



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE SOBRAL
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JOHNANTAN OLIVEIRA DOS SANTOS

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA:
UM ESTUDO DE CASO

SOBRAL

2016

JOHNANTAN OLIVEIRA DOS SANTOS

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA:
UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Fontes Alternativas de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Isaac Rocha Machado.

SOBRAL

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S235s Santos, Johnantan Oliveira dos.
Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica : um estudo de caso / Johnantan Oliveira dos Santos. –
2016.
172 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral,
Curso de Engenharia Elétrica, Sobral, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Isaac Rocha Machado.
1. Sistema fotovoltaico. 2. Conectado à rede. 3. Análise de viabilidade. 4. Módulos. 5. Inversor. I. Título.
CDD 621.3
-

JOHNANTAN OLIVEIRA DOS SANTOS

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA:
UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Fontes Alternativas de Energia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BAÑÇA EXAMINADORA

Prof. Dr. Isaac Rocha Machado (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a.Me. Janaina Barbosa Almada
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Engenheiro Eletricista Paulo Robson Melo Costa
Dínamo Engenharia LTDA

À Deus.

Aos meus pais, Girleide e Rubi.

À minha avó, Maria do Carmo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro de tudo, por estar sempre presente em minha vida, fortalecendo-me nas horas mais difíceis.

À minha família, por todo o amor e apoio, em especial aos meus pais Rubi e Girleide, e à minha avó Maria do Carmo, pela dedicação que tiveram em me educar e pelos inúmeros sacrifícios realizados até então, para que eu pudesse atingir meus objetivos.

Ao Professor Isaac Machado, pela confiança e suporte durante todo o período de orientação para a realização deste trabalho.

À Professora Janaína Almada, pelas aulas ministradas durante a disciplina de Fontes Alternativas de Energia, que me inspiraram a estudar sobre a Tecnologia Fotovoltaica.

Aos professores do curso de Engenharia Elétrica pelo conhecimento adquirido ao longo desta caminhada, e que muito contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

À minha namorada Gabriela Torres, pela paciência e carinho, sendo meu ponto confiável em muitas horas e ocasiões.

Aos meus estimados amigos feitos durante o período da graduação, em especial, Artur Melo, Paulo Robson, William de Sousa, Jerfson Paiva, Larissa Haddad e Lucas Couto. Amizades que levarei para além da Universidade.

“Que vossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

Neste trabalho, dois Sistemas Fotovoltaicos para Conexão à Rede elétrica (SFCR) de baixa tensão são dimensionados com base nos consumos médios de energia elétrica de dois prédios distintos, de respectivamente 4083 kWh e 1291 kWh, pertencentes a uma empresa localizada na cidade de Sobral – CE, de modo a suprir uma parcela da demanda de energia dos mesmos. De modo a se escolher uma configuração que resulte em uma maior produtividade com um menor custo de investimento com módulos e inversores, é realizada uma análise dos arranjos série e paralelo entre estes componentes, baseada nas características elétricas dos mesmos. A análise é dividida em dois estudos de caso, denominados de Caso A e Caso B. O Caso A, trata do SFCR do prédio principal da empresa, de maior consumo, enquanto que o Caso B, trata do SFCR do prédio anexo, com um menor consumo. Uma análise de viabilidade econômica, para estas duas plantas dimensionadas, é realizada, baseada nos valores tarifários de energia elétrica da concessionária local e na produção de energia elétrica esperada para os SFCR ao longo da vida útil dos equipamentos. Foram utilizados três métodos de análise de investimento, o VPL (Valor Presente Líquido), a TIR (Taxa Interna de Retorno) e o *Payback* Descontado, sendo possível estimar o tempo de retorno do investimento para os dois sistemas fotovoltaicos projetados.

Palavras-chave: Sistema fotovoltaico. Conectado à rede. Análise de viabilidade. Módulos. Inversor.

ABSTRACT

In this work, two Grid-Connected Photovoltaic Systems are sized based on the average consumption of electricity of two distinct buildings, respectively 4083 kWh and 1291 kWh, belonging to a company located in the city of Sobral - CE, in order to supply a portion of their energy demand. In order to choose a configuration that results in a higher productivity with a lower cost of investment with modules and inverters, an analysis of the series and parallel arrangements between these components, based on their electrical characteristics, is carried out. The analysis is divided into two case studies, called Case A and Case B. Case A deals with the Grid-Connected Photovoltaic System of the main building of the company, with higher consumption, while Case B deals with the Grid-Connected Photovoltaic System of the annexed building, with a lower consumption. An economic feasibility analysis for these two sized plants is carried out, based on the tariffs of electric energy from the local utility and on the expected electric energy production for the Grid-Connected Photovoltaic Systems over the useful life of the equipment. Three investment analysis methods, the NPV (Net Present Value), the Internal Rate of Return (IRR) and the Discounted Payback were used, and it is possible to estimate the investment return time for the two projected photovoltaic systems.

Keywords: Photovoltaic system. Grid-Connected. Feasibility analysis. Modules. Inverter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Comparativo entre a radiação solar incidente na Alemanha (a) e no Brasil (b).....	24
Figura 2	– Geração elétrica (GWh): variação percentual 2015/2014.....	26
Figura 3	– Tarifa média sem impostos, aplicada a consumidores do grupo B1.....	27
Figura 4	– Reflexão, absorção e dispersão da radiação solar.....	30
Figura 5	– Linha do zênite e ângulo zenital.....	31
Figura 6	– Radiação direta e radiação difusa resultando na radiação global.....	32
Figura 7	– Características da radiação solar para as massas de ar AM0 e AM1,5.....	33
Figura 8	– Mapa Mundi.....	33
Figura 9	– Piranômetro e pireliômetro, respectivamente.....	34
Figura 10	– Perfil da irradiância solar ao longo de um dia.....	35
Figura 11	– Radiação solar global diária no Brasil.....	36
Figura 12	– Estruturas moleculares dos semicondutores P e N.....	37
Figura 13	– Representação do processo de conversão fotovoltaica: efeito fotovoltaico.....	38
Figura 14	– Estrutura de uma célula fotovoltaica.....	39
Figura 15	– Circuito equivalente de uma célula solar.....	40
Figura 16	– Lingote de silício monocristalino.....	41
Figura 17	– Célula de silício monocristalino.....	41
Figura 18	– Célula de silício policristalino.....	42
Figura 19	– Células de filme fino a-Si flexíveis em superfície de plástico (a); módulos solares fabricados diretamente sobre telhas de vidro curvas (b).....	43
Figura 20	– Componentes básicos de um SFCR.....	44
Figura 21	– Fluxo de energia entre concessionária e SFCR.....	45

Figura 22	– Conexão de células em série e paralelo.....	46
Figura 23	– Composição básica de um módulo fotovoltaico.....	46
Figura 24	– <i>Datasheet</i> módulos CS6P Canadian Solar.....	47
Figura 25	– Curvas características I-V e P-V de um módulo fotovoltaico.....	49
Figura 26	– Influência da irradiância na operação do módulo MSX-77: (a) curva I-V; (b) curva P-V.....	50
Figura 27	– Influência da temperatura na operação do módulo MSX-77: (a) curva I-V; (b) curva P-V.....	51
Figura 28	– Esquema de ligação e disposição dos módulos de um gerador fotovoltaico.....	52
Figura 29	– Conexão de módulos em série.....	52
Figura 30	– Exemplo de curva $I - V$ de dois módulos em série em comparação com a curva de um módulo.....	53
Figura 31	– Conexão de módulos em paralelo.....	53
Figura 32	– Exemplo de curva $I - V$ de dois módulos em paralelo em comparação com a curva de um módulo.....	54
Figura 33	– Conexão de módulos em serie e paralelo.....	54
Figura 34	– Exemplo de curva $I - V$ de quatro módulos, conectados em série e em paralelo.....	55
Figura 35	– Exemplo de sombreamento provocado por obstáculo sobre um dos módulos.....	55
Figura 36	– Exemplo de sombreamento provocado por obstáculo sobre um dos módulos com diodos de <i>bypass</i>	56
Figura 37	– Resultado do sombreamento na característica $I - V$ do módulo.....	56
Figura 38	– Princípio de funcionamento de inversores para SFCR.....	57
Figura 39	– Principais funções presentes nos inversores para SFCR.....	58
Figura 40	– <i>String box</i> para conexão de fileiras em paralelo.....	60

Figura 41	– Módulos com sombreamento parcial conectados em inversor com sistemas de MPPT independentes.....	61
Figura 42	– Sistema com inversor central.....	62
Figura 43	– Sistema em configuração mestre-escravo.....	62
Figura 44	– Inversores de grupo de módulos.....	63
Figura 45	– Sistema com micro-inversores.....	64
Figura 46	– Exemplo de dados de irradiação solar diária média obtidos no sistema <i>Sundata/CRESESB</i>	68
Figura 47	– Exemplo de dados de estação automática pertencente ao INMET.....	69
Figura 48	– Orientação do módulo solar: ângulo de inclinação e ângulo de incidência da radiação solar.....	70
Figura 49	– Vista superior da empresa Dínamo Engenharia LTDA.....	78
Figura 50	– Gráfico de irradiação solar para ponto de referência com distância média de 3 km em relação as coordenadas geográficas da empresa.....	80
Figura 51	– Arranjos possíveis por inversor para o SFRC obtidas com o <i>MatLab</i> : módulo YL255P-29b o inversor Galvo 3.0-1.....	99
Figura 52	– Área da empresa destinada a instalação do SFRC do prédio principal.....	102
Figura 53	– Geração <i>versus</i> Consumo para o Caso A.....	104
Figura 54	– Área da empresa destinada a instalação do SFRC do prédio anexo.....	113
Figura 55	– Geração <i>versus</i> Consumo para o Caso B.....	115
Figura 56	– Tendência do fluxo de caixa acumulado para o Caso A.....	123
Figura 57	– Tendência do fluxo de caixa acumulado para o Caso B.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Característica do inversor Fronius Galvo 3.0-1.....	59
Tabela 2	– Dados de irradiação solar para ponto de referência com distância média de 3 km em relação as coordenadas geográficas da empresa.....	79
Tabela 3	– Histórico de consumo dos últimos 12 meses do prédio principal.....	81
Tabela 4	– Características elétricas dos módulos em STC e informações relevantes a serem comparadas.....	82
Tabela 5	– Número de módulos necessários por modelo para o Caso A.....	83
Tabela 6	– Energia média mensal produzida por um único módulo.....	83
Tabela 7	– Número de módulos necessários considerando a produção mensal de energia e o consumo a ser suprido para o Caso A.....	83
Tabela 8	– Custo preliminar com os módulos analisados para o Caso A.....	84
Tabela 9	– Características dos inversores Fronius a serem analisados no Caso A.....	85
Tabela 10	– Número possível de módulos em série, em STC, conectados em um inversor Galvo 3.0-1.....	86
Tabela 11	– Número possível de módulos em série, em condição de temperatura de operação de 70°C, conectados a um inversor Galvo 3.0-1.....	87
Tabela 12	– Arranjos possíveis para o SFCR considerando módulos Yingli Solar YL255P-29b conectados a um inversor Fronius Galvo 3.0-1.....	89
Tabela 13	– Valores de FDI para cada arranjo possível do SFCR considerando módulos YL255P-29b conectados a um inversor Fronius Galvo 3.0-1.....	89
Tabela 14	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.....	91
Tabela 15	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.....	91
Tabela 16	– Configurações e produção média de energia para SFCR do caso A com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.....	91

Tabela 17	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.....	92
Tabela 18	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Symo 10.0.3-M.....	92
Tabela 19	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Symo 10.0.3-M.....	92
Tabela 20	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.....	93
Tabela 21	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.....	93
Tabela 22	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.....	93
Tabela 23	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.....	94
Tabela 24	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Symo 10.0.3-M.....	94
Tabela 25	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Symo 10.0.3-M.....	94
Tabela 26	– Configurações possíveis e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.....	95
Tabela 27	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.....	95
Tabela 28	– Configurações possíveis e produção média de energia para SFCR do Caso A, com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.....	95
Tabela 29	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.....	96
Tabela 30	– Configurações possíveis e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Symo 10.0.3-M.....	96

Tabela 31	– Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Symo 10.0.3-M.....	96
Tabela 32	– Dados de irradiância e temperatura em um dia.....	98
Tabela 33	– Eficiência do inversor Fronius Galvo 3.0-1 em 10%, 50% e 100% da potência nominal.....	98
Tabela 34	– Perdas típicas em condutores e diodos em um SFCR.....	99
Tabela 35	– Geração esperada para o primeiro ano de operação: SFCR do Caso A.....	103
Tabela 36	– Valor pago pelo consumo de energia sem e com o SFCR e a economia gerada entre setembro de 2015 e agosto de 2016 para o Caso A.....	104
Tabela 37	– Histórico de consumo dos últimos 12 meses do prédio anexo.....	105
Tabela 38	– Número de módulos necessários por modelo para o Caso B.....	106
Tabela 39	– Número de módulos necessários considerando a produção mensal de energia e o consumo a ser suprido para o Caso B.....	106
Tabela 40	– Custo preliminar com os módulos analisados para o Caso B.....	107
Tabela 41	– Características dos inversores Fronius a serem analisados no Caso B.....	107
Tabela 42	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 2.0-1.....	108
Tabela 43	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 2.0-1.....	108
Tabela 44	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.....	108
Tabela 45	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.....	108
Tabela 46	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.....	109
Tabela 47	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.....	109

Tabela 48	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 2.0-1.....	109
Tabela 49	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 2.0-1.....	110
Tabela 50	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.....	110
Tabela 51	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.....	110
Tabela 52	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.....	110
Tabela 53	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.....	111
Tabela 54	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 2.0-1.....	111
Tabela 55	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 2.0-1.....	111
Tabela 56	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.....	112
Tabela 57	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.....	112
Tabela 58	– Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.....	112
Tabela 59	– Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.....	112
Tabela 60	– Geração esperada para o primeiro ano de operação: SFCR do Caso B.....	114
Tabela 61	– Valor pago pelo consumo de energia sem e com o SFCR e a economia gerada entre setembro de 2015 e agosto de 2016 para o Caso B.....	116
Tabela 62	– Economia total anual estimada sem o uso dos créditos gerados: Caso A....	120

Tabela 63	– Economia total anual estimada com o uso dos créditos gerados: Caso A....	121
Tabela 64	– Índice de rendimento anual da poupança.....	122
Tabela 65	– <i>Payback</i> descontado: situação de não uso de créditos de energia para o Caso A.....	123
Tabela 66	– <i>Payback</i> descontado: situação de uso de créditos de energia para o Caso A.....	124
Tabela 67	– Economia total anual estimada sem o uso dos créditos gerados: Caso B.....	125
Tabela 68	– Economia total anual estimada com o uso dos créditos gerados: Caso B....	126
Tabela 69	– <i>Payback</i> descontado: situação de não uso de créditos de energia para o Caso B.....	127
Tabela 70	– <i>Payback</i> descontado: situação de uso de créditos de energia para o Caso B.....	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAMEX	Camara de Comércio Exterior
CA	Corrente Alternada
CEPEL	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
COELCE	Companhia Energética do Ceará
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CC	Corrente Contínua
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPIA	<i>European Photovoltaic Industry Association</i> (Associação Européia da Indústria Fotovoltaica)
FDI	Fator de Dimensionamento do Inversor
HSP	Horas de Sol Pleno (Horas de Sol Pico)
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IGP-M	Índice Geral de Preços do Mercado
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
MME	Ministério de Minas e Energia
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracker</i> (Rastreador do Ponto de Máxima Potência)
NOCT	<i>Normal Operation Cell Temperature</i> (Temperatura Normal de Operação da Célula)
PNE	Plano Nacional de Energia
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
REN	Resolução Normativa
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
STC	<i>Standard Test Conditions</i> (Condições Padrão de Teste)

TD	Taxa de Desempenho
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UC	Unidade Consumidora
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE SÍMBOLOS

θ_Z	Ângulo zenital
I_{inc}	Insolação incidente
G_{ref}	Irradiância padrão
I_{Ph}	Fotocorrente
I_D	Corrente do diodo ideal
R_P	Resistência paralelo
R_S	Resistência série
$P_{m\acute{a}x}$	Potência máxima
V_{OC}	Tensão de circuito aberto
I_{SC}	Corrente de curto-circuito
V_{MP}	Tensão de máxima potência
I_{MP}	Corrente de máxima potência
P_{MP}	Potência máxima ou de pico
$\eta_{M\acute{O}DULO}$	Eficiência de conversão do módulo
A_p	Área do módulo
$P_{nominal}$	Potência nominal
$V_{DC_m\acute{a}x}$	Tensão contínua máxima de entrada do inversor
$V_{MP_m\acute{i}n}$	Tensão mínima de entrada para MPPT
$V_{MP_m\acute{a}x}$	Tensão máxima de entrada para MPPT
$I_{DC_m\acute{a}x}$	Corrente máxima de entrada do inversor
β	Ângulo ideal de inclinação do modulo fotovoltaico
ϕ	Ângulo de incidência da radiação solar
γ_S	Ângulo da altura solar
P_{FV}	Potência de pico do gerador fotovoltaico
E_m	Consumo médio mensal anual ou fração deste
$N_{M\acute{O}DULOS}$	Quantidade de módulos
$E_{M\acute{O}DULO}$	Energia média mensal produzida por um módulo
N_P	Número de módulos necessários
P_{INV}	Potência nominal do inversor
$V_{MP(STC)}$	Tensão de máxima potência do modulo em STC

V_{MP_total}	Tensão de MPPT produzida pelos módulos em série
$V_{OC(STC)}$	Tensão de circuito aberto do modulo em STC
V_{OC_total}	Tensão de circuito aberto produzida pelos módulos em série
$N_{série}$	Número de módulos possíveis de serem conectados em série
$V_{MP}(T)$	Tensão de máxima potência do módulo em condições de temperatura extrema
$V_{OC}(T)$	Tensão de circuito aberto do módulo em condições de temperature extrema
β_T	Coefficiente de temperature da tensão de circuito aberto dos módulos
T	Temperatura de operação em condições extremas
$N_{paralelo}$	Quantidade de fileiras associadas em paralelo e conectadas ao inversor
N	Quantidade de módulos teoricamente necessária
P_{FV}^0	Potência nominal do gerador fotovoltaico
$E_{grupo_mês}$	Energia média mensal produzida por cada grupo de módulos
$E_{mês}$	Energia média mensal produzida pelo SFCR
$E_{módulo_mês}$	Energia média mensal produzida por um único módulo
I	Investimento inicial
FC_t	Fluxo de caixa no t -ésimo período
K	Custo de capital ou custo de oportunidade
t	Período
i^*	Taxa equivalente à taxa interna de retorno

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
1.1	Motivação	24
1.2	Objetivos	28
1.3	Organização do trabalho	28
2	CONCEITOS BÁSICOS	30
2.1	Recurso solar	30
2.2	Irradiação e insolação	34
2.3	Efeito fotovoltaico	37
2.4	Células fotovoltaicas	39
2.4.1	<i>Célula de silício monocristalino (m-Si)</i>	40
2.4.2	<i>Célula de silício policristalino (p-Si)</i>	42
2.4.3	<i>Célula de silício amorfo (a-Si)</i>	42
3	SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA: COMPONENTES E SUAS CARACTERÍSTICAS	44
3.1	Módulo fotovoltaico	45
3.1.1	<i>Características dos módulos fotovoltaicos</i>	47
3.1.2	<i>Influência da irradiância e da temperatura nas curvas I – V e P – V</i>	50
3.1.3	<i>Arranjos fotovoltaicos</i>	52
3.1.4	<i>Efeito do sombreamento</i>	55
3.2	Inversor para sistema conectado à rede elétrica	57
3.2.1	<i>Características dos inversores para SFCR</i>	59
3.3	Topologias para sistemas conectados à rede elétrica	61
3.3.1	<i>SFCR com inversor central</i>	61
3.3.2	<i>SFCR com inversor de grupo de módulos</i>	63
3.3.3	<i>SFCR com micro-inversor ou módulo CA</i>	63
4	RESOLUÇÕES NORMATIVAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL: REN 482/2012 E REN 687/2015	65
4.1	Microgeração e minigeração distribuída e o acesso aos sistemas de distribuição	65
4.2	Sistema de compensação de energia elétrica	66

5	METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CONEXÃO À REDE ELÉTRICA	68
5.1	Medição da radiação solar e orientação dos módulos fotovoltaicos	68
5.2	Dimensionamento do gerador fotovoltaico e do inversor para conexão à rede elétrica	70
5.3	Determinação da configuração de um SFCR	74
6	ESTUDO DE CASO	78
6.1	Estudo de Caso A: Prédio Principal	79
6.1.1	<i>Primeira análise: potência mínima necessária para o SFCR do Caso A</i>	82
6.1.2	<i>Segunda análise: possíveis configurações para o SFCR do Caso A</i>	84
6.1.2.1	<i>Configurações para o SFCR considerando o módulo Yingli Solar YL255P-29b e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso A ...</i>	85
6.1.2.2	<i>Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-260P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso A</i>	93
6.1.2.3	<i>Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-265P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso A</i>	95
6.1.3	<i>Terceira análise: utilização de simulação numérica para verificação dos dados obtidos nas duas primeiras análises</i>	97
6.1.4	<i>Melhor configuração de arranjo para o SFCR do Caso A.....</i>	101
6.1.5	<i>Produção de energia esperada para o SFCR do Caso A.....</i>	103
6.2	Estudo de Caso B: Prédio Anexo	105
6.2.1	<i>Primeira análise: potência mínima necessária para o SFCR do Caso B</i>	106
6.2.2	<i>Segunda análise: possíveis configurações para o SFCR do Caso B</i>	107
6.2.2.1	<i>Configurações para o SFCR considerando o módulo Yingli Solar YL255P-29b e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso B ...</i>	108
6.2.2.2	<i>Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-260P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso B</i>	109
6.2.2.3	<i>Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-265P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso B</i>	111

6.2.3	<i>Melhor configuração de arranjo para o SFCR do Caso B</i>	113
6.2.4	<i>Produção de energia esperada para o SFCR do Caso B</i>	114
7	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	117
7.1	Análise econômica das plantas fotovoltaicas	120
7.1.1	<i>Estimativa de economia com o SFCR do Caso A: sem e com o uso dos créditos</i>	120
7.1.2	<i>Análise do payback estimado para o SFCR do Caso A: sem e com o uso dos créditos</i>	122
7.1.3	<i>Estimativa de economia com o SFCR do Caso B: sem e com o uso dos créditos</i>	125
7.1.4	<i>Análise do payback estimado para o SFCR do Caso B: sem e com o uso dos créditos</i>	126
8	CONCLUSÃO	129
8.1	Considerações finais	129
8.2	Trabalhos futuros	130
	REFERÊNCIAS	131
	APÊNDICE A – CONFIGURAÇÕES ADMISSÍVEIS PARA O SFCR OBTIDAS COM A SIMULAÇÃO DO MATLAB PARA MÓDULOS YINGLI E INVERSORES FRONIUS	136
	APÊNDICE B – CONFIGURAÇÕES ADMISSÍVEIS PARA O SFCR OBTIDAS COM A SIMULAÇÃO DO MATLAB PARA MÓDULOS CANADIAN E INVERSORES FRONIUS	138
	APÊNDICE C – ESTIMATIVA DE ECONOMIA MENSAL DURANTE O PERÍODO DE VIDA ÚTIL DOS MÓDULOS E INVERSORES DO SFCR DO CASO A	142
	APÊNDICE D – ESTIMATIVA DE ECONOMIA MENSAL DURANTE O PERÍODO DE VIDA ÚTIL DOS MÓDULOS E INVERSORES DO SFCR DO CASO B	152
	ANEXO A – CÓDIGO PRINCIPAL PARA SELEÇÃO DOS DADOS ELÉTRICOS DO MÓDULO E DO INVERSOR PARA GERAÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES DO SFCR PARA SIMULAÇÃO DO MATLAB	165

ANEXO B – CÓDIGO AUXILIAR PARA CALCULAR O PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA DO ARRANJO FOTOVOLTAICO PARA SIMULAÇÃO DO <i>MATLAB</i>	168
ANEXO C – CÓDIGO AUXILIAR PARA CALCULAR A POTÊNCIA DE SAÍDA DO INVERSOR PARA A SIMULAÇÃO DO <i>MATLAB</i>	169
ANEXO D – CÓDIGO AUXILIAR PARA GERAÇÃO DAS COMBINAÇÕES DAS CONFIGURAÇÕES ADMISSÍVEIS PARA O SFCR PARA A SIMULAÇÃO DO <i>MATLAB</i>	170

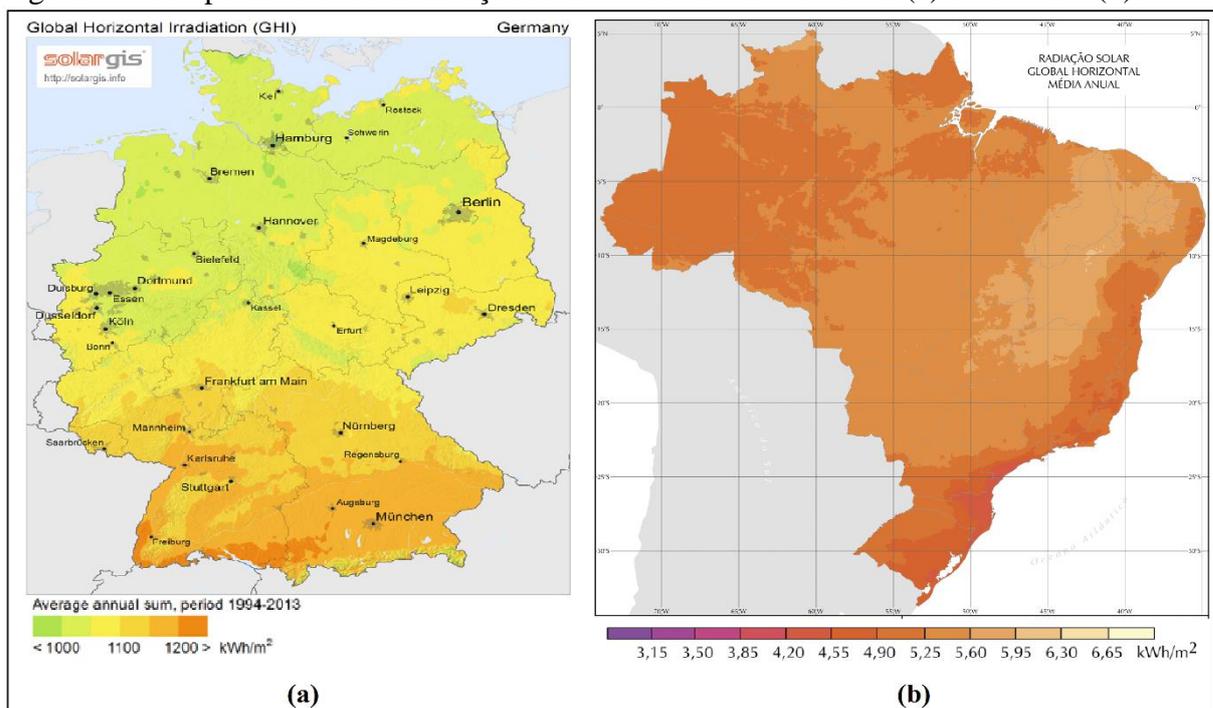
1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Frente à necessidade de se reduzir os impactos ambientais com a geração de energia elétrica e ainda os efeitos provocados pelo aquecimento global, diversos países vêm, ao longo dos anos, adotando políticas de incentivo ao uso de fontes renováveis de energia, frente às fontes de origem fóssil. Diante deste cenário, a energia solar como fonte renovável e limpa, tem tido cada vez mais destaque no panorama energético mundial. De acordo com *European Photovoltaic Industry Association (EPIA)* (2014), a geração de energia entre 2003 e 2013, utilizando-se energia fotovoltaica como fonte primária, por meio de painéis fotovoltaicos, aumentou em 395%, correspondendo a 0,0004% da produção de energia primária no mundo.

O Brasil apresenta um grande potencial para geração de energia elétrica a partir do aproveitamento da energia solar fotovoltaica, maior inclusive do que países líderes em produção de energia com uso da fonte solar, como a Alemanha, por exemplo (SOLARVOLT, 2015). Observa-se, na Figura 1 que, mesmo os menores índices solarimétricos registrados no Brasil, em torno de 3150 kWh/m², são maiores que os índices solares registrados na Alemanha, de cerca de 1200 kWh/m².

Figura 1 – Comparativo entre a radiação solar incidente na Alemanha (a) e no Brasil (b).



Fonte: Adaptado SOLARGIS (2016); INPE (2006).

No entanto, apesar de apresentar condições climáticas desfavoráveis, em comparação com o Brasil, a Alemanha, por meio de legislações e mecanismos de incentivo ao uso da energia fotovoltaica, apresenta uma maior capacidade de aproveitamento desta fonte de energia (CABRAL, 2013).

Como forma de incentivo e expectativa de uma maior difusão da geração fotovoltaica no Brasil, de modo a se ter um melhor aproveitamento deste potencial energético, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da REN 482/2012 e das posteriores normas regulamentadoras, veio regularizar a conexão de micro e mini geração distribuída às redes de distribuição de energia elétrica, e inserir o sistema de compensação de energia. Este sistema visa não somente proporcionar economia aos clientes proprietários de sistemas de geração de energia por fontes renováveis, por meio do abatimento no consumo faturado mensal com o uso da energia gerada e injetada na rede de distribuição, mas também uma possível minimização dos investimentos em ampliação das redes de distribuição e transmissão do país por parte do governo (MIRANDA, 2014).

A seguir, tem-se os principais incentivos à geração de energia por fontes renováveis em vigor no Brasil (ANEEL; MME, 2016):

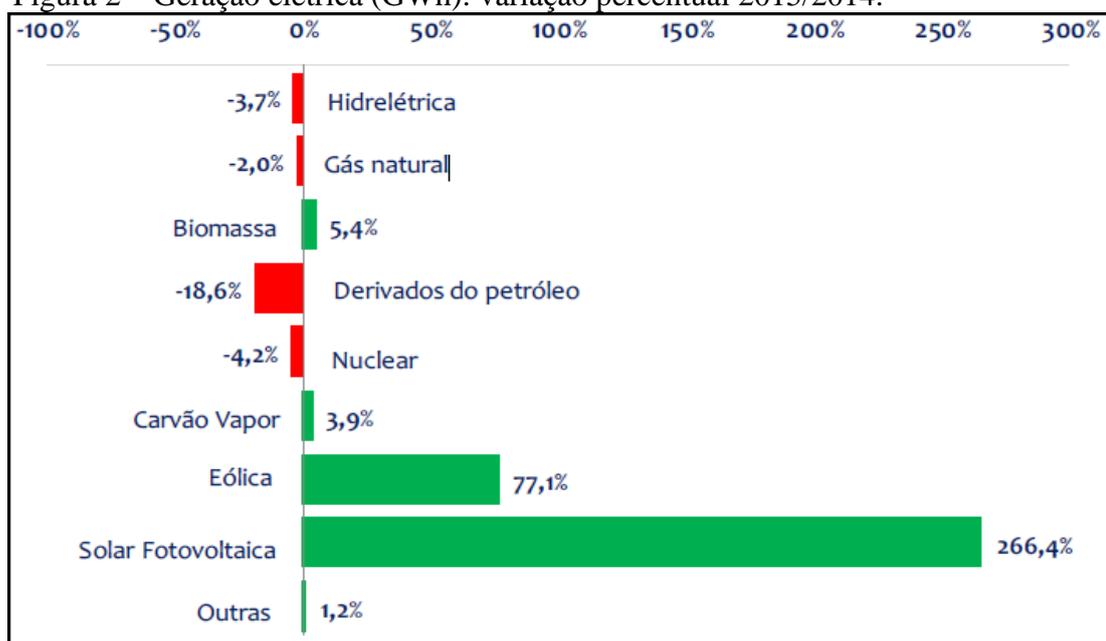
- a) Isenção do IPI:** de acordo com o Decreto nº 7.212, de 15/06/2010, são imunes à incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados, a energia elétrica, derivados do petróleo, combustíveis e minerais;
- b) Isenção do ICMS:** pelo Convênio ICMS 101/97, celebrado entre as secretarias de Fazenda de todos os Estados, há isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) para as operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica, válido até 31/12/2021;
- c) Isenção de ICMS, PIS e Cofins na Geração Distribuída:** os convênios ICMS 16, 44 e 52, 130 e 157, de 2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), firmados pelos Estados do Acre, Tocantins, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal, isentam o ICMS sobre a energia que o consumidor gerar. O tributo se aplica somente sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede no mês. O mesmo se aplica para o PIS e Confins (Lei 13.169, de 06/10/2015);

- d) Redução do Imposto de Importação:** a Resolução CAMEX 64, de 22/08/2015, reduz de 14% para 2%, a alíquota incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica, vigente até 31/12/2016;
- e) Inclusão no programa “Mais Alimentos”:** a partir de novembro de 2015, os equipamentos para produção de energia solar e eólica passaram a fazer parte do programa “Mais Alimentos”, o que possibilita financiamentos a juros mais baixos;
- f) Apoio BNDES:** pela Lei 13.203, de 08/12/2015, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, foi autorizado a financiar, com taxas diferenciadas, os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas;
- g) Plano Inova Energia:** fundo de R\$ 3 bilhões, criado em 2013, pelo BNDES, Financiadora e Estudos e Projetos (FINEP) e ANEEL, com o foco na empresa privada e com o objetivo de pesquisa e inovação tecnológica nas áreas, entre outras, de energias alternativas, como a solar.
- h) Incentivo Banco do Nordeste:** o Banco do Nordeste oferece uma linha de financiamento especialmente direcionada a sistemas de micro e minigeração distribuída de energia por fontes renováveis, o FNE Sol. Esta linha de financiamento, financia todos os componentes dos sistemas de micro e minigeração e instalação dos mesmos, sendo destinada a empresas industriais, agroindustriais, comerciais e de prestação de serviços, produtores rurais, cooperativas e associações legalmente constituídas. É possível o financiamento de até 100% do valor do investimento dependendo do porte e localização do cliente. O valor das parcelas é equivalente à redução projetada na conta de energia do mutuário após a implantação do sistema de compensação, com bônus de 15% sobre os juros, caso o mutuário pague as prestações até as datas dos respectivos vencimentos. Tem-se um prazo de financiamento de até 12 anos e carência de 6 meses a 1 ano (BNB, 2016).

Como pode ser visto no último Balanço Energético Nacional (BEN) consolidado em junho de 2016, a geração distribuída, em 2015, atingiu 34,9 GWh com uma potência instalada de 16,5 MW, sendo que destas, 20 GWh e 13,3 MW de geração e potência instalada respectivamente, referem-se à fonte solar fotovoltaica (EPE, 2016).

Ainda de acordo com o BEN 2016, em 2015, a geração de energia elétrica por fonte solar fotovoltaica, em comparação com o ano de 2014, apresentou um aumento percentual de 266,4%, a maior variação dentre as demais fontes de energia da matriz energética nacional, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Geração elétrica (GWh): variação percentual 2015/2014.

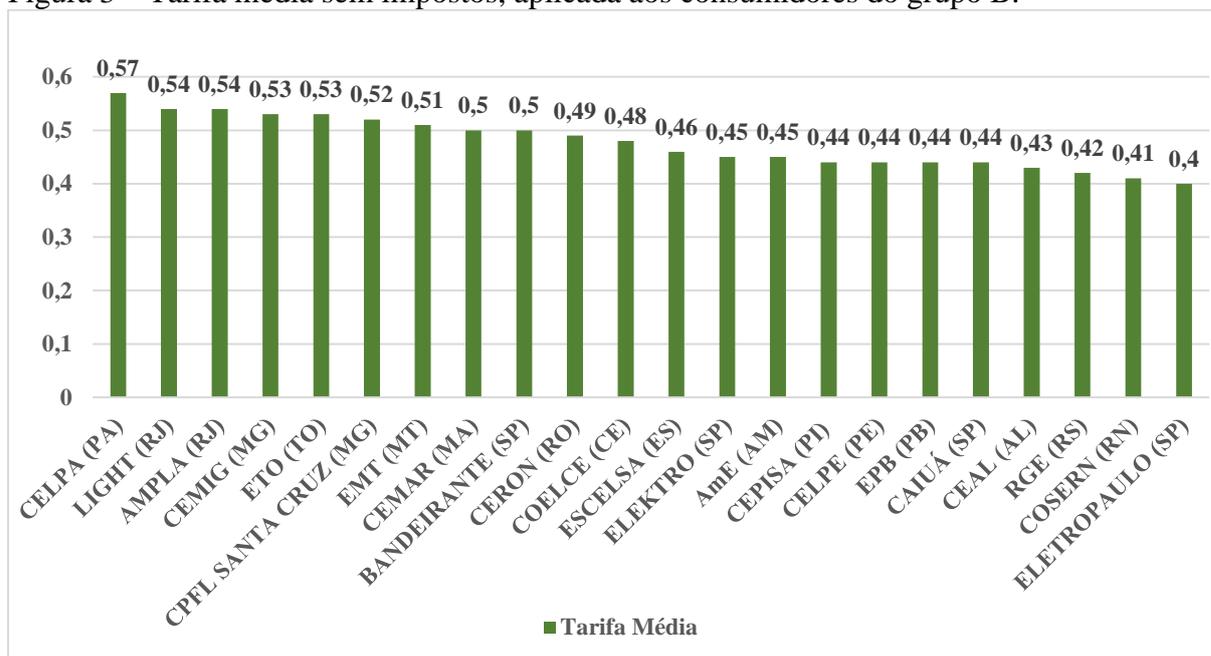


Fonte: EPE (2016).

Segundo projeções para o consumo de energia elétrica presentes no último Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) realizado com base em dados de 2004, até o ano de 2030 espera-se um aumento no consumo de energia elétrica de até 90% para um cenário otimista e de até 190% em um mais pessimista (MME, 2007). Diante disto nos próximos anos, necessita-se não somente aumentar a geração de energia, como também buscar diversificar a matriz energética nacional com foco nas fontes alternativas, de forma a se ter, nos próximos anos, um sistema confiável de fornecimento de energia.

Hoje no Brasil, cerca de 43% da energia elétrica produzida é destinada ao consumo residencial, comercial e público, sendo o consumo residencial responsável por 21,3%, o comercial por 14,8% e o público por 6,9%, deste valor (EPE, 2016). Estes tipos de consumidores fazem parte da modalidade de consumidores suscetíveis às mais altas tarifas dentro das modalidades de consumo, os consumidores do grupo B (baixa tensão). A Figura 3, mostra a média das tarifas residenciais do Brasil calculadas até o mês de outubro de 2016 para concessionárias com mais de 200 mil consumidores (ANEEL, 2016).

Figura 3 – Tarifa média sem impostos, aplicada aos consumidores do grupo B.



Fonte: ANEEL (2016).

A título de geração de energia por fontes alternativas, especialmente por meio de energia solar fotovoltaica, a REN 482/2012 juntamente com a REN 687/2015, define que a tarifa aplicada ao faturamento do consumo de energia, por parte das concessionárias, deve ser a mesma aplicada à energia gerada por micro e mini geração distribuída. Diante disto, quanto mais elevada for a tarifa, maior será a economia proporcionada pela geração de energia.

Considerando que, de acordo com dados da ANEEL, o Ceará possui a segunda tarifa média de energia residencial (baixa tensão) mais cara da região Nordeste, 0,48 R\$/kWh, e a décima primeira mais cara do país, como mostra a Figura 3 anterior, e ainda considerando a projeção do aumento do consumo de energia para até 2030 realizada no PNE 2030, sistemas fotovoltaicos instalados nesta região seriam passíveis de proporcionar uma economia considerável e um retorno de investimento expressivo.

1.2 Objetivos

Diante deste panorama de incentivo e difusão da energia solar fotovoltaica no país, da expectativa de aumento no consumo de energia para os próximos anos e ainda da expressiva alta de valores nas tarifas da concessionária local, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o dimensionamento de dois sistemas fotovoltaicos para conexão à rede elétrica para dois estudos de casos, o primeiro sendo um sistema da ordem de 28 kWp e o segundo da ordem

de 8 kWp, buscando uma melhor produtividade com um menor custo de projeto, de modo a suprir uma parcela do consumo de energia elétrica em cada um dos casos. Com base nos sistemas dimensionados, será realizado o estudo de viabilidade econômica para instalação dos mesmos, de forma a se verificar o tempo esperado de *payback* do investimento.

1.3 Organização do trabalho

Para atingir os objetivos mencionados, o trabalho apresenta, além do capítulo de introdução, mais sete capítulos, que serão apresentados a seguir.

No capítulo 2 são apresentados os conceitos da energia solar fotovoltaica e da tecnologia de conversão fotovoltaica. Estes conceitos são importantes para o entendimento do recurso solar como potencial de geração de energia.

No capítulo 3 é descrito o sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, suas características e componentes. São apresentados os parâmetros elétricos dos módulos e inversores, necessários para se realizar o dimensionamento deste tipo de sistema fotovoltaico, e os tipos de configurações que podem ser adotadas para o mesmo.

No capítulo 4 são apresentadas as duas principais resoluções normativas vigentes no Brasil que regulamentarizam o acesso de mini e microgeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, a REN ANEEL 482/2012 e REN ANEEL 687/2015.

No capítulo 5 é descrita a metodologia aplicada ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos para conexão à rede elétrica, onde são apresentadas as equações e as fontes de dados de radiação solar necessárias para a realização do presente estudo.

No capítulo 6 é realizado o estudo de caso onde é descrito todo o processo de dimensionamento e escolha dos equipamentos que iram compor os sistemas fotovoltaicos dos dois casos base expostos, e a determinação da melhor topologia de configuração a ser adotada em ambos os casos.

No capítulo 7 é realizada uma análise econômica com base em três métodos de análises de investimento, para determinação da viabilidade de instalação dos sistemas fotovoltaicos, definidos para cada um dos casos analisados no capítulo 6.

