fazenda%20presidente%20prudente/type.1/pos.2/origin.2/section.1/section_type.1/page.1/pop.1
83235	Taguatinga	1	1700	8.500.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.011,46	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-barreiras-fazenda--otimo-preco-e-facilito/39171899
83235	Taguatinga	2	14000	16.000.000,00	R\$ 1.142,86		http://www.bonnegocio.com/bahia/regiao_de_feira_de_santana_e_alagoinhas/14_mil_hectares_fazenda_bahia_18038652.htm?
83235	Taguatinga	3	1687	15.000.000,00	R\$ 8.891,52		http://www.bonnegocio.com/bahia/regiao_de_feira_de_santana_e_alagoinhas/fazenda_no_oeste_da_bahia_17348380.htm?
83231	Paraná	1	944,0904	1.200.000,00	R\$ 1.271,06	R\$ 1.226,97	http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-parana-tocantins/fazenda---195-06-alq---georreferenciada/84026204
83231	Paraná	2	19151	27.000.000,00	R\$ 1.409,85		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-parana-tocantins/fazenda-pecuaria/74910216
83231	Paraná	3	800	800.000,00	R\$ 1.000,00		http://vender-sitios.vivanuncios.com/vender-fazendas-parana-tocantins/fazenda-espetacular-no-parana-tocantins-georreferenciada/70434854

12 ANEXO II – Projeções Financeiras: DRE e Fluxo de Caixa Livre para o Acionista

Quadro 25 – Demonstrativo de Resultados Simulação 1: Primeiros 3 anos.

ANO		0	1	2
1	Receita Bruta (2)*(3)	R\$ 496.486,29	R\$ 492.074,50	R\$ 487.701,91
2	Geração Bruta Total (MWh)	3.203,14	3.174,67	3.146,46
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)	155,00	155,00	155,00
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)	R\$ 32.768,10	R\$ 32.476,92	R\$ 32.188,33
5	Alíquota Simples Nacional	6,6%	6,6%	6,6%
6	Receita Líquida (1)-(4)	R\$ 463.718,19	R\$ 459.597,58	R\$ 455.513,59
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)	R\$ 368.876,67	R\$ 368.237,32	R\$ 367.623,84
8	Custos Operacionais	R\$ 97.949,81	R\$ 97.310,46	R\$ 96.696,98
9	TUSD	R\$ 95.549,59	R\$ 94.700,53	R\$ 93.859,02
10	TFSEE	R\$ 2.400,22	R\$ 2.609,93	R\$ 2.837,96
11	Despesas G&A	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00
12	Técnico Eletricista	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
13	Operador de Limpeza	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
14	Engenheiro	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00
15	Administração e Contratos	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
16	Trocas de Equipamentos	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86
17	Painéis	R\$ 133.169,04	R\$ 133.169,04	R\$ 133.169,04
18	Inversores	R\$ 85.557,82	R\$ 85.557,82	R\$ 85.557,82
19	Lucro Operacional Bruto (EBIT) (6)-(7)	R\$ 94.841,53	R\$ 91.360,26	R\$ 87.889,75
20	Resultado Financeiro (21)+(23)+(24)	-R\$ 402.839,10	-R\$ 425.569,33	-R\$ 450.233,95
21	Juros a Pagar Sobre Dívida Total (7,38%a.a.)	-R\$ 402.839,10	-R\$ 425.569,33	-R\$ 450.233,95
22	Dívida Inicial	-R\$ 5.458.524,45	-R\$ 5.458.524,45	-R\$ 5.458.524,45
23	Novas Dívida Contratadas	R\$ 0,00	-R\$ 307.997,58	-R\$ 642.206,64
23	Amortização	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	Receitas Financeiras (Rendimento de NTN-B [6%a.a.] Sobre Reserva de Lucros)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
25	Lucro Líquido (19)+(20)	-R\$ 307.997,58	-R\$ 334.209,06	-R\$ 362.344,21
26	Lucro/Prejuízo Acumulado	-R\$ 307.997,58	-R\$ 642.206,64	-R\$ 1.004.550,85

Quadro 26 – Demonstrativo de Resultados Simulação 1: Últimos 3 anos.

