



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (FCT)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (PPGEP)

FERNANDO CARVALHO ASSUNÇÃO DA SILVA

**Aplicação de sistema fotovoltaico *off-grid* como *backup* de energia
na zona rural – Estudo de caso**

APARECIDA DE GOIÂNIA – GO

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

FERNANDO CARVALHO ASSUNÇÃO DA SILVA

3. Título do trabalho

APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID COMO BACKUP DE ENERGIA NA ZONA RURAL – ESTUDO DE CASO

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;

- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Nunes Belchior, Professor do Magistério Superior**, em 24/08/2023, às 17:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Carvalho Assunção Da Silva, Usuário Externo**, em 24/08/2023, às 18:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Nunes Fonseca, Professor do Magistério Superior**, em 28/08/2023, às 09:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3991892** e o código CRC **B945C566**.

Referência: Processo nº 23070.040400/2023-24

SEI nº 3991892



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

FERNANDO CARVALHO ASSUNÇÃO DA SILVA

3. Título do trabalho

APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID COMO BACKUP DE ENERGIA NA ZONA RURAL – ESTUDO DE CASO

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Nunes Belchior, Professor do Magistério Superior**, em 07/11/2023, às 16:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Carvalho Assunção Da Silva, Usuário Externo**, em 07/11/2023, às 20:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Nunes Fonseca, Professor do Magistério Superior**, em 09/11/2023, às 22:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4178269** e o código CRC **9A6E4619**.

FERNANDO CARVALHO ASSUNÇÃO DA SILVA

**Aplicação de sistema fotovoltaico *off-grid* como backup de energia
na zona rural – Estudo de caso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção

Orientador: Prof. Dr. Fernando Nunes Belchior
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Nunes Fonseca

APARECIDA DE GOIÂNIA – GO

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Fernando Carvalho Assunção da
Aplicação de sistema fotovoltaico off-grid como backup de energia
na zona rural – Estudo de caso [manuscrito] / Fernando Carvalho
Assunção da Silva. - 2023.
CLXVI, 166 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Nunes Belchior; co-orientador Dr.
Marcelo Nunes Fonseca.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, ,
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Goiânia, 2023.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, gráfico, tabelas,
lista de figuras, lista de tabelas.

1. Interrupções. 2. GMG. 3. Off-Grid. 4. Baterias. 5. Energia Solar
Fotovoltaica,. I. Belchior, Fernando Nunes, orient. II. Título.

CDU 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 22 da sessão de Defesa de Dissertação de **Fernando Carvalho Assunção da Silva**, que confere o título de Mestre em **Engenharia de Produção**, na área de concentração em **Gestão Estratégica e Operacional da Produção**.

Aos **vinte e um dias do mês de agosto de dois mil e vinte e três**, a partir das **14h00min**, de **forma virtual**, através da plataforma **Google Meet**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID COMO BACKUP DE ENERGIA NA ZONA RURAL - ESTUDO DE CASO”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Fernando Nunes Belchior (PPGEP/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Ivan Nunes Santos (PPGEELT/FEELT/UFU)**, membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência; Professor Doutor **Diogo de Souza Rabelo (PPGEP/UFG)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência; e Professor Doutor **Marcelo Nunes Fonseca (PPGEP/UFG)**, coorientador, cuja participação ocorreu através de videoconferência. Durante a arguição, os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Fernando Nunes Belchior**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e um dias do mês de agosto de dois mil e vinte e três**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Nunes Belchior, Professor do Magistério Superior**, em 21/08/2023, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diogo De Souza Rabelo, Professor do Magistério Superior**, em 21/08/2023, às 16:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Nunes Fonseca, Professor do Magistério Superior**, em 21/08/2023, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ivan Nunes Santos, Usuário Externo**, em 21/08/2023, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3978124** e o código CRC **E66D47C1**.

Referência: Processo nº 23070.040400/2023-24

SEI nº 3978124

RESUMO

Através da energia elétrica se é capaz de movimentar máquinas, produzir calor e transmitir informações, energia esta que é gerada, transmitida e distribuída até o consumo final. Porém, interrupções no fornecimento de energia são obstáculos enfrentados principalmente para os produtores localizados na zona rural do estado de Goiás, área de concessão da distribuidora EQUATORIAL-GO, onde enfrentam prejuízos devido a perda de alimentos armazenado e morte de animais em criadouros. Com a popularização da geração distribuída possibilitou que o consumidor de energia fosse capaz de produzir sua própria energia, tornando assim um prosumidor. Este trabalho realiza um estudo de caso em uma propriedade rural localizado no município de Cezarina-GO, de modo a investigar a melhor solução para manter a continuidade do fornecimento de energia através de fontes alternativas de geração, assim utilizando diferentes cenários como: 1) Rede Elétrica + GMG; 2) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-Grid*; e 3) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-Grid* + Baterias. Com base na demanda energética do local são dimensionados os equipamentos para cada cenário e é, também, realizada uma análise financeira utilizando os indicadores financeiros VPL, TIR, *Payback* descontado e LCOE, considerando os principais custos de implantação e operação de cada configuração em estudo. Assim, foi observado que o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-Grid* + Baterias apresentou melhor viabilidade entre as soluções analisadas, pois apresentou maior VPL negativo e menor LCOE em 30 anos, mesmo apresentando investimento inicial 9 vezes maior que o cenário mais tradicional Rede Elétrica + GMG. Por fim, através de uma análise de sensibilidade, foram alterados os parâmetros relativos ao custo do óleo diesel (R\$), tarifa de energia elétrica (R\$/kWh), custo do banco de baterias (R\$) e número de interrupções de tensão elétrica. Da mesma forma, o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-Grid* + Baterias foi o mais viável para os três primeiros parâmetros analisados, sendo o cenário Rede Elétrica + GMG o mais viável apenas quando o número de interrupções de tensão foi reduzido.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Interrupções, GMG, *Off-Grid* e Baterias.

ABSTRACT

Through electrical energy, it is possible to operate machinery, generate heat, and transmit information. This energy is generated, transmitted, and distributed until final consumption. However, interruptions in the power supply pose obstacles, especially for producers located in the rural areas of the state of Goiás, within the concession area of the distributor EQUATORIAL-GO. These producers face losses due to spoiled stored food and the death of animals in breeding facilities. With the rise of distributed generation, consumers have been enabled to produce their own energy, thus becoming prosumer. This study conducts a case analysis on a rural property located in the municipality of Cezarina-GO, aiming to investigate the optimal solution for maintaining a consistent energy supply through alternative generation sources. Different scenarios are explored: 1) Grid Electricity + Backup Generator; 2) Grid Electricity + Off-Grid Photovoltaic System; and 3) Grid Electricity + Off-Grid Photovoltaic System + Batteries. Based on the energy demand of the location, equipment is sized for each scenario, and a financial analysis is performed using indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Discounted Payback Period, and Levelized Cost of Energy (LCOE). The analysis considers the main implementation and operational costs for each configuration under study. The results show that the scenario "Grid Electricity + Off-Grid Photovoltaic System + Batteries" exhibits the best feasibility among the analyzed solutions. Despite having an initial investment nine times higher than the more traditional "Grid Electricity + Backup Generator" scenario, it presents a higher negative NPV and a lower LCOE over a 30-year period. Lastly, through a sensitivity analysis, parameters related to the cost of diesel fuel (R\$), electricity tariff (R\$/kWh), battery bank cost (R\$), and the number of power interruptions were modified. Similarly, the "Grid Electricity + Off-Grid Photovoltaic System + Batteries" scenario remained the most viable for the first three analyzed parameters, while the "Grid Electricity + Backup Generator" scenario became more viable only when the number of power interruptions was reduced.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy, Interruptions, Standby Generator, Off-Grid, and Batteries.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte	15
Figura 2: Sistema fotovoltaico conectado à rede.....	16
Figura 3: Geração Centralizada e Distribuída	21
Figura 4: Sistema Fotovoltaico On-Grid	22
Figura 5: Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil (MW).....	23
Figura 6: Módulos Fotovoltaico Policristalino e Monocristalino.....	24
Figura 7: Sistema Fotovoltaico Off-Grid.....	25
Figura 8: Bateria Chumbo-Ácido Freedom.....	28
Figura 9: Bateria Níquel-Cádmio SAFT	28
Figura 10: Bateria Íons de Lítio Energy Source	29
Figura 11: Bateria de Lítio Ferro Fosfato BYD	30
Figura 12: GMG à diesel	31
Figura 13: Sistema de Geração de Energia Elétrica Híbrido.....	32
Figura 14: Sistema Fotovoltaico Híbrido Off-Grid	33
Figura 15: Microrrede de geração solar.....	34
Figura 16: Evolução do DEC 2012-2020 CELG-D.....	37
Figura 17: Evolução do FEC 2012-2020 CELG-D	37
Figura 18: Estrutura do Estudo de Caso	43
Figura 19: Curva de Carga (Watts x Horas).....	47
Figura 20: Irradiação solar no território brasileiro	48
Figura 21: Irradiação Solar em Goiânia (kWh/m ² . dia).....	49
Figura 22: Sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	51
Figura 23: Sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Bateria.....	55
Figura 24: Localização da ordenha e laticínio do Dino -17.146862°, -49.723271°	65
Figura 25: Centro de medição de energia.....	66
Figura 26: Tanque resfriador de leite 500L.....	67
Figura 27: Curva de carga do estabelecimento.....	69
Figura 28: GMG Matsuyama de 6,9 kVA	72
Figura 29: Inversor Solar Off Grid Spf 5000 Esg	74
Figura 30: JINKO JKM470N-60HL4-V TIGER NEO 470W.....	75

Figura 31: Esquema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	78
Figura 32: Bateria Solar Dyness LiFePO4	80
Figura 33: Esquema de ligação por inversor	84
Figura 34: Fluxo de caixa comparativo Rede Elétrica + GMG	90
Figura 35: Curva de geração em um dia.....	92
Figura 36: Fluxo de caixa comparativo Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG ..	97
Figura 37: Fluxo de caixa comparativo Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados técnicos de módulo fotovoltaico policristalino e monocristalino.....	24
Tabela 2: Ciclo de vida para diferentes baterias.....	30
Tabela 3: Ranking do Desempenho Globo de Continuidade – Concessionárias do Brasil.....	39
Tabela 4: Levantamento de Cargas	46
Tabela 5: Dados de Interrupções do Local	47
Tabela 6: Características do GMG	50
Tabela 7: Principais custos do sistema Rede Elétrica + GMG.....	60
Tabela 8: Principais custos do sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG....	61
Tabela 9: Principais custos do sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	62
Tabela 10: Principais Parâmetros de Influência	62
Tabela 11: Quadro de carga do local.....	68
Tabela 12: Parâmetros da qualidade da energia elétrica.....	70
Tabela 13: Irradiação Solar de Cezarina.....	71
Tabela 14: Parâmetros técnicos do GMG.....	72
Tabela 15: Parâmetros de análise	73
Tabela 16: Parâmetros técnicos do Inversor.....	74
Tabela 17: Parâmetros técnicos do módulo fotovoltaico.....	75
Tabela 18: Equipamentos dimensionados para o cenário 2.....	77
Tabela 19: Parâmetros técnicos da bateria	80
Tabela 20: Equipamentos dimensionados para o cenário 3.....	84
Tabela 21: Custos de venda do leite	86
Tabela 22: Custo da energia distribuída pela concessionaria	86
Tabela 23: Custo Anual do estabelecimento - SEM SOLUÇÃO.....	86
Tabela 24: Custo operacional diário do GMG.....	87
Tabela 25: Custo operacional anual cenário Rede Elétrica + GMG.....	87
Tabela 26: Principais custos do cenário Rede Elétrica + GMG	88
Tabela 27: Fluxo de caixa da solução Rede Elétrica + GMG	89
Tabela 28: Valores Presente Líquido Rede Elétrica + GMG	89
Tabela 29: Fluxo de caixa comparativo em valor presente	90
Tabela 30: Custo Nivelado de Energia (LCOE).....	91

Tabela 31: Energia por fonte Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG.....	93
Tabela 32: Economia com a energia gerada.....	94
Tabela 33: Custo da energia elétrica diária	94
Tabela 34: Custos com a energia Anual	94
Tabela 35: Principais custos do cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG..	95
Tabela 36: Fluxo de caixa da solução Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	96
Tabela 37: Valor Presente Líquido Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	96
Tabela 38: Fluxo de caixa comparativo em valor presente	97
Tabela 39: Custo Nivelado da Energia (LCOE).....	98
Tabela 40: Energia por fonte Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	99
Tabela 41: Economia energia fornecida pelas baterias	100
Tabela 42: Custos com a energia Anual	100
Tabela 43: Principais custos do cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	101
Tabela 44: Fluxo de caixa da solução Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	101
Tabela 45: Valor Presente Líquido Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias ...	102
Tabela 46: Fluxo de caixa comparativo em valor presente	102
Tabela 47: Custo Nivelado da Energia (LCOE).....	103
Tabela 48: Novos parâmetros de análise	104
Tabela 49: Indicadores financeiros para o caso 01	105
Tabela 50: Indicadores financeiros para o caso 02.....	105
Tabela 51: Indicadores financeiros para o caso 03.....	106
Tabela 52: Indicadores financeiros para o caso 04.....	106
Tabela 53: Investimento inicial de cada cenário	108
Tabela 54: Fluxo de caixa de cada cenário.....	110
Tabela 55: Principais indicadores financeiros de cada cenário em 30 anos	110
Tabela 56: Resumo Análise Completa	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN - Balanço Energético Nacional

CAPEX - Custo de Implantação

CEAMAZON - Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia

CRESESB - Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito

DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

DGC - Indicador de Desempenho Global de Continuidade

DIC - Duração de Interrupção Individual por UC

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FDI – Fator de Dimensionamento do Inversor

FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

FIC – Frequência de Interrupção Individual por UC

GMG - Grupo Motor-Gerador

INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética

LCOE - *Levelized Cost of Energy* ou Custo Nivelado da Energia

NUC - Número de Unidades Consumidoras

OPEX - Custos Operacionais

PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios

PRODIST - Procedimentos de Distribuição

SIGA - Sistema de Informações de Geração

TIR - Taxa Interna de Retorno

UC - Unidade Consumidora

VPL - Valor Presente Líquido

VTCD - Variação de Tensão de Curta Duração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Geração Distribuída	20
2.1.1	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (<i>On-Grid</i>).....	21
2.1.2	Sistema Fotovoltaico Isolado (<i>Off-Grid</i>).....	25
2.1.3	Armazenamento de Energia em Baterias.....	26
2.1.4	Grupo Motor Gerador (GMG).....	31
2.1.5	Sistema Fotovoltaico Híbrido.....	32
2.1.6	Microrredes (<i>Microgrids</i>).....	34
2.2	Qualidade Da Energia Elétrica.....	35
2.3	Indicadores Financeiros	40
3	METODOLOGIA	43
3.1	Definição da Estrutura Conceitual Teórica.....	43
3.2	Planejamento do Caso.....	44
3.3	Coleta de Dados	45
3.3.1	Levantamento Operacional.....	45
3.3.2	Recurso Solar.....	47
3.4	Análise dos Dados.....	49
3.4.1	Rede Elétrica + GMG.....	49
3.4.2	Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG.....	51
3.4.3	Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	54
3.4.4	Análise Financeira	59
3.5	Geração do Relatório	63
4	ESTUDO DE CASO	64

4.1	Estrutura conceitual teórica.....	64
4.2	Planejamento do caso.....	65
4.3	Coleta de dados.....	66
4.3.1	Levantamento Operacional.....	66
4.3.2	Recurso solar.....	70
4.4	Análise de dados.....	71
4.4.1	Rede Elétrica + GMG.....	71
4.4.2	Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG.....	73
4.4.3	Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	78
4.4.5	Análise Financeira.....	84
5	Resultados e Discussões.....	107
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	114
6.1	Conclusões.....	114
6.2	Recomendações para trabalhos futuros.....	115
	REFERÊNCIAS.....	116
	APÊNDICE A – Relatório de visita técnica.....	126
	APÊNDICE B – Fluxo de caixa Rede Elétrica + GMG.....	127
	APÊNDICE C – Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + GMG.....	128
	APÊNDICE D – Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG.....	129
	APÊNDICE E – Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG.....	130
	APÊNDICE F – Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias ...	131
	APÊNDICE G – Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	132
	APÊNDICE H – Análise de sensibilidade caso 01 Fluxo de caixa Rede Elétrica + GMG....	133

APÊNDICE I – Análise de sensibilidade caso 01 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + GMG	134
APÊNDICE J – Análise de sensibilidade caso 01 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	135
APÊNDICE K – Análise de sensibilidade caso 01 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	136
APÊNDICE L – Análise de sensibilidade caso 01 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	137
APÊNDICE M – Análise de sensibilidade caso 01 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	138
APÊNDICE N – Análise de sensibilidade caso 02 Fluxo de caixa Rede Elétrica + GMG....	139
APÊNDICE O – Análise de sensibilidade caso 02 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + GMG.....	140
APÊNDICE P – Análise de sensibilidade caso 02 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	141
APÊNDICE Q – Análise de sensibilidade caso 02 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	142
APÊNDICE R – Análise de sensibilidade caso 02 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	143
APÊNDICE S – Análise de sensibilidade caso 02 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	144
APÊNDICE T – Análise de sensibilidade caso 03 Fluxo de caixa Rede Elétrica + GMG	145
APÊNDICE U – Análise de sensibilidade caso 03 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + GMG.....	146
APÊNDICE V – Análise de sensibilidade caso 03 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	147
APÊNDICE W – Análise de sensibilidade caso 03 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	148

APÊNDICE X – Analise de sensibilidade caso 03 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	149
APÊNDICE Y – Analise de sensibilidade caso 03 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias.....	150
APÊNDICE Z – Analise de sensibilidade caso 04 Fluxo de caixa Rede Elétrica + GMG	151
APÊNDICE AA – Analise de sensibilidade caso 04 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + GMG.....	152
APÊNDICE AB – Analise de sensibilidade caso 04 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	153
APÊNDICE AC – Analise de sensibilidade caso 04 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	154
APÊNDICE AD – Analise de sensibilidade caso 04 Fluxo de caixa Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	155
APÊNDICE AE – Analise de sensibilidade caso 04 Fluxo de caixa comparativo em valor presente Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	156
APÊNDICE AF – Quantidade de energia por fonte em 30 anos.....	157
ANEXO A – Datasheet do modulo fotovoltaico	161
ANEXO B – Datasheet do inversor <i>off-grid</i>	162
ANEXO C – Datasheet do modulo fotovoltaico	163
ANEXO D – Datasheet da bateria.....	165

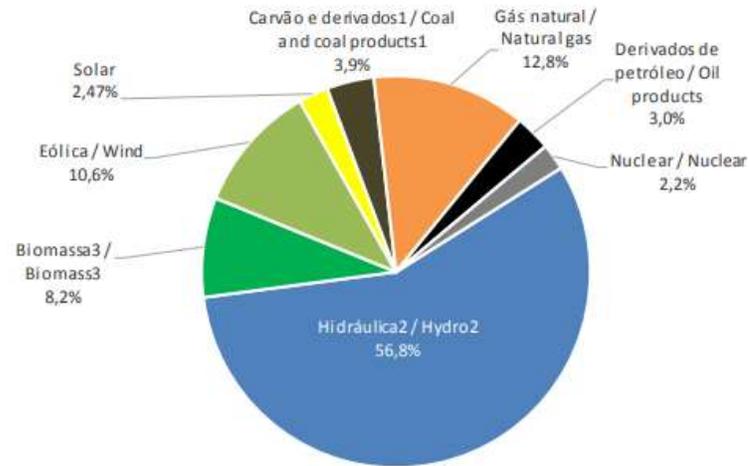
1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica apresenta papel fundamental no desenvolvimento de uma sociedade, seja esta, localizada na zona urbana ou zona rural. É considerada a forma de energia mais flexível, de modo que pode ser transmitida através de longas distâncias, além de poder ser transformada em luz, calor, movimento e informação (VILLALVA, 2015).

No cenário atual, através dos constantes avanços tecnológicos, pode-se observar uma crescente necessidade por energia elétrica, bem como exigência pela qualidade desta. Assim, é considerada um insumo de grande importância no processo produtivo industrial (SILVA, 2023). Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), através do Balanço Energético Nacional (BEN) realizado nos anos de referência 2021, 2020 e 2019, o setor industrial representou um total de 37,4%, 36,6% e 35,9% do consumo final de energia elétrica (EPE, 2020; EPE, 2021; EPE, 2022).

O fornecimento de energia elétrica aos estabelecimentos residenciais, comerciais ou industriais, ocorre através de redes de distribuição, em baixa ou média tensão, onde para este fornecimento o Brasil conta com uma matriz elétrica formada pelas fontes renováveis como a hidráulica, biomassa, eólica, solar, e não renováveis como o gás natural, nuclear, derivados de petróleo e carvão e derivados. Assim, como fonte predominante no Brasil a hidráulica é formada por centrais hidrelétricas que representam 56,8% da oferta interna de energia elétrica (EPE, 2022). Desta forma, a matriz brasileira se constitui predominantemente na forma de geração centralizada de energia elétrica, de modo que esta é gerada e conseqüentemente transmitida e distribuída até o consumo final. Além da geração centralizada de energia, o Brasil conta com uma crescente utilização da geração distribuída, isto é, gerando energia próximo ao local de consumo. Na geração distribuída predomina-se a fonte solar fotovoltaica, de modo que esta representou no ano de 2021, 88,3% da geração distribuída (EPE, 2022). A Figura 1 apresenta a geração de energia elétrica por fonte.

Figura 1: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: Balanço Energético Nacional, 2022.

Através de marcos regulatórios e redução dos custos de equipamentos, a utilização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede se popularizou rapidamente e se tornou uma solução possível para a economia dos custos relativos à energia elétrica. O marco inicial ocorreu em 2012 através da criação da resolução normativa nº482, estabelecendo regras para o acesso à rede das distribuidoras de energia. Esta resolução foi revisada em 2015 surgindo novas definições e critérios de conexão através da resolução normativa nº 687. O marco regulatório mais recente e de grande impacto no setor de geração distribuída foi a criação da Lei nº 14300 de janeiro de 2022, de modo a se obter maior segurança jurídica nas tratativas entre consumidor e concessionária, também através desta lei ocorre mudanças no processo de faturamento da energia gerada e injetada na rede (Brasil, 2022).

O sistema fotovoltaico conectado à rede é uma forma de geração de energia elétrica que utiliza a energia proveniente dos raios solares, abundante no planeta, de modo que esta é convertida em energia elétrica, este sistema está representado de forma simplificada na Figura 2. Através dessa fonte ocorre a descentralização da geração de energia, de modo que os consumidores não fiquem tão dependentes da concessionária distribuidora de energia e conseqüentemente aos efeitos sazonais da geração centralizada que impactam no valor da tarifa de energia, como ocorre em usinas hidrelétricas. Os consumidores de energia que também geram sua própria energia são chamados de prossumidores.

Figura 2: Sistema fotovoltaico conectado à rede



Fonte: Blue Sol Energia Solar, 2022.

Segundo informações da ABSOLAR, na geração distribuída, a cada R\$ 1 investido em usinas fotovoltaicas de pequeno e médio portes, o setor devolve mais de R\$ 3 em contribuições elétricas, econômicas, sociais e ambientais aos brasileiros (PORTAL SOLAR, 2020). Após a publicação da Resolução 482/2012, Camargo (2015) indicou como principais benefícios da energia solar: a diversificação da matriz elétrica brasileira, a redução do uso de usinas termoeletricas e das emissões de gases do efeito estufa, a geração de empregos, a diminuição da necessidade de criação de novas linhas de transmissão com a produção local de energia e aumento da segurança energética.

Ottonelli et al (2021) enfatizam as oportunidades da geração de energia solar fotovoltaica que podem gerar benefícios ambientais através da ampliação do uso de energias limpas, assim reduzindo o uso de combustíveis fósseis, redução da emissão de gases nocivos durante a geração de energia e consequentemente a redução de danos ambientais.

Sistemas fotovoltaicos possuem variadas aplicações, sejam eles conectados à rede, com o objetivo de minimizar os custos diretamente na fatura de energia, sistemas isolados, utilizados para a geração de energia em locais onde não possuem rede de distribuição de energia elétrica, e sistemas híbridos, para locais que possuem rede de distribuição de energia elétrica, porém apresentam

intermitência no seu fornecimento. Para os sistemas isolado e híbrido, estes podem utilizar as tecnologias de armazenamento de energia em baterias, de modo a utilizar energia também em momentos em que a energia proveniente do Sol não seja suficiente.

Atualmente, a concessionária ENEL-GO, antiga CELG-D, apresenta desempenho insatisfatório no quesito qualidade do serviço prestado, principalmente nos parâmetros relativos à frequência e duração das interrupções do fornecimento de energia. Através de medições realizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a ENEL-D figura entre as 3 piores concessionárias do Brasil nos últimos anos, apresentando altos índices de interrupções de energia (ANEEL, 2022b). Assim, constantes notícias são apresentadas nos meios de comunicação, onde são relatados os problemas e prejuízos enfrentados pela população devido à interrupção no fornecimento de energia elétrica. Se observa um maior impacto com essas frequentes e duradouras interrupções na zona rural, onde ocorrem severos prejuízos financeiros devido principalmente a parada da linha de produção, perda de alimentos armazenados em refrigeradores e perda de animais em locais com temperatura controlada, como ocorrem com os produtores de leite, frigoríficos e granjas (FEITOSA, 2022).

Como alternativa para manter a continuidade da produção fabril e minimizar os prejuízos, muitas indústrias fazem uso de Grupo Motor-Gerador (GMG) a diesel. Porém a utilização de GMGs a diesel aumenta o custo operacional, bem com a emissão de poluentes no ambiente (BABAJIDE; BRITO, 2021). Apesar do baixo valor inicial de aquisição de tal fonte alternativa de geração de energia, é importante observar as novas tecnologias disponíveis no mercado que apresentem melhor eficiência e viabilidade financeira.

Através da utilização das energias renováveis como eólica, biomassa e solar fotovoltaica, se pode obter soluções alternativas para manter a continuidade das instalações elétricas de forma limpa, sustentável e mitigando as emissões de poluentes, principalmente aquelas propriedades localizadas na zona rural. Desta forma, conseqüentemente se reduz os prejuízos financeiros devido a parada da linha de produção e mal condicionamento no armazenamento de alimentos e na criação de animais.

Dado o exposto acima, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a solução mais viável técnica e economicamente de diferentes configurações de sistemas fotovoltaicos

híbridos e GMG para redução dos impactos causados por interrupções de energia. Assim, se adotará como objeto de estudo uma propriedade localizada na zona rural do estado de Goiás, área de concessão da distribuidora ENEL Goiás. Como objetivos específicos tem-se a apresentação de novas fontes alternativas de geração distribuída para substituição ou redução da utilização de GMG, principal fonte utilizada nas propriedades rurais para manter a continuidade de energia elétrica, e consequentemente a redução de gastos com combustíveis e emissões de poluentes.

Através do estudo do tema, este trabalho apresenta possíveis contribuições para o meio acadêmico e profissional, abordando os aspectos teóricos, práticos, de políticas públicas e os impactos sociais. As contribuições teóricas se dão por meio da revisão da literatura existente e agregando novas descobertas tecnológicas que servirão de auxílio para outros autores. De maneira prática, o trabalho contribui para a popularização e auxílio no dimensionamento e aplicação das tecnologias de geração alternativa de energia. Através da nova política de faturamento apresentado no último marco regulatório, por meio da Lei 14300 e eventuais mudanças futuras, as tecnologias apresentadas neste trabalho podem contribuir politicamente para a utilização das tecnologias *off-grid* em áreas urbanas, substituindo os sistemas *on-grid* como forma de economia. Como impactos sociais, a pesquisa contribui para a redução dos custos com energia elétrica, dos prejuízos financeiros causados por interrupções de energia e da emissão de poluentes na zona rural.

O presente trabalho está dividido em capítulos, sendo:

1. Introdução: É apresentado o contexto no qual o tema da pesquisa está inserido, a motivação e problemática, bem como os objetivos deste trabalho.
2. Referencial teórico: São inseridas as principais informações teóricas referentes a qualidade da energia elétrica, dados fornecidos por concessionárias de energia e agências fiscalizadoras. Demonstra-se as diferentes configurações de sistemas fotovoltaicos e GMG através de informações técnicas de fabricantes. É realizado um mapeamento da literatura através de trabalhos existentes, acrescentando suas contribuições para a pesquisa.
3. Metodologia: Etapa de desenvolvimento teórico da pesquisa, através do método do estudo de caso. Assim, a coleta de dados consiste em entrevistas aos responsáveis técnicos do estabelecimento localizado na zona rural, onde são coletadas informações referentes à demanda energética do local, consumo de combustível dos GMGs quando

houver e dados retrospectivos de frequência e duração média de interrupções no fornecimento de energia. Através dos dados coletados, esses são analisados, de modo a dimensionar os sistemas fotovoltaicos híbridos e suas respectivas configurações, juntamente ou não com o GMG existente, e realizar estudos dos indicadores financeiros de cada uma das configurações.

4. Estudo de caso: Aplicação prática da metodologia desenvolvida no capítulo que precede, assim realizando inicialmente a coleta de dados na propriedade em estudo, de modo a estabelecer os parâmetros operacionais do local, sendo eles técnicos e financeiros. Após a coleta de dados é realizado o dimensionamento dos equipamentos geradores, bem como o levantamento dos principais custos para implantação e operação para as configurações: 1) Rede Elétrica + GMG; 2) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-Grid* + GMG; 3) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-Grid* + Baterias.
5. Resultados e Discussões: Sintetização dos resultados apresentados após a análise dos dados coletados, de modo a apresentar os indicadores financeiros de cada configuração. Desta forma, os indicadores financeiros são comparados entre si, assim, através da investigação destes se obtém a configuração mais vantajosa financeiramente para a redução dos impactos causados pela falta de energia no local em estudo.
6. Conclusões: Contextualização da pesquisa, através da apresentação das informações relevantes contidas no trabalho, ademais apresenta-se a relação dos resultados encontrados com a teoria e objetivos propostos, além das sugestões para trabalhos futuros

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De modo a fundamentar teoricamente o trabalho, este capítulo apresenta as principais referências da literatura relacionadas à geração distribuída, através da contextualização desta na matriz elétrica brasileira, de modo a apresentar as principais aplicações em estudo, sendo elas: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede (*on-grid*) e isolados (*off-grid*), armazenamento de energia em baterias, GMG e sistemas fotovoltaicos híbridos. Adicionalmente, os parâmetros de qualidade da energia elétrica são apresentados, bem como, os principais indicadores de continuidade relacionado a qualidade do serviço, e os principais impactos causados por interrupção de energia na zona rural.

As aplicações de geração distribuída, sendo ela renovável ou não, são possíveis soluções para problemas relacionados à qualidade de energia.

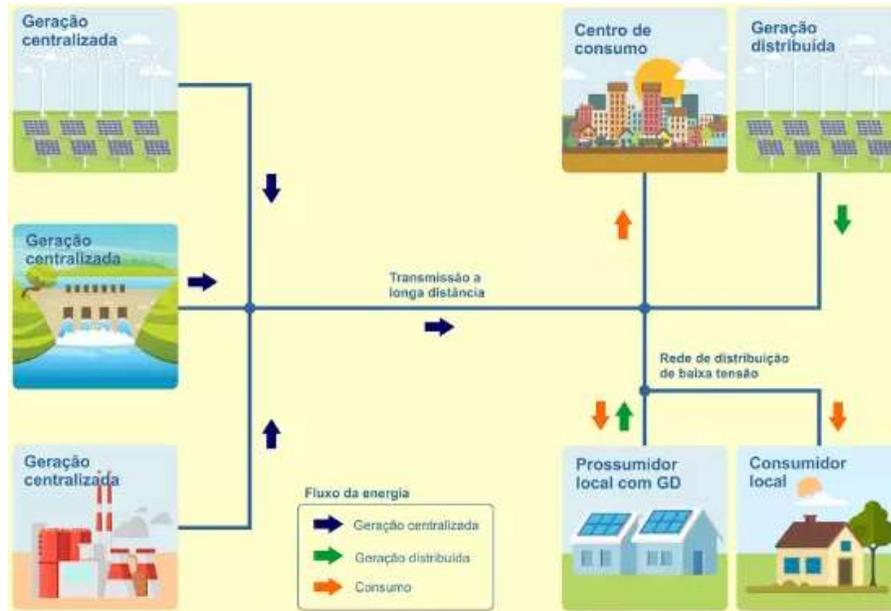
2.1 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A maior parte da geração de energia elétrica no Brasil consiste na geração centralizada, através de grandes usinas hidrelétricas e termelétricas, onde a matriz geradora encontra-se afastada dos centros urbanos, desse modo a energia é transportada através de extensas linhas de transmissão e redes de distribuição até o ponto de consumo (Canal Solar, 2021).

A diversificação da matriz elétrica no país caminha cada vez mais para a utilização de fontes renováveis, devido à grande abundância de recursos naturais disponíveis. Além da utilização dos recursos hídricos, a incidência de irradiação solar é favorável para a utilização da geração solar fotovoltaica, da mesma forma como a incidência de ventos, para a geração eólica. Um país com dimensões continentais e com solo fértil, a agricultura contribui com altos volumes de biomassa para a produção de biodiesel (PEREIRA; NETO, 2020).

Segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética INEE (2022), a geração distribuída consiste na geração de energia junto ou próximo ao ponto de consumo. Diferentes tecnologias são utilizadas como fonte de geração, onde as principais são: Solar fotovoltaica, geradores à combustível, biogeradores e pequenas centrais hidrelétricas. A Figura 3 ilustra esquematicamente a geração centralizada e distribuída de energia.

Figura 3: Geração Centralizada e Distribuída



Fonte: Canal solar, 2021.

Segundo os dados obtidos em 05 de abril de 2022 no Sistema de Informações de Geração (SIGA), o Brasil possui um total de 927.566 conexões de GD's, o que totaliza uma potência instalada de 10.169.441,33 kW (ANEEL, 2022a).

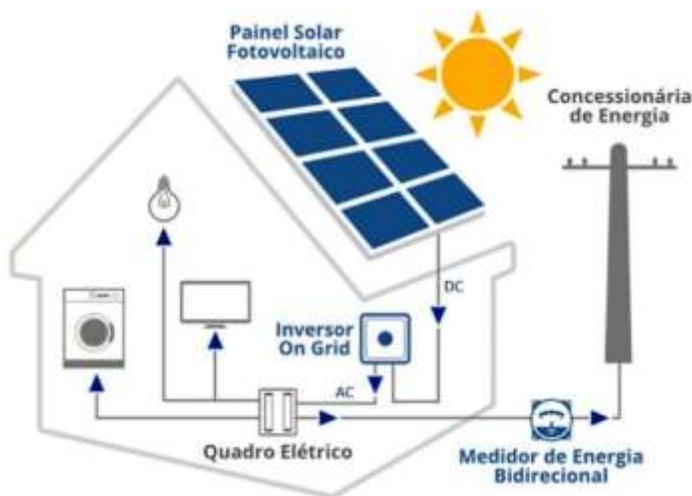
A geração distribuída apresenta benefícios relevantes ao sistema elétrico, de forma a minimizar os efeitos relacionados às falhas e perdas no sistema de transmissão e distribuição de energia, onde esses sistemas percorrem longos caminhos até o ponto de consumo, assim como aumentar a estabilidade do sistema elétrico e a relação com as tarifas praticadas pelas concessionárias distribuidoras de energia (SILVA et. al, 2018). Através da geração distribuída também é possível atender de maneira efetiva aos aumentos da demanda de energia elétrica (BARBOSA; AZEVEDO, 2013).

2.1.1 Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (*On-Grid*)

O sistema fotovoltaico conectado à rede ou *on-grid* é assim denominado pois permite a interligação do sistema de geração distribuída à rede elétrica da concessionária ou permissionária, esta interligação ocorre seguindo condições e critérios técnicos estabelecidos através de

especificações técnicas publicadas pela distribuidora, de modo que o sistema do acessante e da acessada operem com segurança, eficiência, qualidade e confiabilidade (ENEL, 2018). Está representado na Figura 4 a forma de conexão e os principais componentes do sistema fotovoltaico *on-grid*.

Figura 4: Sistema Fotovoltaico *On-Grid*



Fonte: Natália Siqueira, 2019.

Painel Solar Fotovoltaico: Também chamado de módulo fotovoltaico é o equipamento responsável pela conversão de irradiação solar em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico. É fabricado em material semicondutor, sendo o silício monocristalino e policristalino as principais tecnologias utilizadas no mercado.

Inversor *On-grid*: Dispositivo utilizado para conversão da energia elétrica gerada pelo painel fotovoltaico em corrente contínua DC, para energia elétrica em corrente alternada com parâmetros adequados de tensão, corrente e frequência, em relação à rede de distribuição. Os inversores possuem vida útil estimada de 10 a 15 anos e possui garantia média de 5 anos (FERNANDES, 2020).

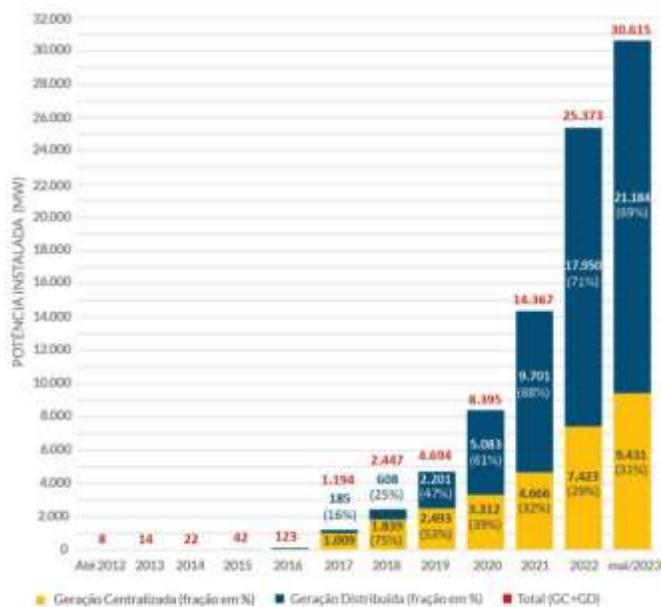
Medidor de energia bidirecional: Equipamento instalado pela concessionária de energia, para registro da energia elétrica em dois sentidos, sendo a energia injetada, aquela produzida pelo sistema fotovoltaico e injetada na rede elétrica (após o consumo instantâneo) e a energia consumida, aquela fornecida pela concessionária.

Os sistemas instalados conectados à rede elétrica da distribuidora possuem faturamento exclusivo de energia, formado pela diferença entre energia injetada na rede e energia consumida da rede, através da utilização do medidor bidirecional. Quando ocorrer excedente de energia injetada, esta é convertida em créditos de energia e possuem validade de 60 meses para serem compensados.

A fonte geradora solar fotovoltaica teve seu crescimento de forma exponencial a partir de 2012, ano de publicação da resolução normativa 482 pela ANEEL. Através desta, foram estabelecidas as condições para o acesso de mini e microgeração distribuída ao sistema de distribuição, bem como o sistema de compensação de energia, mecanismo de faturamento da energia elétrica entre o consumidor e sua concessionária ou permissionária correspondente (ANEEL, 2012). Assim, iniciou-se uma crescente demanda por sistemas fotovoltaicos conectados à rede ou *on-grid*.

Através dos infográficos apresentados periodicamente pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), é possível visualizar a evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil. A Figura 5 apresenta o infográfico de dados referentes ao período de 2012 até maio de 2023 (ABSOLAR, 2023).

Figura 5: Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil (MW)



Fonte: ABSOLAR, 2023.

O aumento da potência instalada em geração solar fotovoltaica teve como incentivo relevante ao consumidor, a redução do preço e o aumento da eficiência dos equipamentos. Os módulos fotovoltaicos tiveram os preços reduzidos na ordem de 90% no ano de 2020, quando comparados aos valores praticados em 2010, reduzindo de 2 €/W para 0,20 €/W JESUS (2020). Através dos avanços tecnológicos na fabricação dos módulos, foi possível aumentar a eficiência de conversão dos módulos fotovoltaicos, assim gerando mais energia por área utilizada, com isso os módulos de silício policristalino com eficiência na ordem de 14 a 20%, estão sendo substituídos por módulos de silício monocristalino com eficiência de 15 a 22% (RODRIGUES; FREITAS, 2022). A Figura 6 e Tabela 1 representam os módulos fotovoltaicos de policristalino e monocristalino.

Figura 6: Módulos Fotovoltaico Policristalino e Monocristalino



Fonte: Adaptado de *Canadian Solar*, 2022.

Tabela 1: Dados técnicos de módulo fotovoltaico policristalino e monocristalino

<i>Canadian Solar</i>	CS3W-415 W	CS3W-455MS
Potência nominal (P_{máx})	415 W	455 W
Tensão de Operação (V_{mp})	39,3 V	41,3 V
Corrente de Operação (I_{mp})	10,56 A	11,02 A
Tensão de Circuito Aberto (V_{oc})	47,8 V	49,3 V
Corrente de Curto Circuito (I_{sc})	11,14 A	11,66 A
Eficiência	18,79%	20,6%

Fonte: Adaptado de *Canadian Solar*, 2022.

Como reflexo da redução dos custos dos equipamentos, sistemas fotovoltaicos conectados à rede apresentam viabilidade econômica atrativas ao consumidor. Um estudo de viabilidade economia em uma residência unifamiliar foi realizada por Rodrigues e Freitas (2022), onde o custo de implantação do sistema foi de R\$9.759,00 para uma geração de 254 kWh, contemplando equipamentos, projeto, execução, comissionamento e homologação na concessionária. Assim, foi observada uma economia de 79% em relação ao consumo sem o sistema fotovoltaico, além de um retorno do investimento (*payback* simples) de 4 anos, sendo assim atrativa ao consumidor visto que a vida útil do sistema é de 25 anos.

2.1.2 Sistema Fotovoltaico Isolado (*Off-Grid*)

Os sistemas fotovoltaicos isolados, também chamados de *off-grid*, não possuem interligação com a rede elétrica da concessionária distribuidora de energia, desta forma, a energia gerada não pode ser injetada na rede de distribuição. Assim, as principais aplicações deste tipo de geração distribuída são para atendimento à locais remotos e de difícil acesso, onde não possuem rede de distribuição de energia, assim como em locais onde esta rede apresenta intermitência de operação. Outra aplicação consiste no uso de sistemas isolados para controle de demanda em estabelecimentos que são atendidos e faturados em média tensão.

A Figura 7 apresenta os principais componentes de um sistema fotovoltaico isolado.

Figura 7: Sistema Fotovoltaico *Off-Grid*



Fonte: Neosolar, 2022.

Painel Fotovoltaico: Equipamento responsável pela conversão de irradiação solar em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico. É fabricado em material semicondutor, sendo o silício monocristalino e policristalino as principais tecnologias utilizadas no mercado.

Controlador de Carga: Equipamento responsável pelo controle e regulação dos parâmetros elétricos adequados para o carregamento e o descarregamento do banco de baterias, aumentando assim a vida útil deste (PINHO; GALDINO, 2014).

Baterias: Sistema de armazenamento de energia em corrente contínua, com tensão de operação de 12V, 24V ou 48V, responsável pelo suprimento de energia em momentos que não possui irradiação solar suficiente. As principais tecnologias de baterias são: Bateria de Chumbo-Ácido, Níquel-Cádmio, Fosfato de Ferro de Lítio e íons de Lítio.

Inversor *Off-Grid*: Dispositivo utilizado para a conversão da energia elétrica gerada pelo painel fotovoltaico em corrente contínua DC, com tensão de 12V, 24V ou 48V, para energia elétrica em corrente alternada, com tensão de 127V ou 220V e parâmetros adequados aos equipamentos atendidos.

Um estudo de caso foi realizado por Babajide e Brito (2021), na zona urbana de Lagos na Nigéria, região que sofre com constantes interrupções no fornecimento de energia, chegando a ficar em média 11 horas sem acesso à energia elétrica por dia. Assim, por meio de uma análise financeira, foi analisada a implementação de um sistema fotovoltaico *off-grid* com banco de baterias, e comparado os custos com o uso de GMG à diesel, popularmente utilizados na região, ao longo do horizonte de 20 anos para um consumo médio doméstico. Foi observada uma economia de 60% com o uso de sistema fotovoltaico como backup de energia em relação ao uso de GMGs à diesel, devido ao gerador apresentar altos custos de operação. Adicionalmente, foi possível verificar que, através da quantia gasta com combustível anualmente, é viável a aquisição de um financiamento para implantação do sistema fotovoltaico com baterias, onde este é quitado em 4 anos.

2.1.3 Armazenamento de Energia em Baterias

Os sistemas de armazenamento de energia em baterias são utilizados há muitos anos, sendo as mais antigas aplicações feitas através de baterias de chumbo-ácido, para abastecimento de

energia em locais remotos no Brasil. A aplicação de sistemas fotovoltaicos com armazenamento de energia em baterias de chumbo-ácido foi impulsionada pelo Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM, onde foram instalados mais de 6200 sistemas deste tipo em comunidades isoladas (GREENER, 2022).

Sistemas fotovoltaicos em operação juntamente com sistema de armazenamento de energia em baterias, representam uma solução para locais isolados, onde a entrega de energia por parte das concessionárias não é viável, seja em termos econômicos ou técnicos e também, em áreas urbanas, podendo ser utilizados como sistemas auxiliares para economia de energia, oferecendo benefícios em termos financeiros, qualidade da energia, estabilidade e confiabilidade (Andrade, et al., 2021).

O sistema de armazenamento de energia deve funcionar continuamente em ciclos de carga e descarga, de intensidade e duração variáveis em função da intermitência da geração de energia e dos diversos tipos de consumo. A um ciclo diário (determinado pelos perfis de geração e consumo) se superpõe um ciclo sazonal, que depende da evolução da radiação solar ao longo do ano. Conforme a aplicação um ciclo diário pode variar desde superficial (profundidade de ciclagem em torno de 15%) a profundo (maior que 80%). Assim, as baterias em aplicações fotovoltaicas podem operar em condições de cargas e descargas irregulares, longos períodos em baixa carga ou em sobrecarga e sob variações na temperatura (COPETTI; MACAGMAN, 2007).

Os principais tipos de baterias utilizadas em sistemas fotovoltaicos são:

Bateria de Chumbo-Ácido: As baterias de Chumbo-Ácido são compostas por placas de dióxido de chumbo (PbO_2) e chumbo metálico (Pb), as quais compõem os eletrodos catodo e anodo respectivamente, onde esses eletrodos são submersos em solução aquosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluído em água, eletrólito. Assim, durante o descarregamento da bateria, ocorre a reação do ácido sobre os eletrodos, formando água e acúmulo de sulfato de chumbo ($PbSO_4$) nos eletrodos, de forma reversa, no carregamento, o sulfato de chumbo ($PbSO_4$) é convertido novamente em chumbo metálico (Pb), ácido sulfúrico (H_2SO_4) e dióxido de chumbo (PbO_2) (PINHO; GALDINO, 2014).

Essa tecnologia de armazenamento de energia apresenta o menor custo por Wh em aplicações de sistemas fotovoltaicos, porém sofrem maior influência com o aumento de temperatura, reduzindo a eficiência e vida útil, sendo recomendadas para aplicações com temperaturas máximas de $25^{\circ}C$ a $30^{\circ}C$ (Ferreira, 2021). A vida útil também está diretamente relacionada à profundidade de descarga, assim, variando de 2500 ciclos, para uma profundidade de 10%, a 500 ciclos, para uma descarga de 50% (Villalva, 2019). A Figura 8 ilustra a bateria de chumbo-ácido do fabricante Freedom.

Figura 8: Bateria Chumbo-Ácido Freedom



Fonte: Freedom, 2022.

Bateria de Níquel-Cádmio: De forma fisicamente semelhante a bateria de chumbo-ácido, a bateria de Níquel-Cádmio é composta pelo eletrodo catodo em hidróxido de níquel III (NiO (OH)), e eletrodo anodo em cádmio (Cd), imersos em solução de hidróxido de potássio (KOH) (PINHO; GALDINO, 2014).

Quando comparadas às baterias de chumbo-ácido, apresentam custo inicial cerca de 5,24% maior, porém necessitam de menor manutenção e possuem ciclo de vida maior. Essa tecnologia possui menor impacto para o aumento de temperatura, sendo recomendada para temperaturas máximas de 35°C a 40°C (FERREIRA, 2021).