O capítulo 8 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

2 CONCEITOS BÁSICOS

Nesta seção serão apresentadas algumas definições e conceitos necessários ao entendimento e aplicação da tecnologia fotovoltaica.

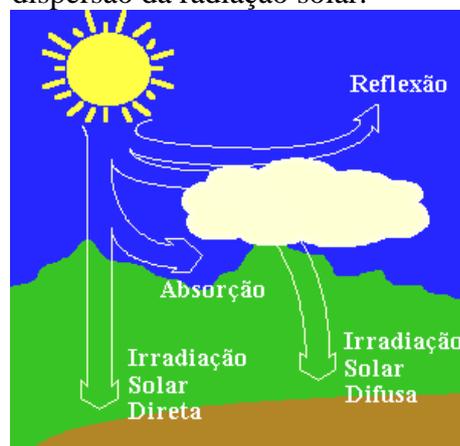
2.1 Recurso solar

O Sol constitui-se como a fonte primordial de energia para o nosso Planeta, fornecendo-a na forma de radiação solar que é a base para a conservação da vida na Terra. A radiação solar apresenta um grande potencial de utilização tanto em sistemas que captam essa energia quanto em sistemas que convertem a mesma em energia elétrica ou térmica, por exemplo.

Pelo fato da distância entre a Terra e o Sol ser da ordem de 149 milhões de quilômetros (INPE, 2016), somente uma pequena parcela da radiação solar emitida alcança a superfície da Terra, equivalendo a uma quantidade de energia da ordem de $1,5 \times 10^{18}$ kWh/ano, o que ainda assim corresponde a 10000 vezes o consumo mundial de energia elétrica por ano (CRESESB, 2008).

A radiação solar sofre inúmeras alterações ao atravessar a atmosfera terrestre. A atmosfera diminui a intensidade da radiação por meio de três fenômenos: reflexão, absorção e dispersão (GREENPRO, 2004), como mostra a Figura 4. Tais modificações dependem da espessura da camada de ar e da composição da atmosfera, o que inclui o ar, o vapor de água e a poeira em suspensão (VILLALVA, 2012).

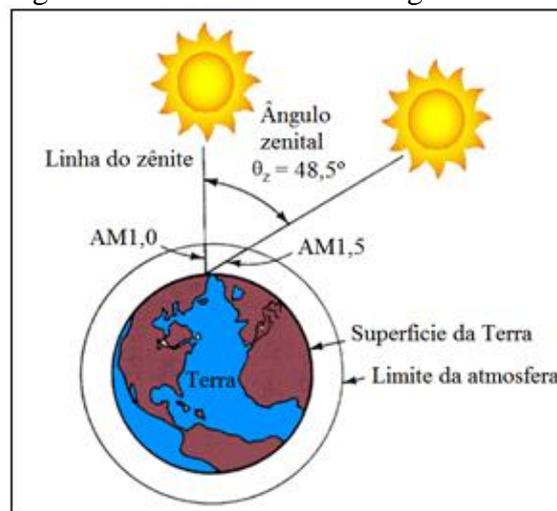
Figura 4 – Reflexão, absorção e dispersão da radiação solar.



Fonte: CRESESB (2008).

A radiação direta compreende os raios solares que chegam do Sol em linha reta e incidem diretamente sobre a superfície terrestre sendo dependente do ângulo zenital do Sol. Já a radiação difusa compreende os raios solares que incidem de forma indireta no plano horizontal devido a reflexão da luz nas nuvens e outros obstáculos e também devido a difração na atmosfera. O ângulo zenital, citado anteriormente, é o ângulo formado entre os raios do Sol e a linha imaginária perpendicular ao solo (CRESESB, 2008), chamada de zênite, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Linha do zênite e ângulo zenital.

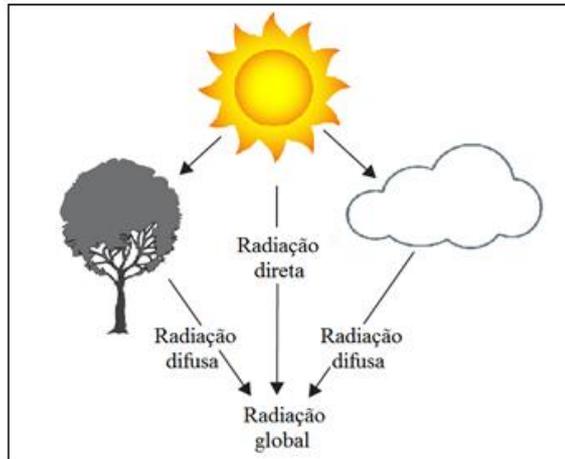


Fonte: Adaptado CRESESB (2008).

Segundo CRESESB (2014), mesmo em um dia completamente sem nuvens, ao menos 20% da radiação que atinge a superfície terrestre é difusa, já em um dia totalmente nublado, inexistente radiação direta sendo que 100% da radiação é difusa.

Como consequência ao que foi exposto anteriormente, a radiação que incide sobre a superfície horizontal terrestre deriva da soma da radiação direta com a radiação difusa resultando então na radiação incidente, dita radiação global, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Radiação direta e radiação difusa resultando na radiação global.



Fonte: Adaptado Villalva (2012).

A espessura da massa de ar que influencia a passagem dos raios solares na atmosfera depende do ângulo zenital, como mostrado na Figura 5, e é definida internacionalmente por um coeficiente adimensional denominado de AM (*Air Mass*) e calculada pela equação (2.1) (VILLALVA, 2012):

$$AM = \frac{1}{\cos \theta_z} \quad (2.1)$$

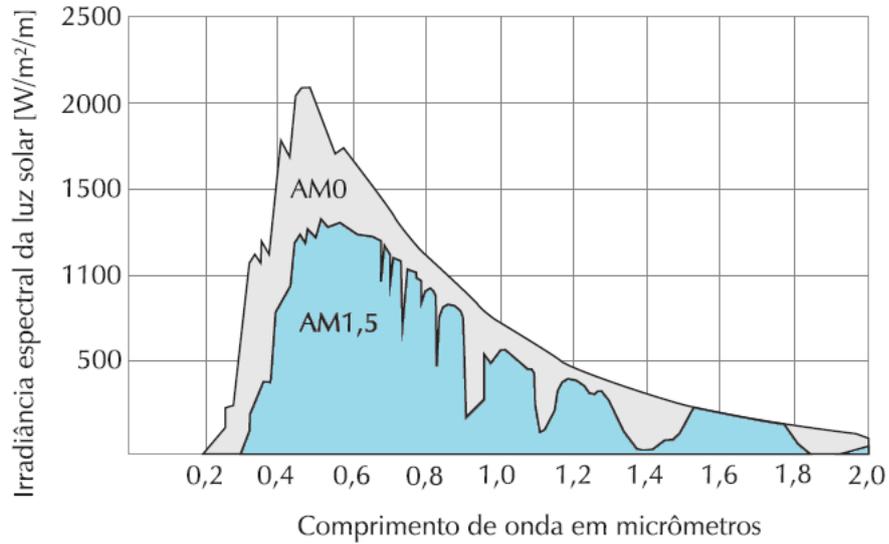
Onde:

- AM = massa de ar;
- θ_z = ângulo zenital.

A equação (2.1) implica dizer que quanto maior o ângulo zenital, mais espessa será a camada de ar e por conseguinte maior a influência da atmosfera sobre a radiação solar. Sendo assim, Villalva (2012) afirma que a distribuição de energia do espectro de radiação solar depende da localização geográfica, da hora e do dia do ano, da atmosfera e da altitude.

A Figura 7, mostra o comparativo entre a distribuição de energia do espectro de radiação solar para AM1,5 (ao nível do mar, quando a massa de ar é igual a 1,5) para o ângulo zenital $\theta_z = 48,5^\circ$ e AM0 (sem massa atmosférica).

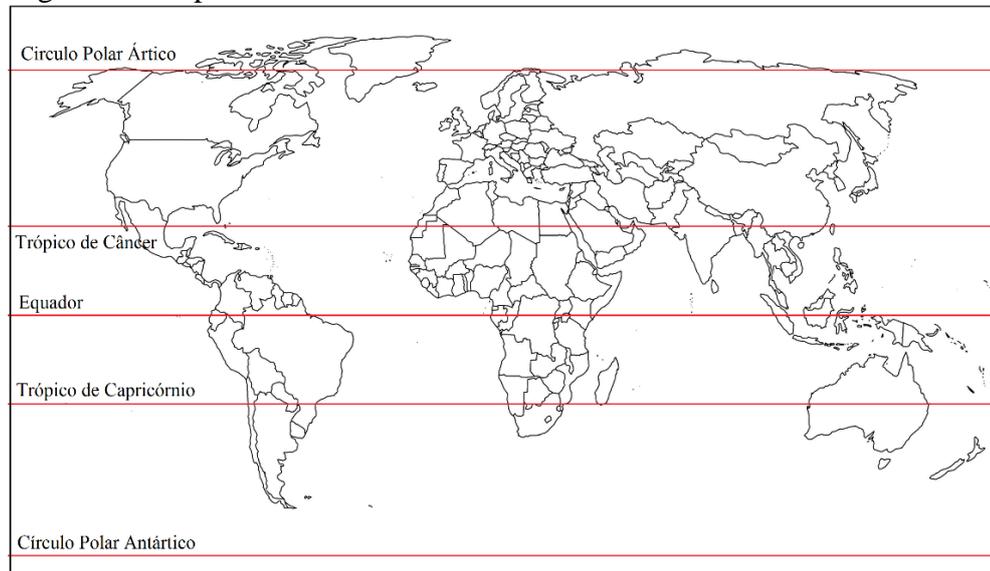
Figura 7 – Características da radiação solar para as massas de ar AM0 e AM1,5.



Fonte: Villalva (2012).

A distribuição espectral AM1,5 ilustra o comportamento médio da radiação solar durante um ano em países situados no hemisfério norte, especificamente entre o Trópico de Câncer e o Círculo Polar Ártico, mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Mapa Mundi.



Fonte: Própria.

De acordo com Villalva (2012) e CRESESB (2014), em países situados entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, regiões com massa de ar reduzidas, os raios solares incidentes

apresentam ângulos azimutais menores, o que justifica as zonas tropicais serem mais quentes e iluminadas do que as temperadas.

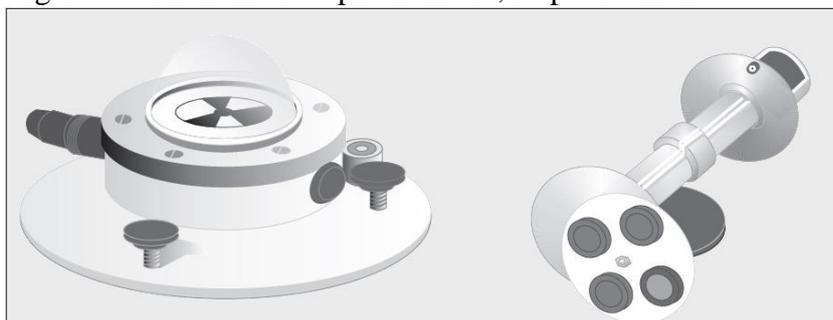
Tendo em vista que a tecnologia fotovoltaica se desenvolveu em países do hemisfério norte, de forma mais expressiva na Europa e Estados Unidos, a massa de ar AM1,5 e sua distribuição espectral, mostrada anteriormente, tornaram-se padrões para se estudar e analisar sistemas fotovoltaicos e são citados em quase todos os *datasheet* de fabricantes de células e módulos fotovoltaicos.

2.2 Irradiância e insolação

Irradiância ou irradiação é o termo utilizado para quantificar a radiação solar. Trata-se da densidade de potência solar que incide em uma superfície, expressa em W/m^2 (*Watt* por metro quadrado). Como a irradiância se refere a uma unidade de potência por área e potência expressa a taxa de variação de energia com o tempo, quanto mais energia a radiação solar transportar em um determinado intervalo de tempo, maior será a potência.

A mensuração da irradiação solar é feita comumente por meio de dois instrumentos: o piranômetro, utilizado para medir a irradiação global, e o pireliômetro, para medir a irradiação direta, mostrados na Figura 9. Os dados obtidos por meio desses equipamentos, juntamente com os métodos de cálculos matemáticos, servem de base para o estudo da viabilidade de projetos de aproveitamento da energia solar, principalmente sistemas fotovoltaicos (DI SOUZA, 2016).

Figura 9 – Piranômetro e pireliômetro, respectivamente.



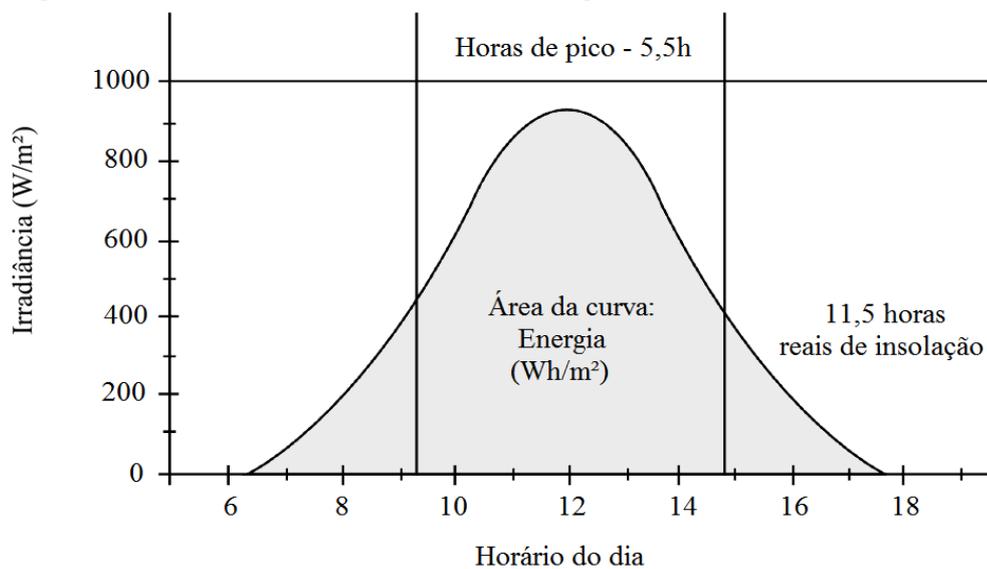
Fonte: CEPTEL (2000).

Segundo CRESESB (2014), Di Souza (2016) e Villalva (2012), a irradiância na superfície terrestre está próxima de $1000 W/m^2$. Essa medida é utilizada como padrão pela indústria fotovoltaica na avaliação de células e módulos fotovoltaicos, constando, juntamente com a massa de ar AM1,5, nos diversos catálogos de fabricantes. Por meio das medidas de

irradiância, é possível calcular o quantitativo de energia solar recebida por uma determinada área naquele dia, ao longo de uma semana, mês ou ano.

Desde o instante que o sol nasce até o momento em que ele se põe, a radiação solar varia do seu valor mínimo ao máximo (dito meio-dia-solar) e vice-versa. Como exposto anteriormente, as massas de ar interferem a irradiância direta, o que faz com que a captação de energia seja menor no início da manhã ou fim da tarde (DI SOUZA, 2016). Diante disto, tem-se na Figura 10, o gráfico da variação da irradiância ao longo de um dia médio.

Figura 10 – Perfil da irradiância solar ao longo de um dia.



Fonte: Adaptado Di Souza (2016).

Pode-se observar no gráfico acima as horas do dia nas quais o valor da irradiância se aproxima do valor padrão de 1000 W/m². Ainda sobre o gráfico, as medidas de irradiância são realizadas a cada instante de tempo.

Integrando essas medidas, ao longo do tempo (cálculo da área abaixo da curva), tem-se o quantitativo de energia solar recebida durante todo o dia por unidade de área (densidade de energia) a qual recebe o nome de insolação (VILLALVA, 2012), e é expressa em Wh/m² (*Watt*-hora por metro quadrado).

Os dados de insolação são corriqueiramente disponibilizados na forma de mapas e tabelas de insolação e fornecem os valores diários expressos em Wh/m².dia (*Watt*-hora por metro quadrado dia) que é equivalente às Horas de Sol Pico (HSP) ou Horas de Sol Pleno dada em h/dia (horas por dia). As Horas de Sol Pleno são de suma importância para se dimensionar sistemas solares fotovoltaicos uma vez que é dentro destas horas que o módulo fotovoltaico irá

gerar o seu máximo de energia (DI SOUZA, 2016) e é calculado pela equação (2.2) (CRESESB, 2014):

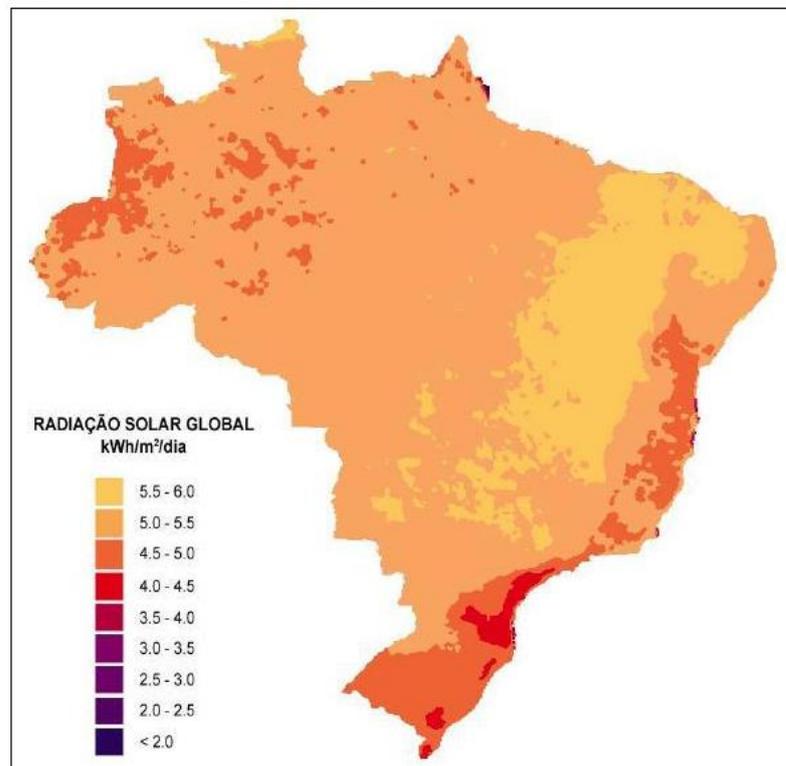
$$HSP = \frac{I_{inc}}{G_{ref}} \quad (2.2)$$

Onde:

- HSP = horas de sol pleno (h/dia);
- I_{inc} = insolação incidente em (Wh/m².dia);
- G_{ref} = irradiância padrão de 1000 W/m².

No Brasil, atualmente, tem-se como principais estudos a respeito da radiação solar em nosso território: o Atlas Solarimétrico do Brasil, elaborado pelo Centro de Referência em Energia Solar e Eólica Sergio de Salva Brito (CRESESB/CEPEL); e o Atlas Brasileiro de Energia Solar, elaborado pela Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A Figura 11 mostra a média anual típica da radiação solar global diária no Brasil.

Figura 11 – Radiação solar global diária no Brasil.



Fonte: Adaptado INPE (2006).

Como forma complementar de análise de dados de insolação para estudos fotovoltaicos, o Instituto Brasileiro de Meteorologia – INMET, disponibiliza em seu *website* dados obtidos através das suas estações meteorológicas, as quais medem dentre outros parâmetros como temperatura e umidade do ar, a radiação solar, integrando esses valores medidos minuto a minuto, disponibilizando-os a cada hora (INMET, 2016).

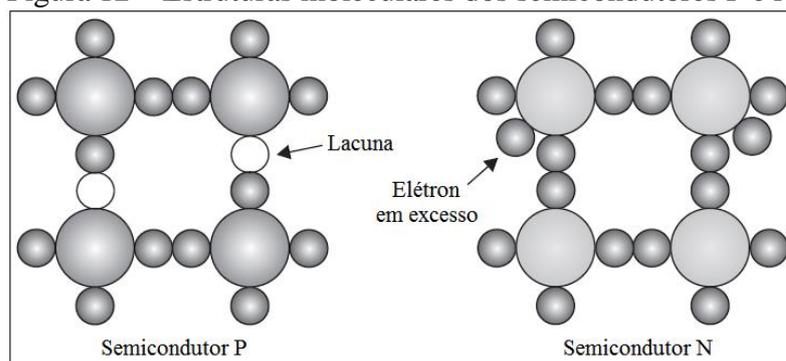
2.3 Efeito fotovoltaico

O efeito fotovoltaico, primeiramente descoberto pelo físico francês Edmond Becquerel, em 1839, consiste na conversão direta da energia dos *fótons* presentes na radiação luminosa em energia elétrica dando origem a uma diferença de potencial ou tensão elétrica.

Alguns materiais semicondutores apresentam a capacidade de absorver essa energia e converte-la em eletricidade, sendo uma característica física própria dos materiais utilizados em equipamentos de conversão fotovoltaica. Tal característica pode ser obtida através da modificação das propriedades de um semicondutor puro (elemento neutro, comumente o silício puro) pela adição de impurezas químicas (normalmente boro ou fósforo), num processo conhecido como *dopagem* (VILLALVA; ZILLES, 2012).

Durante o processo de dopagem, primeiramente, adiciona-se ao semicondutor puro (não possui *elétrons* livres, sendo um mau condutor) material dopante com déficit de *elétrons* (usualmente o boro, elemento trivalente), dito receptor (ZILLES, 2012), resultando em cargas positivas ou “lacunas” (uma espécie de “buraco” na estrutura molecular), originando uma região, ou camada, conhecida como tipo “P”. Posteriormente, adiciona-se material dopante com excesso de *elétrons* (comumente o fósforo, elemento pentavalente), dito doador (ZILLES, 2012), dando origem a uma região conhecida como tipo “N”. A Figura 12, mostra a estrutura molecular dos semicondutores “P” e “N”.

Figura 12 – Estruturas moleculares dos semicondutores P e N.



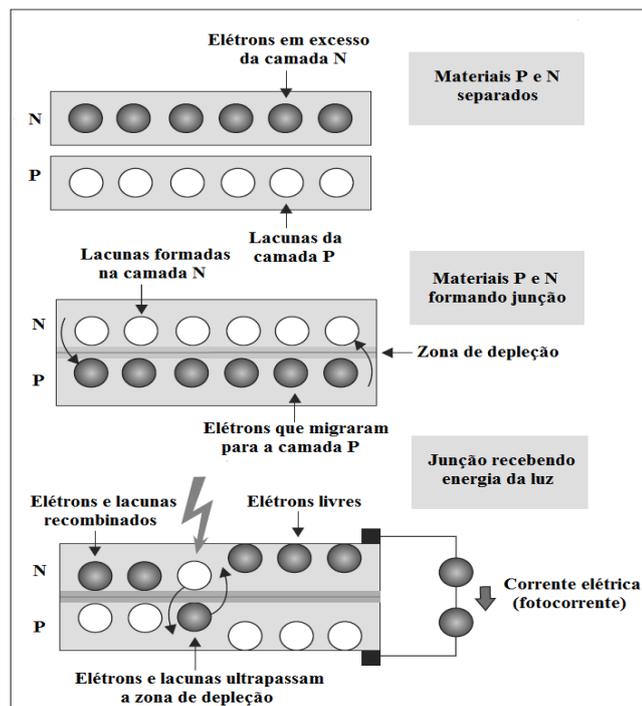
Fonte: Villalva (2012).

Entre as camadas “P” e “N”, forma-se a “junção P-N”. Como resultado da diferença de concentração de *elétrons* entre as duas camadas, os *elétrons* livres presentes na camada “N” migram para a camada “P” ocupando os espaços vazios das lacunas (VILLALVA, 2012).

Como muitos *elétrons* e lacunas trafegam por entre a junção, muitos *íons* positivos e negativos permanecem nos limites da junção. Esses *íons*, originam um campo elétrico, decorrente da lei de Gauss, em uma região de transição entre as camadas, chamada zona de depleção ou barreira de potencial. Nessa zona há um equilíbrio entre as cargas, pois o número de *íons* positivos no lado “N” da junção é igual ao de *íons* negativos no lado “P” da junção (VILLALVA; ZILLES, 2012).

Este estado de equilíbrio permanece até o momento em que o semicondutor recebe a luz solar e a energia contida nos *fótons* é absorvida pelos *elétrons*, fornecendo energia suficiente para os mesmos vencerem a zona de depleção e se movimentarem da camada “N” para a “P” formando pares *elétron-lacunas*. Quanto mais *fótons* incidem sobre o semicondutor, mais pares *elétron-lacunas* são formados. Caso sejam conectados eletrodos metálicos em cada uma das junções e interligados por um condutor, os *elétrons* irão circular originando uma corrente elétrica chamada de fotocorrente, que permanecerá enquanto a radiação solar incidir sobre o semicondutor (VILLALVA; ZILLES, 2012). A Figura 13, mostra de forma resumida todo o processo de conversão descrito anteriormente.

Figura 13 – Representação do processo de conversão fotovoltaica: efeito fotovoltaico.



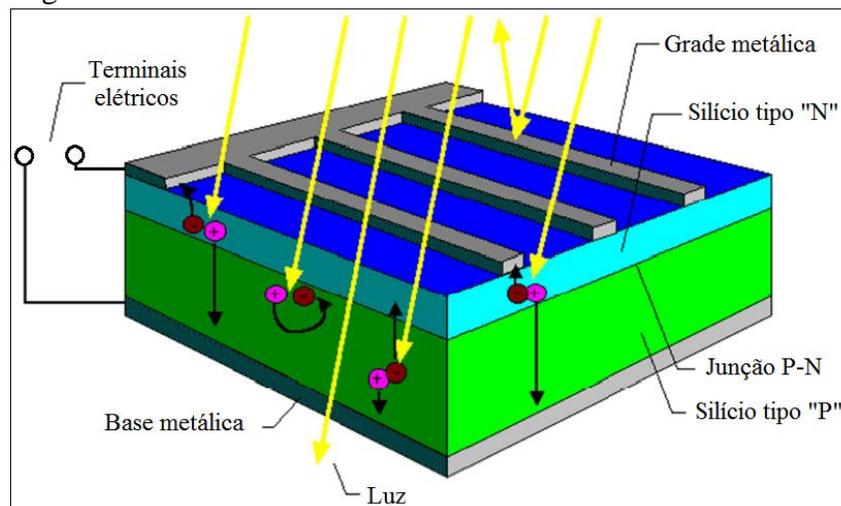
Fonte: Adaptado Villalva (2012).

2.4 Células fotovoltaicas

As células fotovoltaicas são dispositivos optoeletrônicos compostos de materiais semicondutores, fabricados de modo a aproveitar o efeito fotovoltaico para a produção de eletricidade (CRESESB, 2006), sendo o principal elemento que compõe o módulo fotovoltaico, ou placa solar. São compostas tipicamente pela junção P-N definida anteriormente.

Suas camadas semicondutoras podem ser fabricadas com diversos materiais sendo mais utilizado o silício, composto cerca de 95% de todas as células fotovoltaicas fabricadas, por ser um material abundante e barato (VILLALVA, 2012). A Figura 14, mostra a estrutura de uma célula fotovoltaica formada por duas placas de material semicondutor “P” e “N”, uma grade de coletores metálicos na parte superior e uma base metálica na parte inferior (QUASCHNING, 2005).

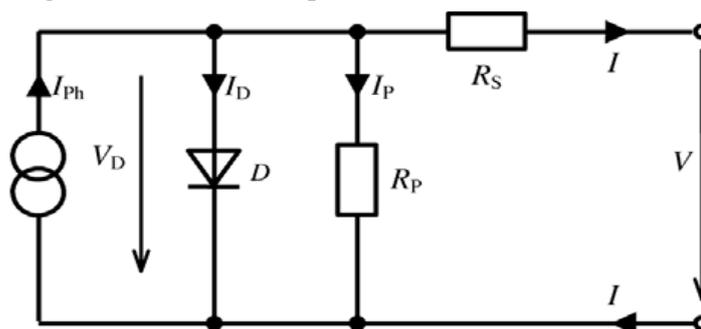
Figura 14 – Estrutura de uma célula fotovoltaica.



Fonte: Adaptado Quaschnig (2005).

Segundo Quaschnig (2005), a energia presente nos fótons não é totalmente convertida em energia elétrica pelas células devido a alguns efeitos que acarretam perda de energia como por exemplo a reflexão e a transmissão. O circuito equivalente que representa uma célula fotovoltaica é mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Circuito equivalente de uma célula solar.



Fonte: Quaschnig (2005).

Com base no circuito, observa-se que a célula se comporta como um diodo de grande área. A corrente (I_{Ph}) é a fotocorrente gerada pela incidência dos raios solares sobre a célula, a corrente (I_D) é a corrente através da junção P-N (corrente de um diodo ideal) e a corrente (I_P) resulta da resistência paralela (R_P) entre os terminais da célula e descreve as correntes de fuga nas bordas da mesma. A célula experimenta uma queda de tensão entre seus terminais e a junção P-N sendo expressa pela resistência série (R_S), a qual leva em conta as perdas ôhmicas e descreve os elementos resistivos no caminho da corrente (I) que é a corrente real entregue ao circuito externo (ALONSO, 2016 *apud* QUASCHNING, 2005). A característica elétrica da célula pode ser descrita pela corrente (I) e pela tensão (V).

Atualmente, existe uma gama de tecnologias para a fabricação de células fotovoltaicas, sendo as mais comuns no mercado a do silício monocristalino, a do silício policristalino e a do filme fino de silício amorfo, esta em pequena escala de comercialização. Existem ainda em estudo o uso de novas tecnologias, como é o caso de células de material orgânico, translúcidas e de material plástico (ZILLES, 2012).

2.4.1 Célula de silício monocristalino (m-Si)

O silício monocristalino (m-Si) é obtido através de um processo de formação de cristais chamado método de Czochalski. Nesse processo, inicialmente, blocos de silício ultrapuro (grau de pureza entre 98% e 99%) são fundidos, em uma caldeira, com uma pequena quantidade de material dopante (comumente o boro, por ser do tipo “P”).

Posteriormente, uma fração do conjunto fundido é erguido, sendo os átomos do mesmo orientados pelo silício. Esse conjunto origina uma única formação cristalina levemente dopada chamada de lingote, como mostra a Figura 16, daí o termo monocristalino (DI SOUZA, 2016).

Figura 16 – Lingote de silício monocristalino.



Fonte: Portal Solar (2016).

Em seguida, esse lingote é cortado em pastilhas, sendo adicionado o fósforo (material tipo “N”) por meio de difusão de vapor a temperaturas entre 800 e 1000° C, que compõem a base para o funcionamento da célula fotovoltaica (CRESESB, 2006).

Por fim é adicionada a película metálica em uma das faces do conjunto de pastilhas, a grade metálica na outra face e a camada de material antirreflexivo na face que receberá a incidência dos raios solares para maximizar a absorção da luz solar (VILLALVA, 2012). A Figura 17 mostra a célula de silício monocristalino.

Figura 17 – Célula de silício monocristalino.



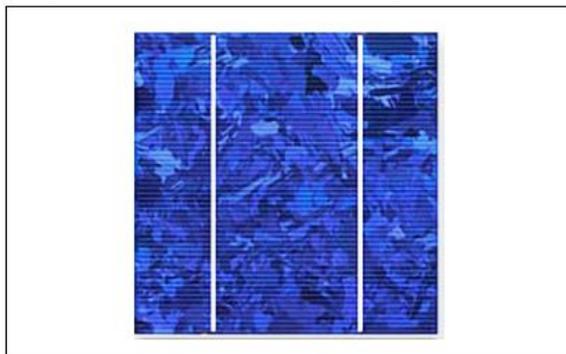
Fonte: EPE (2012).

As células de silício monocristalino são as que possuem maior eficiência dentre as células produzidas e vendidas comercialmente, apresentando uma eficiência de até 25% (CRESESB, 2014 *apud* GREEN *et al.*, 2013), no entanto seu custo de produção é bem maior se comparado aos outros tipos de células.

2.4.2 Célula de silício policristalino (p-Si)

A célula de silício policristalino é fabricada de forma similar à de monocristalino, no entanto o processo de fabricação é menos rigoroso, o qual a confere uma aparência não muito homogênea, normalmente na cor azul como mostra a Figura 18.

Figura 18 – Célula de silício policristalino.



Fonte: EPE (2012).

O material utilizado é o mesmo que para o m-Si, o qual é fundido e depois passa pelo processo de solidificação. Essa solidificação tem como resultado um bloco com enorme quantidade de cristais com defeitos em seu entorno, tornando-os menos eficientes que os m-Si e conseqüentemente com menor custo (RÜTHER, 2004).

As células de silício policristalino comerciais têm apresentado, ao longo dos anos, eficiência de até 20,4%, um pouco abaixo que os m-Si (CRESESB, 2014 *apud* GREEN et al., 2013).

2.4.3 Célula de filme fino de silício amorfo (a-Si)

A tecnologia dos filmes finos é recente e surgiu após o bom desenvolvimento das tecnologias cristalinas (mono e policristalinas). É utilizada para indicar diversas tecnologias existentes atualmente, como a de telureto de cádmio (Cd-Te) e a CIGS (cobre-índio-gálio-selênio), as duas ainda em desenvolvimento e de pouca utilização no mercado, contudo a tecnologia mais utilizada dentre os filmes finos é a do silício amorfo (a-Si) (VILLALVA, 2012).

A tecnologia de filme fino a-Si foi a primeira a ser desenvolvida. O processo de produção acontece em processos ditos a plasma (abaixo de 300°), os quais permitem que o a-Si seja formado em superfícies de menor custo como vidro, aço inox e alguns plásticos. Deste

modo, há disponível hoje no mercado módulos inquebráveis, flexíveis, mais leves e com superfícies curvas como mostra a Figura 19 (RÜTHER, 2004).

Figura 19 – Células de filme fino a-Si flexíveis em superfície de plástico (a); módulos solares fabricados diretamente sobre telhas de vidro curvas (b).



Fonte: Adaptado Rütther (2014).

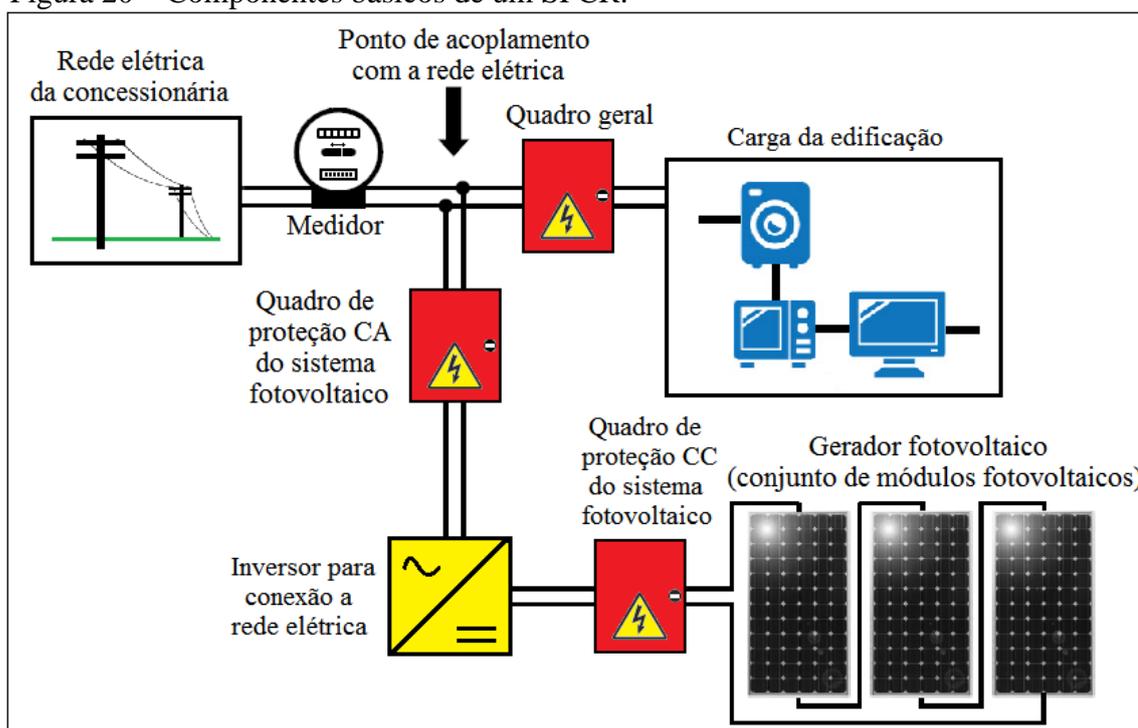
A eficiência dos a-Si é muito baixa em comparação com as tecnologias cristalinas (m-Si e p-Si), estando em torno de 10,1% (CRESESB, 2014 *apud* GREEN *et al.*, 2013), diminuindo nos primeiros 6 a 12 meses de funcionamento por conta da degradação induzida pela luz, até atingir um valor estável (VILLALVA, 2012).

3 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA: COMPONENTES E SUAS CARACTERÍSTICAS

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede (ditos *On-Grid*) são sistemas que se utilizam do recurso solar como fonte primária de energia para geração de energia elétrica sendo interligados, por meio de inversores, diretamente à rede elétrica da concessionária de energia.

Nesse tipo de sistema, a rede elétrica funciona como um “acumulador infinito de energia” (ZILLES, 2012) e assim, não se necessita de baterias e controladores de carga, como acontece em sistemas fotovoltaicos isolados (ditos *Off-Grid*), para armazenamento da energia produzida. Um SFCR é constituído basicamente por três conjuntos de componentes: o gerador fotovoltaico, constituído pelos módulos fotovoltaicos; os quadros de proteção e medidor; e os inversores. A Figura 20 ilustra a composição básica de um sistema conectado à rede.

Figura 20 – Componentes básicos de um SFCR.



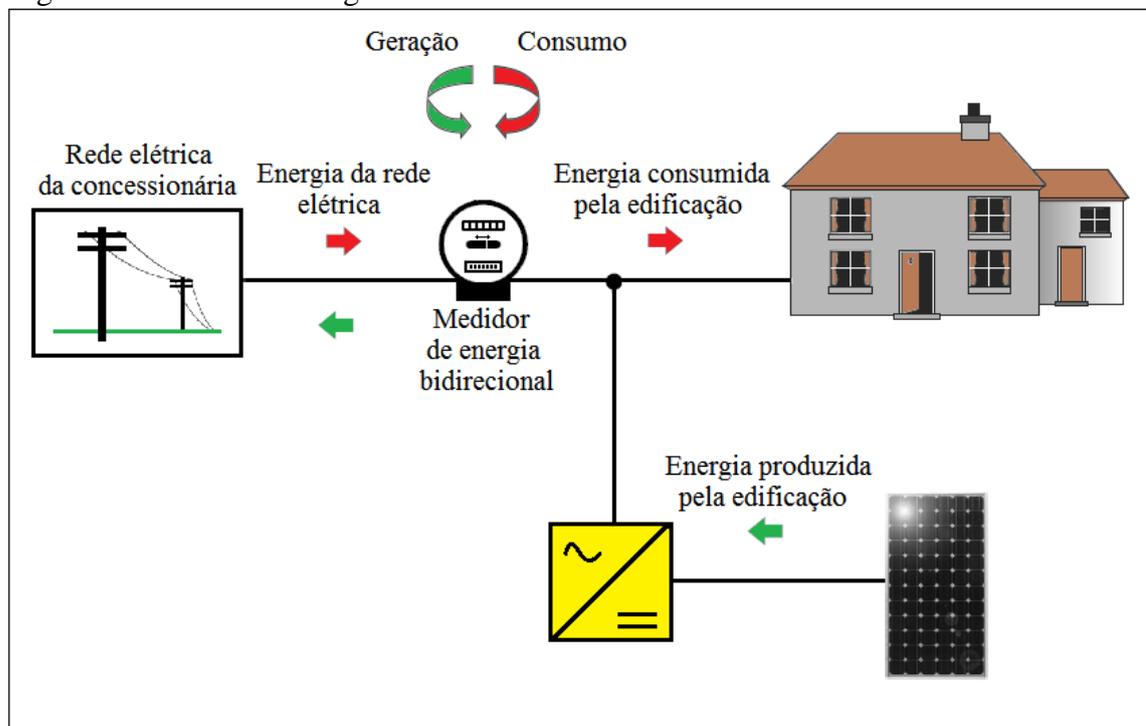
Fonte: Adaptado Villalva (2012).

Dependendo da energia fornecida pelo sol e da capacidade de geração disponível no local em que for instalado, um SFCR pode: injetar a energia gerada diretamente na rede elétrica da concessionária quando o consumo de energia das cargas é menor do que a geração; utilizar a energia gerada para suprir o consumo dos equipamentos elétricos presentes na edificação quando o mesmo não ultrapassa a capacidade de geração; ou ainda, quando o

consumo da edificação for maior do que a capacidade de geração, a carga passa também a consumir energia da rede elétrica convencional permitindo o fluxo bidirecional de energia (DA COSTA, 2010; ZILLES, 2012).

O fluxo de energia (em kWh) é aferido por meio de medidores específicos chamados bidirecionais. Esses medidores contabilizam a energia que é recebida da rede elétrica da concessionária, a energia que é fornecida para a rede elétrica da concessionária e a energia que é gerada pelo SFCR. A Figura 21, mostra de forma simplificada o fluxo de energia entre a concessionária e o SFCR.

Figura 21 – Fluxo de energia entre concessionária e SFCR.



Fonte: Adaptado Villalva (2012).