ANO		18	19	20
1	Receita Bruta (2)*(3)	R\$ 422.797,15	R\$ 419.040,16	R\$ 415.316,56
2	Geração Bruta Total (MWh)	2.727,72	2.703,48	2.679,46
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)	155,00	155,00	155,00
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)	R\$ 27.904,61	R\$ 27.656,65	R\$ 27.410,89
5	Alíquota Simples Nacional	6,2%	6,2%	6,2%
6	Receita Líquida (1)-(4)	R\$ 394.892,54	R\$ 391.383,51	R\$ 387.905,67
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)	R\$ 568.321,60	R\$ 931.659,41	R\$ 930.897,63
8	Custos Operacionais	R\$ 214.274,01	R\$ 213.413,42	R\$ 212.651,64
9	TUSD	R\$ 203.433,62	R\$ 201.625,91	R\$ 199.834,25
10	TFSEE	R\$ 10.840,39	R\$ 11.787,51	R\$ 12.817,39
11	Despesas G&A	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00
12	Técnico Eletricista	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
13	Operador de Limpeza	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
14	Engenheiro	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00
15	Administração e Contratos	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
16	Trocas de Equipamentos	R\$ 301.847,59	R\$ 666.045,99	R\$ 666.045,99
17	Painéis	R\$ 34.433,52	R\$ 398.631,92	R\$ 398.631,92
18	Inversores	R\$ 267.414,07	R\$ 267.414,07	R\$ 267.414,07
19	Lucro Operacional Bruto (EBIT) (6)-(7)	-R\$ 173.429,06	-R\$ 540.275,90	-R\$ 542.991,96
20	Resultado Financeiro (21)+(23)+(24)	-R\$ 1.217.344,80	-R\$ 1.319.983,91	-R\$ 1.457.271,08
21	Juros a Pagar Sobre Dívida Total (7,38%a.a.)	-R\$ 1.217.344,80	-R\$ 1.319.983,91	-R\$ 1.457.271,08
22	Dívida Inicial	-R\$ 5.094.438,56	-R\$ 5.094.438,56	-R\$ 5.094.438,56
23	Novas Dívida Contratadas	-R\$ 11.036.662,54	-R\$ 12.427.436,39	-R\$ 14.287.696,20
24	Amortização	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	Receitas Financeiras (Rendimento de NTN-B [6%a.a.] Sobre Reserva de Lucros)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
25	Lucro Líquido (19)+(20)	-R\$ 1.390.773,86	-R\$ 1.860.259,81	-R\$ 2.000.263,05
26	Lucro/Prejuízo Acumulado	-R\$ 12.427.436,39	-R\$ 14.287.696,20	-R\$ 16.287.959,25

Quadro 27 – Demonstrativo de Resultados Simulação 2: Primeiros 3 anos.

ANO		0	1	2
1	Receita Bruta (2)*(3)	R\$ 496.486,29	R\$ 492.074,50	R\$ 487.701,91
2	Geração Bruta Total (MWh)	3.203,14	3.174,67	3.146,46
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)	155,00	155,00	155,00
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)	R\$ 32.768,10	R\$ 32.476,92	R\$ 32.188,33
5	Alíquota Simples Nacional	6,6%	6,6%	6,6%
6	Receita Líquida (1)-(4)	R\$ 463.718,19	R\$ 459.597,58	R\$ 455.513,59
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)	R\$ 368.876,67	R\$ 368.237,32	R\$ 367.623,84
8	Custos Operacionais	R\$ 97.949,81	R\$ 97.310,46	R\$ 96.696,98
9	TUSD	R\$ 95.549,59	R\$ 94.700,53	R\$ 93.859,02
10	TFSEE	R\$ 2.400,22	R\$ 2.609,93	R\$ 2.837,96
11	Despesas G&A	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00
12	Técnico Eletricista	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
13	Operador de Limpeza	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
14	Engenheiro	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00
15	Administração e Contratos	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
16	Trocas de Equipamentos	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86
17	Painéis	R\$ 133.169,04	R\$ 133.169,04	R\$ 133.169,04
18	Inversores	R\$ 85.557,82	R\$ 85.557,82	R\$ 85.557,82
19	Lucro Operacional Bruto (EBIT) (6)-(7)	R\$ 94.841,53	R\$ 91.360,26	R\$ 87.889,75
20	Resultado Financeiro (21)+(23)+(24)	-R\$ 271.454,92	-R\$ 284.488,99	-R\$ 298.741,89
21	Juros a Pagar Sobre Dívida Total (7,38%a.a.)	-R\$ 271.454,92	-R\$ 284.488,99	-R\$ 298.741,89
22	Dívida Inicial	-R\$ 3.678.250,98	-R\$ 3.678.250,98	-R\$ 3.678.250,98
23	Novas Dívida Contratadas	R\$ 0,00	-R\$ 176.613,40	-R\$ 369.742,12
23	Amortização	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	Receitas Financeiras (Rendimento de NTN-B [6%a.a.] Sobre Reserva de Lucros)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
25	Lucro Líquido (19)+(20)	-R\$ 176.613,40	-R\$ 193.128,73	-R\$ 210.852,14
26	Lucro/Prejuízo Acumulado	-R\$ 176.613,40	-R\$ 369.742,12	-R\$ 580.594,27