Esta tecnologia possui ciclo de vida de 10000 ciclos, considerando uma profundidade de descarga de 15%, segundo informações do fabricante SAFT (2022). Está representado através da Figura 9 a bateria de Níquel-Cádmio do fabricante SAFT.

Figura 9: Bateria Níquel-Cádmio SAFT



Fonte: SAFT, 2022.

Bateria de íons de Lítio: Apresenta estrutura formada por cátodo e ânodo, lítio-cobalto (LiCoO₂) e carbono respectivamente, separados fisicamente por uma camada fina de plástico perfurada, permitindo passagem dos íons. O carregamento da bateria ocorre através da corrente elétrica formada pela ligação ao carbono, dos íons de lítio que percorrem no sentido cátodo para o ânodo, sendo o descarregamento ocorrido no sentido inverso dos íons de lítio (BRASIL, 2018).

Esta tecnologia possui vida útil superior às baterias de chumbo-ácido, de modo a atingir 3000 ciclos para uma profundidade de descarga de 80% (Coppez, 2010). Por meio da Figura 10 é possível visualizar a bateria de Íons de Lítio do fabricante *Energy Source*.

Figura 10: Bateria Íons de Lítio *Energy Source*



Fonte: Confortec, 2022.

Bateria de Lítio Ferro Fosfato: Tecnologia mais recentes implementadas em sistemas fotovoltaicos, de modo a suprir cargas críticas, apresentando maior potência e maior desempenho em relação às tecnologias existentes (Neto, 2019). Segundo o fabricante de baterias BYD (2022), a vida útil dessa tecnologia está estimada em mais de 6000 ciclos, sendo assim superior às outras tecnologias de baterias. A bateria de Lítio Ferro Fosfato do fabricante BYD está representado na figura 11.

Figura 11: Bateria de Lítio Ferro Fosfato BYD



Fonte: ALDO, 2022.

As tecnologias de baterias apresentadas anteriormente possuem ciclos de vida variados, onde estes são proporcionais à profundidade de descarga exercida na bateria. A Tabela 2 apresenta os valores relacionados ao ciclo de vida e profundidade de descarga por tipo de bateria.

Tabela 2: Ciclo de vida para diferentes baterias

Tipo de bateria	Profundidade de descarga	Ciclo de vida
Chumbo-Ácido	10%	2500
Níquel-Cádmio	15%	10000
Ions de Lítio	80%	3000
Lítio Ferro Fosfato	100%	6000

Fonte: O autor.

Em estudo realizado por Andrade et. al. (2021), foi analisado a economia de um sistema fotovoltaico híbrido com armazenamento de energia em baterias de Lítio Ferro Fosfato, implantado no Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (CEAMAZON), com o objetivo principal de reduzir o custo da energia da concessionária local no horário de ponta (18:30h as 21:03h). Foram comparados os custos no local com e sem o sistema fotovoltaico híbrido em um período de um ano, como resultado foi obtido uma economia de 51% correspondente à R\$25.481,79.

2.1.4 Grupo Motor Gerador (GMG)

O conjunto GMG consiste em um motor a combustão alimentado a diesel, gasolina ou gás, responsável por gerar energia mecânica ao sistema, agrupado a um gerador de corrente alternada, capaz de gerar energia elétrica a um determinado conjunto de cargas (ZORZETTO; CAUDURO, 2015). A Figura 12 ilustra um GMG à diesel.

Figura 12: GMG à diesel



Fonte: Stemac,2022.

Este sistema apresenta três principais modos de funcionamento, sendo eles:

Regime Standby: Operação em regime de reserva, sendo utilizado para manter a continuidade e segurança, em momentos de interrupções no fornecimento de energia elétrica, operação contínua máxima de 25 horas em atendimento à demanda máxima (Horst, 2016). Regime aplicado em locais que a falta de energia possa representar risco de saúde e vida, perda de informações ou que causem grande desconforto.

Regime Prime: Operação como fonte principal de energia elétrica, possui operação ilimitada de tempo para cargas variáveis e limitada em 750 horas por ano, para cargas constantes. Regime de geração local aplicado para redução do pico de consumo (TEIXEIRA, 2015).

Regime Contínuo: São classificadas com regime contínuo as aplicações com regime de trabalho constante. Regime aplicado à geração distribuída em locais remotos de concessionárias ou autoprodutores, como fonte primária de energia. (CUMMINS, 2015).

Com o baixo custo inicial de implantação entre as principais fontes geradoras, o GMG é amplamente utilizado no setor rural, de modo a manter a continuidade da energia elétrica em períodos de intermitência ou ausência no fornecimento desta por parte da rede de distribuição. São utilizados também como aplicação em comunidades remotas, onde o atendimento via redes de distribuição se torna inviável pela concessionária (COSTA; VILLALVA, 2020).

A vida útil dos GMGs depende de diversos fatores, como o tempo de operação, temperatura de trabalho, manutenções preventivas, entre outras. Segundo Cartaxo e Jannuzzi (2006) essa vida útil é de 30000 horas, já para Nocera et al (2015) a vida útil é de 15000 horas.

2.1.5 Sistema Fotovoltaico Híbrido

Sistemas fotovoltaicos híbridos são constituídos por um sistema fotovoltaico *on-grid* ou *off-grid*, que possui diferentes fontes alternativas de geração de energia, sendo estas, renováveis ou tradicionais. Na Figura 13 está representado uma configuração possível de sistema fotovoltaico híbrido.

Figura 13: Sistema de Geração de Energia Elétrica Híbrido

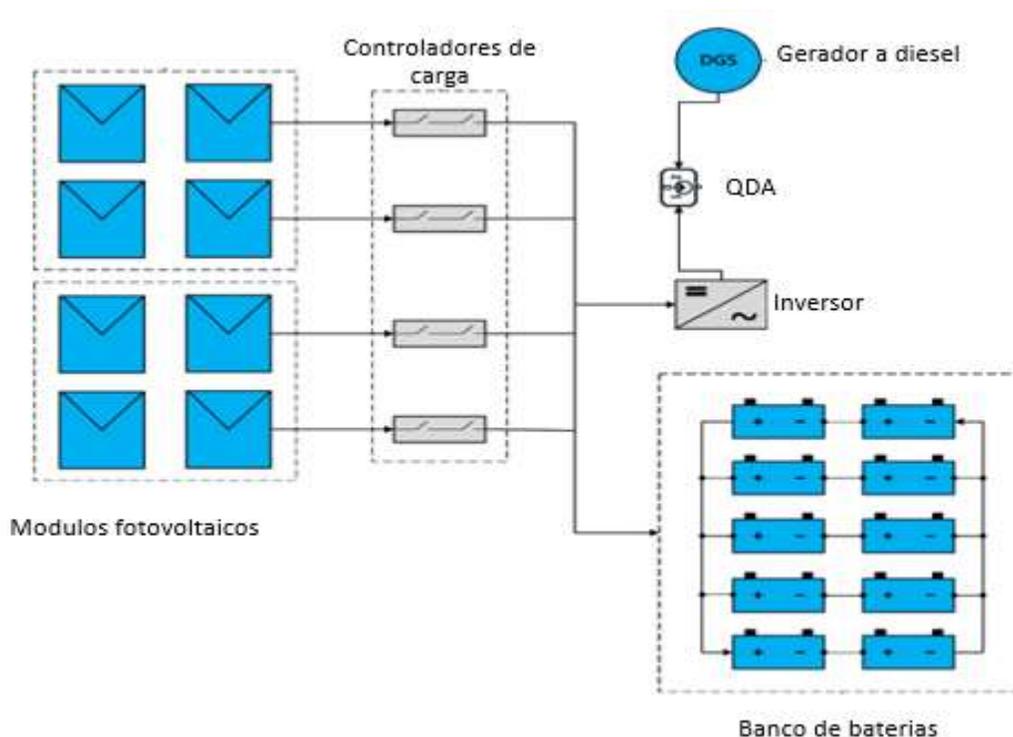


Fonte: Adaptado de Sanni et. al, 2021.

Um estudo realizado por Costa e Villalva (2020) investigou um sistema híbrido *off-grid* instalado na reserva extrativista Tapajós-Arapiuns, formado por gerador fotovoltaico com banco de baterias de chumbo-ácido, como fonte principal e GMG à diesel como fonte secundária. Através de simulações computacionais foi analisado o comportamento do sistema para o aumento de 10 a 50% no perfil de carga, onde este sistema apresentou desempenho satisfatório, de modo que o GMG à diesel, para atendimento ao pico de consumo, não representou mais que 15% da geração de energia.

Na maioria dos sistemas híbridos, os GMGs à diesel e as baterias são utilizados como backup de energia. A Figura 14 ilustra esta configuração de sistema para uma aplicação *off-grid*.

Figura 14: Sistema Fotovoltaico Híbrido *Off-Grid*



Fonte: Costa; Villalva, 2020.

Em locais que possuem intermitência no fornecimento de energia através de redes de distribuição, é comum a utilização de GMGs à diesel como forma de manter a continuidade do fornecimento. Assim, segundo o estudo de caso realizado por Chedid e Sawwas (2021), na Universidade Americana de Beirute, como alternativa para minimizar a dependência e custos de

operação do gerador, a migração para um sistema fotovoltaico (PV) híbrido + Bateria + Diesel mostrou-se viável, através da economia de energia e redução significativa do custo da energia.

Uma análise comparativa entre dois sistemas híbridos, Rede Elétrica + PV + Biogás e Rede Elétrica + PV + GMG, foi apresentada por Sanni et. al. (2021), através de um estudo de caso para um frigorífico localizado em Ado Ekiti na Nigéria, local que convive com um fornecimento de energia não confiável. Através da modelagem no software HOMER, permitiu-se mapear os custos e operação dos sistemas, de modo a determinar o mais viável financeiramente por meio dos indicadores Valor Presente Líquido (VPL) e Custo Nivelado da Energia ou *Levelized Cost of Energy* (LCOE), e ambientalmente. Assim, o sistema híbrido Rede Elétrica + PV + Biogás representou uma redução nos indicadores financeiros em 41% e emissão de poluentes em 61%, quando comparados ao sistema Rede Elétrica + PV + GMG.

2.1.6 Microrredes (*Microgrids*)

Microrredes (MRs) podem ser definidas como sistemas interligados compostos por fontes alternativas de geração distribuídas e cargas elétricas com a capacidade de operar como uma única rede autônoma, em paralelo ou isolada da rede de distribuição. Essas MRs entram em operação durante interrupções no fornecimento da rede de distribuição, sendo aplicadas com objetivo de manter a confiabilidade e continuidade no atendimento para cargas críticas. Essas redes podem também auxiliar na redução dos distúrbios transitórios causados pela injeção da geração de energia no sistema de distribuição (MARTINS, 2022). Na Figura 15 está representado uma microrrede de energia solar.

Figura 15: Microrrede de geração solar



Fonte: Neoenergia, 2020.

Segundo Marques e Knak Neto (2022) esta configuração vem crescendo em todo o mundo por se mostrar mais eficiente e principalmente pelo suprimento de energia elétrica em comunidades e locais remotos, além de amenizar danos causados por problemas no sistema elétrico ocasionado por desastres ambientais ou qualquer outro problema na rede convencional.

De modo isolado, as MRs podem diminuir a efetiva necessidade de investimentos em infraestrutura de extensão rede elétrica para atendimento a locais distantes ou com difícil acesso, além disso, aumenta a confiabilidade do sistema e a qualidade de energia, quando comparada com a rede elétrica de distribuição que apresenta constantes interrupções no fornecimento de energia à medida que se distancia dos centros urbanos (MARQUES e KNAK NETO, 2022).

A descentralização da geração de energia no país é uma tendência que cria oportunidade para o aumento da utilização de microrredes. Mesmo assim, no cenário atual, existe uma falta de legitimação específica pra esse fim, dessa forma a utilização de microrredes em sistemas conectados à rede ainda não têm um respaldo legal freando o seu crescimento (MARTINS, 2022).

2.2 QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

A qualidade da energia elétrica é regulada através do módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição PRODIST da ANEEL (2021a), onde são verificadas a qualidade do produto e a qualidade dos serviços prestados. Nas seções 8.1 e 8.2 estão definidos:

Qualidade do Produto: define a terminologia, caracteriza os fenômenos e estabelece os indicadores e limites ou valores de referência relativos à conformidade de tensão em regime permanente e às perturbações na forma de onda de tensão;

Qualidade do Serviço: define os conjuntos de unidades consumidoras (UCs), estabelece as definições, os limites e os procedimentos relativos aos indicadores de continuidade e dos tempos de atendimento (PRODIST, 2021).

Dentre os principais indicadores da qualidade do produto estão: Distorções Harmônicas, desequilíbrio de tensão, flutuação de tensão e variação de tensão de curta duração (VTCD). As distorções harmônicas são definidas como os eventos que ocasionam deformações na forma de onda de corrente e tensão. O desequilíbrio de tensão consiste na verificação de um sistema trifásico onde ocorre diferença nas amplitudes da tensão entre as três fases, ou na defasagem elétrica diferente de 120° entre as tensões de fase. Variações aleatórias, seja ela repetitiva ou esporádica, no valor eficaz ou de pico instantâneo da tensão são denominadas com flutuação de tensão.

Variação de tensão de curta duração são desvios relevantes na amplitude do valor eficaz da tensão, ocasionado em um período igual ou inferior a três minutos (ANEEL, 2021a). Estes indicadores não serão verificados e aplicados neste trabalho.

Os principais parâmetros da qualidade do serviço são os indicadores de continuidade, são eles: Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC). Esses indicadores são calculados através das Equações (1) e (2) apresentadas a seguir.

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{CC} DIC(i)}{CC} \quad (1)$$

Onde:

DIC – Duração de Interrupção Individual por UC, horas ou centésimos de horas;

CC – Número total de UCs faturadas em Baixa Tensão e Média Tensão;

i – Índice de UCs atendidas em Baixa Tensão e Média Tensão.

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{CC} FIC(i)}{CC} \quad (2)$$

Onde:

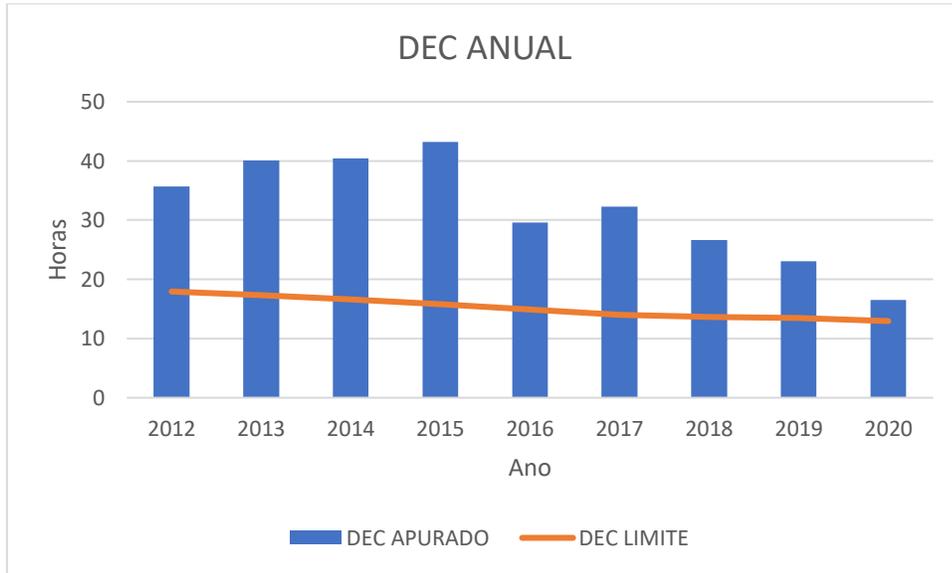
FIC – Frequência de Interrupção Individual por UC;

CC – Número total de UCs faturadas em Baixa Tensão e Média Tensão;

i – Índice de UCs atendidas em Baixa Tensão e Média Tensão.

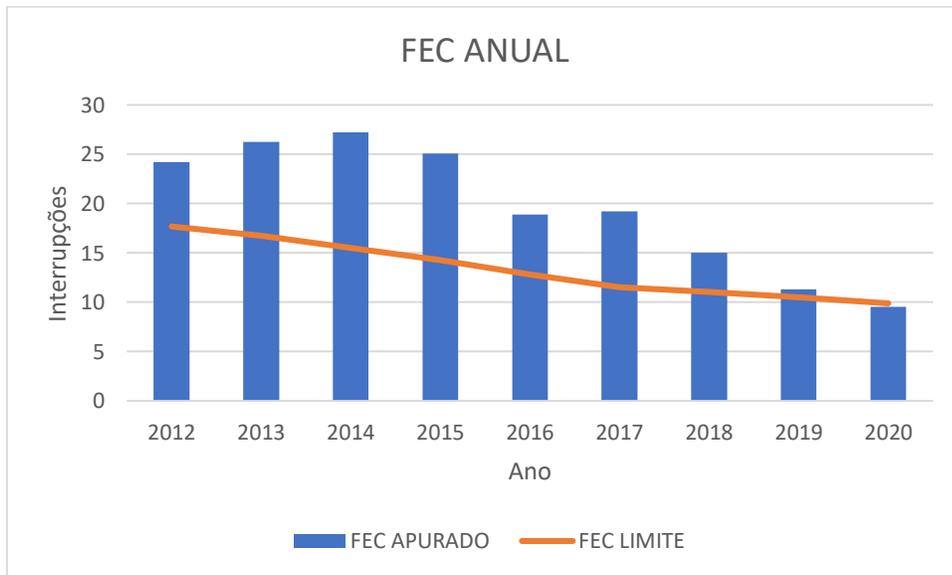
Através dos dados disponibilizados pela ANEEL (2021a), os valores dos indicadores coletivos de continuidade apurados nos últimos anos para a distribuidora CELG-D, atual ENELGO, se mantiveram em sua grande maioria, acima dos valores limites estabelecidos pelo órgão. São apresentados nas Figuras 16 e 17, a evolução dos indicadores DEC e FEC no período de 2012 a 2020.

Figura 16: Evolução do DEC 2012-2020 CELG-D



Fonte: ANEEL, 2021b.

Figura 17: Evolução do FEC 2012-2020 CELG-D



Fonte: ANEEL, 2021b.

Foi verificado, através de uma avaliação espacial, da correlação dos indicadores DEC e FEC sob área de concessão da antiga CELG-D, concessionária do estado de Goiás, no período entre 2014 e 2016, onde observou-se valores relativamente baixos para os indicadores de continuidade

na região metropolitana de Goiânia e parte da região sudeste do estado de Goiás. Já a região nordeste do estado, apresentou índices mais elevados dos indicadores, visto que possuem redes de distribuição mais extensas (LAURO, 2018).

Interrupções no fornecimento de energia elétrica podem ser mais suscetíveis de ocorrer na zona rural e de modo sazonal. Estes locais são atendidos através de longas redes de distribuição aérea em média tensão, que transpassam locais acidentados, remotos e/ou próximos à vegetação. As redes aéreas estão sujeitas a interrupções causadas por efeitos internos, defeito de equipamentos ou efeitos externos, galho de arvores em contato com a rede (BARROS, 2020).

Os serviços prestados pelas concessionárias ou permissionárias são avaliados pelo órgão regulador ANEEL, por meio do indicador de desempenho global de continuidade (DGC), onde esse indicador é apresentado na forma de ranking entre os principais agentes distribuidores de energia, contendo um número de unidades consumidoras (NUC) maior que 400 mil. O DGC é a média aritmética dos indicadores DEC e FEC relativos, onde os parâmetros relativos são obtidos através da relação dos índices de continuidade apurados e os seus limites estabelecidos pelo órgão regulador ANEEL (2021). A apuração do DGC mais recente, foi realizado no ano de 2021, com ano base para análise o ano de 2020, e estão apresentados na Tabela 3. Assim, as colunas em amarelo para os indicadores relativos DEC e FEC, representam que os valores apurados são maiores que os valores limites estabelecidos pela ANEEL. Da mesma forma, as colunas em vermelho referentes ao DGC, representam um desempenho a quem do esperado.

Tabela 3: *Ranking* do Desempenho Globo de Continuidade – Concessionárias do Brasil

	<i>Distribuidora</i>	<i>Região</i>	<i>NUC</i>	<i>DEC</i> <i>Relativo</i>	<i>FEC</i> <i>Relativo</i>	<i>DGC</i>
1	CPFL SANTA CRUZ	SE	466.183	0,60	0,53	0,56
2	EQUATORIAL PA	NO	2.708.117	0,73	0,49	0,61
3	COSERN	NE	1.455.993	0,77	0,48	0,62
4	ESS	SE	801.371	0,65	0,59	0,62
5	EMT	CO	1.449.754	0,81	0,46	0,63
6	ETO	NO	601.243	0,76	0,50	0,63
7	EMG	SE	456.328	0,79	0,58	0,69
8	EQUATORIAL MA	NE	2.551.704	0,80	0,59	0,70
9	EMS	CO	1.023.628	0,87	0,53	0,70
10	EDP ES	SE	1.588.266	0,83	0,58	0,71
11	EPB	NE	1.419.346	0,88	0,59	0,73
12	ESE	NE	782.41	0,88	0,62	0,75
13	COPEL	SU	4.756.311	0,80	0,76	0,78
14	CPFL-PIRATININGA	SE	1.765.640	0,82	0,74	0,78
15	COELBA	NE	5.935.594	0,88	0,70	0,79
16	CELESC	SU	3.096.730	0,84	0,77	0,81
17	ELEKTRO	SE	2.766.517	0,91	0,70	0,81
18	CELPE	NE	3.614.998	0,98	0,66	0,82
19	CEMIG	SE	8.585.239	0,93	0,72	0,82
20	RGE SUL	SU	2.910.007	0,98	0,65	0,82
21	CPFL-PAULISTA	SE	4.549.857	0,95	0,71	0,83
22	EDP SP	SE	1.934.088	0,93	0,77	0,85
23	LIGHT	SE	4.261.617	0,87	0,82	0,85
24	ENEL SP	SE	7.331.544	1,02	0,74	0,88
25	CEB	CO	1.094.316	1,02	0,97	1,00
26	ENEL RJ	SE	2.673.148	1,11	0,89	1,00
27	ENEL GO	GO	3.044.940	1,32	0,97	1,14
28	ENEL CE	NE	3.642.158	1,62	0,86	1,14
29	CEEE	SU	1.761.432	2,02	1,38	1,70

Fonte: ANEEL, 2021.

Os transtornos causados por interrupções de energia afetam tanto o consumidor, quanto a distribuidora. Nos últimos anos a concessionária de energia elétrica CELG-D, atualmente ENEL-GO, sofre com compensação aos consumidores devido ao não cumprimento dos indicadores individuais de continuidade estabelecidos pela ANEEL. Assim, através do levantamento de dados referentes ao período de 2012 à 2021, foram pagos um montante de R\$ 707.392.233,51 em compensação pela transgressão dos limites de continuidade (ANEEL, 2022b).

A qualidade na oferta da energia elétrica, por parte da concessionária, se torna de extrema importância para o setor produtivo, visto que a interrupção deste fornecimento, por quaisquer

motivos, acarretam em prejuízos para a indústria em consequência da parada de equipamentos na linha de produção e armazenamento (HIDEKI et al., 2003).

No setor produtivo localizado na zona rural, há uma crescente utilização de tecnologia nos processos, onde esta é empregada, principalmente na climatização em criações de aves e suínos, na armazenagem de grãos e resfriamento de leite. A automação dos equipamentos permite a otimização da mão de obra no processo produtivo, em troca desta automação, ocorre uma demanda maior por energia elétrica. Assim, a baixa qualidade ou não fornecimento de energia ocasiona prejuízos significantes ao produtor rural (Faesc, 2014).

Segundo Oliveira (2021), em matéria publicada no portal G1 Goiás, a falta de refrigeração em um galpão aviário localizado em Pires do Rio - Goiás, ocasionado por falta no fornecimento de energia elétrica por um período de 30 horas, resultou na morte de 10 mil aves e prejuízo estimado em 150 mil reais ao produtor.

Como alternativa para redução dos prejuízos causados pela falta de energia elétrica, os produtores rurais são forçados a adquirir GMGs à diesel para manter a continuidade da produção. Dessa forma, além do custo adicional de combustível para a operação, o tempo necessário para manutenção e religação do equipamento, impacta diretamente o produtor rural (EPTV 2, 2021).

2.3 INDICADORES FINANCEIROS

O uso de indicadores financeiros auxilia na determinação da viabilidade de cada sistema híbrido, assim, são considerados os seguintes indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* descontado e *Levelized Cost of Energy* ou Custo Nivelado da Energia (LCOE).

O Valor Presente Líquido (VPL) é definido segundo Samanez (2007), como o cálculo, em termos de valores atuais, das contribuições futuras, apresentadas no fluxo de caixa, relativo a um investimento realizado. Com isso, é mensurado o valor presente dos fluxos de caixa do projeto ao longo de sua vida útil. Este cálculo é apresentado na equação (3).

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+K)^t} \quad (3)$$

Onde:

VPL - Valor Presente Líquido (R\$);

I - Investimento Inicial (R\$);

FCt - Valor do Fluxo de caixa no período t (R\$);

K - Taxa de desconto (%);

t - Número do período.

Através da taxa interna de retorno (TIR), é determinada a taxa de retorno que sintetiza os ganhos de um projeto. No cálculo desta taxa são excluídas quaisquer taxas de desconto, levando-se em conta apenas o fluxo de caixa do investimento, como é apresentado por Lemes Júnior Rigo e Cherobim (2002). Matematicamente, é definida como a taxa de desconto que anula o VPL obtido na equação (3). Como critério de decisão, se a taxa interna de retorno i^* for superior a taxa de desconto K, o projeto é economicamente viável (Samanez, 2007).

A taxa interna de retorno está representada através da equação (4).

$$-I + \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (4)$$

Onde:

I - Investimento Inicial (R\$);

FCt - Valor do Fluxo de caixa no período t (R\$);

t - Número do período;

TIR - Taxa Interna de Retorno (%).

Para a determinação do tempo de recuperação do investimento, é utilizado o *Payback* descontado, onde são relacionados os valores presentes dos fluxos de caixa, ao investimento inicial, assim, o período em que os fluxos se igualem ao investimento inicial é considerado o tempo de retorno ou *Payback* descontado do projeto (Samanez, 2007).

A equação (5) define matematicamente o *Payback* de um projeto.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FCt}{(1+K)^t} \quad (5)$$

Onde:

I - Investimento Inicial (R\$);

FCt - Valor do Fluxo de caixa no período t (R\$);

K - Taxa de desconto (%);

t - Número do período;

T - *Payback* descontado.

O custo nivelado da energia (LCOE) representa o custo total relacionado à energia gerada pelo sistema. Este é determinado pela equação (6).

$$LCOE = \frac{CAPEX+OPEX}{Eg} \quad (6)$$

Onde:

LCOE - Custo Nivelado da Energia (R\$/kWh);

CAPEX - Custo de Implantação (R\$);

OPEX - Custos Operacionais (R\$);

Eg - Energia total gerada ao longo da vida útil (kWh).

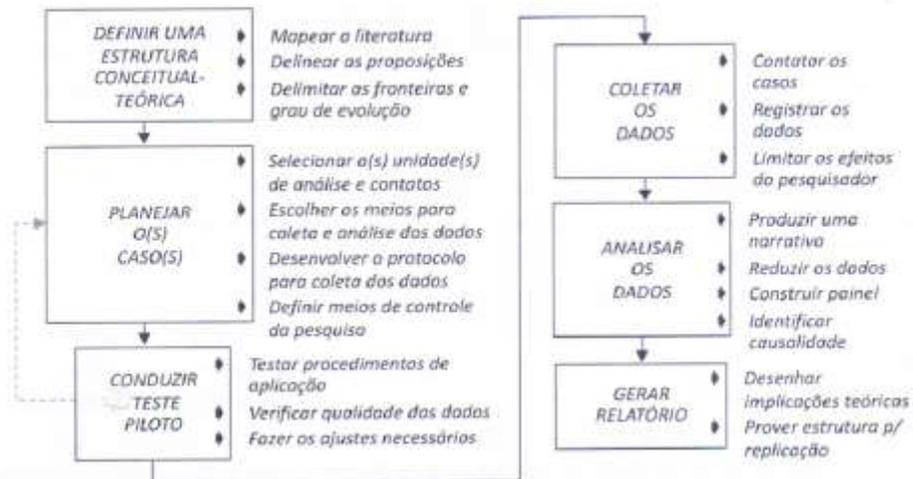
3 METODOLOGIA

Devido à complexidade dos parâmetros utilizados nas investigações e dimensionamento das tecnologias utilizadas na pesquisa, esta possui abordagem qualitativa, de modo ao aprofundamento da teoria e aplicações em estudo. O método utilizado é o estudo de caso, assim, este é um trabalho de caráter empírico que investiga o fenômeno que ocorre no cenário real e atual, de tal forma, uma análise aprofundada de um objeto de análise (caso) é realizada.

Segundo Miguel et. al. (2012), como forma de distinguir a ciência do senso comum ocorre a aplicação rigorosa de um método, sendo a objetividade da pesquisa um dos elementos importantes do rigor. Tal forma de atingir o rigor, a metodologia e objetividade desta pesquisa científica ocorre através da linguagem matemática.

O trabalho segue a estrutura do método do estudo de caso definida por Miguel et. al (2012), conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18: Estrutura do Estudo de Caso



Fonte: Miguel et. al. (2012).

3.1 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA CONCEITUAL TEÓRICA

Inicialmente se deve definir o referencial conceitual teórico da pesquisa, assim identificando o contexto em que o tema da pesquisa está inserido. Através da identificação de trabalhos existentes sobre interrupções de energia elétrica, sistemas fotovoltaicos *off-grid*, GMG e armazenamento de energia, é possível realizar um mapeamento da literatura, de modo a identificar

sua abrangência, bem como determinar as fronteiras que o estudo estará limitado. Através desse mapeamento realizado é possível identificar as lacunas da bibliografia onde o trabalho se justifica como pesquisa (Miguel et. al., 2012).

O estudo de folha de dados técnicos dos equipamentos disponíveis no mercado permite estabelecer de forma teórica as principais técnicas que serão aplicadas durante a pesquisa. Desta forma são identificados os conceitos que serão verificados e testados.

3.2 PLANEJAMENTO DO CASO

No planejamento do caso são definidas algumas diretrizes que o estudo irá seguir, assim deve se inicialmente definir o tipo do caso. Para o presente trabalho a escolha do caso que combine tanto o tipo retrospectivo quanto longitudinal se faz necessária, pois assim, são investigados os dados históricos de interrupções de energia, funcionamento do GMG e prejuízos causados ao longo do tempo por interrupções. Para o caráter longitudinal, é observado e registrado o funcionamento dos equipamentos presentes no local em estudo, de modo a se obter o perfil e comportamento das cargas operantes.

A escolha do número de casos consiste em um aspecto relevante da pesquisa, assim é possível estabelecer o grau de aprofundamento e generalidade. É adotado o caso único, de modo a se conseguir maior grau de aprofundamento das aplicações, bem como maior riqueza de detalhes. Como característica particular e grau de complexidade da pesquisa, a escolha de caso único, permite um grau de generalidade relativamente baixa, isso se dá pelo comportamento das cargas em operação as quais são particulares de local para local, implicando em diferentes cenários ou equipamentos. O caso é escolhido por apresentar característica desejável para o estudo, desta forma é escolhido um estabelecimento que apresenta constantes registros de interrupções de energia elétrica, dessa forma apresentando maiores impactos sejam relativos à falta de energia ou ao uso de GMG, com isso a escolha do caso é caracterizada como uma amostragem teórica.

Múltiplas fontes de evidências contribuem para a coleta de dados mais detalhados, assim, através de entrevistas, observações, consultas e análises de documentos e até mesmo a visita in loco, é possível relacionar os parâmetros necessários para serem analisados e conseqüentemente dimensionadas as possíveis soluções.

Com as características do caso estabelecidas, deve se realizar um protocolo para ser seguido, dessa forma este protocolo consiste no procedimento a ser seguido antes, durante e depois da coleta dos dados.

O contato com o responsável técnico ou gestor do local que se pretende estudar permite uma melhor compreensão do estudo a ser realizado, bem como o entendimento do benefício mútuo da realização do trabalho. Por meio deste contato será obtido através de entrevistas, informações relacionadas ao funcionamento dos equipamentos do estabelecimento, faturamento de energia, interrupções e funcionamento do GMG. Além disso, o responsável ou gestor será quem fará a autorização e acompanhamento durante eventual visita técnica ao local.

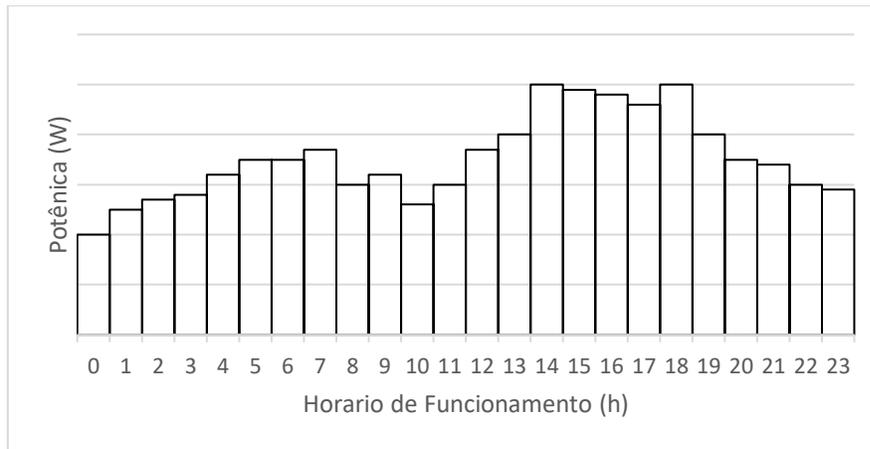
3.3 COLETA DE DADOS

3.3.1 Levantamento Operacional

A etapa inicial do processo de coleta de dados é o levantamento operacional do estabelecimento em estudo, onde esta etapa possui caráter de maior importância e complexidade, visto que o comportamento das cargas durante um período de 24 horas pode sofrer variações em diferentes dias. A identificação das cargas e período de operação das mesmas são a base de referência para o dimensionamento dos equipamentos geradores, condicionadores e armazenadores de energia.

Através de entrevistas realizadas com gestores ou responsáveis técnicos do local em estudo, portando-se de um formulário pré-definido, é realizado o levantamento dos equipamentos elétricos que operam no local, assim como a potência e período de funcionamento de cada um destes. A Tabela 4 a seguir pode ser utilizada no levantamento das cargas operantes.

Figura 19: Curva de Carga (Watts x Horas)



Fonte: O autor.

Nesta etapa de coleta de dados através de entrevistas, o comportamento operacional do estabelecimento deve ser levado em consideração, de modo a obter a relação entre a falta de energia e prejuízos causados por esta. Desta forma os parâmetros obtidos são inseridos na Tabela 5.

Tabela 5: Dados de Interrupções do Local

Parâmetro	Valor
Duração média de interrupção (horas)	
Frequência média de interrupção (n°)	
Período médio entre duas interrupções (horas)	
Prejuízo financeiro (R\$)	

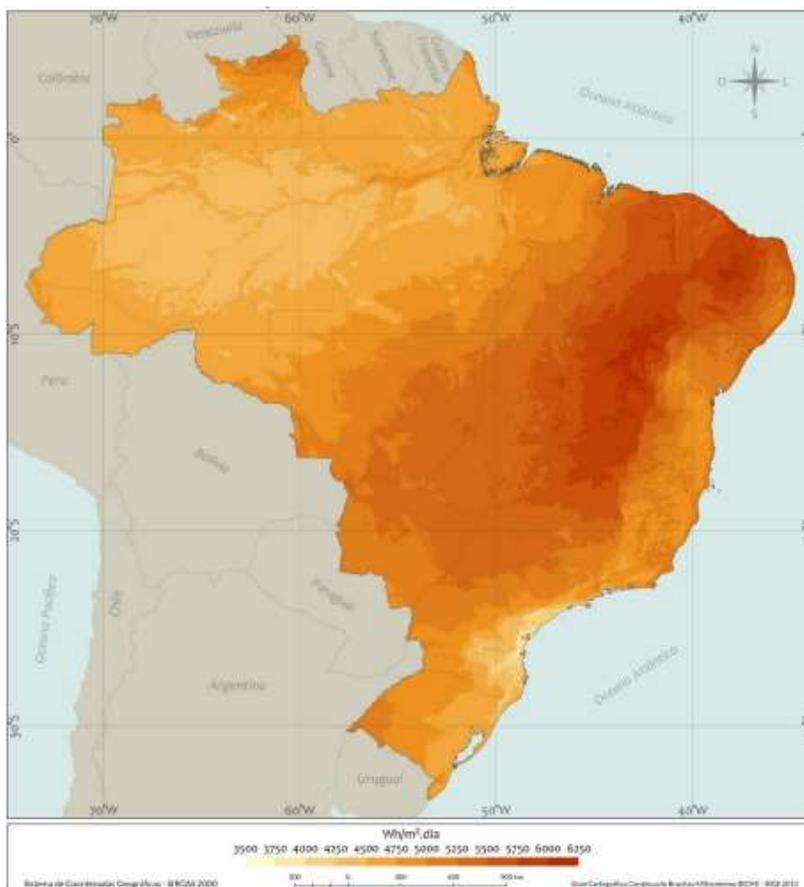
Fonte: O autor.

3.3.2 Recurso Solar

A forma de quantificar o recurso solar que incide sobre uma determinada superfície é através da irradiância solar, definida como a taxa da energia incidente por unidade de área (W/m^2). A irradiância solar é composta por diferentes componentes, através do espalhamento do feixe solar na atmosfera do planeta, assim possuindo componentes, diretos, difusos e inclinados. A irradiância solar incidida por unidade de área acumulada em um intervalo de tempo é denominada de Irradiação solar (Wh/m^2) (PEREIRA et. al., 2017).

O Brasil possui extensão territorial continental, assim, possui variações no recurso solar disponível. Através do atlas brasileiro de energia solar apresentado na Figura 20, é possível visualizar a distribuição do recurso solar no país.

Figura 20: Irradiação solar no território brasileiro



Fonte: Pereira et.al., 2017.

De modo a determinar a quantidade de recurso solar para um período de tempo em determinada região, as coordenadas geográficas devem ser conhecidas. Assim, utilizando a base de dados de irradiação solar do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito (CRESESB), é encontrada a irradiação solar diária média em kWh/m².dia, para os 12 meses do ano. Um exemplo é apresentado na Figura 21, com valores relativos à localização de Goiânia-GO.

Figura 21: Irradiação Solar em Goiânia (kWh/m². dia)

Estação: Goiânia
Município: Goiânia, GO - BRASIL
Latitude: 16,701° S
Longitude: 49,249° O
Distância do ponto de ref. (16,8799° S; 49,25° O): 2,4 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Piano Horizontal	0° N	5,45	5,52	5,12	5,02	4,75	4,56	4,78	5,68	5,57	5,61	5,39	5,51	5,25	1,12
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	17° N	5,02	5,28	5,17	5,45	5,53	5,51	5,70	6,42	5,80	5,45	5,01	5,01	5,45	1,40
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	18° N	4,99	5,29	5,17	5,47	5,56	5,55	5,74	6,45	5,80	5,44	4,98	4,98	5,45	1,47
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	11° N	5,20	5,40	5,19	5,34	5,30	5,21	5,42	6,21	5,76	5,55	5,18	5,22	5,42	1,03

Fonte: CRESESB, 2022.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

De modo a minimizar os efeitos técnicos e financeiros causados por interrupções no fornecimento de energia elétrica na zona rural, foram analisados 3 cenários de possíveis soluções em autoconsumo, utilizando fontes alternativas de geração de energia elétrica, são eles:

- 1) Rede Elétrica + GMG;
- 2) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG;
- 3) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias.

Ao analisar técnica e financeiramente os 3 cenários, é levado em consideração os impactos e prejuízos financeiros causados pela falta de energia, ocasionados pela perda de produto estocado, parada da linha de produção, mortalidade de animais, entre outros prejuízos. Desta forma, são analisados os custos totais de cada cenário e comparados entre si, de modo a determinar a solução mais viável.

3.4.1 Rede Elétrica + GMG

Para o sistema Rede Elétrica + GMG, a rede de distribuição da concessionária de energia é a fonte de energia primária que atende determinado estabelecimento, sendo assim, o GMG é utilizado como *Backup* de energia, isto é, operando em caráter de emergência em períodos de interrupções no fornecimento da fonte de energia primária.

O período de operação do GMG deve ser definido, de modo a classificar o equipamento em regime *standby* ou *prime*. O regime *standby* é definido como a operação correspondente ao horário de interrupção do fornecimento de energia elétrica, operando como backup de energia, com um período máximo de 25 horas contínuas para suprir 100% da demanda de energia. Já para o regime

prime é definido como a operação correspondente a um período de 750 horas por ano para atendimento a cargas limitadas e um período ilimitado de horas no ano para atendimento às cargas variáveis.

No dimensionamento do GMG, o conhecimento das cargas operantes do local apresentado no item 3.1 é a base para determinar a potência do gerador. A partir da Equação (7), é definida a potência aparente do GMG.

$$P_{gmg} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{f_p} \quad (7)$$

Onde:

P_{gmg} - Potência Aparente em (kVA);

P_i - Potência dos equipamentos operantes no momento de maior demanda durante o dia (kW);

f_p - Fator de potência do GMG.

Na etapa de coleta de dados, para um estabelecimento rural que já possui o GMG em operação em modo standby como backup de energia, são obtidos os parâmetros técnicos do(s) gerador(es) em operação, assim como o período de funcionamento e consumo de combustível. Estes parâmetros técnicos do equipamento são inseridos na Tabela 6.

Tabela 6: Características do GMG

Modelo do GMG
Potência Nominal Aparente (kVA)
Fator de Potência
Capacidade do tanque (L)
Consumo de combustível (Litros/hora)

Fonte: O autor

3.4.2 Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico *Off-Grid* + GMG

Este sistema fotovoltaico híbrido é composto por duas fontes de alimentação CA, sendo a rede elétrica de distribuição da concessionária como fonte primária e o GMG como fonte secundária, e uma fonte de alimentação DC, formada pelos módulos fotovoltaicos. A fonte primária e secundária CA e fonte de alimentação DC são conectadas a um inversor fotovoltaico *off-grid*, responsável por gerenciar as mesmas, de modo a alimentar as cargas de maneira adequada.

O modo operacional deste sistema híbrido consiste na utilização dos módulos fotovoltaicos para geração de energia durante o período de incidência de irradiação solar, de modo que a rede elétrica de distribuição possa complementar ou substituir esta geração em períodos de insuficiência ou ausência de irradiação solar, respectivamente. Desta forma, o GMG à diesel opera como backup de energia apenas em momentos onde ocorre a interrupção no fornecimento de energia por parte da concessionária e não há irradiação solar suficiente para atendimento total às cargas.

A Figura 22 representa a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG.

Figura 22: Sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG



Fonte: Adaptado de Peterlini, 2020.

3.4.2.1 Inversor Solar *Off-Grid*

O inversor solar *off-grid* é o componente responsável por entregar a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos para a carga, com parâmetros adequados de tensão, corrente e frequência.

O inversor deve ser dimensionado para o atendimento predominantemente das cargas que operam durante o intervalo de 7hrs até as 17hrs utilizando os módulos fotovoltaicos como fonte principal, assim resultando em economia de energia. Em momentos de interrupção no fornecimento de energia da rede distribuição durante o dia, o sistema fotovoltaico é capaz de manter a operação normal das cargas. Conseqüentemente, o inversor opera no período restante utilizando como fonte principal a rede elétrica da concessionária e o GMG a diesel como fonte de backup nesse período. Desta forma, a potência de saída em watts do inversor deve ser compatível com o somatório das potências das cargas que operam no período de maior demanda, apresentado no Tabela 4. A potência do inversor é definida através da Equação (8).

$$P_{inv} = \sum_{i=1}^n P_i \quad (8)$$

Onde:

P_{inv} - Potência do inversor *off-grid* (kW);

P_i - Potência dos equipamentos operantes no momento de maior demanda durante o dia (kW).

3.4.2.2 Modulo Fotovoltaico

Os módulos fotovoltaicos são responsáveis pela captação do recurso solar disponível e conversão deste em energia elétrica com parâmetros contínuos. Desta forma, o dimensionamento da potência, quantidade e modelo dos equipamentos, estão relacionados ao recurso solar e a demanda de energia elétrica do estabelecimento no período de 7hrs até as 17hrs, informação retirada do levantamento de cargas da subseção 3.3.1 deste capítulo.

A irradiação solar possui variações nos 12 meses do ano, sendo estas mais significativas no verão e inverno. De modo a dimensionar os módulos fotovoltaicos para garantir o atendimento a demanda das cargas durante todo o ano, escolhe-se o menor valor de irradiação solar diária mensal.

Como a potência nominal dos módulos fotovoltaicos só é atingida nas condições de teste padrão (STC), uma prática comum é utilizar um fator de dimensionamento do inversor (FDI) de 0.75, ou seja, sobredimensionar os módulos em 25% além da potência do inversor, onde o FDI é definido como a relação da potência máxima do gerador fotovoltaico (módulos) e potência máxima

de saída do inversor, valor variando de 0,5 a 1 (ZILLES, 2012). O cálculo do FDI é apresentado na Equação (9).

$$FDI = \frac{P_{inv}}{P_{fv}} \quad (9)$$

Sendo:

FDI - Fator de dimensionamento do inversor;

P_{inv} - Potência do Inversor (kW);

P_{fv} - Potência DC máxima da entrada do inversor (kW).

Assim, a quantidade de módulos fotovoltaicos do sistema é definida através da Equação (10).

$$Nm = \frac{P_{fv}}{P_m} \quad (10)$$

Onde:

P_{fv} - Potência DC máxima da entrada do inversor (kW);

Nm - Número de módulos do sistema;

P_m - Potência unitária de um módulo comercial (kW).

O cálculo da energia produzida por um conjunto de módulos fotovoltaicos está relacionado à quantidade de irradiação solar incidente no plano inclinado, a área total do arranjo fotovoltaico e a eficiência de conversão dos módulos (Villalva, 2015). O cálculo de energia produzida por um arranjo fotovoltaico é apresentado na Equação (11).

$$E_p = Nm \times (E_s \times A_m \times \eta_m) \quad (11)$$

Onde:

E_p - Energia gerada por um arranjo fotovoltaico diariamente (kWh);

E_s - Irradiação solar diária (kWh/m².dia);

Nm - Número de módulos do sistema;

A_m - Área da superfície de um módulo fotovoltaico (m²);

η_m - Eficiência do módulo fotovoltaico (%).

As definições de conexão dos módulos ao inversor são estabelecidas pelo fabricante, através da folha de dados técnicos de cada modelo. Dentre estas definições, estão os valores referentes à

máxima tensão de circuito aberto de cada MPPT ou *String*, onde através destes valores, é definida a quantidade de módulos conectados em série, de mesma forma, a corrente máxima do MPPT ou *String* define a quantidade de módulos conectados em paralelo. A quantidade de módulos em série e em paralelo do sistema é encontrada a partir das Equações (12) e (13), respectivamente.

$$N_s = \frac{VOCmppt}{Vocm} \quad (12)$$

Onde:

- VOCmppt - Tensão de circuito aberto máxima do MPPT (V);
- Vocm - Tensão de circuito aberto do módulo fotovoltaico (V);
- Ns - Número de módulos conectados em série.

$$N_p = \frac{Imppt}{Iscm} \quad (13)$$

Onde:

- Imppt - Máxima corrente de entrada do MPPT (A);
- Iscm - Corrente de curto circuito de um módulo (A);
- Np - Número de módulos conectados em paralelo.