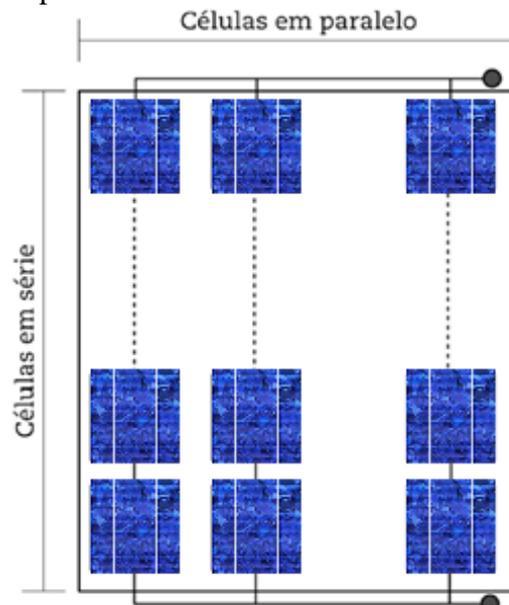
3.1 Módulo fotovoltaico

O módulo fotovoltaico, também chamado pela literatura de placa ou painel solar, é constituído por um conjunto de células fotovoltaicas dispostas e conectadas eletricamente entre si sobre uma estrutura resistente.

Uma célula produz uma tensão entre aproximadamente 0,4 e 0,7 V e uma corrente em torno de 30mA/cm². Por isso, para que o módulo obtenha tensão e corrente suficiente para alcançar as potências comerciais, as células são conectadas eletricamente em série e/ou paralelo, como mostra a Figura 22. A quantidade de células conectadas em série determina a tensão total

do módulo enquanto as células em paralelo, a corrente total (DOS SANTOS, 2013; ZILLES, 2012). Normalmente, os módulos são construídos com 36, 54 ou 60 células para se conseguir tensões entre 12 e 24 V.

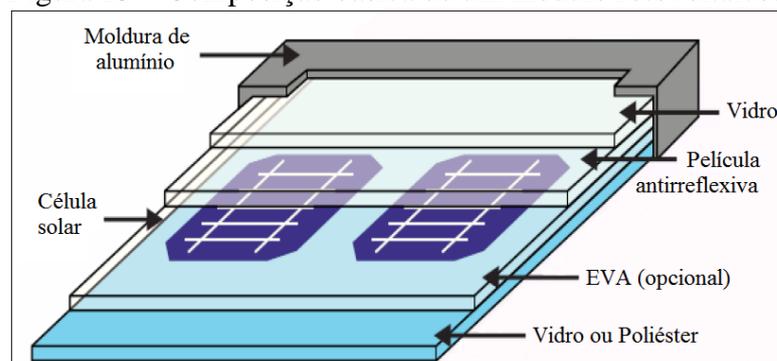
Figura 22 – Conexão de células em série e paralelo.



Fonte: Zilles (2012).

De um modo geral, o módulo é composto por: uma superfície plana de vidro na parte superior; uma superfície antirreflexiva para melhorar a absorção da radiação que atravessa o vidro; as células fotovoltaicas; um material encapsulante, geralmente E.V.A. (Etileno Acetato de Vinila), para proteger as células das intempéries; uma superfície de vidro ou poliéster na parte inferior; e uma moldura metálica para garantir proteção mecânica (DO NASCIMENTO, 2013 *apud* RORIZ , 2010). A Figura 23 mostra a composição de um módulo fotovoltaico.

Figura 23 – Composição básica de um módulo fotovoltaico.



Fonte: Do Nascimento (2013).

3.1.1 Características dos módulos fotovoltaicos

Os fabricantes de módulos fotovoltaicos disponibilizam em seus *datasheets* informações a respeito dos módulos como as características elétricas, mecânicas e de temperatura. Como exemplo, a Figura 24 mostra a folha de dados da família de módulos CS6P da fabricante Canadian Solar.

Figura 24 – *Datasheet* módulos CS6P Canadian Solar.

ELECTRICAL DATA / STC*				MECHANICAL DATA	
CS6P	260P	265P	270P	Specification	Data
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	265 W	270 W	Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.4 V	30.6 V	30.8 V	Cell Arrangement	60 (6×10)
Opt. Operating Current (Imp)	8.56 A	8.66 A	8.75 A	Dimensions	1638×982×40 mm (64.5×38.7×1.57 in)
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.7 V	37.9 V	Weight	18 kg (39.7 lbs)
Short Circuit Current (Isc)	9.12 A	9.23 A	9.32 A	Front Cover	3.2 mm tempered glass
Module Efficiency	16.16 %	16.47 %	16.79 %	Frame Material	Anodized aluminium alloy
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			J-Box	IP67, 3 diodes
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)			Cable	4 mm ² (IEC) or 4 mm ² & 12AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional)
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC61730)			Connectors	Friends PV2a (IEC), Friends PV2b (IEC / UL)
Max. Series Fuse Rating	15 A			Standard	26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs)
Application Classification	Class A			Packaging	(quantity & weight per pallet)
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			Module Pieces per Container	728 pieces (40' HQ)
* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m ² , spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.					
ELECTRICAL DATA / NOCT*				TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
CS6P	260P	265P	270P	Specification	Data
Nominal Max. Power (Pmax)	189 W	192 W	196 W	Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Opt. Operating Voltage (Vmp)	27.7 V	27.9 V	28.1 V	Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Opt. Operating Current (Imp)	6.80 V	6.88 A	6.97 A	Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Open Circuit Voltage (Voc)	34.5 V	34.7 V	34.8 V	Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C
Short Circuit Current (Isc)	7.39 A	7.48 A	7.55 A		
* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m ² , spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.					

Fonte: Canadian Solar (2016).

A escolha de um módulo geralmente é feita pela sua potência máxima ou de pico (P_{max}), expressa em Wp (*Watt-pico*), no entanto deve-se considerar ainda uma série de características relevantes em projetos de sistemas fotovoltaicos. As características principais são verificadas em seu *datasheet* na tabela relativa aos dados elétricos em STC. A sigla STC (*Standard Test Conditions*) refere-se à condição padrão utilizada nos testes de módulos. A condição padrão de teste (STC) é definida como sendo uma irradiância de 1000W/m², massa de ar AM 1,5 e temperatura da célula em 25°C (VIANA, 2010).

A partir destes testes em STC, obtém-se os principais parâmetros de um módulo fotovoltaico que são (COOPER, 2013; DI SOUZA, 2016):

a) Tensão de circuito aberto (V_{OC}): é a tensão máxima que o módulo fornece na condição padrão de teste, quando não há carga conectada em seus terminais. Segundo Villalva (2012), este é um parâmetro importante para se dimensionar um sistema fotovoltaico tendo em vista que o sistema deve respeitar as tensões máximas de inversores e demais componentes que serão conectados;

b) Corrente de curto-circuito (I_{SC}): é a corrente máxima que o módulo fornece quando seus terminais estão em curto-circuito na condição padrão de teste. É normalmente 5% acima da corrente de máxima potência;

c) Tensão de máxima potência (V_{MP}): é a tensão que o módulo fornece quando opera no seu ponto de máxima potência na condição padrão de teste;

d) Corrente de máxima potência (I_{MP}): é a corrente nos terminais do módulo quando este opera no ponto de máxima potência na condição padrão de teste.

e) Potência de pico ou máxima potência (P_{MP}): é a potência máxima que o módulo pode fornecer na condição padrão de teste resultando da multiplicação entre (V_{MP}) e (I_{MP});

f) Eficiência de conversão do módulo (η): é a relação entre a potência de pico do módulo e a irradiância incidente sobre a área do módulo na condição padrão de teste, como definido na equação 3.1 (VILLALVA, 2012):

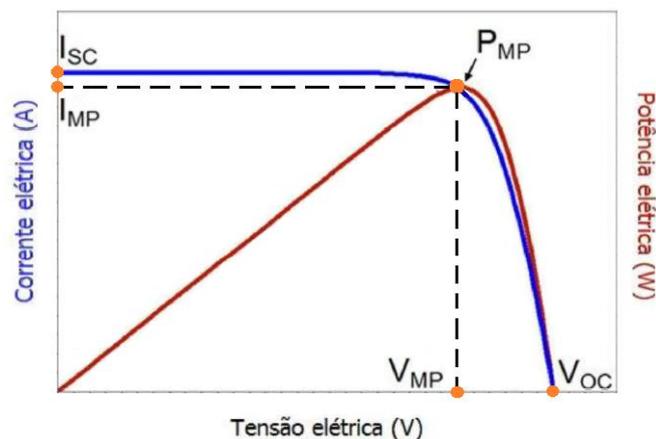
$$\eta_{MÓDULO} = \frac{P_{MP}}{A_p \times 1000} \quad (3.1)$$

Onde:

- P_{MP} = potência de pico ou máxima potência em (W);
- A_p = área do módulo em (m²);
- 1000 = Irradiância na STC em W/m².

O gráfico da Figura 25, mostra o comportamento elétrico do módulo, que decorre da relação entre a tensão e a corrente de saída, resultando ainda na curva potência *versus* tensão, na condição padrão de teste.

Figura 25 – Curvas características I-V e P-V de um módulo fotovoltaico.



Fonte: Adaptado CRESESB (2014).

Observa-se pelo gráfico da Figura 25 que o módulo não se comporta como uma fonte elétrica convencional, pois não apresenta uma tensão constante de saída sendo dependente tanto desta quanto da corrente. O módulo só opera com valores de corrente e tensão pertencentes às curvas. Nota-se ainda que se uma carga demandar muita corrente, a tensão na saída do módulo tenderá a diminuir, no entanto se a carga demandar pouca corrente, a tensão de saída irá aumentar tendendo à tensão de circuito aberto (V_{OC}) (COOPER, 2013).

O ponto (P_{MP}) corresponde ao ponto de operação ideal do módulo na qual o mesmo fornece sua potência máxima, por isso é chamado de ponto de máxima potência. Deve-se sempre buscar operar nesta condição pois somente nele a produção de energia é maximizada (VIANA, 2010; ZILLES, 2012).

O *datasheet* também fornece uma tabela com os principais parâmetros do módulo na condição de NOCT. A sigla NOCT (*Normal Operation Cell Temperature*) refere-se à temperatura normal de operação da célula.

Esta tabela fornece os valores de correntes, tensões e potências na condição real de operação dos módulos, a qual é adotada pelos fabricantes e órgãos internacionais de normatização e certificação como sendo: temperatura das células de 48,4°C (temperatura média da célula quando a temperatura ambiente é de 20°C); massa de ar AM1,5; e irradiância 800W/m² (VIANA, 2010; VILLALVA 2012).

Também de suma importância, principalmente para projetos de sistemas fotovoltaicos, tem-se os coeficientes de temperatura. A folha de dados dos módulos apresenta os coeficientes de temperatura de potência, tensão e corrente. Estes coeficientes indicam

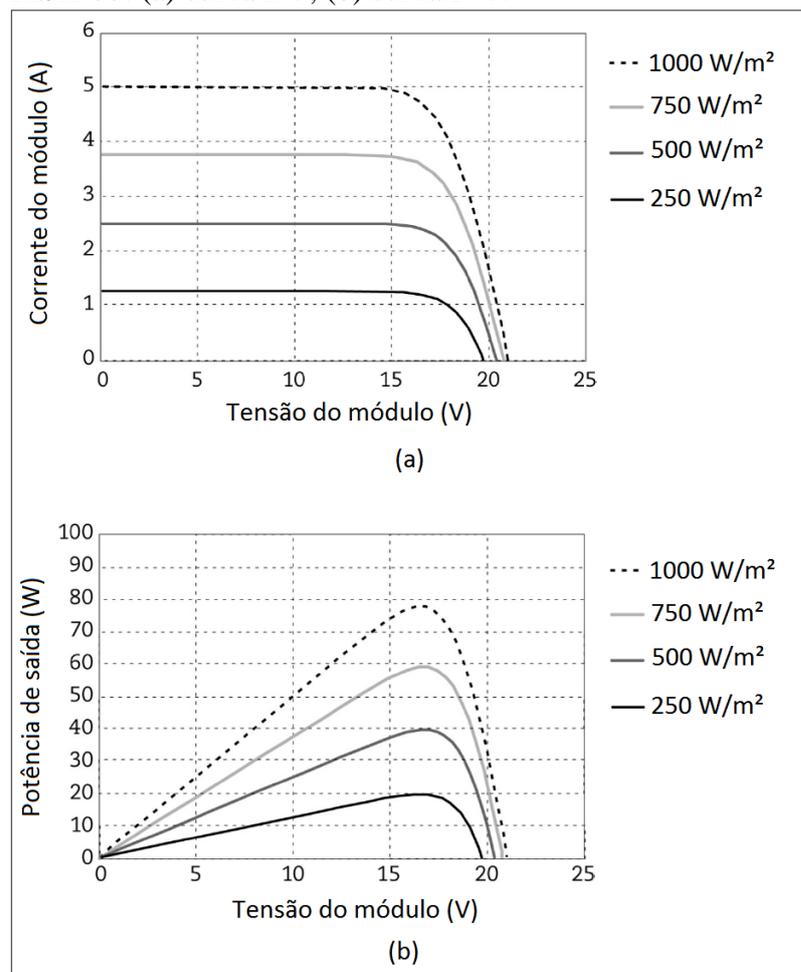
respectivamente, a redução em porcentagem da potência, tensão e corrente por grau de aumento de temperatura e são expressos em (%/°C) (porcentagem por grau Celsius).

Com base no que foi exposto anteriormente, nota-se que as características elétricas dos módulos sofrem influência tanto da temperatura quando da irradiância incidente sobre o mesmo, como será mostrado na seção seguinte.

3.1.2 Influência da irradiância e da temperatura nas curvas I-V e P-V

A Figura 26 mostra a influência da irradiância, sob temperatura constante de 25°C, nas características elétricas do módulo MSX-77 da fabricante SOLAREX.

Figura 26 – Influência da irradiância na operação do módulo MSX-77: (a) curva I-V; (b) curva P-V.

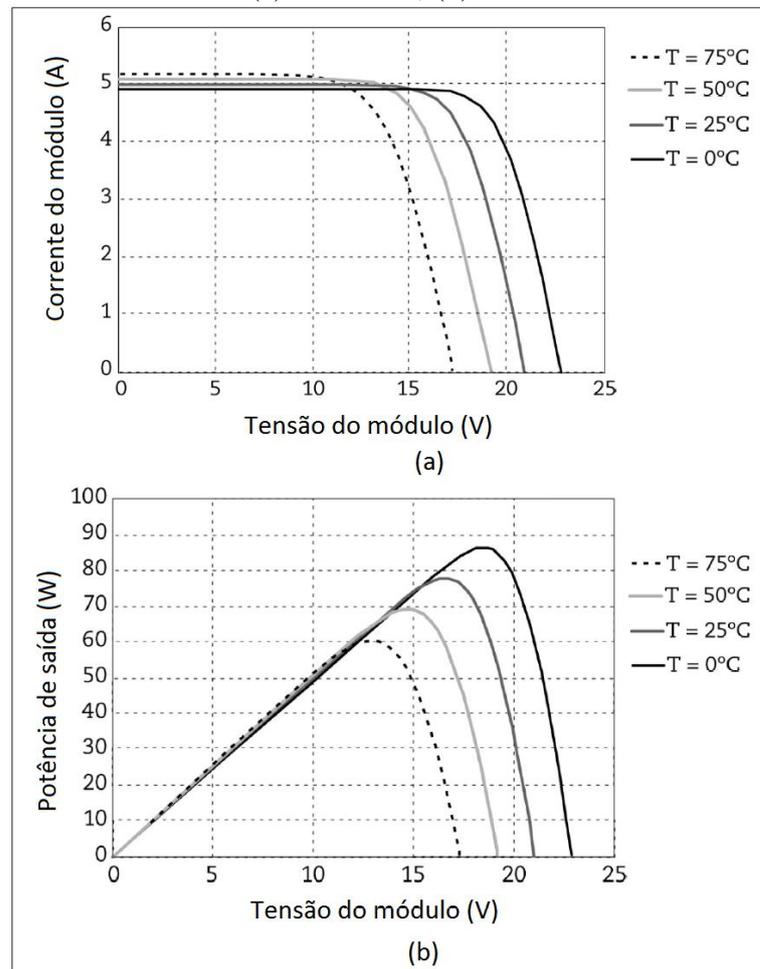


Fonte: Adaptado Zilles (2012) *apud* Catálogo Solarex.

Como a corrente gerada no processo de conversão fotovoltaica depende da quantidade de fótons presentes na radiação, observa-se no gráfico da Figura 26 que a corrente de curto-circuito tende a crescer a medida que a intensidade da irradiância aumenta e que a tensão de circuito aberto também sofre uma variação, mas de maneira menos significativa pois satura após um certo nível. Nos módulos, de maneira geral, a corrente (I_{SC}) cresce em proporção direta com a irradiância enquanto a tensão (V_{OC}) cresce logaritmicamente (ZILLES, 2012).

Já a Figura 27 mostra a influência da temperatura, sob irradiância constante de 1000 W/m^2 , nas características elétricas do mesmo módulo.

Figura 27 – Influência da temperatura na operação do módulo MSX-77: (a) curva I-V; (b) curva P-V.



Fonte: Adaptado Zilles (2012) *apud* Catálogo Solarex.

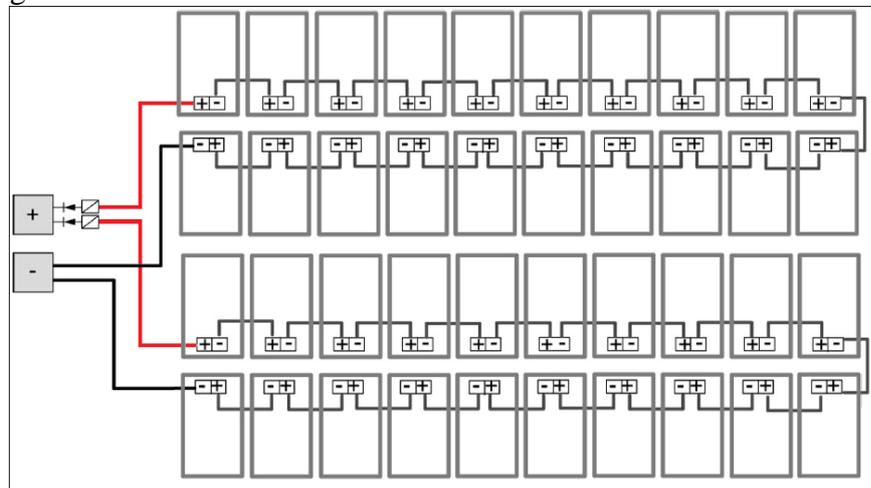
Observa-se no gráfico da Figura 27 que o aumento da temperatura provoca uma diminuição da tensão de circuito aberto (V_{OC}) e um pequeno aumento na corrente de curto-circuito (I_{SC}), que notadamente não é muito significativo. Como consequência, tem-se uma

diminuição do ponto de máxima potência e constata-se ainda uma evidente perda de potência (ZILLES, 2012).

3.1.3 Arranjos fotovoltaicos

Os arranjos fotovoltaicos são definidos como um conjunto de módulos conectados em série e/ou paralelo de modo a se gerar uma certa quantidade de energia. Os arranjos compõem o que se conhece por gerador fotovoltaico como mostra a Figura 28.

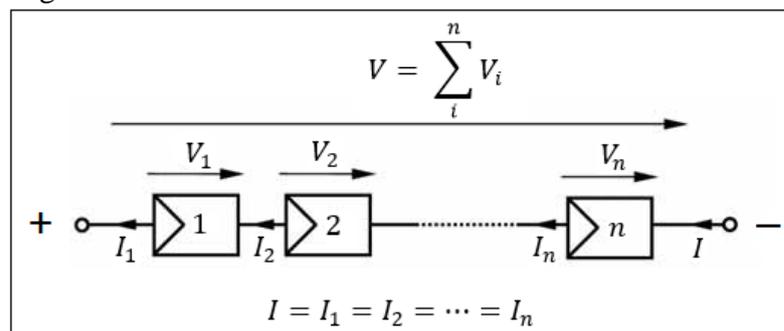
Figura 28 – Esquema de ligação e disposição dos módulos de um gerador fotovoltaico.



Fonte: Zilles (2012)

A conexão em série dos módulos é bastante utilizada em sistemas conectados à rede, pois fornece uma tensão de saída mais elevada resultante da soma das tensões de cada módulo. A corrente que circula pelo arranjo é a de apenas um módulo como mostra a Figura 29. Um conjunto de módulos conectados em série é chamado de fileira ou *strings* (QUASCHNING, 2005; VILLALVA, 2012).

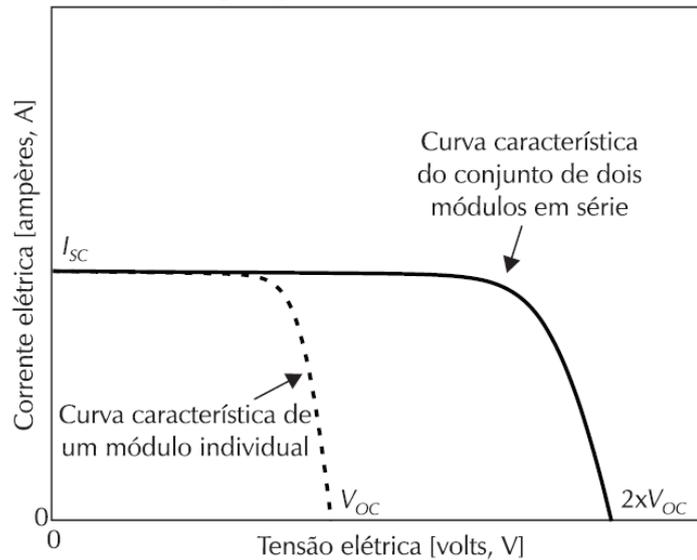
Figura 29 – Conexão de módulos em série.



Fonte: Adaptado Quaschnig (2005).

A Figura 30 exemplifica a curva característica I-V de uma conexão de dois módulos em série.

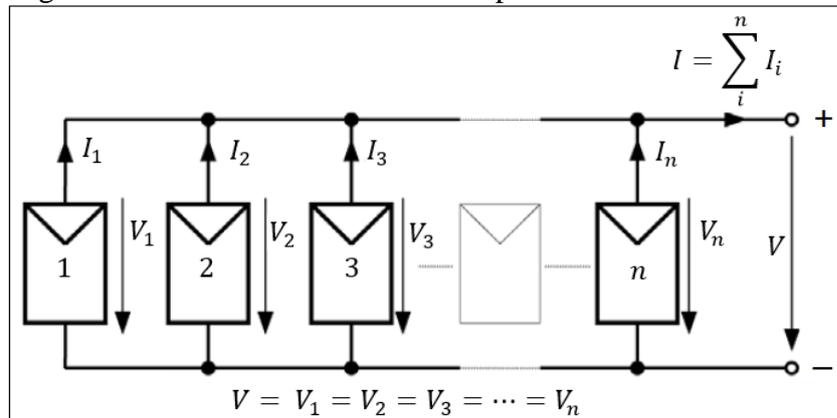
Figura 30 – Exemplo de curva $I - V$ de dois módulos em série em comparação com a curva de um módulo.



Fonte: Villalva (2012).

A conexão em paralelo dos módulos é bastante utilizada em sistemas isolados, pois fornece uma tensão de saída menos elevada, equivalente a tensão de apenas um módulo. No entanto, a corrente fornecida pelo arranjo resulta da soma das correntes de cada módulo do conjunto, como mostra a Figura 31 (QUASCHNING, 2005; VILLALVA, 2012).

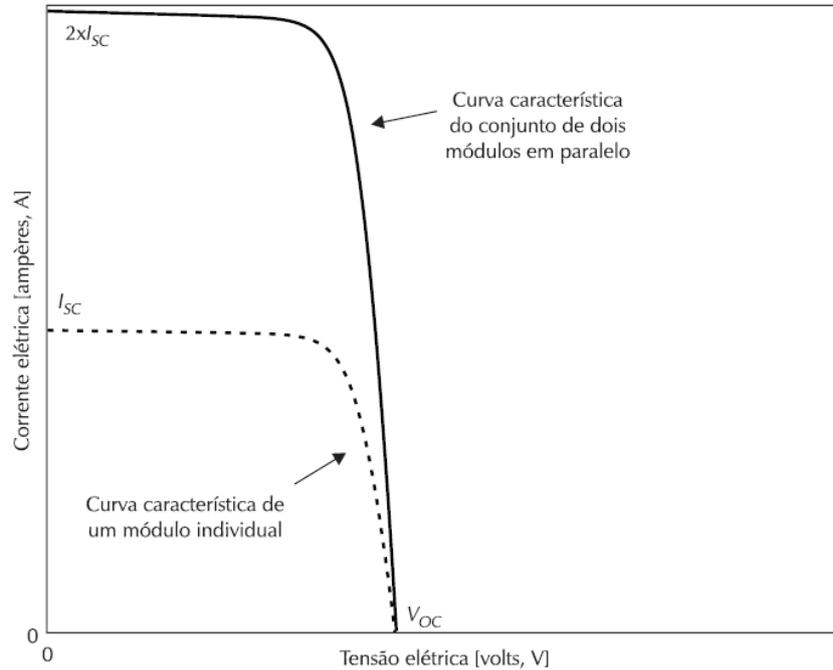
Figura 31 – Conexão de módulos em paralelo.



Fonte: Adaptado Quaschnig (2005).

A Figura 32, exemplifica a curva característica I-V de uma conexão de dois módulos em paralelo.

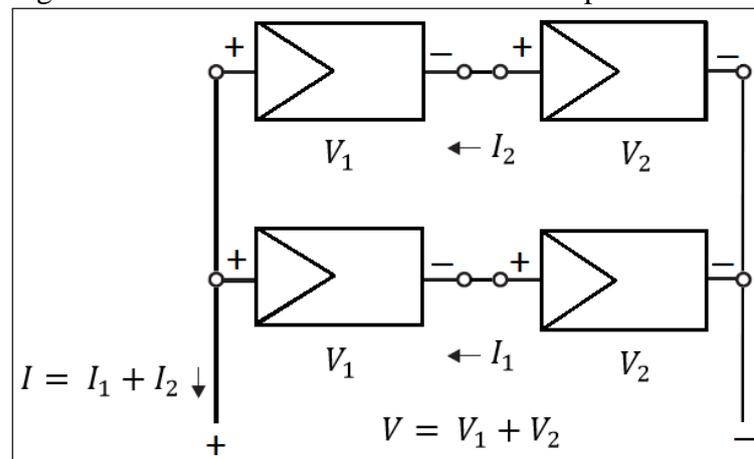
Figura 32 – Exemplo de curva $I - V$ de dois módulos em paralelo em comparação com a curva de um módulo.



Fonte: Villalva (2012).

Quando se necessita de uma maior potência para um sistema fotovoltaico, utiliza-se o arranjo misto, que consiste na combinação de módulos em série e em paralelo como mostra a Figura 33. Nesse tipo de arranjo, a tensão e a corrente de saída são resultado da soma das correntes e tensões individuais dos módulos.

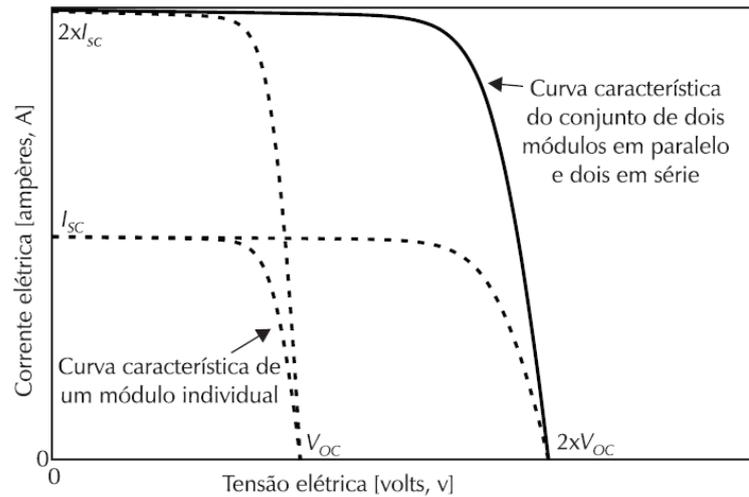
Figura 33 – Conexão de módulos em série e paralelo.



Fonte: Própria.

A Figura 34, exemplifica a curva característica $I - V$ de uma conexão de dois módulos em série e dois módulos em paralelo.

Figura 34 – Exemplo de curva $I - V$ de quatro módulos, conectados em série e em paralelo.



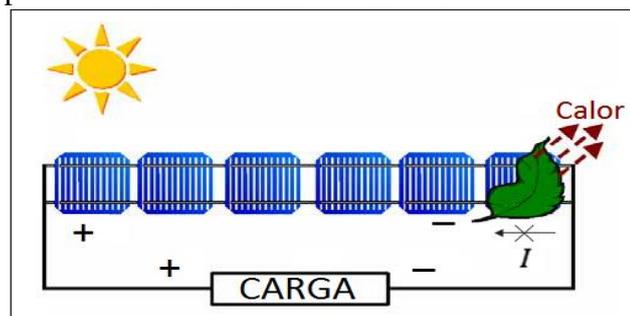
Fonte: Villalva (2012).

3.1.4 Efeito do sombreamento

Como mencionado anteriormente, as células que compõem o módulo solar são conectadas em série para que se obtenha uma maior tensão. Sabe-se ainda que as células são dependentes entre si na geração de corrente elétrica sendo a intensidade desta dependente diretamente da radiação incidente sobre as células.

Quando uma das células recebe pouca ou nenhuma incidência de radiação, ela acaba limitando ou até mesmo impedindo a passagem da corrente entre as demais células que estão conectadas em série, já que sua geração de corrente fica comprometida. Este é o efeito que o sombreamento, ilustrado na Figura 35, causa nas células, prejudicando a produção de energia dos módulos. Diante disto é de fundamental importância a boa localização do conjunto de módulos a fim de se evitar a ocorrência de sombreamentos e uma possível diminuição na geração de energia elétrica.

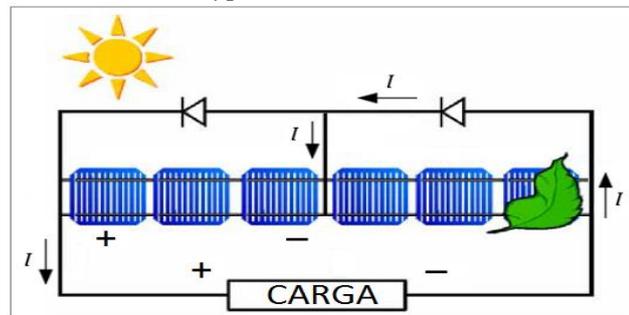
Figura 35 – Exemplo de sombreamento provocado por obstáculo sobre um dos módulos.



Fonte: Adaptado GREENPRO (2004).

A Figura 35 ilustra o caso em que um obstáculo impede que o módulo receba a radiação solar. A célula bloqueada desse módulo estará inversamente polarizada representando agora uma carga para o sistema convertendo a energia elétrica em calor. Caso essa corrente bloqueada seja muito elevada, poderá surgir uma região de ponto quente. De modo a prevenir o surgimento desses pontos quentes, a corrente deve sofrer um desvio da célula por meio de um componente de derivação chamado de diodo de *bypass* (ou de passagem) ligado em paralelo com as células, como mostra a Figura 36 (GREENPRO, 2004; VILLALVA, 2012).

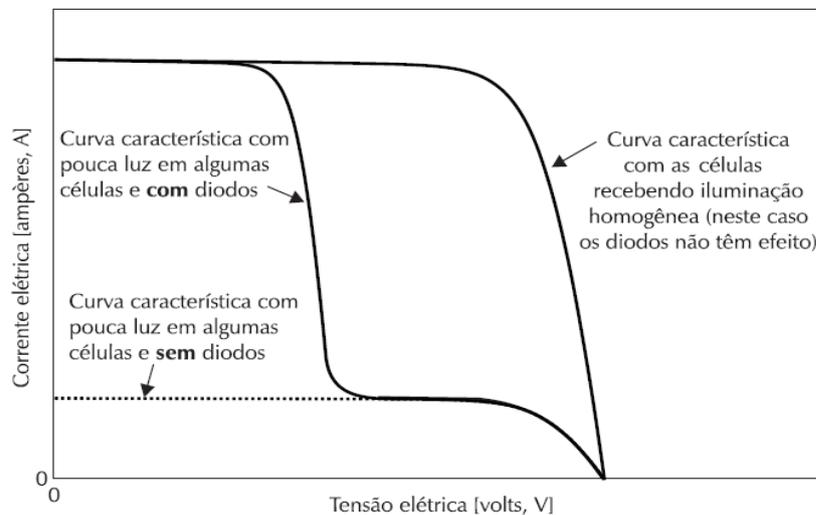
Figura 36 – Exemplo de sombreamento provocado por obstáculo sobre um dos módulos com diodos de *bypass*.



Fonte: Adaptado GREENPRO (2004).

Observa-se na Figura 36 que, embora se esteja com uma das células escurecida, as demais células do módulo podem continuar gerando corrente já que a corrente da célula em bloqueio é desviada pelo diodo em paralelo. A Figura 37 mostra o comparativo entre células com diodo de *bypass* e sem diodo (GREENPRO, 2004; VILLALVA 2012).

Figura 37 – Resultado do sombreamento na característica $I-V$ do módulo.

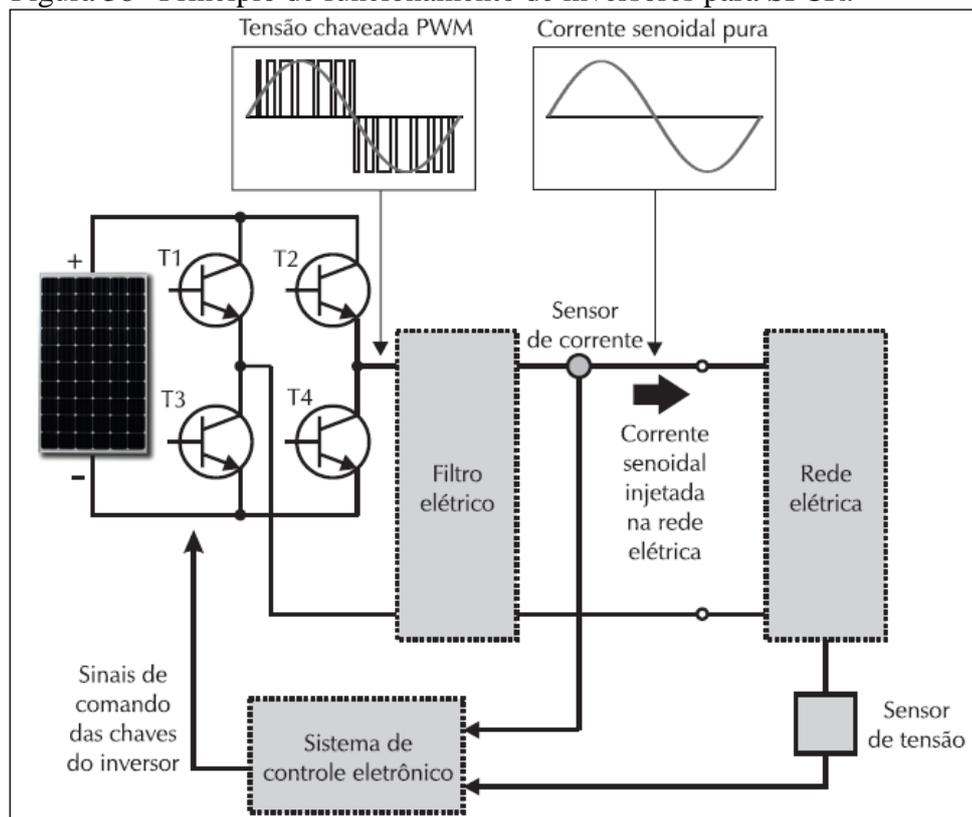


Fonte: Villalva (2012).

3.2 Inversor para sistema conectado à rede elétrica

Os inversores para SFCR tem como função básica a conversão da corrente contínua (CC), gerada pelos módulos, em corrente alternada (CA). Diferentemente dos inversores utilizados em sistemas fotovoltaicos *Off-Grid* que funcionam como fonte de tensão, os inversores utilizados em sistemas *On-Grid* funcionam como fonte de corrente não fornecendo tensão para as cargas consumidoras. Esta corrente convertida pela inversor deve ter o formato senoidal, com baixa distorção harmônica e deve estar em sincronismo com a tensão da rede elétrica, para isso esse tipo de inversor conta com um moderno sistema de controle eletrônico responsável por transformá-lo em fonte de corrente (GAZOLLI, 2012) como mostra a Figura 38.

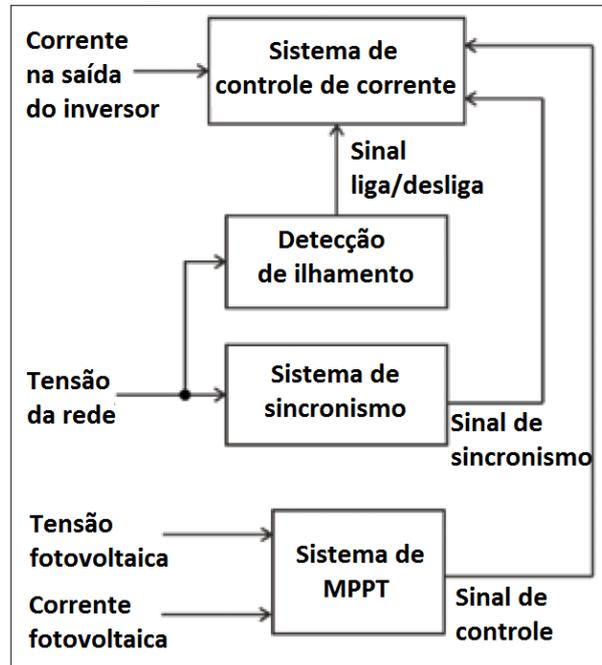
Figura 38 –Princípio de funcionamento de inversores para SFCR.



Fonte: Gazolli (2012) apud Villalva (2012).

Este tipo de inversor ainda conta com uma gama de funções essenciais de modo a garantir a segurança na conexão à rede e o aproveitamento da energia solar fotovoltaica. A Figura 39 mostra os principais recursos presentes nos inversores para SFCR.

Figura 39 – Principais funções presentes nos inversores para SFCR.



Fonte: Gazolli (2012).

Cada um dos recursos mostrados na figura acima está descrito a seguir (GAZOLLI, 2012):

- a) **Sistema de controle de corrente:** é responsável pela conversão CC-CA e pela forma de onda da corrente na saída. Controla a abertura e o fechamentos das chaves eletrônicas do inversor possibilitando a síntese e injeção de corrente senoidal na rede elétrica por meio da comparação da corrente de saída do inversor com um sinal de referência senoidal obtido através de informações produzidas pelo sistema de sincronismo com a tensão da rede e também pelo sistema de rastreamento de máxima potência (MPPT);
- b) **Sistema de sincronismo:** é responsável pela leitura da tensão da rede através de detectores de cruzamento por zero, produzindo um sinal senoidal de mesma frequência e fase que o componente fundamental da tensão da rede elétrica;
- c) **Sistema de detecção de ilhamento:** é responsável por desconectar o inversor da rede elétrica, interrompendo o fornecimento de corrente, caso ocorram problemas de falha ou falta no fornecimento de energia (situação de ilhamento), garantindo a segurança das pessoas e equipamentos;
- d) **Sistema de MPPT (*Máximo Power Point Tracking*):** é responsável por garantir, instantaneamente, que o sistema opere em seu ponto de máxima potência

independente das condições de irradiância e temperatura. É um recurso presente em todos os inversores para sistemas *On-Grid*. O sistema de MPPT mais utilizado consiste em um algoritmo que perturba a operação dos módulos, modificando a tensão de saída do mesmo observando o que ocorre com a potência fornecida. Baseado nisso o sistema de MPPT envia para o sistema de controle de corrente informações sobre a amplitude da corrente que deve ser gerada na saída do inversor de modo a alterar instantaneamente o fluxo de potência injetada na rede elétrica.

3.2.1 Características dos inversores para SFCR

Tomando como base a Tabela 1, retirada do *datasheet* do fabricante Fronius, serão expostos, a seguir, as características principais dos inversores utilizados em SFCR, tendo como exemplo o inversor Fronius Galvo 3.0-1.

Tabela 1 – Característica do inversor Fronius Galvo 3.0-1.

Características do produto	
Potência nominal ($P_{nominal}$)	3000 W
Potência máxima de entrada ($P_{m\acute{a}x}$)	3210 W
Tensão máxima de entrada ($V_{DC,m\acute{a}x}$)	550 V
Tensão mínima de entrada p/ MPPT ($V_{MP,m\acute{i}n}$)	165 V
Tensão máxima de entrada p/ MPPT ($V_{MP,m\acute{a}x}$)	440 V
Corrente máxima de entrada ($I_{DC,m\acute{a}x}$)	19,8 A
Número máximo de canais MPPT independentes	1

Fonte: Fronius (2016).