Quadro 28 – Demonstrativo de Resultados Simulação 2: Últimos 3 anos.

ANO		18	19	20
1	Receita Bruta (2)*(3)	R\$ 422.797,15	R\$ 419.040,16	R\$ 415.316,56
2	Geração Bruta Total (MWh)	2.727,72	2.703,48	2.679,46
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)	155,00	155,00	155,00
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)	R\$ 26.213,42	R\$ 25.980,49	R\$ 25.749,63
5	Alíquota Simples Nacional	6,2%	6,2%	6,2%
6	Receita Líquida (1)-(4)	R\$ 396.583,73	R\$ 393.059,67	R\$ 389.566,93
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)	R\$ 568.321,60	R\$ 931.659,41	R\$ 930.897,63
8	Custos Operacionais	R\$ 214.274,01	R\$ 213.413,42	R\$ 212.651,64
9	TUSD	R\$ 203.433,62	R\$ 201.625,91	R\$ 199.834,25
10	TFSEE	R\$ 10.840,39	R\$ 11.787,51	R\$ 12.817,39
11	Despesas G&A	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00
12	Técnico Eletricista	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
13	Operador de Limpeza	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
14	Engenheiro	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00
15	Administração e Contratos	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
16	Trocas de Equipamentos	R\$ 301.847,59	R\$ 666.045,99	R\$ 666.045,99
17	Painéis	R\$ 34.433,52	R\$ 398.631,92	R\$ 398.631,92
18	Inversores	R\$ 267.414,07	R\$ 267.414,07	R\$ 267.414,07
19	Lucro Operacional Bruto (6)-(7)	-R\$ 171.737,87	-R\$ 538.599,73	-R\$ 541.330,70
20	Resultado Financeiro (21)+(23)+(24)	-R\$ 740.889,36	-R\$ 808.241,25	-R\$ 907.638,12
21	Juros a Pagar Sobre Dívida Total (7,38%a.a.)	-R\$ 740.889,36	-R\$ 808.241,25	-R\$ 907.638,12
22	Dívida Inicial	-R\$ 3.678.250,98	-R\$ 3.678.250,98	-R\$ 3.678.250,98
23	Novas Dívida Contratadas	-R\$ 6.360.900,26	-R\$ 7.273.527,50	-R\$ 8.620.368,48
24	Amortização	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	Receitas Financeiras (Rendimento de NTN-B [6%a.a.] Sobre Reserva de Lucros)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
25	Lucro Líquido (19)+(20)	-R\$ 912.627,23	-R\$ 1.346.840,99	-R\$ 1.448.968,81
26	Lucro/Prejuízo Acumulado	-R\$ 7.273.527,50	-R\$ 8.620.368,48	-R\$ 10.069.337,30

Quadro 29 - Demonstrativo de Resultados Simulação 3: Primeiros 3 anos.