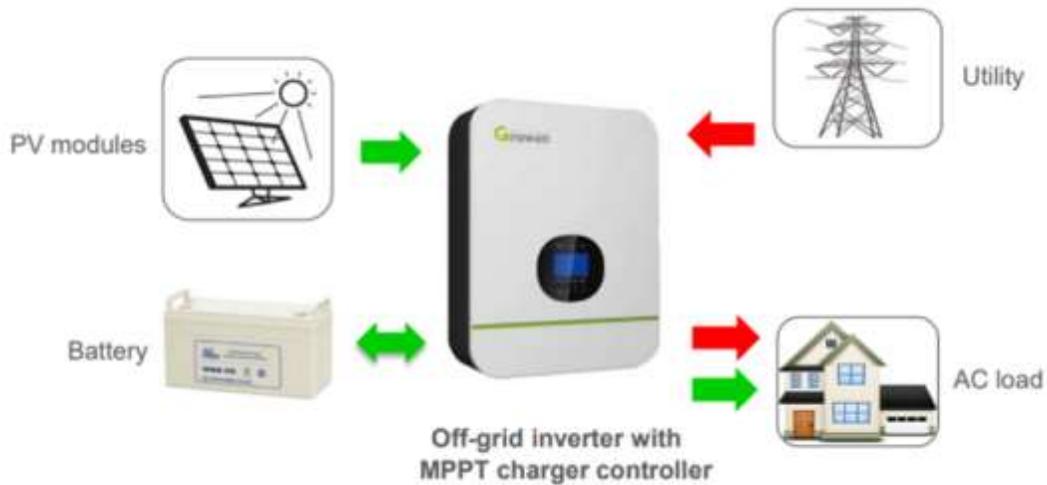
3.4.3 Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico *Off-Grid* + Baterias

Esta configuração de sistema fotovoltaico *off-grid* apresenta uma fonte de alimentação CA, através da rede elétrica de distribuição da concessionária local e duas fontes de alimentação DC, através dos módulos fotovoltaicos como fonte primária e o sistema de armazenamento de energia em bancos de baterias como fonte de *backup* de energia.

O modo de operação deste sistema ocorre através da utilização da energia produzida pelos módulos fotovoltaicos durante o período de incidência de irradiação solar, compreendido como sendo das 7 hrs às 17 hrs, e utilização da energia fornecida pela concessionária nos períodos de baixa ou ausência de irradiação solar. O sistema de armazenamento de energia opera como backup, nos períodos de interrupção do fornecimento de energia elétrica da concessionária e quando ocorre baixa ou ausência de irradiação solar.

O sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias está esquematicamente representado na Figura 23.

Figura 23: Sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Bateria



Fonte: Adaptado de Peterlini, 2020

3.4.3.1 *Inversor Solar Off-Grid*

O cálculo do inversor para a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias ocorre utilizando a Equação (8) já definida anteriormente. Assim, é considerado o somatório das cargas operante no período de maior demanda, com isso o inversor deve ser capaz de fornecer essa potência em sua saída AC.

Devido ao aumento da potência dos módulos fotovoltaicos ocasionados por um eventual aumento na autonomia do sistema, o FDI definido pela Equação (9) pode apresentar valores menores que 0,5, isto é, a potência total dos módulos 50% maior que a potência do inversor, o que não é recomendado pelos fabricantes de inversores. Assim, o inversor solar *off-grid* deve apresentar FDI entre 0,5 e 1 ou como definido pelo fabricante.

3.4.3.2 *Banco de Baterias*

A determinação da capacidade de armazenamento de energia, carregamento e descarregamento do banco de baterias, possui caráter de extrema importância, visto que está intimamente relacionado ao dimensionamento dos demais componentes do sistema.

O dimensionamento do banco de baterias apresenta alta complexidade, devido aos diversos parâmetros que englobam esse cálculo, dentre os mais complexos estão: Cargas variáveis,

frequência média de interrupções, duração média de cada interrupção e período entre duas interrupções. Estes dados são coletados na etapa do levantamento operacional, apresentado na subseção 3.3.1.

Através dos dados reais de duração média de cada interrupção, é possível determinar o período de autonomia do sistema, de modo que o banco de baterias forneça energia para as cargas neste período.

Por meio do levantamento de cargas e período de operação de cada uma, é determinada a quantidade de energia total demandada pelos equipamentos em um dia de operação. Assim, o banco de baterias deve ter capacidade de fornecer a quantidade de energia necessária para a carga durante o período de interrupção de energia. Através da Equação (14) é possível determinar a capacidade do banco de baterias em kWh em um dia.

$$C_{ban} = \frac{E_c \times T_a}{P_d} \quad (14)$$

Onde:

C_{ban} - Capacidade do banco de baterias (kWh);

E_c - Energia diária demandada pelas cargas (kWh);

T_a - Tempo de autonomia do sistema (dias);

P_d - Profundidade de descarga do banco de bateria (%).

O tempo de autonomia do sistema é um parâmetro relativo a cada estabelecimento, visto que significa o tempo médio que o local permanece sem energia elétrica durante uma interrupção. Este parâmetro pode ser identificado a partir de entrevista e coleta de dados históricos de interrupções no local.

Comumente a capacidade do banco de baterias é expresso em Ah e é preciso definir a tensão do mesmo, podendo este ser de 12V, 24V ou 48V. Assim, a capacidade do banco de baterias em Ah é definida pela Equação (15).

$$C_{ah} = \frac{C_{ban}}{V_{cc}} \quad (15)$$

Onde:

C_{ah} - Capacidade do banco de baterias (Ah);

C_{ban} - Capacidade do banco de bateria (Wh);

V_{cc} - Tensão do banco de bateria (V).

A quantidade de baterias do sistema é definida através do número de baterias em série e em paralelo, apresentados nas Equações (16) e (17), respectivamente.

$$Nbs = \frac{Vcc}{Vbat} \quad (16)$$

Onde:

Nbs - Número de baterias em série;

Vbat - Tensão unitária da bateria comercial (V);

Vcc - Tensão do banco de baterias (V).

$$Nbp = \frac{Cah}{Cbat} \quad (17)$$

Onde:

Nbp - Número de baterias em paralelo;

Cah - Capacidade do banco de baterias (Ah);

Cbat - Capacidade unitária da bateria comercial (Ah).

3.4.3.3 Módulo fotovoltaico

O módulo fotovoltaico no sistema híbrido com bateria tem a função de gerar energia para atendimento às cargas no período de incidência de irradiação solar e carregamento da bateria, para esta ser usada em momentos de interrupção no fornecimento de energia e em momentos com pouca ou nenhuma irradiação solar.

Desta forma, o conjunto de módulos deve ser sobredimensionado, assim considerando a energia necessária para atendimento à carga diariamente, agregando a energia extra que deve ser gerada para o carregamento do banco de baterias. Assim, para não haver uma quantidade excessivamente desnecessária neste sobredimensionamento, deve-se levar em conta o intervalo entre duas interrupções no local de estudo, distribuindo a energia total do banco de baterias nos dias do intervalo. Desta forma, a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos utilizada para carregamento do banco de baterias é definida pela Equação (18).

$$Ed = \frac{C_{ban}}{T_{in}} \quad (18)$$

Sendo:

Ed - Energia diária necessária para carregamento do banco de baterias (kWh);

C_{ban} - Capacidade do banco de baterias (kWh);

T_{in} - Intervalo entre duas interrupções de energia (dias).

Com isto, a energia total gerada pelos módulos fotovoltaicos em um dia deve ser definida conforme Equação (19):

$$E_{td} = E_c + E_d \quad (19)$$

Onde:

E_{td} - Energia total diária gerada pelos módulos fotovoltaicos (kWh);

E_c - Energia diária demandada pelas cargas (kWh);

E_d - Energia diária necessária para carregamento do banco de baterias (kWh).

Com isso, uma nova quantidade de energia é conhecida. Assim adequando-se a Equação (11) para um arranjo de um módulo é conhecida a energia gerada por um módulo. A quantidade mínima de módulos fotovoltaicos é definida através da Equação (20).

$$Nm = \frac{E_{td}}{E_{p1}} \quad (20)$$

Onde:

N_m - Número mínimo de módulos do sistema;

E_{td} - Energia total diária gerada pelos módulos fotovoltaicos (kWh);

E_{p1} - Energia gerada por um módulo fotovoltaico (kWh).

A potência mínima do arranjo fotovoltaico é definida através da Equação (10).

A quantidade total de módulos deve ser definida respeitando os parâmetros técnicos do inversor, definidos pelo fabricante. A equalização de módulos e inversor se faz necessário, dessa forma definindo a quantidade total de módulos, através da Equação (10) quantidade de módulos em serie, através da Equação (12) e módulos em paralelos, através da Equação (13).

3.4.3.4 Controlador de carga

Para a determinação do controlador de carga utilizado para o controle e a proteção de carga e descarga do banco de baterias, é necessário o conhecimento de três parâmetros do sistema, onde o primeiro parâmetro a ser conhecido é a tensão do sistema, podendo ser 12V, 24V ou 48V, seguindo então, da máxima corrente e máxima tensão do arranjo fotovoltaico. Os valores de corrente e tensão de entrada do controlador estão relacionados à topologia do arranjo fotovoltaico, assim, são definidas através da quantidade de módulos conectados em série e paralelo, determinados através das Equações (12) e (13), respectivamente.

3.4.4 Análise Financeira

Após a etapa de dimensionamento dos equipamentos para os sistemas Rede Elétrica + GMG, Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG e Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias, é possível determinar a quantidade de energia que será fornecida por cada equipamento e período de funcionamento destes.

Com base nas informações coletadas a respeito da qualidade do fornecimento de energia elétrica, frequência média de interrupção, duração média de interrupção e a período do dia de maior ocorrência das faltas, é possível determinar a quantidade e custo de energia a ser utilizada por cada configuração.

Na análise financeira são investigados os custos de implantação, substituição, operação e manutenção de cada sistema híbrido ao longo de um horizonte de 30 anos, considerada a vida útil dos módulos fotovoltaicos. Estes custos são comparados entre si, considerando os indicadores financeiros, já definidos na seção anterior, de modo a determinar a solução mais viável como alternativa a problemática das frequentes interrupções no fornecimento de energia elétrica do local em estudo.

3.4.4.1 Análise Rede Elétrica + GMG

Para a análise financeira desta configuração são identificados os principais custos de implantação e operação desta solução. Esses custos são inseridos na Tabela 7.

Tabela 7: Principais custos do sistema Rede Elétrica + GMG

Descrição	Valor
Implantação do GMG (R\$)	
Tempo de funcionamento do GMG (Horas)	
Consumo anual de combustível (Litros)	
Preço do combustível (R\$/litro)	
Consumo anual de energia elétrica da rede (kWh)	
Custo da energia elétrica (R\$/kWh)	
Manutenção (R\$)	
Vida útil do GMG (Horas)	

Fonte: O autor.

De posse dos dados coletados relativos ao consumo de energético, frequência e duração das interrupções do fornecimento de energia no local em estudo, é possível identificar o custo da energia consumida da concessionária e o custo operacional do GMG anualmente por um horizonte de 30 anos.

3.4.4.2 Análise Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + GMG

O sistema híbrido Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG opera durante o dia utilizando a energia proveniente dos módulos fotovoltaicos, assim ocasionando economia da energia que seria consumida pela concessionária, economia essa que estará presente na análise financeira deste sistema. Durante a noite o consumo de energia ocorre por meio do fornecimento da concessionária, quando este fornecimento é interrompido o GMG opera para atendimento às cargas. Dessa forma, o custo operacional anual do sistema ocorre através do custo da energia consumida da rede elétrica, somado ao custo do consumo de combustível pelo GMG e eventuais manutenção ou substituição de equipamento.

Os principais custos desta configuração estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Principais custos do sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG

Descrição	Valor
Implantação do GMG (R\$)	
Implantação do Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> (R\$)	
Tempo de funcionamento do GMG (Horas)	
Consumo anual de combustível (Litros)	
Preço do combustível (R\$/Litro)	
Consumo anual de energia elétrica da rede (kWh)	
Custo da energia elétrica (R\$/kWh)	
Manutenção do GMG (R\$)	
Manutenção do Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> (R\$)	
Vida útil do GMG (Horas)	
Substituição do Inversor (R\$)	

Fonte: O autor.

3.4.4.3 *Análise Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + Baterias*

O sistema híbrido Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias opera durante o período ensolarado utilizando a energia dos módulos fotovoltaicos, assim ocasionando economia da energia que seria consumida pela concessionária. Durante a noite o consumo de energia ocorre por meio do fornecimento da concessionária, quando este fornecimento é interrompido o banco de baterias operam para atendimento às cargas. Dessa forma, o custo operacional anual do sistema ocorre através do custo da energia consumida da rede elétrica, somado as eventuais manutenção ou substituição de equipamento.

Os principais custos desta configuração estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Principais custos do sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias

Descrição	Valor
Implantação do Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> (R\$)	
Custo do Banco de baterias (R\$)	
Consumo anual de energia elétrica da rede (kWh)	
Custo da energia elétrica (R\$/kWh)	
Manutenção do Sistema Fotovoltaico <i>off-grid</i> (R\$)	
Substituição do inversor (R\$)	
Substituição do banco de bateria (Ciclos)	

Fonte: O autor.

3.4.4.4 *Análise de Sensibilidade*

Para um estudo em que variáveis externas podem impactar significativamente os resultados apresentados nos cenários para o presente momento, uma análise de sensibilidade se faz necessário. Adicionalmente, se pode verificar os impactos de possíveis alterações de parâmetros financeiros para os cenários de aplicação de fontes alternativas de geração de energia, assim, determinar a nova solução mais viável em um futuro próximo.

Segundo Rosa (2009), em uma análise de sensibilidade é possível observar as principais variáveis e o nível de influência de cada uma para o resultado final, assim diminuindo incertezas.

Através de uma investigação dos parâmetros mais relevantes e de maior impacto financeiro para os cenários Rede Elétrica + GMG, Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG e Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias, a Tabela 10 apresenta os principais parâmetros de influência na análise e os impactos que estes podem sofrer.

Tabela 10: Principais Parâmetros de Influência

Custo (R\$)	Impacto
Óleo diesel	Aumento
Banco de baterias	Redução
Tarifa de energia da concessionaria	Aumento
Número de interrupções de energia	Redução

Fonte: O autor.

3.5 GERAÇÃO DO RELATÓRIO

Como última etapa é gerado o relatório sintetizando as principais etapas do estudo de caso, apresentando, assim, os principais dados coletados e analisados, bem como os resultados e impactos relevantes causados pela aplicação dos cenários estudados à uma propriedade rural.

O relatório gerado é pautado na confiabilidade da pesquisa, de forma que a replicação da coleta e análise dos dados deve gerar resultados semelhantes.

Devido a característica da pesquisa apresentar grande impacto prático, de forma a expor o cenário mais viável como possível solução para as constantes interrupções de energia elétrica e seus impactos e prejuízos, a geração do relatório deve apresentar, de forma clara e objetiva, os resultados, explicitando os principais indicadores financeiros analisados, de tal forma a manifestar a solução que apresenta maior economia financeira pra o local em estudo.

Através da metodologia apresentada até aqui, por meio de conceitos e formulações matemáticas, é possível desenvolver e implementar as soluções propostas para a redução dos impactos causados pela falta de energia em propriedades na zona rural, utilizando fontes alternativas de geração de energia. Desta forma, 3 cenários são dimensionados e analisados financeiramente utilizando como base os indicadores de continuidade DEC e FEC da região ou da propriedade, com isto é possível determinar a solução mais viável para o local em estudo, minimizando os prejuízos e ocasionando economia.

4 ESTUDO DE CASO

Como aplicação da metodologia do estudo de caso explorada no capítulo anterior, este capítulo investiga de modo aprofundado a aplicação das tecnologias de geração distribuída por meio de fontes alternativas em configuração *off-grid*. Através disto, é possível determinar a solução mais adequada economicamente para a redução dos impactos causados pela falta do fornecimento de energia elétrica.

Assim, através do estudo das tecnologias disponíveis no mercado é possível determinar os principais equipamentos e configurações a serem utilizadas. Por meio da investigação de uma propriedade rural, na qual sofre com demasiadas interrupções no fornecimento de energia pela concessionária ENEL-GO, ocasionando assim, impactos financeiros ao proprietário, é possível coletar informações para o dimensionamento das tecnologias disponíveis e analisar técnica e financeiramente os 3 cenários disponíveis, sendo eles: 1) Rede Elétrica + GMG; 2) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG; 3) Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias.

4.1 ESTRUTURA CONCEITUAL TEÓRICA

De modo a se determinar o contexto da literatura em que o estudo está inserido, é realizada a investigação de sistemas fotovoltaicos *off-grid*, GMG e banco de baterias. Assim, é possível delimitar as fronteiras teóricas que nortearão as etapas seguintes do estudo de caso.

A investigação das tecnologias disponíveis no mercado é utilizada como fonte teórica para serem aplicadas ao caso na etapa de dimensionamento da solução. Através do contato direto com fabricantes e distribuidores, são identificadas as atuais tecnologias e novas tendências de módulos fotovoltaicos, inversores *off-grid* e híbridos e sistemas de armazenamento de energia em baterias.

Os indicadores de continuidade são parâmetros que determinam a quantidade e duração das interrupções no fornecimento de energia, desta forma sendo o principal medidor da qualidade do serviço relacionado à distribuição de energia. A qualidade da energia está diretamente relacionada aos impactos causados aos estabelecimentos rurais, sendo assim aspecto relevante para a análise financeira dos cenários de soluções propostas.

4.2 PLANEJAMENTO DO CASO

Como etapa inicial do planejamento do caso é escolhido o objeto central do estudo, assim, este foi escolhido por apresentar características desejáveis para a pesquisa. Desta forma, a propriedade denominada de ordenha e laticínio do Dino, localizado na zona rural no município de Cezarina – GO, foi escolhida devido a região em que se encontra apresentar frequentes interrupções no fornecimento de energia elétrica, prejudicando, desta forma, tanto a retirada do leite quanto o seu armazenamento. A proximidade do autor com a região do estabelecimento também foi ponto avaliado na escolha do local, assim facilitando as tratativas de coleta de dados e eventuais visitas ao local. Na Figura 24 está representada a localização geográfica do local em estudo.

Figura 24: Localização da ordenha e laticínio do Dino -17.146862°, -49.723271°



Fonte: Adaptado de Google Earth

Antes da realização da coleta de dados em si, o planejamento desta é de grande importância para se estabelecer o protocolo a ser seguido. Foi elaborado um formulário para o auxílio na coleta das informações operacionais do local em estudo, onde este formulário encontra-se em Anexo deste trabalho. Através deste formulário e demais anotações será possível entender o comportamento das cargas operantes, ou seja, potência e tempo de funcionamento, bem com a relação do estabelecimento com a falta de energia.

4.3 COLETA DE DADOS

4.3.1 Levantamento Operacional

Conforme pré agendamento com o proprietário e responsável pelo estabelecimento, foi realizada a visita técnica no dia 08 de outubro de 2022 ao local determinado. A visita teve o objetivo de coletar as principais informações sobre os equipamentos operante, características do produto e da qualidade da energia elétrica fornecida pela concessionária local.

O local em estudo é composto por uma estrutura de ordenha de vacas e uma residência, onde estes são atendidos por um centro de medição monofásico a três condutores (duas fases + neutro), transformador monofásico particular de 10kVA com tensão no secundário de 220V/440 V, e disjuntor bipolar de 32A, conforme mostrado na Figura 25.

Figura 25: Centro de medição de energia



Fonte: O autor.

Na estrutura de ordenha encontra-se o tanque resfriador de leite de 500L, principal equipamento do local, responsável pelo armazenamento e condicionamento do leite retirado do local e também do leite entregue por um vizinho. Segundo informações do proprietário, o tanque é

completamente cheio em um período de 48 horas e entregue ao leiteiro que faz o transporte desse leite. O tanque de leite do local está ilustrado na Figura 26.

Figura 26: Tanque resfriador de leite 500L



Fonte: O autor.

Com o auxílio do formulário pré-estabelecido, o quadro de carga do estabelecimento está representado na Tabela 11. Desta forma, é possível visualizar os equipamentos e seu período de funcionamento em horas. O estabelecimento possui potência total de 20,034kW.

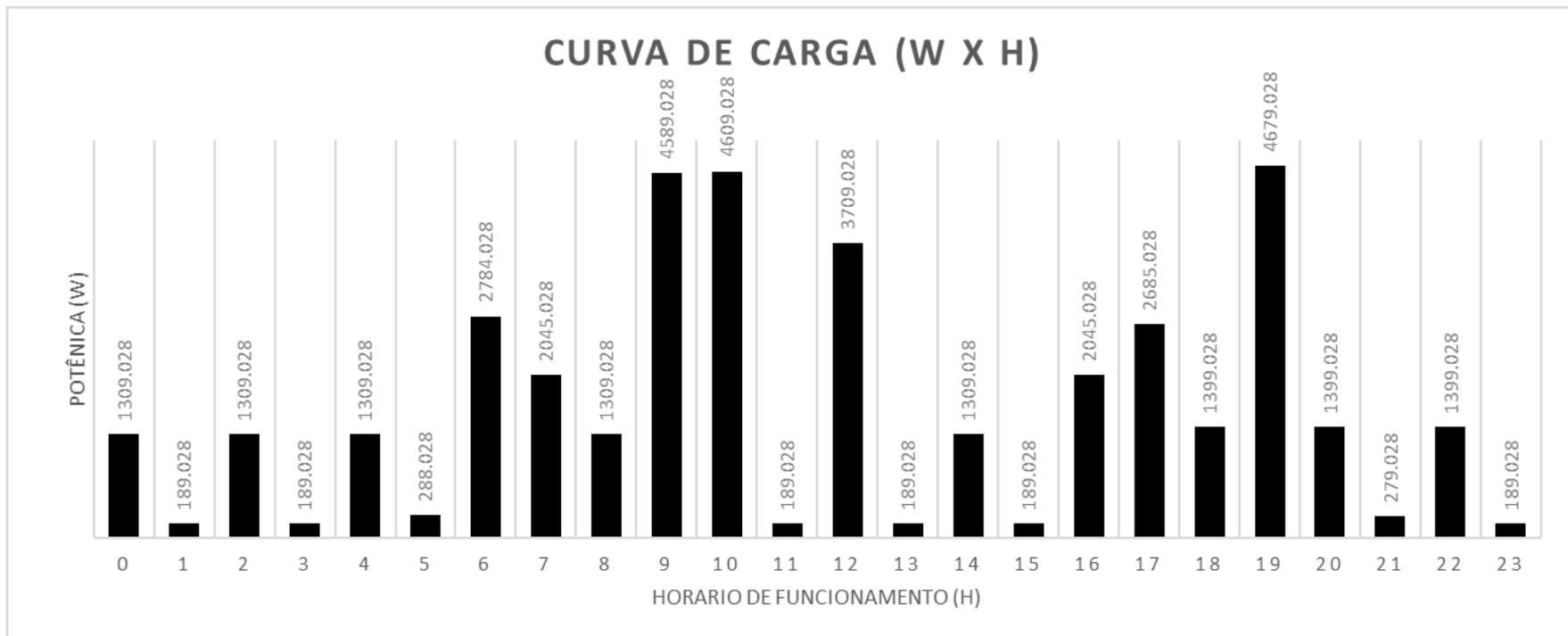
O perfil de consumo do estabelecimento é representado pela curva de carga, forma visual de compreender a simultaneidade das cargas operantes, e, assim, é possível entender em quais períodos o sistema elétrico é mais exigido, bem como ocorre o maior consumo de energia. A curva de carga do laticínio está representada na Figura 27.

Tabela 11: Quadro de carga do local

QUADRO DE CARGA DO ESTABELECIMENTO																										
	Potência Unitária (W)	Quant.	Potência (W)	Horário de Funcionamento																						
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	320	2	640							1										1						
440	5500	1	5500										0,5													
	15	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
le	1120,0	1	1120,0	1		1		1		1	1	1		1		1		1		1	1	1		1		
	70,8	1	70,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	103,2	1	103,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
a	736	1	736							1	1									1	1					
a	9	1	9						1	1																
	9	10	90						1	1											1	1	1	1	1	
upa	550	1	550										1													
	4400	2	8800										0,5								1					
	2400	1	2400												1											
	15233,03	23	20034,03	1309	189	1309	189	1309	288	2784	2045	1309	4589	4609	189	3709	189	1309	189	2045	2685	1399	4679	1399	279	

Fonte: O autor.

Figura 27: Curva de carga do estabelecimento



Fonte: O autor.

Foram obtidos dados referentes à qualidade da energia do local, considerando os parâmetros principais de continuidade DEC e FEC. O local apresenta frequentemente interrupções no fornecimento de energia, valores acima das médias registradas no estado e acima dos valores aceitáveis pela ANEEL. O proprietário do local informou que a falta de energia ocorre em média 3 vezes por semana, sendo mais comum no início da noite. Com relação à duração média da falta, esta tem duração média de 12 horas, até que seja retornado o fornecimento normal. Como parâmetro importante para o dimensionamento do banco de baterias foi informado o tempo médio entre duas interrupções, sendo este de 2 dias. Estes parâmetros referentes à qualidade da energia elétrica estão inseridos na Tabela 12.

Tabela 12: Parâmetros da qualidade da energia elétrica

Parâmetros	Valor
Duração média anual de interrupção (horas)	12
Frequência média semanal de interrupção (n°)	3
Período médio entre duas interrupções (dias)	2

Fonte: O autor.

4.3.2 Recurso solar

Considerando que o recurso solar é variável em diferentes regiões do Brasil, utilizou-se as coordenadas do local escolhido para se determinar o recurso solar disponível nas proximidades deste. Através da base de dados do CRESESB é encontrado a quantidade de irradiação solar disponível no município de Cezarina, a uma distância de 5,8 quilômetros do local em estudo.

O recurso solar encontrado para o local em estudo está representado abaixo na Tabela 13. É considerado o ângulo igual a latitude do local, visto que será essa a posição de fixação dos módulos fotovoltaicos. Assim, os valores médio e mínimo de irradiação solar são de 5,49 kWh/m².dia e 5,06 kWh/m².dia, respectivamente.

Tabela 13: Irradiação Solar de Cezarina

Estação: Cezarina
Município: Cezarina, GO - BRASIL
Latitude: 17,101° S
Longitude: 49,749° O
Distância do ponto de ref. (17,146862° S; 49,723271° O) : 5,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,57	5,73	5,38	5,16	4,76	4,46	4,69	5,58	5,45	5,59	5,44	5,59	5,28	1,27
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	17° N	5,13	5,49	5,43	5,62	5,56	5,39	5,60	6,32	5,68	5,45	5,06	5,10	5,49	1,25
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	5,06	5,44	5,41	5,65	5,83	5,48	5,65	6,38	5,88	5,41	5,00	5,02	5,49	1,38
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	13° N	5,26	5,58	5,44	5,56	5,41	5,21	5,42	6,18	5,68	5,52	5,18	5,24	5,47	1,00

Fonte: CRESESB, 2022.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

4.4.1 Rede Elétrica + GMG

Como forma de dimensionar uma solução alternativa para o suprimento de energia elétrica em momentos de não fornecimento da concessionária local, é necessário analisar o perfil de consumo, através das cargas operantes, obtendo, assim, um modelo de GMG a diesel que atenda a demanda exigida pelos equipamentos instalados e seja comercial.

Com o auxílio do quadro de carga disponível na Tabela 11, é possível visualizar a potência máxima exigida do sistema em um determinado período de tempo, sendo esta potência máxima com valor de 4.679,03 W. Utilizando a Equação (3) e considerando o fator de potência de 0,8 para GMGs, é possível encontrar a potência do GMG à diesel em VA para atender o estabelecimento até mesmo nos momentos de maior consumo.

$$P_{gmg} = \frac{4679,03}{0,8}$$

$$P_{gmg} = 5848,78 VA$$

O modelo comercialmente encontrado para atender a potência calculada e estrutura elétrica do local (2 fases + neutro) foi o GMG à diesel 8000T Motor 13HP 4T Trifásico 380V da marca Matsuyama, GMG com potência nominal de saída de 6,9 kVA que está ilustrado na Figura 28.

Figura 28: GMG Matsuyama de 6,9 kVA



Fonte: Matsuyama, 2022.

Este modelo possui os principais parâmetros apresentados na Tabela 14. Demais características estão nas especificações técnicas do fabricante em Anexo A deste trabalho.

Tabela 14: Parâmetros técnicos do GMG

GMG Matsuyama de 6,9 kVA	
Quantidade De Fases	TRIFÁSICO
Tensão De Saída (V)	220/380
Frequência (Hz)	60
Fator De Potência	0,8
Potência Motor (Hp)	13
Potência De Partida (kVA)	7,5
Potência Nominal (kVA)	6,9
Corrente Nominal CA (A)	18
Nível De Ruído (Db)	72
Capacidade Do Tanque De Combustível (L)	14,5
Consumo De Combustível (L/H)	1,8
Dimensões (mm)	910*530*740
Peso Líquido (Kg)	165

Fonte: Matsuyama, 2022.

Para o presente estudo, os principais parâmetros a serem analisados referentes ao GMG à diesel, estão inseridos na Tabela 15.

Tabela 15: Parâmetros de análise

Potência Nominal (kVA)	6,9
Fator de Potência	0,8
Tempo de operação médio (horas/ano)	1728
Consumo médio de combustível (Litros/hora)	1,8

Fonte: O autor.

4.4.2 Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico *Off-Grid* + GMG

Esta configuração de sistema possui duas fontes de alimentação CA, sendo a principal fonte a rede elétrica e a secundária o GMG a diesel, além de uma fonte de alimentação DC, formada pelos módulos fotovoltaicos. Assim, durante o período ensolarado do dia, a fonte de alimentação DC atende a demanda de energia, de modo a proporcionar economia da energia que seria utilizada da rede elétrica. Durante o período com ausência de sol é utilizada a rede elétrica como fonte principal, e quando esta apresenta falha no fornecimento é automaticamente comutado para o GMG a diesel assumir como fonte principal para atendimento às cargas.

4.4.2.1 *Inversor Solar Off-Grid*

Para o dimensionamento desta configuração é utilizada a Equação 8, onde através desta é realizado o somatório das cargas no período de maior demanda em cada fase, sendo assim, encontrada a potência do inversor a ser utilizado.

$$P_{inv} = \sum_{i=1}^n P_i$$

$$P_{inv} = 4679,3 \text{ W}$$

O modelo comercialmente encontrado com potência mais próxima do valor calculado é o INVERSOR SOLAR *OFF GRID* SPF 5000 ESG da marca GROWATT. Desta forma, serão utilizados 2 inversores para atendimento a demanda total de energia, assim cada inversor conectado em uma fase do estabelecimento. O inversor está ilustrado na Figura 29 e possui dados técnicos representados na Tabela 16e os demais parâmetros estão no Anexo B.

Figura 29: Inversor Solar *Off Grid* Spf 5000 Esg



Fonte: Growatt, 2023.

Tabela 16: Parâmetros técnicos do Inversor

Parâmetros técnicos do INVERSOR SOLAR <i>OFF GRID</i> SPF 5000 ESG	
Potência máxima de saída (W)	5000
Potência máxima de entrada (W)	6000
Tensão máxima de circuito aberto do MPPT (VDC)	450
Corrente máxima de entrada (A)	100
Tensão da Bateria (VDC)	48
Dimensões (mm)	330×485×135

Fonte: Aldo Solar, 2023.

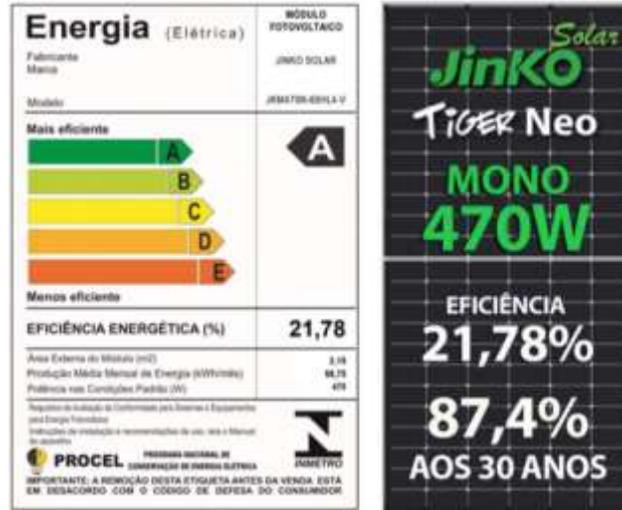
4.4.2.2 *Módulos fotovoltaicos*

Para o cálculo dos módulos fotovoltaicos são considerados os parâmetros de entrada do inversor como: Potência máxima DC, tensão máxima por MPPT e Corrente máxima por MPPT. Assim, é possível determinar a quantidade e topologia dos arranjos fotovoltaicos.

Através dos equipamentos disponíveis na plataforma do distribuidor de equipamentos elétricos Aldo Solar, são encontrados os modelos de módulos fotovoltaicos comercializados. Assim, foi considerada a escolha do equipamento que apresente o menor preço e com eficiência superior a 21%, valor considerado satisfatório em relação aos demais módulos. O modelo escolhido para fins de cálculos, foi o PAINEL SOLAR JINKO JKM470N-60HL4-V TIGER NEO 470W,

este modelo está representado na Figura 30 e apresenta as características técnicas da Tabela 17, demais parâmetros estão em Anexo C deste trabalho.

Figura 30: JINKO JKM470N-60HL4-V TIGER NEO 470W



Fonte: Aldo Solar, 2023.

Tabela 17: Parâmetros técnicos do módulo fotovoltaico

Parâmetros técnicos do Módulo JINKO JKM470N-60HL4-V TIGER NEO	
Potência máxima (Wp)	470
Tensão de circuito aberto Voc (V)	42,38
Corrente de curto-circuito Isc (A)	14,15
Eficiência (%)	21,78
Peso (kg)	24,2
Dimensões (mm)	1903×1134×30

Fonte: Aldo Solar, 2023.

Utilizando a Equação (9) é possível encontrar o FDI máximo para o inversor, considerando a potência de saída e máxima potência de entrada.

$$FDI = \frac{P_{inv}}{P_{fv}}$$

$$FDI = \frac{5000}{6000}$$

$$FDI = 0,83$$

Através do módulo comercial escolhido e a potência de saída do inversor, por meio da Equação (10) é encontrada a quantidade de módulos para cada inversor.

$$Nm = \frac{Pfv}{Pm}$$

$$Nm = \frac{6000}{470}$$

$$Nm = 12 \text{ módulos}$$

Com isso, a potência total de módulos fotovoltaicos é de 5,64 kWp, assim, considerando a potência total de módulos encontrada, o novo FDI do sistema é de 0,89. Desta forma, a potência de módulos está sobredimensionada em 11% em relação a potência do inversor.

Por meio da Equação (11) é encontrada a energia diária total gerada pelo sistema fotovoltaico considerando a irradiação solar nas proximidades do local de estudo.

$$Ep = Nm \times (Es \times Am \times \eta m)$$

$$Ep = 12 \times (5,06 \times 2,158 \times 0,2178)$$

$$Ep = 28.539 \text{ kWh/dia}$$

Como etapa final do dimensionamento, é necessário equalizar os parâmetros de módulos fotovoltaico e inversor, assim, encontrando a topologia do sistema, ou seja, quantidade de módulos em série e em paralelo. Através das Equações (12) e (13) são estabelecidas a máxima quantidade de módulos em série e em paralelo, respectivamente de cada inversor.

$$Ns = \frac{VOCmppt}{Vocm}$$

$$Ns = \frac{450}{42,38}$$

$$Ns = 10 \text{ módulos}$$

$$Np = \frac{Imppt}{Iscm}$$

$$Np = \frac{100}{14,15}$$

$$Np = 7 \text{ módulos}$$

Assim, considerando a quantidade total de 12 módulos suportado pelo inversor, a quantidade de módulos em serie e em paralelo escolhida foi:

$$Ns = 6 \text{ módulos}$$

$$Np = 2 \text{ módulos}$$

Desta forma, cada inversor é atendido por 2 *strings* em paralelos com 6 módulos em série cada.

4.4.2.3 GMG

De modo a satisfazer a potência máxima exigida do sistema, o GMG a diesel escolhido segue o mesmo dimensionamento da configuração Rede Elétrica + GMG apresentado na seção 4.4.1, onde foi utilizada a Equação (7). Assim, o modelo de GMG para a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG é o Gerador à Diesel 8000T Motor 13HP 4T Trifásico 380V da marca Matsuyama com potência nominal de 6,9kVA.

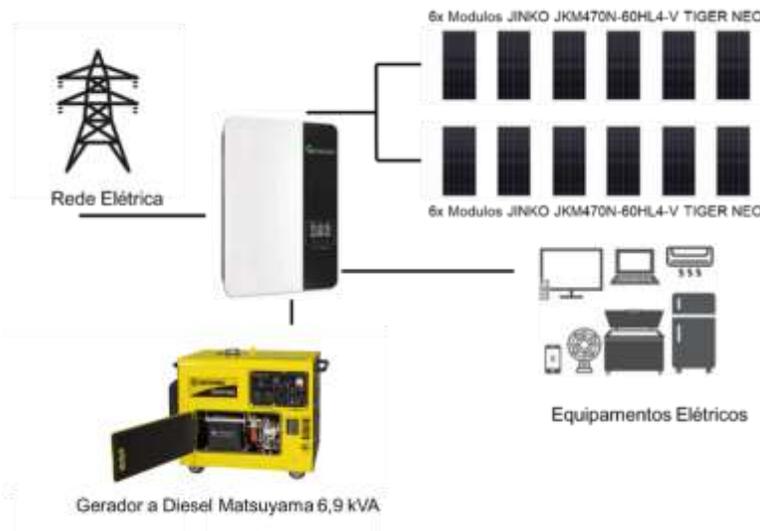
Abaixo está representada na Tabela 18 e Figura 31 os equipamentos dimensionados e esquema geral da configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG.

Tabela 18: Equipamentos dimensionados para o cenário 2

Equipamentos Dimensionados	
Quantidade total de módulos fotovoltaicos	24
Potência total de módulos fotovoltaicos	11,28kWp
Quantidade de inversores	2
Potência total de inversores	10kW
Potência do GMG	6,9kVA

Fonte: o autor.

Figura 31: Esquema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG



Fonte: Aldo Solar, 2023.

4.4.3 Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico *Off-Grid* + Baterias

Esta configuração de sistema possui uma fonte de alimentação CA (rede elétrica da concessionária), e mais duas fontes de alimentação DC, formadas pelos módulos fotovoltaicos como fonte DC primária e o banco de baterias como fonte DC secundária, responsável pelo *backup* de energia nos momentos de interrupção do fornecimento pela concessionária e ausência de recurso solar suficiente. Desta forma, durante o período ensolarado do dia, os módulos fotovoltaicos atendem à demanda de energia do estabelecimento, assim, gerando economia da energia durante este período. Para o período noturno a energia fornecida pela concessionária é utilizada como fonte principal, porém, quando ocorre a interrupção deste fornecimento neste período, o fornecimento se dá pelo banco de baterias.

4.4.3.1 Inversor Fotovoltaico *off-grid*

Considerando o atendimento ao período de maior demanda encontrado no quadro de carga, o inversor fotovoltaico *off-grid* escolhido segue o mesmo dimensionamento da configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG apresentado na seção 4.4.2.1, onde foi utilizada a

Equação (8). Desta forma, o modelo de inversor para a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias é o INVERSOR SOLAR *OFF GRID* SPF 5000 ESG da marca GROWATT com potência nominal de saída de 5kW, onde serão utilizados dois equipamentos, sendo um para cada fase do estabelecimento. Este inversor está ilustrado na Figura 28 e com parâmetros técnicos disponível na Tabela 16.

4.4.3.2 Banco de baterias

Para o dimensionamento do banco de baterias é considerado o valor de duração média de cada interrupção, desta forma sendo este valor a autonomia que o banco de baterias deve ter. Através do levantamento operacional, foi coletada a informação sobre a qualidade da energia elétrica, disponível na Tabela 12, com isso o valor de duração média informado foi de 12 horas.

O banco de baterias deve ser capaz de fornecer a quantidade de energia necessária para as cargas durante o período de autonomia determinado. Com isso, para o cálculo da capacidade do banco de baterias, é utilizada a energia total consumida pelas cargas durante um dia, que corresponde a 35,74kWh.

Foi considerada a utilização de baterias de Lítio Ferro Fosfato (LiFePO₄) por ser um modelo comercial de alta tecnologia e permitir uma profundidade de descarga de 100%.

Assim, no cálculo da capacidade do banco de baterias, é utilizada a Equação (14).

$$C_{ban} = \frac{E_c \times T_a}{P_d}$$

$$C_{ban} = \frac{35740 \times 0,5}{1}$$

$$\mathbf{C_{ban} = 17870Wh}$$

A capacidade do banco em Ah é encontrada através da Equação (15), assumindo uma tensão da bateria de 48V, valor referente aos modelos de Lítio Ferro Fosfato (LiFePO₄).

$$C_{ah} = \frac{C_{ban}}{V_{cc}}$$

$$C_{ah} = \frac{17870}{48}$$

$$C_{ah} = 372,28 \text{ Ah}$$

O modelo encontrado na plataforma do distribuidor Aldo Solar foi BATERIA SOLAR LITIO DYNESS A48100 48V LITIO LIFEPO4 4,8kWh. A bateria está ilustrada na Figura 32 e possui principais características técnicas disponível na Tabela 19.

Figura 32: Bateria Solar Dyness LiFePO4



Fonte: Aldo Solar, 2023.

Tabela 19: Parâmetros técnicos da bateria

BATERIA SOLAR LITIO DYNESS A48100 48V LITIO LIFEPO4 4,8KWH	
Tensão da bateria (V)	48
Capacidade Nominal (Ah)	100
Quantidade de ciclos	6000
Peso líquido (kg)	45
Dimensão (mm)	504*597*155

Fonte: Aldo Solar, 2023.

Utilizando os parâmetros técnicos da bateria e as Equações (16) e (17), são definidas a quantidade de baterias em série e em paralelo.

$$N_{bs} = \frac{48}{48}$$

$$N_{bs} = 1 \text{ bateria}$$

$$Nbp = \frac{Cah}{Cbat}$$

$$Nbp = \frac{372,28}{100}$$

$$\mathbf{Nbp = 4 baterias}$$

Como o sistema é formado por 2 inversores, desta forma, será dividido a quantidade de baterias para cada inversor. Assim cada inversor será atendido por 2 baterias conectadas em paralelo.

4.4.3.3 Módulos fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos devem ser capazes de gerar energia para o atendimento as cargas, assim como energia para o carregamento do banco de baterias. Desta forma, é calculada inicialmente a quantidade de energia que deve ser gerada para o banco de baterias em um dia, considerando o tempo médio entre duas interrupções de 2 dias, onde, neste intervalo, o banco de baterias deve ser completamente carregado. Esse cálculo é feito utilizando Equação (18).

$$Ed = \frac{Cban}{Tin}$$

$$Ed = \frac{19,2}{2}$$

$$\mathbf{Ed = 9,6 kWh}$$

Com isso, a energia total a ser gerada pelos módulos fotovoltaicos para atendimento às cargas que operam durante o período compreendido das 7hrs às 17hrs e carregamento do banco de baterias em um dia de operação é calculada através da Equação (19).

$$Etd = Ec + Ed$$

$$Etd = 35,74 + 9,6$$

$$\mathbf{Etd = 45,34 kWh}$$

A quantidade mínima de módulos fotovoltaicos do sistema é calculada por meio da Equação (20) e considerando a energia gerada por um módulo calculada na Equação (11).

$$Ep1 = Nm \times (Es \times Am \times \eta m)$$

$$Ep1 = 1 \times (5,06 \times 2,158 \times 0,219)$$

$$\mathbf{Ep1 = 2,378 kWh}$$

$$Nm = \frac{Etd}{Ep1}$$

$$Nm = \frac{45,34}{2,378}$$

$$\mathbf{Nm = 20 módulos}$$

Separando o arranjo de módulos fotovoltaicos para os 2 inversores tem-se 10 módulos para cada inversor.

Utilizando a Equação (10) é possível determinar a potência do sistema calculado, sendo assim:

$$Nm = \frac{Pfv}{Pm}$$

$$10 = \frac{Pfv}{470}$$

$$\mathbf{Pfv = 4,7 kWp}$$

Definida a quantidade de módulos mínima para atendimento ao estabelecimento e carregamento do banco de baterias, é realizada a equalização dos módulos e inversor. Considerando a potência de saída do inversor e a potência do arranjo fotovoltaico é calculado o FDI do sistema, de modo que este parâmetro esteja entre 0,5 e 1.

$$FDI = \frac{Pinv}{Pfv}$$

$$FDI = \frac{5000}{4700}$$

$$FDI = 1,06$$

Com isso, o inversor não é capaz de fornecer o valor máximo para atendimento às cargas no momento de maior demanda. Assim, é necessário aumentar a potência do arranjo fotovoltaico, sendo dimensionada a quantidade máxima de módulos suportada pelo inversor como definido anteriormente no dimensionamento do sistema Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG utilizando a Equação (10) substituindo P_{fv} de 4,7kW por 6kW que é a máxima potência DC suportada pelo inversor. Desta forma a máxima quantidade de módulos fotovoltaicos por cada inversor é:

$$Nm = \frac{P_{fv}}{P_m}$$

$$Nm = \frac{6000}{470}$$

$$Nm = 12 \text{ módulos}$$

Considerando a nova quantidade de módulos, a potência total de cada arranjo conectada a cada inversor é de 5,64 kWp, assim com um novo FDI do sistema de 0,89, valor considerado aceitável para atendimento ao momento de maior exigência do sistema elétrico.

A quantidade de módulos em série e paralelo é calculada como definido nas Equações (12) e (13) e realizada na configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG. Assim, cada inversor é atendido por 2 *strings* em paralelos com 6 módulos em série.

O modelo de inversor escolhido já possui controlador de carga embutido, não sendo necessário o uso de um dispositivo separado para o sistema.

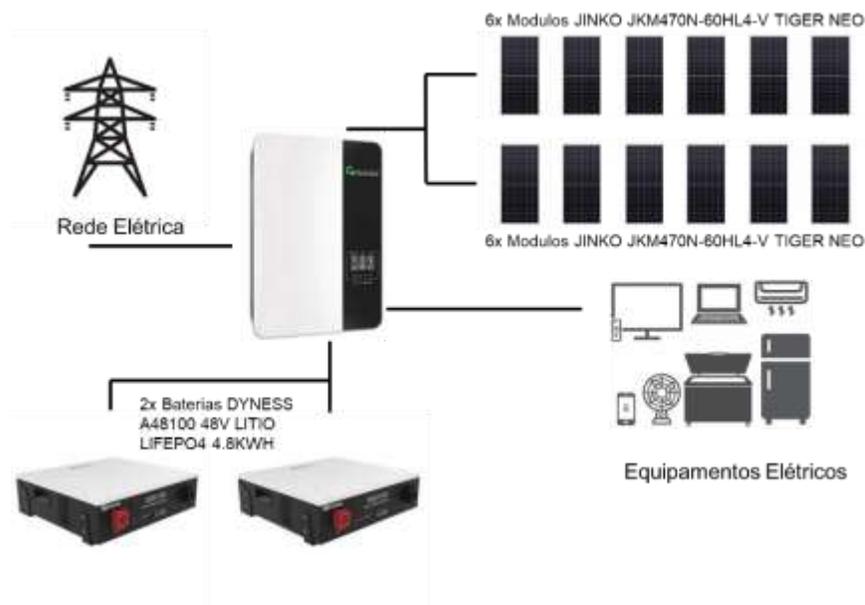
Na Tabela 20 são mostrados os equipamentos dimensionados e na Figura 33 está representado o esquema de ligação para a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias para cada inversor.

Tabela 20: Equipamentos dimensionados para o cenário 3

Equipamentos Dimensionados	
Quantidade total de módulos fotovoltaicos	24
Potência total de módulos fotovoltaicos	11,28kWp
Quantidade de inversores	2
Potência total de inversores	10kW
Quantidade de Baterias	4

Fonte: O autor.

Figura 33: Esquema de ligação por inversor



Fonte: O autor.

4.4.5 Análise Financeira

Como etapa seguinte ao dimensionamento técnico das três configurações em análise, é realizado o levantamento operacional das soluções propostas, determinando, desta forma, a quantidade de energia e de qual fonte de alimentação a carga é atendida. Através da determinação

da quantidade de energia em cada configuração, é possível calcular os custos referentes a energia elétrica, consumo de combustível e economia de energia. Estas informações serão utilizadas juntamente com os custos de implantação, manutenção e substituição de equipamentos para cada cenário.

Conhecendo os principais custos anuais de cada configuração em um horizonte de 30 anos, são utilizados os indicadores financeiros para uma análise mais aprofundada. Assim, é determinado o VLP, TIR, *Payback* descontado e LCOE de cada solução, onde esses indicadores são comparados de modo a determinar a configuração que apresenta melhor retorno financeiro para o local em estudo.