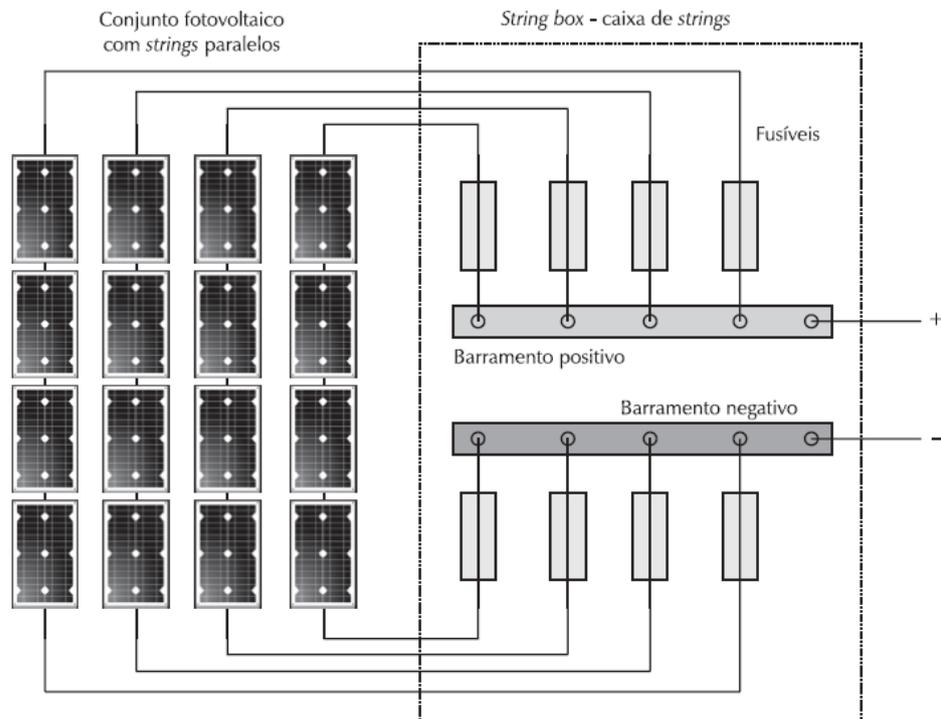
a) Faixa útil de tensão contínua de entrada para busca do MPPT: corresponde ao intervalo de tensão em que o inversor consegue operar, proporcionando ao sistema de MPPT, a busca pelo ponto de máxima potência, de modo a maximizar a produção de energia dos módulos fotovoltaicos (GAZOLLI, 2012). Observa-se na Tabela 1 que a faixa útil de tensão do inversor tomado como exemplo é de 165 V ($V_{MP,m\acute{i}n}$) a 440 V ($V_{MP,m\acute{a}x}$);

b) Tensão contínua máxima de entrada ($V_{DC,m\acute{a}x}$): corresponde ao valor máximo de tensão de entrada suportado pelo inversor. Esta tensão possui relação direta com a tensão de circuito aberto dos módulos fotovoltaicos, desse modo, a tensão máxima

de entrada acaba por limitar a quantidade de módulos que podem ser conectados em série no inversor, já que o valor de (V_{OC}) resultante de conjuntos em série é a soma das tensões individuais dos módulos (GAZOLLI, 2012). Para o inversor tomado como exemplo, esse valor de tensão é de 550 V;

c) Número máximo de *strings* na entrada do inversor: de um modo geral, os inversores possuem um conjunto de terminais ditos tipo MC4 permitindo a conexão de até quatro *strings*, dependendo da corrente máxima de entrada do inversor. Caso o sistema fotovoltaico possua um número maior de *strings* paralelos, deve-se utilizar uma caixa de conexões auxiliar denominada de *string box*, como mostra a Figura 40;

Figura 40 – *String box* para conexão de fileiras em paralelo.

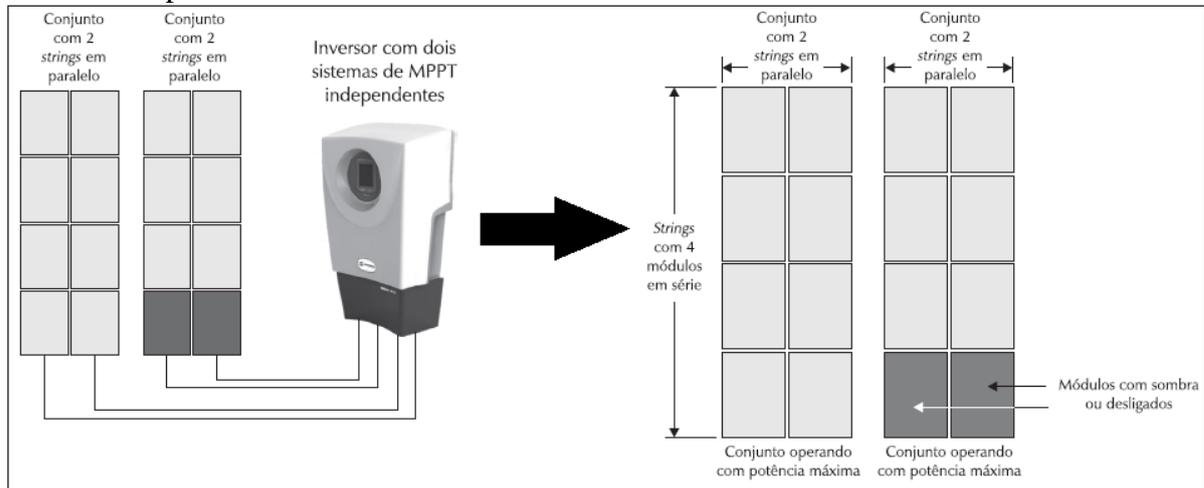


Fonte: Villalva (2012).

d) Número de entradas independentes com MPPT: um inversor para SFCR pode vir equipado com mais de um sistema de rastreamento de máxima potência, apresentando assim uma maior capacidade de otimização da produção de energia já que a busca pelo MPPT se faz de forma independente quando se tem vários conjuntos de módulos. Por exemplo, se caso um desses conjuntos sofra o efeito do sombreamento, os outros conjuntos conectados em uma outra entrada MPPT irão

operar normalmente em seu ponto de máxima potência, como mostra a Figura 41 (GAZOLLI; VILLALVA, 2012).

Figura 41 – Módulos com sombreamento parcial conectados em inversor com sistemas de MPPT independentes.



Fonte: Adaptado Villalva (2012).

Observa-se, na Figura 41 anterior, que cada conjunto de módulos pode operar em seu ponto de máxima potência, possibilitando a maximização da produção de energia do sistema.

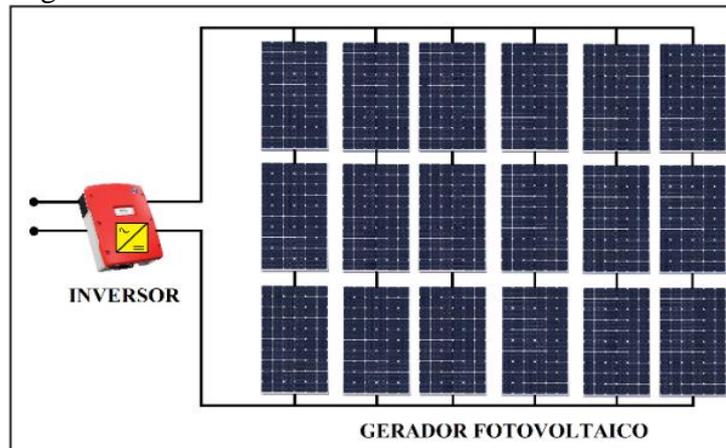
3.3 Topologias para sistemas conectados à rede elétrica

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são sistemas em que sua capacidade de geração é limitada pela área disponível para instalação. Diante disso, pode-se projetar arranjos fotovoltaicos de diferentes tamanhos e potências, em que a escolha da topologia do inversor para estes arranjos pode influenciar tanto na produção da energia quanto no custo final do projeto (DI SOUZA, 2016). A seguir serão mostradas algumas topologias que podem ser utilizadas como referência para diversos projetos de SFCR.

3.3.1 SFCR com inversor central

Nessa topologia de um modo geral, todo o sistema fotovoltaico é conectado a um único inversor, como mostra a Figura 42 a seguir, sendo o mesmo de potência aproximadamente igual à potência de pico do sistema.

Figura 42 – Sistema com inversor central.

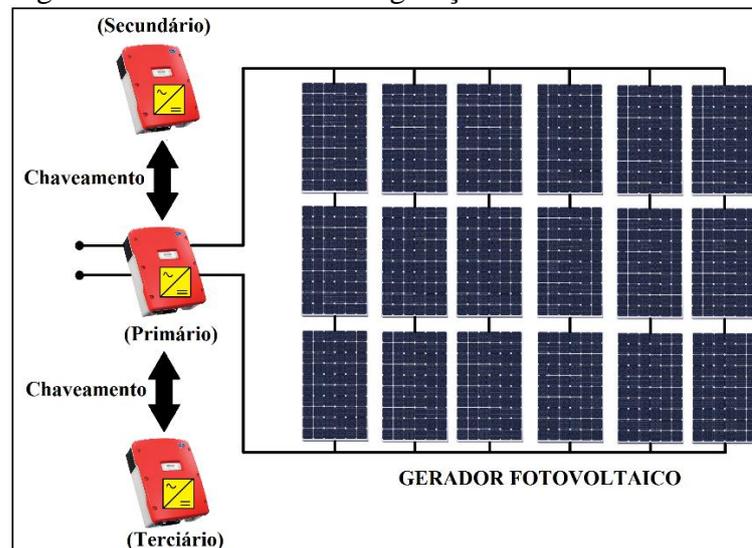


Fonte: Própria.

Para sistemas grandes com *strings* muito longas, apesar da alta eficiência dos inversores atuais, esse tipo de configuração apresenta algumas desvantagens como a diminuição no rendimento do inversor, quando da incompatibilidade entre os módulos utilizados, e MPPT centralizado comprometendo a produção de energia do sistema quando da ocorrência de sombreamentos parciais (DI SOUZA, 2016; RABAÇA, 2014).

Ainda para sistemas grandes, pode-se utilizar uma configuração chamada de sistema mestre-escravo (*Master-Slave*). Nela, há o uso de mais de um inversor, sendo um deles o inversor mestre (primário) que fica conectado o tempo todo ao SFCR, e os demais são chaveados automaticamente de acordo com o nível de irradiância incidente sobre os painéis, evitando o desgaste excessivo de apenas um deles (DI SOUZA, 2016). A Figura 43 exemplifica um sistema em configuração mestre-escravo.

Figura 43 – Sistema em configuração mestre-escravo.

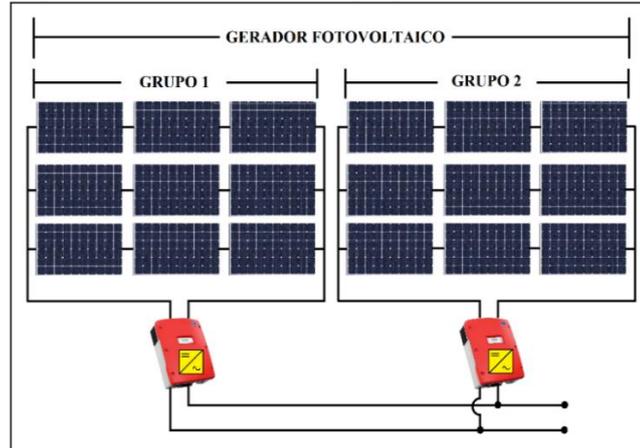


Fonte: Própria.

3.3.2 SFCCR com inversor de grupo de módulos

Esta topologia consiste na divisão do sistema fotovoltaico em grupos de módulos, sendo cada grupo conectado a um inversor com potência compatível com a potência de pico de cada conjunto, como ilustra a Figura 44.

Figura 44 – Inversores de grupo de módulos.



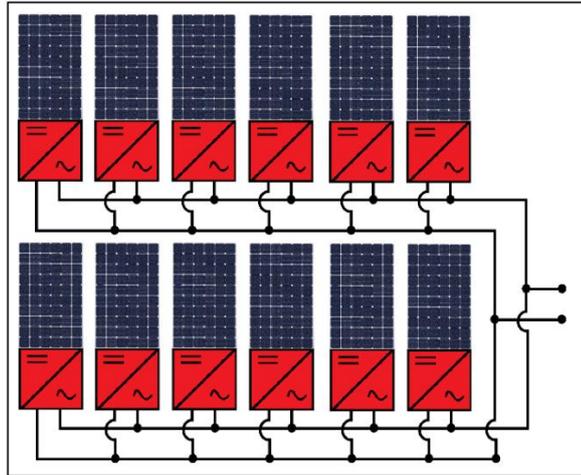
Fonte: Própria.

A divisão do gerador fotovoltaico em grupos, mostrado na figura acima, melhora o aproveitamento das condições de irradiância já que cada conjunto de módulos fica associado a um MPPT independente, maximizando a produção de energia do sistema em situações de sombreamento parcial e incompatibilidade dos módulos (DI SOUZA, 2016; RABAÇA, 2014).

3.3.3 SFCCR com micro-inversor ou módulo CA

Nessa topologia, cada módulo é conectado a um micro-inversor, constituindo o que se chama de módulo CA, como mostra a Figura 45. A vantagem deste tipo de configuração é que cada módulo opera em seu próprio ponto de máxima potência, eliminando a incompatibilidade entre os módulos observada em outras topologias e aumentando o rendimento do conjunto, no entanto o custo desse tipo de arranjo ainda é muito superior se comparado aos de inversores convencionais (DI SOUZA, 2016; RABAÇA, 2014).

Figura 45 – Sistema com micro-inversores.



Fonte: Própria.

4 RESOLUÇÕES NORMATIVAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL: REN 482/2012 E REN 687/2015

Considerando os potenciais benefícios que a geração distribuída pode trazer ao sistema elétrico brasileiro, como por exemplo, prorrogar investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, visando economia financeira e diminuição de impactos ambientais, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, publicou em 17 de abril de 2012 a Resolução Normativa 482/2012 para estabelecer as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e apresentar o sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2012; ANEEL, 2106).

Em 24 de novembro de 2015, de modo a revisar a Resolução 482/2012, a ANEEL publicou a Resolução Normativa 687/2015 com o objetivo de diminuir o tempo e custos para conexão da microgeração e minigeração buscando aumentar o público alvo, melhorar as informações contidas nas faturas e compatibilizar o sistema de compensação de energia com as condições gerais de fornecimento disposta na REN 414/2010 (ANEEL, 2016). A seguir será abordado, em resumo, as principais diretrizes presentes na REN 482/2012 revisada.

4.1 Microgeração e minigeração distribuída e o acesso aos sistemas de distribuição

O primeiro capítulo define alguns termos relevantes que são utilizados nos demais capítulos, dentre eles as definições de microgeração e minigeração distribuída. Estas, apresentam os limites de potência instalada das centrais geradoras de energia elétrica que utilizam fontes renováveis e estão conectadas à rede de distribuição de energia elétrica por meio de unidades consumidoras (ANEEL, 2012).

Para que uma central geradora se enquadre em microgeração distribuída, sua potência instalada deve ser menor ou igual a 75 kW. Já para minigeração, essa potência deve ser maior que 75 kW e menor ou igual a 3MW, para fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes. Antes da publicação da REN 687/2015 esses limites eram, respectivamente, 100 kW e 1MW (ANEEL, 2012; ANEEL, 2015).

O segundo capítulo apresenta as condições para o acesso aos sistemas de distribuição tendo como referência a seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST (2015), a qual determina os procedimentos necessários para o acesso de micro e minigeração distribuída.

A potência instalada da central geradora é limitada pela potência instalada da unidade consumidora ou pela demanda contratada. No entanto, caso se necessite instalar uma

central geradora de potência maior que a potência disponibilizada para a unidade consumidora, deve-se solicitar o aumento da potência disponibilizada, sem a necessidade de aumento da carga instalada (ANEEL, 2012).

4.2 Sistema de compensação de energia elétrica

O terceiro capítulo aborda a principal inovação proposta pela REN 482/2012, que é o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Esse sistema segue o conceito da tarifação *Net Metering* implantada em outros países, na qual o excedente da energia gerada com micro ou minigeração, pela unidade consumidora, é injetado na rede de distribuição elétrica gerando créditos em energia (kWh) os quais podem ser utilizados no abatimento do consumo da UC (ANEEL, 2012).

No caso do Brasil, por ocasião da REN 482/2012, esse abatimento pode ser utilizado em outro posto tarifário ou nas faturas dos meses seguintes, sendo os créditos em energia válidos por até 60 meses a contar da data de faturamento. Após esse prazo, o consumidor não mais poderá utilizá-lo como forma de compensação e os créditos são revertidos a favor da modicidade tarifária, ou seja, para tornar o valor da tarifa mais acessível para todos os consumidores (ANEEL, 2012).

De acordo com o Artigo 7º da REN 482/2012, deve ser cobrado no faturamento da unidade consumidora, mesmo a energia injetada na rede sendo superior ao consumo, o valor mínimo referente ao custo de disponibilidade para consumidores do grupo B (baixa tensão) ou da demanda contratada para consumidores do grupo A (alta tensão) (ANEEL, 2012).

O custo de disponibilidade é o valor pago pelo consumidor, em reais, equivalente ao consumo de 30 kWh caso a unidade consumidora seja monofásica, 50 kWh caso seja bifásica ou 100 kWh caso seja trifásica (ANEEL, 2010). Este valor é calculado com base na tarifa da concessionária em vigência no mês referente.

Quando a central geradora está instalada no mesmo local de consumo, a título de faturamento, a energia que foi injetada em um certo posto tarifário deve ser usada na compensação da energia desse mesmo posto. Caso haja excedente, esse crédito poderá então ser utilizado na compensação do consumo em um outro posto tarifário da mesma UC no mesmo ciclo de faturamento (ANEEL, 2012; ANEEL, 2016).

Depois de efetuada a compensação na UC em que a central geradora (micro ou minigeração) está instalada, caso ainda exista excedente de crédito, um percentual definido previamente pelo titular da unidade consumidora (titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica,

incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física), poderá ser utilizado em outras unidades do mesmo titular, caracterizando o autoconsumo remoto, e os créditos que restarem podem ainda ser utilizados dentro do prazo de 60 meses (ANEEL, 2012; ANEEL 2016).

Observa-se, com esses limites, que a REN 482/2012 visa a produção de energia para autoconsumo e redução do valor pago referente a conta de energia elétrica e não o enriquecimento, por parte do titular da unidade consumidora, com uma eventual comercialização dessa energia produzida pela central geradora.

5 METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CONEXÃO À REDE ELÉTRICA

Nas seções seguintes serão abordadas metodologias, com base na literatura, que permitem uma melhor compatibilidade entre gerador fotovoltaico e inversor e um melhor aproveitamento do recurso solar.

5.1 Medição da radiação solar e orientação dos módulos fotovoltaicos

Inicialmente, para o dimensionamento de qualquer sistema fotovoltaico, seja ele conectado à rede elétrica ou isolado, deve-se ter conhecimento da radiação solar incidente na região em que o sistema será instalado.

Como exposto em capítulos anteriores, o Brasil conta com alguns bancos de dados relativos ao estudo da radiação solar incidente, dentre eles o Atlas Solarimétrico do Brasil elaborado pelo CRESESB, o Atlas Brasileiro de Energia Solar elaborado pelo INPE e ainda o banco de dados do INMET obtidos por suas estações meteorológicas.

Serão utilizados, para efeito de projeto, os valores de radiação obtidos pelo CRESESB e pelo INMET, disponibilizados em seus respectivos *websites*. Em ambos é possível se conseguir os dados para a região mais próxima de onde o sistema será instalado.

Para se utilizar o sistema do CRESESB/CEPEL, é necessário conhecer as coordenadas geográficas do local em que será instalado o sistema fotovoltaico. Seu banco de dados disponibiliza a irradiação solar diária média mensal para diferentes ângulos de incidência da radiação solar durante todo o ano, com última atualização realizada no ano de 2015, como mostra a Figura 46.

Figura 46 – Exemplo de dados de irradiação solar diária média obtidos no sistema *Sundata*/CRESESB.

Localidades próximas

Latitude: 3,71955° S

Longitude: 40,330639° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]								
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
<input checked="" type="checkbox"/>	Sobral	Sobral	CE	BRA	3,7° S	40,349722° O	3,0	4,92	4,81	4,89	4,44	5,06	4,78
<input type="checkbox"/>	Acarau	Acaraú	CE	BRA	2,8° S	40,12° O	105,0	5,08	5,31	4,78	4,56	5,28	5,17
<input type="checkbox"/>	Crateus	Crateús	CE	BRA	5,1° S	40,6775° O	158,4	5,00	5,06	5,00	4,72	5,00	4,86

Fonte: *Sundata*/CRESESB (2016).

Diferentemente do sistema *Sundata-CRESESB*, para se utilizar o banco de dados do INMET, deve-se primeiramente buscar, dentre as estações meteorológicas pertencentes ao mesmo e instaladas em diversas cidades do país, a estação mais próxima ao local de onde será instalado o sistema fotovoltaico. Após selecionada a estação meteorológica, os dados são fornecidos de acordo com o período desejado. Os dados são disponibilizados por dia e hora como mostrado na Figura 47, sendo os mais relevantes, para o estudo em questão, os relativos à temperatura e radiação, este último fornecido em kJ/m² (Quilo joule por metro quadrado) que dever ser convertido em W/m².

Figura 47 – Exemplo de dados de estação automática pertencente ao INMET.

Data Inicial: Data Final:

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)
01/08/2016	00	27.7	29.1	27.6	57	57	38	18.5	18.6	13.3	1002.2	1002.2	1001.8	0.8	5	4.4	-3.54	0.0
01/08/2016	01	26.5	27.6	26.5	66	66	58	19.7	19.7	18.5	1002.7	1002.7	1002.2	2.0	11	4.1	-3.48	0.0
01/08/2016	02	25.5	26.5	25.5	70	70	66	19.6	19.7	19.5	1002.7	1002.8	1002.6	0.9	20	3.7	-3.54	0.0
01/08/2016	03	24.4	25.6	24.4	72	72	69	19.0	19.6	19.0	1002.5	1002.7	1002.5	1.0	27	3.2	-3.54	0.0
01/08/2016	04	23.2	24.4	23.2	76	76	72	18.6	19.3	18.5	1001.7	1002.5	1001.7	1.3	38	2.6	-3.54	0.0

Fonte: INMET (2016).

De posse dos dados solarimétricos do local, deve-se então determinar o ângulo de orientação dos módulos fotovoltaicos de modo a se ter o melhor aproveitamento da radiação solar. A maioria dos sistemas fotovoltaicos apresentam ângulo fixo de inclinação não possibilitando captar ao máximo os raios solares durante todo o ano. Diante disto, o ângulo de inclinação deve ser escolhido com base em algum critério para que se tenha uma boa produção média de energia (VILLALVA, 2012).

Segundo Di Souza (2016), a melhor inclinação dos módulos fotovoltaicos depende da latitude do local e do tipo de sistema fotovoltaico que será instalado no mesmo. No Brasil, é comum se utilizar para o ângulo de inclinação o mesmo ângulo da latitude do local, não sendo recomendada uma inclinação menor do que 10° pois prejudicaria a autolimpeza dos módulos (DI SOUZA, 2016; MIRANDA, 2014). Os módulos, em sistemas conectados à rede elétrica, devem ser orientados, preferencialmente, em direção ao Norte Geográfico, com o ângulo de inclinação ideal dado pela equação (5.1) a seguir (DI SOUZA, 2016):

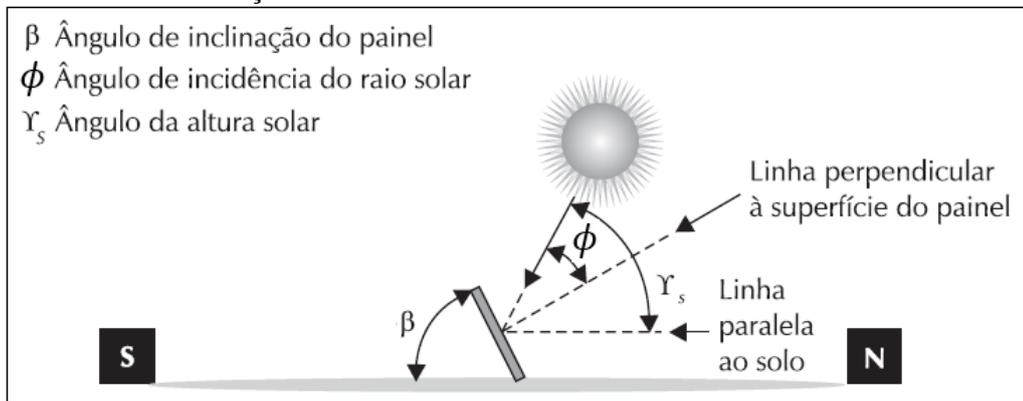
$$\beta = 3,7 + 0,69\phi \quad (5.1)$$

Onde:

- β = ângulo ideal de inclinação do módulo fotovoltaico em graus;
- ϕ = ângulo de incidência da radiação solar (latitude do local).

A Figura 48 exemplifica a orientação de um módulo solar baseado nos critérios expostos anteriormente.

Figura 48 – Orientação do módulo solar: ângulo de inclinação e ângulo de incidência da radiação solar.



Fonte: Adaptado Villalva (2012).

5.2 Dimensionamento do gerador fotovoltaico e do inversor para conexão à rede elétrica

Diferentemente de sistemas fotovoltaicos isolados, em que se faz o levantamento da potência instalada da edificação a fim de se definir a carga instalada para então dimensionar a potência do gerador fotovoltaico, em sistemas conectados à rede para unidades consumidoras em baixa tensão, o dimensionamento do gerador fotovoltaico se torna mais eficiente analisando o consumo médio mensal da edificação, por meio do histórico de consumo dos últimos 12 meses contido nas faturas de energia, subtraído o custo de disponibilidade (em kWh) (CRESESB, 2014; SAMPAIO, 2016; VILLALVA, 2012).

Tal desconto deve ser levado em consideração tendo em vista que, mesmo com o sistema gerando energia suficiente para zerar o consumo, o titular da unidade consumidora ainda deve pagar para a concessionária de energia o valor em reais referente ao custo de disponibilidade, como definido na REN 482/2012 e exposto no capítulo 4 do presente trabalho.

Segundo CRESESB (2014), a potência de pico do gerador fotovoltaico que compõe um SFCR, de modo a suprir parcial ou integralmente o consumo de energia mensal de uma determinada edificação, pode ser calculada de acordo com a equação (5.2) a seguir:

$$P_{FV} = \frac{E_m}{TD \times HSP \times 30} \quad (5.2)$$

Onde:

- P_{FV} = potência de pico do gerador fotovoltaico em (kWp);
- E_m = consumo médio mensal anual ou fração deste que se deseja suprir, descontado o custo de disponibilidade, em (kWh);
- TD = taxa de desempenho, adimensional;
- HSP = média mensal das horas de sol pleno em (h).

A Taxa de Desempenho (TD) ou ainda *Performance Ratio* (PR) é um parâmetro utilizado para avaliar a produção de energia de um sistema fotovoltaico levando em consideração as perdas envolvidas no sistema, por exemplo: o autoconsumo, as perdas por carregamento e a eficiência do inversor; a sujeira e o sombreamento nos módulos; e a temperatura de operação dos módulos (CRESESB, 2014; ZILLES, 2012).

De acordo com (ALONSO, 2016), estudos indicam taxas de desempenho variando entre 60% e 90%, tendo influência direta do aumento da eficiência dos inversores que, atualmente, têm alcançado valores próximos a 99%. Para taxas de desempenho acima de 80%, um sistema fotovoltaico é avaliado como de boa qualidade.

A quantidade de módulos que teoricamente irá compor o SFCR depende da potência de pico do gerador fotovoltaico e da potência de pico do módulo escolhido, e é calculada pela equação (5.3) (ZILLES, 2012):

$$N_{MÓDULOS} = \frac{P_{FV}}{P_{MP}} \quad (5.3)$$

Onde:

- P_{FV} = potência de pico do gerador fotovoltaico em (Wp);
- P_{MP} = potência de pico ou máxima do módulo em (Wp).

Segundo Da Costa (2010) e Villalva (2012), como os sistemas *On-grid* contam com um sistema de MPPT, a quantidade preliminar de módulos também pode ser calculada com base na energia mensal produzida por um único módulo. Conhecendo-se a área e a eficiência do módulo escolhido, a taxa de desempenho do sistema (estimada entre 60% e 90%) e a média mensal anual das horas de sol pleno, a energia média mensal produzida por um módulo pode ser calculada pela equação (5.4) (SAMPAIO, 2010; VILLALVA, 2012):

$$E_{MÓDULO} = 30 \times A_p \times \eta_{MÓDULO} \times TD \times HSP \quad (5.4)$$

Onde:

- $E_{MÓDULO}$ = energia média produzida pelo módulo em um mês em (kWh);
- A_p = área do módulo em (m²);
- $\eta_{MÓDULO}$ = eficiência de conversão do módulo;
- TD = taxa de desempenho, adimensional;
- HSP = média mensal das horas de sol pleno em (h).

Já calculada a energia mensal produzida por um módulo e conhecendo o consumo que se deseja suprir, o número de módulos teoricamente necessário pode também ser calculado pela equação (5.5) (VILLALVA, 2012):

$$N_p = \frac{E_m}{E_{MÓDULO}} \quad (5.5)$$

Onde:

- N_p = número de módulos necessários;
- E_m = consumo médio mensal anual ou fração deste que se deseja suprir, descontado o custo de disponibilidade, em (kWh);
- $E_{MÓDULO}$ = energia produzida pelo módulo em um mês em (kWh).

A potência de pico do gerador fotovoltaico é então obtida, neste caso, da multiplicação do número de módulos necessários pela potência de pico do módulo, conforme equação (5.6):

$$P_{FV} = N_p \times P_{MP} \quad (5.6)$$

A compatibilidade entre gerador e inversor é de suma importância para o sistema fotovoltaico já que o principal fluxo de potência acontece da conexão entre ambos, onde toda a energia gerada pelos painéis é enviada ao inversor para então ser encaminhada à rede. Caso não haja uma boa compatibilidade, o fluxo de potência não será muito satisfatório, podendo acarretar uma baixa eficiência de operação do sistema (DA COSTA, 2010).

Assim, para um dimensionamento ótimo do inversor, além das características descritas no item 3.2.1 do presente trabalho, deve-se considerar ainda o Fator de Dimensionamento do Inversor (FDI). Este conceito é de fundamental importância no dimensionamento de sistemas fotovoltaicos por indicar a capacidade do inversor em relação à potência de pico do gerador fotovoltaico, como definido na equação (5.7) (ZILLES, 2012):

$$FDI = \frac{P_{INV}}{P_{FV}} \quad (5.7)$$

Onde:

- FDI = fator de dimensionamento do inversor;
- P_{INV} = potência nominal do inversor em (W);
- P_{FV} = potência de pico do gerador fotovoltaico (W).

Idealmente, toda a potência do sistema fotovoltaico deve ser convertida pelo inversor. Sendo assim, a relação entre a potência do inversor e a do gerador deve ser teoricamente a mesma, o que resultaria um FDI unitário, indicando que a capacidade do inversor é 100% da potência de pico do gerador fotovoltaico.

No entanto, na prática, devido às variações do nível de irradiância ao longo do ano, os arranjos fotovoltaicos acabam não operando na sua condição nominal, pois seu MPPT também sofre variações, resultando em uma geração média de potência abaixo da potência nominal do gerador. Diante disso, o inversor adotado pode ter potência nominal menor que a do gerador fotovoltaico sem que haja perda de eficiência do sistema, acarretando um subdimensionamento do inversor, já que o FDI será menor que a unidade. No entanto, a potência do inversor não deve ser muito inferior à potência do arranjo, situação típica de um subdimensionamento excessivo, pois em situações de pico de irradiância, o inversor não seria capaz de processar a energia total gerada pelos painéis levando à perda de potência (CRESESB, 2014; DA COSTA 2010; ZILLES, 2012).

De acordo com (DI SOUZA, 2016; ZILLES, 2012), devido a boa qualidade dos inversores utilizados para conexão à rede elétrica, uma boa produtividade pode ser conseguida dentro de uma faixa de valores de FDI relativamente grande, sendo que o aumento significativo das perdas em um mesmo inversor só se evidencia em valores de FDI abaixo de 0,6 onde a limitação de processamento de potência por parte do inversor se torna significativo. Nessa situação os componentes do inversor passam a trabalhar em sobrecarga e estarão sujeitos a uma forte carga térmica, proporcionando a diminuição da vida útil do equipamento.

Segundo CRESESB (2014), caso o local onde os inversores forem ser instalados estiver sujeito a elevadas temperaturas, como telhados por exemplo, a potência do inversor pode ser igual ou superior à do gerador fotovoltaico, levando a um sobredimensionamento.

O sobredimensionamento nessas situações pode proporcionar um melhor funcionamento do sistema, fazendo com que o inversor entregue uma energia de melhor qualidade, promovendo um melhor aproveitamento da potência (ZILLES, 2012). No entanto como o inversor estará operando com baixo carregamento, devido a potência do gerador ser menor, sua eficiência diminui, o que aumentaria o custo com o mesmo (DA COSTA, 2010).

Observa-se então que o dimensionamento do inversor deve ser realizado de forma que o sistema não perca potência. Diante disto, a literatura define, de forma simplificada, que a potência do inversor deve ser escolhida entre 70% a 120% da potência de pico do gerador fotovoltaico (CRESESB, 2014; DA COSTA 2010), resultando em uma faixa de FDI compreendida entre:

$$0,7 < FDI < 1,2 \quad (5.8)$$

Segundo Zilles (2012), a escolha de um FDI adequado necessita de simulação numérica, utilizando-se dados horários de radiação e temperatura ambiente, e ainda considerando a curva de eficiência do inversor.

5.3 Determinação da configuração de um SFCR

Determinada a potência teórica do gerador fotovoltaico e a quantidade de módulos teoricamente necessária, é preciso então definir o número de módulos que deverão ser conectados em série, de modo a fornecer a tensão adequada ao funcionamento do inversor, e o número de fileiras ou *strings*, em paralelo.

A tensão de trabalho do gerador fotovoltaico deve ser compatível com os limites de tensão do inversor definidos pelo fabricante, de modo que o sistema opere dentro da faixa de

máxima potência e não provoque danos ao inversor. A tensão resultante da conexão dos módulos em série deve estar dentro da faixa útil de tensão de entrada do inversor, compreendida entre a tensão mínima e a máxima do inversor para a busca do MPPT. Diante disto, o número possível de módulos conectados em série pode ser estimado com base nas equações (5.9) e (5.10) (VILLALVA, 2012; ZILLES, 2012):

$$V_{MP_total} = V_{MP(STC)} \times N_{série} = [V_{MP_mín} \text{ a } V_{MP_máx}] \quad (5.9)$$

$$V_{OC_total} = V_{OC(STC)} \times N_{série} = [V_{MP_mín} \text{ a } V_{MP_máx}] \quad (5.10)$$

Onde:

- $V_{MP(STC)}$ = tensão de máxima potência do módulo em STC (25°C) disponível na folha de dados;
- V_{MP_total} = tensão de MPPT produzida pelos módulos em série;
- $V_{OC(STC)}$ = tensão de circuito aberto do módulo em STC (25°C) disponível na folha de dados;
- V_{OC_total} = tensão de circuito aberto produzida pelos módulos em série;
- $V_{MP_mín}$ = tensão mínima de entrada do inversor para busca do MPPT;
- $V_{MP_máx}$ = tensão máxima de entrada do inversor para busca do MPPT;
- $N_{série}$ = número de módulos possíveis de serem conectados em série.

O número mínimo possível de módulos que podem ser conectados em série no inversor corresponde ao valor de ($N_{série}$) que resulta em uma tensão de máxima potência total (V_{MP_total}) igual ou imediatamente superior à tensão mínima de entrada do inversor para busca do MPPT ($V_{MP_mín}$). Já o número máximo possível, corresponde ao valor de ($N_{série}$) que resulta em uma tensão de circuito aberto total (V_{OC_total}) igual ou imediatamente inferior à ($V_{MP_máx}$). Pode-se então escolher o número de módulos em série com base nos valores de ($N_{série}$) situados dentro desse intervalo de mínimo e máximo, sem comprometer o funcionamento do inversor.

Em condições normais de operação, dependendo do local onde o sistema fotovoltaico for ser instalado, as células do módulo estarão sujeitas a temperaturas de operação maiores que 25°C (temperatura padrão adotada em STC).

Como a temperatura influencia nas características elétricas dos módulos, então as tensões de máxima potência e circuito aberto devem ser corrigidas pelas equações (5.11) e (5.12) (CRESESB, 2014; VILLALVA, 2012; ZILLES, 2012) a seguir, com base no coeficiente de temperatura da tensão de circuito aberto, para que se possa determinar, por meio das equações (5.9) e (5.10), um número de módulos em série satisfatório, garantindo que em condições extremas de temperatura (que acarreta uma diminuição da tensão dos módulos) o inversor trabalhe dentro da sua faixa útil de tensão.

$$V_{MP}(T) = V_{MP(STC)} \times \left[1 + \frac{\beta_T}{100} (T - 25) \right] \quad (5.11)$$

$$V_{OC}(T) = V_{OC(STC)} \times \left[1 + \frac{\beta_T}{100} (T - 25) \right] \quad (5.12)$$

Onde:

- $V_{MP}(T)$ = tensão de máxima potência do módulo em condições de temperatura extrema;
- $V_{OC}(T)$ = tensão de circuito aberto do módulo em condições de temperatura extrema;
- β_T = coeficiente de temperatura da tensão de circuito aberto do módulo, em (%/°C);
- T = temperatura de operação em condições extremas.

O número de fileiras em paralelo (*strings*) é determinado conforme a equação (5.13) (VILLALVA, 2012; ZILLES, 2012) a seguir, e depende do número de módulos em série definido anteriormente e da quantidade de módulos teoricamente necessária, calculada pelas equações (5.3) ou (5.5) com base na potência de pico do gerador fotovoltaico:

$$N_{paralelo} = \frac{N}{N_{série}} \quad (5.13)$$

Onde:

- $N_{paralelo}$ = quantidade de fileiras associadas em paralelo e conectadas ao inversor;
- N = quantidade de módulos teoricamente necessária.

Em arranjos de módulos em paralelo, como exposto em capítulos anteriores, a corrente do gerador fotovoltaico é resultado da soma das correntes de cada fileira de módulos em série. Diante disto, para que a corrente resultante do arranjo fotovoltaico seja compatível com a corrente de entrada do inversor escolhido (VILLALVA, 2012; ZILLES, 2012), a seguinte condição deve ser satisfeita:

$$I_{MP} \times N_{paralelo} < I_{DC_m\acute{a}x} \quad (5.14)$$

Onde:

- I_{MP} = corrente de máxima potência de um módulo;
- $I_{DC_m\acute{a}x}$ = corrente máxima de entrada do inversor.

Para a quantidade de fileiras, deve-se escolher o maior número inteiro resultante da equação (5.13), pois assim, segundo Zilles (2012), assegura-se um FDI próximo ao definido para o sistema e uma corrente do gerador fotovoltaico compatível com o inversor escolhido.

Considerando todas as etapas para determinação da configuração do SFCR, a potência nominal do gerador fotovoltaico será agora definida por (ZILLES, 2012):

$$P_{FV}^0 = N_{paralelo} \times N_{s\acute{e}rie} \times P_{MP} \quad (5.15)$$

Onde:

- P_{FV}^0 = potência nominal do gerador fotovoltaico em (W);
- P_{MP} = potência de pico do módulo em (W).

Nesta etapa final, a potência nominal corrigida (P_{FV}^0) para o gerador fotovoltaico pode resultar em um valor ligeiramente maior ou menor que o calculado conforme as equações (5.2) e (5.6), no entanto todas as condições impostas ao bom funcionamento do SFCR estarão satisfeitas.

6 ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso tem como objetivo o dimensionamento de dois sistemas fotovoltaicos para conexão à rede elétrica de modo a suprir o consumo de energia elétrica da empresa Dínamo Engenharia LTDA, situada no KM 223 da BR 222, Distrito Industrial, na cidade de Sobral – Ceará, de modo que seja realizada, posteriormente, uma análise de viabilidade econômica para instalação dos mesmos.

A empresa é composta por dois prédios situados na mesma localidade, como mostra a Figura 49, e são independentes um do outro em consumo de energia elétrica.

Figura 49 – Vista superior da empresa Dínamo Engenharia LTDA.



Fonte: *Google Earth* (2016).

Como cada prédio tem sua própria fatura mensal de energia, o estudo é dividido em dois casos, denominados aqui de “Estudo de caso A” e “Estudo de caso B”.

O “Estudo de caso A” trata do dimensionamento de um SFCR para o prédio principal da empresa, uma unidade consumidora trifásica grupo B (baixa tensão), que comporta a maior parte dos setores administrativos e dos colaboradores e, conseqüentemente, tem o maior consumo mensal de energia. Já o “Estudo de caso B”, trata do dimensionamento do SFCR para o prédio anexo, também uma UC trifásica grupo B, onde o consumo é consideravelmente menor que o do prédio principal.

6.1 Estudo de Caso A: Prédio Principal

Inicialmente, obteve-se os dados de irradiação solar diária média mensal em função do ângulo de incidência dos raios solares, para a região em que se localiza a empresa.

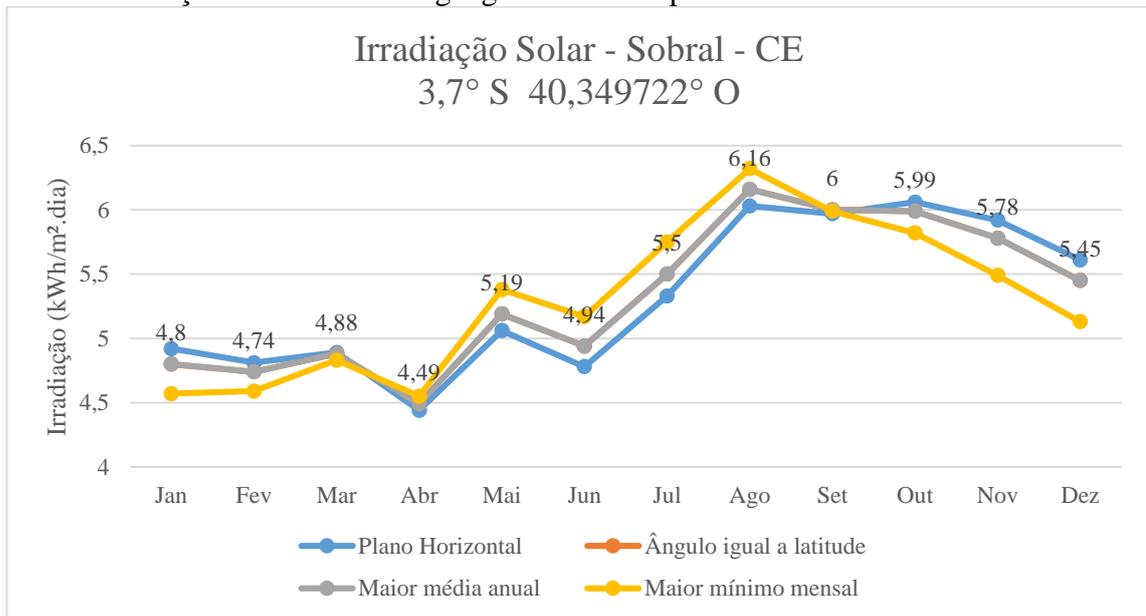
Com o auxílio do *software Google Earth®*, verificou-se que a empresa está localizada nas coordenadas geográficas de latitude 3,71955° Sul, e longitude 40,33064° Oeste. Acessando-se o banco de dados do *Sundata* pertencente ao CRESESB/CEPEL disponível em seu *website*, e utilizando-se as coordenadas obtidas, conseguiu-se então os dados de irradiação solar diária média mensal do local mais próximo à localização da empresa, mostrados na Tabela 2, e seu respectivo gráfico, mostrado na Figura 50.