ANO		0	1	2
1	Receita Bruta (2)*(3)	R\$ 496.486,29	R\$ 492.074,50	R\$ 487.701,91
2	Geração Bruta Total (MWh)	3.203,14	3.174,67	3.146,46
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)	155,00	155,00	155,00
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)	R\$ 32.768,10	R\$ 32.476,92	R\$ 32.188,33
5	Alíquota Simples Nacional	6,6%	6,6%	6,6%
6	Receita Líquida (1)-(4)	R\$ 463.718,19	R\$ 459.597,58	R\$ 455.513,59
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)	R\$ 368.876,67	R\$ 368.237,32	R\$ 367.623,84
8	Custos Operacionais	R\$ 97.949,81	R\$ 97.310,46	R\$ 96.696,98
9	TUSD	R\$ 95.549,59	R\$ 94.700,53	R\$ 93.859,02
10	TFSEE	R\$ 2.400,22	R\$ 2.609,93	R\$ 2.837,96
11	Despesas G&A	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00
12	Técnico Eletricista	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
13	Operador de Limpeza	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
14	Engenheiro	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00
15	Administração e Contratos	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
16	Trocas de Equipamentos	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86
17	Painéis	R\$ 133.169,04	R\$ 133.169,04	R\$ 133.169,04
18	Inversores	R\$ 85.557,82	R\$ 85.557,82	R\$ 85.557,82
19	Lucro Operacional Bruto (6)-(7)	R\$ 94.841,53	R\$ 91.360,26	R\$ 87.889,75
20	Resultado Financeiro (21)+(23)+(24)	R\$ 0,00	R\$ 5.690,49	R\$ 11.513,54
21	Juros a Pagar Sobre Dívida Total (7,38% a.a.)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
22	Dívida Inicial	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
23	Novas Dívida Contratadas	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
23	Amortização	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	Receitas Financeiras (Rendimento de NTN-B [6% a.a.] Sobre Reserva de Lucros)	R\$ 0,00	R\$ 5.690,49	R\$ 11.513,54
25	Lucro Líquido (19)+(20)	R\$ 94.841,53	R\$ 97.050,75	R\$ 99.403,28
26	Lucro/Prejuízo Acumulado	R\$ 94.841,53	R\$ 191.892,28	R\$ 291.295,56
27	Distribuição de Lucros	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
28	Porcentagem de Lucros Distribuída	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro 30 - Demonstrativo de Resultados Simulação 3: Últimos 3 anos.

ANO		18	19	20
1	Receita Bruta (2)*(3)	R\$ 422.797,15	R\$ 419.040,16	R\$ 415.316,56
2	Geração Bruta Total (MWh)	2.727,72	2.703,48	2.679,46
3	Tarifa Contratada (R\$/MWh)	155,00	155,00	155,00
4	Impostos A Recolher - Regime Simples (IR, CSLL, PIS, COFINS, IPI) (6,6%)*(1)	R\$ 27.904,61	R\$ 27.656,65	R\$ 27.410,89
5	Alíquota Simples Nacional	6,2%	6,2%	6,2%
6	Receita Líquida (1)-(4)	R\$ 394.892,54	R\$ 391.383,51	R\$ 387.905,67
7	Custos e Despesas de Produção (8)+(11)+(16)	R\$ 568.321,60	R\$ 931.659,41	R\$ 930.897,63
8	Custos Operacionais	R\$ 214.274,01	R\$ 213.413,42	R\$ 212.651,64
9	TUSD	R\$ 203.433,62	R\$ 201.625,91	R\$ 199.834,25
10	TFSEE	R\$ 10.840,39	R\$ 11.787,51	R\$ 12.817,39
11	Despesas G&A	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00	R\$ 52.200,00
12	Técnico Eletricista	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
13	Operador de Limpeza	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00
14	Engenheiro	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00
15	Administração e Contratos	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
16	Trocas de Equipamentos	R\$ 301.847,59	R\$ 666.045,99	R\$ 666.045,99
17	Painéis	R\$ 34.433,52	R\$ 398.631,92	R\$ 398.631,92
18	Inversores	R\$ 267.414,07	R\$ 267.414,07	R\$ 267.414,07
19	Lucro Operacional Bruto (6)-(7)	-R\$ 173.429,06	-R\$ 540.275,90	-R\$ 542.991,96
20	Resultado Financeiro (21)+(23)+(24)	R\$ 163.928,10	R\$ 162.656,87	R\$ 112.131,44
21	Juros a Pagar Sobre Dívida Total (7,38%a.a.)	R\$ 0,00	-R\$ 701,17	-R\$ 28.569,46
22	Dívida Inicial	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
23	Novas Dívida Contratadas	R\$ 0,00	-R\$ 9.500,96	-R\$ 387.119,99
23	Amortização	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	Receitas Financeiras (Rendimento de NTN-B [6%a.a.] Sobre Reserva de Lucros)	R\$ 163.928,10	R\$ 163.358,04	R\$ 140.700,90
25	Lucro Líquido (19)+(20)	-R\$ 9.500,96	-R\$ 377.619,03	-R\$ 430.860,52
26	Lucro/Prejuízo Acumulado	R\$ 2.722.634,00	R\$ 2.345.014,97	R\$ 1.914.154,45
27	Distribuição de Lucros	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
28	Porcentagem de Lucros Distribuída	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro 31 – Cálculo do WACC.