Após a primeira análise financeira, é realizada uma análise de sensibilidade, considerando variações nos principais parâmetros que englobam cada cenário em estudo, entre eles o óleo diesel, baterias, tarifa de energia e número de interrupções, considerando tendências do mercado nos últimos 10 anos, de modo a investigar possíveis alterações em relação aos indicadores financeiros encontrados anteriormente.

4.4.5.1 Cenário atual do estabelecimento

A principal atividade financeira do estabelecimento que está intimamente ligado a qualidade da energia é a venda do leite armazenado para o distribuidor, dessa forma, quando ocorre interrupção no fornecimento de energia, esse leite antes vendido por R\$3,50, passa a ser vendido por R\$3,00 o litro, assim 25% de prejuízo nesta operação, visto que se não for vendido e coletado pelo distribuidor este insumo é perdido.

Assim, para o cenário atual do estabelecimento os custos e o prejuízo relacionado a venda do leite produzido e armazenado são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Custos de venda do leite

Venda do Leite	
Tanque de leite	500L
Preço do leite sem interrupção	R\$3,50
Preço do leite com interrupção	R\$3,00
Ganho sem interrupção	R\$1.750,00
Ganho com interrupção	R\$1.500,00
Prejuízo relativo	R\$250,00

Fonte: o autor.

Os custos diários da energia incluem a quantidade de energia consumida em dia com e sem interrupção e a tarifa de energia do local em estudo, na Tabela 22 estão os custos diários com energia.

Tabela 22: Custo da energia distribuída pela concessionária

Custo da energia diário	
Consumo diário rede elétrica sem interrupção	35,74kWh
Consumo diário rede elétrica com interrupção	21,88 kWh
Tarifa de energia	R\$0,77/kWh
Custo diário rede elétrica sem interrupção	R\$27,52
Custo diário rede elétrica com interrupção	R\$16,85

Fonte: o autor.

Para determinar o custo total anual do estabelecimento são considerados os custos do consumo de energia em dias que não ocorrem interrupção, adicionado aos custos do consumo de energia em dias que ocorre interrupção e ao prejuízo relativo da venda do leite. Este custo total anual é apresentado na Tabela 23.

Tabela 23: Custo Anual do estabelecimento - SEM SOLUÇÃO

Custos	Dias	Valor Total
Custo rede elétrica sem interrupção	17	R\$467,82
Custo rede elétrica com interrupção	13	R\$219,05
Prejuízo relativo à venda do leite	13	R\$3.250,00
Custo total mês	30	R\$3.936,87
Custo total ano		R\$47.242,42

Fonte: o autor.

4.4.5.2 Análise Rede Elétrica + GMG

Na solução utilizando a rede elétrica de distribuição e o GMG como *backup* de energia, este último opera durante as 12 horas de interrupção, período compreendido de 19hrs até as 6:59hrs. Assim, o custo com a energia elétrica da distribuidora segue como na Tabela 22 apresentada anteriormente.

Já o custo relacionado ao GMG envolve o período de tempo em operação, o consumo de combustível por hora e o preço do combustível. O custo da utilização do GMG no período de interrupção no fornecimento de energia da rede elétrica está indicado na Tabela 24.

Tabela 24: Custo operacional diário do GMG

Custo GMG diário	
Energia fornecida	13,86kWh
Tempo de funcionamento	12h
Consumo de combustível	1,8L/h
Preço do diesel	R\$5,79/L
Custo diário GMG	R\$125,06

Fonte: o autor.

Com isso, o custo operacional anual do cenário Rede Elétrica + GMG engloba o custo da energia nos dias com e sem interrupção do fornecimento, adicionado ao custo de operação do GMG nos dias com interrupção de energia. Este custo operacional está apresentado na Tabela 25.

Tabela 25: Custo operacional anual cenário Rede Elétrica + GMG

Custos	Dias	Valor
Custo rede elétrica sem interrupção	17	R\$467,82
Custo rede elétrica com interrupção	13	R\$219,05
Prejuízo relativo à venda do leite	13	-
Custo Mês GMG	13	R\$1.625,83
Custo Mês Energia	30	R\$686,87
Custo energia ano Rede Elétrica		R\$8.242,42
Custo energia ano GMG		R\$19.509,98

Fonte: o autor.

Através de consultas às empresas distribuidoras de geradores é feito o levantamento do custo de aquisição do GMG a diesel 8000T Motor 13HP 4T Trifásico 380V da marca Matsuyama dimensionado na seção 4.4.1, assim como o custo de manutenção deste equipamento. O custo para aquisição do GMG em análise foi de R\$11.819,94. Devido o modelo utilizado ser de baixa

complexidade, o custo relativo à instalação não foi considerado nesta análise. O custo de manutenção preventiva foi obtido através de orçamento de uma empresa especializada, onde o valor de cada manutenção é de R\$500,00 sendo recomendado a cada 3 meses, assim totalizando um custo anual de manutenção preventiva de R\$2.000,00.

De acordo com autores, a vida útil do GMG gira entre 15 a 30 mil horas operantes, assim para este trabalho foi considerado 20 mil horas trabalhadas, operando 1.872 horas por ano, sendo necessário sua troca em 11 anos.

Com isso, os principais custos do cenário Rede Elétrica + GMG estão apresentados na Tabela 26.

Tabela 26: Principais custos do cenário Rede Elétrica + GMG

CAPEX	
Custo de aquisição do GMG	R\$11.819,94
Instalação	-
OPEX	
Custo energia ano Rede	R\$8.242,42
Custo energia ano GMG	R\$19.509,98
Manutenção Preventiva 4 vezes	R\$2.000,00
Horas de Operação por ano GMG	1872 horas
Substituição do GMG	11 anos

Fonte: o autor.

Após o levantamento dos principais custos deste cenário é possível estender estes para o horizonte de 30 anos. Assim, esta configuração apresenta um investimento inicial de **R\$11.819,94**, fluxo de caixa negativo de **R\$29.752,40** por ano e substituição do GMG a cada 11 anos. O fluxo de caixa negativo engloba os custos de operação desse cenário, ou seja, custo com energia elétrica da rede da concessionária, custo com o óleo diesel no GMG e custo com manutenções, estes valores são apresentados através da Tabela 27. O fluxo de caixa completo para os 30 anos de análise está disponível no Apêndice B.

Tabela 27: Fluxo de caixa da solução Rede Elétrica + GMG

Ano	0	1	2	30
Receita	-	-	-	-
- Custo Anual de energia	-	R\$8.242,42	R\$8.242,42	R\$8.242,42
- Custo Anual do GMG	-	R\$19.509,98	R\$19.509,98	R\$19.509,98
= Lucro Bruto	-	-R\$27.752,40	-R\$27.752,40	-R\$27.752,40
- Depreciação	-	-	-	-
- Despesas	-	R\$2.000,00	R\$2.000,00	R\$2.000,00
= Lucro Operacional	-	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40
- Juros	-	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40
- IRPJ/CSLL	-	-	-	-
= Lucro Líquido	-	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40
+ Depreciação	-	-	-	-
- Investimentos	R\$11.819,94	-	-	-
+ Liberação de Financiamentos	-	-	-	-
- Amortização	-	-	-	-
= Fluxo de Caixa	-R\$11.819,94	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40	-R\$29.752,40

Fonte: o autor.

Considerando uma TMA de 15% escolhida com base na Selic, taxa básica de juros da economia atualmente de 13,75%, adicionado ao risco do investimento, é possível obter todos os valores em 30 anos de operação em valor presente. Então, somado o fluxo de caixa em valores presentes, ao investimento inicial tem-se o **Valor Presente Líquido** de **-R\$210.260,29**, como mostrado na Tabela 28.

Tabela 28: Valores Presente Líquido Rede Elétrica + GMG

Valores Presente Líquido	
TMA	15%
Valor do Negócio	-R\$198.440,35
Investimento Inicial	-R\$11.819,94
VPL	-R\$210.260,29

Fonte: o autor.

Esta solução apresenta um custo anual de **R\$29.752,40** para o estabelecimento, com isso, não apresenta **Taxa Interna de Retorno (TIR)**.

Como forma de analisar o retorno do investimento, é comparado o fluxo de caixa em valor presente da solução proposta, com o cenário atual do estabelecimento. O custo do cenário atual é de **R\$47.242,42** por ano, valor encontrado na Tabela 23, sendo este, o custo da energia da concessionária e prejuízo relativo do leite vendido. O valor presente desta solução e o novo fluxo

de caixa comparando com o cenário atual está inserido na Tabela 29. O fluxo de caixa comparativo em valor presente completo para os 30 anos de análise está disponível no Apêndice C

Tabela 29: Fluxo de caixa comparativo em valor presente

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP30
Receita	-	-	-	-
- Custo Anual de energia	-	R\$7.167,32	R\$6.232,45	R\$124,49
- Custo Anual do GMG	-	R\$16.965,20	R\$14.752,35	R\$294,66
= Lucro Bruto	-	-R\$24.132,52	-R\$20.984,80	-R\$419,15
- Depreciação	-	-	-	-
- Despesas	-	R\$1.739,13	R\$1.512,29	R\$30,21
= Lucro Operacional	-	-R\$25.871,65	-R\$22.497,09	-R\$449,35
- Juros	-	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-	-R\$25.871,65	-R\$22.497,09	-R\$449,35
- IRPJ/CSLL	-	-	-	-
= Lucro Líquido	-	-R\$25.871,65	-R\$22.497,09	-R\$449,35
+ Depreciação	-	-	-	-
- Investimentos	R\$11.819,94	-	-	-
+ Liberação de Financiamentos	-	-	-	-
- Amortização	-	-	-	-
+ Custo cenário atual	-	R\$41.080,36	R\$35.722,05	R\$713,50
= Valor acumulado da economia	-R\$11.819,94	R\$3.388,77	R\$16.613,73	R\$99.932,44

Fonte: o autor.

Com isso, o **Payback Descontado** do investimento se dá em **0,48 ano**. É possível visualizar o retorno do investimento através do fluxo de caixa comparativo representado na Figura 34.

Figura 34: Fluxo de caixa comparativo Rede Elétrica + GMG



Fonte: o autor.

Para o cálculo do custo da energia para o cenário Rede Elétrica + GMG é determinada a quantidade de energia fornecida pela concessionária somado a quantidade de energia fornecida pelo GMG nos momentos de interrupções ao longo de 30 anos. Assim, considerando o custo total do investimento, o **Custo Nivelado de Energia (LCOE)** da solução é de **R\$0,547/kWh**. Estes valores são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30: Custo Nivelado de Energia (LCOE)

Custo Nivelado de Energia (R\$/kWh)	
Energia Rede em 30 anos	321.133,08kWh
Energia GMG em 30 anos	63.059,51kWh
VPL	-R\$210.260,29
LCOE	0,547

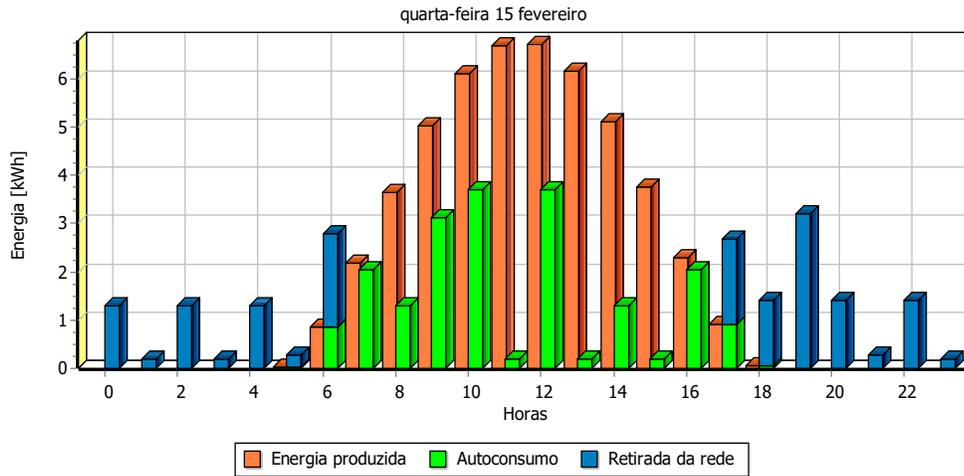
Fonte: o autor.

4.4.5.3 *Análise Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + GMG*

Este cenário envolve o sistema fotovoltaico *off-grid* como forma de economia da energia durante o dia, sendo o GMG a fonte de *backup* durante o período noturno nos momentos em que a rede elétrica da concessionária apresenta interrupção no fornecimento.

Através de simulação utilizando o *software* solar SOLERGO é determinada a curva de geração em um dia cuja irradiação solar apresente mesmo valor médio apresentado na Tabela 13 para o sistema fotovoltaico *off-grid* dimensionado. Na Figura 34 está representada a curva de geração do sistema fotovoltaico, denominada energia produzida, o quanto desta energia gerada é realmente consumida pelas cargas, denominado de autoconsumo, e a energia retirada da rede elétrica pelas cargas.

Figura 35: Curva de geração em um dia



Fonte: o autor.

O sistema fotovoltaico apresenta 100% de eficiência no primeiro ano, onde esta eficiência vai decaindo ao passar dos anos, conforme *datasheet* do fabricante em anexo, sendo de 87,4% ao final de 30 anos. O parâmetro de eficiência do sistema por ano foi considerado nesta análise.

Na Tabela 31 é possível visualizar os valores referentes à energia por fonte de alimentação a cada hora, estes valores em 30 anos de análise estão disponíveis no Apêndice AF.

Tabela 31: Energia por fonte Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico *off-grid* + GMG

ENERGIA POR FONTE (ANO 0)						
HORAS	EFICIÊNCIA DA USINA	GERAÇÃO SOLAR (Wh)	CONSUMO EQUIPAMENTOS (Wh)	CONSUMO SOLAR (Wh)	CONSUMO REDE (Wh)	GERAÇÃO GMG (Wh)
0	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03
1	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03
2	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03
3	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03
4	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03
5	100%	29,12	288,03	29,12	258,91	258,91
6	100%	844,43	2784,03	844,43	1939,59	1939,59
7	100%	2191,35	2045,03	2045,03	0,00	0,00
8	100%	3651,00	1309,03	1309,03	0,00	0,00
9	100%	5022,59	3122,36	3122,36	0,00	0,00
10	100%	6094,53	3692,36	3692,36	0,00	0,00
11	100%	6690,48	189,03	189,03	0,00	0,00
12	100%	6709,11	3709,03	3709,03	0,00	0,00
13	100%	6147,21	189,03	189,03	0,00	0,00
14	100%	5100,47	1309,03	1309,03	0,00	0,00
15	100%	3741,54	189,03	189,03	0,00	0,00
16	100%	2281,17	2045,03	2045,03	0,00	0,00
17	100%	922,14	2685,03	922,14	1762,89	0,00
18	100%	46,85	1399,03	46,85	1352,18	0,00
19	100%	0,00	3212,36	0,00	3212,36	3212,36
20	100%	0,00	1399,03	0,00	1399,03	1399,03
21	100%	0,00	279,03	0,00	279,03	279,03
22	100%	0,00	1399,03	0,00	1399,03	1399,03
23	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03
TOTAL		49472	35739	19641	16097	12982

Fonte: o autor.

O custo relacionado à energia da rede elétrica é reduzido com a utilização do sistema fotovoltaico *off-grid* em operação durante o período ensolarado do dia. Essa economia de energia para um dia está apresentada na Tabela 32 e o novo custo com a energia da rede elétrica é apresentado na Tabela 33.

Tabela 32: Economia com a energia gerada

Economia sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> diário	
Energia fornecida	19,64kWh
Tarifa de energia	R\$0,77/kWh
Economia diária gerada	R\$15,12

Fonte: o autor.

Tabela 33: Custo da energia elétrica diária

Custo da energia diária	
Consumo diário rede elétrica sem interrupção	16,10kWh
Consumo diário rede elétrica com interrupção	3,12kWh
Tarifa de energia	R\$0,77/kWh
Custo diário rede sem interrupção	R\$12,39
Custo diário rede com interrupção	R\$2,40

Fonte: o autor.

O custo operacional do GMG segue como na Tabela 24, visto que este opera apenas no momento da interrupção do fornecimento da energia pela concessionária.

O custo operacional anual deste cenário relaciona o custo com energia rede elétrica da concessionária no período com baixa ou ausência de irradiação adicionado ao custo do combustível do GMG. Este custo anual é mostrado na Tabela 34.

Tabela 34: Custos com a energia Anual

Custo Anual do estabelecimento (Rede Elétrica + Sistema <i>off-grid</i> + GMG)		
Custos	Dias	Valor
Custo de Energia (sem interrupção)	17	R\$210,71
Custo de Energia (sem interrupção)	13	R\$31,18
Prejuízo relativo à venda do leite	13	-
Custo Mês GMG	13	R\$1.625,83
Custo Mês Energia	30	R\$241,89
Custo energia ano (Rede)		R\$2.902,73
Custo energia ano (GMG)		R\$19.509,98

Fonte: o autor.

O custo de aquisição do sistema fotovoltaico *off-grid* foi fornecido pelo distribuidor Aldo Solar, custo este que contempla os módulos fotovoltaicos, inversor solar *off-grid* e estrutura de montagem no valor de R\$50.000,18. Devido a maior complexidade da instalação do sistema fotovoltaico, foi realizado orçamento com uma empresa integradora, sendo o custo para instalação de R\$6.140,00. O custo de manutenção consiste na limpeza dos módulos fotovoltaicos de forma que estes operem de maneira eficiente, e verificação dos componentes da instalação, este custo foi fornecido pela mesma empresa integradora sendo o valor de R\$637,50 contemplando 3 manutenções no ano. Assim, os principais custos deste cenário estão inseridos na Tabela 35.

Tabela 35: Principais custos do cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG

CAPEX	
Custo de aquisição	R\$11.819,94
Custo de aquisição Sistema <i>off-grid</i>	R\$50.000,18
Instalação Sistema <i>off-grid</i>	R\$6.140,00
OPEX	
Manutenção Preventiva 4 vezes	R\$2.000,00
Manutenção Sistema <i>off-grid</i>	R\$637,50
Horas de Operação por ano GMG	1872
Substituição do GMG	11 anos
Substituição do Inversor	10 anos
Preço dos Inversores (R\$)	R\$7.346,07

Fonte: o autor.

Assim, esta configuração apresenta um investimento inicial de **R\$67.960,12**, fluxo de caixa negativo de **R\$25.050,21** por ano, substituição do GMG a cada 11 anos e substituição dos inversores a cada 10 anos. De forma, semelhante ao cenário anterior, o fluxo de caixa negativo se dá pelos custos de operação, ou seja, custo com energia elétrica da rede da concessionária, custo com o óleo diesel no GMG e custo com manutenções. Este fluxo de caixa é apresentado na Tabela 36 e de forma completa para os 30 anos de análise no Apêndice D.

Tabela 36: Fluxo de caixa da solução Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG

Ano	0	1	2	30
Receita	-	-	-	-
- Custo Anual de energia	-	R\$2.902,73	R\$2.906,79	R\$3.116,38
- Custo Anual do GMG	-	R\$19.509,98	R\$19.509,98	R\$19.509,98
= Lucro Bruto	-	-R\$22.412,71	-R\$22.416,77	-R\$22.626,37
- Depreciação	-	-	-	-
- Despesas	-	R\$2.637,50	R\$2.637,50	R\$2.637,50
= Lucro Operacional	-	-R\$2.5050,21	-R\$25.054,27	-R\$25.263,87
- Juros	-	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-	-R\$25.050,21	-R\$25.054,27	-R\$25.263,87
- IRPJ/CSLL	-	-	-	-
= Lucro Líquido	-	-R\$25.050,21	-R\$25.054,27	-R\$25.263,87
+ Depreciação	-	-	-	-
- Investimentos	R\$67.960,12	-	-	-
+ Liberação de Financiamentos	-	-	-	-
- Amortização	-	-	-	-
= Fluxo de Caixa	-R\$67.960,12	-R\$25.050,21	-R\$25.054,27	-R\$25.263,87

Fonte: o autor.

Utilizando a mesma TMA de 15% escolhida para o cenário anterior, é obtido os valores em 30 anos de operação em valor presente. Então, somado o fluxo de caixa em valores presentes, ao investimento inicial tem-se o **Valor Presente Líquido** de **-R\$238.379,30**, como mostrado na tabela 37.

Tabela 37: Valor Presente Líquido Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG

Valores Presente Líquido	
TMA	15%
Valor do Negócio	-R\$170.419,18
Investimento Inicial	-R\$67.960,12
VPL	-R\$238.379,30

Fonte: o autor.

Esta solução apresenta um custo anual de **R\$25.050,21** para o estabelecimento, com isso, não apresenta **Taxa Interna de Retorno (TIR)**.

Analisando o retorno do investimento é comparado o fluxo de caixa em valor presente da solução proposta com o cenário atual do estabelecimento, sendo o custo do cenário atual de **R\$47.242,42** por ano, valor apresentado na Tabela 23. Assim, o novo fluxo de caixa comparativo em valor presente está inserido na Tabela 38 e de forma completa para os 30 anos de análise no Apêndice E.

Tabela 38: Fluxo de caixa comparativo em valor presente

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP30
Receita	-	-	-	-
- Custo Anual de energia	-	R\$2.524,11	R\$2.197,95	R\$47,07
- Custo Anual do GMG	-	R\$16.965,20	R\$14.752,35	R\$294,66
= Lucro Bruto	-	-R\$19.489,31	-R\$16.950,30	-R\$341,73
- Depreciação	-	-	-	-
- Despesas	-	R\$2.293,48	R\$1.994,33	R\$39,83
= Lucro Operacional	-	-R\$21.782,79	-R\$18.944,63	-R\$381,56
- Juros	-	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-	-R\$21.782,79	-R\$18.944,63	-R\$381,56
- IRPJ/CSLL	-	-	-	-
= Lucro Líquido	-	-R\$21.782,79	-R\$18.944,63	-R\$381,56
+ Depreciação	-	-	-	-
- Investimentos	R\$67.960,12	-	-	-
+ Liberação de Financiamentos	-	-	-	-
- Amortização	-	-	-	-
+ Custo cenário atual	-	R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$713,50
= Valor acumulado da economia	-R\$67.960,12	-R\$48.662,55	-R\$31.885,12	R\$71.813,43

Fonte: o autor.

Desta forma, o *Payback Descontado* do investimento se dá em **4,43 anos**. É possível visualizar o retorno do investimento através do fluxo de caixa comparativo representado na Figura 36.

Figura 36: Fluxo de caixa comparativo Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG



Fonte: o autor.

No cálculo do custo da energia para esta solução é utilizada a quantidade de energia fornecida pela concessionária somado à quantidade de energia fornecida pelo GMG nos momentos de interrupções e a energia produzida pelo sistema fotovoltaico *off-grid* ao longo de 30 anos. Considerando o custo total do investimento em valor presente, VPL, o **Custo Nivelado de Energia (LCOE)** da solução é de **R\$0,593/kWh**. Os parâmetros para determinação do LCOE estão apresentados na Tabela 39.

Tabela 39: Custo Nivelado da Energia (LCOE)

Custo Nivelado de Energia (R\$/kWh)	
Energia FOTOVOLTAICA em 30 anos	22.0137,28kWh
Energia REDE em 30 anos	118.617,29kWh
Energia GMG em 30 anos	63.059,51kWh
VPL	-R\$210.260,29
LCOE	0,593

Fonte: o autor.

4.4.5.4 *Análise Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + Baterias*

Nesta configuração de solução o sistema opera de maneira semelhante à configuração anterior, porém a fonte de *backup* de energia é o banco de baterias, atuando nos momentos de interrupção do fornecimento da rede. Assim, o custo relacionado à energia consumida da rede da concessionária se mantém como na Tabela 33. De mesma forma, a economia da energia gerada pelo sistema fotovoltaico *off-grid* segue como na Tabela 32.

Na Tabela 40 são mostrados os valores de energia por fonte de alimentação considerando o banco de baterias como *backup* de energia. Estas grandezas, em 30 anos de análise, estão disponíveis no Apêndice AF.

Tabela 40: Energia por fonte Rede Elétrica + Sistema Fotovoltaico *off-grid* + Baterias

ENERGIA POR FONTE (ANO 0)						
HORAS	EFICIÊNCIA DA USINA	GERAÇÃO SOLAR (Wh)	CONSUMO EQUIPAMENTOS (Wh)	CONSUMO SOLAR (Wh)	CONSUMO REDE (Wh)	GERAÇÃO BATERIAS (Wh)
0	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03
1	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03
2	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03
3	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03
4	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03
5	100%	29,12	288,03	29,12	258,91	258,91
6	100%	844,43	2784,03	844,43	1939,59	1939,59
7	100%	2191,35	2045,03	2045,03	0,00	0,00
8	100%	3651,00	1309,03	1309,03	0,00	0,00
9	100%	5022,59	3122,36	3122,36	0,00	0,00
10	100%	6094,53	3692,36	3692,36	0,00	0,00
11	100%	6690,48	189,03	189,03	0,00	0,00
12	100%	6709,11	3709,03	3709,03	0,00	0,00
13	100%	6147,21	189,03	189,03	0,00	0,00
14	100%	5100,47	1309,03	1309,03	0,00	0,00
15	100%	3741,54	189,03	189,03	0,00	0,00
16	100%	2281,17	2045,03	2045,03	0,00	0,00
17	100%	922,14	2685,03	922,14	1762,89	0,00
18	100%	46,85	1399,03	46,85	1352,18	0,00
19	100%	0,00	3212,36	0,00	3212,36	3212,36
20	100%	0,00	1399,03	0,00	1399,03	1399,03
21	100%	0,00	279,03	0,00	279,03	279,03
22	100%	0,00	1399,03	0,00	1399,03	1399,03
23	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03
TOTAL		49472	35739	19641	16097	12982

Fonte: o autor.

O banco de baterias não possui custo em sua operação diária, assim apresentando economia durante o período das interrupções de energia, esta economia diária está apresentada na Tabela 41.

Tabela 41: Economia energia fornecida pelas baterias

Economia baterias diário	
Energia fornecida	12,98kWh
Tarifa de energia	R\$0,77/kWh
Economia diária gerada	R\$10,00

Fonte: o autor.

Como custo operacional anual desta solução é apenas o custo com a energia consumida da rede elétrica nos períodos de baixa ou ausência de irradiação solar é avaliado, este custo é apresentado na Tabela 42.

Tabela 42: Custos com a energia Anual

Custo Anual do estabelecimento (Rede Elétrica + Sistema <i>off-grid</i> + Baterias)		
Custos	Dias	Valor
Custo de Energia sem interrupção	17	R\$210,71
Custo de Energia sem interrupção	13	R\$31,18
Prejuízo relativo à venda do leite	13	-
Custo Mês Energia	30	R\$241,89
Custo energia ano (Rede)		R\$2.902,73

Fonte: o autor.

Os principais custos que envolvem este cenário são o custo para a aquisição do sistema fotovoltaico *off-grid* e custo de aquisição do banco de baterias fornecidos pelo distribuidor Aldo Solar, sendo o valor de R\$50.000,18 para o sistema fotovoltaico *off-grid* e R\$50.437,82 para o banco de baterias, e o custo de instalação e manutenção que segue conforme apresentado no cenário anterior de R\$6.140,00 para instalação e de R\$637,50 para manutenção contemplando 3 manutenções no ano.

Conforme informação do fabricante, o banco de baterias possui uma vida útil de 6.000 ciclos considerando uma descarga de 100%, porém como o banco de baterias só opera nos momentos de interrupções da rede elétrica, ao longo de 30 anos de operação serão 4.680 ciclos. Desta forma, o banco de baterias não necessita ser substituído.

Para este cenário os principais custos são inseridos na Tabela 43.

Tabela 43: Principais custos do cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias

CAPEX	
Custo de aquisição Sistema <i>off-grid</i>	R\$50.000,18
Custo de aquisição Baterias	R\$50.437,82
Instalação Sistema <i>off-grid</i>	R\$6.140,00
OPEX	
Manutenção Sistema <i>off-grid</i>	R\$637,50
Substituição do Inversor	10 anos
Preço dos Inversores	R\$7.346,07

Fonte: o autor.

Esta configuração de solução apresenta-se um investimento inicial, CAPEX, de **R\$106.578,00** e fluxo de caixa negativo de **R\$3.540,23** no primeiro ano. Como valor adicional ao fluxo de caixa, ocorre a substituição dos inversores a cada 10 anos. Diferente dos cenários anteriores, o fluxo de caixa negativo ocorre apenas considerando o custo com a energia elétrica da rede da concessionária e custo com manutenções como custo operacional, OPEX. Este fluxo de caixa é apresentado na Tabela 44 e de forma completa para os 30 anos de análise no Apêndice F.

Tabela 44: Fluxo de caixa da solução Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias

Ano	0	1	2	30
Receita	-	-	-	-
- Custo Anual de energia	-	R\$2.902,73	R\$2.906,79	R\$3.116,38
= Lucro Bruto	-	-R\$2.902,73	-R\$2.906,79	-R\$3.116,38
- Depreciação	-	-	-	-
- Despesas	-	R\$637,50	R\$637,50	R\$637,50
= Lucro Operacional	-	-R\$3.540,23	-R\$3.544,29	-R\$ 3.753,88
- Juros	-	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-	-R\$3.540,23	-R\$3.544,29	-R\$ 3.753,88
- IRPJ/CSLL	-	-	-	-
= Lucro Líquido	-	-R\$3.540,23	-R\$3.544,29	-R\$ 3.753,88
+ Depreciação	-	-	-	-
- Investimentos	R\$106.578,00	-	-	-
+ Liberação de Financiamentos	-	-	-	-
- Amortização	-	-	-	-
= Fluxo de Caixa	-R\$106.578,00	-R\$3.540,23	-R\$3.544,29	-R\$ 3.753,88

Fonte: o autor.

Considerando a mesma TMA de 15% escolhida para os cenários anteriores, são determinados os valores em 30 anos de operação em valor presente. Desta forma, somado o fluxo

de caixa em valor presente ao investimento inicial tem-se o **Valor Presente Líquido** de - **R\$132.676,36**, como mostrado na Tabela 45.

Tabela 45: Valor Presente Líquido Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias

Valores Presente Líquido	
TMA	15%
Valor do Negócio	-R\$26.098,36
Investimento Inicial	R\$106.578,00
VPL	-R\$132.676,36

Fonte: o autor.

Esta solução apresenta um custo no primeiro ano de **R\$3.540,23**, valor que sofre um leve aumento ao longo dos anos em decorrência da perda de eficiência do módulo fotovoltaico, com isso, não apresenta **Taxa Interna de Retorno (TIR)**.

Analisando o retorno do investimento, é comparado o fluxo de caixa em valor presente da solução proposta com o cenário atual do estabelecimento, sendo o custo do cenário atual de **R\$47.242,42** por ano, valor apresentado na Tabela 23. Assim, o novo fluxo de caixa comparativo em valor presente está inserido na Tabela 46 e de forma completa para os 30 anos de análise no Apêndice G.

Tabela 46: Fluxo de caixa comparativo em valor presente

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP30
Receita	-	-	-	-
- Custo Anual de energia	-	R\$2.524,11	R\$2.197,95	R\$47,07
= Lucro Bruto	-	-R\$2.524,11	-R\$2.197,95	-R\$47,07
- Depreciação	-	-	-	-
- Despesas	-	R\$554,35	R\$482,04	R\$9,63
= Lucro Operacional	-	-R\$3.078,46	-R\$2.679,99	-R\$56,70
- Juros	-	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-	-R\$3.078,46	-R\$2.679,99	-R\$56,70
- IRPJ/CSLL	-	-	-	-
= Lucro Líquido	-	-R\$3.078,46	-R\$2.679,99	-R\$56,70
+ Depreciação	-	-	-	-
- Investimentos	R\$106.578,00	-	-	-
+ Liberação de Financiamentos	-	-	-	-
- Amortização	-	-	-	-
+ Custo cenário atual	-	R\$41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$713,50
= Valor acumulado da economia	-R\$106.578,00	-R\$68.576,10	-R\$35.534,03	R\$177.516,38

Fonte: o autor.

Desta forma, o **Payback Descontado** do investimento se dá em **3,27 anos**. É possível visualizar o retorno do investimento através do fluxo de caixa comparativo representado na Figura 37.

Figura 37: Fluxo de caixa comparativo Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias



Fonte: o autor.

No cálculo do custo da energia para esta solução é utilizada a quantidade de energia fornecida pela concessionária somado à quantidade de energia fornecida pelo banco de baterias nos momentos de interrupções e a energia produzida pelo sistema fotovoltaico *off-grid* ao longo de 30 anos. Considerando o custo total do investimento em valor presente, o **Custo Nivelado de Energia (LCOE)** da solução é de **R\$0,330/kWh**. Os parâmetros para determinação do LCOE estão apresentados na Tabela 47.

Tabela 47: Custo Nivelado da Energia (LCOE)

Custo Nivelado de Energia (R\$/kWh)	
Energia Solar Fotovoltaica em 30 anos	22.0137,28kWh
Energia Rede Elétrica em 30 anos	118.617,29kWh
Energia Baterias em 30 anos	63.059,51kWh
VPL	-R\$132.676,36
LCOE	0,330

Fonte: o autor.

4.4.5.5 *Análise de sensibilidade*

Para a análise de sensibilidade foram adotados parâmetros de influência relevantes que podem variar ao longo dos anos, e, com isso, alterar os resultados da análise financeira apresentada anteriormente. Dentre os principais fatores de influência para esta análise de sensibilidade são utilizados o preço do óleo diesel, preço da tarifa de energia, preço do banco de baterias e número de interrupções no fornecimento de energia.

Como método de padronização, foi realizada uma pesquisa retrospectiva considerando a evolução dos preços em 10 anos.

Assim, de acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (2023), o preço do óleo diesel teve um aumento de **297%** no período de janeiro de 2013 a janeiro de 2023.

Segundo Agência o Globo (2022) de acordo com dados da ANEEL a tarifa de energia teve um aumento de **87%**, com o custo do Megawatt-hora passando de R\$340,90 em 2011 para R\$622,20 em 2021, com tendência de aumento com o passar dos anos.

Segundo o Canal Solar (2020), foi observado uma redução de quase **90%** no valor nas baterias de lítio nos últimos 10 anos, estima-se que venha a continuar esta redução com a utilização das baterias e maior popularização com a aplicação na mobilidade elétrica.

Entende-se que deve haver uma melhora na qualidade da energia com os investimentos realizados e mudança de empresa administradora da distribuição de energia no estado de Goiás. Assim, de forma arbitrária foi escolhido o número de interrupções para o local de estudo passando de 3 interrupções por semana para 1.

Os principais parâmetros para a análise de sensibilidade estão inseridos na Tabela 48.

Tabela 48: Novos parâmetros de análise

Caso	Parâmetros	Valor Atual	Novo Valor
Caso 01	Valor do Óleo Diesel	R\$ 5,79/litro	R\$22,99/litro
Caso 02	Valor da tarifa de energia	R\$ 0,77/kWh	R\$1,44/kWh
Caso 03	Valor do banco de baterias	R\$ 50.437,82	R\$ 5.043,78
Caso 04	Número de interrupções por semana	3	1

Fonte: o autor.

- **Caso 01: Valor do Óleo Diesel**

Para o caso 01 é alterado o valor do óleo diesel considerando tendência do mercado nos últimos 10 anos. Assim, os valores referentes ao custo da energia do GMG no ano nas tabelas

25 e 34 são alterados, com isso tem-se novos indicadores financeiros para as soluções que utilizam GMG. Estes indicadores são apresentados na Tabela 49 para as 3 soluções em estudo. Os novos fluxos de caixa e fluxo de caixa comparativo em valor presente completos para 30 anos de análise estão disponíveis nos Apêndices H, I, J, K, L e M.

Tabela 49: Indicadores financeiros para o caso 01

	VPL	Payback descontado	LCOE
Rede Elétrica + GMG	-R\$590.723,70	Sem retorno	R\$1,538/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	-R\$618.842,71	Sem retorno	R\$1,540/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	-R\$132.676,36	3,27 anos	R\$0,330/kWh

Fonte: o autor.

- **Caso 02: Valor da tarifa de energia**

Considerando o aumento da tarifa de energia em 87%, assim o valor antes de R\$0,77 passa a ser de R\$1,40, com isso o custo com a energia da concessionária sofre variação nas Tabelas 25, 34 e 42. Desta forma, através dos novos fluxos de caixa, os novos indicadores financeiros para as 3 soluções em estudo são apresentados na Tabela 50. Os novos fluxos de caixa e fluxo de caixa comparativo em valor presente completos para 30 anos de análise estão disponíveis nos Apêndices N, O, P, Q, R e S.

Tabela 50: Indicadores financeiros para o caso 02

	VPL	Payback descontado	LCOE
Rede Elétrica + GMG	-R\$254.638,31	0,48 anos	R\$0,663/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	-R\$254.490,56	3,48 anos	R\$0,633/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	-R\$148.787,62	2,90 anos	R\$0,370/kWh

Fonte: o autor.

- **Caso 03: Valor do banco de baterias**

A redução no valor do banco de baterias em 90% tem influência apenas para a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias, de forma que as outras configurações

apresentem os mesmos indicadores apresentados anteriormente. Assim, é alterado o valor de aquisição do banco de baterias na Tabela 43, resultando nos indicadores apresentados na Tabela 51. Os novos fluxos de caixa e fluxo de caixa comparativo em valor presente completos para 30 anos de análise estão disponíveis nos Apêndices T, U, V, W, X e Y.

Tabela 51: Indicadores financeiros para o caso 03

	VPL	Payback descontado	LCOE
Rede Elétrica + GMG	-R\$210.260,29	0,48 anos	R\$0,547/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + GMG	-R\$238.379,30	4,43 anos	R\$0,593/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + Baterias	-R\$87.282,33	1,70 ano	R\$0,217/kWh

Fonte: o autor.

- **Caso 04:** Numero de interrupções por semana

O número de interrupções por semana apresenta influência nas 3 configurações, visto que está diretamente relacionado ao custo com o *backup* de energia, seja com o GMG ou o banco de baterias nos momentos em que a rede elétrica da concessionária apresenta falha. Com a redução do número de interrupções por semana, aumenta a vida útil do GMG, visto que este passa a operar apenas 720 horas por ano quando antes operava por 1.872 horas, sendo necessária a substituição somente após 28 anos.

Com isso, é alterado o valor do custo da energia anual da rede e do GMG, quando este último for aplicado, nas Tabelas 25, 34 e 42, resultando nos indicadores apresentados na Tabela 52. Os novos fluxos de caixa e fluxo de caixa comparativo em valor presente completos para 30 anos de análise estão disponíveis nos Apêndices Z, AA, AB, AC, AD e AE.

Tabela 52: Indicadores financeiros para o caso 04

	VPL	Payback descontado	LCOE
Rede Elétrica + GMG	-R\$135.302,53	2,80 anos	R\$0,351/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + GMG	-R\$165.012,74	Sem retorno	R\$0,395/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico off-grid + Baterias	-R\$140.992,51	13,00 anos	R\$0,338/kWh

Fonte: o autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De posse das análises técnica e financeira apresentadas na seção anterior de 3 configurações para solucionar a problemática das constantes interrupções no local de estudo, os principais resultados são apresentados nesta seção.

O GMG é uma tecnologia já bastante utilizada e consolidada no mercado, uma prática comum, principalmente no meio rural, como forma de geração de energia para manter a continuidade no fornecimento de energia para as cargas. Com isso, esta tecnologia apresenta baixo investimento inicial, além de sua instalação ser de menor complexidade, apenas interligando na instalação elétrica através de uma chave de comutação automática.

Para o cenário Rede Elétrica + GMG, o único investimento inicial consiste na aquisição do **GMG à diesel de 6,9kVA modelo 8000T Motor 13HP 4T Trifásico 380V** da marca **Matsuyama** por um valor de **R\$11.819,94**, onde este será substituído após 11 anos de operação.

A utilização de fontes alternativas de geração de energia está em constante crescimento, sendo o sistema fotovoltaico amplamente utilizado como forma de economia de energia em sistemas conectados à rede. Este crescimento ocasionou em uma redução significativa no preço dos painéis fotovoltaicos e inversores.

No segundo cenário de solução analisado neste trabalho, a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG foi dimensionada com 2 arranjos de 12 módulos **JINKO JKM470N-60HL4-V TIGER NEO** em cada, totalizando uma potência de 11,28kWp, 2 inversores solar **Growatt off grid SPF 5000 ESG** totalizando 10kW, e o **GMG à diesel de 6,9kVA modelo 8000T Motor 13HP 4T Trifásico 380V** utilizado no cenário anterior. Desta forma, este sistema apresenta como investimento inicial **R\$67.960,12**, valor que inclui R\$11.819,94 para aquisição GMG, R\$50.000,18 para aquisição do sistema fotovoltaico *off-grid* contemplando os módulos, inversores e estrutura de fixação, e R\$6.140,00 de instalação do sistema fotovoltaico *off-grid*.

A tecnologia de armazenamento de energia em baterias ainda é considerada uma tecnologia nova e inovadora, pois permite um maior controle da energia gerada principalmente utilizando junto aos sistemas fotovoltaicos. Por ser uma tecnologia ainda em desenvolvimento, apresenta um maior custo de aquisição. Essa teoria é validada através do estudo da configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias.

Para o terceiro cenário de solução foi dimensionado o sistema fotovoltaico *off-grid* como no cenário anterior, acrescentando com forma de *backup* de energia um banco de baterias com 4 Baterias solar de lítio **DYNESS A48100 48V LITIO LIFEPO4 4,8KWH**. Assim, este sistema apresenta investimento inicial de **R\$106.578,00**, sendo R\$50.000,18 para aquisição do sistema fotovoltaico *off-grid* contemplando os módulos, inversores e estrutura de fixação, R\$6.140,00 de instalação do sistema fotovoltaico *off-grid* e **R\$50.437,82** para o banco de baterias, onde somente este último representa **47,32% do total investido**.

Com isso, o cenário Rede Elétrica + GMG apresentou o menor investimento inicial, em contrapartida o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias apresentou o maior investimento inicial, sendo este na ordem de 9 vezes maior em comparação o sistema utilizando somente rede elétrica da concessionária e o GMG como *backup* de energia. Isto ocorreu devido ao alto valor do banco de baterias. A relação de valores de investimento inicial para cada cenário analisado está apresentada na Tabela 53.

Tabela 53: Investimento inicial de cada cenário

Cenário	Investimento Inicial
Rede Elétrica + GMG	R\$11.819,94
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	R\$67.960,12
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	R\$106.578,00

Fonte: o autor.

O estabelecimento em estudo tem como atividade principal a venda do leite produzido e armazenado, sendo necessária, para o bom funcionamento do negócio, a continuidade no fornecimento de energia elétrica, para que o tanque resfriador de leite de 500 litros mantenha o produto em temperatura aceitável pra a venda. Assim, quando ocorre interrupções de energia, este leite precisa ser vendido em caráter emergencial, de forma que a não venda reflète em perda do produto e prejuízo financeiro. O leite é vendido em caráter normal de operação por um valor de R\$3,50, porém quando este é vendido em caráter emergencial o valor reduz para R\$3,00. Desta forma, o fluxo de caixa anual do estabelecimento é de **R\$47.242,42**, composto pelo valor pago pelo consumo de energia elétrica, considerando a tarifa de R\$0,77/kWh, adicionado ao prejuízo relativo da venda do leite em caráter emergencial.

A primeira solução analisada, o cenário Rede Elétrica + GMG, apresenta um fluxo de caixa no primeiro ano de **-R\$29.752,40**, valor composto pelo valor pago pelo consumo de energia elétrica

da concessionária e valor gasto com o óleo diesel no GMG nos momentos de interrupção de energia. Com isso, esta solução apresenta o maior custo operacional anual dentre as soluções analisadas, já em comparação ao cenário atual do estabelecimento representa uma **redução do fluxo de caixa anual em 37%**.

A segunda solução em análise, o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG, possui um fluxo de caixa anual de **-R\$25.050,21**, valor referente ao consumo de energia elétrica da concessionária e gasto com óleo diesel na operação do GMG. Esta solução apresenta valor menor que o cenário anterior em consequência da utilização do sistema fotovoltaico *off-grid* operando durante o dia, com isso economizando a energia que seria fornecida pela concessionária. Este cenário representa uma **redução do fluxo de caixa anual de 46,9%** em comparação ao custo do cenário atual do estabelecimento.

A terceira solução em estudo, o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias, apresenta um fluxo de caixa no primeiro ano de **-R\$3.540,23**, onde este valor consiste apenas no gasto com a energia consumida da rede elétrica da concessionária. Este valor é significativamente menor em comparação aos cenários anteriores, isso ocorre através da economia do sistema fotovoltaico *off-grid* operando durante o dia e do banco de baterias durante as interrupções no fornecimento de energia, pois este último não apresenta custo operacional. Assim, este cenário apresenta o menor valor de fluxo de caixa entre as soluções analisadas e uma **redução do fluxo de caixa anual de 92,5%** em comparação ao custo do cenário atual do estabelecimento.

De posse das informações dispostas anteriormente e apresentadas na Tabela 54, o cenário Rede Elétrica + GMG apresentou o maior fluxo de caixa anual, já o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias o menor fluxo de caixa anual, da ordem de 8,4 vezes menor em comparação o sistema utilizando somente rede elétrica da concessionária e o GMG como *backup* de energia. Isto ocorreu em consequência de o banco de baterias utilizado como fonte de *backup* de energia não apresentar custo operacional.

Tabela 54: Fluxo de caixa de cada cenário

Cenário	Fluxo de caixa no primeiro ano
Atual	-R\$47.242,42
Rede Elétrica + GMG	-R\$29.752,40
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	-R\$25.050,21
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	-R\$3.540,23

Fonte: o autor.

Utilizando o indicador financeiro VPL como melhor forma de comparar as soluções em estudo, tem-se que a configuração Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias apresenta menor VPL, sendo este de **-R\$132.676,36**, por possuir fluxo de caixa anual significativamente menor em relação as outras configurações, mesmo apresentando o maior investimento inicial, quando observado em 30 anos de operação o valor total gasto é consideravelmente menor em relação as outras soluções.

No cálculo do retorno do investimento, as soluções foram comparadas com o cenário atual do estabelecimento, onde o cenário Rede Elétrica + GMG apresentou menor *payback* descontado, valor de **0,48 anos**. Desta forma, considerando o investimento inicial e fluxo de caixa anual, esta solução no primeiro ano de operação já apresenta economia em relação ao total gasto anual do estabelecimento sem possuir nenhuma solução.

Como indicador de comparação entre as soluções também foi analisado o LCOE de cada solução, de forma que o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias apresentou valor **R\$0,330/kWh**, menor custo nivelado de energia entre as soluções.

Os principais indicadores financeiros analisados neste trabalho estão apresentados na Tabela 55.

Tabela 55: Principais indicadores financeiros de cada cenário em 30 anos

Cenário	VPL	<i>Payback</i> descontado	LCOE
Rede Elétrica + GMG	-R\$210.260,29	0,48 anos	R\$0,547/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	-R\$238.379,30	4,43 anos	R\$0,593/kWh
Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	-R\$132.676,36	3,27 anos	R\$0,330/kWh

Fonte: o autor.

Como forma de estimar um cenário futuro, foi realizada uma **análise de sensibilidade** considerando alterações nos principais parâmetros, considerando tendências do mercado, que podem influenciar nos resultados anteriormente apresentados. Estes parâmetros foram apresentados na Tabela 48 deste trabalho.

Assim, foi considerado um aumento de 297% no valor do óleo diesel, evolução dos últimos 10 anos, evidenciando um aumento nos indicadores dos cenários Rede Elétrica + GMG e Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG, conforme apresentado na Tabela 49, de forma que estas se tornam inviáveis pois **não apresenta retorno do investimento** em 30 anos, quando comparado com o cenário atual do estabelecimento. Não houve alteração para a configuração que contém o banco de baterias.

Quando variado o preço da tarifa de energia em 87% a mais, todas as configurações apresentam influência nos indicadores financeiros, conforme apresentado na Tabela 50, em particular as soluções que apresentam sistema fotovoltaico *off-grid* apresentaram melhores desempenhos visto que este proporciona economia de energia durante o período ensolarado do dia. Dentre estes, o cenário **Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias** se mantém como **solução mais viável**, e houve uma pequena redução no retorno do investimento para este cenário.