Tabela 2 – Dados de irradiação solar para ponto de referência com distância média de 3 km em relação as coordenadas geográficas da empresa.

Coordenadas do Ponto de Referência: (3,7°S ; 40,349722°O)				
Sobral - CE				
Inclinação	Plano Horizontal	Ângulo Igual a	Maior Média	Maior Mínimo
	0°N	4°N	4°N	11°N
Mês/Ano	Irradiação Diária Média Mensal em função do ângulo de inclinação [kWh/m².dia]			
Jan/15	4,92	4,8	4,8	4,57
Fev/15	4,81	4,74	4,74	4,59
Mar/15	4,89	4,88	4,88	4,83
Abr/15	4,44	4,49	4,49	4,55
Mai/15	5,06	5,19	5,19	5,38
Jun/15	4,78	4,94	4,94	5,17
Jul/15	5,33	5,5	5,5	5,75
Ago/15	6,03	6,16	6,16	6,32
Set/15	5,97	6,0	6,0	5,99
Out/15	6,06	5,99	5,99	5,82
Nov/15	5,92	5,78	5,78	5,49
Dez/15	5,61	5,45	5,45	5,13
Média Anual	5,32	5,33	5,33	5,3

Fonte: Sundata/CRESESB (2016).

Figura 50 – Gráfico de irradiação solar para ponto de referência com distância média de 3 km em relação as coordenadas geográficas da empresa.



Fonte: Própria.

Com base no ângulo da latitude de localização da empresa, de aproximadamente 3,7°, o ângulo ideal de inclinação dos módulos para um melhor aproveitamento da radiação solar, de acordo com a equação (5.1), será:

$$\beta = 3,7 + (0,69 \times 3,7)$$

$$\beta = 6,253^\circ \quad (6.1)$$

Segundo ELETROSOL (2015) e Miranda (2014), o índice solarimétrico adotado para dimensionamento de sistemas *On-Grid* deve ser aquele referente a maior média anual da irradiação diária média mensal.

Da análise dos dados da Tabela 2, observa-se que a maior média anual equivale a 5,33 kWh/m².dia, e é obtida para um ângulo de incidência da radiação de 4°N. No entanto, este ângulo não pode ser adotado, já que a melhor inclinação para os módulos seria para um ângulo de 6,253°N.

Levando-se em consideração que um ângulo de inclinação menor que 10° não é aconselhável e que, de acordo com os dados da Tabela 2, a variabilidade da radiação é muito pequena para ângulos de incidência entre 0°N e 11°N apresentando uma média anual de 5,3 kWh/m².dia para um ângulo de 11°N, sendo esta média bem próxima da média para um ângulo de 4°N, adotou-se então um ângulo de inclinação de 11° para os módulos com orientação para o Norte Geográfico.

Definida a orientação dos módulos que irão compor o gerador fotovoltaico, deve-se então determinar as horas de sol pleno diária equivalente à média anual da irradiação diária, média mensal para o ângulo de inclinação de 11°N. Tem-se, de acordo com a equação (2.2), que as horas de sol pleno diária será:

$$HSP = \frac{5300}{1000} = 5,3h/dia \quad (6.2)$$

A Tabela 3, mostra o consumo de energia elétrica do prédio principal nos últimos 12 meses. Estes valores são importantes para se definir a potência mínima do gerador fotovoltaico.

Tabela 3 - Histórico de consumo dos últimos 12 meses do prédio principal.

Mês	Tarifa (R\$/kWh)	Consumo Mensal (kWh)	Total a pagar
Set/15	0,68163	4047	R\$ 2.758,56
Out/15	0,68505	4279	R\$ 2.931,33
Nov/15	0,68112	3968	R\$ 2.702,68
Dez/15	0,66081	4218	R\$ 2.787,30
Jan/16	0,68404	3316	R\$ 2.268,28
Fev/16	0,65626	3396	R\$ 2.228,66
Mar/16	0,62476	4340	R\$ 2.711,46
Abt/16	0,70767	3829	R\$ 2.709,67
Mai/16	0,70182	4058	R\$ 2.847,99
Jun/16	0,70872	4441	R\$ 3.147,43
Jul/16	0,70078	4626	R\$ 3.241,81
Ago/16	0,68266	4474	R\$ 3.054,22
Consumo Médio Mensal (kWh)		4083	

Fonte: Coelce (2016).

Observa-se que o consumo médio mensal, de acordo com a Tabela 3, é de 4083 kWh. Como se trata de uma unidade consumidora trifásica, deve-se subtrair deste valor o custo de disponibilidade de 100 kWh, referente à classe de consumo da UC, tendo-se então um consumo de 3983 kWh. Com isto, a parcela do consumo que se deseja suprir com o SFCR será o valor de 3983 kWh, que corresponde a aproximadamente 98% do consumo médio mensal do prédio principal.

6.1.1 Primeira análise: potência mínima necessária para o SFCR do caso A

Considerando-se que os SFCR apresentam uma TD variando entre 60% e 90%, adotou-se então uma taxa de desempenho de 88% para o sistema. Logo, de acordo com a equação (5.2), a potência de pico mínima do gerador fotovoltaico de modo a suprir um consumo médio de 3893 kWh será:

$$P_{FV} = \frac{3983}{0,88 \times 5,3 \times 30} = \mathbf{28,466 \text{ kWp}} \quad (6.3)$$

Para uma correta escolha dos módulos que irão compor o gerador fotovoltaico, tem-se na Tabela 4, algumas características de três modelos de módulos encontrados facilmente no mercado brasileiro, que serão comparados com o intuito de se conseguir uma boa produtividade com um menor custo de projeto.

Tabela 4 – Características elétricas dos módulos em STC e informações relevantes a serem comparadas.

Fabricante	Yingli Solar	Canadian Solar	Canadian Solar
Modelo	YL255P-29b	CS6P-260P	CS6P-265P
Potência de pico (P_{MP})	255 Wp	260 Wp	265 Wp
Corrente de máx. pot. (I_{MP})	8,49 A	8,56 A	8,66 A
Tensão de máx. pot. (V_{MP})	30 V	30,4 V	30,6 V
Tensão de circuito aberto (V_{OC})	37,5 V	37,5 V	37,7 V
Coef. de temp. de V_{OC} (β_T)	-0,32%/°C	-0,41%/°C	-0,41%/°C
Eficiência ($\eta_{MÓDULO}$)	15,7%	16,16%	16,47%
Área (m²)	1,6236	1,638	1,6085
Menor preço (R\$)	999,99	999,00	899,00
Garantia contra defeito	10 anos	10 anos	10 anos
Vida útil	25 anos	25 anos	25 anos

Fonte: Yingli Solar (2016); Canadian Solar (2016).

Nota-se que os módulos apresentam características elétricas bem semelhantes e um preço de mercado competitivo (cotado em setembro de 2016). No entanto, como cada modelo apresenta potência de pico diferente, analisou-se, primeiramente, a quantidade de módulos necessários para se obter a potência de pico mínima do gerador fotovoltaico de 28,466 kWp, para cada um dos modelos.

A Tabela 5, mostra o número de módulos necessários, calculado com base na equação (5.3), considerando-se a potência do gerador e a potência de pico de cada módulo.

Tabela 5 – Número de módulos necessários por modelo para o Caso A.

Modelo	P_{FV} (kWp)	P_{MP} (Wp)	Nº de Módulos ($N_{MÓDULOS}$)	Nº de Módulos Corrigido	P_{FV} Corrigida (kWp)
YL255P-29b	28,466	255	111,63	112	28,56
CS6P-260P	28,466	260	109,48	110	28,6
CS6P-265P	28,466	265	107,42	108	28,62

Fonte: Própria.

Com base na eficiência e na área de cada módulo, na taxa de desempenho adotada para o sistema e nas horas de sol pleno definida anteriormente, tem-se na Tabela 6, a energia média mensal produzida por um único módulo de cada modelo, calculada por meio da equação (5.4).

Tabela 6 – Energia média mensal produzida por um único módulo.

Modelo	$\eta_{MÓDULO}$ (%)	Área (m²)	TD	HSP (h)	$E_{MÓDULO}$ Produzida (kWh/mês)	$E_{MÓDULO}$ Produzida (kWh/dia)
YL255P-29b	15,7	1,6236	0,88	5,3	35,666	1,188
CS6P-260P	16,16	1,6236	0,88	5,3	36,370	1,212
CS6P-265P	16,47	1,6085	0,88	5,3	37,068	1,235

Fonte: Própria.

Ainda de modo a se verificar a quantidade de módulos necessários para se obter a potência de pico do gerador, só que agora considerando-se a energia média mensal produzida por cada módulo da Tabela 6 e a parcela do consumo que se deseja suprir, que é de 3983 kWh, tem-se na Tabela 7, o número de módulos para cada modelo, calculado com base na equação (5.5).

Tabela 7 – Número de módulos necessários considerando a produção mensal de energia e o consumo a ser suprido para o Caso A.

Modelo	E_m Consumo (kWh/mês)	$E_{MÓDULO}$ (kWh/mês)	Nº de Módulos (N_p)	Nº de Módulos Corrigido	Energia Média Produzida Total (kWh/mês)
YL255P-29b	3983	35,666	111,66	112	3994,6
CS6P-260P	3983	36,370	109,5	110	4000,7
CS6P-265P	3983	37,068	107,44	108	4003,34

Fonte: Própria.

Da análise das Tabelas 5 e 7, observa-se que o número de módulos referente a cada tipo de modelo, calculados pela equação (5.3) e pela (5.5) respectivamente, é praticamente igual, diferindo-se apenas em casas decimais. Corrigindo-se esta quantidade para o maior valor inteiro imediatamente acima, já que o menor inteiro não garantiria uma produção de energia suficiente para suprir o consumo de energia desejado, nota-se que o número de módulos necessários passa então a ser o mesmo em ambas as tabelas e que a potência de pico do gerador fotovoltaico continua próxima à potência de pico teórica calculada em (6.3) de 28,466 kWp.

Tem-se então, na Tabela 8, o custo preliminar com módulos e a nova potência de pico mínima do SFCR de acordo com o modelo escolhido.

Tabela 8 – Custo preliminar com os módulos analisados para o Caso A.

Modelo	Nº de Módulos	P_{FV} Corrigida (kWp)	Preço Unitário	Custo Total	(R\$/Wp)
YL255P-29b	112	28,56	R\$ 999,99	R\$ 111.998,88	R\$ 3,92
CS6P-260P	110	28,6	R\$ 999,00	R\$ 109.890,00	R\$ 3,84
CS6P-265P	108	28,62	R\$ 899,00	R\$ 97.092,00	R\$ 3,39

Fonte: Própria.

Com base nesta primeira análise, o módulo CS6P-265P da fabricante Canadian Solar apresenta uma maior produtividade com menor custo, no entanto todos os módulos são passíveis de serem adotados para compor o gerador fotovoltaico por apresentarem o custo do Watt-pico e a produção de energia bem próxima, em torno de 4000 kWh/mês. Diante disto, uma segunda análise, e mais detalhada, será feita deste ponto em diante, baseada na configuração adotada para o SFCR.

6.1.2 Segunda análise: possíveis configurações para o SFCR do Caso A

Como a potência do sistema fotovoltaico é da ordem de 28 kWp, sendo necessária uma quantidade considerável de módulos, optou-se por uma configuração de SFCR com topologia de inversor de grupo de módulos, de forma que em situações de sobreamento, por exemplo, cada conjunto opere em seu ponto de máxima potência, buscando-se assim a maximização da produção de energia.

Como a produtividade também depende da compatibilidade entre módulo e inversor, deve-se então determinar o melhor arranjo série e paralelo para os módulos que serão conectados ao tipo de inversor escolhido. A Tabela 9, mostra as principais características

elétricas dos inversores da fabricante Fronius, os quais serão analisados em conjunto com cada um dos três modelos de módulos verificados na primeira análise de modo a se buscar uma produção de energia satisfatória com um menor custo.

Tabela 9 – Características dos inversores Fronius a serem analisados no Caso A.

Modelo	GALVO 3.0-1	IG PLUS 100-V3	SYMO 10.0.3-M
Potência Nominal ($P_{nominal}$)	3000 W	8000W	10000W
Tensão máx. de entrada ($V_{DC_máx}$)	550 V	600 V	1000 V
Tensão mín. p/ MPPT ($V_{MP_mín}$)	165 V	230 V	270 V
Tensão máx. p/ MPPT ($V_{MP_máx}$)	440 V	500 V	800 V
Corrente máx. de entrada ($I_{DC_máx}$)	19,8 A	37 A	27 A
Eficiência máxima	96,10 %	95,7 %	98%
Menor preço unitário (R\$)	8890,0	13890,0	18200,0
Número máximo de canais MPPT	1	1	2
Garantia contra defeito	7 anos	7 anos	7 anos
Vida útil	10 anos	10 anos	10 anos

Fonte: Fronius (2016).

6.1.2.1 Configurações para o SFCR considerando o módulo Yingli Solar YL255P-29b e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso A

Sabendo-se que o SFCR terá a topologia de inversor de grupo de módulos, é necessário então calcular a quantidade de módulos em série e *strings* em paralelo que podem ser conectadas em um único inversor, para que então se possa definir o FDI e a quantidade de inversores necessários ao sistema, de modo a se conseguir a potência de pico do gerador fotovoltaico, já que a quantidade de módulos em cada grupo é limitada pela potência nominal de seu respectivo inversor.

Primeiramente, considerando-se o uso de módulos Yingli YL255P-29b e do inversor Fronius Galvo 3.0-1 para a composição do SFCR, e aplicando-se as equações (5.9) e (5.10) para inicialmente 4 módulos em série, tem-se que os valores de tensões geradas em STC (25°C), por fileira, serão:

$$V_{MP_total} = 30 \times 4 = \mathbf{120 V} \quad (6.4)$$

$$V_{OC_total} = 37,5 \times 4 = \mathbf{150 V} \quad (6.5)$$

Como a faixa de tensão de MPPT do inversor Galvo 3.0-1, de acordo com a Tabela 9, está compreendida entre 165 V e 440 V, então estas tensões geradas por 4 módulos não garantem um bom funcionamento do inversor. Diante disto, variou-se então de 4 a 13 o número de módulos em série, de forma a se verificar em que intervalo se consegue uma faixa de tensão útil para conexão ao inversor, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 – Número possível de módulos em série, em STC, conectados em um inversor Galvo 3.0-1.

V_{MP} Módulo (V)	V_{OC} Módulo (V)	Módulos em Série ($N_{série}$)	V_{MP} Total (V)	V_{OC} Total (V)
30	37,5	4	120	150
30	37,5	5	150	187,5
30	37,5	6	180	225
30	37,5	7	210	262,5
30	37,5	8	240	300
30	37,5	9	270	337,5
30	37,5	10	300	375
30	37,5	11	330	412,5
30	37,5	12	360	450
30	37,5	13	390	487,5

Fonte: Própria.

Como de acordo com a Tabela 9 a tensão mínima de entrada do inversor Galvo 3.0-1 para a busca do MPPT (V_{MP_min}) é de 165 V, e a máxima ($V_{MP_máx}$) é de 440V, da análise da Tabela 10, verificou-se que o número mínimo de 6 módulos em série produzirá uma tensão de máxima potência de 180 V, a menor tensão que um grupo de módulos em série pode gerar de modo que o inversor funcione corretamente, e que o número máximo de 11 módulos produzirá uma tensão de circuito aberto de 412,5 V, a máxima tensão que um grupo de módulos pode produzir sem que se prejudique o funcionamento do inversor. Logo, com os módulos operando em STC, pode-se adotar de 6 a 11 módulos em série por fileira.

No entanto, em condições normais de operação, para o caso particular da cidade de Sobral – CE (local onde será instalado o SFCR), a temperatura de operação das células poderá ser maior que 25°C. Considerando-se que os módulos poderão ser submetidos a uma temperatura máxima de 70°C, e corrigindo-se a tensão de máxima potência e a tensão de circuito aberto dos módulos em STC, por meio das equações (5.11) e (5.12) respectivamente, tem-se:

$$V_{MP}(70^{\circ}C) = 30 \times \left[1 + \frac{(-0,32)}{100} (70 - 25) \right] = 25,68 V \quad (6.6)$$

$$V_{OC}(70^{\circ}C) = 37,5 \times \left[1 + \frac{(-0,32)}{100} (70 - 25) \right] = \mathbf{32,1 V} \quad (6.7)$$

Aplicando-se novamente as equações (5.9) e (5.10) para os valores corrigidos em (6.6) e (6.7), tem-se então que para 6 módulos em série (quantidade mínima que se pode adotar em STC) as tensões geradas na condição extrema de 70°C serão:

$$V_{MP_total} = 25,68 \times 6 = \mathbf{154,08 V} \quad (6.8)$$

$$V_{OC_total} = 32,1 \times 6 = \mathbf{192,6 V} \quad (6.9)$$

Verifica-se em (6.8) que a tensão de máxima potência produzida por 6 módulos em série não atinge o nível mínimo de tensão de entrada do inversor. Assim, refazendo-se os cálculos da Tabela 10, considerando-se as tensões de máxima potência e circuito aberto corrigidas em (6.6) e (6.7) e o número de módulos em série entre 6 e 14 módulos, montou-se então a Tabela 11 para se verificar as tensões totais geradas em condições de temperatura extrema.

Tabela 11 – Número possível de módulos em série, em condição de temperatura de operação de 70°C, conectados a um inversor Galvo 3.0-1.

$V_{MP(70^{\circ}C)}$ Corrigida (V)	$V_{OC(70^{\circ}C)}$ Corrigida (V)	Módulos em Série ($N_{série}$)	V_{MP} Total (V)	V_{OC} Total (V)
25,68	32,1	6	154,08	192,6
25,68	32,1	7	179,76	224,7
25,68	32,1	8	205,44	256,8
25,68	32,1	9	231,12	288,9
25,68	32,1	10	256,8	321
25,68	32,1	11	282,48	353,1
25,68	32,1	12	308,16	385,2
25,68	32,1	13	333,84	417,3
25,68	32,1	14	359,52	449,4

Fonte: Própria.

Da análise da Tabela 11, em comparação com a Tabela 10, verificou-se que somente a adoção de no mínimo 7 módulos em série garantirá uma tensão de máxima potência suficiente para que o inversor opere dentro da faixa de MPPT, já que 6 módulos em série, nessa segunda situação, produzirá uma tensão de máxima potência de 154,08 V, abaixo do mínimo do inversor que é de 165 V.

Observa-se ainda, na Tabela 11, que a quantidade de 11 a 13 módulos em série, produz tensões de máxima potência e circuito aberto dentro da faixa útil de tensão do inversor (entre 165 V e 440V). No entanto, não se pode assegurar que 12 e 13 módulos em série produzirão tensões adequadas ao bom funcionamento do inversor em temperaturas de operação dos módulos entre 25°C e 70°C, uma vez que em 70°C (Tabela 11) as tensões de circuito aberto total produzidas por 12 e 13 módulos são, respectivamente, 385,2 V e 417,3 V, e em 25°C (Tabela 10), aumentam para 450 V e 487,5 V, respectivamente, ultrapassando então a tensão máxima de entrada do inversor para a busca do MPPT, que é de 440V.

Diante do que foi analisado, o número de módulos que se pode conectar em série por fileira (ou *strings*), de modo a garantir que o inversor Galvo 3.0-1 opere dentro da sua faixa útil de tensão de MPPT, está compreendido entre 7 e 11 módulos.

Tem-se, na Tabela 4, que a corrente de máxima potência de um módulo Yingli YL255P-29b é de 8,49 A, e na Tabela 9, tem-se que a corrente máxima de entrada do inversor Fronius Galvo 3.0-1 é de 19,8 A. Assim, aplicando-se a equação (5.14), verifica-se que o número de *strings* em paralelo conectadas em cada inversor será:

$$8,49 \times N_{paralelo} < 19,8$$

$$N_{paralelo} < 2,3 \quad (6.10)$$

Logo, adotando-se a quantidade de até duas fileiras conectadas em paralelo, garante-se que a corrente total de entrada no inversor, resultante da soma das correntes geradas por cada fileira em paralelo, não ultrapassará o valor de corrente máxima suportada pelo inversor. Lembrando-se que a corrente gerada por cada fileira independe da quantidade de módulos em série na mesma, sendo sempre igual a corrente de máxima potência de apenas um dos módulos.

A Tabela 12, mostra a quantidade de arranjos possíveis entre módulos Yingli Solar YL255P-29b e inversor Galvo 3.0-1 para o SFCR sem que se comprometa o funcionamento adequado do inversor, considerando-se até duas *strings* em paralelo para a condição de 7 a 11 módulos conectados em série.

Tabela 12 – Arranjos possíveis para o SFCR considerando módulos Yingli Solar YL255P-29b conectados a um inversor Fronius Galvo 3.0-1.

Módulos por string ($N_{série}$)	Strings em paralelo ($N_{paralelo}$)	Módulos por inversor	I_{MP} do módulo (A)	I_{MP} de entrada no inversor (A)	$I_{DC_{máx}}$ de entrada do inversor (A)
7	1	7	8,49	8,49	19,8
7	2	14	8,49	16,98	19,8
8	1	8	8,49	8,49	19,8
8	2	16	8,49	16,98	19,8
9	1	9	8,49	8,49	19,8
9	2	18	8,49	16,98	19,8
10	1	10	8,49	8,49	19,8
11	1	11	8,49	8,49	19,8

Fonte: Própria.

Calculando-se o FDI, por meio da equação (5.7), para cada um dos arranjos mostrados na tabela acima, considerando-se a potência fotovoltaica da quantidade de módulos por inversor e a potência máxima do inversor Galvo 3.0-1 (igual a potência nominal) de 3000W, tem-se os valores mostrados na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores de FDI para cada arranjo possível do SFCR considerando módulos YL255P-29b conectados a um inversor Fronius Galvo 3.0-1.

$N_{série}$	$N_{paralelo}$	Módulos por inversor	P_{MP} do módulo (Wp)	P_{FV} por inversor (Wp)	P_{INV} Máxima (W)	FDI
7	1	7	255	1785	3000	1,68
7	2	14	255	3570	3000	0,84
8	1	8	255	2040	3000	1,47
8	2	16	255	4080	3000	0,74
9	1	9	255	2295	3000	1,31
9	2	18	255	4590	3000	0,65
10	1	10	255	2550	3000	1,18
11	1	11	255	2805	3000	1,07

Fonte: Própria.

Observa-se, na Tabela 13, que algumas configurações série/paralelo apresentam valores de FDI fora do intervalo compreendido entre 0,7 e 1,2, portanto, serão desconsideradas nas análises realizadas a partir deste ponto.

Da Tabela 8, tem-se que a quantidade de módulos Yingli Solar YL255P-29b necessários para se conseguir a potência de pico de 28,56 kWp do SFCR é de 112 módulos. Então, adotando-se, por exemplo, um grupo de 14 módulos por inversor (arranjo com duas fileiras, com sete módulos em cada mostrado na Tabela 13), a quantidade total de inversores Galvo 3.0-1 necessários para se conseguir a potência de pico do sistema fotovoltaico será:

$$N_{INV} = \frac{112}{14} = \mathbf{8 inversores} \quad (6.11)$$

De acordo com a Tabela 6, a produção média mensal de um único módulo YL255P-29b é de aproximadamente 35,666 kWh, logo, para 8 inversores com 14 módulos cada (totalizando 112 módulos), a produção média de energia esperada para o SFCR será:

$$E_{INV_8} = 35,666 \times 8 \times 14 = \mathbf{3994,6 kWh/mês} \quad (6.12)$$

Como cada inversor Galvo 3.0-1 tem uma potência nominal de 3000W, a potência total equivalente aos 8 inversores será então de 24kW. Aplicando-se a equação (5.7), para uma potência de pico de 28,56kWp, tem-se que o FDI do SFCR como um todo será de:

$$FDI = \frac{24}{28,56} = 0,84 \quad (6.13)$$

Logo, observa-se que o FDI total calculado em (6.13) é o mesmo que o calculado para apenas um grupo de 14 módulos por inversor mostrado anteriormente na Tabela 13.

Assim, caso fosse adotado o arranjo exemplificado acima para a configuração do SFCR, seriam necessários 8 grupos de 14 módulos, onde cada grupo seria composto por duas fileiras de 7 módulos em série conectadas em paralelo a um inversor Galvo 3.0-1, totalizando 8 inversores e 112 módulos, com um FDI de 0,84 e uma produção média de energia de 3994,6 kWh/mês, um pouco acima do consumo médio que se deseja suprir que é de 3983 kWh/mês. Como cada inversor tem um custo de R\$ 8.890,00 e cada módulo um custo de R\$ 999,99, então o custo total com inversores seria de R\$ 71.120,00 e com módulos seria de R\$ 111.998,88, totalizando um custo parcial de R\$ 183.118,88 para o SFCR.

A mesma análise realizada para o arranjo anterior foi realizada para cada um dos possíveis arranjos com FDI entre 0,7 e 1,2, mostrados na Tabela 13, para módulos YL255P-29b e inversor Galvo 3.0-1, de forma a se verificar a quantidade de inversores e módulos necessários, a energia produzida em média por mês e o custo com o SFCR. As Tabelas 14 e 15, apresentam os resultados obtidos.

Tabela 14 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR (*)	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x2	8	112	0,84	28,56	28,46	3983	3994,60
8x2	7	112	0,74	28,56	28,46	3983	3994,60
10x1	11	110	1,18	28,05	28,46	3983	3923,30
11x1	10	110	1,07	28,05	28,46	3983	3923,30

Fonte: Própria.

(*) o primeiro número indica a quantidade de módulos em série, e o segundo a quantidade de *strings* em paralelo.

Tabela 15 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x2	8	112	R\$ 71.120,00	R\$ 111.998,88	R\$ 183.118,88
8x2	7	112	R\$ 62.230,00	R\$ 111.998,88	R\$ 174.228,88
10x1	11	110	R\$ 97.790,00	R\$ 109.998,90	R\$ 207.788,90
11x1	10	110	R\$ 88.900,00	R\$ 109.998,90	R\$ 198.898,90

Fonte: Própria.

O mesmo dimensionamento e análise realizada para os módulos YL255P-29b e inversor Galvo 3.0-1, descrita anteriormente, foi também realizada para se analisar os possíveis arranjos com os inversores Fronius IG Plus 100-V3 e Symo 10.0.3-M e os resultados obtidos estão contidos nas Tabelas 16 a 19, para as possíveis configurações, com FDI entre 0,7 e 1,2.

Tabela 16 – Configurações e produção média de energia para SFCR do caso A com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
9x4	3	108	0,87	27,54	28,46	3983	3851,96
10x3	4	120	1,05	30,6	28,46	3983	4279,96
10x4	3	120	0,78	30,6	28,46	3983	4279,96
11x3	3	99	0,95	25,245	28,46	3983	3530,97
11x4	3	132	0,71	33,66	28,46	3983	4707,96
12x3	3	108	0,87	27,54	28,46	3983	3851,96
13x3	3	117	0,8	29,835	28,46	3983	4172,96

Fonte: Própria.

Tabela 17 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
9x4	3	108	R\$ 41.670,00	R\$ 107.998,92	R\$ 149.668,92
10x3	4	120	R\$ 55.560,00	R\$ 119.998,80	R\$ 175.558,80
10x4	3	120	R\$ 41.670,00	R\$ 119.998,80	R\$ 161.668,80
11x3	3	99	R\$ 41.670,00	R\$ 98.999,01	R\$ 140.669,01
11x4	3	132	R\$ 41.670,00	R\$ 131.998,68	R\$ 173.668,68
12x3	3	108	R\$ 41.670,00	R\$ 107.998,92	R\$ 149.668,92
13x3	3	117	R\$ 41.670,00	R\$ 116.998,83	R\$ 158.668,83

Fonte: Própria.

Tabela 18 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Symo 10.0.3-M.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
11x3	3	99	1,19	25,245	28,46	3983	3530,97
12x3	3	108	1,09	27,54	28,46	3983	3851,96
13x3	3	117	1,01	29,835	28,46	3983	4172,96
14x3	3	126	0,93	32,13	28,46	3983	4493,96
15x3	3	135	0,87	34,425	28,46	3983	4814,96
16x3	2	96	0,82	24,48	28,46	3983	3423,97
17x3	2	102	0,77	26,01	28,46	3983	3637,97
18x2	3	108	1,09	27,54	28,46	3983	3851,96
18x3	2	108	0,73	27,54	28,46	3983	3851,96
19x2	3	114	1,03	29,07	28,46	3983	4066
20x2	3	120	0,98	30,6	28,46	3983	4280
21x2	3	126	0,93	32,13	28,46	3983	4494

Fonte: Própria.

Tabela 19 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos YL255P-29b e inversores Symo 10.0.3-M.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
11x3	3	99	R\$ 54.600,00	R\$ 98.999,01	R\$ 153.599,01
12x3	3	108	R\$ 54.600,00	R\$ 107.998,92	R\$ 162.598,92
13x3	3	117	R\$ 54.600,00	R\$ 116.998,83	R\$ 171.598,83
14x3	3	126	R\$ 54.600,00	R\$ 125.998,74	R\$ 180.598,74
15x3	3	135	R\$ 54.600,00	R\$ 134.998,65	R\$ 189.598,65
16x3	2	96	R\$ 36.400,00	R\$ 95.999,04	R\$ 132.399,04
17x3	2	102	R\$ 36.400,00	R\$ 101.998,98	R\$ 138.398,98
18x2	3	108	R\$ 54.600,00	R\$ 107.998,92	R\$ 162.598,92
18x3	2	108	R\$ 36.400,00	R\$ 107.998,92	R\$ 144.398,92
19x2	3	114	R\$ 54.600,00	R\$ 113.998,86	R\$ 168.598,86
20x2	3	120	R\$ 54.600,00	R\$ 119.998,80	R\$ 174.598,80
21x2	3	126	R\$ 54.600,00	R\$ 125.998,74	R\$ 180.598,74

Fonte: Própria.

6.1.2.2 Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-260P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso A

A mesma metodologia de análise realizada para se obter as configurações do SFCR com módulos YL255P-29b e inversores Fronius foi aplicada para os módulos CS6P-260P, e os resultados são mostrados nas Tabelas 20 a 25.

Tabela 20 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x2	8	112	0,82	29,12	28,46	3983	4073,47
8x2	7	112	0,72	29,12	28,46	3983	4073,47
10x1	11	110	1,15	28,6	28,46	3983	4000,73
11x1	10	110	1,05	28,6	28,46	3983	4000,73

Fonte: Própria.

Tabela 21 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x2	8	112	R\$ 71.120,00	R\$ 111.888,00	R\$ 183.008,00
8x2	7	112	R\$ 62.230,00	R\$ 111.888,00	R\$ 174.118,00
10x1	11	110	R\$ 97.790,00	R\$ 109.890,00	R\$ 207.680,00
11x1	10	110	R\$ 88.900,00	R\$ 109.890,00	R\$ 198.790,00

Fonte: Própria.

Tabela 22 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
9x3	4	108	1,14	28,08	28,46	3983	3927,99
9x4	3	108	0,85	28,08	28,46	3983	3927,99
10x3	4	120	1,03	31,2	28,46	3983	4364,43
10x4	3	120	0,77	31,2	28,46	3983	4364,43
11x3	3	99	0,93	25,74	28,46	3983	3600,66
11x4	3	132	0,7	34,32	28,46	3983	4800,88
12x3	3	108	0,85	28,08	28,46	3983	3927,99
13x3	3	117	0,79	30,42	28,46	3983	4255,32

Fonte: Própria.

Tabela 23 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
9x3	4	108	R\$ 55.560,00	R\$ 107.892,00	R\$ 163.452,00
9x4	3	108	R\$ 41.670,00	R\$ 107.892,00	R\$ 149.562,00
10x3	4	120	R\$ 55.560,00	R\$ 119.880,00	R\$ 175.440,00
10x4	3	120	R\$ 41.670,00	R\$ 119.880,00	R\$ 161.550,00
11x3	3	99	R\$ 41.670,00	R\$ 98.901,00	R\$ 140.571,00
11x4	3	132	R\$ 41.670,00	R\$ 131.868,00	R\$ 173.538,00
12x3	3	108	R\$ 41.670,00	R\$ 107.892,00	R\$ 149.562,00
13x3	3	117	R\$ 41.670,00	R\$ 116.883,00	R\$ 158.553,00

Fonte: Própria.

Tabela 24 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Symo 10.0.3-M.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
11x3	3	99	1,17	25,74	28,46	3983	3600,66
12x3	3	108	1,07	28,08	28,46	3983	3927,99
13x3	3	117	0,99	30,42	28,46	3983	4255,32
14x3	3	126	0,92	32,76	28,46	3983	4582,65
15x3	3	135	0,85	35,1	28,46	3983	4909,99
16x3	2	96	0,8	24,96	28,46	3983	3491,55
17x2	3	102	1,13	26,52	28,46	3983	3709,77
17x3	2	102	0,75	26,52	28,46	3983	3709,77
18x2	3	108	1,07	28,08	28,46	3983	3927,99
18x3	2	108	0,71	28,08	28,46	3983	3927,99
19x2	3	114	1,01	29,64	28,46	3983	4146,2
20x2	3	120	0,96	31,2	28,46	3983	4364,4
21x2	3	126	0,92	32,76	28,46	3983	4582,7

Fonte: Própria.

Tabela 25 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-260P e inversores Symo 10.0.3-M.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
11x3	3	99	R\$ 54.600,00	R\$ 98.901,00	R\$ 153.501,00
12x3	3	108	R\$ 54.600,00	R\$ 107.892,00	R\$ 162.492,00
13x3	3	117	R\$ 54.600,00	R\$ 116.883,00	R\$ 171.483,00
14x3	3	126	R\$ 54.600,00	R\$ 125.874,00	R\$ 180.474,00
15x3	3	135	R\$ 54.600,00	R\$ 134.865,00	R\$ 189.465,00
16x3	2	96	R\$ 36.400,00	R\$ 95.904,00	R\$ 132.304,00
17x2	3	102	R\$ 54.600,00	R\$ 101.898,00	R\$ 156.498,00
17x3	2	102	R\$ 36.400,00	R\$ 101.898,00	R\$ 138.298,00
18x2	3	108	R\$ 54.600,00	R\$ 107.892,00	R\$ 162.492,00
18x3	2	108	R\$ 36.400,00	R\$ 107.892,00	R\$ 144.292,00
19x2	3	114	R\$ 54.600,00	R\$ 113.886,00	R\$ 168.486,00
20x2	3	120	R\$ 54.600,00	R\$ 119.880,00	R\$ 174.480,00
21x2	3	126	R\$ 54.600,00	R\$ 125.874,00	R\$ 180.474,00

Fonte: Própria.

6.1.2.3 Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-265P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso A

Utilizando-se os mesmos critérios de dimensionamento e análise anterior, tem-se nas Tabelas 26 a 31 seguintes, as configurações obtidas dos arranjos entre os módulos CS6P-265P e os inversores selecionados para análise de compatibilidade e produtividade.

Tabela 26 – Configurações possíveis e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x2	8	112	0,81	29,68	28,46	3983	4151,61
8x2	7	112	0,71	29,68	28,46	3983	4151,61
10x1	11	110	1,13	29,15	28,46	3983	4077,48
11x1	10	110	1,03	29,15	28,46	3983	4077,48

Fonte: Própria.

Tabela 27 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x2	8	112	R\$ 71.120,00	R\$ 100.688,00	R\$ 171.808,00
8x2	7	112	R\$ 62.230,00	R\$ 100.688,00	R\$ 162.918,00
10x1	11	110	R\$ 97.790,00	R\$ 98.890,00	R\$ 196.680,00
11x1	10	110	R\$ 88.900,00	R\$ 98.890,00	R\$ 187.790,00

Fonte: Própria.

Tabela 28 – Configurações possíveis e produção média de energia para SFCR do Caso A, com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
9x3	4	108	1,12	28,62	28,46	3983	4003,34
9x4	3	108	0,84	28,62	28,46	3983	4003,34
10x3	4	120	1,01	31,8	28,46	3983	4448,16
10x4	3	120	0,75	31,8	28,46	3983	4448,16
11x3	3	99	0,91	26,235	28,46	3983	3669,73
12x3	3	108	0,84	28,62	28,46	3983	4003,34
13x2	4	104	1,16	27,56	28,46	3983	3855,07
13x3	3	117	0,77	31,005	28,46	3983	4336,95

Fonte: Própria.

Tabela 29 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
9x3	4	108	R\$ 55.560,00	R\$ 97.092,00	R\$ 152.652,00
9x4	3	108	R\$ 41.670,00	R\$ 97.092,00	R\$ 138.762,00
10x3	4	120	R\$ 55.560,00	R\$ 107.880,00	R\$ 163.440,00
10x4	3	120	R\$ 41.670,00	R\$ 107.880,00	R\$ 149.550,00
11x3	3	99	R\$ 41.670,00	R\$ 89.001,00	R\$ 130.671,00
12x3	3	108	R\$ 41.670,00	R\$ 97.092,00	R\$ 138.762,00
13x2	4	104	R\$ 55.560,00	R\$ 93.496,00	R\$ 149.056,00
13x3	3	117	R\$ 41.670,00	R\$ 105.183,00	R\$ 146.853,00

Fonte: Própria.

Tabela 30 – Configurações possíveis e produção média de energia para SFCR do Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Symo 10.0.3-M.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
11x3	3	99	1,14	26,235	28,46	3983	3669,73
12x3	3	108	1,05	28,62	28,46	3983	4003,34
13x3	3	117	0,97	31,005	28,46	3983	4336,95
14x3	3	126	0,9	33,39	28,46	3983	4670,56
15x3	2	90	0,84	23,85	28,46	3983	3336,12
16x2	3	96	1,18	25,44	28,46	3983	3558,52
16x3	2	96	0,79	25,44	28,46	3983	3558,52
17x2	3	102	1,11	27,03	28,46	3983	3780,93
17x3	2	102	0,74	27,03	28,46	3983	3780,93
18x2	3	108	1,05	28,62	28,46	3983	4003,34
18x3	2	108	0,7	28,62	28,46	3983	4003,34
19x2	3	114	0,99	30,21	28,46	3983	4225,7
20x2	3	120	0,94	31,8	28,46	3983	4448,2
21x2	2	84	0,9	22,26	28,46	3983	3113,7

Fonte: Própria.

Tabela 31 – Custo do SFCR para o Caso A com módulos CS6P-265P e inversores Symo 10.0.3-M.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
11x3	3	99	R\$ 54.600,00	R\$ 89.001,00	R\$ 143.601,00
12x3	3	108	R\$ 54.600,00	R\$ 97.092,00	R\$ 151.692,00
13x3	3	117	R\$ 54.600,00	R\$ 105.183,00	R\$ 159.783,00
14x3	3	126	R\$ 54.600,00	R\$ 113.274,00	R\$ 167.874,00
15x3	2	90	R\$ 36.400,00	R\$ 80.910,00	R\$ 117.310,00
16x2	3	96	R\$ 54.600,00	R\$ 86.304,00	R\$ 140.904,00
16x3	2	96	R\$ 36.400,00	R\$ 86.304,00	R\$ 122.704,00
17x2	3	102	R\$ 54.600,00	R\$ 91.698,00	R\$ 146.298,00
17x3	2	102	R\$ 36.400,00	R\$ 91.698,00	R\$ 128.098,00
18x2	3	108	R\$ 54.600,00	R\$ 97.092,00	R\$ 151.692,00
18x3	2	108	R\$ 36.400,00	R\$ 97.092,00	R\$ 133.492,00
19x2	3	114	R\$ 54.600,00	R\$ 102.486,00	R\$ 157.086,00
20x2	3	120	R\$ 54.600,00	R\$ 107.880,00	R\$ 162.480,00
21x2	2	84	R\$ 36.400,00	R\$ 75.516,00	R\$ 111.916,00

Fonte: Própria.

6.1.3 Terceira análise: utilização de simulação numérica para verificação dos dados obtidos nas duas primeiras análises

Tanto na primeira análise quanto na segunda análise, realizadas com o intuito de se verificar a melhor configuração para o SFCR de modo a se conseguir uma boa produtividade de energia com um menor custo, considerou-se uma taxa de desempenho fixa para o sistema de 88% ($TD = 0,88$), ou seja, todas as possíveis perdas do sistema foram englobadas em um único parâmetro sendo a produção de energia dependente do mesmo.

Como citado em capítulos anteriores, Zilles (2012) afirma que a busca do melhor FDI e conseqüentemente de um melhor aproveitamento da potência do SFCR, deve ser feito por meio de simulação numérica. Diante disto, o mesmo disponibiliza em sua bibliografia um código computacional desenvolvido para uso no *software* MATLAB® R2016b (MATHWORKS, 2016), como uma ferramenta de apoio na determinação dos arranjos de um SFCR e da produtividade anual de energia (kWh/Wp) de cada um dos arranjos, em função do FDI.