CT	0,00%
CP	100,00%
KD	7,38%
Ra	9,83%
WACC	9,83%

Quadro 32 – Fluxo de Caixa Projetado Simulação 3: Primeiros 5 anos de operação.

ANO	0	1	2	3	4
Lucro Antes de Juros e Impostos (EBIT) (1)-(8)-(11)	R\$ 346.336,48	R\$ 342.564,04	R\$ 338.804,93	R\$ 335.057,28	R\$ 331.319,07
(-) Imposto de Renda e CSLL (Simples) (4)	R\$ 32.768,10	R\$ 32.476,92	R\$ 32.188,33	R\$ 31.902,30	R\$ 29.702,52
(=) Lucro Operacional Líquido de Impostos (NOPLAT)	R\$ 313.568,39	R\$ 310.087,12	R\$ 306.616,61	R\$ 303.154,98	R\$ 301.616,54
(+) Depreciação e Amortizações	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60
(-) Investimentos de Capital (CAPEX) (16)	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86	R\$ 218.726,86	R\$ 154.933,32	R\$ 154.933,32
(-) Variação do Capital de Giro	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(=) Fluxo de Caixa Livre da Empresa (FCFF)	R\$ 491.345,13	R\$ 487.863,86	R\$ 484.393,35	R\$ 544.725,26	R\$ 543.186,82
(-) Pagamento de Juros	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(+) Benefício Tributário do Pagamento de Juros	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(-) Pagamento do Principal da Dívida	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(+) Novas Dívidas Contraídas	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(=) Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	R\$ 491.345,13	R\$ 487.863,86	R\$ 484.393,35	R\$ 544.725,26	R\$ 543.186,82
Valor Presente do Fluxo de Caixa	R\$ 491.345,13	R\$ 444.199,09	R\$ 401.565,32	R\$ 411.163,51	R\$ 373.306,27

Quadro 33 - Fluxo de Caixa Projetado Simulação 3: Últimos 5 anos de operação

ANO	16	17	18	19	20
Lucro Antes de Juros e Impostos (EBIT) (1)-(8)-(11)	R\$ 161.946,33	R\$ 159.160,91	R\$ 156.323,14	R\$ 153.426,74	R\$ 150.464,92
(-) Imposto de Renda e CSLL (Simples) (4)	R\$ 26.685,57	R\$ 26.448,44	R\$ 26.213,42	R\$ 25.980,49	R\$ 25.749,63
(=) Lucro Operacional Líquido de Impostos (NOPLAT)	R\$ 135.260,76	R\$ 132.712,47	R\$ 130.109,72	R\$ 127.446,25	R\$ 124.715,29
(+) Depreciação e Amortizações	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60	R\$ 396.503,60
(-) Investimentos de Capital (CAPEX) (16)	R\$ 56.197,80	R\$ 56.197,80	R\$ 301.847,59	R\$ 666.045,99	R\$ 666.045,99
(-) Variação do Capital de Giro	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(=) Fluxo de Caixa Livre da Empresa (FCFF)	R\$ 475.566,56	R\$ 473.018,27	R\$ 224.765,73	-R\$ 142.096,13	-R\$ 144.827,10
(-) Pagamento de Juros	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-R\$ 406,57	-R\$ 27.941,95
(+) Benefício Tributário do Pagamento de Juros	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(-) Pagamento do Principal da Dívida	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
(+) Novas Dívidas Contraídas	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-R\$ 5.509,13	-R\$ 378.617,26
(=) Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	R\$ 475.566,56	R\$ 473.018,27	R\$ 224.765,73	-R\$ 148.011,84	-R\$ 551.386,31
Valor Presente do Fluxo de Caixa	R\$ 106.090,27	R\$ 96.077,39	R\$ 41.567,36	-R\$ 24.922,85	-R\$ 84.534,95

Quadro 34 – Simulação 3: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente.