O terceiro parâmetro de influência analisado foi a redução do preço das baterias, assim considerando a tendência de mercado com uma redução de 90% do preço das baterias de lítio. Este parâmetro tem influência somente para o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias, assim ocorreu uma redução significativa no investimento inicial e consequentemente nos indicadores VPL, *payback* descontado e LCOE desta solução, conforme mostrado na Tabela 51. Com isso, este **cenário se torna ainda mais viável** em comparação às outras soluções.

Foi considerada, também, uma melhoria na qualidade da energia, assim reduzindo o número de interrupções de 3 vezes por semana para 1 vez. Este parâmetro tem influência relevante nos 3 cenários em estudo e estão apresentados na Tabela 52. Assim, se torna **inviável** o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG, por não apresentar retorno do investimento comparado com o cenário atual do estabelecimento dentro do período de análise de 30 anos. O cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias apresenta aumento no VPL e significativo aumento do *payback* descontado, passando a ser de 13 anos. O cenário Rede Elétrica + GMG apresentou forte redução do VPL, menor valor entre as soluções, com isso tornando-se a

solução **mais viável**, mesmo apresentando aumento do *payback* descontado passando a ser de 2,8 anos.

Como forma de sintetização de todos os parâmetros e resultados da análise principal e análise de sensibilidade deste trabalho os valores estão expostos na tabela 56.

Tabela 56: Resumo Análise Completa

ANALISE COMPLETA						
Parâmetros	Tarifa de energia	R\$ 0,77		R\$ 1,44	R\$ 0,77	
	Custo do combustível	R\$ 5,79	R\$ 22,99	R\$ 5,79		
	Preço do banco de baterias	R\$ 50.437,82			R\$ 5.043,78	R\$ 50.437,82
	Número de Interrupções	3,00				1,00
Rede + GMG	Investimento inicial	R\$ 11.819,94	R\$ 11.819,94	R\$ 11.819,94	R\$ 11.819,94	R\$ 11.819,94
	Fluxo de caixa ano 1	-R\$ 29.752,40	-R\$ 87.697,05	-R\$ 36.511,18	-R\$ 29.752,40	-R\$ 18.770,47
	VPL	-R\$ 210.260,29	-R\$ 590.723,70	-R\$ 254.638,31	-R\$ 210.260,29	-R\$ 135.302,53
	Payback descontado	0,48 ano	Sem retorno	0,48 ano	0,48 ano	2,80 anos
	LCOE	R\$ 0,547/kWh	R\$ 1,538/kWh	R\$ 0,663/kWh	R\$ 0,547/kWh	R\$ 0,351/kWh
Rede + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + GMG	Investimento inicial	R\$ 67.960,12	R\$ 67.960,12	R\$ 67.960,12	R\$ 67.960,12	R\$ 67.960,12
	Fluxo de caixa ano 1	-R\$ 25.050,21	-R\$ 82.994,86	-R\$ 27.430,45	-R\$ 25.050,21	-R\$ 14.003,71
	VPL	-R\$ 238.379,30	-R\$ 618.842,71	-R\$ 254.490,56	-R\$ 238.379,30	-R\$ 165.012,74
	Payback descontado	4,43 anos	Sem retorno	3,48 anos	4,43 anos	Sem retorno
	LCOE	R\$ 0,593/kWh	R\$ 1,540/kWh	R\$ 0,663/kWh	R\$ 0,593/kWh	R\$ 0,395/kWh
Rede + Sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> + Baterias	Investimento inicial	R\$ 106.578,00	R\$ 106.578,00	R\$ 106.578,00	R\$ 61.183,96	R\$ 106.578,00
	Fluxo de caixa ano 1	-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.540,23	-R\$ 5.920,46	-R\$ 3.540,23	-R\$ 4.499,87
	VPL	-R\$ 132.676,36	-R\$ 132.676,36	-R\$ 148.787,62	-R\$ 87.282,33	-R\$ 140.992,51
	Payback descontado	3,27 anos	3,27 anos	2,90 anos	1,70 ano	13,00 anos
	LCOE	R\$ 0,330/kWh	R\$ 0,330/kWh	R\$ 0,370/kWh	R\$ 0,217/kWh	R\$ 0,338/kWh

Fonte: o autor.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como foco central investigar as tecnologias do mercado de fontes alternativas de geração de energia de forma *off-grid* e analisar a solução mais viável para o cenário atual de um estabelecimento comercial produtor e armazenador de leite localizado no município de Cezarina, interior do estado de Goiás, que sofre com severas interrupções no fornecimento da energia fornecida pela concessionária atual EQUATORIAL-GO.

Através do método de estudo de caso foram identificadas as características técnicas, financeiras e operacionais do estabelecimento analisado. Com isso, foram dimensionados 3 cenários de possíveis soluções utilizando fontes alternativas de geração, utilizando GMG, sistema fotovoltaico *off-grid* e Baterias, são eles: Rede Elétrica + GMG, Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + GMG e Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias.

De posse dos 3 cenários dimensionados tecnicamente considerando as tecnologias disponíveis no mercado, foram estabelecidos os principais custos de cada cenário, sendo eles o investimento inicial (CAPEX), custo operacional (OPEX) e eventuais substituições em um horizonte de 30 anos de análise, período referente à garantia de produção estabelecida pelo fabricante dos módulos fotovoltaicos.

Analisando financeiramente, foi observado que a solução Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias apresentou o maior investimento inicial entre os cenários, sendo o cenário Rede Elétrica + GMG um valor 9 vezes menor. Quando investigado o custo operacional, o cenário contendo o banco de baterias apresentou o menor valor, visto que proporciona economia de energia através do sistema fotovoltaico *off-grid* durante o dia e não apresenta custo operacional durante os períodos de interrupções de energia.

Através da análise dos principais indicadores financeiros, a solução que apresentou o menor VPL foi o cenário **Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias** valor **-R\$132.676,36**, valor significativamente menor entre as soluções analisadas. Já através da comparação do fluxo de caixa de cada solução com o fluxo de caixa atual do estabelecimento foi determinado o *payback* descontado para os 3 cenários, com isso o cenário **Rede Elétrica + GMG** apresentou o menor tempo de retorno do investimento entre as soluções com um valor de **0,48 anos**. Utilizando outro

indicador como métrica de comparação entre as soluções o cenário **Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias** apresentou menor custo nivelado de energia LCOE com valor de **R\$0,330/kWh**.

Assim, conclui-se que as três soluções analisadas apresentaram viabilidade em comparação ao atual cenário do estabelecimento, e que apesar de apresentar investimento inicial significativamente maior entre as soluções investigadas o cenário **Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias** é a solução mais viável para o estabelecimento estudado, visto que este apresentou menor VPL e LCOE entre as soluções, mesmo apresentando um *payback* descontado de 3,27 anos.

Ainda foi realizada uma análise de sensibilidade, alterando os principais parâmetros de influência para os 3 cenários, assim considerando um aumento no valor do óleo diesel e tarifa de energia elétrica e redução do valor do banco de bateria e do número de interrupções. Com isso, a solução mais viável foi o cenário Rede Elétrica + Sistema fotovoltaico *off-grid* + Baterias para os 3 primeiros parâmetros, sendo o cenário Rede Elétrica + GMG o mais viável quando considerada uma redução no número de interrupções.

Dessa forma, a utilização de sistemas fotovoltaicos com armazenamento de energia em baterias se mostrou satisfatória para o caso analisado, cessando os prejuízos causados pela falta de energia. Ademais, com a utilização dessa fonte renovável de energia ocorre a mitigação das emissões de poluentes e conseqüentemente benefícios ambientais para o planeta.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendação para trabalho futuro sugere-se a investigação das contribuições ambientais das soluções apresentadas nesse trabalho.

De forma a complementar este trabalho é relevante a inclusão do parâmetro temperatura para determinação da influencia desta na operação e vida útil dos equipamentos.

Uma análise considerando outras fontes de geração de energia renovável podem ser consideradas para comparação aos cenários apresentados, assim utilizando geradores a biogás por exemplo.

Sugere o estudo da metodologia proposta neste trabalho para outros locais que apresentem prejuízos relacionados a falta de energia, dessa forma comparando os resultados encontrados

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil Infográfico ABSOLAR**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2022/09/2022.09.09-Infografico-ABSOLAR-n%C2%B0-47.pdf>. Acesso em 19 de jan. de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482**. Abril de 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 19 de jan. de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Técnica nº 0025/2021-SRD/ANEEL**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656827/21749365/Ranking+2020/7ffbc2c7-1c2a-c8b5-6a65-7abc58345793>. Acesso em 15 de jan. de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PRODIST – Procedimento de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – Módulo 8**. Revisão 12. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo_8-Revis%C3%A3o_12/342ff02a-8eab-2480-a135-e31ed2d7db47. Acesso em 15 de jan. de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Indicadores Coletivos de Continuidade (DEC e FEC)**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade>. Acesso em 15 de jan. de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relação de empreendimentos de Geração Distribuída**, 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTllMjItN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em 22 de jan. de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Série Histórica de Preços de Combustíveis e de GLP**. 26 de out. de 2020. Disponível em:<

<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/serie-historica-de-precos-de-combustiveis>> Acesso em 14 de jun. de 2023.

AGÊNCIA O GLOBO. **Tarifa residencial de energia elétrica subiu 82% em dez anos**. IG, 23 de jan. de 2022. Disponível em: <https://economia.ig.com.br/2022-01-23/energia-eletrica-subiu-em-dez-ano.html>>. Acesso em: 14 de jun. de 2023.

ALDO SOLAR. **GERADOR DE ENERGIA SOLAR GROWATT OFF GRID SOLO ROMAGNOLE ALDO SOLAR OFF GRID (218142-8)**. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/produto/218142-8/gerador-de-energia-solar-growatt-off-grid-solo-romagnole-aldo-solar-off-grid-gf-564kwp-spf-es-5kva-mppt-mono-220v>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ALDO SOLAR. **GERADOR DE ENERGIA SOLAR GROWATT OFF GRID SOLO ROMAGNOLE ALDO SOLAR OFF GRID (218142-8)**. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/produto/218142-8/gerador-de-energia-solar-growatt-off-grid-solo-romagnole-aldo-solar-off-grid-gf-564kwp-spf-es-5kva-mppt-mono-220v>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ALDO SOLAR. **GERADOR DE ENERGIA SOLAR GROWATT OFF GRID SOLO ROMAGNOLE ALDO SOLAR OFF GRID (218020-2)**. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/produto/218020-2/gerador-de-energia-solar-growatt-off-grid-solo-romagnole-aldo-solar-off-grid-gf-564kwp-spf-es-5kva-mppt-mono-220v-dyness-litio-a48100-864kwh>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ALDO SOLAR. **PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKO (206030-3)**. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/produto/206030-3/painel-solar-fotovoltaico-jinko-jkm470n-60hl4-v-tiger-neo-470w-120-cel-n-type-mono-2178-eficiencia>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ANDRADE, V. et. al, (2021). **Estimativa de impacto na fatura de energia em um prédio comercial utilizando sistemas fotovoltaicos e banco de baterias**. CONFERENCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA. Belém. Anais.

BABAJIDE, A.; BRITO, M. C. **Solar PV systems to eliminate or reduce the use of diesel generators at no additional cost: A case study of Lagos, Nigeria.** Renewable Energy, Lisboa, 172. p. 209-218, mar. 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.088>>. Acesso em: 3 de out. 2021.

BARBOSA Filho, W. P.; AZEVEDO, A. C. S., 2013. **Geração distribuída: vantagens e desvantagens. In: Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia.** Belém, Pará. Disponível em: < http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo_gd.pdf>. Acesso em: 29 de jan. 2022.

BARROS, A. F. A. **Análise das principais causas de descontinuidade no fornecimento de energia elétrica e de seus impactos nos indicadores de qualidade.** monografia, Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brasil. 2020. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10032029.pdf>>. Acesso em 15 de jan. de 2022.

BLUE SOL ENERGIA SOLAR. **Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (On Grid): o Guia 100% Completo.** 2 de mar. de 2022. Disponível em: < <https://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-on-grid/> >. Acesso em: 20 de jun. 2023.

BRASIL, C. F., **Análise técnico-econômica e de eficiência dos principais tipos de baterias utilizadas em sistemas fotovoltaicos isolados.** Monografia (Graduação) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, 2018. Disponível em: < <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/1095/1/An%C3%A1lise%20t%C3%A9cnico-econ%C3%B4mica%20e%20de%20efici%C3%Aancia%20dos%20principais%20tipos%20de%20baterias%20utilizadas%20em%20sistemas%20fotovoltaicos%20isolados.pdf>>. Acesso em: 14 de fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 06 de janeiro de 2022.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 4, 06 jan. 2022. Disponível em: <<https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>>. Acesso em: 23 abr. 2022

CAMARGO, F. **Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas.** Brasília, DF, 2015

CANAL SOLAR. **O que é geração distribuída de energia elétrica?**. 13 de janeiro de 2021. Disponível em: < <https://canalsolar.com.br/o-que-e-geracao-distribuida-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 20 de jan. de 2022

CARTAXO, E., G. M. JANNUZZI, **Fornecimento de energia elétrica para comunidades isoladas da Amazônia: um estudo de caso.** 2006. 48 CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Casa solar, 2013.

COPETTI, J. B., MACAGNAN, M. H.. **Baterias em sistemas solares fotovoltaicos, I CBENS - I Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza, 8 de abr. de 2007.** Disponível em: < <http://professor.unisinos.br/jcopetti/artigos/cbens2007.PDF>>. Acesso em: 16 de jan. de 2022.

COPPEZ, G.; CHOWDHURY, S.; CHOWDHURY, S. P. **The importance of energy storage in renewable power generation: a review.** In: Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2010. 45th International. IEEE, 2010. p. 1-5.

COSTA, T. S.; VILLALVA, M. G. **Technical Evaluation of a PV-Diesel Hybrid System with Energy Storage: Case Study in the Tapajós-Arapicuns Extractive Reserve, Amazon, Brazil.** Energies, 2020, 13, 2969. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/11/2969>>. Acesso em: 4 de out. 2021.

CHEDID, R.; SAWWAS, A. **A Techno-economic feasibility study of a green energy initiative for a university campus.** International Journal of Smart Grid and Clean Energy, American University of Beirut, Riad El Solh, Beirut, 11-0236, Lebanon. Jun. 2021. Disponível em: < <http://www.ijsgce.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=95&id=700>> Acesso em 5 out. 2021.

ENEL. **Especificação Técnica no. 122: Conexão de Micro e Minigeração Distribuída ao Sistema Elétrico da Enel Distribuição Goiás.** Disponível em: <

<https://www.eneldistribuicao.com.br/rj/documentos/CNC-OMBR-MAT-18-0122-EDBR.pdf>>. Acesso em 30 de jan. de 2022.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, **Balanco Energético Nacional 2020: Ano base 2019**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf>. Acesso em 01 de jun. de 2022.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, **Balanco Energético Nacional 2021: Ano base 2020**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf> >. Acesso em 16 de jan. de 2022.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, **Balanco Energético Nacional 2022: Ano base 2021**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf> >. Acesso em 14 de fev. de 2023.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, **Balanco Energético Nacional 2022: Relatório Síntese Ano base 2021**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf >. Acesso em 14 de fev. de 2023.

EPTV2. Produtores rurais relatam prejuízos com quedas de energia frequentes desde 2016 em Jaboticabal, SP. G1 Ribeirão e Franca, São Paulo, 18 de dez. de 2021. Disponível em: < <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2021/12/18/produtores-rurais-relatam-prejuizos-com-quedas-de-energia-frequentes-desde-2016-em-jaboticabal-sp.ghtml>>. Acesso em: 15 de jan. de 2022.

FEITOSA, L., Produtores rurais de Mineiros sofrem com falta de energia elétrica há três dias. Mais Goiás, Goiânia, 17 de fev. de 2022. Disponível em: < <https://www.maisgoias.com.br/produtores-rurais-de-mineiros-sofrem-com-falta-de-energia-eletrica-ha-tres-dias/>>. Acesso em: 08 de mai. de 2022.

FERNANDES, C. G., **Estudo Comparativo Do Uso de Inversor String e Microinversores na Geração de Energia Elétrica em Instalações Fotovoltaicas**, Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT), Universidade Federal de

Uberlândia (UFU), Uberlândia. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30592> >. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

FERREIRA, R. T., **Análise da viabilidade econômica da substituição de banco de baterias: chumbo-ácido x Ni-Cd, considerando diferentes temperaturas ambiente**, Departamento de Engenharia Elétrica (Egresso), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: < <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21794> >. Acesso em: 16 de fev. de 2022.

FRIAS, S., OSHIRO, A. **Sem energia há mais de 15h, dono de padaria perde pães, bolos e estoque**. Campo Grande News, Campo Grande, 07 de out. de 2021. Disponível em: < <https://www.campograndenews.com.br/brasil/cidades/sem-energia-ha-mais-de-15h-dono-de-padaria-perde-paes-bolos-e-estoque> >. Acesso em: 15 de jan. de 2022.

GREENER. **Estudo Estratégico Mercado de Armazenamento 2021 Brasil Aplicações, Tecnologias e Análises Financeiras**. Disponível em: < <https://www.greener.com.br/pagina-estudo-do-mercado-de-armazenamento-de-energia/> >. Acesso em: 14 de fev. de 2022.

HIDEKI, Edson et al. (2003). **Determinação do custo de interrupção de energia elétrica de clientes industriais AT/MT**. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENERGIA ELÉTRICA, 2., Salvador. Anais. Salvador: Citenel, p. 139 – 144.

Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE . **O que é Geração Distribuída**. Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp?Cat=gd>. Acesso em: 19 de jan. de 2022

JESUS, F. **Preços dos painéis solares descem 90% desde 2010**. 5 de jan. de 2020. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/precos-paineis-solares-148225/> >. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

LAURO, M. E. S.. **Análise econômica dos indicadores de continuidade da Celg Distribuição**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia - PPE da Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2018.

BADRA, M. **Especialistas debatem armazenamento de energia no ABSOLAR Inside**. Canal Solar, 19 de ago. de 2020. Disponível em: < <https://canalsolar.com.br/especialistas-debatem-vantagens-e-desafios-do-armazenamento-de-energia-no-absolar-inside/>>. Acesso em: 14 de jun. de 2023.

MARQUES, S. A., KNAK NETO, N. (2022). **Análise da viabilidade da implementação de microrredes em corrente contínua na região Sul e região Amazônica do Brasil**. SEPOC 2022.

MARTINS, M. C. D. G. N., **Implantação de Microrrede Dotada de Sistema de Geração Solar Fotovoltaica e Sistema de Armazenamento de Energia: estudo de caso: microrrede do laboratório de armazenamento e mobilidade**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.

NANTES, A. **Empresário diz ter prejuízo de R\$ 100 mil por conta da falta de energia**. Correio do Estado, 16 de out. de 2021. Disponível em: < <https://correiodoestado.com.br/cidades/empresa-relata-prejuizo-de-r-100-mil-por-falta-de-energia/392206>>. Acesso em: 15 de jan. de 2022.

NEOSOLAR. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. Disponível em: < <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 04 de fev. de 2022.

NEOENERGIA, **Aposta da Neoenergia em microrrede de geração solar leva energia para o interior baiano**. 2021, Bahia. Disponível em: < https://www.neoenergia.com/w/aposta-da-neoenergia-em-microrrede-de-geracao-solar-leva-energia-para-o-interior-baiano?p_1_back_url=%2Fsearch%3F_com_liferay_portal_search_web_search_bar_portlet_SearchBarPortlet_INSTANCE_xllesearchResultsBar_formDate%3D1689354972383%26start%3D0%26_com_liferay_portal_search_web_search_bar_portlet_SearchBarPortlet_INSTANCE_xllesearchResultsBar_emptySearchEnabled%3Dfalse%26q%3Dmicrorrede%26_com_liferay_portal_search_web_search_bar_portlet_SearchBarPortlet_INSTANCE_xllesearchResultsBar_scope%3D>. Acesso em: 14 de jul. de 2022.

NOCERA A.D., GOMES G., PEREIRA V.C. **Análise da viabilidade técnica e financeira da implantação do gerador a Diesel no horário de ponta em um hospital de Curitiba.** 104f. 2015. Monografia (Graduação e, Engenharia Industrial Elétrica/Automação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

OLIVEIRA, R. **Falta de energia elétrica mata 10 mil aves em granja de Goiás.** G1 Goiás, Goiânia, 05 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2021/01/05/falta-de-energia-eletrica-mata-10-mil-aves-em-granja-de-goias.ghtml>>. Acesso em: 15 de jan. de 2022.

OTTONELLI, J. et al, **Oportunidades E Desafios Do Setor De Energia Solar Fotovoltaica No Brasil**, Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 53, n. 2, p. 8-26, abr./jun., 2022, Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/67895/1/2022_art_mrdalmeida.pdf> Acesso em: 24 de ago. de 2023.

PEREIRA, D. S., SILVA NETO, R. (2021). **Diversificação de fontes geradoras da matriz elétrica brasileira: uma revisão sistemática.** Meio Ambiente (Brasil), v.3, n.1, p.02-21.

PINHO, J. T., GALBINO, M. A.. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Cepel-Cresesb, Rio de Janeiro, mar. 2014. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>>. Acesso em: 13 de fev. de 2022.

PORTAL SOLAR. **Energia solar gera três vezes mais benefícios do que custos aos brasileiros.** 2020. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

RODRIGUES, A. G., FREITAS, F. B.. **Estudo da viabilidade de implantação do sistema de energia solar fotovoltaica como alternativa para a crise energética brasileira.** Disponível em: <<https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/346/270>>. Acesso em: 02 de fev. de 2022.

ROSA, ISABEL M.D. **Estimativa das emissões de gases com efeito estufa resultants de fogos de vegetação em Portugal (1990 – 2008), incluindo análise de incerteza e sensibilidade.** Dissertação de Engenharia Florestal e Recursos Naturais, p. 36, 2009.

SANNI et. al. **Analysis of backup power supply for unreliable grid using hybrid solar PV/diesel/biogas system.** Energy Volume 227, 120506, 1 Apr. 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221007556?via%3Dihub>>. Acesso em: 13 de fev. de 2022.

SANTANA, V. **Produtores despejam leite estragado em frente à Enel para protestar contra falta de energia em Palmeiras de Goiás.** G1 Goiás, Goiânia, 28 de jan. de 2021. Disponível em: < <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2021/01/28/produtores-despejam-leite-estragado-em-frente-a-enel-para-protestar-contr-falta-de-energia-em-palmeiras-de-goias.ghtml>>. Acesso em: 15 de jan. de 2022.

SIQUEIRA, N. **Como Funciona a Energia Solar?**, 19 de fev. de 2019. Disponível em: < <https://fotonengenharia.com/como-funciona-a-energia-solar/>>. Acesso em: 02 de fev. de 2022.

SILVA et. al. **Análise do Avanço da Geração Distribuída no Brasil.** VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 20 de abr. de 2018. Disponível em: < <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/535/535>>. Acesso em: 25 de jan. de 2022.

SILVA NETO, F. G., **Sistema fotovoltaico conectado à rede com utilização de baterias de lítio ferro fosfato para backup.** Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019. Disponível em: < <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/1475?mode=full>>. Acesso em: 14 de fev. 2022.

SILVA, F. C. A. da; BELCHIOR, F. N.; NUNES, M. F. **Análise aplicada a sistemas fotovoltaicos off-grid em processos industriais na zona rural.** ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ALICERCE DA COMPETITIVIDADE - VOLUME V. Editora Conhecimento Livre, 2022, p. 205-210.

STEMAC. **Grupos geradores diesel.** Disponível em: <<https://www.stemac.com.br/GruposGeradoresDiesel.aspx>>. Acesso em: 25 de jan. de 2022.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica conceitos e aplicações**. 2° ed., São Paulo, Erica, 2015.

ZILLES, R.; et al. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à rede elétrica**. 1. ed. São Paulo: Oficina dos Textos, 2012.

ZORZETTO, R., CAUDURO, C. R., **Premissas de eficiência energética no dimensionamento elétrico de um motor gerador a diesel**. Universidade Federal de Santa Maria, Camargo-RS

APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + GMG

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia	R\$ 8.242,42								
- Custo Anual do GMG	R\$ 19.509,98								
= Lucro Bruto	-R\$ 27.752,40								
- Depreciação	R\$ -								
- Despesas	R\$ 2.000,00								
= Lucro Operacional	-R\$ 29.752,40								
- Juros	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável	-R\$ 29.752,40								
- IRPJ/CSLL	R\$ -								
= Lucro Líquido	-R\$ 29.752,40								
+ Depreciação	R\$ -								
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 11.819,94	-R\$ 29.752,40							

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 8.242,42										
R\$ 19.509,98										
-R\$ 27.752,40										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 29.752,40										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40	-R\$ 29.752,40	-R\$ 41.572,34	-R\$ 29.752,40							

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 8.242,42										
R\$ 19.509,98										
-R\$ 27.752,40										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 29.752,40										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40	-R\$ 29.752,40	-R\$ 41.572,34	-R\$ 29.752,40							

**APÊNDICE C – FLUXO DE CAIXA COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE
REDE ELÉTRICA + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -							
- Custo Anual de energia		R\$ 7.167,32	R\$ 6.232,45	R\$ 5.419,52	R\$ 4.712,63	R\$ 4.097,94	R\$ 3.563,42	R\$ 3.098,63	R\$ 2.694,46
- Custo Anual do GMG		R\$ 16.965,20	R\$ 14.752,35	R\$ 12.828,13	R\$ 11.154,90	R\$ 9.699,91	R\$ 8.434,70	R\$ 7.334,53	R\$ 6.377,85
= Lucro Bruto		-R\$ 24.132,52	-R\$ 20.984,80	-R\$ 18.247,65	-R\$ 15.867,52	-R\$ 13.797,85	-R\$ 11.998,13	-R\$ 10.433,16	-R\$ 9.072,31
- Depreciação		R\$ -	R\$ -						
- Despesas		R\$ 1.739,13	R\$ 1.512,29	R\$ 1.315,03	R\$ 1.143,51	R\$ 994,35	R\$ 864,66	R\$ 751,87	R\$ 653,80
= Lucro Operacional		-R\$ 25.871,65	-R\$ 22.497,09	-R\$ 19.562,69	-R\$ 17.011,03	-R\$ 14.792,20	-R\$ 12.862,78	-R\$ 11.185,03	-R\$ 9.726,11
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 25.871,65	-R\$ 22.497,09	-R\$ 19.562,69	-R\$ 17.011,03	-R\$ 14.792,20	-R\$ 12.862,78	-R\$ 11.185,03	-R\$ 9.726,11
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -						
= Lucro Líquido		-R\$ 25.871,65	-R\$ 22.497,09	-R\$ 19.562,69	-R\$ 17.011,03	-R\$ 14.792,20	-R\$ 12.862,78	-R\$ 11.185,03	-R\$ 9.726,11
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -						
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -	R\$ -						
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -							
- Amortização	R\$ -	R\$ -							
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 11.819,94	R\$ 3.388,77	R\$ 16.613,73	R\$ 28.113,70	R\$ 38.113,68	R\$ 46.809,31	R\$ 54.370,72	R\$ 60.945,87	R\$ 66.663,38

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 2.343,01	R\$ 2.037,40	R\$ 1.771,65	R\$ 1.540,57	R\$ 1.339,62	R\$ 1.164,89	R\$ 1.012,95	R\$ 880,82	R\$ 765,93	R\$ 666,03	R\$ 579,16
R\$ 5.545,96	R\$ 4.822,57	R\$ 4.193,54	R\$ 3.646,56	R\$ 3.170,92	R\$ 2.757,32	R\$ 2.397,67	R\$ 2.084,93	R\$ 1.812,98	R\$ 1.576,51	R\$ 1.370,88
-R\$ 7.888,96	-R\$ 6.859,97	-R\$ 5.965,19	-R\$ 5.187,12	-R\$ 4.510,54	-R\$ 3.922,21	-R\$ 3.410,62	-R\$ 2.965,75	-R\$ 2.578,92	-R\$ 2.242,54	-R\$ 1.950,03
R\$ -										
R\$ 568,52	R\$ 494,37	R\$ 429,89	R\$ 373,81	R\$ 325,06	R\$ 282,66	R\$ 245,79	R\$ 213,73	R\$ 185,85	R\$ 161,61	R\$ 140,53
-R\$ 8.457,49	-R\$ 7.354,34	-R\$ 6.395,08	-R\$ 5.560,94	-R\$ 4.835,60	-R\$ 4.204,87	-R\$ 3.656,41	-R\$ 3.179,48	-R\$ 2.764,77	-R\$ 2.404,15	-R\$ 2.090,56
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 8.457,49	-R\$ 7.354,34	-R\$ 6.395,08	-R\$ 5.560,94	-R\$ 4.835,60	-R\$ 4.204,87	-R\$ 3.656,41	-R\$ 3.179,48	-R\$ 2.764,77	-R\$ 2.404,15	-R\$ 2.090,56
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 2.540,62	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 71.635,14	R\$ 75.958,40	R\$ 77.177,15	R\$ 80.446,16	R\$ 83.288,77	R\$ 85.760,61	R\$ 87.910,04	R\$ 89.779,11	R\$ 91.404,38	R\$ 92.817,67	R\$ 94.046,61

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 503,61	R\$ 437,93	R\$ 380,80	R\$ 331,13	R\$ 287,94	R\$ 250,39	R\$ 217,73	R\$ 189,33	R\$ 164,63	R\$ 143,16	R\$ 124,49
R\$ 1.192,07	R\$ 1.036,58	R\$ 901,37	R\$ 783,80	R\$ 681,57	R\$ 592,67	R\$ 515,36	R\$ 448,14	R\$ 389,69	R\$ 338,86	R\$ 294,66
-R\$ 1.695,68	-R\$ 1.474,50	-R\$ 1.282,18	-R\$ 1.114,94	-R\$ 969,51	-R\$ 843,05	-R\$ 733,09	-R\$ 637,47	-R\$ 554,32	-R\$ 482,02	-R\$ 419,15
R\$ -										
R\$ 122,20	R\$ 106,26	R\$ 92,40	R\$ 80,35	R\$ 69,87	R\$ 60,76	R\$ 52,83	R\$ 45,94	R\$ 39,95	R\$ 34,74	R\$ 30,21
-R\$ 1.817,88	-R\$ 1.580,77	-R\$ 1.374,58	-R\$ 1.195,29	-R\$ 1.039,38	-R\$ 903,81	-R\$ 785,92	-R\$ 683,41	-R\$ 594,27	-R\$ 516,75	-R\$ 449,35
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.817,88	-R\$ 1.580,77	-R\$ 1.374,58	-R\$ 1.195,29	-R\$ 1.039,38	-R\$ 903,81	-R\$ 785,92	-R\$ 683,41	-R\$ 594,27	-R\$ 516,75	-R\$ 449,35
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 95.115,25	R\$ 96.044,51	R\$ 96.306,47	R\$ 97.009,12	R\$ 97.620,12	R\$ 98.151,43	R\$ 98.613,43	R\$ 99.015,17	R\$ 99.364,52	R\$ 99.668,29	R\$ 99.932,44

**APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 2.902,73	R\$ 2.906,79	R\$ 2.908,41	R\$ 3.025,81	R\$ 3.027,58	R\$ 3.029,34	R\$ 3.031,11	R\$ 3.032,88
- Custo Anual do GMG		R\$ 19.509,98							
= Lucro Bruto		-R\$ 22.412,71	-R\$ 22.416,77	-R\$ 22.418,39	-R\$ 22.535,79	-R\$ 22.537,56	-R\$ 22.539,33	-R\$ 22.541,09	-R\$ 22.542,86
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 67.960,12	-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 3.034,64	R\$ 3.036,41	R\$ 3.038,18	R\$ 3.039,94	R\$ 3.041,71	R\$ 3.043,47	R\$ 3.045,24	R\$ 3.047,01	R\$ 3.051,00	R\$ 3.055,52	R\$ 3.060,04
R\$ 19.509,98										
-R\$ 22.544,63	-R\$ 22.546,39	-R\$ 22.548,16	-R\$ 22.549,93	-R\$ 22.551,69	-R\$ 22.553,46	-R\$ 22.555,23	-R\$ 22.556,99	-R\$ 22.560,98	-R\$ 22.565,50	-R\$ 22.570,02
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 25.182,13	-R\$ 25.183,89	-R\$ 25.185,66	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 25.182,13	-R\$ 25.183,89	-R\$ 25.185,66	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52
R\$ -										
-R\$ 25.182,13	-R\$ 25.183,89	-R\$ 25.185,66	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52
R\$ -										
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 25.182,13	-R\$ 32.529,96	-R\$ 37.005,60	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 3.064,56	R\$ 3.069,08	R\$ 3.073,60	R\$ 3.078,12	R\$ 3.082,64	R\$ 3.087,16	R\$ 3.092,57	R\$ 3.098,52	R\$ 3.104,48	R\$ 3.110,43	R\$ 3.116,38
R\$ 19.509,98										
-R\$ 22.574,54	-R\$ 22.579,06	-R\$ 22.583,58	-R\$ 22.588,10	-R\$ 22.592,62	-R\$ 22.597,14	-R\$ 22.602,55	-R\$ 22.608,51	-R\$ 22.614,46	-R\$ 22.620,41	-R\$ 22.626,37
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 25.212,04	-R\$ 25.216,56	-R\$ 25.221,08	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 25.212,04	-R\$ 25.216,56	-R\$ 25.221,08	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87
R\$ -										
-R\$ 25.212,04	-R\$ 25.216,56	-R\$ 25.221,08	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87
R\$ -										
R\$ 7.346,07	R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -						
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 32.558,11	-R\$ 25.216,56	-R\$ 37.041,02	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87

**APÊNDICE E – FLUXO DE CAIXA COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
- Custo Anual de energia		R\$ 2.524,11	R\$ 2.197,95	R\$ 1.912,33	R\$ 1.730,02	R\$ 1.505,24	R\$ 1.309,67	R\$ 1.139,51	R\$ 991,45
- Custo Anual do GMG		R\$ 16.965,20	R\$ 14.752,35	R\$ 12.828,13	R\$ 11.154,90	R\$ 9.699,91	R\$ 8.434,70	R\$ 7.334,53	R\$ 6.377,85
= Lucro Bruto		-R\$ 19.489,31	-R\$ 16.950,30	-R\$ 14.740,46	-R\$ 12.884,91	-R\$ 11.205,15	-R\$ 9.744,37	-R\$ 8.474,03	-R\$ 7.369,30
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -					
- Despesas		R\$ 2.293,48	R\$ 1.994,33	R\$ 1.734,20	R\$ 1.508,00	R\$ 1.311,30	R\$ 1.140,26	R\$ 991,53	R\$ 862,20
= Lucro Operacional		-R\$ 21.782,79	-R\$ 18.944,63	-R\$ 16.474,66	-R\$ 14.392,91	-R\$ 12.516,45	-R\$ 10.884,64	-R\$ 9.465,57	-R\$ 8.231,50
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 21.782,79	-R\$ 18.944,63	-R\$ 16.474,66	-R\$ 14.392,91	-R\$ 12.516,45	-R\$ 10.884,64	-R\$ 9.465,57	-R\$ 8.231,50
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -					
= Lucro Líquido		-R\$ 21.782,79	-R\$ 18.944,63	-R\$ 16.474,66	-R\$ 14.392,91	-R\$ 12.516,45	-R\$ 10.884,64	-R\$ 9.465,57	-R\$ 8.231,50
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -					
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -	R\$ -	R\$ -					
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 67.960,12	-R\$ 48.662,55	-R\$ 31.885,12	-R\$ 17.297,13	-R\$ 4.679,03	R\$ 6.292,34	R\$ 15.831,91	R\$ 24.126,51	R\$ 31.338,64

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 862,63	R\$ 750,55	R\$ 653,04	R\$ 568,19	R\$ 494,36	R\$ 430,13	R\$ 374,24	R\$ 325,62	R\$ 283,52	R\$ 246,90	R\$ 215,01
R\$ 5.545,96	R\$ 4.822,57	R\$ 4.193,54	R\$ 3.646,56	R\$ 3.170,92	R\$ 2.757,32	R\$ 2.397,67	R\$ 2.084,93	R\$ 1.812,98	R\$ 1.576,51	R\$ 1.370,88
-R\$ 6.408,59	-R\$ 5.573,12	-R\$ 4.846,57	-R\$ 4.214,74	-R\$ 3.665,28	-R\$ 3.187,45	-R\$ 2.771,91	-R\$ 2.410,55	-R\$ 2.096,50	-R\$ 1.823,41	-R\$ 1.585,89
R\$ -										
R\$ 749,74	R\$ 651,95	R\$ 566,91	R\$ 492,97	R\$ 428,67	R\$ 372,75	R\$ 324,13	R\$ 281,86	R\$ 245,09	R\$ 213,12	R\$ 185,32
-R\$ 7.158,33	-R\$ 6.225,07	-R\$ 5.413,49	-R\$ 4.707,71	-R\$ 4.093,95	-R\$ 3.560,20	-R\$ 3.096,05	-R\$ 2.692,40	-R\$ 2.341,59	-R\$ 2.036,53	-R\$ 1.771,21
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 7.158,33	-R\$ 6.225,07	-R\$ 5.413,49	-R\$ 4.707,71	-R\$ 4.093,95	-R\$ 3.560,20	-R\$ 3.096,05	-R\$ 2.692,40	-R\$ 2.341,59	-R\$ 2.036,53	-R\$ 1.771,21
R\$ -										
-R\$ 7.158,33	-R\$ 6.225,07	-R\$ 5.413,49	-R\$ 4.707,71	-R\$ 4.093,95	-R\$ 3.560,20	-R\$ 3.096,05	-R\$ 2.692,40	-R\$ 2.341,59	-R\$ 2.036,53	-R\$ 1.771,21
R\$ -										
R\$ -	R\$ 1.815,84	R\$ 2.540,62	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 37.609,55	R\$ 41.246,24	R\$ 43.446,58	R\$ 47.568,81	R\$ 51.153,08	R\$ 54.269,58	R\$ 56.979,37	R\$ 59.335,51	R\$ 61.383,97	R\$ 63.164,86	R\$ 64.713,15

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 187,25	R\$ 163,06	R\$ 142,00	R\$ 123,66	R\$ 107,69	R\$ 93,78	R\$ 81,69	R\$ 71,17	R\$ 62,01	R\$ 54,02	R\$ 47,07
R\$ 1.192,07	R\$ 1.036,58	R\$ 901,37	R\$ 783,80	R\$ 681,57	R\$ 592,67	R\$ 515,36	R\$ 448,14	R\$ 389,69	R\$ 338,86	R\$ 294,66
-R\$ 1.379,31	-R\$ 1.199,64	-R\$ 1.043,37	-R\$ 907,46	-R\$ 789,26	-R\$ 686,45	-R\$ 597,05	-R\$ 519,31	-R\$ 451,70	-R\$ 392,88	-R\$ 341,73
R\$ -										
R\$ 161,15	R\$ 140,13	R\$ 121,85	R\$ 105,96	R\$ 92,14	R\$ 80,12	R\$ 69,67	R\$ 60,58	R\$ 52,68	R\$ 45,81	R\$ 39,83
-R\$ 1.540,46	-R\$ 1.339,77	-R\$ 1.165,23	-R\$ 1.013,42	-R\$ 881,40	-R\$ 766,57	-R\$ 666,72	-R\$ 579,90	-R\$ 504,38	-R\$ 438,69	-R\$ 381,56
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.540,46	-R\$ 1.339,77	-R\$ 1.165,23	-R\$ 1.013,42	-R\$ 881,40	-R\$ 766,57	-R\$ 666,72	-R\$ 579,90	-R\$ 504,38	-R\$ 438,69	-R\$ 381,56
R\$ -										
-R\$ 1.540,46	-R\$ 1.339,77	-R\$ 1.165,23	-R\$ 1.013,42	-R\$ 881,40	-R\$ 766,57	-R\$ 666,72	-R\$ 579,90	-R\$ 504,38	-R\$ 438,69	-R\$ 381,56
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 65.610,37	R\$ 66.780,62	R\$ 67.251,93	R\$ 68.136,44	R\$ 68.905,42	R\$ 69.573,97	R\$ 70.155,17	R\$ 70.660,42	R\$ 71.099,65	R\$ 71.481,49	R\$ 71.813,43

APÊNDICE F – FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.902,73	R\$ 2.906,79	R\$ 2.908,41	R\$ 3.025,81	R\$ 3.027,58	R\$ 3.029,34	R\$ 3.031,11	R\$ 3.032,88
= Lucro Bruto		-R\$ 2.902,73	-R\$ 2.906,79	-R\$ 2.908,41	-R\$ 3.025,81	-R\$ 3.027,58	-R\$ 3.029,34	-R\$ 3.031,11	-R\$ 3.032,88
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	-R\$ 106.578,00	-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 3.034,64	R\$ 3.036,41	R\$ 3.038,18	R\$ 3.039,94	R\$ 3.041,71	R\$ 3.043,47	R\$ 3.045,24	R\$ 3.047,01	R\$ 3.051,00	R\$ 3.055,52	R\$ 3.060,04
-R\$ 3.034,64	-R\$ 3.036,41	-R\$ 3.038,18	-R\$ 3.039,94	-R\$ 3.041,71	-R\$ 3.043,47	-R\$ 3.045,24	-R\$ 3.047,01	-R\$ 3.051,00	-R\$ 3.055,52	-R\$ 3.060,04
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ -								
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.672,14	-R\$ 11.019,98	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 3.064,56	R\$ 3.069,08	R\$ 3.073,60	R\$ 3.078,12	R\$ 3.082,64	R\$ 3.087,16	R\$ 3.092,57	R\$ 3.098,52	R\$ 3.104,48	R\$ 3.110,43	R\$ 3.116,38
-R\$ 3.064,56	-R\$ 3.069,08	-R\$ 3.073,60	-R\$ 3.078,12	-R\$ 3.082,64	-R\$ 3.087,16	-R\$ 3.092,57	-R\$ 3.098,52	-R\$ 3.104,48	-R\$ 3.110,43	-R\$ 3.116,38
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 7.346,07	R\$ -									
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 11.048,13	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88

**APÊNDICE G – FLUXO DE CAIXA COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.524,11	R\$ 2.197,95	R\$ 1.912,33	R\$ 1.730,02	R\$ 1.505,24	R\$ 1.309,67	R\$ 1.139,51	R\$ 991,45
= Lucro Bruto		-R\$ 2.524,11	-R\$ 2.197,95	-R\$ 1.912,33	-R\$ 1.730,02	-R\$ 1.505,24	-R\$ 1.309,67	-R\$ 1.139,51	-R\$ 991,45
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 554,35	R\$ 482,04	R\$ 419,17	R\$ 364,49	R\$ 316,95	R\$ 275,61	R\$ 239,66	R\$ 208,40
= Lucro Operacional		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 106.578,00	-R\$ 68.576,10	-R\$ 35.534,03	-R\$ 6.802,87	R\$ 18.113,63	R\$ 39.779,27	R\$ 58.618,19	R\$ 74.999,20	R\$ 89.242,97

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 862,63	R\$ 750,55	R\$ 653,04	R\$ 568,19	R\$ 494,36	R\$ 430,13	R\$ 374,24	R\$ 325,62	R\$ 283,52	R\$ 246,90	R\$ 215,01
-R\$ 862,63	-R\$ 750,55	-R\$ 653,04	-R\$ 568,19	-R\$ 494,36	-R\$ 430,13	-R\$ 374,24	-R\$ 325,62	-R\$ 283,52	-R\$ 246,90	-R\$ 215,01
R\$ -										
R\$ 181,22	R\$ 157,58	R\$ 137,03	R\$ 119,15	R\$ 103,61	R\$ 90,10	R\$ 78,35	R\$ 68,13	R\$ 59,24	R\$ 51,51	R\$ 44,79
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 101.628,36	R\$ 110.582,00	R\$ 119.946,37	R\$ 128.088,98	R\$ 135.169,22	R\$ 141.325,70	R\$ 146.678,94	R\$ 151.333,75	R\$ 155.381,03	R\$ 158.900,05	R\$ 161.959,74

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 187,25	R\$ 163,06	R\$ 142,00	R\$ 123,66	R\$ 107,69	R\$ 93,78	R\$ 81,69	R\$ 71,17	R\$ 62,01	R\$ 54,02	R\$ 47,07
-R\$ 187,25	-R\$ 163,06	-R\$ 142,00	-R\$ 123,66	-R\$ 107,69	-R\$ 93,78	-R\$ 81,69	-R\$ 71,17	-R\$ 62,01	-R\$ 54,02	-R\$ 47,07
R\$ -										
R\$ 38,95	R\$ 33,87	R\$ 29,45	R\$ 25,61	R\$ 22,27	R\$ 19,37	R\$ 16,84	R\$ 14,64	R\$ 12,73	R\$ 11,07	R\$ 9,63
-R\$ 226,20	-R\$ 196,93	-R\$ 171,45	-R\$ 149,27	-R\$ 129,96	-R\$ 113,15	-R\$ 98,53	-R\$ 85,82	-R\$ 74,74	-R\$ 65,10	-R\$ 56,70
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 226,20	-R\$ 196,93	-R\$ 171,45	-R\$ 149,27	-R\$ 129,96	-R\$ 113,15	-R\$ 98,53	-R\$ 85,82	-R\$ 74,74	-R\$ 65,10	-R\$ 56,70
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 164.171,22	R\$ 166.484,31	R\$ 168.495,48	R\$ 170.244,15	R\$ 171.764,57	R\$ 173.086,53	R\$ 174.235,93	R\$ 175.235,26	R\$ 176.104,13	R\$ 176.859,57	R\$ 177.516,38

APÊNDICE H – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 01 FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + GMG

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 8.242,42							
- Custo Anual do GMG		R\$ 77.454,64							
= Lucro Bruto		-R\$ 85.697,05							
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.000,00							
= Lucro Operacional		-R\$ 87.697,05							
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 87.697,05							
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 87.697,05							
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 11.819,94	-R\$ 87.697,05							

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 8.242,42										
R\$ 77.454,64										
-R\$ 85.697,05										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 87.697,05										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 87.697,05										
R\$ -										
-R\$ 87.697,05										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 87.697,05	-R\$ 87.697,05	-R\$ 99.516,99	-R\$ 87.697,05							

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 8.242,42										
R\$ 77.454,64										
-R\$ 85.697,05										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 87.697,05										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 87.697,05										
R\$ -										
-R\$ 87.697,05										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 87.697,05	-R\$ 87.697,05	-R\$ 99.516,99	-R\$ 87.697,05							

**APÊNDICE I – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 01 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 7.167,32	R\$ 6.232,45	R\$ 5.419,52	R\$ 4.712,63	R\$ 4.097,94	R\$ 3.563,42	R\$ 3.098,63	R\$ 2.694,46
- Custo Anual do GMG		R\$ 67.351,86	R\$ 58.566,83	R\$ 50.927,68	R\$ 44.284,94	R\$ 38.508,64	R\$ 33.485,78	R\$ 29.118,07	R\$ 25.320,06
= Lucro Bruto		-R\$ 74.519,18	-R\$ 64.799,28	-R\$ 56.347,20	-R\$ 48.997,57	-R\$ 42.606,58	-R\$ 37.049,20	-R\$ 32.216,70	-R\$ 28.014,52
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 1.739,13	R\$ 1.512,29	R\$ 1.315,03	R\$ 1.143,51	R\$ 994,35	R\$ 864,66	R\$ 751,87	R\$ 653,80
= Lucro Operacional		-R\$ 76.258,31	-R\$ 66.311,57	-R\$ 57.662,24	-R\$ 50.141,07	-R\$ 43.600,93	-R\$ 37.913,86	-R\$ 32.968,57	-R\$ 28.668,32
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 76.258,31	-R\$ 66.311,57	-R\$ 57.662,24	-R\$ 50.141,07	-R\$ 43.600,93	-R\$ 37.913,86	-R\$ 32.968,57	-R\$ 28.668,32
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 76.258,31	-R\$ 66.311,57	-R\$ 57.662,24	-R\$ 50.141,07	-R\$ 43.600,93	-R\$ 37.913,86	-R\$ 32.968,57	-R\$ 28.668,32
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 11.819,94	-R\$ 46.997,88	-R\$ 77.587,40	-R\$ 104.186,98	-R\$ 127.317,05	-R\$ 147.430,16	-R\$ 164.919,81	-R\$ 180.128,21	-R\$ 193.352,90