O equacionamento presente no código faz uso dos dados elétricos dos módulos e inversores utilizados, da mesma forma que o equacionamento utilizado nas duas primeiras análises e descrito no capítulo 5 do presente trabalho, para determinação dos arranjos do SFCR. No entanto, o equacionamento proposto por Zilles (2012) neste código, ainda leva em consideração os dados da curva de eficiência dos inversores, os dados horários de irradiância e temperatura ambiente, por dia, e as perdas no lado CC (em diodos, cabos, fusíveis e proteções) e no lado CA (em cabos proteções). O código está disponível e comentado nos Anexos A, B, C e D.

Assim, como forma de se verificar se os valores encontrados nas duas primeiras análises são coerentes, utilizou-se então o código computacional proposto por Zilles (2012). Os dados horários de irradiância e temperatura ambiente, por dia, para a cidade de Sobral utilizados no código, foram obtidos do banco de dados do INMET, referentes ao período compreendido entre 12 de setembro de 2015 e 10 de setembro de 2016, aproximadamente um ano. Como foram obtidas em torno de 8760 médias horárias de irradiância e temperatura (para 365 dias), então, a Tabela 32 apresenta de forma ilustrativa, somente uma pequena parte dos dados de irradiância e temperatura que foram utilizados na simulação numérica.

Tabela 32 – Dados de irradiância e temperatura em um dia.

Data	Hora	Temperatura (°C)	Irradiância (W/m ²)
12/09/2015	0	27	0,00
12/09/2015	1	25,9	0,00
12/09/2015	2	25,1	0,00
12/09/2015	3	24,6	0,00
12/09/2015	4	24	0,00
12/09/2015	5	23,5	0,00
12/09/2015	6	23	4,777764
12/09/2015	7	22,3	127,7219
12/09/2015	8	21,8	336,6657
12/09/2015	9	22,4	543,6096
12/09/2015	10	25,6	792,22
12/09/2015	11	27,5	984,1639
12/09/2015	12	29,9	1029,997
12/09/2015	13	32	997,775
12/09/2015	14	33,3	817,4977
12/09/2015	15	34,7	459,4432
12/09/2015	16	36,5	361,6657
12/09/2015	17	38,1	244,0271
12/09/2015	18	36,1	39,19433
12/09/2015	19	37,8	0,00
12/09/2015	20	34,1	0,00
12/09/2015	21	30,5	0,00
12/09/2015	22	29	0,00
12/09/2015	23	27,9	0,00

Fonte: INMET (2016)

Os dados referentes a curva de eficiência do inversor foram retirados da folha de dados dos mesmos e são os valores de eficiência quando operando em 10%, 50% e 100% da potência nominal, observados na curva de maior eficiência. Como exemplo, tem-se na Tabela 33, os dados de carregamento da curva de maior eficiência do inversor Fronius Galvo 3.0-1.

Tabela 33 – Eficiência do inversor Fronius Galvo 3.0-1 em 10%, 50% e 100% da potência nominal.

Modelo	$\eta_{m\acute{a}xima}$ (%)	$\eta_{10\%}$ (%)	$\eta_{50\%}$ (%)	$\eta_{100\%}$ (%)
Galvo 3.0-1	96,1	93,1	96	95,4

Fonte: Fronius (2016).

De acordo com Laronde (2010), Marion (2005) e Vallina (2010), as perdas típicas em condutores no lado CC, lado CA e nos diodos e conexões, podem variar conforme a Tabela 34.

Tabela 34 – Perdas típicas em condutores e diodos em um SFCR.

Tipos de Perdas	Intervalo de % das perdas
Perdas no lado CC	1% à 3%
Perdas no lado CA	0,7% a 2%
Perdas no diodo e conexões	0,3% a 1%

Fonte: Laronde (2010); Marion (2005); Vallina (2010).

No código computacional, Zilles (2012) estipula 2% para as perdas no lado CC, 2% para o lado CA e 0,5% para os diodos. Valores estes dentro dos limites estabelecidos na Tabela 34.

Os resultados obtidos por meio do código computacional para os arranjos de módulos e inversores considerados nas duas primeiras análises, visando a melhor configuração do SFCR, encontram-se disponíveis nos Apêndices A e B.

Como forma de se comprovar a aplicabilidade das equações, dados e considerações feitas para a primeira e segunda análise, selecionou-se aqui, a título de comparação, os possíveis arranjos de módulos por inversor para o SFCR utilizando-se o módulo YL255P-29b e o inversor Galvo 3.0-1, obtidos na seção 6.1.2.1, e os dados obtidos por meio do código computacional utilizado no *software* MATLAB® para este mesmo módulo e inversor, mostrado na Figura 51.

Figura 51 – Arranjos possíveis por inversor para o SFCR obtidas com o MATLAB®: módulo YL255P-29b o inversor Galvo 3.0-1.

```

11/09/16 10:19 MATLAB Command Window 1 of 1
-----
soluções encontradas
-----
Resultados
-----

```

	NS [un] [kWh/kWp]	NP [un]	NM [un]	PGER [W]	FDI	Yf
	7.00	1.00	7.00	1785.00	1.68	1704.34
	7.00	2.00	14.00	3570.00	0.84	1702.32
	8.00	1.00	8.00	2040.00	1.47	1711.34
	8.00	2.00	16.00	4080.00	0.74	1689.21
	9.00	1.00	9.00	2295.00	1.31	1713.93
	9.00	2.00	18.00	4590.00	0.65	1655.11
	10.00	1.00	10.00	2550.00	1.18	1713.53
	11.00	1.00	11.00	2805.00	1.07	1711.13

```

-----
Legendas
NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade
-----

```

Fonte: Própria.

Observa-se, da análise dos dados da Figura 51 anterior, que o número de módulos em série e de fileiras em paralelo, a quantidade de módulos e o FDI, por inversor, são os mesmos que os obtidos e mostrados na Tabela 13 da seção 6.1.2.1 para uma taxa de desempenho do sistema fixa em 88% (para a segunda análise).

Escolhendo-se o arranjo com 14 módulos por inversor (duas fileiras, com sete módulos cada) da Figura 51, de modo a se comparar os resultados que serão obtidos aqui, com os obtidos na segunda análise para o mesmo arranjo, observa-se que sua produtividade anual esperada é de 1702,32 kWh/kWp (Figura 51). Como neste arranjo, a potência de pico fotovoltaica conectada ao inversor é de 3570 Wp (Figura 51), então a produção mensal de energia esperada para cada grupo de 14 módulos por inversor, nesta terceira análise, será de:

$$E_{grupo_mês} = \left[\frac{(1702,32 kWh/kWp)}{365 dias} \times 3,57 kWp \right] \times 30 dias \quad (6.14)$$

$$E_{grupo_mês} = \mathbf{499,502 kWh/mês}$$

Como cada inversor irá processar uma energia média de 499,5 kWh e a parcela do consumo que se deseja suprir com o sistema fotovoltaico é de 3983 kWh, então o número total de inversores necessários para o SFCR será de:

$$N_{INV} = \frac{3983}{499,502} = \mathbf{7,98 inversores} \quad (6.15)$$

Assim, nesta configuração obtida por meio de simulação numérica, o SFCR também seria composto por 8 inversores com 14 módulos cada, totalizando 112 módulos com uma potência de pico fotovoltaica do SFCR de 28,56 kWp, assim com o obtido na segunda análise realizada na seção 6.1.2.1. A produção média mensal de energia esperada para esta configuração com simulação numérica, seria então de:

$$E_{mês} = 8 \times 499,502 = \mathbf{3996,02 kWh/mês} \quad (6.16)$$

Para o cálculo da taxa de desempenho desta configuração para o SFCR, obtida por simulação, determinou-se, primeiramente, a energia média mensal produzida por um único módulo YL255P-29b, de 255 Wp, como se segue:

$$E_{módulo_mês} = \left[\frac{(1702,32 \text{ kWh/kWp})}{365 \text{ dias}} \times 0,255 \text{ kWp} \right] \times 30 \text{ dias} \quad (6.17)$$

$$E_{módulo_mês} = \mathbf{35,6787 \text{ kWh/mês}}$$

Então, aplicando-se a equação (5.5), com base em uma HSP de 5,3h, definida em (6.2), numa eficiência de 15,7% e área de 1,6236 m², do módulo, definidos na Tabela 4, tem-se que a TD desta configuração será de:

$$TD = \left[\frac{35,6787}{(30 \times 0,157 \times 1,6236 \times 5,3)} \right] = \mathbf{0,8803} \quad (6.18)$$

A energia média produzida, calculada na segunda análise (SEÇÃO 6.1.2.1), para este mesmo arranjo de 14 módulos por inversor, para uma taxa de desempenho de 88%, foi de 3994,6 kWh/mês, sendo a mesma da primeira análise mostrada na Tabela 7. Comparando-a com a energia produzida nesta terceira análise, que foi de 3996,02 kWh/mês, observa-se que houve apenas uma pequena variação da ordem de 1,42 kWh, tendo em vista que, nesta terceira análise, o SFCR apresenta uma taxa de desempenho de 88,03%, ou seja, ligeiramente maior que os 88% definido tanto para a primeira quanto para a segunda análise.

Nota-se ainda que a potência de pico corrigida do SFCR, nas três análises, foi a mesma, e igual 28,56 kWp. Com isto, verifica-se a coerência existente nos valores obtidos e nos métodos de dimensionamento do SFCR utilizados até então, seja ele simplificado, utilizando-se as equações descritas nos capítulos 2 e 5 do presente trabalho (primeira e segunda análise) ou por simulação numérica (terceira análise), mostrada neste tópico.

6.1.4 Melhor configuração de arranjo para o SFCR do Caso A

Na primeira análise (SEÇÃO 6.1.1), realizada com o intuito de se definir a potência de pico fotovoltaica do SFCR de modo a suprir a parcela mínima de consumo do prédio principal da empresa, de 3983 kWh/mês (TABELAS 7 e 8), verificou-se que dentre os módulos escolhidos para análise, o módulo Canadian Solar CS6P-265P apresentou um menor custo com maior produtividade de energia por mês, cerca de 4000,3 kWh/mês, apresentando o menor custo do *Watt-pico*, de R\$ 3,39.

Neste caso, seriam então necessários 108 módulos do mesmo para compor o SFCR, resultando em uma potência de pico de 28,62 kWp para o gerador fotovoltaico, um pouco acima da potência mínima necessária que seria de 28,46 kWp. No entanto, fez-se necessária uma segunda análise para se verificar a compatibilidade entre módulos e inversores escolhidos, de modo a se garantir uma melhor produção de energia com menor custo de projeto.

Da análise de todas as tabelas de configurações e produção de energia, e seus respectivos custos, obtidas na segunda análise (SEÇÃO 6.1.2), verificou-se que a configuração para o SFCR que apresentou um menor custo com maior produtividade foi obtida também com o módulo Canadian Solar CS6P-265P em conjunto com o inversor Fronius IG Plus 100V-3 de 8000W (Tabelas 28 e 29).

Esta configuração foi conseguida para um arranjo com 3 inversores, cada qual com 3 fileiras de módulos conectadas em paralelo com 12 módulos conectados em série por fileira, totalizando 108 módulos e resultando em um FDI de 0,84. O custo com módulos e inversores para o SFCR com esta configuração foi de R\$ 138.762,00, com uma produção média de energia esperada para o mês de 4000,3 kWh/mês e uma potência de pico do gerador fotovoltaico de 28,62 kWp, sendo então compatível com o dimensionamento da primeira análise.

Cada módulo Canadian Solar CS6P-265P apresenta uma área de placa de 1,6085m², sendo então necessária uma área mínima de 173,72m² para instalação dos 108 módulos. A empresa dispõe de uma área de aproximadamente 600m² (30m x 20m) para instalação do SFCR, medida por meio do *software Google Earth* e mostrada na Figura 52.

Figura 52 – Área da empresa destinada a instalação do SFCR do prédio principal.



Fonte: *Google Earth* (2016).

Diante do que foi exposto, esta configuração com módulos Canadian Solar modelo CS6P-265P e inversores Fronius modelo IG Plus 100V-3 foi adotada para constituir o SFCR do prédio principal.

6.1.5 Produção de energia esperada para o SFCR do Caso A

A produção de energia mensal esperada para o SFCR, caso estivesse operando durante os últimos doze meses de faturamento de energia do prédio principal, mostrada na Tabela 35, foi obtida aplicando-se a equação (5.4) e considerando-se: os valores de HSP (calculados por meio da equação 2.2) referente a cada valor mensal de irradiação diária média mensal em função do ângulo de inclinação de 11°N (ângulo de inclinação dos módulos) mostrada na Tabela 2; a área total de placa dos módulos de 173,72m²; a eficiência dos módulos Canadian Solar modelo CS6P-265P e a taxa de desempenho do sistema definida em 88%.

Tabela 35 – Geração esperada para o primeiro ano de operação: SFCR do Caso A.

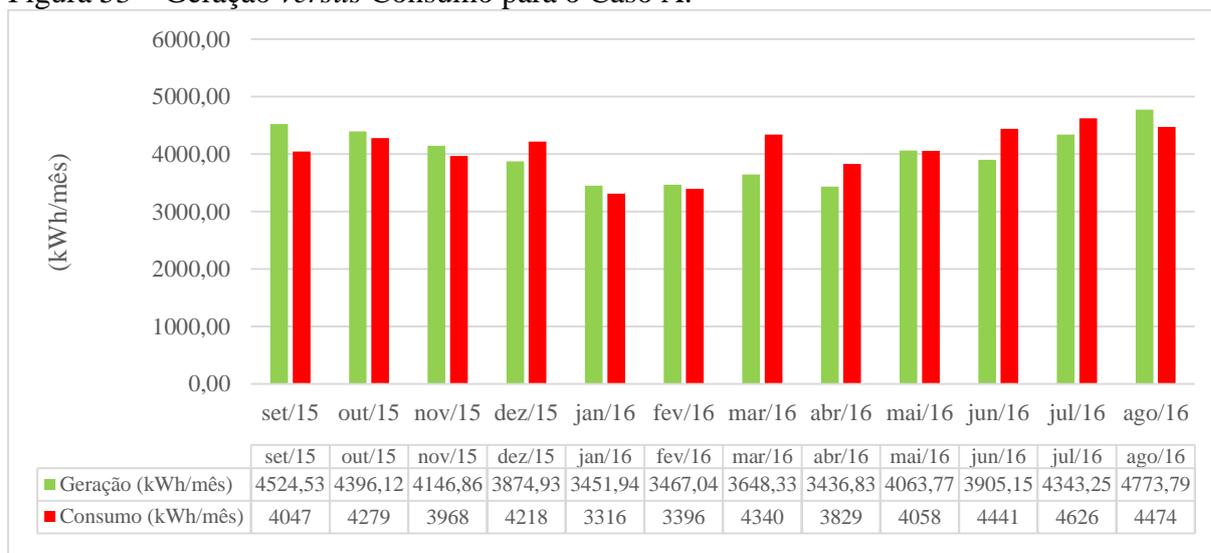
Mês	Irradiação 11°N (kWh/m ² .dia)	HSP (h)	Energia Gerada (kWh/mês)	Consumo (kWh/mês)	Consumo Suprido (%)	Crédito Gerado (kWh/mês)
Set/15	5,99	5,99	4524,53	4047	111,80%	477,53
Out/15	5,82	5,82	4396,12	4279	102,74%	117,12
Nov/15	5,49	5,49	4146,86	3968	104,51%	178,86
Dez/15	5,13	5,13	3874,93	4218	91,87%	0
Jan/16	4,57	4,57	3451,94	3316	104,10%	135,94
Fev/16	4,59	4,59	3467,04	3396	102,09%	71,04
Mar/16	4,83	4,83	3648,33	4340	84,06%	0
Abr/16	4,55	4,55	3436,83	3829	89,76%	0
Mai/16	5,38	5,38	4063,77	4058	100,14%	5,77
Jun/16	5,17	5,17	3905,15	4441	87,93%	0
Jul/16	5,75	5,75	4343,25	4626	93,89%	0
Ago/16	6,32	6,32	4773,79	4474	106,70%	299,79
Média Mensal	5,3	5,3	3984,46	4083	98,3%	

Fonte: Própria.

Nota-se que nos meses onde o percentual do consumo suprido é maior que 100%, há a geração de créditos de energia para a UC, correspondente à diferença entre a energia consumida e a energia gerada, sendo então faturado o custo de disponibilidade de 100 kWh.

A Figura 53, apresenta o gráfico da geração de energia estimada em cada mês frente ao respectivo consumo, mostrado na Tabela 35.

Figura 53 – Geração versus Consumo para o Caso A.



Fonte: Própria.

Como esperado, de acordo com a Tabela 35 anterior, a energia média mensal gerada pelo SFCR no primeiro ano de operação seria de 3984,46 kWh/mês, suficiente para suprir a parcela do consumo médio do prédio principal, definida em 3983 kWh/mês.

A Tabela 36, mostra um comparativo entre o valor mensal pago pelo consumo de energia elétrica sem o sistema fotovoltaico, entre setembro de 2015 e agosto de 2016, e o valor pago pelo consumo caso o SFCR estivesse em funcionamento neste mesmo período, considerando-se a tarifa da Coelce vigente em cada mês mostrada na Tabela 3.

Tabela 36 – Valor pago pelo consumo de energia sem e com o SFCR e a economia gerada entre setembro de 2015 e agosto de 2016 para o Caso A.

Mês	Energia Gerada (kWh/mês)	Consumo a ser faturado sem o SFCR (kWh/mês)	Consumo a ser faturado com o SFCR (kWh/mês)	Total a pagar pelo consumo sem o SFCR	Total a pagar pelo consumo com o SFCR	Economia Gerada
Set/15	4524,53	4047	100	R\$ 2.758,56	R\$ 68,16	R\$ 2.690,39
Out/15	4396,12	4279	100	R\$ 2.931,33	R\$ 68,51	R\$ 2.862,82
Nov/15	4146,86	3968	100	R\$ 2.702,68	R\$ 68,11	R\$ 2.634,57
Dez/15	3874,93	4218	343,07	R\$ 2.787,30	R\$ 226,70	R\$ 2.560,59
Jan/16	3451,94	3316	100	R\$ 2.268,28	R\$ 68,40	R\$ 2.199,87
Fev/16	3467,04	3396	100	R\$ 2.228,66	R\$ 65,63	R\$ 2.163,03
Mar/16	3648,33	4340	691,67	R\$ 2.711,46	R\$ 432,13	R\$ 2.279,33
Abr/16	3436,83	3829	392,17	R\$ 2.709,67	R\$ 277,53	R\$ 2.432,14
Mai/16	4063,77	4058	100	R\$ 2.847,99	R\$ 70,18	R\$ 2.777,80
Jun/16	3905,15	4441	535,85	R\$ 3.147,43	R\$ 379,77	R\$ 2.767,65
Jul/16	4343,25	4626	282,75	R\$ 3.241,81	R\$ 198,15	R\$ 3.043,66
Ago/16	4773,79	4474	100	R\$ 3.054,22	R\$ 68,27	R\$ 2.985,95
Acumulado Anual				R\$ 33.389,37	R\$ 1.991,54	R\$ 31.397,83

Fonte: Própria.

Da análise da Tabela 36 anterior, observa-se que a instalação do sistema fotovoltaico proporcionaria uma economia anual, no primeiro ano, de R\$ 31.397,83 que, comparada ao valor de R\$ 33.389,37 pago pelo consumo sem o SFCR, corresponde a uma economia de aproximadamente 94%.

6.2 Estudo de Caso B: Prédio Anexo

Para o dimensionamento do SFCR para o Caso B, utilizou-se a mesma metodologia de dimensionamento adotada no Caso A para a determinação da potência de pico mínima do gerador fotovoltaico, da escolha do melhor arranjo de módulos e inversores, do custo monetário e da análise da produção de energia.

A Tabela 37, mostra o consumo de energia elétrica do prédio anexo nos últimos 12 meses. Como as atividades neste prédio se iniciaram em dezembro de 2015, estimou-se o consumo médio mensal para os meses de setembro, outubro e novembro de 2015 por meio da média do consumo dos últimos quatro meses faturados, de maio a agosto de 2016. Tal estratégia foi adotada devido ao aumento do consumo de energia do prédio observado entre abril e agosto de 2016.

Tabela 37 - Histórico de consumo dos últimos 12 meses do prédio anexo.

Mês	Tarifa (R\$/kWh)	Consumo Mensal (kWh)	Total a pagar
Set/15	0,68163	1624	R\$ 1.106,97
Out/15	0,68505	1624	R\$ 1.112,52
Nov/15	0,68112	1624	R\$ 1.106,14
Dez/15	0,66081	565	R\$ 373,36
Jan/16	0,68404	467	R\$ 319,45
Fev/16	0,65626	720	R\$ 472,51
Mar/16	0,62476	1262	R\$ 788,45
Abr/16	0,70767	1107	R\$ 783,39
Mai/16	0,70182	1585	R\$ 1.112,38
Jun/16	0,70872	1687	R\$ 1.195,61
Jul/16	0,70078	1585	R\$ 1.110,74
Ago/16	0,68266	1638	R\$ 1.118,20
Consumo Médio Mensal		1291	

Fonte: Coelce (2016).

Observa-se que o consumo médio mensal do prédio anexo é de 1291 kWh. Descontando-se o custo de disponibilidade de 100 kWh, a parcela do consumo que se deseja suprir com o SFCR será o valor de 1191 kWh, que corresponde a aproximadamente 92% do consumo médio de energia do prédio anexo.

6.2.1 Primeira análise: potência mínima necessária para o SFCR do Caso B

Para uma taxa de desempenho do sistema de 88% e HSP de 5,3h, a potência de pico mínima do gerador fotovoltaico de modo a suprir um consumo médio de 1191 kWh será:

$$P_{FV} = \frac{1191}{0,88 \times 5,3 \times 30} = \mathbf{8,51 \text{ kWp}} \quad (6.19)$$

Os mesmos módulos avaliados no Caso A também serão avaliados neste dimensionamento, e suas características elétricas constam na Tabela 4 da seção 6.1.1.

A Tabela 38 mostra o número de módulos necessários, calculado com base na equação (5.3), considerando-se a potência do gerador e a potência de pico de cada módulo.

Tabela 38 – Número de módulos necessários por modelo para o Caso B.

Modelo	P_{FV} (kWp)	P_{MP} (Wp)	Nº de Módulos ($N_{MÓDULOS}$)	Nº de Módulos Corrigido	P_{FV} Corrigida (kWp)
YL255P-29b	8,51	255	33,37	34	8,67
CS6P-260P	8,51	260	32,73	33	8,58
CS6P-265P	8,51	265	32,11	33	8,745

Fonte: Própria.

Considerando-se a energia média mensal produzida por um único módulo de cada modelo, mostrada na Tabela 6, e a parcela do consumo a ser suprida de 1191 kWh/mês, tem-se, na Tabela 39, o número de módulos para cada modelo, calculado com base na equação (5.5).

Tabela 39 – Número de módulos necessários considerando a produção mensal de energia e o consumo a ser suprido para o Caso B.

Modelo	E_m Consumo (kWh/mês)	$E_{MÓDULO}$ (kWh/mês)	Nº de Módulos (N_p)	Nº Módulos Corrigido	Energia Média Produzida Total (kWh/mês)
YL255P-29b	1191	35,666	33,38	34	1212,7
CS6P-260P	1191	36,370	32,74	33	1200,22
CS6P-265P	1191	37,068	32,12	33	1223,2

Fonte: Própria.

Tem-se então, na Tabela 40, o custo preliminar com módulos e a nova potência de pico mínima do SFCR, de acordo com o modelo escolhido.

Tabela 40 – Custo preliminar com os módulos analisados para o Caso B.

Modelo	Nº de Módulos	P_{FV} Corrigida (kWp)	Preço Unitário	Custo Total	(R\$/Wp)
YL255P-29b	34	8,67	R\$ 999,99	R\$ 33.999,66	R\$ 3,92
CS6P-260P	33	8,58	R\$ 999,00	R\$ 32.967,00	R\$ 3,84
CS6P-265P	33	8,745	R\$ 899,00	R\$ 29.667,00	R\$ 3,39

Fonte: Própria.

Com base nesta primeira análise, o módulo CS6P-265P da fabricante Canadian Solar, apresenta uma maior produtividade com menor custo. Uma potência de pico um pouco maior para o gerador fotovoltaica foi considerada aqui, supondo um aumento de carga neste prédio, devido ao aumento do consumo de energia entre abril e agosto de 2016. Assim, como no Caso A, uma segunda análise será realizada para definir a melhor configuração adotada para o SFCR do Caso B.

6.2.2 Segunda análise: possíveis configurações para o SFCR do Caso B

Como a potência do sistema fotovoltaico é da ordem de 8,7 kWp, não sendo necessária uma quantidade considerável de módulos, optou-se por uma configuração de SFCR com topologia de inversor central, com um único inversor.

A Tabela 41 mostra as principais características elétricas dos inversores da fabricante Fronius que serão analisados em conjunto com cada um dos três modelos de módulos verificados anteriormente.

Tabela 41 – Características dos inversores Fronius a serem analisados no Caso B.

Modelo	GALVO 2.0-1	GALVO 3.0-1	IG PLUS 100-V3
Potência Nominal ($P_{nominal}$)	2000 W	3000 W	8000W
Tensão máx. de entrada ($V_{DC\ máx}$)	420 V	550 V	600 V
Tensão mín. p/ MPPT ($V_{MP\ mín}$)	120 V	165 V	230 V
Tensão máx. p/ MPPT ($V_{MP\ máx}$)	335 V	440 V	500 V
Corrente máx. de entrada ($I_{DC\ máx}$)	17,8 A	19,8 A	37 A
Eficiência máxima	96 %	96,10 %	95,7 %
Menor preço unitário (R\$)	8490,0	8890,0	13890,0
Número máximo de canais MPPT	1	1	1
Vida útil	10 anos	10 anos	10 anos

Fonte: Fronius (2016).

6.2.2.1 Configurações para o SFCR considerando o módulo Yingli Solar YL255P-29b e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso B

Os resultados obtidos para os módulos Yingli Solar YL255P-29b e inversores Fronius Galvo 2.0-1, Galvo 3.0-1 e IG Plus 100-V3, estão mostrados nas Tabelas 42 a 47.

Tabela 42 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 2.0-1.

Arranjo SFCR (*)	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x1	5	35	1,12	8,93	8,51	1191	1248,32
8x1	4	32	0,98	8,16	8,51	1191	1141,32

Fonte: Própria.

(*) o primeiro número indica a quantidade de módulos em série, e o segundo a quantidade de *strings* em paralelo.

Tabela 43 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 2.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x1	5	35	R\$ 42.450,00	R\$ 34.999,65	R\$ 77.449,65
8x1	4	32	R\$ 33.960,00	R\$ 31.999,68	R\$ 65.959,68

Fonte: Própria.

Tabela 44 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x2	3	42	0,84	10,71	8,51	1191	1479,99
8x2	2	32	0,74	8,16	8,51	1191	1141,32
10x1	4	40	1,18	10,2	8,51	1191	1426,65
11x1	3	33	1,07	8,415	8,51	1191	1176,99

Fonte: Própria.

Tabela 45 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos YL255P-29b e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x2	3	42	R\$ 26.670,00	R\$ 41.999,58	R\$ 68.669,58
8x2	2	32	R\$ 17.780,00	R\$ 31.999,68	R\$ 49.779,68
10x1	4	40	R\$ 35.560,00	R\$ 39.999,60	R\$ 75.559,60
11x1	3	33	R\$ 26.670,00	R\$ 32.999,67	R\$ 59.669,67

Fonte: Própria.

Tabela 46 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
9x3	2	54	1,16	13,77	8,51	1191	1925,98
9x4	1	36	0,87	9,18	8,51	1191	1283,99
10x3	1	30	1,05	7,65	8,51	1191	1069,99
10x4	1	40	0,78	10,2	8,51	1191	1426,65
11x3	1	33	0,95	8,415	8,51	1191	1176,99
11x4	1	44	0,71	11,22	8,51	1191	1569,32
12x3	1	36	0,87	9,18	8,51	1191	1283,99
13x3	1	39	0,8	9,95	8,51	1191	1390,99

Fonte: Própria.

Tabela 47 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos YL255P-29b e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
9x3	2	54	R\$ 27.780,00	R\$ 53.999,46	R\$ 81.779,46
9x4	1	36	R\$ 13.890,00	R\$ 35.999,64	R\$ 49.889,64
10x3	1	30	R\$ 13.890,00	R\$ 29.999,70	R\$ 43.889,70
10x4	1	40	R\$ 13.890,00	R\$ 39.999,60	R\$ 53.889,60
11x3	1	33	R\$ 13.890,00	R\$ 32.999,67	R\$ 46.889,67
11x4	1	44	R\$ 13.890,00	R\$ 43.999,56	R\$ 57.889,56
12x3	1	36	R\$ 13.890,00	R\$ 35.999,64	R\$ 49.889,64
13x3	1	39	R\$ 13.890,00	R\$ 38.999,61	R\$ 52.889,61

Fonte: Própria.

6.2.2.2 Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-260P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso B

Os resultados obtidos para os módulos Canadian CS6P-260P e inversores Fronius Galvo 2.0-1, Galvo 3.0-1 e IG Plus 100-V3, estão mostrados nas Tabelas 48 a 53.

Tabela 48 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 2.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x1	5	35	1,11	9,1	8,51	1191	1272,96
8x1	4	32	0,96	8,32	8,51	1191	1163,85

Fonte: Própria.

Tabela 49 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 2.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x1	5	35	R\$ 42.450,00	R\$ 34.965,00	R\$ 77.415,00
8x1	4	32	R\$ 33.960,00	R\$ 31.968,00	R\$ 65.928,00

Fonte: Própria.

Tabela 50 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x2	3	42	0,82	10,92	8,51	1191	1527,55
8x2	2	32	0,72	8,32	8,51	1191	1163,85
10x1	4	40	1,15	10,4	8,51	1191	1454,81
11x1	3	33	1,05	8,58	8,51	1191	1200,22

Fonte: Própria.

Tabela 51 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-260P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x2	3	42	R\$ 26.670,00	R\$ 41.958,00	R\$ 68.628,00
8x2	2	32	R\$ 17.780,00	R\$ 31.968,00	R\$ 49.748,00
10x1	4	40	R\$ 35.560,00	R\$ 39.960,00	R\$ 75.520,00
11x1	3	33	R\$ 26.670,00	R\$ 32.967,00	R\$ 59.637,00

Fonte: Própria.

Tabela 52 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
9x3	1	27	1,14	7,02	8,51	1191	982
9x4	1	36	0,85	9,36	8,51	1191	1309,33
10x3	1	30	1,03	7,8	8,51	1191	1091,11
10x4	1	40	0,77	10,4	8,51	1191	1454,81
11x3	1	33	0,93	8,58	8,51	1191	1200,22
11x4	1	44	0,7	11,44	8,51	1191	1600,29
12x3	1	36	0,85	9,36	8,51	1191	1309,33
13x2	1	26	1,18	6,76	8,51	1191	945,63
13x3	1	39	0,79	10,14	8,51	1191	1418,44

Fonte: Própria.

Tabela 53 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-260P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
9x3	1	27	R\$ 13.890,00	R\$ 26.973,00	R\$ 40.863,00
9x4	1	36	R\$ 13.890,00	R\$ 35.964,00	R\$ 49.854,00
10x3	1	30	R\$ 13.890,00	R\$ 29.970,00	R\$ 43.860,00
10x4	1	40	R\$ 13.890,00	R\$ 39.960,00	R\$ 53.850,00
11x3	1	33	R\$ 13.890,00	R\$ 32.967,00	R\$ 46.857,00
11x4	1	44	R\$ 13.890,00	R\$ 43.956,00	R\$ 57.846,00
12x3	1	36	R\$ 13.890,00	R\$ 35.964,00	R\$ 49.854,00
13x2	1	26	R\$ 13.890,00	R\$ 25.974,00	R\$ 39.864,00
13x3	1	39	R\$ 13.890,00	R\$ 38.961,00	R\$ 52.851,00

Fonte: Própria.

6.2.2.3 Configurações para o SFCR considerando o módulo Canadian Solar CS6P-265P e os modelos de inversores da fabricante Fronius selecionados para o Caso B

Os resultados obtidos para os módulos Canadian CS6P-265P e inversores Fronius Galvo 2.0-1, Galvo 3.0-1 e IG Plus 100-V3, estão mostrados nas Tabelas 54 a 59.

Tabela 54 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 2.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x1	5	35	1,08	9,275	8,51	1191	1297,38
8x1	4	32	0,94	8,48	8,51	1191	1186,17

Fonte: Própria.

Tabela 55 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 2.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x1	5	35	R\$ 42.450,00	R\$ 31.465,00	R\$ 73.915,00
8x1	4	32	R\$ 33.960,00	R\$ 28.768,00	R\$ 62.728,00

Fonte: Própria.

Tabela 56 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
7x2	3	42	0,81	11,13	8,51	1191	1556,85
8x2	2	32	0,71	8,48	8,51	1191	1186,17
10x1	3	30	1,13	7,95	8,51	1191	1112,04
11x1	3	33	1,03	8,745	8,51	1191	1223,24

Fonte: Própria.

Tabela 57 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-265P e inversores Galvo 3.0-1.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
7x2	3	42	R\$ 26.670,00	R\$ 37.758,00	R\$ 64.428,00
8x2	2	32	R\$ 17.780,00	R\$ 28.768,00	R\$ 46.548,00
10x1	3	30	R\$ 26.670,00	R\$ 26.970,00	R\$ 53.640,00
11x1	3	33	R\$ 26.670,00	R\$ 29.667,00	R\$ 56.337,00

Fonte: Própria.

Tabela 58 – Configurações e produção média de energia para SFCR do Caso B com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	FDI	P_{FV} Corrigida (kWp)	P_{FV} Mínima (kWp)	E_m Consumo (kWh/mês)	Energia Média Produzida (kWh/mês)
9x3	1	27	1,12	7,155	8,51	1191	1000,84
9x4	1	36	0,84	9,54	8,51	1191	1334,45
10x3	1	30	1,01	7,95	8,51	1191	1112,04
10x4	1	40	0,75	10,6	8,51	1191	1482,72
11x3	1	33	0,91	8,745	8,51	1191	1223,24
12x3	1	36	0,84	9,54	8,51	1191	1334,45
13x2	2	52	1,16	13,78	8,51	1191	1927,53
13x3	1	39	0,77	10,335	8,51	1191	1445,65

Fonte: Própria.

Tabela 59 – Custo do SFCR para o Caso B com módulos CS6P-265P e inversores IG Plus 100-V3.

Arranjo SFCR	Nº de Inversores	Nº de Módulos	Custo Total Inversores	Custo Total Módulos	Custo do SFCR
9x3	1	27	R\$ 13.890,00	R\$ 24.273,00	R\$ 38.163,00
9x4	1	36	R\$ 13.890,00	R\$ 32.364,00	R\$ 46.254,00
10x3	1	30	R\$ 13.890,00	R\$ 26.970,00	R\$ 40.860,00
10x4	1	40	R\$ 13.890,00	R\$ 35.960,00	R\$ 49.850,00
11x3	1	33	R\$ 13.890,00	R\$ 29.667,00	R\$ 43.557,00
12x3	1	36	R\$ 13.890,00	R\$ 32.364,00	R\$ 46.254,00
13x2	2	52	R\$ 27.780,00	R\$ 46.748,00	R\$ 74.528,00
13x3	1	39	R\$ 13.890,00	R\$ 35.061,00	R\$ 48.951,00

Fonte: Própria.

6.2.3 Melhor configuração de arranjo para o SFCR do Caso B

Na primeira análise (SEÇÃO 6.2.1), realizada com o intuito de se definir a potência de pico fotovoltaica do SFCR de modo a suprir a parcela mínima de consumo do prédio anexo da empresa, de 1191 kWh/mês (TABELAS 38 e 39), verificou-se que, dentre os módulos escolhidos, o módulo Canadian Solar CS6P-265P continuou apresentando um menor custo com maior produtividade de energia por mês, cerca de 1223,2 kWh/mês, com o menor custo do *Watt-pico*, de R\$ 3,39. Seriam necessários 33 módulos do mesmo para compor o SFCR, resultando em uma potência de pico de 8,745 kWp, para o gerador fotovoltaico, um pouco acima da potência mínima necessária que seria de 8,51 kWp.

Em uma segunda análise (SEÇÃO 6.2.2), verificou-se que a configuração para o SFCR que apresentou um menor custo com maior produtividade foi obtida, assim como no Caso A, também com o módulo Canadian Solar CS6P-265P em conjunto com o inversor Fronius IG Plus 100V-3 de 8000W (TABELAS 57 e 58).

Esta configuração foi conseguida para um arranjo com 1 inversor central, com 3 fileiras de módulos conectadas em paralelo ao mesmo e 11 módulos conectados em série por fileira, totalizando 33 módulos e resultando em um FDI de 0,91. O custo com módulos e inversores para o SFCR com esta configuração foi de R\$ 43.557,00, com uma produção média de energia esperada para o mês de 1223,23 kWh/mês e uma potência de pico do gerador fotovoltaico de 8,745 kWp, sendo então compatível com o dimensionamento da primeira análise.

Para a instalação dos 33 módulos seria necessária uma área mínima de 53,08m². Como corresponde a uma área de placas menor que do Caso A, este sistema pode ser instalado no telhado da edificação, em uma área de 112m² (14m x 8m), mostrada na Figura 54 a seguir.

Figura 54 – Área da empresa destinada a instalação do SFCR do prédio anexo.



Fonte: Google Earth (2016).

Logo, esta configuração com módulos Canadian Solar modelo CS6P-265P e inversores Fronius modelo IG Plus 100V-3, especificada anteriormente, mostra-se a mais adequada para o SFCR, sendo então escolhida para compor o sistema fotovoltaico do prédio anexo da empresa.

6.2.4 Produção de energia esperada para o SFCR do Caso B

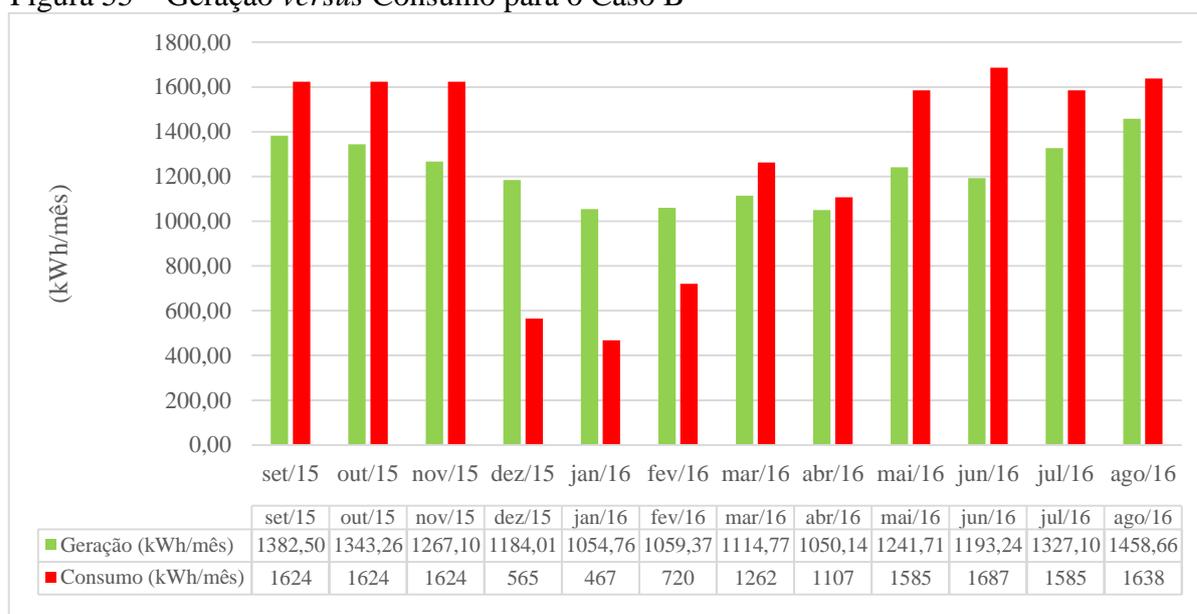
A produção de energia mensal esperada para o SFCR, caso estivesse operando durante os últimos doze meses de faturamento de energia do prédio anexo, é mostrada na Tabela 60, e foi calculada com base nas mesmas considerações adotadas no Caso A (SEÇÃO 6.1.5).

Tabela 60 – Geração esperada para o primeiro ano de operação: SFCR do Caso B.

Mês	Irradiação 11°N (kWh/m ² .dia)	HSP (h)	Energia Gerada (kWh/mês)	Consumo (kWh/mês)	Consumo Suprido (%)	Crédito Gerado (kWh/mês)
Set/15	5,99	5,99	1382,5	1624	85,13	0
Out/15	5,82	5,82	1343,26	1624	82,71	0
Nov/15	5,49	5,49	1267,1	1624	78,02	0
Dez/15	5,13	5,13	1184,01	565	209,56	619,01
Jan/16	4,57	4,57	1054,76	467	225,86	587,76
Fev/16	4,59	4,59	1059,37	720	147,14	339,37
Mar/16	4,83	4,83	1114,77	1262	88,33	0
Abr/16	4,55	4,55	1050,14	1107	94,86	0
Mai/16	5,38	5,38	1241,71	1585	78,34	0
Jun/16	5,17	5,17	1193,24	1687	70,73	0
Jul/16	5,75	5,75	1327,1	1585	83,73	0
Ago/16	6,32	6,32	1458,66	1638	89,05	0
Média Mensal	5,3	5,3	1223,05	1291	111,12%	

Fonte: Própria.

A Figura 55, apresenta o gráfico da geração de energia estimada em cada mês frente ao respectivo consumo mostrado na Tabela 60.

Figura 55 – Geração *versus* Consumo para o Caso B

Fonte: Própria.