ANO	Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	Valor Presente do Fluxo de Caixa
0	R\$ 491.345,13	R\$ 491.345,13
1	R\$ 487.863,86	R\$ 444.199,09
2	R\$ 484.393,35	R\$ 401.565,32
3	R\$ 544.725,26	R\$ 411.163,51
4	R\$ 543.186,82	R\$ 373.306,27
5	R\$ 539.719,81	R\$ 337.725,18
6	R\$ 536.255,38	R\$ 305.524,30
7	R\$ 631.526,58	R\$ 327.600,65
8	R\$ 382.409,89	R\$ 180.618,09
9	R\$ 378.937,50	R\$ 162.959,15
10	R\$ 375.456,53	R\$ 147.011,00
11	R\$ 423.884,22	R\$ 151.118,08
12	R\$ 421.530,28	R\$ 136.828,63
13	R\$ 482.940,07	R\$ 142.731,71
14	R\$ 480.522,35	R\$ 129.306,34
15	R\$ 478.066,15	R\$ 117.131,37
16	R\$ 475.566,56	R\$ 106.090,27
17	R\$ 473.018,27	R\$ 96.077,39
18	R\$ 224.765,73	R\$ 41.567,36
19	-R\$ 148.011,84	-R\$ 24.921,85
20	-R\$ 551.386,31	-R\$ 84.534,95
DCF Total		R\$ 4.394.411,03

Quadro 38 – Simulação 4: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.

ANO	Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	Valor Presente do Fluxo de Caixa
0	R\$ 885.735,05	R\$ 885.735,05
1	R\$ 599.262,18	R\$ 554.910,92
2	R\$ 609.091,28	R\$ 522.270,14
3	R\$ 682.785,54	R\$ 542.130,11
4	R\$ 692.755,34	R\$ 509.337,32
5	R\$ 702.791,50	R\$ 478.474,20
6	R\$ 712.891,17	R\$ 449.429,59
7	R\$ 827.034,76	R\$ 482.801,49
8	R\$ 591.555,76	R\$ 319.776,78
9	R\$ 601.780,79	R\$ 301.228,43
10	R\$ 612.056,42	R\$ 283.697,50
11	R\$ 674.299,40	R\$ 289.416,46
12	R\$ 685.818,88	R\$ 272.575,17
13	R\$ 761.159,74	R\$ 280.129,64
14	R\$ 772.730,20	R\$ 263.340,44
15	R\$ 784.318,79	R\$ 247.507,69
16	R\$ 795.920,10	R\$ 232.579,78
17	R\$ 812.328,13	R\$ 219.806,42
18	R\$ 578.244,57	R\$ 144.886,14
19	R\$ 225.606,69	R\$ 52.344,81
20	R\$ 237.154,23	R\$ 50.951,73
DCF Total		R\$ 7.383.329,82

Quadro 42 – Simulação 5: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.

ANO	Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	Valor Presente do Fluxo de Caixa
0	R\$ 857.987,20	R\$ 857.987,20
1	R\$ 664.923,24	R\$ 612.239,99
2	R\$ 674.163,16	R\$ 571.564,67
3	R\$ 742.455,72	R\$ 579.590,29
4	R\$ 747.011,51	R\$ 536.942,79
5	R\$ 751.621,46	R\$ 497.450,73
6	R\$ 756.282,84	R\$ 460.877,31
7	R\$ 859.728,25	R\$ 482.405,73
8	R\$ 618.833,74	R\$ 319.724,14
9	R\$ 623.631,08	R\$ 296.673,92
10	R\$ 628.466,95	R\$ 275.286,08
11	R\$ 685.258,20	R\$ 276.379,75
12	R\$ 691.314,10	R\$ 256.730,56
13	R\$ 765.492,15	R\$ 261.753,85
14	R\$ 771.537,30	R\$ 242.917,86
15	R\$ 777.589,37	R\$ 225.425,49
16	R\$ 783.643,06	R\$ 209.180,49
17	R\$ 789.692,65	R\$ 194.093,57
18	R\$ 550.082,20	R\$ 124.488,96
19	R\$ 191.906,24	R\$ 39.989,18
20	R\$ 197.904,60	R\$ 37.971,65
DCF Total		R\$ 7.359.674,21

Quadro 46 – Simulação 6: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido a valor presente mais lucros acumulados.