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 2.343,01	R\$ 2.037,40	R\$ 1.771,65	R\$ 1.540,57	R\$ 1.339,62	R\$ 1.164,89	R\$ 1.012,95	R\$ 880,82	R\$ 765,93	R\$ 666,03	R\$ 579,16
R\$ 22.017,44	R\$ 19.145,60	R\$ 16.648,35	R\$ 14.476,83	R\$ 12.588,54	R\$ 10.946,56	R\$ 9.518,75	R\$ 8.277,17	R\$ 7.197,54	R\$ 6.258,73	R\$ 5.442,37
-R\$ 24.360,45	-R\$ 21.183,00	-R\$ 18.420,00	-R\$ 16.017,39	-R\$ 13.928,17	-R\$ 12.111,45	-R\$ 10.531,70	-R\$ 9.158,00	-R\$ 7.963,47	-R\$ 6.924,76	-R\$ 6.021,53
R\$ -										
R\$ 568,52	R\$ 494,37	R\$ 429,89	R\$ 373,81	R\$ 325,06	R\$ 282,66	R\$ 245,79	R\$ 213,73	R\$ 185,85	R\$ 161,61	R\$ 140,53
-R\$ 24.928,98	-R\$ 21.677,37	-R\$ 18.849,89	-R\$ 16.391,21	-R\$ 14.253,22	-R\$ 12.394,11	-R\$ 10.777,48	-R\$ 9.371,73	-R\$ 8.149,33	-R\$ 7.086,37	-R\$ 6.162,06
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 24.928,98	-R\$ 21.677,37	-R\$ 18.849,89	-R\$ 16.391,21	-R\$ 14.253,22	-R\$ 12.394,11	-R\$ 10.777,48	-R\$ 9.371,73	-R\$ 8.149,33	-R\$ 7.086,37	-R\$ 6.162,06
R\$ -										
-R\$ 24.928,98	-R\$ 21.677,37	-R\$ 18.849,89	-R\$ 16.391,21	-R\$ 14.253,22	-R\$ 12.394,11	-R\$ 10.777,48	-R\$ 9.371,73	-R\$ 8.149,33	-R\$ 7.086,37	-R\$ 6.162,06
R\$ -	R\$ -	R\$ 2.540,62	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
-R\$ 204.852,63	-R\$ 214.852,40	-R\$ 226.088,47	-R\$ 233.649,73	-R\$ 240.224,74	-R\$ 245.942,14	-R\$ 250.913,79	-R\$ 255.236,96	-R\$ 258.996,25	-R\$ 262.265,19	-R\$ 265.107,75

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 503,61	R\$ 437,93	R\$ 380,80	R\$ 331,13	R\$ 287,94	R\$ 250,39	R\$ 217,73	R\$ 189,33	R\$ 164,63	R\$ 143,16	R\$ 124,49
R\$ 4.732,50	R\$ 4.115,22	R\$ 3.578,45	R\$ 3.111,70	R\$ 2.705,82	R\$ 2.352,89	R\$ 2.045,99	R\$ 1.779,12	R\$ 1.547,06	R\$ 1.345,27	R\$ 1.169,80
-R\$ 5.236,11	-R\$ 4.553,14	-R\$ 3.959,25	-R\$ 3.442,83	-R\$ 2.993,77	-R\$ 2.603,27	-R\$ 2.263,72	-R\$ 1.968,45	-R\$ 1.711,69	-R\$ 1.488,43	-R\$ 1.294,29
R\$ -										
R\$ 122,20	R\$ 106,26	R\$ 92,40	R\$ 80,35	R\$ 69,87	R\$ 60,76	R\$ 52,83	R\$ 45,94	R\$ 39,95	R\$ 34,74	R\$ 30,21
-R\$ 5.358,31	-R\$ 4.659,40	-R\$ 4.051,66	-R\$ 3.523,18	-R\$ 3.063,63	-R\$ 2.664,03	-R\$ 2.316,55	-R\$ 2.014,39	-R\$ 1.751,64	-R\$ 1.523,17	-R\$ 1.324,49
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 5.358,31	-R\$ 4.659,40	-R\$ 4.051,66	-R\$ 3.523,18	-R\$ 3.063,63	-R\$ 2.664,03	-R\$ 2.316,55	-R\$ 2.014,39	-R\$ 1.751,64	-R\$ 1.523,17	-R\$ 1.324,49
R\$ -										
-R\$ 5.358,31	-R\$ 4.659,40	-R\$ 4.051,66	-R\$ 3.523,18	-R\$ 3.063,63	-R\$ 2.664,03	-R\$ 2.316,55	-R\$ 2.014,39	-R\$ 1.751,64	-R\$ 1.523,17	-R\$ 1.324,49
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
-R\$ 267.579,54	-R\$ 269.728,92	-R\$ 272.144,03	-R\$ 273.769,28	-R\$ 275.182,53	-R\$ 276.411,45	-R\$ 277.480,07	-R\$ 278.409,31	-R\$ 279.217,34	-R\$ 279.919,97	-R\$ 280.530,96

APÊNDICE J – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 01 FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 2.902,73	R\$ 2.906,79	R\$ 2.908,41	R\$ 3.025,81	R\$ 3.027,58	R\$ 3.029,34	R\$ 3.031,11	R\$ 3.032,88
- Custo Anual do GMG		R\$ 77.454,64							
= Lucro Bruto		-R\$ 80.357,36	-R\$ 80.361,42	-R\$ 80.363,05	-R\$ 80.480,45	-R\$ 80.482,21	-R\$ 80.483,98	-R\$ 80.485,75	-R\$ 80.487,51
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 82.994,86	-R\$ 82.998,92	-R\$ 83.000,55	-R\$ 83.117,95	-R\$ 83.119,71	-R\$ 83.121,48	-R\$ 83.123,25	-R\$ 83.125,01
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 82.994,86	-R\$ 82.998,92	-R\$ 83.000,55	-R\$ 83.117,95	-R\$ 83.119,71	-R\$ 83.121,48	-R\$ 83.123,25	-R\$ 83.125,01
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 82.994,86	-R\$ 82.998,92	-R\$ 83.000,55	-R\$ 83.117,95	-R\$ 83.119,71	-R\$ 83.121,48	-R\$ 83.123,25	-R\$ 83.125,01
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 67.960,12	-R\$ 82.994,86	-R\$ 82.998,92	-R\$ 83.000,55	-R\$ 83.117,95	-R\$ 83.119,71	-R\$ 83.121,48	-R\$ 83.123,25	-R\$ 83.125,01

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 3.034,64	R\$ 3.036,41	R\$ 3.038,18	R\$ 3.039,94	R\$ 3.041,71	R\$ 3.043,47	R\$ 3.045,24	R\$ 3.047,01	R\$ 3.051,00	R\$ 3.055,52	R\$ 3.060,04
R\$ 77.454,64										
-R\$ 80.489,28	-R\$ 80.491,05	-R\$ 80.492,81	-R\$ 80.494,58	-R\$ 80.496,34	-R\$ 80.498,11	-R\$ 80.499,88	-R\$ 80.501,64	-R\$ 80.505,63	-R\$ 80.510,15	-R\$ 80.514,67
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 83.126,78	-R\$ 83.128,55	-R\$ 83.130,31	-R\$ 83.132,08	-R\$ 83.133,84	-R\$ 83.135,61	-R\$ 83.137,38	-R\$ 83.139,14	-R\$ 83.143,13	-R\$ 83.147,65	-R\$ 83.152,17
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 83.126,78	-R\$ 83.128,55	-R\$ 83.130,31	-R\$ 83.132,08	-R\$ 83.133,84	-R\$ 83.135,61	-R\$ 83.137,38	-R\$ 83.139,14	-R\$ 83.143,13	-R\$ 83.147,65	-R\$ 83.152,17
R\$ -										
-R\$ 83.126,78	-R\$ 83.128,55	-R\$ 83.130,31	-R\$ 83.132,08	-R\$ 83.133,84	-R\$ 83.135,61	-R\$ 83.137,38	-R\$ 83.139,14	-R\$ 83.143,13	-R\$ 83.147,65	-R\$ 83.152,17
R\$ -										
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 83.126,78	-R\$ 90.474,62	-R\$ 94.950,25	-R\$ 83.132,08	-R\$ 83.133,84	-R\$ 83.135,61	-R\$ 83.137,38	-R\$ 83.139,14	-R\$ 83.143,13	-R\$ 83.147,65	-R\$ 83.152,17

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 3.064,56	R\$ 3.069,08	R\$ 3.073,60	R\$ 3.078,12	R\$ 3.082,64	R\$ 3.087,16	R\$ 3.092,57	R\$ 3.098,52	R\$ 3.104,48	R\$ 3.110,43	R\$ 3.116,38
R\$ 77.454,64										
-R\$ 80.519,19	-R\$ 80.523,71	-R\$ 80.528,23	-R\$ 80.532,76	-R\$ 80.537,28	-R\$ 80.541,80	-R\$ 80.547,21	-R\$ 80.553,16	-R\$ 80.559,11	-R\$ 80.565,07	-R\$ 80.571,02
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 83.156,69	-R\$ 83.161,21	-R\$ 83.165,73	-R\$ 83.170,26	-R\$ 83.174,78	-R\$ 83.179,30	-R\$ 83.184,71	-R\$ 83.190,66	-R\$ 83.196,61	-R\$ 83.202,57	-R\$ 83.208,52
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 83.156,69	-R\$ 83.161,21	-R\$ 83.165,73	-R\$ 83.170,26	-R\$ 83.174,78	-R\$ 83.179,30	-R\$ 83.184,71	-R\$ 83.190,66	-R\$ 83.196,61	-R\$ 83.202,57	-R\$ 83.208,52
R\$ -										
-R\$ 83.156,69	-R\$ 83.161,21	-R\$ 83.165,73	-R\$ 83.170,26	-R\$ 83.174,78	-R\$ 83.179,30	-R\$ 83.184,71	-R\$ 83.190,66	-R\$ 83.196,61	-R\$ 83.202,57	-R\$ 83.208,52
R\$ -										
R\$ 7.346,07	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 90.502,76	-R\$ 83.161,21	-R\$ 94.985,67	-R\$ 83.170,26	-R\$ 83.174,78	-R\$ 83.179,30	-R\$ 83.184,71	-R\$ 83.190,66	-R\$ 83.196,61	-R\$ 83.202,57	-R\$ 83.208,52

**APÊNDICE K – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 01 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.524,11	R\$ 2.197,95	R\$ 1.912,33	R\$ 1.730,02	R\$ 1.505,24	R\$ 1.309,67	R\$ 1.139,51	R\$ 991,45
- Custo Anual do GMG		R\$ 67.351,86	R\$ 58.566,83	R\$ 50.927,68	R\$ 44.284,94	R\$ 38.508,64	R\$ 33.485,78	R\$ 29.118,07	R\$ 25.320,06
= Lucro Bruto		-R\$ 69.875,97	-R\$ 60.764,78	-R\$ 52.840,01	-R\$ 46.014,96	-R\$ 40.013,88	-R\$ 34.795,45	-R\$ 30.257,57	-R\$ 26.311,51
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 2.293,48	R\$ 1.994,33	R\$ 1.734,20	R\$ 1.508,00	R\$ 1.311,30	R\$ 1.140,26	R\$ 991,53	R\$ 862,20
= Lucro Operacional		-R\$ 72.169,45	-R\$ 62.759,11	-R\$ 54.574,21	-R\$ 47.522,96	-R\$ 41.325,19	-R\$ 35.935,71	-R\$ 31.249,11	-R\$ 27.173,71
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 72.169,45	-R\$ 62.759,11	-R\$ 54.574,21	-R\$ 47.522,96	-R\$ 41.325,19	-R\$ 35.935,71	-R\$ 31.249,11	-R\$ 27.173,71
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 72.169,45	-R\$ 62.759,11	-R\$ 54.574,21	-R\$ 47.522,96	-R\$ 41.325,19	-R\$ 35.935,71	-R\$ 31.249,11	-R\$ 27.173,71
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 67.960,12	-R\$ 99.049,21	-R\$ 126.086,26	-R\$ 149.597,81	-R\$ 170.109,76	-R\$ 187.947,12	-R\$ 203.458,63	-R\$ 216.947,56	-R\$ 228.677,65

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 862,63	R\$ 750,55	R\$ 653,04	R\$ 568,19	R\$ 494,36	R\$ 430,13	R\$ 374,24	R\$ 325,62	R\$ 283,52	R\$ 246,90	R\$ 215,01
R\$ 22.017,44	R\$ 19.145,60	R\$ 16.648,35	R\$ 14.476,83	R\$ 12.588,54	R\$ 10.946,56	R\$ 9.518,75	R\$ 8.277,17	R\$ 7.197,54	R\$ 6.258,73	R\$ 5.442,37
-R\$ 22.880,08	-R\$ 19.896,16	-R\$ 17.301,38	-R\$ 15.045,01	-R\$ 13.082,91	-R\$ 11.376,69	-R\$ 9.892,99	-R\$ 8.602,79	-R\$ 7.481,06	-R\$ 6.505,63	-R\$ 5.657,39
R\$ -										
R\$ 749,74	R\$ 651,95	R\$ 566,91	R\$ 492,97	R\$ 428,67	R\$ 372,75	R\$ 324,13	R\$ 281,86	R\$ 245,09	R\$ 213,12	R\$ 185,32
-R\$ 23.629,82	-R\$ 20.548,11	-R\$ 17.868,30	-R\$ 15.537,98	-R\$ 13.511,57	-R\$ 11.749,44	-R\$ 10.217,13	-R\$ 8.884,65	-R\$ 7.726,15	-R\$ 6.718,76	-R\$ 5.842,71
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 23.629,82	-R\$ 20.548,11	-R\$ 17.868,30	-R\$ 15.537,98	-R\$ 13.511,57	-R\$ 11.749,44	-R\$ 10.217,13	-R\$ 8.884,65	-R\$ 7.726,15	-R\$ 6.718,76	-R\$ 5.842,71
R\$ -										
-R\$ 23.629,82	-R\$ 20.548,11	-R\$ 17.868,30	-R\$ 15.537,98	-R\$ 13.511,57	-R\$ 11.749,44	-R\$ 10.217,13	-R\$ 8.884,65	-R\$ 7.726,15	-R\$ 6.718,76	-R\$ 5.842,71
R\$ -										
R\$ -	R\$ 1.815,84	R\$ 2.540,62	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
-R\$ 238.878,22	-R\$ 249.564,56	-R\$ 259.819,04	-R\$ 266.527,07	-R\$ 272.360,43	-R\$ 277.433,17	-R\$ 281.844,46	-R\$ 285.680,56	-R\$ 289.016,66	-R\$ 291.917,99	-R\$ 294.441,20

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 187,25	R\$ 163,06	R\$ 142,00	R\$ 123,66	R\$ 107,69	R\$ 93,78	R\$ 81,69	R\$ 71,17	R\$ 62,01	R\$ 54,02	R\$ 47,07
R\$ 4.732,50	R\$ 4.115,22	R\$ 3.578,45	R\$ 3.111,70	R\$ 2.705,82	R\$ 2.352,89	R\$ 2.045,99	R\$ 1.779,12	R\$ 1.547,06	R\$ 1.345,27	R\$ 1.169,80
-R\$ 4.919,75	-R\$ 4.278,28	-R\$ 3.720,45	-R\$ 3.235,36	-R\$ 2.813,51	-R\$ 2.446,67	-R\$ 2.127,68	-R\$ 1.850,29	-R\$ 1.609,07	-R\$ 1.399,30	-R\$ 1.216,87
R\$ -										
R\$ 161,15	R\$ 140,13	R\$ 121,85	R\$ 105,96	R\$ 92,14	R\$ 80,12	R\$ 69,67	R\$ 60,58	R\$ 52,68	R\$ 45,81	R\$ 39,83
-R\$ 5.080,90	-R\$ 4.418,41	-R\$ 3.842,31	-R\$ 3.341,32	-R\$ 2.905,65	-R\$ 2.526,79	-R\$ 2.197,35	-R\$ 1.910,88	-R\$ 1.661,75	-R\$ 1.445,10	-R\$ 1.256,70
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 5.080,90	-R\$ 4.418,41	-R\$ 3.842,31	-R\$ 3.341,32	-R\$ 2.905,65	-R\$ 2.526,79	-R\$ 2.197,35	-R\$ 1.910,88	-R\$ 1.661,75	-R\$ 1.445,10	-R\$ 1.256,70
R\$ -										
-R\$ 5.080,90	-R\$ 4.418,41	-R\$ 3.842,31	-R\$ 3.341,32	-R\$ 2.905,65	-R\$ 2.526,79	-R\$ 2.197,35	-R\$ 1.910,88	-R\$ 1.661,75	-R\$ 1.445,10	-R\$ 1.256,70
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
-R\$ 297.084,42	-R\$ 298.992,81	-R\$ 301.198,58	-R\$ 302.641,96	-R\$ 303.897,23	-R\$ 304.988,91	-R\$ 305.938,33	-R\$ 306.764,06	-R\$ 307.482,20	-R\$ 308.106,78	-R\$ 308.649,97

APÊNDICE L – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 01 FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO *OFF-GRID* + BATERIAS

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.902,73	R\$ 2.906,79	R\$ 2.908,41	R\$ 3.025,81	R\$ 3.027,58	R\$ 3.029,34	R\$ 3.031,11	R\$ 3.032,88
= Lucro Bruto		-R\$ 2.902,73	-R\$ 2.906,79	-R\$ 2.908,41	-R\$ 3.025,81	-R\$ 3.027,58	-R\$ 3.029,34	-R\$ 3.031,11	-R\$ 3.032,88
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	-R\$ 106.578,00	-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 3.034,64	R\$ 3.036,41	R\$ 3.038,18	R\$ 3.039,94	R\$ 3.041,71	R\$ 3.043,47	R\$ 3.045,24	R\$ 3.047,01	R\$ 3.051,00	R\$ 3.055,52	R\$ 3.060,04
-R\$ 3.034,64	-R\$ 3.036,41	-R\$ 3.038,18	-R\$ 3.039,94	-R\$ 3.041,71	-R\$ 3.043,47	-R\$ 3.045,24	-R\$ 3.047,01	-R\$ 3.051,00	-R\$ 3.055,52	-R\$ 3.060,04
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ -								
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.672,14	-R\$ 11.019,98	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 3.064,56	R\$ 3.069,08	R\$ 3.073,60	R\$ 3.078,12	R\$ 3.082,64	R\$ 3.087,16	R\$ 3.092,57	R\$ 3.098,52	R\$ 3.104,48	R\$ 3.110,43	R\$ 3.116,38
-R\$ 3.064,56	-R\$ 3.069,08	-R\$ 3.073,60	-R\$ 3.078,12	-R\$ 3.082,64	-R\$ 3.087,16	-R\$ 3.092,57	-R\$ 3.098,52	-R\$ 3.104,48	-R\$ 3.110,43	-R\$ 3.116,38
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 7.346,07	R\$ -									
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 11.048,13	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88

**APÊNDICE M – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 01 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.524,11	R\$ 2.197,95	R\$ 1.912,33	R\$ 1.730,02	R\$ 1.505,24	R\$ 1.309,67	R\$ 1.139,51	R\$ 991,45
= Lucro Bruto		-R\$ 2.524,11	-R\$ 2.197,95	-R\$ 1.912,33	-R\$ 1.730,02	-R\$ 1.505,24	-R\$ 1.309,67	-R\$ 1.139,51	-R\$ 991,45
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 554,35	R\$ 482,04	R\$ 419,17	R\$ 364,49	R\$ 316,95	R\$ 275,61	R\$ 239,66	R\$ 208,40
= Lucro Operacional		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 106.578,00	-R\$ 68.576,10	-R\$ 35.534,03	-R\$ 6.802,87	R\$ 18.113,63	R\$ 39.779,27	R\$ 58.618,19	R\$ 74.999,20	R\$ 89.242,97

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 862,63	R\$ 750,55	R\$ 653,04	R\$ 568,19	R\$ 494,36	R\$ 430,13	R\$ 374,24	R\$ 325,62	R\$ 283,52	R\$ 246,90	R\$ 215,01
-R\$ 862,63	-R\$ 750,55	-R\$ 653,04	-R\$ 568,19	-R\$ 494,36	-R\$ 430,13	-R\$ 374,24	-R\$ 325,62	-R\$ 283,52	-R\$ 246,90	-R\$ 215,01
R\$ -										
R\$ 181,22	R\$ 157,58	R\$ 137,03	R\$ 119,15	R\$ 103,61	R\$ 90,10	R\$ 78,35	R\$ 68,13	R\$ 59,24	R\$ 51,51	R\$ 44,79
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
R\$ -										
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
R\$ -										
R\$ -	R\$ 1.815,84	R\$ -								
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 101.628,36	R\$ 110.582,00	R\$ 119.946,37	R\$ 128.088,98	R\$ 135.169,22	R\$ 141.325,70	R\$ 146.678,94	R\$ 151.333,75	R\$ 155.381,03	R\$ 158.900,05	R\$ 161.959,74

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 187,25	R\$ 163,06	R\$ 142,00	R\$ 123,66	R\$ 107,69	R\$ 93,78	R\$ 81,69	R\$ 71,17	R\$ 62,01	R\$ 54,02	R\$ 47,07
-R\$ 187,25	-R\$ 163,06	-R\$ 142,00	-R\$ 123,66	-R\$ 107,69	-R\$ 93,78	-R\$ 81,69	-R\$ 71,17	-R\$ 62,01	-R\$ 54,02	-R\$ 47,07
R\$ -										
R\$ 38,95	R\$ 33,87	R\$ 29,45	R\$ 25,61	R\$ 22,27	R\$ 19,37	R\$ 16,84	R\$ 14,64	R\$ 12,73	R\$ 11,07	R\$ 9,63
-R\$ 226,20	-R\$ 196,93	-R\$ 171,45	-R\$ 149,27	-R\$ 129,96	-R\$ 113,15	-R\$ 98,53	-R\$ 85,82	-R\$ 74,74	-R\$ 65,10	-R\$ 56,70
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 226,20	-R\$ 196,93	-R\$ 171,45	-R\$ 149,27	-R\$ 129,96	-R\$ 113,15	-R\$ 98,53	-R\$ 85,82	-R\$ 74,74	-R\$ 65,10	-R\$ 56,70
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -									
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 164.171,22	R\$ 166.484,31	R\$ 168.495,48	R\$ 170.244,15	R\$ 171.764,57	R\$ 173.086,53	R\$ 174.235,93	R\$ 175.235,26	R\$ 176.104,13	R\$ 176.859,57	R\$ 177.516,38

**APÊNDICE N – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 02 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + GMG**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 15.001,20							
- Custo Anual do GMG		R\$ 19.509,98							
= Lucro Bruto		-R\$ 34.511,18							
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.000,00							
= Lucro Operacional		-R\$ 36.511,18							
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 36.511,18							
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 36.511,18							
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 11.819,94	-R\$ 36.511,18							

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 15.001,20										
R\$ 19.509,98										
-R\$ 34.511,18										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 36.511,18										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 36.511,18										
R\$ -										
-R\$ 36.511,18										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 36.511,18	-R\$ 36.511,18	-R\$ 48.331,12	-R\$ 36.511,18							

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 15.001,20										
R\$ 19.509,98										
-R\$ 34.511,18										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 36.511,18										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 36.511,18										
R\$ -										
-R\$ 36.511,18										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 36.511,18	-R\$ 36.511,18	-R\$ 48.331,12	-R\$ 36.511,18							

**APÊNDICE O – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 02 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 13.044,52	R\$ 11.343,06	R\$ 9.863,53	R\$ 8.576,98	R\$ 7.458,25	R\$ 6.485,43	R\$ 5.639,51	R\$ 4.903,92
- Custo Anual do GMG		R\$ 16.965,20	R\$ 14.752,35	R\$ 12.828,13	R\$ 11.154,90	R\$ 9.699,91	R\$ 8.434,70	R\$ 7.334,53	R\$ 6.377,85
= Lucro Bruto		-R\$ 30.009,72	-R\$ 26.095,41	-R\$ 22.691,66	-R\$ 19.731,88	-R\$ 17.158,16	-R\$ 14.920,14	-R\$ 12.974,03	-R\$ 11.281,77
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 1.739,13	R\$ 1.512,29	R\$ 1.315,03	R\$ 1.143,51	R\$ 994,35	R\$ 864,66	R\$ 751,87	R\$ 653,80
= Lucro Operacional		-R\$ 31.748,85	-R\$ 27.607,70	-R\$ 24.006,69	-R\$ 20.875,39	-R\$ 18.152,51	-R\$ 15.784,79	-R\$ 13.725,91	-R\$ 11.935,57
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 31.748,85	-R\$ 27.607,70	-R\$ 24.006,69	-R\$ 20.875,39	-R\$ 18.152,51	-R\$ 15.784,79	-R\$ 13.725,91	-R\$ 11.935,57
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 31.748,85	-R\$ 27.607,70	-R\$ 24.006,69	-R\$ 20.875,39	-R\$ 18.152,51	-R\$ 15.784,79	-R\$ 13.725,91	-R\$ 11.935,57
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
+ Custo leite perdido		R\$ 46.957,56	R\$ 40.832,66	R\$ 35.506,66	R\$ 30.875,36	R\$ 26.848,14	R\$ 23.346,21	R\$ 20.301,05	R\$ 17.653,09
= Valor acumulado da economia	-R\$ 11.819,94	R\$ 3.388,77	R\$ 16.613,73	R\$ 28.113,70	R\$ 38.113,68	R\$ 46.809,31	R\$ 54.370,72	R\$ 60.945,87	R\$ 66.663,38

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 4.264,28	R\$ 3.708,07	R\$ 3.224,41	R\$ 2.803,83	R\$ 2.438,11	R\$ 2.120,10	R\$ 1.843,56	R\$ 1.603,10	R\$ 1.394,00	R\$ 1.212,17	R\$ 1.054,06
R\$ 5.545,96	R\$ 4.822,57	R\$ 4.193,54	R\$ 3.646,56	R\$ 3.170,92	R\$ 2.757,32	R\$ 2.397,67	R\$ 2.084,93	R\$ 1.812,98	R\$ 1.576,51	R\$ 1.370,88
-R\$ 9.810,23	-R\$ 8.530,64	-R\$ 7.417,94	-R\$ 6.450,39	-R\$ 5.609,03	-R\$ 4.877,42	-R\$ 4.241,23	-R\$ 3.688,03	-R\$ 3.206,98	-R\$ 2.788,68	-R\$ 2.424,94
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 568,52	R\$ 494,37	R\$ 429,89	R\$ 373,81	R\$ 325,06	R\$ 282,66	R\$ 245,79	R\$ 213,73	R\$ 185,85	R\$ 161,61	R\$ 140,53
-R\$ 10.378,76	-R\$ 9.025,01	-R\$ 7.847,83	-R\$ 6.824,20	-R\$ 5.934,09	-R\$ 5.160,08	-R\$ 4.487,02	-R\$ 3.901,76	-R\$ 3.392,83	-R\$ 2.950,29	-R\$ 2.565,47
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 10.378,76	-R\$ 9.025,01	-R\$ 7.847,83	-R\$ 6.824,20	-R\$ 5.934,09	-R\$ 5.160,08	-R\$ 4.487,02	-R\$ 3.901,76	-R\$ 3.392,83	-R\$ 2.950,29	-R\$ 2.565,47
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 10.378,76	-R\$ 9.025,01	-R\$ 7.847,83	-R\$ 6.824,20	-R\$ 5.934,09	-R\$ 5.160,08	-R\$ 4.487,02	-R\$ 3.901,76	-R\$ 3.392,83	-R\$ 2.950,29	-R\$ 2.565,47
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ 2.540,62	R\$ -							
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 15.350,51	R\$ 13.348,27	R\$ 11.607,19	R\$ 10.093,21	R\$ 8.776,70	R\$ 7.631,92	R\$ 6.636,45	R\$ 5.770,83	R\$ 5.018,11	R\$ 4.363,57	R\$ 3.794,41
R\$ 71.635,14	R\$ 75.958,40	R\$ 77.177,15	R\$ 80.446,16	R\$ 83.288,77	R\$ 85.760,61	R\$ 87.910,04	R\$ 89.779,11	R\$ 91.404,38	R\$ 92.817,67	R\$ 94.046,61

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 916,58	R\$ 797,02	R\$ 693,06	R\$ 602,66	R\$ 524,06	R\$ 455,70	R\$ 396,26	R\$ 344,58	R\$ 299,63	R\$ 260,55	R\$ 226,56
R\$ 1.192,07	R\$ 1.036,58	R\$ 901,37	R\$ 783,80	R\$ 681,57	R\$ 592,67	R\$ 515,36	R\$ 448,14	R\$ 389,69	R\$ 338,86	R\$ 294,66
-R\$ 2.108,64	-R\$ 1.833,60	-R\$ 1.594,44	-R\$ 1.386,47	-R\$ 1.205,62	-R\$ 1.048,37	-R\$ 911,62	-R\$ 792,72	-R\$ 689,32	-R\$ 599,41	-R\$ 521,22
R\$ -										
R\$ 122,20	R\$ 106,26	R\$ 92,40	R\$ 80,35	R\$ 69,87	R\$ 60,76	R\$ 52,83	R\$ 45,94	R\$ 39,95	R\$ 34,74	R\$ 30,21
-R\$ 2.230,84	-R\$ 1.939,86	-R\$ 1.686,84	-R\$ 1.466,82	-R\$ 1.275,49	-R\$ 1.109,12	-R\$ 964,46	-R\$ 838,66	-R\$ 729,27	-R\$ 634,14	-R\$ 551,43
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 2.230,84	-R\$ 1.939,86	-R\$ 1.686,84	-R\$ 1.466,82	-R\$ 1.275,49	-R\$ 1.109,12	-R\$ 964,46	-R\$ 838,66	-R\$ 729,27	-R\$ 634,14	-R\$ 551,43
R\$ -										
-R\$ 2.230,84	-R\$ 1.939,86	-R\$ 1.686,84	-R\$ 1.466,82	-R\$ 1.275,49	-R\$ 1.109,12	-R\$ 964,46	-R\$ 838,66	-R\$ 729,27	-R\$ 634,14	-R\$ 551,43
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 3.299,49	R\$ 2.869,12	R\$ 2.494,89	R\$ 2.169,47	R\$ 1.886,49	R\$ 1.640,43	R\$ 1.426,46	R\$ 1.240,40	R\$ 1.078,61	R\$ 937,92	R\$ 815,58
R\$ 95.115,25	R\$ 96.044,51	R\$ 96.306,47	R\$ 97.009,12	R\$ 97.620,12	R\$ 98.151,43	R\$ 98.613,43	R\$ 99.015,17	R\$ 99.364,52	R\$ 99.668,29	R\$ 99.932,44

**APÊNDICE P – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 02 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 5.282,96	R\$ 5.290,35	R\$ 5.293,30	R\$ 5.506,97	R\$ 5.510,19	R\$ 5.513,40	R\$ 5.516,62	R\$ 5.519,83
- Custo Anual do GMG		R\$ 19.509,98							
= Lucro Bruto		-R\$ 24.792,95	-R\$ 24.800,33	-R\$ 24.803,29	-R\$ 25.016,96	-R\$ 25.020,17	-R\$ 25.023,39	-R\$ 25.026,60	-R\$ 25.029,82
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 27.430,45	-R\$ 27.437,83	-R\$ 27.440,79	-R\$ 27.654,46	-R\$ 27.657,67	-R\$ 27.660,89	-R\$ 27.664,10	-R\$ 27.667,32
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 27.430,45	-R\$ 27.437,83	-R\$ 27.440,79	-R\$ 27.654,46	-R\$ 27.657,67	-R\$ 27.660,89	-R\$ 27.664,10	-R\$ 27.667,32
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 27.430,45	-R\$ 27.437,83	-R\$ 27.440,79	-R\$ 27.654,46	-R\$ 27.657,67	-R\$ 27.660,89	-R\$ 27.664,10	-R\$ 27.667,32
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	R\$ 67.960,12	-R\$ 27.430,45	-R\$ 27.437,83	-R\$ 27.440,79	-R\$ 27.654,46	-R\$ 27.657,67	-R\$ 27.660,89	-R\$ 27.664,10	-R\$ 27.667,32

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 5.523,05	R\$ 5.526,26	R\$ 5.529,48	R\$ 5.532,69	R\$ 5.535,91	R\$ 5.539,12	R\$ 5.542,34	R\$ 5.545,55	R\$ 5.552,81	R\$ 5.561,04	R\$ 5.569,27
R\$ 19.509,98										
-R\$ 25.033,03	-R\$ 25.036,25	-R\$ 25.039,46	-R\$ 25.042,68	-R\$ 25.045,89	-R\$ 25.049,11	-R\$ 25.052,32	-R\$ 25.055,54	-R\$ 25.062,80	-R\$ 25.071,03	-R\$ 25.079,25
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 27.670,53	-R\$ 27.673,75	-R\$ 27.676,96	-R\$ 27.680,18	-R\$ 27.683,39	-R\$ 27.686,61	-R\$ 27.689,82	-R\$ 27.693,04	-R\$ 27.700,30	-R\$ 27.708,53	-R\$ 27.716,75
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 27.670,53	-R\$ 27.673,75	-R\$ 27.676,96	-R\$ 27.680,18	-R\$ 27.683,39	-R\$ 27.686,61	-R\$ 27.689,82	-R\$ 27.693,04	-R\$ 27.700,30	-R\$ 27.708,53	-R\$ 27.716,75
R\$ -										
-R\$ 27.670,53	-R\$ 27.673,75	-R\$ 27.676,96	-R\$ 27.680,18	-R\$ 27.683,39	-R\$ 27.686,61	-R\$ 27.689,82	-R\$ 27.693,04	-R\$ 27.700,30	-R\$ 27.708,53	-R\$ 27.716,75
R\$ -										
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 27.670,53	-R\$ 35.019,82	-R\$ 39.496,90	-R\$ 27.680,18	-R\$ 27.683,39	-R\$ 27.686,61	-R\$ 27.689,82	-R\$ 27.693,04	-R\$ 27.700,30	-R\$ 27.708,53	-R\$ 27.716,75

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 5.577,50	R\$ 5.585,72	R\$ 5.593,95	R\$ 5.602,18	R\$ 5.610,40	R\$ 5.618,63	R\$ 5.628,48	R\$ 5.639,31	R\$ 5.650,15	R\$ 5.660,98	R\$ 5.671,82
R\$ 19.509,98										
-R\$ 25.087,48	-R\$ 25.095,71	-R\$ 25.103,93	-R\$ 25.112,16	-R\$ 25.120,39	-R\$ 25.128,61	-R\$ 25.138,46	-R\$ 25.149,29	-R\$ 25.160,13	-R\$ 25.170,97	-R\$ 25.181,80
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 27.724,98	-R\$ 27.733,21	-R\$ 27.741,43	-R\$ 27.749,66	-R\$ 27.757,89	-R\$ 27.766,11	-R\$ 27.775,96	-R\$ 27.786,79	-R\$ 27.797,63	-R\$ 27.808,47	-R\$ 27.819,30
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 27.724,98	-R\$ 27.733,21	-R\$ 27.741,43	-R\$ 27.749,66	-R\$ 27.757,89	-R\$ 27.766,11	-R\$ 27.775,96	-R\$ 27.786,79	-R\$ 27.797,63	-R\$ 27.808,47	-R\$ 27.819,30
R\$ -										
-R\$ 27.724,98	-R\$ 27.733,21	-R\$ 27.741,43	-R\$ 27.749,66	-R\$ 27.757,89	-R\$ 27.766,11	-R\$ 27.775,96	-R\$ 27.786,79	-R\$ 27.797,63	-R\$ 27.808,47	-R\$ 27.819,30
R\$ -										
R\$ 7.346,07	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 35.071,05	-R\$ 27.733,21	-R\$ 39.561,37	-R\$ 27.749,66	-R\$ 27.757,89	-R\$ 27.766,11	-R\$ 27.775,96	-R\$ 27.786,79	-R\$ 27.797,63	-R\$ 27.808,47	-R\$ 27.819,30

**APÊNDICE Q – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 02 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Reculta	R\$ -	R\$ -							
- Custo Anual de energia		R\$ 4.593,88	R\$ 4.000,26	R\$ 3.480,43	R\$ 3.148,63	R\$ 2.739,54	R\$ 2.383,60	R\$ 2.073,90	R\$ 1.804,44
- Custo Anual do GMG		R\$ 16.965,20	R\$ 14.752,35	R\$ 12.828,13	R\$ 11.154,90	R\$ 9.699,91	R\$ 8.434,70	R\$ 7.334,53	R\$ 6.377,85
= Lucro Bruto		-R\$ 21.559,08	-R\$ 18.752,62	-R\$ 16.308,56	-R\$ 14.303,53	-R\$ 12.439,45	-R\$ 10.818,30	-R\$ 9.408,43	-R\$ 8.182,29
- Depreciação		R\$ -	R\$ -						
- Despesas		R\$ 2.293,48	R\$ 1.994,33	R\$ 1.734,20	R\$ 1.508,00	R\$ 1.311,30	R\$ 1.140,26	R\$ 991,53	R\$ 862,20
= Lucro Operacional		-R\$ 23.852,56	-R\$ 20.746,94	-R\$ 18.042,76	-R\$ 15.811,53	-R\$ 13.750,75	-R\$ 11.958,56	-R\$ 10.399,96	-R\$ 9.044,50
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 23.852,56	-R\$ 20.746,94	-R\$ 18.042,76	-R\$ 15.811,53	-R\$ 13.750,75	-R\$ 11.958,56	-R\$ 10.399,96	-R\$ 9.044,50
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -						
= Lucro Líquido		-R\$ 23.852,56	-R\$ 20.746,94	-R\$ 18.042,76	-R\$ 15.811,53	-R\$ 13.750,75	-R\$ 11.958,56	-R\$ 10.399,96	-R\$ 9.044,50
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -						
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -	R\$ -						
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -							
- Amortização	R\$ -	R\$ -							
+ Custo leite perdido		R\$ 46.957,56	R\$ 40.832,66	R\$ 35.506,66	R\$ 30.875,36	R\$ 26.848,14	R\$ 23.346,21	R\$ 20.301,05	R\$ 17.653,09
= Valor acumulado da economia	-R\$ 67.960,12	-R\$ 44.855,12	-R\$ 24.769,40	-R\$ 7.305,50	R\$ 7.758,33	R\$ 20.855,72	R\$ 32.243,36	R\$ 42.144,45	R\$ 50.753,04

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 1.570,00	R\$ 1.366,01	R\$ 1.188,52	R\$ 1.034,10	R\$ 899,74	R\$ 782,84	R\$ 681,12	R\$ 592,62	R\$ 516,00	R\$ 449,36	R\$ 391,33
R\$ 5.545,96	R\$ 4.822,57	R\$ 4.193,54	R\$ 3.646,56	R\$ 3.170,92	R\$ 2.757,32	R\$ 2.397,67	R\$ 2.084,93	R\$ 1.812,98	R\$ 1.576,51	R\$ 1.370,88
-R\$ 7.115,95	-R\$ 6.188,58	-R\$ 5.382,06	-R\$ 4.680,66	-R\$ 4.070,66	-R\$ 3.540,16	-R\$ 3.078,79	-R\$ 2.677,55	-R\$ 2.328,98	-R\$ 2.025,87	-R\$ 1.762,20
R\$ -										
R\$ 749,74	R\$ 651,95	R\$ 566,91	R\$ 492,97	R\$ 428,67	R\$ 372,75	R\$ 324,13	R\$ 281,86	R\$ 245,09	R\$ 213,12	R\$ 185,32
-R\$ 7.865,69	-R\$ 6.840,53	-R\$ 5.948,98	-R\$ 5.173,62	-R\$ 4.499,33	-R\$ 3.912,91	-R\$ 3.402,93	-R\$ 2.959,41	-R\$ 2.574,07	-R\$ 2.238,99	-R\$ 1.947,53
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 7.865,69	-R\$ 6.840,53	-R\$ 5.948,98	-R\$ 5.173,62	-R\$ 4.499,33	-R\$ 3.912,91	-R\$ 3.402,93	-R\$ 2.959,41	-R\$ 2.574,07	-R\$ 2.238,99	-R\$ 1.947,53
R\$ -										
-R\$ 7.865,69	-R\$ 6.840,53	-R\$ 5.948,98	-R\$ 5.173,62	-R\$ 4.499,33	-R\$ 3.912,91	-R\$ 3.402,93	-R\$ 2.959,41	-R\$ 2.574,07	-R\$ 2.238,99	-R\$ 1.947,53
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 15.350,51	R\$ 13.348,27	R\$ 11.607,19	R\$ 10.093,21	R\$ 8.776,70	R\$ 7.631,92	R\$ 6.636,45	R\$ 5.770,83	R\$ 5.018,11	R\$ 4.363,57	R\$ 3.794,41
R\$ 58.237,86	R\$ 62.929,77	R\$ 66.047,37	R\$ 70.966,95	R\$ 75.244,33	R\$ 78.963,34	R\$ 82.196,86	R\$ 85.008,28	R\$ 87.452,31	R\$ 89.576,89	R\$ 91.423,78

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 340,79	R\$ 296,77	R\$ 258,44	R\$ 225,06	R\$ 196,00	R\$ 170,68	R\$ 148,68	R\$ 129,53	R\$ 112,85	R\$ 98,32	R\$ 85,66
R\$ 1.192,07	R\$ 1.036,58	R\$ 901,37	R\$ 783,80	R\$ 681,57	R\$ 592,67	R\$ 515,36	R\$ 448,14	R\$ 389,69	R\$ 338,86	R\$ 294,66
-R\$ 1.532,85	-R\$ 1.333,35	-R\$ 1.159,82	-R\$ 1.008,87	-R\$ 877,56	-R\$ 763,35	-R\$ 664,04	-R\$ 577,68	-R\$ 502,54	-R\$ 437,18	-R\$ 380,32
R\$ -										
R\$ 161,15	R\$ 140,13	R\$ 121,85	R\$ 105,96	R\$ 92,14	R\$ 80,12	R\$ 69,67	R\$ 60,58	R\$ 52,68	R\$ 45,81	R\$ 39,83
-R\$ 1.694,00	-R\$ 1.473,48	-R\$ 1.281,67	-R\$ 1.114,83	-R\$ 969,70	-R\$ 843,47	-R\$ 733,71	-R\$ 638,26	-R\$ 555,22	-R\$ 482,99	-R\$ 420,16
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.694,00	-R\$ 1.473,48	-R\$ 1.281,67	-R\$ 1.114,83	-R\$ 969,70	-R\$ 843,47	-R\$ 733,71	-R\$ 638,26	-R\$ 555,22	-R\$ 482,99	-R\$ 420,16
R\$ -										
-R\$ 1.694,00	-R\$ 1.473,48	-R\$ 1.281,67	-R\$ 1.114,83	-R\$ 969,70	-R\$ 843,47	-R\$ 733,71	-R\$ 638,26	-R\$ 555,22	-R\$ 482,99	-R\$ 420,16
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 3.299,49	R\$ 2.869,12	R\$ 2.494,89	R\$ 2.169,47	R\$ 1.886,49	R\$ 1.640,43	R\$ 1.426,46	R\$ 1.240,40	R\$ 1.078,61	R\$ 937,92	R\$ 815,58
R\$ 92.580,41	R\$ 93.976,05	R\$ 94.643,18	R\$ 95.697,82	R\$ 96.614,61	R\$ 97.411,57	R\$ 98.104,32	R\$ 98.706,46	R\$ 99.229,84	R\$ 99.684,77	R\$ 100.080,20

**APÊNDICE R – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 02 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 5.282,96	R\$ 5.290,35	R\$ 5.293,30	R\$ 5.506,97	R\$ 5.510,19	R\$ 5.513,40	R\$ 5.516,62	R\$ 5.519,83
= Lucro Bruto		-R\$ 5.282,96	-R\$ 5.290,35	-R\$ 5.293,30	-R\$ 5.506,97	-R\$ 5.510,19	-R\$ 5.513,40	-R\$ 5.516,62	-R\$ 5.519,83
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 5.920,46	-R\$ 5.927,85	-R\$ 5.930,80	-R\$ 6.144,47	-R\$ 6.147,69	-R\$ 6.150,90	-R\$ 6.154,12	-R\$ 6.157,33
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 5.920,46	-R\$ 5.927,85	-R\$ 5.930,80	-R\$ 6.144,47	-R\$ 6.147,69	-R\$ 6.150,90	-R\$ 6.154,12	-R\$ 6.157,33
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 5.920,46	-R\$ 5.927,85	-R\$ 5.930,80	-R\$ 6.144,47	-R\$ 6.147,69	-R\$ 6.150,90	-R\$ 6.154,12	-R\$ 6.157,33
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos		R\$ -							
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	-R\$ 106.578,00	-R\$ 5.920,46	-R\$ 5.927,85	-R\$ 5.930,80	-R\$ 6.144,47	-R\$ 6.147,69	-R\$ 6.150,90	-R\$ 6.154,12	-R\$ 6.157,33

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 5.523,05	R\$ 5.526,26	R\$ 5.529,48	R\$ 5.532,69	R\$ 5.535,91	R\$ 5.539,12	R\$ 5.542,34	R\$ 5.545,55	R\$ 5.552,81	R\$ 5.561,04	R\$ 5.569,27
-R\$ 5.523,05	-R\$ 5.526,26	-R\$ 5.529,48	-R\$ 5.532,69	-R\$ 5.535,91	-R\$ 5.539,12	-R\$ 5.542,34	-R\$ 5.545,55	-R\$ 5.552,81	-R\$ 5.561,04	-R\$ 5.569,27
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 6.160,55	-R\$ 6.163,76	-R\$ 6.166,98	-R\$ 6.170,19	-R\$ 6.173,41	-R\$ 6.176,62	-R\$ 6.179,84	-R\$ 6.183,05	-R\$ 6.190,31	-R\$ 6.198,54	-R\$ 6.206,77
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 6.160,55	-R\$ 6.163,76	-R\$ 6.166,98	-R\$ 6.170,19	-R\$ 6.173,41	-R\$ 6.176,62	-R\$ 6.179,84	-R\$ 6.183,05	-R\$ 6.190,31	-R\$ 6.198,54	-R\$ 6.206,77
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 6.160,55	-R\$ 6.163,76	-R\$ 6.166,98	-R\$ 6.170,19	-R\$ 6.173,41	-R\$ 6.176,62	-R\$ 6.179,84	-R\$ 6.183,05	-R\$ 6.190,31	-R\$ 6.198,54	-R\$ 6.206,77
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ -								
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 6.160,55	-R\$ 13.509,83	-R\$ 6.166,98	-R\$ 6.170,19	-R\$ 6.173,41	-R\$ 6.176,62	-R\$ 6.179,84	-R\$ 6.183,05	-R\$ 6.190,31	-R\$ 6.198,54	-R\$ 6.206,77

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 5.577,50	R\$ 5.585,72	R\$ 5.593,95	R\$ 5.602,18	R\$ 5.610,40	R\$ 5.618,63	R\$ 5.628,48	R\$ 5.639,31	R\$ 5.650,15	R\$ 5.660,98	R\$ 5.671,82
-R\$ 5.577,50	-R\$ 5.585,72	-R\$ 5.593,95	-R\$ 5.602,18	-R\$ 5.610,40	-R\$ 5.618,63	-R\$ 5.628,48	-R\$ 5.639,31	-R\$ 5.650,15	-R\$ 5.660,98	-R\$ 5.671,82
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 6.215,00	-R\$ 6.223,22	-R\$ 6.231,45	-R\$ 6.239,68	-R\$ 6.247,90	-R\$ 6.256,13	-R\$ 6.265,98	-R\$ 6.276,81	-R\$ 6.287,65	-R\$ 6.298,48	-R\$ 6.309,32
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 6.215,00	-R\$ 6.223,22	-R\$ 6.231,45	-R\$ 6.239,68	-R\$ 6.247,90	-R\$ 6.256,13	-R\$ 6.265,98	-R\$ 6.276,81	-R\$ 6.287,65	-R\$ 6.298,48	-R\$ 6.309,32
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 6.215,00	-R\$ 6.223,22	-R\$ 6.231,45	-R\$ 6.239,68	-R\$ 6.247,90	-R\$ 6.256,13	-R\$ 6.265,98	-R\$ 6.276,81	-R\$ 6.287,65	-R\$ 6.298,48	-R\$ 6.309,32
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 7.346,07	R\$ -									
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 13.561,07	-R\$ 6.223,22	-R\$ 6.231,45	-R\$ 6.239,68	-R\$ 6.247,90	-R\$ 6.256,13	-R\$ 6.265,98	-R\$ 6.276,81	-R\$ 6.287,65	-R\$ 6.298,48	-R\$ 6.309,32