A energia média mensal gerada pelo SFCR no primeiro ano de operação seria em média de 1223,05 kWh/mês, suficiente para suprir a parcela do consumo médio do prédio principal, definida em 1191 kWh/mês.

No entanto, pelo fato de o consumo entre os meses de março e agosto de 2016 ter sido em média o dobro dos primeiros meses de funcionamento do prédio anexo (entre dezembro de 2015 e fevereiro de 2016), e devido a este perfil de consumo, ter sido necessário adotar uma potência de pico do gerador fotovoltaico maior que o mínimo necessário que seria de 8,51 kWp, de modo a garantir uma porcentagem mínima de abatimento no consumo mensal, de aproximadamente 92% (referente à parcela do consumo definida em 1191 kWh/mês) nos próximos anos, nota-se que a porcentagem do consumo médio que seria suprido no primeiro ano de operação, seria em torno de 111%. Com isto, haveria uma geração de crédito maior durante os primeiros meses de funcionamento do SFCR, como observado na Tabela 60 mostrada anteriormente.

Assim como no Caso A, tem-se na Tabela 61, o comparativo entre o valor pago com o sem o SFCR para o caso B, de modo a se verificar a economia que seria gerada entre setembro de 2015 e agosto de 2016.

Tabela 61 – Valor pago pelo consumo de energia sem e com o SFCR e a economia gerada entre setembro de 2015 e agosto de 2016 para o Caso B.

Mês	Energia Gerada (kWh/mês)	Consumo a ser faturado sem o SFCR (kWh/mês)	Consumo a ser faturado com o SFCR (kWh/mês)	Total a pagar pelo consumo sem o SFCR	Total a pagar pelo consumo com o SFCR	Economia Gerada
Set/15	1382,5	1624	241,5	R\$ 1.106,97	R\$ 164,62	R\$ 942,35
Out/15	1343,26	1624	280,74	R\$ 1.112,52	R\$ 192,32	R\$ 920,20
Nov/15	1267,1	1624	356,9	R\$ 1.106,14	R\$ 243,10	R\$ 863,04
Dez/15	1184,01	565	100	R\$ 373,36	R\$ 66,08	R\$ 307,28
Jan/16	1054,76	467	100	R\$ 319,45	R\$ 68,40	R\$ 251,04
Fev/16	1059,37	720	100	R\$ 472,51	R\$ 65,63	R\$ 406,88
Mar/16	1114,77	1262	147,23	R\$ 788,45	R\$ 91,99	R\$ 696,46
Abr/16	1050,14	1107	100	R\$ 783,39	R\$ 70,77	R\$ 712,62
Mai/16	1241,71	1585	343,29	R\$ 1.112,38	R\$ 240,93	R\$ 871,45
Jun/16	1193,24	1687	493,76	R\$ 1.195,61	R\$ 349,94	R\$ 845,67
Jul/16	1327,1	1585	257,9	R\$ 1.110,74	R\$ 180,73	R\$ 930,01
Ago/16	1458,66	1638	179,34	R\$ 1.118,20	R\$ 122,43	R\$ 995,77
Acumulado Anual				R\$ 10.599,71	R\$ 1.856,92	R\$ 8.742,77

Fonte: Própria.

Observa-se, para este caso, que a instalação do sistema fotovoltaico proporcionaria uma economia, no primeiro ano, de R\$ 8.742,77 que, comparada ao valor pago de R\$ 10.599,71 pelo consumo sem o SFCR, corresponde a uma economia de aproximadamente 82,5%.

7 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Neste capítulo, será realizada uma análise econômica para avaliar se a instalação dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, dimensionados para os Casos A e B, é realmente viável. Para tal, serão utilizados três métodos de análises de investimentos, sendo eles, o VPL (Valor Presente Líquido), a TIR (Taxa Interna de Retorno) e o *Payback* descontado.

O método do VPL calcula, em termos de valor presente, o impacto dos eventos futuros associados a uma alternativa de investimento, ou seja, ele mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil (SAMANEZ, 2010). O VPL é definido pela equação (7.1) a seguir:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (7.1)$$

Onde:

- I = investimento inicial;
- FC_t = fluxo de caixa no t -ésimo período;
- K = custo de capital ou custo de oportunidade.

O valor presente é conseguido então, descontando-se o fluxo de caixa a uma taxa de retorno mínima (K) que se espera obter com o projeto, trazendo-se, assim, todos os valores para o período inicial, a um valor presente líquido. Esta taxa de retorno mínima é por vezes conhecida como TMA (Taxa Mínima de Atratividade) e é definida pelo investidor. Como critério de decisão, neste método, tem-se que o projeto só será viável se o valor do VPL for positivo (LEANDRO, 2016).

O método da TIR tem como objetivo encontrar uma taxa específica que anula o VPL, ou seja, tem foco na variável taxa (i^* ou TIR) que satisfaz a equação (7.2) seguinte (SAMANEZ, 2010):

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i^*)^t} = 0 \quad (7.2)$$

Como critério de decisão, tem-se que o projeto só será viável quando o valor da TIR for maior que a TMA (custo de oportunidade do capital investido) definida (LEANDRO, 2016).

O *payback* corresponde ao prazo de recuperação de um investimento, ou seja, quantos anos serão necessários para que o valor presente dos fluxos de caixa previstos se iguale ao investimento inicial. O método do *Payback* descontado é o mais aplicado em análises econômicas por ser utilizado em conjunto com o método do VPL e da TIR. Este método tem como objetivo determinar o valor de (T) na equação (7.3) seguinte (SAMANEZ, 2010):

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (7.3)$$

Neste método, como critério de decisão, o projeto só será viável se o prazo encontrado para recuperação do investimento for menor que o prazo definido pelo investidor (LEANDRO, 2016).

Para ser realizado o estudo de viabilidade econômica para a instalação dos SFCR's adotados nos Casos A e B, fez-se necessária, primeiramente, as análises de produção de energia esperada para cada um dos SFCR's, ao longo da vida útil dos módulos e inversores, de modo a se ter uma estimativa da economia gerada, em reais, a cada ano de operação dos mesmos, por meio da compensação de energia. Os resultados obtidos encontram-se nos Apêndices C e D. Nos parágrafos seguintes, serão apresentadas as condições e métodos adotados para a realização destas análises, de forma a se ter uma melhor compreensão dos dados contidos nos referidos apêndices.

Assim, considerou-se o período de 25 anos para a análise da produção de energia e estimativa de economia gerada, tendo em vista que os módulos Canadian Solar CS6P-265P utilizados para constituir o gerador fotovoltaico, apresentam um prazo de vida útil de 25 anos, definido pelo fabricante na folha de dados.

A produção de energia esperada para o primeiro ano de operação do SFCR do Caso A é a mesma obtida e mostrada, anteriormente, na Tabela 26 da seção 6.1.5. Já a do SFCR do Caso B, é a mesma da Tabela 61 mostrada na seção 6.2.4. Segundo Gehring *et al.* (2015 *apud* JORDAN & KURTZ, 2011) e Sampaio (2016), os módulos, ao longo de sua vida útil, passam por um processo de degradação de suas células, afetando sua eficiência e desempenho, provocando um decaimento médio anual de 0,8% na energia produzida, apresentando ao final da vida útil uma eficiência média de 80,7%. Assim, com base na produção de energia para o primeiro ano, calculou-se para o segundo ano e até o 25º ano, a geração depreciada de energia, descontando-se sempre da energia gerada no ano anterior, este percentual de 0,8%.

Utilizou-se, para todo o período de 25 anos, o mesmo consumo faturado do primeiro ano, dos prédios principal e anexo da empresa, já que a própria geração depreciada de energia ao longo do período analisado, reflete uma situação de possível aumento de carga ou consumo da empresa, nos próximos anos.

Nos meses em que a produção de energia for maior que o consumo, haverá a geração de créditos de energia, ou seja, o percentual do consumo suprido será maior que 100%. Nesses meses, será faturado o custo de disponibilidade de 100 kWh, e os créditos gerados serão utilizados por até 60 meses, como definido pela REN 482/2012. A título de cálculo, os valores negativos presentes na coluna denominada “CRÉDITO GERADO” das tabelas dos Apêndices C e D, referem-se aos créditos gerados e passíveis de serem utilizados. Já os valores positivos, referem-se ao consumo a ser faturado resultante da geração abaixo do consumo da UC, ou seja, o consumo que não foi compensado. Se este valor positivo for menor que 100 kWh, será faturado, então, os 100 kWh referentes ao custo de disponibilidade para consumidor trifásico.

Para o primeiro ano de operação dos SFCR, considerou-se a tarifa da Coelce vigente em cada mês (de setembro de 2015 a agosto de 2016) para o cálculo do valor a ser pago pelo consumo. Sabendo-se que o reajuste médio da tarifa é definido pela ANEEL com base nas variações do IGP-M (Índice Geral de Preços do Mercado) e IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) ao longo do ano, em agosto de 2016, houve um reajuste tarifário médio, para a Coelce, de 12,97% (ANEEL, 2016). Assim para setembro de 2016, a tarifa para o consumidor de baixa tensão, em vigor, foi reajustada para 0,70202 R\$/kWh e, entre outubro e dezembro 2016, a previsão é de que aumente para 0,71804 R\$/kWh. Com base neste aumento médio de 12,97%, considerou-se então uma projeção de aumento tarifário médio de 9,75% para abril de 2017, com vigor até abril de 2018, onde considerou-se, a partir de então, um aumento conservador anual de 7,5% aplicado a partir de todo mês de abril (aumentos na tarifa da Coelce ocorrem geralmente neste mês), sobre a tarifa anterior, até o 25º ano.

Realizou-se ainda, a título de verificação de redução ou não do tempo de *payback* do investimento, a análise ano a ano, da economia estimada com a geração de energia dos SFCR utilizando-se os créditos gerados e passíveis de uso por até 60 meses. Os meses nos quais foram utilizados os créditos, são sinalizados pela cor amarela nas tabelas dos Apêndices C e D.

Considerando-se que a vida útil dos inversores Fronius modelo IG Plus 100 V-3, utilizados para compor os SFCR dos prédios principal e anexo, é de 10 anos e definida pelo fabricante, considerou-se a troca dos mesmos no 11º ano e no 21º ano de operação dos SFCR's, acarretando um impacto no fluxo de caixa dos Casos A e B, como será observado na análise de viabilidade econômica das seções seguintes.

7.1 Análise econômica das plantas fotovoltaicas

De posse dos dados de geração, consumo e tarifas vigentes, contidos nos Apêndices C e D, realizou-se a análise econômica que será apresentada a seguir, para os casos estudados.

7.1.1 Estimativa de economia com o SFCR do Caso A: sem e com o uso dos créditos

Tem-se nas Tabelas 62 e 63 respectivamente, a seguir, a economia total estimada com a operação do SFCR, a cada ano, para um período de vida útil de 25 anos do sistema fotovoltaico, sem e com o uso, por até 60 meses, dos créditos gerados.

Tabela 62 – Economia total anual estimada sem o uso dos créditos gerados: Caso A.

Ano	Períodos	Eficiência anual dos módulos	Geração com depreciação (kWh)	Consumo sem SFCR (kWh)	Reajuste tarifário	Tarifa (R\$/kWh)	Consumo com SFCR (kWh)	Consumo sem SFCR	Consumo com SFCR	Economia total anual
1º	set/15 a abr/16	100,00%	27509,75	27564	0,00%	0,68266	1534,74	R\$ 33.389,37	R\$ 1.991,54	R\$ 31.397,83
	abr/16 a ago/16		20522,79	21428	12,97%	0,70767	1410,78			
2º	set/16 a abr/17	99,20%	27289,67	27564	0,00%	0,70767	1594,93	R\$ 36.267,34	R\$ 2.304,75	R\$ 33.962,60
	abr/17 a ago/17		20358,6	21428	9,75%	0,77189	1504,26			
3º	set/17 a abr/18	98,40%	27071,35	27564	0,00%	0,77189	1654,63	R\$ 39.057,09	R\$ 2.602,36	R\$ 36.454,73
	abr/18 a ago/18		20195,73	21428	7,50%	0,82978	1596,99			
4º	set/18 a abr/19	97,60%	26854,78	27564	0,00%	0,82978	1713,86	R\$ 41.986,37	R\$ 2.928,74	R\$ 39.057,63
	abr/19 a ago/19		20034,17	21428	7,50%	0,89202	1688,99			
5º	set/19 a abr/20	96,80%	26639,94	27564	0,00%	0,89202	1772,61	R\$ 45.135,35	R\$ 3.310,10	R\$ 41.825,25
	abr/20 a ago/20		19873,9	21428	7,50%	0,95892	1802,96			
6º	set/20 a abr/21	96,00%	26426,82	27564	0,00%	0,95892	1830,89	R\$ 48.520,50	R\$ 3.740,02	R\$ 44.780,49
	abr/21 a ago/21		19714,9	21428	7,50%	1,03084	1924,97			
7º	set/21 a abr/22	95,20%	26215,41	27564	0,00%	1,03084	1888,71	R\$ 52.159,54	R\$ 4.214,24	R\$ 47.945,30
	abr/22 a ago/22		19557,18	21428	7,50%	1,10815	2046			
8º	set/22 a abr/23	94,40%	26005,69	27564	0,00%	1,10815	1987,81	R\$ 56.071,51	R\$ 4.783,15	R\$ 51.288,35
	abr/23 a ago/23		19400,73	21428	7,50%	1,19126	2166,07			
9º	set/23 a abr/24	93,60%	25797,64	27564	0,00%	1,19126	2104,17	R\$ 60.276,87	R\$ 5.433,03	R\$ 54.843,84
	abr/24 a ago/24		19245,52	21428	7,50%	1,28061	2285,17			
10º	set/24 a abr/25	92,80%	25591,26	27564	0,00%	1,28061	2234,74	R\$ 64.797,63	R\$ 6.170,36	R\$ 58.627,27
	abr/25 a ago/25		19091,56	21428	7,50%	1,37665	2403,32			
11º	set/25 a abr/26	92,00%	25386,53	27564	0,00%	1,37665	2405,8	R\$ 69.657,46	R\$ 48.712,08	R\$ 20.945,37
	abr/26 a ago/26		18938,82	21428	7,50%	1,4799	2520,53			
12º	set/26 a abr/27	91,20%	25183,44	27564	0,00%	1,4799	2575,48	R\$ 74.881,77	R\$ 8.012,52	R\$ 66.869,24
	abr/27 a ago/27		18787,31	21428	7,50%	1,5909	2640,69			
13º	set/27 a abr/28	90,40%	24981,97	27564	0,00%	1,5909	2743,82	R\$ 80.497,90	R\$ 9.138,30	R\$ 71.359,59
	abr/28 a ago/28		18637,02	21428	7,50%	1,71021	2790,98			
14º	set/28 a abr/29	89,60%	24782,11	27564	0,00%	1,71021	2910,8	R\$ 86.535,24	R\$ 10.383,37	R\$ 76.151,87
	abr/29 a ago/29		18487,92	21428	7,50%	1,83848	2940,08			
15º	set/29 a abr/30	88,80%	24583,86	27564	0,00%	1,83848	3076,45	R\$ 93.025,38	R\$ 11.758,97	R\$ 81.266,41
	abr/30 a ago/30		18340,02	21428	7,50%	1,97636	3087,98			
16º	set/30 a abr/31	88,00%	24387,19	27564	0,00%	1,97636	3240,78	R\$ 100.002,29	R\$ 13.277,38	R\$ 86.724,90
	abr/31 a ago/31		18193,3	21428	7,50%	2,12459	3234,7			
17º	set/31 a abr/32	87,20%	24192,09	27564	0,00%	2,12459	3403,79	R\$ 107.502,46	R\$ 14.951,94	R\$ 92.550,52
	abr/32 a ago/32		18047,75	21428	7,50%	2,28394	3380,25			
18º	set/32 a abr/33	86,40%	23998,55	27564	0,00%	2,28394	3565,49	R\$ 115.565,14	R\$ 16.797,15	R\$ 98.767,99
	abr/33 a ago/33		17903,37	21428	7,50%	2,45523	3524,63			
19º	set/33 a abr/34	85,60%	23806,56	27564	0,00%	2,45523	3757,44	R\$ 124.232,53	R\$ 18.906,23	R\$ 105.326,30
	abr/34 a ago/34		17760,14	21428	7,50%	2,63937	3667,86			
20º	set/34 a abr/35	84,80%	23616,11	27564	0,00%	2,63937	3947,89	R\$ 133.549,97	R\$ 21.230,01	R\$ 112.319,96
	abr/35 a ago/35		17618,06	21428	7,50%	2,83733	3809,94			
21º	set/35 a abr/36	84,00%	23427,18	27564	0,00%	2,83733	4136,82	R\$ 143.566,22	R\$ 65.458,21	R\$ 78.108,01
	abr/36 a ago/36		17477,12	21428	7,50%	3,05013	3950,88			
22º	set/36 a abr/37	83,20%	23239,76	27564	0,00%	3,05013	4324,24	R\$ 154.333,68	R\$ 26.602,41	R\$ 127.731,27
	abr/37 a ago/37		17337,3	21428	7,50%	3,27889	4090,7			
23º	set/37 a abr/38	82,40%	23053,85	27564	0,00%	3,27889	4510,15	R\$ 165.908,71	R\$ 29.696,08	R\$ 136.212,62
	abr/38 a ago/38		17198,6	21428	7,50%	3,5248	4229,4			
24º	set/38 a abr/39	81,60%	22869,42	27564	0,00%	3,5248	4694,58	R\$ 178.351,86	R\$ 33.094,72	R\$ 145.257,14
	abr/39 a ago/39		17061,01	21428	7,50%	3,78916	4366,99			
25º	set/39 a abr/40	80,80%	22686,46	27564	0,00%	3,78916	4877,54	R\$ 191.728,25	R\$ 36.826,03	R\$ 154.902,22
	abr/40 a ago/40		16924,52	21428	7,50%	4,07335	4503,48			

Fonte: Própria.

Tabela 63 – Economia total anual estimada com o uso dos créditos gerados: Caso A.

Ano	Períodos	Eficiência anual dos módulos	Geração com depreciação (kWh)	Consumo sem SFCR (kWh)	Reajuste tarifário	Tarifa (R\$/kWh)	Consumo com SFCR (kWh)	Consumo sem SFCR	Consumo com SFCR	Economia total anual
1º	set/15 a abr/16	100,00%	27509,75	27564	0,00%	0,68266*	943,07	R\$ 33.389,37	R\$ 1.343,36	R\$ 32.046,01
	abr/16 a ago/16		20522,79	21428	12,97%	0,70767	1017,35			
2º	set/16 a abr/17	99,20%	27289,67	27564	0,00%	0,70767	974,07	R\$ 36.267,34	R\$ 1.474,78	R\$ 34.792,57
	abr/17 a ago/17		20358,6	21428	9,75%	0,77189	1006,57			
3º	set/17 a abr/18	98,40%	27071,35	27564	0,00%	0,77189	1654,63	R\$ 39.057,09	R\$ 1.836,44	R\$ 37.220,65
	abr/18 a ago/18		20195,73	21428	7,50%	0,82978	673,96			
4º	set/18 a abr/19	97,60%	26854,78	27564	0,00%	0,82978	1713,86	R\$ 41.986,37	R\$ 2.269,56	R\$ 39.716,81
	abr/19 a ago/19		20034,17	21428	7,50%	0,89202	950,01			
5º	set/19 a abr/20	96,80%	26639,94	27564	0,00%	0,89202	1772,61	R\$ 45.135,35	R\$ 2.740,18	R\$ 42.395,17
	abr/20 a ago/20		19873,9	21428	7,50%	0,95892	1208,63			
6º	set/20 a abr/21	96,00%	26426,82	27564	0,00%	0,95892	1830,89	R\$ 48.520,50	R\$ 3.261,76	R\$ 45.258,74
	abr/21 a ago/21		19714,9	21428	7,50%	1,03084	1461,03			
7º	set/21 a abr/22	95,20%	26215,41	27564	0,00%	1,03084	1888,71	R\$ 52.159,54	R\$ 3.796,99	R\$ 48.362,55
	abr/22 a ago/22		19557,18	21428	7,50%	1,10815	1669,48			
8º	set/22 a abr/23	94,40%	26005,69	27564	0,00%	1,10815	1987,81	R\$ 56.071,51	R\$ 4.419,41	R\$ 51.652,10
	abr/23 a ago/23		19400,73	21428	7,50%	1,19126	1860,72			
9º	set/23 a abr/24	93,60%	25797,64	27564	0,00%	1,19126	2104,17	R\$ 60.276,87	R\$ 5.132,43	R\$ 55.144,44
	abr/24 a ago/24		19245,52	21428	7,50%	1,28061	2050,44			
10º	set/24 a abr/25	92,80%	25591,26	27564	0,00%	1,28061	2234,74	R\$ 64.797,63	R\$ 5.943,65	R\$ 58.853,99
	abr/25 a ago/25		19091,56	21428	7,50%	1,37665	2238,63			
11º	set/25 a abr/26	92,00%	25386,53	27564	0,00%	1,37665	2405,8	R\$ 69.657,46	R\$ 48.522,17	R\$ 21.135,28
	abr/26 a ago/26		18938,82	21428	7,50%	1,4799	2392,2			
12º	set/26 a abr/27	91,20%	25183,44	27564	0,00%	1,4799	2575,48	R\$ 74.881,77	R\$ 7.861,51	R\$ 67.020,25
	abr/27 a ago/27		18787,31	21428	7,50%	1,5909	2545,76			
13º	set/27 a abr/28	90,40%	24981,97	27564	0,00%	1,5909	2743,82	R\$ 80.497,90	R\$ 9.032,64	R\$ 71.465,26
	abr/28 a ago/28		18637,02	21428	7,50%	1,71021	2729,2			
14º	set/28 a abr/29	89,60%	24782,11	27564	0,00%	1,71021	2910,8	R\$ 86.535,24	R\$ 10.330,21	R\$ 76.205,03
	abr/29 a ago/29		18487,92	21428	7,50%	1,83848	2911,16			
15º	set/29 a abr/30	88,80%	24583,86	27564	0,00%	1,83848	3076,45	R\$ 93.025,38	R\$ 11.758,97	R\$ 81.266,41
	abr/30 a ago/30		18340,02	21428	7,50%	1,97636	3087,98			
16º	set/30 a abr/31	88,00%	24387,19	27564	0,00%	1,97636	3240,78	R\$ 100.002,29	R\$ 13.277,38	R\$ 86.724,90
	abr/31 a ago/31		18193,3	21428	7,50%	2,12459	3234,7			
17º	set/31 a abr/32	87,20%	24192,09	27564	0,00%	2,12459	3403,79	R\$ 107.502,46	R\$ 14.951,94	R\$ 92.550,52
	abr/32 a ago/32		18047,75	21428	7,50%	2,28394	3380,25			
18º	set/32 a abr/33	86,40%	23998,55	27564	0,00%	2,28394	3565,49	R\$ 115.565,14	R\$ 16.797,15	R\$ 98.767,99
	abr/33 a ago/33		17903,37	21428	7,50%	2,45523	3524,63			
19º	set/33 a abr/34	85,60%	23806,56	27564	0,00%	2,45523	3757,44	R\$ 124.232,53	R\$ 18.906,23	R\$ 105.326,30
	abr/34 a ago/34		17760,14	21428	7,50%	2,63937	3667,86			
20º	set/34 a abr/35	84,80%	23616,11	27564	0,00%	2,63937	3947,89	R\$ 133.549,97	R\$ 21.230,01	R\$ 112.319,96
	abr/35 a ago/35		17618,06	21428	7,50%	2,83733	3809,94			
21º	set/35 a abr/36	84,00%	23427,18	27564	0,00%	2,83733	4136,82	R\$ 143.566,22	R\$ 65.458,21	R\$ 78.108,01
	abr/36 a ago/36		17477,12	21428	7,50%	3,05013	3950,88			
22º	set/36 a abr/37	83,20%	23239,76	27564	0,00%	3,05013	4324,24	R\$ 154.333,68	R\$ 26.602,41	R\$ 127.731,27
	abr/37 a ago/37		17337,3	21428	7,50%	3,27889	4090,7			
23º	set/37 a abr/38	82,40%	23053,85	27564	0,00%	3,27889	4510,15	R\$ 165.908,71	R\$ 29.696,08	R\$ 136.212,62
	abr/38 a ago/38		17198,6	21428	7,50%	3,5248	4229,4			
24º	set/38 a abr/39	81,60%	22869,42	27564	0,00%	3,5248	4694,58	R\$ 178.351,86	R\$ 33.094,72	R\$ 145.257,14
	abr/39 a ago/39		17061,01	21428	7,50%	3,78916	4366,99			
25º	set/39 a abr/40	80,80%	22686,46	27564	0,00%	3,78916	4877,54	R\$ 191.728,25	R\$ 36.826,03	R\$ 154.902,22
	abr/40 a ago/40		16924,52	21428	7,50%	4,07335	4503,48			

Fonte: Própria.

7.1.2 Análise do *payback* estimado para o SFCR do Caso A: sem e com uso dos créditos

De posse dos dados referentes à economia estimada anual, mostrada na seção 7.1.1 anterior, pode-se então realizar a análise do *payback* estimado para a planta fotovoltaica do Caso A utilizando-se estes valores como fluxo de caixa, de modo a se calcular o fluxo de caixa descontado (valor presente) por meio do método do VPL, e aplicá-lo no método do *payback* descontado, para o cálculo do período mínimo de retorno do investimento da planta fotovoltaica.

Sabe-se que o custo com módulos e inversores da planta do Caso A, calculado na seção 6.1.4, é de R\$ 138.762,00. No entanto, deve-se considerar ainda um custo adicional estimado em 25% deste valor, referente a cabos, suportes de fixação, frete dos equipamentos, custo com manutenção (equivalente a 1% deste total), instalação e custo de projeto (GEHRING, 2015), resultando em um valor final de investimento de R\$ 173.452,50.

Outro fator importante que deve ser considerado é o índice anual referente a taxa de rendimento da poupança. A taxa mínima de atratividade (TMA), considerada para o custo de oportunidade deste investimento, foi então definida com base na média do índice anual da taxa de poupança dos últimos dois anos, mostrada na Tabela 64 a seguir.

Tabela 64 – Índice de rendimento anual da poupança.

Ano	Índice Acumulado
2016	8,3480%
2015	7,9448%
Média	8,1464%

Fonte: Portal Brasil (2016)

Assim, de acordo com o índice médio de rendimento da poupança de 8,1464% a.a. (ao ano), definiu-se uma TMA de 11% a.a., que será comparada à taxa interna de retorno (TIR) de modo a se avaliar a viabilidade econômica de instalação da planta fotovoltaica.

Com base no valor de investimento, dos fluxos de caixa e da TMA definidos nesta seção, tem-se na Tabela 65, o *payback* descontado estimado, considerando-se a situação de não utilização dos créditos de energia, e na Figura 56 a tendência do fluxo de caixa acumulado durante o período de 25 anos de vida útil do SFCR.

Tabela 65 – Payback descontado: situação de não uso de créditos de energia para o Caso A.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado (Valor Presente)	Fluxo de Caixa Acumulado (VPL)
0	-R\$ 173.452,50	-R\$ 173.452,50	-R\$ 173.452,50
1	R\$ 31.397,83	R\$ 28.286,34	-R\$ 145.166,16
2	R\$ 33.962,60	R\$ 27.564,81	-R\$ 117.601,36
3	R\$ 36.454,73	R\$ 26.655,39	-R\$ 90.945,97
4	R\$ 39.057,63	R\$ 25.728,47	-R\$ 65.217,50
5	R\$ 41.825,25	R\$ 24.821,25	-R\$ 40.396,25
6	R\$ 44.780,49	R\$ 23.941,48	-R\$ 16.454,77
7	R\$ 47.945,30	R\$ 23.093,26	R\$ 6.638,48
8	R\$ 51.288,35	R\$ 22.255,38	R\$ 28.893,86
9	R\$ 54.843,84	R\$ 21.439,81	R\$ 50.333,67
10	R\$ 58.627,27	R\$ 20.647,61	R\$ 70.981,29
11	R\$ 20.945,37	R\$ 6.645,62	R\$ 77.626,91
12	R\$ 66.869,24	R\$ 19.113,96	R\$ 96.740,87
13	R\$ 71.359,59	R\$ 18.376,11	R\$ 115.116,98
14	R\$ 76.151,87	R\$ 17.666,84	R\$ 132.783,82
15	R\$ 81.266,41	R\$ 16.985,03	R\$ 149.768,85
16	R\$ 86.724,90	R\$ 16.329,62	R\$ 166.098,47
17	R\$ 92.550,52	R\$ 15.699,59	R\$ 181.798,06
18	R\$ 98.767,99	R\$ 15.093,94	R\$ 196.892,00
19	R\$ 105.326,30	R\$ 14.501,08	R\$ 211.393,08
20	R\$ 112.319,96	R\$ 13.931,48	R\$ 225.324,56
21	R\$ 78.108,01	R\$ 8.727,97	R\$ 234.052,53
22	R\$ 127.731,27	R\$ 12.858,54	R\$ 246.911,07
23	R\$ 136.212,62	R\$ 12.353,47	R\$ 259.264,53
24	R\$ 145.257,14	R\$ 11.868,23	R\$ 271.132,76
25	R\$ 154.902,22	R\$ 11.402,06	R\$ 282.534,82

Fonte: Própria

Figura 56 – Tendência do fluxo de caixa acumulado para o Caso A.



Fonte: Própria.

Da análise da Tabela 65, mostrada anteriormente, tem-se, para esta situação, que o tempo estimado para recuperação do investimento está compreendido entre o sexto e o sétimo ano de operação do SFCR, com um valor presente líquido (VPL) de retorno positivo no sétimo ano de R\$ 6.638,48. A taxa interna de retorno (TIR) para o investimento, calculada com base nos fluxos de caixa descontado até o sétimo ano, foi de 12,09% a.a., sendo maior que a taxa mínima de atratividade (TMA), definida em 11% a.a., e ainda maior que o índice de rendimento médio anual da poupança calculado em 8,1464% a.a.

Assim, pelos critérios de decisão utilizados pelos métodos do VPL e da TIR, o investimento com o SFCR do prédio principal é viável, com um ganho total em 25 anos estimado em R\$ 282.524,82.

Tem-se, na Tabela 66, o *payback* descontado estimado, considerando-se a situação de utilização dos créditos de energia, por até 60 meses, a contar da data de geração.

Tabela 66 – *Payback* descontado: situação de uso de créditos de energia para o Caso A.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado (Valor Presente)	Fluxo de Caixa Acumulado (VPL)
0	-R\$ 173.452,50	-R\$ 173.452,50	-R\$ 173.452,50
1	R\$ 32.046,01	R\$ 28.870,28	-R\$ 144.582,22
2	R\$ 34.792,57	R\$ 28.238,43	-R\$ 116.343,79
3	R\$ 37.220,65	R\$ 27.215,42	-R\$ 89.128,37
4	R\$ 39.716,81	R\$ 26.162,69	-R\$ 62.965,68
5	R\$ 42.395,17	R\$ 25.159,47	-R\$ 37.806,21
6	R\$ 45.258,74	R\$ 24.197,17	-R\$ 13.609,04
7	R\$ 48.362,55	R\$ 23.294,23	R\$ 9.685,19
8	R\$ 51.652,10	R\$ 22.413,21	R\$ 32.098,40
9	R\$ 55.144,44	R\$ 21.557,33	R\$ 53.655,73
10	R\$ 58.853,99	R\$ 20.727,46	R\$ 74.383,19
11	R\$ 21.135,28	R\$ 6.705,87	R\$ 81.089,06
12	R\$ 67.020,25	R\$ 19.157,12	R\$ 100.246,18
13	R\$ 71.465,26	R\$ 18.403,32	R\$ 118.649,51
14	R\$ 76.205,03	R\$ 17.679,17	R\$ 136.328,68
15	R\$ 81.266,41	R\$ 16.985,03	R\$ 153.313,71
16	R\$ 86.724,90	R\$ 16.329,62	R\$ 169.643,34
17	R\$ 92.550,52	R\$ 15.699,59	R\$ 185.342,92
18	R\$ 98.767,99	R\$ 15.093,94	R\$ 200.436,86
19	R\$ 105.326,30	R\$ 14.501,08	R\$ 214.937,94
20	R\$ 112.319,96	R\$ 13.931,48	R\$ 228.869,42
21	R\$ 78.108,01	R\$ 8.727,97	R\$ 237.597,39
22	R\$ 127.731,27	R\$ 12.858,54	R\$ 250.455,93
23	R\$ 136.212,62	R\$ 12.353,47	R\$ 262.809,40
24	R\$ 145.257,14	R\$ 11.868,23	R\$ 274.677,63
25	R\$ 154.902,22	R\$ 11.402,06	R\$ 286.079,68

Fonte: Própria

Da análise da Tabela 66 anterior, observa-se, em comparação com o *payback* sem uso créditos de energia, um tempo de retorno esperado para o investimento ainda entre o sexto e o sétimo ano de operação do SFCR, com um VPL positivo no sétimo ano de R\$ 9.685,19, uma TIR calculada para o investimento de 12,59% a.a., e ainda um ganho total estimado agora em R\$ 286.079,68

7.1.3 Estimativa de economia com o SFCR do Caso B: sem e com o uso dos créditos

Tabela 67 – Economia total anual estimada sem o uso dos créditos gerados: Caso B.

Ano	Períodos	Eficiência anual dos módulos	Geração com depreciação (kWh)	Consumo sem SFCR (kWh)	Reajuste tarifário	Tarifa (R\$/kWh)	Consumo com SFCR (kWh)	Consumo sem SFCR	Consumo com SFCR	Economia total anual
1º	set/15 a abr/16	100,00%	8405,76	7886	0,00%	0,68266	1326,38	R\$ 10.599,71	R\$ 1.856,92	R\$ 8.742,78
	abr/16 a ago/16		6270,85	7602	12,97%	0,70767	1374,29			
2º	set/16 a abr/17	99,20%	8338,51	7886	0,00%	0,70767	1367,24	R\$ 11.504,38	R\$ 2.070,73	R\$ 9.433,64
	abr/17 a ago/17		6220,68	7602	9,75%	0,77189	1416,06			
3º	set/17 a abr/18	98,40%	8271,8	7886	0,00%	0,77189	1407,78	R\$ 12.395,17	R\$ 2.296,06	R\$ 10.099,12
	abr/18 a ago/18		6170,92	7602	7,50%	0,82978	1457,49			
4º	set/18 a abr/19	97,60%	8205,63	7886	0,00%	0,82978	1447,99	R\$ 13.324,81	R\$ 2.538,29	R\$ 10.786,52
	abr/19 a ago/19		6121,55	7602	7,50%	0,89202	1498,59			
5º	set/19 a abr/20	96,80%	8139,98	7886	0,00%	0,89202	1487,88	R\$ 14.324,17	R\$ 2.803,34	R\$ 11.520,84
	abr/20 a ago/20		6072,58	7602	7,50%	0,95892	1539,36			
6º	set/20 a abr/21	96,00%	8074,86	7886	0,00%	0,95892	1527,45	R\$ 15.398,49	R\$ 3.093,22	R\$ 12.305,26
	abr/21 a ago/21		6024	7602	7,50%	1,03084	1579,81			
7º	set/21 a abr/22	95,20%	8010,26	7886	0,00%	1,03084	1566,7	R\$ 16.553,37	R\$ 3.417,08	R\$ 13.136,29
	abr/22 a ago/22		5975,81	7602	7,50%	1,10815	1626,19			
8º	set/22 a abr/23	94,40%	7946,18	7886	0,00%	1,10815	1605,64	R\$ 17.794,87	R\$ 3.773,46	R\$ 14.021,41
	abr/23 a ago/23		5928	7602	7,50%	1,19126	1674			
9º	set/23 a abr/24	93,60%	7882,61	7886	0,00%	1,19126	1644,26	R\$ 19.129,49	R\$ 4.163,22	R\$ 14.966,27
	abr/24 a ago/24		5880,58	7602	7,50%	1,28061	1721,42			
10º	set/24 a abr/25	92,80%	7819,55	7886	0,00%	1,28061	1682,58	R\$ 20.564,20	R\$ 4.589,30	R\$ 15.974,90
	abr/25 a ago/25		5833,53	7602	7,50%	1,37665	1768,47			
11º	set/25 a abr/26	92,00%	7757	7886	0,00%	1,37665	1720,59	R\$ 22.106,52	R\$ 18.944,89	R\$ 3.161,63
	abr/26 a ago/26		5786,86	7602	7,50%	1,4799	1815,14			
12º	set/26 a abr/27	91,20%	7694,94	7886	0,00%	1,4799	1758,3	R\$ 23.764,51	R\$ 5.563,46	R\$ 18.201,05
	abr/27 a ago/27		5740,57	7602	7,50%	1,5909	1861,43			
13º	set/27 a abr/28	90,40%	7633,38	7886	0,00%	1,5909	1795,71	R\$ 25.546,84	R\$ 6.118,77	R\$ 19.428,08
	abr/28 a ago/28		5694,64	7602	7,50%	1,71021	1907,36			
14º	set/28 a abr/29	89,60%	7572,31	7886	0,00%	1,71021	1832,81	R\$ 27.462,86	R\$ 6.724,89	R\$ 20.737,97
	abr/29 a ago/29		5649,09	7602	7,50%	1,83848	1952,91			
15º	set/29 a abr/30	88,80%	7511,73	7886	0,00%	1,83848	1869,62	R\$ 29.522,57	R\$ 7.386,25	R\$ 22.136,33
	abr/30 a ago/30		5603,89	7602	7,50%	1,97636	1998,11			
16º	set/30 a abr/31	88,00%	7451,64	7886	0,00%	1,97636	1906,14	R\$ 31.736,76	R\$ 8.107,63	R\$ 23.629,13
	abr/31 a ago/31		5559,06	7602	7,50%	2,12459	2042,94			
17º	set/31 a abr/32	87,20%	7392,03	7886	0,00%	2,12459	1942,36	R\$ 34.117,02	R\$ 8.894,23	R\$ 25.222,79
	abr/32 a ago/32		5514,59	7602	7,50%	2,28394	2087,41			
18º	set/32 a abr/33	86,40%	7332,89	7886	0,00%	2,28394	1978,29	R\$ 36.675,80	R\$ 9.751,69	R\$ 26.924,11
	abr/33 a ago/33		5470,47	7602	7,50%	2,45523	2131,53			
19º	set/33 a abr/34	85,60%	7274,23	7886	0,00%	2,45523	2013,94	R\$ 39.426,48	R\$ 10.686,09	R\$ 28.740,39
	abr/34 a ago/34		5426,71	7602	7,50%	2,63937	2175,29			
20º	set/34 a abr/35	84,80%	7216,03	7886	0,00%	2,63937	2049,3	R\$ 42.383,47	R\$ 11.704,06	R\$ 30.679,41
	abr/35 a ago/35		5383,3	7602	7,50%	2,83733	2218,7			
21º	set/35 a abr/36	84,00%	7158,31	7886	0,00%	2,83733	2084,38	R\$ 45.562,23	R\$ 26.702,74	R\$ 18.859,49
	abr/36 a ago/36		5340,23	7602	7,50%	3,05013	2261,77			
22º	set/36 a abr/37	83,20%	7101,04	7886	0,00%	3,05013	2119,17	R\$ 48.979,40	R\$ 14.019,92	R\$ 34.959,48
	abr/37 a ago/37		5297,51	7602	7,50%	3,27889	2304,49			
23º	set/37 a abr/38	82,40%	7044,23	7886	0,00%	3,27889	2153,69	R\$ 52.652,85	R\$ 15.333,97	R\$ 37.318,88
	abr/38 a ago/38		5255,13	7602	7,50%	3,5248	2346,87			
24º	set/38 a abr/39	81,60%	6987,88	7886	0,00%	3,5248	2187,93	R\$ 56.601,82	R\$ 16.764,02	R\$ 39.837,80
	abr/39 a ago/39		5213,09	7602	7,50%	3,78916	2388,91			
25º	set/39 a abr/40	80,80%	6931,97	7886	0,00%	3,78916	2221,9	R\$ 60.846,95	R\$ 18.319,91	R\$ 42.527,04
	abr/40 a ago/40		5171,38	7602	7,50%	4,07335	2430,62			

Fonte: Própria.

Tabela 68 – Economia total anual estimada com o uso dos créditos gerados: Caso B.