ANO	Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	Valor Presente do Fluxo de Caixa
0	R\$ 838.734,06	R\$ 838.734,06
1	R\$ 739.003,54	R\$ 676.634,73
2	R\$ 738.064,56	R\$ 618.742,42
3	R\$ 800.965,81	R\$ 614.804,85
4	R\$ 800.117,90	R\$ 562.321,98
5	R\$ 799.311,87	R\$ 514.345,69
6	R\$ 798.545,09	R\$ 470.485,30
7	R\$ 896.550,26	R\$ 483.647,59
8	R\$ 650.203,56	R\$ 321.152,64
9	R\$ 653.344,03	R\$ 295.468,95
10	R\$ 652.670,27	R\$ 270.253,62
11	R\$ 703.940,54	R\$ 266.883,32
12	R\$ 704.464,22	R\$ 244.541,27
13	R\$ 768.786,37	R\$ 244.346,81
14	R\$ 769.315,43	R\$ 223.878,92
15	R\$ 769.840,12	R\$ 205.124,28
16	R\$ 770.355,24	R\$ 187.938,32
17	R\$ 770.855,18	R\$ 172.188,79
18	R\$ 525.684,09	R\$ 107.513,91
19	R\$ 161.936,59	R\$ 30.324,43
20	R\$ 162.352,63	R\$ 27.836,50
DCF Total		R\$ 7.377.168,37

Quadro 50 – Simulação 7: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.

ANO	Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	Valor Presente do Fluxo de Caixa
0	R\$ 810.249,48	R\$ 810.249,48
1	R\$ 803.934,43	R\$ 731.980,72
2	R\$ 800.990,55	R\$ 664.026,52
3	R\$ 858.509,17	R\$ 648.010,42
4	R\$ 852.266,15	R\$ 585.721,69
5	R\$ 846.052,65	R\$ 529.410,40
6	R\$ 839.866,14	R\$ 478.502,46
7	R\$ 932.439,45	R\$ 483.697,40
8	R\$ 680.648,83	R\$ 321.480,94
9	R\$ 674.526,29	R\$ 290.074,82
10	R\$ 668.418,71	R\$ 261.721,11
11	R\$ 714.243,13	R\$ 254.633,33
12	R\$ 709.309,05	R\$ 230.241,55
13	R\$ 768.161,63	R\$ 227.028,21
14	R\$ 763.209,43	R\$ 205.376,13
15	R\$ 758.241,26	R\$ 185.777,31
16	R\$ 753.252,03	R\$ 168.036,87
17	R\$ 748.236,22	R\$ 151.978,45
18	R\$ 497.538,09	R\$ 92.012,88
19	R\$ 131.118,05	R\$ 22.078,21
20	R\$ 125.959,30	R\$ 19.311,26
DCF Total		R\$ 7.361.350,15

Quadro 54 – Simulação 8: Fluxo de Caixa Livre do Acionista trazido à valor presente mais lucros acumulados.

ANO	Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCFF)	Valor Presente do Fluxo de Caixa
0	R\$ 755.228,07	R\$ 755.228,07
1	R\$ 749.417,72	R\$ 682.343,36
2	R\$ 743.640,18	R\$ 616.482,68
3	R\$ 801.687,07	R\$ 605.120,59
4	R\$ 795.969,26	R\$ 547.031,53
5	R\$ 790.278,07	R\$ 494.509,92
6	R\$ 784.611,16	R\$ 447.021,67
7	R\$ 877.701,54	R\$ 455.302,44
8	R\$ 626.425,68	R\$ 295.870,51
9	R\$ 623.675,89	R\$ 268.207,00
10	R\$ 618.053,69	R\$ 242.000,56
11	R\$ 677.886,49	R\$ 241.671,90
12	R\$ 673.315,12	R\$ 218.557,93
13	R\$ 732.530,65	R\$ 216.497,56
14	R\$ 727.941,93	R\$ 195.885,81
15	R\$ 723.338,12	R\$ 177.225,66
16	R\$ 718.714,46	R\$ 160.332,16
17	R\$ 714.065,81	R\$ 145.037,91
18	R\$ 463.736,85	R\$ 85.761,80
19	R\$ 94.822,74	R\$ 15.966,65
20	R\$ 90.063,98	R\$ 13.808,02
DCF Total		R\$ 6.879.863,74