**APÊNDICE S – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 02 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 4.593,88	R\$ 4.000,26	R\$ 3.480,43	R\$ 3.148,63	R\$ 2.739,54	R\$ 2.383,60	R\$ 2.073,90	R\$ 1.804,44
= Lucro Bruto		-R\$ 4.593,88	-R\$ 4.000,26	-R\$ 3.480,43	-R\$ 3.148,63	-R\$ 2.739,54	-R\$ 2.383,60	-R\$ 2.073,90	-R\$ 1.804,44
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 554,35	R\$ 482,04	R\$ 419,17	R\$ 364,49	R\$ 316,95	R\$ 275,61	R\$ 239,66	R\$ 208,40
= Lucro Operacional		-R\$ 5.148,23	-R\$ 4.482,31	-R\$ 3.899,60	-R\$ 3.513,12	-R\$ 3.056,49	-R\$ 2.659,21	-R\$ 2.313,56	-R\$ 2.012,84
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 5.148,23	-R\$ 4.482,31	-R\$ 3.899,60	-R\$ 3.513,12	-R\$ 3.056,49	-R\$ 2.659,21	-R\$ 2.313,56	-R\$ 2.012,84
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 5.148,23	-R\$ 4.482,31	-R\$ 3.899,60	-R\$ 3.513,12	-R\$ 3.056,49	-R\$ 2.659,21	-R\$ 2.313,56	-R\$ 2.012,84
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 46.957,56	R\$ 40.832,66	R\$ 35.506,66	R\$ 30.875,36	R\$ 26.848,14	R\$ 23.346,21	R\$ 20.301,05	R\$ 17.653,09
= Valor acumulado da economia	-R\$ 106.578,00	-R\$ 64.768,67	-R\$ 28.418,31	R\$ 3.188,75	R\$ 30.550,99	R\$ 54.342,64	R\$ 75.029,64	R\$ 93.017,13	R\$ 108.657,38

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 1.570,00	R\$ 1.366,01	R\$ 1.188,52	R\$ 1.034,10	R\$ 899,74	R\$ 782,84	R\$ 681,12	R\$ 592,62	R\$ 516,00	R\$ 449,36	R\$ 391,33
-R\$ 1.570,00	-R\$ 1.366,01	-R\$ 1.188,52	-R\$ 1.034,10	-R\$ 899,74	-R\$ 782,84	-R\$ 681,12	-R\$ 592,62	-R\$ 516,00	-R\$ 449,36	-R\$ 391,33
R\$ -										
R\$ 181,22	R\$ 157,58	R\$ 137,03	R\$ 119,15	R\$ 103,61	R\$ 90,10	R\$ 78,35	R\$ 68,13	R\$ 59,24	R\$ 51,51	R\$ 44,79
-R\$ 1.751,21	-R\$ 1.523,59	-R\$ 1.325,55	-R\$ 1.153,25	-R\$ 1.003,35	-R\$ 872,93	-R\$ 759,47	-R\$ 660,75	-R\$ 575,24	-R\$ 500,87	-R\$ 436,12
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.751,21	-R\$ 1.523,59	-R\$ 1.325,55	-R\$ 1.153,25	-R\$ 1.003,35	-R\$ 872,93	-R\$ 759,47	-R\$ 660,75	-R\$ 575,24	-R\$ 500,87	-R\$ 436,12
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -	R\$ 1.815,84	R\$ -								
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 15.350,51	R\$ 13.348,27	R\$ 11.607,19	R\$ 10.093,21	R\$ 8.776,70	R\$ 7.631,92	R\$ 6.636,45	R\$ 5.770,83	R\$ 5.018,11	R\$ 4.363,57	R\$ 3.794,41
R\$ 122.256,67	R\$ 132.265,52	R\$ 142.547,16	R\$ 151.487,12	R\$ 159.260,47	R\$ 166.019,45	R\$ 171.896,43	R\$ 177.006,51	R\$ 181.449,38	R\$ 185.312,08	R\$ 188.670,37

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 340,79	R\$ 296,77	R\$ 258,44	R\$ 225,06	R\$ 196,00	R\$ 170,68	R\$ 148,68	R\$ 129,53	R\$ 112,85	R\$ 98,32	R\$ 85,66
-R\$ 340,79	-R\$ 296,77	-R\$ 258,44	-R\$ 225,06	-R\$ 196,00	-R\$ 170,68	-R\$ 148,68	-R\$ 129,53	-R\$ 112,85	-R\$ 98,32	-R\$ 85,66
R\$ -										
R\$ 38,95	R\$ 33,87	R\$ 29,45	R\$ 25,61	R\$ 22,27	R\$ 19,37	R\$ 16,84	R\$ 14,64	R\$ 12,73	R\$ 11,07	R\$ 9,63
-R\$ 379,74	-R\$ 330,64	-R\$ 287,90	-R\$ 250,68	-R\$ 218,27	-R\$ 190,05	-R\$ 165,52	-R\$ 144,18	-R\$ 125,59	-R\$ 109,40	-R\$ 95,29
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 379,74	-R\$ 330,64	-R\$ 287,90	-R\$ 250,68	-R\$ 218,27	-R\$ 190,05	-R\$ 165,52	-R\$ 144,18	-R\$ 125,59	-R\$ 109,40	-R\$ 95,29
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -									
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 3.299,49	R\$ 2.869,12	R\$ 2.494,89	R\$ 2.169,47	R\$ 1.886,49	R\$ 1.640,43	R\$ 1.426,46	R\$ 1.240,40	R\$ 1.078,61	R\$ 937,92	R\$ 815,58
R\$ 191.141,27	R\$ 193.679,75	R\$ 195.886,74	R\$ 197.805,53	R\$ 199.473,76	R\$ 200.924,14	R\$ 202.185,08	R\$ 203.281,30	R\$ 204.234,32	R\$ 205.062,85	R\$ 205.783,14

APÊNDICE T – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 03 FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + GMG

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 8.242,42							
- Custo Anual do GMG		R\$ 19.509,98							
= Lucro Bruto		-R\$ 27.752,40							
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.000,00							
= Lucro Operacional		-R\$ 29.752,40							
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 29.752,40							
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 29.752,40							
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 11.819,94	-R\$ 29.752,40							

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 8.242,42										
R\$ 19.509,98										
-R\$ 27.752,40										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 29.752,40										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40	-R\$ 29.752,40	-R\$ 41.572,34	-R\$ 29.752,40							

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 8.242,42										
R\$ 19.509,98										
-R\$ 27.752,40										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 29.752,40										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40										
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 29.752,40	-R\$ 29.752,40	-R\$ 41.572,34	-R\$ 29.752,40							

**APÊNDICE U – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 03 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -							
- Custo Anual de energia		R\$ 7.167,32	R\$ 6.232,45	R\$ 5.419,52	R\$ 4.712,63	R\$ 4.097,94	R\$ 3.563,42	R\$ 3.098,63	R\$ 2.694,46
- Custo Anual do GMG		R\$ 16.965,20	R\$ 14.752,35	R\$ 12.828,13	R\$ 11.154,90	R\$ 9.699,91	R\$ 8.434,70	R\$ 7.334,53	R\$ 6.377,85
= Lucro Bruto		-R\$ 24.132,52	-R\$ 20.984,80	-R\$ 18.247,65	-R\$ 15.867,52	-R\$ 13.797,85	-R\$ 11.998,13	-R\$ 10.433,16	-R\$ 9.072,31
- Depreciação		R\$ -	R\$ -						
- Despesas		R\$ 1.739,13	R\$ 1.512,29	R\$ 1.315,03	R\$ 1.143,51	R\$ 994,35	R\$ 864,66	R\$ 751,87	R\$ 653,80
= Lucro Operacional		-R\$ 25.871,65	-R\$ 22.497,09	-R\$ 19.562,69	-R\$ 17.011,03	-R\$ 14.792,20	-R\$ 12.862,78	-R\$ 11.185,03	-R\$ 9.726,11
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 25.871,65	-R\$ 22.497,09	-R\$ 19.562,69	-R\$ 17.011,03	-R\$ 14.792,20	-R\$ 12.862,78	-R\$ 11.185,03	-R\$ 9.726,11
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -						
= Lucro Líquido		-R\$ 25.871,65	-R\$ 22.497,09	-R\$ 19.562,69	-R\$ 17.011,03	-R\$ 14.792,20	-R\$ 12.862,78	-R\$ 11.185,03	-R\$ 9.726,11
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -						
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -	R\$ -						
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -							
- Amortização	R\$ -	R\$ -							
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 11.819,94	R\$ 3.388,77	R\$ 16.613,73	R\$ 28.113,70	R\$ 38.113,68	R\$ 46.809,31	R\$ 54.370,72	R\$ 60.945,87	R\$ 66.663,38

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 2.343,01	R\$ 2.037,40	R\$ 1.771,65	R\$ 1.540,57	R\$ 1.339,62	R\$ 1.164,89	R\$ 1.012,95	R\$ 880,82	R\$ 765,93	R\$ 666,03	R\$ 579,16
R\$ 5.545,96	R\$ 4.822,57	R\$ 4.193,54	R\$ 3.646,56	R\$ 3.170,92	R\$ 2.757,32	R\$ 2.397,67	R\$ 2.084,93	R\$ 1.812,98	R\$ 1.576,51	R\$ 1.370,88
-R\$ 7.888,96	-R\$ 6.859,97	-R\$ 5.965,19	-R\$ 5.187,12	-R\$ 4.510,54	-R\$ 3.922,21	-R\$ 3.410,62	-R\$ 2.965,75	-R\$ 2.578,92	-R\$ 2.242,54	-R\$ 1.950,03
R\$ -										
R\$ 568,52	R\$ 494,37	R\$ 429,89	R\$ 373,81	R\$ 325,06	R\$ 282,66	R\$ 245,79	R\$ 213,73	R\$ 185,85	R\$ 161,61	R\$ 140,53
-R\$ 8.457,49	-R\$ 7.354,34	-R\$ 6.395,08	-R\$ 5.560,94	-R\$ 4.835,60	-R\$ 4.204,87	-R\$ 3.656,41	-R\$ 3.179,48	-R\$ 2.764,77	-R\$ 2.404,15	-R\$ 2.090,56
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 8.457,49	-R\$ 7.354,34	-R\$ 6.395,08	-R\$ 5.560,94	-R\$ 4.835,60	-R\$ 4.204,87	-R\$ 3.656,41	-R\$ 3.179,48	-R\$ 2.764,77	-R\$ 2.404,15	-R\$ 2.090,56
R\$ -										
-R\$ 8.457,49	-R\$ 7.354,34	-R\$ 6.395,08	-R\$ 5.560,94	-R\$ 4.835,60	-R\$ 4.204,87	-R\$ 3.656,41	-R\$ 3.179,48	-R\$ 2.764,77	-R\$ 2.404,15	-R\$ 2.090,56
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 2.540,62	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 71.635,14	R\$ 75.958,40	R\$ 77.177,15	R\$ 80.446,16	R\$ 83.288,77	R\$ 85.760,61	R\$ 87.910,04	R\$ 89.779,11	R\$ 91.404,38	R\$ 92.817,67	R\$ 94.046,61

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 503,61	R\$ 437,93	R\$ 380,80	R\$ 331,13	R\$ 287,94	R\$ 250,39	R\$ 217,73	R\$ 189,33	R\$ 164,63	R\$ 143,16	R\$ 124,49
R\$ 1.192,07	R\$ 1.036,58	R\$ 901,37	R\$ 783,80	R\$ 681,57	R\$ 592,67	R\$ 515,36	R\$ 448,14	R\$ 389,69	R\$ 338,86	R\$ 294,66
-R\$ 1.695,68	-R\$ 1.474,50	-R\$ 1.282,18	-R\$ 1.114,94	-R\$ 969,51	-R\$ 843,05	-R\$ 733,09	-R\$ 637,47	-R\$ 554,32	-R\$ 482,02	-R\$ 419,15
R\$ -										
R\$ 122,20	R\$ 106,26	R\$ 92,40	R\$ 80,35	R\$ 69,87	R\$ 60,76	R\$ 52,83	R\$ 45,94	R\$ 39,95	R\$ 34,74	R\$ 30,21
-R\$ 1.817,88	-R\$ 1.580,77	-R\$ 1.374,58	-R\$ 1.195,29	-R\$ 1.039,38	-R\$ 903,81	-R\$ 785,92	-R\$ 683,41	-R\$ 594,27	-R\$ 516,75	-R\$ 449,35
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.817,88	-R\$ 1.580,77	-R\$ 1.374,58	-R\$ 1.195,29	-R\$ 1.039,38	-R\$ 903,81	-R\$ 785,92	-R\$ 683,41	-R\$ 594,27	-R\$ 516,75	-R\$ 449,35
R\$ -										
-R\$ 1.817,88	-R\$ 1.580,77	-R\$ 1.374,58	-R\$ 1.195,29	-R\$ 1.039,38	-R\$ 903,81	-R\$ 785,92	-R\$ 683,41	-R\$ 594,27	-R\$ 516,75	-R\$ 449,35
R\$ -										
R\$ -	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -	R\$ 236,09	R\$ -	R\$ -				
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 95.115,25	R\$ 96.044,51	R\$ 96.306,47	R\$ 97.009,12	R\$ 97.620,12	R\$ 98.151,43	R\$ 98.613,43	R\$ 99.015,17	R\$ 99.128,43	R\$ 99.432,20	R\$ 99.696,36

**APÊNDICE V – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 03 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.902,73	R\$ 2.906,79	R\$ 2.908,41	R\$ 3.025,81	R\$ 3.027,58	R\$ 3.029,34	R\$ 3.031,11	R\$ 3.032,88
- Custo Anual do GMG		R\$ 19.509,98							
= Lucro Bruto		-R\$ 22.412,71	-R\$ 22.416,77	-R\$ 22.418,39	-R\$ 22.535,79	-R\$ 22.537,56	-R\$ 22.539,33	-R\$ 22.541,09	-R\$ 22.542,86
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	R\$ 67.960,12	-R\$ 25.050,21	-R\$ 25.054,27	-R\$ 25.055,89	-R\$ 25.173,29	-R\$ 25.175,06	-R\$ 25.176,83	-R\$ 25.178,59	-R\$ 25.180,36

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 3.034,64	R\$ 3.036,41	R\$ 3.038,18	R\$ 3.039,94	R\$ 3.041,71	R\$ 3.043,47	R\$ 3.045,24	R\$ 3.047,01	R\$ 3.051,00	R\$ 3.055,52	R\$ 3.060,04
R\$ 19.509,98										
-R\$ 22.544,63	-R\$ 22.546,39	-R\$ 22.548,16	-R\$ 22.549,93	-R\$ 22.551,69	-R\$ 22.553,46	-R\$ 22.555,23	-R\$ 22.556,99	-R\$ 22.560,98	-R\$ 22.565,50	-R\$ 22.570,02
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 25.182,13	-R\$ 25.183,89	-R\$ 25.185,66	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 25.182,13	-R\$ 25.183,89	-R\$ 25.185,66	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52
R\$ -										
-R\$ 25.182,13	-R\$ 25.183,89	-R\$ 25.185,66	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52
R\$ -										
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 25.182,13	-R\$ 32.529,96	-R\$ 37.005,60	-R\$ 25.187,43	-R\$ 25.189,19	-R\$ 25.190,96	-R\$ 25.192,73	-R\$ 25.194,49	-R\$ 25.198,48	-R\$ 25.203,00	-R\$ 25.207,52

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 3.064,56	R\$ 3.069,08	R\$ 3.073,60	R\$ 3.078,12	R\$ 3.082,64	R\$ 3.087,16	R\$ 3.092,57	R\$ 3.098,52	R\$ 3.104,48	R\$ 3.110,43	R\$ 3.116,38
R\$ 19.509,98										
-R\$ 22.574,54	-R\$ 22.579,06	-R\$ 22.583,58	-R\$ 22.588,10	-R\$ 22.592,62	-R\$ 22.597,14	-R\$ 22.602,55	-R\$ 22.608,51	-R\$ 22.614,46	-R\$ 22.620,41	-R\$ 22.626,37
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 25.212,04	-R\$ 25.216,56	-R\$ 25.221,08	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 25.212,04	-R\$ 25.216,56	-R\$ 25.221,08	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87
R\$ -										
-R\$ 25.212,04	-R\$ 25.216,56	-R\$ 25.221,08	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87
R\$ -										
R\$ 7.346,07	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 32.558,11	-R\$ 25.216,56	-R\$ 37.041,02	-R\$ 25.225,60	-R\$ 25.230,12	-R\$ 25.234,64	-R\$ 25.240,05	-R\$ 25.246,01	-R\$ 25.251,96	-R\$ 25.257,91	-R\$ 25.263,87

**APÊNDICE W – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 03 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
- Custo Anual de energia		R\$ 2.524,11	R\$ 2.197,95	R\$ 1.912,33	R\$ 1.730,02	R\$ 1.505,24	R\$ 1.309,67	R\$ 1.139,51	R\$ 991,45
- Custo Anual do GMG		R\$ 16.965,20	R\$ 14.752,35	R\$ 12.828,13	R\$ 11.154,90	R\$ 9.699,91	R\$ 8.434,70	R\$ 7.334,53	R\$ 6.377,85
= Lucro Bruto		-R\$ 19.489,31	-R\$ 16.950,30	-R\$ 14.740,46	-R\$ 12.884,91	-R\$ 11.205,15	-R\$ 9.744,37	-R\$ 8.474,03	-R\$ 7.369,30
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -					
- Despesas		R\$ 2.293,48	R\$ 1.994,33	R\$ 1.734,20	R\$ 1.508,00	R\$ 1.311,30	R\$ 1.140,26	R\$ 991,53	R\$ 862,20
= Lucro Operacional		-R\$ 21.782,79	-R\$ 18.944,63	-R\$ 16.474,66	-R\$ 14.392,91	-R\$ 12.516,45	-R\$ 10.884,64	-R\$ 9.465,57	-R\$ 8.231,50
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 21.782,79	-R\$ 18.944,63	-R\$ 16.474,66	-R\$ 14.392,91	-R\$ 12.516,45	-R\$ 10.884,64	-R\$ 9.465,57	-R\$ 8.231,50
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -					
= Lucro Líquido		-R\$ 21.782,79	-R\$ 18.944,63	-R\$ 16.474,66	-R\$ 14.392,91	-R\$ 12.516,45	-R\$ 10.884,64	-R\$ 9.465,57	-R\$ 8.231,50
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -					
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -	R\$ -	R\$ -					
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 67.960,12	-R\$ 48.662,55	-R\$ 31.885,12	-R\$ 17.297,13	-R\$ 4.679,03	R\$ 6.292,34	R\$ 15.831,91	R\$ 24.126,51	R\$ 31.338,64

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 862,63	R\$ 750,55	R\$ 653,04	R\$ 568,19	R\$ 494,36	R\$ 430,13	R\$ 374,24	R\$ 325,62	R\$ 283,52	R\$ 246,90	R\$ 215,01
R\$ 5.545,96	R\$ 4.822,57	R\$ 4.193,54	R\$ 3.646,56	R\$ 3.170,92	R\$ 2.757,32	R\$ 2.397,67	R\$ 2.084,93	R\$ 1.812,98	R\$ 1.576,51	R\$ 1.370,88
-R\$ 6.408,59	-R\$ 5.573,12	-R\$ 4.846,57	-R\$ 4.214,74	-R\$ 3.665,28	-R\$ 3.187,45	-R\$ 2.771,91	-R\$ 2.410,55	-R\$ 2.096,50	-R\$ 1.823,41	-R\$ 1.585,89
R\$ -										
R\$ 749,74	R\$ 651,95	R\$ 566,91	R\$ 492,97	R\$ 428,67	R\$ 372,75	R\$ 324,13	R\$ 281,86	R\$ 245,09	R\$ 213,12	R\$ 185,32
-R\$ 7.158,33	-R\$ 6.225,07	-R\$ 5.413,49	-R\$ 4.707,71	-R\$ 4.093,95	-R\$ 3.560,20	-R\$ 3.096,05	-R\$ 2.692,40	-R\$ 2.341,59	-R\$ 2.036,53	-R\$ 1.771,21
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 7.158,33	-R\$ 6.225,07	-R\$ 5.413,49	-R\$ 4.707,71	-R\$ 4.093,95	-R\$ 3.560,20	-R\$ 3.096,05	-R\$ 2.692,40	-R\$ 2.341,59	-R\$ 2.036,53	-R\$ 1.771,21
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 37.609,55	R\$ 41.246,24	R\$ 43.446,58	R\$ 47.568,81	R\$ 51.153,08	R\$ 54.269,58	R\$ 56.979,37	R\$ 59.335,51	R\$ 61.383,97	R\$ 63.164,86	R\$ 64.713,15

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 187,25	R\$ 163,06	R\$ 142,00	R\$ 123,66	R\$ 107,69	R\$ 93,78	R\$ 81,69	R\$ 71,17	R\$ 62,01	R\$ 54,02	R\$ 47,07
R\$ 1.192,07	R\$ 1.036,58	R\$ 901,37	R\$ 783,80	R\$ 681,57	R\$ 592,67	R\$ 515,36	R\$ 448,14	R\$ 389,69	R\$ 338,86	R\$ 294,66
-R\$ 1.379,31	-R\$ 1.199,64	-R\$ 1.043,37	-R\$ 907,46	-R\$ 789,26	-R\$ 686,45	-R\$ 597,05	-R\$ 519,31	-R\$ 451,70	-R\$ 392,88	-R\$ 341,73
R\$ -										
R\$ 161,15	R\$ 140,13	R\$ 121,85	R\$ 105,96	R\$ 92,14	R\$ 80,12	R\$ 69,67	R\$ 60,58	R\$ 52,68	R\$ 45,81	R\$ 39,83
-R\$ 1.540,46	-R\$ 1.339,77	-R\$ 1.165,23	-R\$ 1.013,42	-R\$ 881,40	-R\$ 766,57	-R\$ 666,72	-R\$ 579,90	-R\$ 504,38	-R\$ 438,69	-R\$ 381,56
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.540,46	-R\$ 1.339,77	-R\$ 1.165,23	-R\$ 1.013,42	-R\$ 881,40	-R\$ 766,57	-R\$ 666,72	-R\$ 579,90	-R\$ 504,38	-R\$ 438,69	-R\$ 381,56
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -	R\$ 546,09	R\$ -							
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 65.610,37	R\$ 66.780,62	R\$ 67.251,93	R\$ 68.136,44	R\$ 68.905,42	R\$ 69.573,97	R\$ 70.155,17	R\$ 70.660,42	R\$ 71.099,65	R\$ 71.481,49	R\$ 71.813,43

**APÊNDICE X – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 03 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.902,73	R\$ 2.906,79	R\$ 2.908,41	R\$ 3.025,81	R\$ 3.027,58	R\$ 3.029,34	R\$ 3.031,11	R\$ 3.032,88
= Lucro Bruto		-R\$ 2.902,73	-R\$ 2.906,79	-R\$ 2.908,41	-R\$ 3.025,81	-R\$ 3.027,58	-R\$ 3.029,34	-R\$ 3.031,11	-R\$ 3.032,88
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 61.183,96	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	-R\$ 61.183,96	-R\$ 3.540,23	-R\$ 3.544,29	-R\$ 3.545,91	-R\$ 3.663,31	-R\$ 3.665,08	-R\$ 3.666,84	-R\$ 3.668,61	-R\$ 3.670,38

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 3.034,64	R\$ 3.036,41	R\$ 3.038,18	R\$ 3.039,94	R\$ 3.041,71	R\$ 3.043,47	R\$ 3.045,24	R\$ 3.047,01	R\$ 3.051,00	R\$ 3.055,52	R\$ 3.060,04
-R\$ 3.034,64	-R\$ 3.036,41	-R\$ 3.038,18	-R\$ 3.039,94	-R\$ 3.041,71	-R\$ 3.043,47	-R\$ 3.045,24	-R\$ 3.047,01	-R\$ 3.051,00	-R\$ 3.055,52	-R\$ 3.060,04
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.672,14	-R\$ 3.673,91	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ -								
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.672,14	-R\$ 11.019,98	-R\$ 3.675,68	-R\$ 3.677,44	-R\$ 3.679,21	-R\$ 3.680,97	-R\$ 3.682,74	-R\$ 3.684,51	-R\$ 3.688,50	-R\$ 3.693,02	-R\$ 3.697,54

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 3.064,56	R\$ 3.069,08	R\$ 3.073,60	R\$ 3.078,12	R\$ 3.082,64	R\$ 3.087,16	R\$ 3.092,57	R\$ 3.098,52	R\$ 3.104,48	R\$ 3.110,43	R\$ 3.116,38
-R\$ 3.064,56	-R\$ 3.069,08	-R\$ 3.073,60	-R\$ 3.078,12	-R\$ 3.082,64	-R\$ 3.087,16	-R\$ 3.092,57	-R\$ 3.098,52	-R\$ 3.104,48	-R\$ 3.110,43	-R\$ 3.116,38
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 3.702,06	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 7.346,07	R\$ -									
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 11.048,13	-R\$ 3.706,58	-R\$ 3.711,10	-R\$ 3.715,62	-R\$ 3.720,14	-R\$ 3.724,66	-R\$ 3.730,07	-R\$ 3.736,02	-R\$ 3.741,98	-R\$ 3.747,93	-R\$ 3.753,88

**APÊNDICE Y – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 03 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 2.524,11	R\$ 2.197,95	R\$ 1.912,33	R\$ 1.730,02	R\$ 1.505,24	R\$ 1.309,67	R\$ 1.139,51	R\$ 991,45
= Lucro Bruto		-R\$ 2.524,11	-R\$ 2.197,95	-R\$ 1.912,33	-R\$ 1.730,02	-R\$ 1.505,24	-R\$ 1.309,67	-R\$ 1.139,51	-R\$ 991,45
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 554,35	R\$ 482,04	R\$ 419,17	R\$ 364,49	R\$ 316,95	R\$ 275,61	R\$ 239,66	R\$ 208,40
= Lucro Operacional		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 3.078,46	-R\$ 2.679,99	-R\$ 2.331,49	-R\$ 2.094,51	-R\$ 1.822,19	-R\$ 1.585,28	-R\$ 1.379,17	-R\$ 1.199,85
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 61.183,96	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 41.080,36	R\$ 35.722,05	R\$ 31.062,66	R\$ 27.011,00	R\$ 23.487,83	R\$ 20.424,20	R\$ 17.760,17	R\$ 15.443,63
= Valor acumulado da economia	-R\$ 61.183,96	-R\$ 23.182,06	R\$ 9.860,01	R\$ 38.591,17	R\$ 63.507,66	R\$ 85.173,30	R\$ 104.012,23	R\$ 120.393,23	R\$ 134.637,01

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -										
R\$ 862,63	R\$ 750,55	R\$ 653,04	R\$ 568,19	R\$ 494,36	R\$ 430,13	R\$ 374,24	R\$ 325,62	R\$ 283,52	R\$ 246,90	R\$ 215,01
-R\$ 862,63	-R\$ 750,55	-R\$ 653,04	-R\$ 568,19	-R\$ 494,36	-R\$ 430,13	-R\$ 374,24	-R\$ 325,62	-R\$ 283,52	-R\$ 246,90	-R\$ 215,01
R\$ -										
R\$ 181,22	R\$ 157,58	R\$ 137,03	R\$ 119,15	R\$ 103,61	R\$ 90,10	R\$ 78,35	R\$ 68,13	R\$ 59,24	R\$ 51,51	R\$ 44,79
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.043,85	-R\$ 908,13	-R\$ 790,06	-R\$ 687,34	-R\$ 597,97	-R\$ 520,23	-R\$ 452,59	-R\$ 393,74	-R\$ 342,76	-R\$ 298,41	-R\$ 259,81
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -	R\$ 1.815,84	R\$ -								
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 13.429,24	R\$ 11.677,60	R\$ 10.154,44	R\$ 8.829,95	R\$ 7.678,21	R\$ 6.676,71	R\$ 5.805,83	R\$ 5.048,55	R\$ 4.390,04	R\$ 3.817,43	R\$ 3.319,50
R\$ 147.022,40	R\$ 155.976,03	R\$ 165.340,41	R\$ 173.483,02	R\$ 180.563,25	R\$ 186.719,73	R\$ 192.072,98	R\$ 196.727,78	R\$ 200.775,07	R\$ 204.294,08	R\$ 207.353,78

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 187,25	R\$ 163,06	R\$ 142,00	R\$ 123,66	R\$ 107,69	R\$ 93,78	R\$ 81,69	R\$ 71,17	R\$ 62,01	R\$ 54,02	R\$ 47,07
-R\$ 187,25	-R\$ 163,06	-R\$ 142,00	-R\$ 123,66	-R\$ 107,69	-R\$ 93,78	-R\$ 81,69	-R\$ 71,17	-R\$ 62,01	-R\$ 54,02	-R\$ 47,07
R\$ -										
R\$ 38,95	R\$ 33,87	R\$ 29,45	R\$ 25,61	R\$ 22,27	R\$ 19,37	R\$ 16,84	R\$ 14,64	R\$ 12,73	R\$ 11,07	R\$ 9,63
-R\$ 226,20	-R\$ 196,93	-R\$ 171,45	-R\$ 149,27	-R\$ 129,96	-R\$ 113,15	-R\$ 98,53	-R\$ 85,82	-R\$ 74,74	-R\$ 65,10	-R\$ 56,70
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 226,20	-R\$ 196,93	-R\$ 171,45	-R\$ 149,27	-R\$ 129,96	-R\$ 113,15	-R\$ 98,53	-R\$ 85,82	-R\$ 74,74	-R\$ 65,10	-R\$ 56,70
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -									
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 2.886,52	R\$ 2.510,02	R\$ 2.182,63	R\$ 1.897,94	R\$ 1.650,38	R\$ 1.435,11	R\$ 1.247,92	R\$ 1.085,15	R\$ 943,61	R\$ 820,53	R\$ 713,50
R\$ 209.565,26	R\$ 211.878,35	R\$ 213.889,52	R\$ 215.638,19	R\$ 217.158,61	R\$ 218.480,57	R\$ 219.629,97	R\$ 220.629,30	R\$ 221.498,17	R\$ 222.253,60	R\$ 222.910,41

APÊNDICE Z – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 04 FLUXO DE CAIXA REDE ELÉTRICA + GMG

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 9.266,63							
- Custo Anual do GMG		R\$ 7.503,84							
= Lucro Bruto		-R\$ 16.770,47							
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.000,00							
= Lucro Operacional		-R\$ 18.770,47							
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 18.770,47							
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 18.770,47							
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 11.819,94	-R\$ 18.770,47							

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 9.266,63										
R\$ 7.503,84										
-R\$ 16.770,47										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 18.770,47										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 18.770,47										
R\$ -										
-R\$ 18.770,47										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
-R\$ 18.770,47										

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 9.266,63										
R\$ 7.503,84										
-R\$ 16.770,47										
R\$ -										
R\$ 2.000,00										
-R\$ 18.770,47										
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 18.770,47										
R\$ -										
-R\$ 18.770,47										
R\$ -										
R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -	R\$ -							
R\$ -										
-R\$ 18.770,47	-R\$ 30.590,41	-R\$ 18.770,47	-R\$ 18.770,47							

**APÊNDICE AA – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 04 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
- Custo Anual de energia		R\$ 8.057,94	R\$ 7.006,90	R\$ 6.092,96	R\$ 5.298,22	R\$ 4.607,15	R\$ 4.006,22	R\$ 3.483,67	R\$ 3.029,28
- Custo Anual do GMG		R\$ 6.525,08	R\$ 5.673,98	R\$ 4.933,90	R\$ 4.290,34	R\$ 3.730,73	R\$ 3.244,12	R\$ 2.820,97	R\$ 2.453,02
= Lucro Bruto		-R\$ 14.583,01	-R\$ 12.680,88	-R\$ 11.026,85	-R\$ 9.588,57	-R\$ 8.337,89	-R\$ 7.250,34	-R\$ 6.304,64	-R\$ 5.482,30
- Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Despesas		R\$ 1.739,13	R\$ 1.512,29	R\$ 1.315,03	R\$ 1.143,51	R\$ 994,35	R\$ 864,66	R\$ 751,87	R\$ 653,80
= Lucro Operacional		-R\$ 16.322,14	-R\$ 14.193,17	-R\$ 12.341,89	-R\$ 10.732,08	-R\$ 9.332,24	-R\$ 8.114,99	-R\$ 7.056,51	-R\$ 6.136,10
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 16.322,14	-R\$ 14.193,17	-R\$ 12.341,89	-R\$ 10.732,08	-R\$ 9.332,24	-R\$ 8.114,99	-R\$ 7.056,51	-R\$ 6.136,10
- IRPJ/CSLL		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido		-R\$ 16.322,14	-R\$ 14.193,17	-R\$ 12.341,89	-R\$ 10.732,08	-R\$ 9.332,24	-R\$ 8.114,99	-R\$ 7.056,51	-R\$ 6.136,10
+ Depreciação		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Investimentos	R\$ 11.819,94	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
+ Custo leite perdido		R\$ 21.101,41	R\$ 18.349,06	R\$ 15.955,70	R\$ 13.874,52	R\$ 12.064,80	R\$ 10.491,13	R\$ 9.122,72	R\$ 7.932,80
= Valor acumulado da economia	-R\$ 11.819,94	-R\$ 7.040,67	-R\$ 2.884,78	R\$ 729,03	R\$ 3.871,48	R\$ 6.604,04	R\$ 8.980,18	R\$ 11.046,39	R\$ 12.843,10

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18
R\$ -									
R\$ 2.634,15	R\$ 2.290,57	R\$ 1.991,80	R\$ 1.732,00	R\$ 1.506,09	R\$ 1.309,64	R\$ 1.138,82	R\$ 990,28	R\$ 861,11	R\$ 748,79
R\$ 2.133,06	R\$ 1.854,83	R\$ 1.612,90	R\$ 1.402,52	R\$ 1.219,58	R\$ 1.060,51	R\$ 922,18	R\$ 801,90	R\$ 697,30	R\$ 606,35
-R\$ 4.767,21	-R\$ 4.145,40	-R\$ 3.604,70	-R\$ 3.134,52	-R\$ 2.725,67	-R\$ 2.370,15	-R\$ 2.061,00	-R\$ 1.792,17	-R\$ 1.558,41	-R\$ 1.355,14
R\$ -									
R\$ 568,52	R\$ 494,37	R\$ 429,89	R\$ 373,81	R\$ 325,06	R\$ 282,66	R\$ 245,79	R\$ 213,73	R\$ 185,85	R\$ 161,61
-R\$ 5.335,74	-R\$ 4.639,77	-R\$ 4.034,58	-R\$ 3.508,33	-R\$ 3.050,73	-R\$ 2.652,80	-R\$ 2.306,79	-R\$ 2.005,90	-R\$ 1.744,26	-R\$ 1.516,75
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 5.335,74	-R\$ 4.639,77	-R\$ 4.034,58	-R\$ 3.508,33	-R\$ 3.050,73	-R\$ 2.652,80	-R\$ 2.306,79	-R\$ 2.005,90	-R\$ 1.744,26	-R\$ 1.516,75
R\$ -									
R\$ -									
R\$ -									
R\$ -									
R\$ -									
R\$ 6.898,09	R\$ 5.998,34	R\$ 5.215,95	R\$ 4.535,61	R\$ 3.944,01	R\$ 3.429,57	R\$ 2.982,23	R\$ 2.593,25	R\$ 2.255,00	R\$ 1.960,87
R\$ 14.405,45	R\$ 15.764,02	R\$ 16.945,38	R\$ 17.972,65	R\$ 18.865,93	R\$ 19.642,69	R\$ 20.318,14	R\$ 20.905,49	R\$ 21.416,22	R\$ 21.860,34

VP19	VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -											
R\$ 651,12	R\$ 566,19	R\$ 492,34	R\$ 428,12	R\$ 372,28	R\$ 323,72	R\$ 281,50	R\$ 244,78	R\$ 212,85	R\$ 185,09	R\$ 160,95	R\$ 139,95
R\$ 527,26	R\$ 458,49	R\$ 398,68	R\$ 346,68	R\$ 301,46	R\$ 262,14	R\$ 227,95	R\$ 198,22	R\$ 172,36	R\$ 149,88	R\$ 130,33	R\$ 113,33
-R\$ 1.178,38	-R\$ 1.024,68	-R\$ 891,03	-R\$ 774,81	-R\$ 673,74	-R\$ 585,86	-R\$ 509,45	-R\$ 443,00	-R\$ 385,22	-R\$ 334,97	-R\$ 291,28	-R\$ 253,29
R\$ -											
R\$ 140,53	R\$ 122,20	R\$ 106,26	R\$ 92,40	R\$ 80,35	R\$ 69,87	R\$ 60,76	R\$ 52,83	R\$ 45,94	R\$ 39,95	R\$ 34,74	R\$ 30,21
-R\$ 1.318,91	-R\$ 1.146,88	-R\$ 997,29	-R\$ 867,21	-R\$ 754,09	-R\$ 655,73	-R\$ 570,20	-R\$ 495,83	-R\$ 431,15	-R\$ 374,92	-R\$ 326,02	-R\$ 283,49
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.318,91	-R\$ 1.146,88	-R\$ 997,29	-R\$ 867,21	-R\$ 754,09	-R\$ 655,73	-R\$ 570,20	-R\$ 495,83	-R\$ 431,15	-R\$ 374,92	-R\$ 326,02	-R\$ 283,49
R\$ -											
-R\$ 1.318,91	-R\$ 1.146,88	-R\$ 997,29	-R\$ 867,21	-R\$ 754,09	-R\$ 655,73	-R\$ 570,20	-R\$ 495,83	-R\$ 431,15	-R\$ 374,92	-R\$ 326,02	-R\$ 283,49
R\$ -											
R\$ -											
R\$ -											
R\$ -											
R\$ 1.705,10	R\$ 1.482,70	R\$ 1.289,30	R\$ 1.121,13	R\$ 974,90	R\$ 847,74	R\$ 737,16	R\$ 641,01	R\$ 557,40	R\$ 484,70	R\$ 421,48	R\$ 366,50
R\$ 22.246,53	R\$ 22.582,35	R\$ 22.874,36	R\$ 23.128,29	R\$ 23.349,09	R\$ 23.541,10	R\$ 23.708,06	R\$ 23.853,24	R\$ 23.979,49	R\$ 23.853,18	R\$ 23.948,64	R\$ 24.031,65

**APÊNDICE AB – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 04 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 3.862,37	R\$ 3.867,07	R\$ 3.868,95	R\$ 4.449,72	R\$ 4.452,32	R\$ 4.454,92	R\$ 4.457,51	R\$ 4.460,11
- Custo Anual do GMG		R\$ 7.503,84							
= Lucro Bruto		-R\$ 11.366,21	-R\$ 11.370,91	-R\$ 11.372,79	-R\$ 11.953,56	-R\$ 11.956,16	-R\$ 11.958,76	-R\$ 11.961,35	-R\$ 11.963,95
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 14.003,71	-R\$ 14.008,41	-R\$ 14.010,29	-R\$ 14.591,06	-R\$ 14.593,66	-R\$ 14.596,26	-R\$ 14.598,85	-R\$ 14.601,45
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 14.003,71	-R\$ 14.008,41	-R\$ 14.010,29	-R\$ 14.591,06	-R\$ 14.593,66	-R\$ 14.596,26	-R\$ 14.598,85	-R\$ 14.601,45
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 14.003,71	-R\$ 14.008,41	-R\$ 14.010,29	-R\$ 14.591,06	-R\$ 14.593,66	-R\$ 14.596,26	-R\$ 14.598,85	-R\$ 14.601,45
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
= Fluxo de Caixa	-R\$ 67.960,12	-R\$ 14.003,71	-R\$ 14.008,41	-R\$ 14.010,29	-R\$ 14.591,06	-R\$ 14.593,66	-R\$ 14.596,26	-R\$ 14.598,85	-R\$ 14.601,45

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -										
R\$ 4.462,71	R\$ 4.465,31	R\$ 4.467,90	R\$ 4.470,50	R\$ 4.473,10	R\$ 4.475,70	R\$ 4.478,30	R\$ 4.480,89	R\$ 4.486,76	R\$ 4.493,41	R\$ 4.500,06
R\$ 7.503,84										
-R\$ 11.966,55	-R\$ 11.969,15	-R\$ 11.971,74	-R\$ 11.974,34	-R\$ 11.976,94	-R\$ 11.979,54	-R\$ 11.982,14	-R\$ 11.984,73	-R\$ 11.990,60	-R\$ 11.997,25	-R\$ 12.003,90
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 14.604,05	-R\$ 14.606,65	-R\$ 14.609,24	-R\$ 14.611,84	-R\$ 14.614,44	-R\$ 14.617,04	-R\$ 14.619,64	-R\$ 14.622,23	-R\$ 14.628,10	-R\$ 14.634,75	-R\$ 14.641,40
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 14.604,05	-R\$ 14.606,65	-R\$ 14.609,24	-R\$ 14.611,84	-R\$ 14.614,44	-R\$ 14.617,04	-R\$ 14.619,64	-R\$ 14.622,23	-R\$ 14.628,10	-R\$ 14.634,75	-R\$ 14.641,40
R\$ -										
-R\$ 14.604,05	-R\$ 14.606,65	-R\$ 14.609,24	-R\$ 14.611,84	-R\$ 14.614,44	-R\$ 14.617,04	-R\$ 14.619,64	-R\$ 14.622,23	-R\$ 14.628,10	-R\$ 14.634,75	-R\$ 14.641,40
R\$ -										
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ -								
R\$ -										
-R\$ 14.604,05	-R\$ 21.952,72	-R\$ 14.609,24	-R\$ 14.611,84	-R\$ 14.614,44	-R\$ 14.617,04	-R\$ 14.619,64	-R\$ 14.622,23	-R\$ 14.628,10	-R\$ 14.634,75	-R\$ 14.641,40

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -										
R\$ 4.506,70	R\$ 4.513,35	R\$ 4.520,00	R\$ 4.526,64	R\$ 4.533,29	R\$ 4.539,94	R\$ 4.547,90	R\$ 4.556,65	R\$ 4.565,41	R\$ 4.574,16	R\$ 4.582,92
R\$ 7.503,84										
-R\$ 12.010,54	-R\$ 12.017,19	-R\$ 12.023,84	-R\$ 12.030,48	-R\$ 12.037,13	-R\$ 12.043,78	-R\$ 12.051,74	-R\$ 12.060,49	-R\$ 12.069,25	-R\$ 12.078,00	-R\$ 12.086,76
R\$ -										
R\$ 2.637,50										
-R\$ 14.648,04	-R\$ 14.654,69	-R\$ 14.661,34	-R\$ 14.667,98	-R\$ 14.674,63	-R\$ 14.681,28	-R\$ 14.689,24	-R\$ 14.697,99	-R\$ 14.706,75	-R\$ 14.715,50	-R\$ 14.724,26
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 14.648,04	-R\$ 14.654,69	-R\$ 14.661,34	-R\$ 14.667,98	-R\$ 14.674,63	-R\$ 14.681,28	-R\$ 14.689,24	-R\$ 14.697,99	-R\$ 14.706,75	-R\$ 14.715,50	-R\$ 14.724,26
R\$ -										
-R\$ 14.648,04	-R\$ 14.654,69	-R\$ 14.661,34	-R\$ 14.667,98	-R\$ 14.674,63	-R\$ 14.681,28	-R\$ 14.689,24	-R\$ 14.697,99	-R\$ 14.706,75	-R\$ 14.715,50	-R\$ 14.724,26
R\$ -										
R\$ 7.346,07	R\$ -	R\$ 11.819,94	R\$ -	R\$ -						
R\$ -										
-R\$ 14.648,04	-R\$ 14.654,69	-R\$ 14.661,34	-R\$ 14.667,98	-R\$ 14.674,63	-R\$ 14.681,28	-R\$ 14.689,24	-R\$ 14.697,99	-R\$ 26.526,69	-R\$ 14.715,50	-R\$ 14.724,26

**APÊNDICE AC – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 04 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + GMG**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -								
- Custo Anual de energia		R\$ 3.358,58	R\$ 2.924,06	R\$ 2.543,90	R\$ 2.544,14	R\$ 2.213,59	R\$ 1.925,98	R\$ 1.675,74	R\$ 1.458,02
- Custo Anual do GMG		R\$ 6.525,08	R\$ 5.673,98	R\$ 4.933,90	R\$ 4.290,34	R\$ 3.730,73	R\$ 3.244,12	R\$ 2.820,97	R\$ 2.453,02
= Lucro Bruto		-R\$ 9.883,66	-R\$ 8.598,04	-R\$ 7.477,79	-R\$ 6.834,49	-R\$ 5.944,32	-R\$ 5.170,10	-R\$ 4.496,72	-R\$ 3.911,04
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 2.293,48	R\$ 1.994,33	R\$ 1.734,20	R\$ 1.508,00	R\$ 1.311,30	R\$ 1.140,26	R\$ 991,53	R\$ 862,20
= Lucro Operacional		-R\$ 12.177,13	-R\$ 10.592,37	-R\$ 9.211,99	-R\$ 8.342,49	-R\$ 7.255,63	-R\$ 6.310,36	-R\$ 5.488,25	-R\$ 4.773,24
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 12.177,13	-R\$ 10.592,37	-R\$ 9.211,99	-R\$ 8.342,49	-R\$ 7.255,63	-R\$ 6.310,36	-R\$ 5.488,25	-R\$ 4.773,24
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 12.177,13	-R\$ 10.592,37	-R\$ 9.211,99	-R\$ 8.342,49	-R\$ 7.255,63	-R\$ 6.310,36	-R\$ 5.488,25	-R\$ 4.773,24
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 67.960,12	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -								
- Amortização	R\$ -								
+ Custo leite perdido		R\$ 21.101,41	R\$ 18.349,06	R\$ 15.955,70	R\$ 13.874,52	R\$ 12.064,80	R\$ 10.491,13	R\$ 9.122,72	R\$ 7.932,80
= Valor acumulado da economia	-R\$ 67.960,12	-R\$ 59.035,84	-R\$ 51.279,15	-R\$ 44.535,45	-R\$ 39.003,41	-R\$ 34.194,24	-R\$ 30.013,47	-R\$ 26.378,99	-R\$ 23.219,43

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ 1.268,58	R\$ 1.103,76	R\$ 960,35	R\$ 835,57	R\$ 727,00	R\$ 632,54	R\$ 550,36	R\$ 478,85	R\$ 416,94	R\$ 363,09	R\$ 316,20
R\$ 2.133,06	R\$ 1.854,83	R\$ 1.612,90	R\$ 1.402,52	R\$ 1.219,58	R\$ 1.060,51	R\$ 922,18	R\$ 801,90	R\$ 697,30	R\$ 606,35	R\$ 527,26
-R\$ 3.401,64	-R\$ 2.958,59	-R\$ 2.573,25	-R\$ 2.238,09	-R\$ 1.946,59	-R\$ 1.693,05	-R\$ 1.472,54	-R\$ 1.280,75	-R\$ 1.114,24	-R\$ 969,44	-R\$ 843,46
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ 749,74	R\$ 651,95	R\$ 566,91	R\$ 492,97	R\$ 428,67	R\$ 372,75	R\$ 324,13	R\$ 281,86	R\$ 245,09	R\$ 213,12	R\$ 185,32
-R\$ 4.151,38	-R\$ 3.610,54	-R\$ 3.140,16	-R\$ 2.731,06	-R\$ 2.375,26	-R\$ 2.065,81	-R\$ 1.796,67	-R\$ 1.562,60	-R\$ 1.359,33	-R\$ 1.182,56	-R\$ 1.028,78
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 4.151,38	-R\$ 3.610,54	-R\$ 3.140,16	-R\$ 2.731,06	-R\$ 2.375,26	-R\$ 2.065,81	-R\$ 1.796,67	-R\$ 1.562,60	-R\$ 1.359,33	-R\$ 1.182,56	-R\$ 1.028,78
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -							
R\$ 6.898,09	R\$ 5.998,34	R\$ 5.215,95	R\$ 4.535,61	R\$ 3.944,01	R\$ 3.429,57	R\$ 2.982,23	R\$ 2.593,25	R\$ 2.255,00	R\$ 1.960,87	R\$ 1.705,10
-R\$ 20.472,72	-R\$ 19.900,76	-R\$ 17.824,97	-R\$ 16.020,42	-R\$ 14.451,67	-R\$ 13.087,91	-R\$ 11.902,35	-R\$ 10.871,70	-R\$ 9.976,03	-R\$ 9.197,73	-R\$ 8.521,41

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 275,36	R\$ 239,80	R\$ 208,83	R\$ 181,86	R\$ 158,37	R\$ 137,91	R\$ 120,13	R\$ 104,67	R\$ 91,19	R\$ 79,45	R\$ 69,22
R\$ 458,49	R\$ 398,68	R\$ 346,68	R\$ 301,46	R\$ 262,14	R\$ 227,95	R\$ 198,22	R\$ 172,36	R\$ 149,88	R\$ 130,33	R\$ 113,33
-R\$ 733,85	-R\$ 638,48	-R\$ 555,51	-R\$ 483,32	-R\$ 420,51	-R\$ 365,86	-R\$ 318,35	-R\$ 277,03	-R\$ 241,07	-R\$ 209,78	-R\$ 182,55
R\$ -										
R\$ 161,15	R\$ 140,13	R\$ 121,85	R\$ 105,96	R\$ 92,14	R\$ 80,12	R\$ 69,67	R\$ 60,58	R\$ 52,68	R\$ 45,81	R\$ 39,83
-R\$ 895,00	-R\$ 778,61	-R\$ 677,36	-R\$ 589,28	-R\$ 512,65	-R\$ 445,98	-R\$ 388,02	-R\$ 337,61	-R\$ 293,75	-R\$ 255,59	-R\$ 222,38
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 895,00	-R\$ 778,61	-R\$ 677,36	-R\$ 589,28	-R\$ 512,65	-R\$ 445,98	-R\$ 388,02	-R\$ 337,61	-R\$ 293,75	-R\$ 255,59	-R\$ 222,38
R\$ -										
-R\$ 895,00	-R\$ 778,61	-R\$ 677,36	-R\$ 589,28	-R\$ 512,65	-R\$ 445,98	-R\$ 388,02	-R\$ 337,61	-R\$ 293,75	-R\$ 255,59	-R\$ 222,38
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -	R\$ 236,09	R\$ -	R\$ -						
R\$ -										
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 1.482,70	R\$ 1.289,30	R\$ 1.121,13	R\$ 974,90	R\$ 847,74	R\$ 737,16	R\$ 641,01	R\$ 557,40	R\$ 484,70	R\$ 421,48	R\$ 366,50
-R\$ 8.382,56	-R\$ 7.871,87	-R\$ 7.428,10	-R\$ 7.042,48	-R\$ 6.707,39	-R\$ 6.416,21	-R\$ 6.163,22	-R\$ 5.943,43	-R\$ 5.988,57	-R\$ 5.822,68	-R\$ 5.678,56

**APÊNDICE AD – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 04 FLUXO DE CAIXA
REDE ELÉTRICA + SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 3.862,37	R\$ 3.867,07	R\$ 3.868,95	R\$ 4.449,72	R\$ 4.452,32	R\$ 4.454,92	R\$ 4.457,51	R\$ 4.460,11
= Lucro Bruto		-R\$ 3.862,37	-R\$ 3.867,07	-R\$ 3.868,95	-R\$ 4.449,72	-R\$ 4.452,32	-R\$ 4.454,92	-R\$ 4.457,51	-R\$ 4.460,11
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 637,50							
= Lucro Operacional		-R\$ 4.499,87	-R\$ 4.504,57	-R\$ 4.506,45	-R\$ 5.087,22	-R\$ 5.089,82	-R\$ 5.092,42	-R\$ 5.095,01	-R\$ 5.097,61
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 4.499,87	-R\$ 4.504,57	-R\$ 4.506,45	-R\$ 5.087,22	-R\$ 5.089,82	-R\$ 5.092,42	-R\$ 5.095,01	-R\$ 5.097,61
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 4.499,87	-R\$ 4.504,57	-R\$ 4.506,45	-R\$ 5.087,22	-R\$ 5.089,82	-R\$ 5.092,42	-R\$ 5.095,01	-R\$ 5.097,61
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Fluxo de Caixa	-R\$ 106.578,00	-R\$ 4.499,87	-R\$ 4.504,57	-R\$ 4.506,45	-R\$ 5.087,22	-R\$ 5.089,82	-R\$ 5.092,42	-R\$ 5.095,01	-R\$ 5.097,61

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 4.462,71	R\$ 4.465,31	R\$ 4.467,90	R\$ 4.470,50	R\$ 4.473,10	R\$ 4.475,70	R\$ 4.478,30	R\$ 4.480,89	R\$ 4.486,76	R\$ 4.493,41	R\$ 4.500,06
-R\$ 4.462,71	-R\$ 4.465,31	-R\$ 4.467,90	-R\$ 4.470,50	-R\$ 4.473,10	-R\$ 4.475,70	-R\$ 4.478,30	-R\$ 4.480,89	-R\$ 4.486,76	-R\$ 4.493,41	-R\$ 4.500,06
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 5.100,21	-R\$ 5.102,81	-R\$ 5.105,40	-R\$ 5.108,00	-R\$ 5.110,60	-R\$ 5.113,20	-R\$ 5.115,80	-R\$ 5.118,39	-R\$ 5.124,26	-R\$ 5.130,91	-R\$ 5.137,56
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 5.100,21	-R\$ 5.102,81	-R\$ 5.105,40	-R\$ 5.108,00	-R\$ 5.110,60	-R\$ 5.113,20	-R\$ 5.115,80	-R\$ 5.118,39	-R\$ 5.124,26	-R\$ 5.130,91	-R\$ 5.137,56
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 5.100,21	-R\$ 5.102,81	-R\$ 5.105,40	-R\$ 5.108,00	-R\$ 5.110,60	-R\$ 5.113,20	-R\$ 5.115,80	-R\$ 5.118,39	-R\$ 5.124,26	-R\$ 5.130,91	-R\$ 5.137,56
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ 7.346,07	R\$ -								
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 5.100,21	-R\$ 12.448,88	-R\$ 5.105,40	-R\$ 5.108,00	-R\$ 5.110,60	-R\$ 5.113,20	-R\$ 5.115,80	-R\$ 5.118,39	-R\$ 5.124,26	-R\$ 5.130,91	-R\$ 5.137,56

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 4.506,70	R\$ 4.513,35	R\$ 4.520,00	R\$ 4.526,64	R\$ 4.533,29	R\$ 4.539,94	R\$ 4.547,90	R\$ 4.556,65	R\$ 4.565,41	R\$ 4.574,16	R\$ 4.582,92
-R\$ 4.506,70	-R\$ 4.513,35	-R\$ 4.520,00	-R\$ 4.526,64	-R\$ 4.533,29	-R\$ 4.539,94	-R\$ 4.547,90	-R\$ 4.556,65	-R\$ 4.565,41	-R\$ 4.574,16	-R\$ 4.582,92
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50	R\$ 637,50
-R\$ 5.144,20	-R\$ 5.150,85	-R\$ 5.157,50	-R\$ 5.164,14	-R\$ 5.170,79	-R\$ 5.177,44	-R\$ 5.185,40	-R\$ 5.194,15	-R\$ 5.202,91	-R\$ 5.211,66	-R\$ 5.220,42
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 5.144,20	-R\$ 5.150,85	-R\$ 5.157,50	-R\$ 5.164,14	-R\$ 5.170,79	-R\$ 5.177,44	-R\$ 5.185,40	-R\$ 5.194,15	-R\$ 5.202,91	-R\$ 5.211,66	-R\$ 5.220,42
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 5.144,20	-R\$ 5.150,85	-R\$ 5.157,50	-R\$ 5.164,14	-R\$ 5.170,79	-R\$ 5.177,44	-R\$ 5.185,40	-R\$ 5.194,15	-R\$ 5.202,91	-R\$ 5.211,66	-R\$ 5.220,42
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 7.346,07	R\$ -									
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 12.490,27	-R\$ 5.150,85	-R\$ 5.157,50	-R\$ 5.164,14	-R\$ 5.170,79	-R\$ 5.177,44	-R\$ 5.185,40	-R\$ 5.194,15	-R\$ 5.202,91	-R\$ 5.211,66	-R\$ 5.220,42

**APÊNDICE AE – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CASO 04 FLUXO DE CAIXA
COMPARATIVO EM VALOR PRESENTE REDE ELÉTRICA + SISTEMA
FOTOVOLTAICO OFF-GRID + BATERIAS**

Valor Presente Ano	VP0	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Custo Anual de energia		R\$ 3.358,58	R\$ 2.924,06	R\$ 2.543,90	R\$ 2.544,14	R\$ 2.213,59	R\$ 1.925,98	R\$ 1.675,74	R\$ 1.458,02
= Lucro Bruto		-R\$ 3.358,58	-R\$ 2.924,06	-R\$ 2.543,90	-R\$ 2.544,14	-R\$ 2.213,59	-R\$ 1.925,98	-R\$ 1.675,74	-R\$ 1.458,02
- Depreciação		R\$ -							
- Despesas		R\$ 554,35	R\$ 482,04	R\$ 419,17	R\$ 364,49	R\$ 316,95	R\$ 275,61	R\$ 239,66	R\$ 208,40
= Lucro Operacional		-R\$ 3.912,93	-R\$ 3.406,10	-R\$ 2.963,06	-R\$ 2.908,63	-R\$ 2.530,54	-R\$ 2.201,59	-R\$ 1.915,40	-R\$ 1.666,42
- Juros		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
= Lucro Tributável		-R\$ 3.912,93	-R\$ 3.406,10	-R\$ 2.963,06	-R\$ 2.908,63	-R\$ 2.530,54	-R\$ 2.201,59	-R\$ 1.915,40	-R\$ 1.666,42
- IRPJ/CSLL		R\$ -							
= Lucro Líquido		-R\$ 3.912,93	-R\$ 3.406,10	-R\$ 2.963,06	-R\$ 2.908,63	-R\$ 2.530,54	-R\$ 2.201,59	-R\$ 1.915,40	-R\$ 1.666,42
+ Depreciação		R\$ -							
- Investimentos	R\$ 106.578,00	R\$ -							
+ Liberação de Financiamentos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
- Amortização	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
+ Custo leite perdido		R\$ 21.101,41	R\$ 18.349,06	R\$ 15.955,70	R\$ 13.874,52	R\$ 12.064,80	R\$ 10.491,13	R\$ 9.122,72	R\$ 7.932,80
= Valor acumulado da economia	-R\$ 106.578,00	-R\$ 89.389,51	-R\$ 74.446,56	-R\$ 61.453,92	-R\$ 50.488,03	-R\$ 40.953,77	-R\$ 32.664,23	-R\$ 25.456,91	-R\$ 19.190,52

VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP17	VP18	VP19
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 1.268,58	R\$ 1.103,76	R\$ 960,35	R\$ 835,57	R\$ 727,00	R\$ 632,54	R\$ 550,36	R\$ 478,85	R\$ 416,94	R\$ 363,09	R\$ 316,20
-R\$ 1.268,58	-R\$ 1.103,76	-R\$ 960,35	-R\$ 835,57	-R\$ 727,00	-R\$ 632,54	-R\$ 550,36	-R\$ 478,85	-R\$ 416,94	-R\$ 363,09	-R\$ 316,20
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 181,22	R\$ 157,58	R\$ 137,03	R\$ 119,15	R\$ 103,61	R\$ 90,10	R\$ 78,35	R\$ 68,13	R\$ 59,24	R\$ 51,51	R\$ 44,79
-R\$ 1.449,80	-R\$ 1.261,34	-R\$ 1.097,37	-R\$ 954,72	-R\$ 830,62	-R\$ 722,64	-R\$ 628,70	-R\$ 546,98	-R\$ 476,18	-R\$ 414,60	-R\$ 360,99
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 1.449,80	-R\$ 1.261,34	-R\$ 1.097,37	-R\$ 954,72	-R\$ 830,62	-R\$ 722,64	-R\$ 628,70	-R\$ 546,98	-R\$ 476,18	-R\$ 414,60	-R\$ 360,99
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
-R\$ 1.449,80	-R\$ 1.261,34	-R\$ 1.097,37	-R\$ 954,72	-R\$ 830,62	-R\$ 722,64	-R\$ 628,70	-R\$ 546,98	-R\$ 476,18	-R\$ 414,60	-R\$ 360,99
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ 1.815,84	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 6.898,09	R\$ 5.998,34	R\$ 5.215,95	R\$ 4.535,61	R\$ 3.944,01	R\$ 3.429,57	R\$ 2.982,23	R\$ 2.593,25	R\$ 2.255,00	R\$ 1.960,87	R\$ 1.705,10
-R\$ 13.742,23	-R\$ 10.821,06	-R\$ 6.702,49	-R\$ 3.121,61	-R\$ 8,22	R\$ 2.698,71	R\$ 5.052,24	R\$ 7.098,51	R\$ 8.877,34	R\$ 10.423,60	R\$ 11.767,71

VP20	VP21	VP22	VP23	VP24	VP25	VP26	VP27	VP28	VP29	VP30
R\$ -										
R\$ 275,36	R\$ 239,80	R\$ 208,83	R\$ 181,86	R\$ 158,37	R\$ 137,91	R\$ 120,13	R\$ 104,67	R\$ 91,19	R\$ 79,45	R\$ 69,22
-R\$ 275,36	-R\$ 239,80	-R\$ 208,83	-R\$ 181,86	-R\$ 158,37	-R\$ 137,91	-R\$ 120,13	-R\$ 104,67	-R\$ 91,19	-R\$ 79,45	-R\$ 69,22
R\$ -										
R\$ 38,95	R\$ 33,87	R\$ 29,45	R\$ 25,61	R\$ 22,27	R\$ 19,37	R\$ 16,84	R\$ 14,64	R\$ 12,73	R\$ 11,07	R\$ 9,63
-R\$ 314,31	-R\$ 273,67	-R\$ 238,28	-R\$ 207,47	-R\$ 180,64	-R\$ 157,28	-R\$ 136,97	-R\$ 119,31	-R\$ 103,92	-R\$ 90,52	-R\$ 78,84
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-R\$ 314,31	-R\$ 273,67	-R\$ 238,28	-R\$ 207,47	-R\$ 180,64	-R\$ 157,28	-R\$ 136,97	-R\$ 119,31	-R\$ 103,92	-R\$ 90,52	-R\$ 78,84
R\$ -										
-R\$ 314,31	-R\$ 273,67	-R\$ 238,28	-R\$ 207,47	-R\$ 180,64	-R\$ 157,28	-R\$ 136,97	-R\$ 119,31	-R\$ 103,92	-R\$ 90,52	-R\$ 78,84
R\$ -										
R\$ 448,85	R\$ -									
R\$ -										
R\$ -										
R\$ 1.482,70	R\$ 1.289,30	R\$ 1.121,13	R\$ 974,90	R\$ 847,74	R\$ 737,16	R\$ 641,01	R\$ 557,40	R\$ 484,70	R\$ 421,48	R\$ 366,50
R\$ 12.487,25	R\$ 13.502,88	R\$ 14.385,74	R\$ 15.153,17	R\$ 15.820,27	R\$ 16.400,15	R\$ 16.904,19	R\$ 17.342,28	R\$ 17.723,05	R\$ 18.054,01	R\$ 18.341,67

APÊNDICE AF – QUANTIDADE DE ENERGIA POR FONTE EM 30 ANOS

ENERGIA POR FONTE EM Wh (ANO 0)							Ano 1							Ano 2								
HORAS	EFICIÊNCIA DA USINA	GERAÇÃO O SOLAR	CONSUMO EQUIPAMENTOS	CONSUMO SOLAR	CONSUMO REDE	GERAÇÃO GMG	GERAÇÃO BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	
0	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	99,0%	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	98,6%	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03
1	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03	189,03	99,0%	0,00	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03	98,6%	0,00	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03
2	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	99,0%	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	98,6%	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03
3	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03	189,03	99,0%	0,00	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03	98,6%	0,00	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03
4	100%	0,00	1309,03	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	99,0%	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	98,6%	0,00	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	1309,03
5	100%	29,12	288,03	29,12	258,91	258,91	258,91	99,0%	28,83	288,03	288,03	259,20	259,20	259,20	98,6%	28,71	288,03	288,03	259,32	259,32	259,32	259,32
6	100%	844,43	2784,03	844,43	1939,59	1939,59	1939,59	99,0%	835,99	2784,03	835,99	1948,04	1948,04	1948,04	98,6%	832,61	2784,03	832,61	1951,42	1951,42	1951,42	1951,42
7	100%	2191,35	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	2169,43	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	2160,67	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	0,00
8	100%	3651,00	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	3614,49	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	3599,89	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00
9	100%	5022,59	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	99,0%	4972,37	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	98,6%	4952,28	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	0,00
10	100%	6094,53	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	99,0%	6033,58	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	98,6%	6009,20	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	0,00
11	100%	6690,48	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	6623,58	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	6596,81	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00
12	100%	6709,11	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	6642,02	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	6615,18	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	0,00
13	100%	6147,21	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	6085,74	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	6061,15	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00
14	100%	5100,47	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	5049,46	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	5029,06	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00
15	100%	3741,54	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	3704,13	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	3689,16	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00
16	100%	2281,17	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	99,0%	2258,36	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	98,6%	2249,23	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	0,00
17	100%	922,14	2685,03	922,14	1762,89	0,00	0,00	99,0%	912,92	2685,03	912,92	1772,11	0,00	0,00	98,6%	909,23	2685,03	909,23	1775,80	0,00	0,00	0,00
18	100%	46,85	1399,03	46,85	1352,18	0,00	0,00	99,0%	46,38	1399,03	46,38	1352,64	0,00	0,00	98,6%	46,20	1399,03	46,20	1352,83	0,00	0,00	0,00
19	100%	0,00	3212,36	0,00	3212,36	3212,36	3212,36	99,0%	0,00	3212,36	3212,36	3212,36	3212,36	3212,36	98,6%	0,00	3212,36	3212,36	3212,36	3212,36	3212,36	3212,36
20	100%	0,00	1399,03	0,00	1399,03	1399,03	1399,03	99,0%	0,00	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	98,6%	0,00	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03
21	100%	0,00	279,03	0,00	279,03	279,03	279,03	99,0%	0,00	279,03	279,03	279,03	279,03	279,03	98,6%	0,00	279,03	279,03	279,03	279,03	279,03	279,03
22	100%	0,00	1399,03	0,00	1399,03	1399,03	1399,03	99,0%	0,00	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	98,6%	0,00	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	1399,03
23	100%	0,00	189,03	0,00	189,03	189,03	189,03	99,0%	0,00	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03	98,6%	0,00	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03	189,03
TOTAL		49472	35739	19641	16097	12982	12982		48977	35739	19594	16116	12991	12991	48779	35739	19587	16123	12994	12994	12994	

Ano 3							Ano 4							Ano 5									
Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS			
98,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	97,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	97,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03		
98,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	97,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	97,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03		
98,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	97,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	97,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03		
98,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	97,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	97,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03		
98,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	97,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	97,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03		
98,2%	28,59	288,03		259,44	259,44	259,44	97,8%	28,48	288,03		259,55	259,55	259,55	97,4%	28,36	288,03		259,67	259,67	259,67	259,67		
98,2%	829,23	2784,03		829,23	1954,79	1954,79	97,8%	825,86	2784,03		825,86	1958,17	1958,17	97,4%	822,48	2784,03		822,48	1961,55	1961,55	1961,55		
98,2%	2151,90	2045,03		2045,03	0,00	0,00	97,8%	2143,14	2045,03		2045,03	0,00	0,00	97,4%	2134,37	2045,03		2045,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	3585,28	1309,03		1309,03	0,00	0,00	97,8%	3570,68	1309,03		1309,03	0,00	0,00	97,4%	3556,08	1309,03		1309,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	4932,19	3122,36		3122,36	0,00	0,00	97,8%	4912,10	3122,36		3122,36	0,00	0,00	97,4%	4892,01	3122,36		3122,36	0,00	0,00	0,00		
98,2%	5984,82	3692,36		3692,36	0,00	0,00	97,8%	5960,45	3692,36		3692,36	0,00	0,00	97,4%	5936,07	3692,36		3692,36	0,00	0,00	0,00		
98,2%	6570,05	189,03		189,03	0,00	0,00	97,8%	6543,29	189,03		189,03	0,00	0,00	97,4%	6516,53	189,03		189,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	6588,35	3709,03		3709,03	0,00	0,00	97,8%	6561,51	3709,03		3709,03	0,00	0,00	97,4%	6534,67	3709,03		3709,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	6036,56	189,03		189,03	0,00	0,00	97,8%	6011,98	189,03		189,03	0,00	0,00	97,4%	5987,39	189,03		189,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	5008,66	1309,03		1309,03	0,00	0,00	97,8%	4988,26	1309,03		1309,03	0,00	0,00	97,4%	4967,86	1309,03		1309,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	3674,20	189,03		189,03	0,00	0,00	97,8%	3659,23	189,03		189,03	0,00	0,00	97,4%	3644,26	189,03		189,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	2240,11	2045,03		2045,03	0,00	0,00	97,8%	2230,98	2045,03		2045,03	0,00	0,00	97,4%	2221,86	2045,03		2045,03	0,00	0,00	0,00		
98,2%	905,54	2685,03		905,54	1779,49	0,00	0,00	97,8%	901,85	2685,03		901,85	1783,18	0,00	0,00	97,4%	898,16	2685,03		898,16	1786,87	0,00	0,00
98,2%	46,01	1399,03		46,01	1353,02	0,00	0,00	97,8%	45,82	1399,03		45,82	1353,21	0,00	0,00	97,4%	45,63	1399,03		45,63	1353,39	0,00	0,00
98,2%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	97,8%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	97,4%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	3212,36		
98,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	97,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	97,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03		
98,2%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	97,8%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	97,4%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	279,03		
98,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	97,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	97,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03		
98,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	97,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	97,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03		
48582	35739	19580		16130	12998	12998		48384	35739		19572	16138	13001	13001	48186	35739		19565	16145	13005	13005		

Ano 6							Ano 7							Ano 8						
Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GER																	

Ano 9							Ano 10							Ano 11								
Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		
95,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	95,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	95,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	
95,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	95,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	95,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03	
95,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	95,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	95,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	
95,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	95,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	95,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03	
95,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	95,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	95,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	
95,8%	27,89	288,03		260,13	260,13	260,13	95,4%	27,78	288,03		260,25	260,25	260,25	95,0%	27,66	288,03		260,37	260,37	260,37	260,37	
95,8%	808,97	2784,03	808,97	1975,06	1975,06	1975,06	95,4%	805,59	2784,03	805,59	1978,44	1978,44	1978,44	95,0%	802,21	2784,03	802,21	1981,81	1981,81	1981,81	1981,81	
95,8%	2099,31	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	2090,55	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	2081,78	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	3497,66	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	3483,06	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	3468,45	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	4811,65	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	95,4%	4791,55	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	95,0%	4771,46	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	5838,56	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	95,4%	5814,18	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	95,0%	5789,80	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	6409,48	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	6382,72	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	6355,96	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	6427,33	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	6400,49	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	6373,66	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	5889,03	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	5864,44	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	5839,85	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	4886,25	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	4865,85	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	4845,45	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	3584,40	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	3569,43	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	3554,47	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	2185,36	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	95,4%	2176,24	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	95,0%	2167,11	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	883,41	2685,03	883,41	1801,62	0,00	0,00	95,4%	879,72	2685,03	879,72	1805,31	0,00	0,00	95,0%	876,03	2685,03	876,03	1809,00	0,00	0,00	0,00	
95,8%	44,88	1399,03	44,88	1354,14	0,00	0,00	95,4%	44,70	1399,03	44,70	1354,33	0,00	0,00	95,0%	44,51	1399,03	44,51	1354,52	0,00	0,00	0,00	
95,8%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	95,4%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	95,0%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	3212,36	
95,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	95,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	95,0%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	
95,8%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	95,4%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	95,0%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	279,03	
95,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	95,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	95,0%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	
95,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	95,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	95,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03	
47394	35739	19536		16175	13019	13019		47196	35739	19529		16182	13022	13022		46998	35739	19522		16189	13026	13026

Ano 12							Ano 13							Ano 14								
Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		
94,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	94,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	93,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	
94,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	94,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	93,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03	
94,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	94,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	93,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	
94,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	94,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	93,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03	
94,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	94,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	93,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03	
94,6%	27,54	288,03		260,48	260,48	260,48	94,2%	27,43	288,03		260,60	260,60	260,60	93,8%	27,31	288,03		260,72	260,72	260,72	260,72	
94,6%	798,84	2784,03	798,84	1985,19	1985,19	1985,19	94,2%	795,46	2784,03	795,46	1988,57	1988,57	1988,57	93,8%	792,08	2784,03	792,08	1991,95	1991,95	1991,95	1991,95	
94,6%	2073,02	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	2064,25	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	2055,48	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	3453,85	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	3439,24	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	3424,64	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	4751,37	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	94,2%	4731,28	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	93,8%	4711,19	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	5765,42	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	94,2%	5741,04	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	93,8%	5716,66	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	6329,20	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	6302,43	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	6275,67	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	6346,82	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	6319,98	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	6293,15	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	5815,26	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	5790,68	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	5766,09	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	4825,04	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	4804,64	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	4784,24	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	3539,50	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	3524,53	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	3509,57	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	2157,99	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	94,2%	2148,86	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	93,8%	2139,74	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
94,6%	872,34	2685,03	872,34	1812,69	0,00	0,00	94,2%	868,65	2685,03	868,65	1816,38	0,00	0,00	93,8%	864,96	2685,03	864,96	1820,06	0,00	0,00	0,00	
94,6%	44,32	1399,03	44,32	1354,71	0,00	0,00	94,2%	44,14	1399,03	44,14	1354,89	0,00	0,00	93,8%	43,95	1399,03	43,95	1355,08	0,00	0,00	0,00	
94,6%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	94,2%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	93,8%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	3212,36	
94,6%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	94,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	93,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	
94,6%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	94,2%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	93,8%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	279,03	
94,6%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	94,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	93,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03	
94,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	94,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	93,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03	
46801	35739	19514		16197	13029	13029		46603	35739	19507		16204	13033	13033		46405	35739	19500		16211	13036	13036

Ano 15							Ano 16							Ano 17						
Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS
93,4%	0,00	1309,03		1309,03																

Eficiência	Ano 18						Eficiência	Ano 19						Eficiência	Ano 20					
	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS
92,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	91,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	91,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
92,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	91,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	91,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
92,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	91,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	91,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
92,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	91,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	91,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
92,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	91,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	91,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
92,2%	26,85	288,03		261,18	261,18	261,18	91,8%	26,73	288,03		261,30	261,30	261,30	91,4%	26,61	288,03		261,42	261,42	261,42
92,2%	778,57	2784,03	778,57	2005,46	2005,46	2005,46	91,8%	775,19	2784,03	775,19	2008,84	2008,84	2008,84	91,4%	771,81	2784,03	771,81	2012,21	2012,21	2012,21
92,2%	2020,42	2045,03	2020,42	24,61	0,00	0,00	91,8%	2011,66	2045,03	2011,66	33,37	0,00	0,00	91,4%	2002,89	2045,03	2002,89	42,14	0,00	0,00
92,2%	3366,22	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	3351,62	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	3337,02	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	4630,83	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	91,8%	4610,74	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	91,4%	4590,65	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00
92,2%	5619,15	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	91,8%	5594,77	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	91,4%	5570,40	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00
92,2%	6168,62	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	6141,86	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	6115,10	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	6185,80	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	6158,96	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	6132,13	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	5667,73	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	5643,14	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	5618,55	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	4702,63	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	4682,23	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	4661,83	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	3449,70	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	3434,74	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	3419,77	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	2103,24	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	91,8%	2094,11	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	91,4%	2084,99	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00
92,2%	850,21	2685,03	850,21	1834,82	0,00	0,00	91,8%	846,52	2685,03	846,52	1838,51	0,00	0,00	91,4%	842,83	2685,03	842,83	1842,20	0,00	0,00
92,2%	43,20	1399,03	43,20	1355,83	0,00	0,00	91,8%	43,01	1399,03	43,01	1356,02	0,00	0,00	91,4%	42,82	1399,03	42,82	1356,20	0,00	0,00
92,2%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	91,8%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	91,4%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36
92,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	91,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	91,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03
92,2%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	91,8%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	91,4%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03
92,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	91,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	91,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03
92,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	91,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	91,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
	45613	35739	19446	16266	13050	13050		45415	35739	19430	16282	13054	13054		45217	35739	19414	16298	13057	13057

Eficiência	Ano 21						Eficiência	Ano 22						Eficiência	Ano 23					
	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS
91,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	90,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	90,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
91,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	90,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	90,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
91,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	90,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	90,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
91,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	90,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	90,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
91,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	90,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	90,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
91,0%	26,50	288,03		261,53	261,53	261,53	90,6%	26,38	288,03		261,65	261,65	261,65	90,2%	26,26	288,03		261,76	261,76	261,76
91,0%	768,44	2784,03	768,44	2015,59	2015,59	2015,59	90,6%	765,06	2784,03	765,06	2018,97	2018,97	2018,97	90,2%	761,68	2784,03	761,68	2022,35	2022,35	2022,35
91,0%	1994,13	2045,03	1994,13	50,90	0,00	0,00	90,6%	1985,36	2045,03	1985,36	59,67	0,00	0,00	90,2%	1976,60	2045,03	1976,60	68,43	0,00	0,00
91,0%	3322,41	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	3307,81	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	3293,20	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	4570,56	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	90,6%	4550,47	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	90,2%	4530,38	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00
91,0%	5546,02	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	90,6%	5521,64	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	90,2%	5497,26	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00
91,0%	6088,34	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	6061,58	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	6034,81	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	6105,29	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	6078,46	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	6051,62	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	5593,96	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	5569,38	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	5544,79	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	4641,43	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	4621,03	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	4600,62	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	3404,80	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	3389,84	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	3374,87	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	2075,87	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	90,6%	2066,74	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00	90,2%	2057,62	2045,03	2045,03	0,00	0,00	0,00
91,0%	839,14	2685,03	839,14	1845,88	0,00	0,00	90,6%	835,46	2685,03	835,46	1849,57	0,00	0,00	90,2%	831,77	2685,03	831,77	1853,26	0,00	0,00
91,0%	42,64	1399,03	42,64	1356,39	0,00	0,00	90,6%	42,45	1399,03	42,45	1356,58	0,00	0,00	90,2%	42,26	1399,03	42,26	1356,77	0,00	0,00
91,0%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	90,6%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	90,2%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36
91,0%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	90,6%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	90,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03
91,0%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	90,6%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	90,2%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03
91,0%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	90,6%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	90,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03
91,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	90,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	90,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
	45020	35739	19398	16314	13061	13061		44822	35739	19382	16330	13064	13064		44624	35739	19366	16346	13068	13068

Eficiência	Ano 24						Eficiência	Ano 25						Eficiência	Ano 26					
	GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS		GERAÇÃO O POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS
89,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	89,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	89,0%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
89,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	89,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	89,0%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
89,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	89,4%	0,00	1309,03											

Ano 27							Ano 28							Ano 29							
Eficiência	GERAÇÃO POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	Eficiência	GERAÇÃO POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS	
88,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	88,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	87,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03
88,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	88,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	87,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03
88,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	88,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	87,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03
88,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	88,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	87,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03
88,6%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	88,2%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	87,8%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03	1309,03
88,6%	25,80	288,03		262,23	262,23	262,23	88,2%	25,68	288,03		262,35	262,35	262,35	87,8%	25,56	288,03		262,46	262,46	262,46	262,46
88,6%	748,17	2784,03	748,17	2035,86	2035,86	2035,86	88,2%	744,79	2784,03	744,79	2039,24	2039,24	2039,24	87,8%	741,41	2784,03	741,41	2042,61	2042,61	2042,61	2042,61
88,6%	1941,53	2045,03	1941,53	103,49	0,00	0,00	88,2%	1932,77	2045,03	1932,77	112,26	0,00	0,00	87,8%	1924,00	2045,03	1924,00	121,02	0,00	0,00	0,00
88,6%	3234,79	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	88,2%	3220,18	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	87,8%	3205,58	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	4450,02	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	88,2%	4429,93	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	87,8%	4409,84	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	5399,75	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	88,2%	5375,37	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	87,8%	5350,99	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	5927,77	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	88,2%	5901,00	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	87,8%	5874,24	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	5944,27	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	88,2%	5917,44	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	87,8%	5890,60	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	5446,43	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	88,2%	5421,84	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	87,8%	5397,25	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	4519,02	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	88,2%	4498,61	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	87,8%	4478,21	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	3315,01	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	88,2%	3300,04	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	87,8%	3285,08	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00	0,00
88,6%	2021,12	2045,03	2021,12	23,91	0,00	0,00	88,2%	2011,99	2045,03	2011,99	33,04	0,00	0,00	87,8%	2002,87	2045,03	2002,87	42,16	0,00	0,00	0,00
88,6%	817,01	2685,03	817,01	1868,01	0,00	0,00	88,2%	813,32	2685,03	813,32	1871,70	0,00	0,00	87,8%	809,64	2685,03	809,64	1875,39	0,00	0,00	0,00
88,6%	41,51	1399,03	41,51	1357,52	0,00	0,00	88,2%	41,32	1399,03	41,32	1357,70	0,00	0,00	87,8%	41,14	1399,03	41,14	1357,89	0,00	0,00	0,00
88,6%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	88,2%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	87,8%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36	3212,36
88,6%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	88,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	87,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03
88,6%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	88,2%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	87,8%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03	279,03
88,6%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	88,2%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	87,8%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03	1399,03
88,6%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	88,2%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	87,8%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03	189,03
	43832	35739	19278	16435	13082	13082		43634	35739	19253	16460	13085	13085		43436	35739	19228	16485	13089	13089	13089

Ano 30						
Eficiência	GERAÇÃO POR HORA	CONSUMO O REDE ELÉTRICA	ENERGIA GERADA CONSUMIDA	CONSUMO O REDE + FV	GMG	BATERIAS
87,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
87,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
87,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
87,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
87,4%	0,00	1309,03		1309,03	1309,03	1309,03
87,4%	25,45	288,03		262,58	262,58	262,58
87,4%	738,04	2784,03	738,04	2045,99	2045,99	2045,99
87,4%	1915,24	2045,03	1915,24	129,79	0,00	0,00
87,4%	3190,98	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00
87,4%	4389,75	3122,36	3122,36	0,00	0,00	0,00
87,4%	5326,62	3692,36	3692,36	0,00	0,00	0,00
87,4%	5847,48	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
87,4%	5863,76	3709,03	3709,03	0,00	0,00	0,00
87,4%	5372,66	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
87,4%	4457,81	1309,03	1309,03	0,00	0,00	0,00
87,4%	3270,11	189,03	189,03	0,00	0,00	0,00
87,4%	1993,74	2045,03	1993,74	51,28	0,00	0,00
87,4%	805,95	2685,03	805,95	1879,08	0,00	0,00
87,4%	40,95	1399,03	40,95	1358,08	0,00	0,00
87,4%	0,00	3212,36		3212,36	3212,36	3212,36
87,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03
87,4%	0,00	279,03		279,03	279,03	279,03
87,4%	0,00	1399,03		1399,03	1399,03	1399,03
87,4%	0,00	189,03		189,03	189,03	189,03
	43239	35739	19203	16510	13092	13092

ANEXO A – DATASHEET DO MODULO FOVOLTAICO

	GERADOR 8.000 SILENCIADO	GERADOR 8.000 SILENCIADO	GERADOR 8.000 SILENCIADO	GERADOR 6.500
CÓDIGO	229473	229503	198470	498459
QUANTIDADE DE FASES	TRIFÁSICO	TRIFÁSICO	MONOFÁSICO	TRIFÁSICO
TENSÃO DE SAÍDA	220~	380~	220~	127/220~
REGULADOR DE TENSÃO	AVR	AVR	AVR	AVR
FREQUÊNCIA [Hz]	60	60	60	60
FATOR DE POTÊNCIA	COS=0,8	COS=0,8	COS=1	COS=0,8
POTÊNCIA DE PARTIDA [kVA]	7,5	7,5	6,7	6,9
POTÊNCIA NOMINAL [kVA]	6,9	6,9	6,2	6,3
CORRENTE NOMINAL CA [A]	18	18	26	16,5
ENTRADA QTA	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
CARREGADOR DE BATERIA	12V - 8,3A	12V - 8,3A	12V - 8,3A	12V - 8,3A
NÍVEL DE RUÍDO [7M] dB(A)	72	72	72	75
DIMENSÕES [mm] (Comp x Larg x Alt)	910*530*740	910*530*740	770*565*945	710*490*640
PESO LÍQUIDO [kg]	165	165	165	110
BATERIA [ah]	30	30	30	30
ESPAÇO PARA BATERIA [mm] (Comp x Larg x Alt)	210*130*200	210*130*200	210*130*200	210*130*200

MOTOR				
POTÊNCIA [hp]	13	13	13	10
TIPO DE MOTOR	4 TEMPOS	4 TEMPOS	4 TEMPOS	4 TEMPOS
CAPACIDADE DO TANQUE DE COMBUSTÍVEL	14,5	14,5	14,5	12,5
COMBUSTÍVEL	DIESEL	DIESEL	DIESEL	DIESEL
CONSUMO DE COMBUSTÍVEL [L/h]	1,8	1,8	1,8	1,6
SISTEMA DE PARTIDA	ELÉTRICA	ELÉTRICA	ELÉTRICA	ELÉTRICA
REFRIGERAÇÃO	AR	AR	AR	AR
CILINDRADAS [cc]	456	456	456	456
ROTAÇÃO MÁXIMA [rpm]	3600	3600	3600	3600
FILTRO DE AR	SECO	SECO	SECO	SECO
QUANTIDADE DE ÓLEO LUBRIFICANTE [L]	1,65	1,65	1,65	1,65
TIPO DE ÓLEO	SAE 15W-40	SAE 15W-40	SAE 15W-40	SAE 15W-40
SENSOR DE ÓLEO	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: Matsuyama, 2022.

ANEXO B – DATASHEET DO INVERSOR *OFF-GRID*

Portuguese	SPF 3500 ES	SPF 5000 ES
Tensão da bateria	48VDC	
Tipo de bateria	Lithium/Lead-acid	
Saída do Inversor		
Potência Nominal	3500VA/ 3500W	5000VA/ 5000W
Paralelismo	Sim, 6 unidades	
Regulação da tensão CA (modo bateria)	230VAC ± 5% @ 50/60Hz	
Poder da onda	7000VA	10000VA
Eficiência de pico	93%	
Forma de onda	Onda senoidal pura	
Tempo de transferência	10 ms (para computadores pessoais) ; 20 ms (aplicações residenciais)	
CARGA SOLAR		
Matiz FV máxima	4500W	6000W
Faixa MPPT @ tensão operacional	120VDC – 430VDC	
Número de MPPT Trackers Independentes, strings por rastreadores MPPT	1/1	
Tensão máxima de circuito aberto da matiz FV tensão do circuito	450VDC	
Corrente de carga solar máxima	80A	100A
CARREGADOR AC		
Carga atual	60A	80A
Tensão de entrada AC	230 VAC	
Faixa de tensão selecionável	170-280 VAC (para computadores pessoais) ; 90-280 VAC (para aplicações residenciais)	
A alcance de frequência	50Hz/60Hz (Detecção automática)	
FÍSICA		
Grau de proteção	IP20	
Dimensões (L/A/P)	330/485/135mm	330/485/135mm
Peso líquido	11,5kgs	12kgs
AMBIENTE OPERACIONAL		
Humidade	5% até 95% da humidade relativa (sem condensação)	
Altitude	<2000m	
Temperatura operacional	0°C - 55°C	
Temperatura de armazenamento	-15°C - 60°C	

Fonte: Aldo Solar, 2023.

ANEXO C – DATASHEET DO MODULO FVOLTAIICO

www.jinkosolar.com



Tiger Neo N-type 60HL4-(V) 460-480 Watt

Módulo Monofacial

N-Type

Tolerância de potência positiva de 0→+ 3%

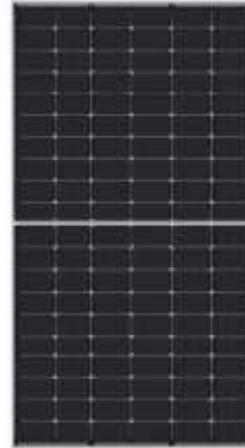
IEC61215(2014); IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Sistema de Gestão da Qualidade

ISO14001:2015: Sistema de Gestão Ambiental

ISO45001:2018

Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional



Características Principais



Tecnologia Multi Busbar

Melhor captação de luz e coleta de corrente para melhorar a confiabilidade e a saída de energia do módulo.



Resistência PID

Excelente garantia de desempenho Anti-PID através do processo de produção em massa otimizado e controle da matéria-prima.



Durabilidade contra condições ambientais extremas

Alta resistência à neblina de sal e amônia.



Perda de ponto 2.0 quente reduzida

O módulo tipo N com tecnologia Hot 2.0 tem melhor confiabilidade e menor LID / LERD.

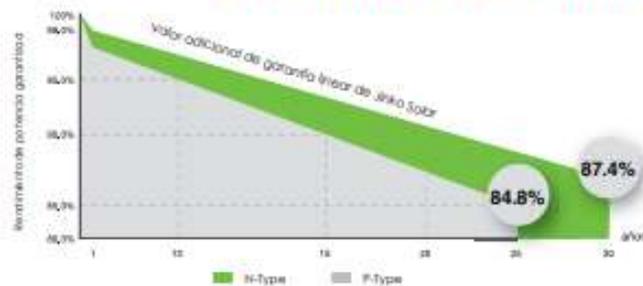


Economia no custo de BOS

Projetada para sistemas de alta tensão de até 1500 VDC, economizando em custo de BOS.



GARANTIA DE DESEMPENHO LINEAR



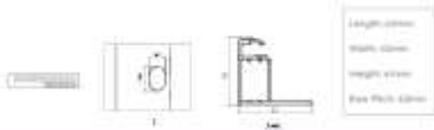
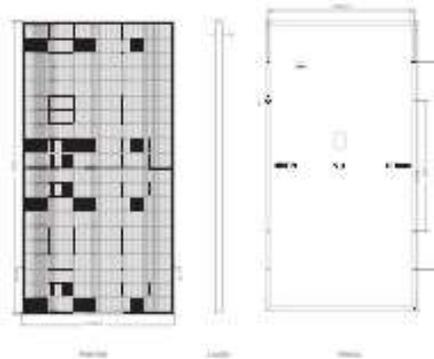
Garantia de produto de **12** anos

Garantia de energia linear de **30** anos

0,4% de degradação anual em 25 anos.

Fonte: Aldo Solar, 2023.

Desenhos de engenharia



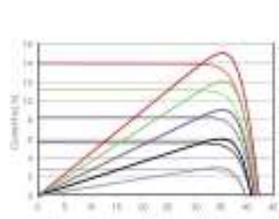
Configuração de embalagem

Caixa padrão + uma fita

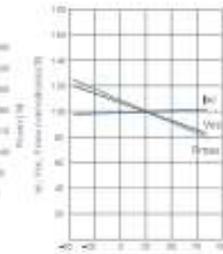
30pcs/paquete, 72 pcs/caixa, 864 pcs/compart. de 40HQ

Desempenho elétrico e dependência de temperatura

Curvas de corrente-tensão e potência-voltagem (40W)



Dependência da temperatura de Isc, Voc, Pmax



Características mecânicas

Tipo de célula	N tipo Mono-crystalline
IP da célula	120 (6x6)
Dimensões	1920x1134x30mm (74,92x44,65x1,18 inch)
Peso	24,2 kg (53,33 lbs)
Vidro frontal	3,2 mm, tratamento anti-reflexo, alta transmissão, baixo teor de ferro, vidro temperado
Quadro	Liga de Alumínio Anodizado
Casa de junção	Classificação IP68
Capacidade de vento	120 T + 4,0 mm ² (1) 40mm (1) 20mm de comprimento para teste

ESPECIFICAÇÕES

Tipo de Módulo	JSM460N-60H4		JSM465H-60H4		JSM470H-60H4		JSM475H-60H4		JSM480H-60H4	
	JSM460N-60H4-V	JSM465H-60H4-V	JSM470H-60H4-V	JSM475H-60H4-V	JSM480H-60H4-V	JSM460N-60H4-V	JSM465H-60H4-V	JSM470H-60H4-V	JSM475H-60H4-V	JSM480H-60H4-V
	STC	HOCT	STC	HOCT	STC	HOCT	STC	HOCT	STC	HOCT
Potência máxima (Pmax)	460Wp	346Wp	465Wp	330Wp	470Wp	353Wp	475Wp	357Wp	480Wp	341Wp
Tensão máxima de energia (Vmp)	34,72V	33,62V	34,89V	32,77V	35,05V	32,94V	35,21V	33,02V	35,38V	33,27V
Corrente de potência máxima (Imp)	13,25A	10,61A	13,35A	10,47A	13,41A	10,73A	13,49A	10,79A	13,57A	10,83A
Tensão de circuito aberto (Voc)	42,05V	39,74V	42,21V	40,32V	42,38V	40,20V	42,54V	40,41V	42,71V	40,57V
Corrente de curto-circuito (Isc)	13,99A	11,29A	14,07A	11,36A	14,13A	11,42A	14,25A	11,49A	14,31A	11,55A
Eficiência do módulo STC (%)	21,32%		21,58%		21,78%		22,01%		22,04%	
Temperatura de operação (°C)	-40°C ~ +65°C									
Tensão máxima do sistema	1000 / 1500VDC (IEC)									
Classificação máxima de fusível em série	25A									
Tolerância de umidade	0 ~ +9%									
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0,30%/°C									
Coefficiente de temperatura de Voc	-2,28%/°C									
Coefficiente de temperatura de Isc	0,04%/°C									
Temperatura nominal da célula operacional (NOCT)	45°C									

*STC: ☀️ Irradiance 1000W/m² 🌡️ Temperatura da célula 25 °C 🌤️ AM=1,5
 NOCT: ☀️ Irradiance 800W/m² 🌡️ Temperatura ambiente 20 °C 🌤️ AM=1,5 🌀 Velocidade do vento 1m/s

©2021 Jinfa Solar Co., Ltd. Todos os direitos reservados.
 As especificações incluídas nesta folha de dados estão sujeitas a alterações sem aviso prévio. JSM460-60H4-60H4-(V)-F1-PT (EC 2016)

Fonte: Aldo Solar, 2023.

ANEXO D – DATASHEET DA BATERIA



A48100

SOLUÇÕES PARA RESERVAÇÃO DE ENERGIA

Mais seguro e confiável, maior eficiência, instalação no chão ou na parede, expansão flexível
Dy Ness A48100 é mais económico, será feito para áreas residenciais e comerciais leves

Caraterística e Vantagem



Flexível para expansão

Disponível para conectado
40 unidades em paralelo



capacidade básica maior

4.8kWh por cada módulo



Variação da temperatura ampla

-20~55°C



Mais seguro

Sistema de monitoração
de bateria e balanço



várias opções de instalação

instalado no chão e na parede
e empilhável



Compatibilidade forte

Adapte-se a vários inversores

Tel: +86 029 8954 0338

Web: www.dyness-tech.com

Email: sales@dyness-tech.com

Parâmetro Técnico

Modelo	A48100
Tipo de bateria	LiFePO4
Energia nominal de bateria	4.8 kWh
Capacidade Nominal	100 Ah
Tensão nominal	48 V
Tensão de carga cortada	54V
Tensão de descarga cortada	42V
Taxa de carga recomendada	0.5C
Corrente de carga / descarga recomendada	50A
Corrente de carga / descarga de potência máxima	75A
Corrente de carga / descarga de potência em pico	100A(15s)
Profundidade de descarga	90%
Peso líquido	45kg
Dimensão(C*L*A)	504*597*155mm
Varição de temperatura de carga	0-55°C
Varição de temperatura de descarga	-20-55°C
Comunicação	CAN/RS485/RS232
Garantia	10 anos
Fornecimento dos documentos de garantia	Sim
Vida útil ⁽¹⁾	> 6000 Ciclos
Classe de proteção	IP20
Escalabilidade	Disponível para conectado 40 unidades em paralelo
Vantagem	Disponível em configurações off-line e híbridas, com design compacto
Inversor compatível	Victron/SMA/Goodwe/Imeon/Solis/SAJ/ Growatt/Luxpower/Voltronic/Deye etc
Certificado e Norma de Segurança	CE/UN38.3, CEI-021 está em aprovação

(1) Condição de teste: 0.2C carga/descarga, @25°C, 80% Profundidade de descarga