Ano	Períodos	Eficiência anual dos módulos	Geração com depreciação (kWh)	Consumo sem SFCR (kWh)	Reajuste tarifário	Tarifa (R\$/kWh)	Consumo com SFCR (kWh)	Consumo sem SFCR	Consumo com SFCR	Economia total anual
1º	set/15 a abr/16	100,00%	8405,76	7886	0,00%	0,68266	1279,15	R\$ 10.599,71	R\$ 1.212,79	R\$ 9.386,92
	abr/16 a ago/16		6270,85	7602	12,97%	0,70767	500			
2º	set/16 a abr/17	99,20%	8338,51	7886	0,00%	0,70767	1311,09	R\$ 11.504,38	R\$ 1.323,32	R\$ 10.181,06
	abr/17 a ago/17		6220,68	7602	9,75%	0,77189	500			
3º	set/17 a abr/18	98,40%	8271,8	7886	0,00%	0,77189	1065,68	R\$ 12.395,17	R\$ 1.237,49	R\$ 11.157,69
	abr/18 a ago/18		6170,92	7602	7,50%	0,82978	500			
4º	set/18 a abr/19	97,60%	8205,63	7886	0,00%	0,82978	1087,14	R\$ 13.324,81	R\$ 1.348,10	R\$ 11.976,71
	abr/19 a ago/19		6121,55	7602	7,50%	0,89202	500			
5º	set/19 a abr/20	96,80%	8139,98	7886	0,00%	0,89202	1108,43	R\$ 14.324,17	R\$ 1.468,20	R\$ 12.855,97
	abr/20 a ago/20		6072,58	7602	7,50%	0,95892	500			
6º	set/20 a abr/21	96,00%	8074,86	7886	0,00%	0,95892	1129,55	R\$ 15.398,49	R\$ 1.598,56	R\$ 13.799,92
	abr/21 a ago/21		6024	7602	7,50%	1,03084	500			
7º	set/21 a abr/22	95,20%	8010,26	7886	0,00%	1,03084	1150,49	R\$ 16.553,37	R\$ 1.740,05	R\$ 14.813,32
	abr/22 a ago/22		5975,81	7602	7,50%	1,10815	500			
8º	set/22 a abr/23	94,40%	7946,18	7886	0,00%	1,10815	1171,27	R\$ 17.794,87	R\$ 1.893,58	R\$ 15.901,29
	abr/23 a ago/23		5928	7602	7,50%	1,19126	500			
9º	set/23 a abr/24	93,60%	7882,61	7886	0,00%	1,19126	1191,89	R\$ 19.129,49	R\$ 2.060,16	R\$ 17.069,33
	abr/24 a ago/24		5880,58	7602	7,50%	1,28061	500			
10º	set/24 a abr/25	92,80%	7819,55	7886	0,00%	1,28061	1212,34	R\$ 20.564,20	R\$ 2.240,85	R\$ 18.323,35
	abr/25 a ago/25		5833,53	7602	7,50%	1,37665	500			
11º	set/25 a abr/26	92,00%	7757	7886	0,00%	1,37665	1617,46	R\$ 22.106,52	R\$ 16.856,63	R\$ 5.249,88
	abr/26 a ago/26		5786,86	7602	7,50%	1,4799	500			
12º	set/26 a abr/27	91,20%	7694,94	7886	0,00%	1,4799	1758,3	R\$ 23.764,51	R\$ 3.550,46	R\$ 20.214,04
	abr/27 a ago/27		5740,57	7602	7,50%	1,5909	596,11			
13º	set/27 a abr/28	90,40%	7633,38	7886	0,00%	1,5909	1795,71	R\$ 25.546,84	R\$ 3.995,16	R\$ 21.551,68
	abr/28 a ago/28		5694,64	7602	7,50%	1,71021	665,64			
14º	set/28 a abr/29	89,60%	7572,31	7886	0,00%	1,71021	1832,81	R\$ 27.462,86	R\$ 4.487,30	R\$ 22.975,56
	abr/29 a ago/29		5649,09	7602	7,50%	1,83848	735,83			
15º	set/29 a abr/30	88,80%	7511,73	7886	0,00%	1,83848	1869,62	R\$ 29.522,57	R\$ 5.025,70	R\$ 24.496,87
	abr/30 a ago/30		5603,89	7602	7,50%	1,97636	803,72			
16º	set/30 a abr/31	88,00%	7451,64	7886	0,00%	1,97636	1906,14	R\$ 31.736,76	R\$ 5.621,40	R\$ 26.115,36
	abr/31 a ago/31		5559,06	7602	7,50%	2,12459	872,72			
17º	set/31 a abr/32	87,20%	7392,03	7886	0,00%	2,12459	1942,36	R\$ 34.117,02	R\$ 6.274,34	R\$ 27.842,68
	abr/32 a ago/32		5514,59	7602	7,50%	2,28394	940,32			
18º	set/32 a abr/33	86,40%	7332,89	7886	0,00%	2,28394	1978,29	R\$ 36.675,80	R\$ 6.993,44	R\$ 29.682,36
	abr/33 a ago/33		5470,47	7602	7,50%	2,45523	1008,11			
19º	set/33 a abr/34	85,60%	7274,23	7886	0,00%	2,45523	2013,94	R\$ 39.426,48	R\$ 7.781,94	R\$ 31.644,54
	abr/34 a ago/34		5426,71	7602	7,50%	2,63937	1074,97			
20º	set/34 a abr/35	84,80%	7216,03	7886	0,00%	2,63937	2049,3	R\$ 42.383,47	R\$ 8.644,84	R\$ 33.738,63
	abr/35 a ago/35		5383,3	7602	7,50%	2,83733	1140,5			
21º	set/35 a abr/36	84,00%	7158,31	7886	0,00%	2,83733	2084,38	R\$ 45.562,23	R\$ 23.481,59	R\$ 22.080,64
	abr/36 a ago/36		5340,23	7602	7,50%	3,05013	2261,77			
22º	set/36 a abr/37	83,20%	7101,04	7886	0,00%	3,05013	2119,17	R\$ 48.979,40	R\$ 10.629,41	R\$ 38.349,99
	abr/37 a ago/37		5297,51	7602	7,50%	3,27889	2304,49			
23º	set/37 a abr/38	82,40%	7044,23	7886	0,00%	3,27889	2153,69	R\$ 52.652,85	R\$ 11.770,70	R\$ 40.882,15
	abr/38 a ago/38		5255,13	7602	7,50%	3,5248	2346,87			
24º	set/38 a abr/39	81,60%	6987,88	7886	0,00%	3,5248	2187,93	R\$ 56.601,82	R\$ 13.018,06	R\$ 43.583,76
	abr/39 a ago/39		5213,09	7602	7,50%	3,78916	2388,91			
25º	set/39 a abr/40	80,80%	6931,97	7886	0,00%	3,78916	2221,9	R\$ 60.846,95	R\$ 14.377,52	R\$ 46.469,43
	abr/40 a ago/40		5171,38	7602	7,50%	4,07335	2430,62			

Fonte: Própria.

7.1.4 Análise do payback estimado para o SFCR do Caso B: sem e com o uso dos créditos

Sabe-se que o custo com módulos e inversores da planta fotovoltaica do Caso B, calculado na seção 6.2.3, é de R\$ 43.557,00. No entanto, deve-se considerar ainda um custo adicional estimado em 25% deste valor, resultando em um valor final de investimento de R\$ 54.446,25.

Considerando-se uma TMA de 11%, tem-se, na Tabela 69, o *payback* estimado para a situação de não utilização dos créditos de energia, e na Figura 57 a tendência do fluxo de caixa acumulado durante o período de 25 anos de vida útil do SFCR.

Tabela 69 – Payback descontado: situação de não uso de créditos de energia para o Caso B.

Ano	Fluxo de Caixa		Fluxo de Caixa Descontado (Valor Presente)		Fluxo de Caixa Acumulado (VPL)	
0	-R\$	54.446,25	-R\$	54.446,25	-R\$	54.446,25
1	R\$	8.742,78	R\$	7.876,38	-R\$	46.569,87
2	R\$	9.433,64	R\$	7.656,56	-R\$	38.913,31
3	R\$	10.099,12	R\$	7.384,39	-R\$	31.528,93
4	R\$	10.786,52	R\$	7.105,42	-R\$	24.423,51
5	R\$	11.520,84	R\$	6.837,05	-R\$	17.586,45
6	R\$	12.305,26	R\$	6.578,90	-R\$	11.007,56
7	R\$	13.136,29	R\$	6.327,20	-R\$	4.680,36
8	R\$	14.021,41	R\$	6.084,26	R\$	1.403,91
9	R\$	14.966,27	R\$	5.850,69	R\$	7.254,59
10	R\$	15.974,90	R\$	5.626,11	R\$	12.880,71
11	R\$	3.161,63	R\$	1.003,13	R\$	13.883,84
12	R\$	18.201,05	R\$	5.202,60	R\$	19.086,44
13	R\$	19.428,08	R\$	5.003,01	R\$	24.089,45
14	R\$	20.737,97	R\$	4.811,10	R\$	28.900,55
15	R\$	22.136,33	R\$	4.626,59	R\$	33.527,14
16	R\$	23.629,13	R\$	4.449,18	R\$	37.976,32
17	R\$	25.222,79	R\$	4.278,61	R\$	42.254,93
18	R\$	26.924,11	R\$	4.114,60	R\$	46.369,53
19	R\$	28.740,39	R\$	3.956,91	R\$	50.326,44
20	R\$	30.679,41	R\$	3.805,29	R\$	54.131,72
21	R\$	18.859,49	R\$	2.107,40	R\$	56.239,13
22	R\$	34.959,48	R\$	3.519,33	R\$	59.758,45
23	R\$	37.318,88	R\$	3.384,54	R\$	63.142,99
24	R\$	39.837,80	R\$	3.254,95	R\$	66.397,94
25	R\$	42.527,04	R\$	3.130,33	R\$	69.528,28

Fonte: Própria

Figura 57 – Tendência do fluxo de caixa acumulado para o Caso B.



Fonte: Própria.

Da análise da Tabela 69, mostrada anteriormente, observa-se o retorno do investimento entre o sétimo e o oitavo ano, com um VPL positivo de retorno no oitavo ano de R\$ 1.403,91. A TIR calculada foi de 11,66% a.a., maior que a TMA de 11% a.a., o que torna o investimento com o SFCR do prédio anexo viável, com um ganho total, em 25 anos, estimado em R\$ 69.528,28.

Tem-se na Tabela 70, o *payback* estimado, com o uso dos créditos de energia.

Tabela 70 – *Payback* descontado: situação de uso de créditos de energia para o Caso B.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado (Valor Presente)	Fluxo de Caixa Acumulado (VPL)
0	-R\$ 54.446,25	-R\$ 54.446,25	-R\$ 54.446,25
1	R\$ 9.386,92	R\$ 8.456,68	-R\$ 45.989,57
2	R\$ 10.181,06	R\$ 8.263,18	-R\$ 37.726,39
3	R\$ 11.157,69	R\$ 8.158,41	-R\$ 29.567,98
4	R\$ 11.976,71	R\$ 7.889,43	-R\$ 21.678,55
5	R\$ 12.855,97	R\$ 7.629,39	-R\$ 14.049,16
6	R\$ 13.799,92	R\$ 7.378,00	-R\$ 6.671,16
7	R\$ 14.813,32	R\$ 7.134,96	R\$ 463,80
8	R\$ 15.901,29	R\$ 6.899,99	R\$ 7.363,80
9	R\$ 17.069,33	R\$ 6.672,83	R\$ 14.036,62
10	R\$ 18.323,35	R\$ 6.453,20	R\$ 20.489,82
11	R\$ 5.249,88	R\$ 1.665,70	R\$ 22.155,52
12	R\$ 20.214,04	R\$ 5.778,00	R\$ 27.933,52
13	R\$ 21.551,68	R\$ 5.549,86	R\$ 33.483,38
14	R\$ 22.975,56	R\$ 5.330,21	R\$ 38.813,59
15	R\$ 24.496,87	R\$ 5.119,95	R\$ 43.933,55
16	R\$ 26.115,36	R\$ 4.917,32	R\$ 48.850,87
17	R\$ 27.842,68	R\$ 4.723,03	R\$ 53.573,89
18	R\$ 29.682,36	R\$ 4.536,12	R\$ 58.110,02
19	R\$ 31.644,54	R\$ 4.356,75	R\$ 62.466,76
20	R\$ 33.738,63	R\$ 4.184,73	R\$ 66.651,49
21	R\$ 22.080,64	R\$ 2.467,34	R\$ 69.118,84
22	R\$ 38.349,99	R\$ 3.860,64	R\$ 72.979,48
23	R\$ 40.882,15	R\$ 3.707,71	R\$ 76.687,18
24	R\$ 43.583,76	R\$ 3.561,01	R\$ 80.248,19
25	R\$ 46.469,43	R\$ 3.420,53	R\$ 83.668,72

Fonte: Própria

Da análise da Tabela 70 anterior, observa-se, em comparação com o *payback* da Tabela 69, uma redução do prazo de retorno do investimento, sendo agora entre o sexto e o sétimo ano, com um VPL positivo no sétimo ano de R\$ 463,80, uma TIR para o investimento de 11,24% a.a. e um ganho total estimado, agora, de R\$ 83.668,72, em 25 anos.

8 CONCLUSÃO

8.1 Considerações finais

O principal foco do presente trabalho foi o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos para conexão à rede elétrica utilizando-se das metodologias e equacionamentos presentes na literatura atual, buscando aliar produtividade com um menor custo de implantação, de forma que as etapas para dimensionamento descritas, sirvam de referência para o desenvolvimento de qualquer outro sistema fotovoltaico para conexão à rede elétrica, desde que a unidade consumidora, a qual o mesmo seja instalado, seja de baixa tensão.

Observou-se que quando da ocorrência do aumento ou diminuição da temperatura de operação das células, a tensão dos módulos, diferentemente da corrente, sofre as maiores variações, podendo comprometer o bom funcionamento do sistema. Com isto, para a determinação dos arranjos (módulos série/paralelo), nos inversores, deve ser considerado os efeitos da temperatura sobre a tensão dos módulos.

Em projetos de SFCR, no qual o projetista queira dimensionar o sistema fotovoltaico adotando a topologia de inversor de grupo de módulos, cada qual com um inversor central de mesmo FDI, a determinação da melhor configuração para o SFCR pode ser feita realizando todo o equacionamento descrito neste trabalho para apenas um dos grupos de módulos e inversor, independente da potência de pico do SFCR, já que cada grupo será equivalente a um pequeno gerador fotovoltaico. Desta forma, assegura-se que o FDI resultante da relação entre a soma das potências de cada inversor (equivalente a se utilizar apenas um inversor central com potência suficiente para a conexão do sistema) e a potência de pico do gerador fotovoltaico do SFCR, seja o mesmo que o de apenas um dos grupos que compõem o sistema.

Nota-se que muitas configurações de arranjos entre módulos e inversores podem ser conseguidos para um FDI entre 0,7 e 1,2, entre diferentes módulos e inversores. Por isto, deve-se sempre avaliar o custo com a produtividade para que se consiga uma configuração ótima para os sistemas fotovoltaicos.

Da análise de viabilidade econômica dos sistemas propostos nos estudos de caso, observou-se que o tempo de retorno do investimento (*payback*) para sistemas de maior potência, e conseqüentemente de maior consumo, é menor que para sistemas de menor potência, sendo de 7 anos para o SFCR de 28,62 kWp e de 8 anos para o sistema de 8,745 kWp, considerando o pior cenário, que seria não utilizando os créditos de energia gerados. Já quando se considera

o uso dos créditos, o tempo de retorno do investimento é praticamente o mesmo para o sistema de 28,62 kWp e, para o sistema de 8,745 kWp, o qual teve de ser projetado com uma potência de pico um pouco acima do consumo, tendo em vista que para os primeiros meses foi considerada uma média de consumo dos últimos quatro meses, o tempo de *payback* diminuiu para 7 anos.

Com base nisto, tem-se que em sistemas bem projetados, onde a geração de energia é compatível com o consumo, todo o crédito gerado em um determinado mês é utilizado dentro de um prazo de 60 meses, ou seja, não há perda de créditos, de modo a compensar somente o consumo que se pode abater, retirando-se o custo de disponibilidade.

Verificou-se também uma TIR de 12,09% a.a. e 11,66% a.a., casos A e B respectivamente, maior que a rentabilidade da poupança de 8,14% a.a., com um VPL positivo em ambos os cenários de geração e consumo de energia elétrica, despertando o interesse da empresa Dínamo Engenharia LTDA em investir neste tipo de sistema, ficando a cargo da diretoria definir qual dos dois sistemas de microgeração serão implementados na edificação.

Por fim, os incentivos fiscais e as normas regulatórias vigentes, tem viabilizado uma crescente no que diz respeito à geração distribuída de energia elétrica no Brasil, principalmente para a fonte solar fotovoltaica, trazendo benefícios não somente para o consumidor final como também ao sistema elétrico nacional, podendo, a longo prazo, aumentar a confiabilidade do sistema, com uma diversificação da matriz energética, e ainda uma possível redução dos custos com transmissão e distribuição, refletindo assim na diminuição do valor das altas tarifas de energia elétrica cobradas ao consumidor.

8.2 Trabalhos futuros

Como perspectiva para trabalhos futuros nesta área, a fim de complementação do estudo aqui realizado, tem-se, com uma possível execução da instalação dos sistemas aqui dimensionados por parte da empresa interessada, a análise da geração real de energia pelo sistema em comparação com as projeções feitas no presente trabalho, além de uma análise de qualidade de energia com a inserção deste tipo de geração na rede elétrica de distribuição local.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa 414/2010**. 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2016.
- _____. **Resolução Normativa 482/2012**. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2016.
- _____. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: acesso ao sistema de distribuição**. 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/M%c3%b3dulo3_Revisao_6%20-%20LIMPO.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.
- _____. **Resolução Normativa 687/2015**. 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2016.
- _____. **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2ª ed. Brasília: ANEEL, 2016.
- _____. **Ranking nacional de tarifas residenciais (grupo B1)**. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>>. Acesso em: 12 out. 2016.
- _____. **Geração distribuída**. 2016. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757&idPerfil=2>>. Acesso em: 13 set. 2016.
- _____. **Coelce (CE) tem reajuste de tarifas aprovado pela ANEEL**. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/coelce-ce-tem-reajuste-de-tarifas-aprovado-pela-aneel/656877?inheritRedirect=false>. Acesso em: 28 set. 2016.
- ALONSO, R.H. **Posicionamento eficiente de módulos fotovoltaicos em plantas solares no ambiente urbano**. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- BANCO DO NORDESTE (BNB). **Cartilha: financiamento à micro e à minigeração distribuída de energia elétrica**. 2016. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/documents/50268/71513/Cartilha_BNB_microgeracao_2016.pdf/dc614dff-2f9a-4ca4-bdc4-42fb9fbc2f02>. Acesso em 09 dez. 2016.
- CABRAL, I.; TORRES, A. C.; SENNA, P. R. **Energia Solar: análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.
- CANADIAN SOLAR. **Datasheet CS6P-P**. 2016. Disponível em <http://www.canadiansolar.com/fileadmin/user_upload/downloads/datasheets/v5.53/Canadian_Solar-Datasheet-CS6P-P-v5.53en.pdf>. Acesso em: 27 out. 2016.
- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. 2ª ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). **Energia Solar: princípios e aplicações**. 2006. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em: 27 out. 2016.

_____. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 27 out. 2016.

_____. **Sundata: base de dados de irradiação solar incidente**. 2016. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 29 out. 2016.

_____. **Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica**. 2008. Disponível em: <http://cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=301>. Acesso em: 12. out. 2016.

COOPER, Ellison; JUNIOR, W. M. M. **Aplicação de painéis solares fotovoltaicos como fonte geradora complementar de energia elétrica em residências**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2013.

DA COSTA, Higor José Serafim. **Avaliação do fator de dimensionamento do inversor em sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

DI ZOUSA, R. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica: livro digital de introdução aos sistemas solares**. Ribeirão Preto: Blue Sol, 2016. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/307285540/Livro-Digital-de-Introducao-aos-Sistemas-Solares-novo-pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.

DO NASCIMENTO, M. A. P. **Avaliação de qualidade de energia de um sistema fotovoltaico numa rede elétrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica) – Área Departamental de Engenharia de Sistemas de Potência e Automação, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013.

DOS SANTOS, Amanda Moraes. **Tecnologia Fotovoltaica**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION (EPIA). **Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018**. EPIA, 2014. Disponível em: <http://www.cleanenergybusinesscouncil.com/site/resources/files/reports/EPIA_Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_2014-2018_-_Medium_Res.pdf>. Acesso em: 21/11/2016

ELETROSOL. **Projeto solar fotovoltaico: cálculo do dimensionamento**. 2015. Disponível em: <<http://www.rerigueri.com.br/eletrosol/?cat=2>>. Acesso em: 27 out. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Nota Técnica EPE: análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

_____. **Balço Energético Nacional 2016: Ano base 2015**. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

FRONIUS. **Datasheets inversores Fronius**. 2016. Disponível em: <http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-472CA839-C32C25B9/fronius_brasil/hs.xsl/7552_10818.htm#.WEnDeD_rIU>. Acesso em: 27 out. 2016.

GAZOLLI, J. R.; VILLALVA M. G.; GUERRA, Juarez. Energia solar fotovoltaica – sistemas conectados à rede elétrica. **O Setor Elétrico**, São Paulo, n. 82, p. 32-39, nov. 2012.

Disponível em: <<https://magtab.com/leitor/193/edicao/2618>>. Acesso em: 18 set. 2016.

GEHRING, Adriano de Araújo; LOPES, Lucas Fernando da Silva; DALMOLIN, R. S. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede: acompanhamento dos índices de mérito no escritório verde da UTFPR e análise da viabilidade econômica de implantação em residências**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

GOOGLE EARTH. **Software Google Earth® v.7.1.7.2606**. 2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 10 set. 2016.

GREENPRO. **Energia Fotovoltaica: manual sobre tecnologias, projeto e instalação**. União Europeia: ALTENER, 2004.

GREEN, M. A. *et al.* **Solar cell efficiency tables (version 41)**. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, v.21, 2013, p.1-11.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**. 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Distâncias e dimensões do sistema Sol - Terra**. 2016. Disponível em: <http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/dia_a_dia/1_7_1.htm>. Acesso em: 12 out. 2016.

JORDAN, Dirk C.; KURTZ, Sarah R. **Photovoltaic Degradation Rates — an Analytical Review**. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. Published online in Wiley Online Library, 2011.

LARONDE R. **PV Systems Energy Production Considering the Time-Variant Reability and Eletrical Losses**. France: University of Angers, 2010.

LEANDRO, Wankes. **Como calcular a viabilidade de um projeto utilizando técnicas de análise de investimento: Payback Simples, VPL e TIR**. 2016. Disponível em: <<http://www.wankesleandro.com/single-post/2016/12/01/Como-calculer-a-viabilidade-de-um-projeto-utilizando-tC3A9cnicas-de-anC3A1lise-de-investimento-Payback-Simples-VPL-e-TIR>>. Acesso em 03 dez. 2016.

MARION, B. **Performance Parameters for Grid-Connected PV Systems**. USA: National Renewable Energy Laboratory, 2005.

MATHWORKS. *Software MATLAB® R2016b*. Disponível em: <<https://www.mathworks.com/downloads/?requestedDomain=www.mathworks.com>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME: EPE, 2007.

_____. **Energia Solar no Brasil e no Mundo**. 2016. Disponível em: <<http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/IFES/BV/mme68.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Montesano. **Análise de viabilidade econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜHTER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos : INPE, 2006.

PORTAL BRASIL. **Caderneta de poupança: índices mensais**. 2016. Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/poupanca_mensal.htm>. Acesso em: 23 nov. 2016.

PORTAL SOLAR. **Célula fotovoltaica**. 2016. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

QUASCHNING, V. *Understanding renewable energy systems*. 1ª ed. London: Earthscan, 2015.

RABAÇA, Samuel Alberto Correia. **Comparação técnico-econômica entre sistemas com inversores centrais e sistemas com inversores de strings**. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis e Eficiência Energética) – Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2014.

RORIZ, L. *et al.* **Energia solar em edifícios**. Amadora: Orion, 2010.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. 1ª ed. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

SAMANEZ, C. P. **Matemática financeira**. 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SAMPAIO, Victor Bruno Ribeiro. **Geração distribuída: normas vigentes, dimensionamento e análise de payback de sistemas solares fotovoltaicos**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SOLARGIS. **Mapas de recursos solares para a Alemanha**. 2016. Disponível em: <<http://solargis.com/products/maps-and-gis-data/free/download/germany>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

SOLAREX. **Datasheet MSX – 77**. Disponível em: <<http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosModulosSolares/Solarex-MSX-77-83.pdf>>. Acesso em 11 nov. 2016.

SOLARVOLT. **Conheça os cinco países com maior capacidade instalada de geração de energia solar**. 2015. Disponível em: <<http://www.solarvoltenergia.com.br/conheca-os-5-paises-com-maior-capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-solar/>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

VALLINA, Miguel Moro. *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo, 2010.

VIANA, Susana Filipa Almeida Castro. **Modelação de micro-sistemas híbridos fotovoltaicos/eólicos para produção descentralizada**. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

VILLALVA, M.G.; GAZOLI J.R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2012

YINGLI SOLAR. *Datasheet módulo YL255P-29b*. 2016. Disponível em: <http://www.yinglisolar.com/assets/uploads/products/downloads/YGE_60_Cell_Series_EN.pdf>. Acesso em: 27 out. 2016.

ZILLES, *et al.* **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

APÊNDICE A – CONFIGURAÇÕES ADMISSÍVEIS PARA O SFCR OBTIDAS COM A SIMULAÇÃO DO *MATLAB* PARA MÓDULOS YINGLI E INVERSORES FRONIUS.

11/09/16 10:33 MATLAB Command Window 1 of 1

Yingli YL255P-29b / Fronius Galvo 2.0-1

soluções encontradas

Resultados-----

[kWh/kWp]	NS[un]	NP[un]	NM[un]	PGER[W]	FDI	Yf
5.00	1.00	1.00	5.00	1275.00	1.57	1696.71
5.00	5.00	2.00	10.00	2550.00	0.78	1694.84
6.00	1.00	1.00	6.00	1530.00	1.31	1704.84
6.00	6.00	2.00	12.00	3060.00	0.65	1653.33
7.00	1.00	1.00	7.00	1785.00	1.12	1705.55
8.00	8.00	1.00	8.00	2040.00	0.98	1703.08

Legendas

NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade

11/09/16 10:19 MATLAB Command Window 1 of 1

Yingli YL255P-29b / Fronius Galvo 3.0-1

soluções encontradas

Resultados-----

[kWh/kWp]	NS[un]	NP[un]	NM[un]	PGER[W]	FDI	Yf
6.00	1.00	1.00	6.00	1530.00	1.96	1690.96
6.00	6.00	2.00	12.00	3060.00	0.98	1708.54
7.00	1.00	1.00	7.00	1785.00	1.68	1704.34
7.00	7.00	2.00	14.00	3570.00	0.84	1702.32
8.00	1.00	1.00	8.00	2040.00	1.47	1711.34
8.00	8.00	2.00	16.00	4080.00	0.74	1689.21
9.00	1.00	1.00	9.00	2295.00	1.31	1713.93
9.00	9.00	2.00	18.00	4590.00	0.65	1655.11
10.00	1.00	1.00	10.00	2550.00	1.18	1713.53
11.00	11.00	1.00	11.00	2805.00	1.07	1711.13

Legendas

NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade

11/09/16 10:27

MATLAB Command Window

1 of 1

Yingli YL255P-29b / Fronius IG Plus 100-V3

```

-----
soluções encontradas
-----
-----
-----
Resultados-----
NS[un]      NP[un]      NM[un]      PGER[W]      FDI      Yf%
[kWh/kWp]
  8.00      2.00      16.00      4080.00      1.96      1691.82
  8.00      3.00      24.00      6120.00      1.31      1711.54
  8.00      4.00      32.00      8160.00      0.98      1704.94
  9.00      2.00      18.00      4590.00      1.74      1701.53
  9.00      3.00      27.00      6885.00      1.16      1710.43
  9.00      4.00      36.00      9180.00      0.87      1699.82
 10.00      2.00      20.00      5100.00      1.57      1707.41
 10.00      3.00      30.00      7650.00      1.05      1707.18
 10.00      4.00      40.00     10200.00      0.78      1693.55
 11.00      2.00      22.00      5610.00      1.43      1710.60
 11.00      3.00      33.00      8415.00      0.95      1703.60
 11.00      4.00      44.00     11220.00      0.71      1679.93
 12.00      2.00      24.00      6120.00      1.31      1711.54
 12.00      3.00      36.00      9180.00      0.87      1699.82
 12.00      4.00      48.00     12240.00      0.65      1651.99
 13.00      2.00      26.00      6630.00      1.21      1711.09
 13.00      3.00      39.00      9945.00      0.80      1695.48
 13.00      4.00      52.00     13260.00      0.60      1613.51
-----
-----

```

11/09/16 10:30

MATLAB Command Window

1 of 2

Yingli YL255P-29b / Fronius Symo 10.0.3-M

```

-----
soluções encontradas
-----
-----
-----
Resultados-----
NS[un]      NP[un]      NM[un]      PGER[W]      FDI      Yf%
[kWh/kWp]
 10.00      2.00      20.00      5100.00      1.96      1724.63
 10.00      3.00      30.00      7650.00      1.31      1747.42
 11.00      2.00      22.00      5610.00      1.78      1733.31
 11.00      3.00      33.00      8415.00      1.19      1747.40
 12.00      2.00      24.00      6120.00      1.63      1739.73
 12.00      3.00      36.00      9180.00      1.09      1745.67
 13.00      2.00      26.00      6630.00      1.51      1743.81
 13.00      3.00      39.00      9945.00      1.01      1743.93
 14.00      2.00      28.00      7140.00      1.40      1746.32
 14.00      3.00      42.00     10710.00      0.93      1741.63
 15.00      2.00      30.00      7650.00      1.31      1747.42
 15.00      3.00      45.00     11475.00      0.87      1739.90
 16.00      2.00      32.00      8160.00      1.23      1747.65
 16.00      3.00      48.00     12240.00      0.82      1737.14
 17.00      2.00      34.00      8670.00      1.15      1746.98
 17.00      3.00      51.00     13005.00      0.77      1730.36
 18.00      2.00      36.00      9180.00      1.09      1745.67
 18.00      3.00      54.00     13770.00      0.73      1719.46
 19.00      2.00      38.00      9690.00      1.03      1744.67
 19.00      3.00      57.00     14535.00      0.69      1701.55
 20.00      1.00      20.00      5100.00      1.96      1724.63
 20.00      2.00      40.00     10200.00      0.98      1743.34
 20.00      3.00      60.00     15300.00      0.65      1682.56
 21.00      1.00      21.00      5355.00      1.87      1729.50
 21.00      2.00      42.00     10710.00      0.93      1741.63
 21.00      3.00      63.00     16065.00      0.62      1658.52
-----
-----

```

**APÊNDICE B – CONFIGURAÇÕES ADMISSÍVEIS PARA O SFCR OBTIDAS COM
A SIMULAÇÃO DO MATLAB PARA MÓDULOS CANADIAN E INVERSORES
FRONIUS.**

```

11/09/16 10:09                                MATLAB Command Window                                1 of 1
-----
Canadian CS6P-260P / Fronius Galvo 2.0-1

-----
soluções encontradas
-----
-----
-----
Resultados-----
      NS[un]      NP[un]      NM[un]      PGER[W]      FDI      Yf✓
[kWh/kWp]
      5.00        1.00        5.00        1300.00      1.54      1711.49
      5.00        2.00        10.00       2600.00      0.77      1703.37
      6.00        1.00        6.00        1560.00      1.28      1717.81
      6.00        2.00        12.00       3120.00      0.64      1653.66
      7.00        1.00        7.00        1820.00      1.10      1717.36
      8.00        1.00        8.00        2080.00      0.96      1714.49
-----
-----
Legendas
NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade
-----

```

```

10/09/16 14:45                                MATLAB Command Window                                1 of 1
-----
Canadian CS6P-260P / Fronius Galvo 3.0-1

-----
soluções encontradas
-----
-----
-----
Resultados-----
      NS[un]      NP[un]      NM[un]      PGER[W]      FDI      Yf✓
[kWh/kWp]
      6.00        1.00        6.00        1560.00      1.92      1707.22
      6.00        2.00        12.00       3120.00      0.96      1719.65
      7.00        1.00        7.00        1820.00      1.65      1719.68
      7.00        2.00        14.00       3640.00      0.82      1712.98
      8.00        1.00        8.00        2080.00      1.44      1725.01
      8.00        2.00        16.00       4160.00      0.72      1696.25
      9.00        1.00        9.00        2340.00      1.28      1726.61
      9.00        2.00        18.00       4680.00      0.64      1655.37
      10.00       1.00        10.00       2600.00      1.15      1725.39
      11.00       1.00        11.00       2860.00      1.05      1722.60
-----
-----
Legendas
NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade
-----

```

10/09/16 15:15

MATLAB Command Window

1 of 1

Canadian CS6P-260P / Fronius IG Plus 100-V3

soluções encontradas-----
Resultados-----

[kWh/kWp]	NS[un]	NP[un]	NM[un]	PGER[W]	FDI	Yf%
8.00	2.00	16.00	4160.00	1.92	1707.79	
8.00	3.00	24.00	6240.00	1.28	1724.10	
8.00	4.00	32.00	8320.00	0.96	1715.95	
9.00	2.00	18.00	4680.00	1.71	1716.81	
9.00	3.00	27.00	7020.00	1.14	1721.85	
9.00	4.00	36.00	9360.00	0.85	1710.73	
10.00	2.00	20.00	5200.00	1.54	1721.60	
10.00	3.00	30.00	7800.00	1.03	1718.47	
10.00	4.00	40.00	10400.00	0.77	1701.93	
11.00	2.00	22.00	5720.00	1.40	1723.78	
11.00	3.00	33.00	8580.00	0.93	1714.50	
11.00	4.00	44.00	11440.00	0.70	1681.34	
12.00	2.00	24.00	6240.00	1.28	1724.10	
12.00	3.00	36.00	9360.00	0.85	1710.73	
12.00	4.00	48.00	12480.00	0.64	1652.39	
13.00	2.00	26.00	6760.00	1.18	1723.04	
13.00	3.00	39.00	10140.00	0.79	1704.92	

10/09/16 15:17

MATLAB Command Window

1 of 2

Canadian CS6P-260P / Fronius Symo 10.0.3-M

soluções encontradas-----
Resultados-----

[kWh/kWp]	NS[un]	NP[un]	NM[un]	PGER[W]	FDI	Yf%
10.00	2.00	20.00	5200.00	1.92	1740.50	
10.00	3.00	30.00	7800.00	1.28	1760.36	
11.00	2.00	22.00	5720.00	1.75	1749.46	
11.00	3.00	33.00	8580.00	1.17	1759.63	
12.00	2.00	24.00	6240.00	1.60	1754.58	
12.00	3.00	36.00	9360.00	1.07	1757.70	
13.00	2.00	26.00	6760.00	1.48	1757.82	
13.00	3.00	39.00	10140.00	0.99	1755.66	
14.00	2.00	28.00	7280.00	1.37	1759.86	
14.00	3.00	42.00	10920.00	0.92	1753.22	
15.00	2.00	30.00	7800.00	1.28	1760.36	
15.00	3.00	45.00	11700.00	0.85	1751.54	
16.00	2.00	32.00	8320.00	1.20	1760.14	
16.00	3.00	48.00	12480.00	0.80	1748.04	
17.00	2.00	34.00	8840.00	1.13	1759.10	
17.00	3.00	51.00	13260.00	0.75	1738.71	
18.00	2.00	36.00	9360.00	1.07	1757.70	
18.00	3.00	54.00	14040.00	0.71	1724.80	
19.00	2.00	38.00	9880.00	1.01	1756.56	
19.00	3.00	57.00	14820.00	0.67	1703.41	
20.00	1.00	20.00	5200.00	1.92	1740.50	
20.00	2.00	40.00	10400.00	0.96	1754.97	
20.00	3.00	60.00	15600.00	0.64	1681.80	
21.00	1.00	21.00	5460.00	1.83	1745.33	
21.00	2.00	42.00	10920.00	0.92	1753.22	
21.00	3.00	63.00	16380.00	0.61	1655.14	

11/09/16 10:03

MATLAB Command Window

1 of 1

Canadian CS6P-265P / Fronius Galvo 2.0-1

```

-----
soluções encontradas
-----
-----
-----
Resultados-----
NS[un]      NP[un]      NM[un]      PGER[W]      FDI      Yf
[kWh/kWp]
5.00        1.00        5.00        1325.00      1.51     1712.55
5.00        2.00        10.00       2650.00      0.75     1701.53
6.00        1.00        6.00        1590.00      1.26     1718.14
6.00        2.00        12.00       3180.00      0.63     1638.14
7.00        1.00        7.00        1855.00      1.08     1717.04
8.00        1.00        8.00        2120.00      0.94     1713.87
-----
-----
Legendas
NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade
-----

```

11/09/16 09:45

MATLAB Command Window

1 of 1

Canadian CS6P-265P / Fronius Galvo 3.0-1

```

-----
soluções encontradas
-----
-----
-----
Resultados-----
NS[un]      NP[un]      NM[un]      PGER[W]      FDI      Yf
[kWh/kWp]
6.00        1.00        6.00        1590.00      1.89     1709.03
6.00        2.00        12.00       3180.00      0.94     1718.75
7.00        1.00        7.00        1855.00      1.62     1720.68
7.00        2.00        14.00       3710.00      0.81     1711.28
8.00        1.00        8.00        2120.00      1.42     1725.52
8.00        2.00        16.00       4240.00      0.71     1689.08
9.00        1.00        9.00        2385.00      1.26     1726.58
9.00        2.00        18.00       4770.00      0.63     1639.75
10.00       1.00        10.00       2650.00      1.13     1724.95
11.00       1.00        11.00       2915.00      1.03     1721.98
-----
-----
Legendas
NS: Módulos em série
NP: Módulos em paralelo
NM: Número de módulos
PGER: Potência do gerador
FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor
Yf: Produtividade
-----

```

11/09/16 09:54

MATLAB Command Window

1 of 1

Canadian CS6P-265P / Fronius IG Plus 100-V3

soluções encontradas

Resultados-----

[kWh/kWp]	NS[un]	NP[un]	NM[un]	PGER[W]	FDI	Yf%
8.00	2.00	16.00	4240.00	1.89	1709.39	
8.00	3.00	24.00	6360.00	1.26	1723.95	
8.00	4.00	32.00	8480.00	0.94	1714.99	
9.00	2.00	18.00	4770.00	1.68	1717.85	
9.00	3.00	27.00	7155.00	1.12	1721.29	
9.00	4.00	36.00	9540.00	0.84	1709.56	
10.00	2.00	20.00	5300.00	1.51	1722.21	
10.00	3.00	30.00	7950.00	1.01	1717.71	
10.00	4.00	40.00	10600.00	0.75	1700.07	
11.00	2.00	22.00	5830.00	1.37	1723.94	
11.00	3.00	33.00	8745.00	0.91	1713.53	
11.00	4.00	44.00	11660.00	0.69	1676.62	
12.00	2.00	24.00	6360.00	1.26	1723.95	
12.00	3.00	36.00	9540.00	0.84	1709.56	
12.00	4.00	48.00	12720.00	0.63	1636.95	
13.00	2.00	26.00	6890.00	1.16	1722.61	
13.00	3.00	39.00	10335.00	0.77	1703.54	

11/09/16 09:57

MATLAB Command Window

1 of 2

Canadian CS6P-265P / Fronius Symo 10.0.3-M

soluções encontradas

Resultados-----

[kWh/kWp]	NS[un]	NP[un]	NM[un]	PGER[W]	FDI	Yf%
10.00	2.00	20.00	5300.00	1.89	1742.74	
10.00	3.00	30.00	7950.00	1.26	1760.37	
11.00	2.00	22.00	5830.00	1.72	1750.69	
11.00	3.00	33.00	8745.00	1.14	1759.29	
12.00	2.00	24.00	6360.00	1.57	1755.41	
12.00	3.00	36.00	9540.00	1.05	1757.28	
13.00	2.00	26.00	6890.00	1.45	1758.31	
13.00	3.00	39.00	10335.00	0.97	1754.97	
14.00	2.00	28.00	7420.00	1.35	1760.13	
14.00	3.00	42.00	11130.00	0.90	1752.63	
15.00	2.00	30.00	7950.00	1.26	1760.37	
15.00	3.00	45.00	11925.00	0.84	1750.61	
16.00	2.00	32.00	8480.00	1.18	1759.79	
16.00	3.00	48.00	12720.00	0.79	1745.20	
17.00	2.00	34.00	9010.00	1.11	1758.50	
17.00	3.00	51.00	13515.00	0.74	1732.59	
18.00	2.00	36.00	9540.00	1.05	1757.28	
18.00	3.00	54.00	14310.00	0.70	1715.13	
19.00	1.00	19.00	5035.00	1.99	1736.85	
19.00	2.00	38.00	10070.00	0.99	1755.98	
19.00	3.00	57.00	15105.00	0.66	1696.75	
20.00	1.00	20.00	5300.00	1.89	1742.74	
20.00	2.00	40.00	10600.00	0.94	1754.25	
20.00	3.00	60.00	15900.00	0.63	1664.60	
21.00	1.00	21.00	5565.00	1.80	1747.25	
21.00	2.00	42.00	11130.00	0.90	1752.63	

APÊNDICE C – ESTIMATIVA DE ECONOMIA MENSAL DURANTE O PERÍODO DE VIDA ÚTIL DOS MÓDULOS E INVERSORES DO SFCR DO CASO A.

1º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA/SEM USO DOS CRÉDITOS GERADOS)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/15	4524,53	4047	-477,53	111,80%	100	0,68163	R\$ 2.758,56	R\$ 68,16	R\$ 2.690,39
out/15	4396,12	4279	-117,12	102,74%	100	0,68505	R\$ 2.931,33	R\$ 68,51	R\$ 2.862,82
nov/15	4146,86	3968	-178,86	104,51%	100	0,68112	R\$ 2.702,68	R\$ 68,11	R\$ 2.634,57
dez/15	3874,93	4218	343,07	91,87%	343,07	0,66081	R\$ 2.787,30	R\$ 226,70	R\$ 2.560,59
jan/16	3451,94	3316	-135,94	104,10%	100	0,68404	R\$ 2.268,28	R\$ 68,40	R\$ 2.199,87
fev/16	3467,04	3396	-71,04	102,09%	100	0,65626	R\$ 2.228,66	R\$ 65,63	R\$ 2.163,03
mar/16	3648,33	4340	691,67	84,06%	691,67	0,62476	R\$ 2.711,46	R\$ 432,13	R\$ 2.279,33
abr/16	3436,83	3829	392,17	89,76%	392,17	0,70767	R\$ 2.709,67	R\$ 277,53	R\$ 2.432,14
mai/16	4063,77	4058	-5,77	100,14%	100	0,70182	R\$ 2.847,99	R\$ 70,18	R\$ 2.777,80
jun/16	3905,15	4441	535,85	87,93%	535,85	0,70872	R\$ 3.147,43	R\$ 379,77	R\$ 2.767,65
jul/16	4343,25	4626	282,75	93,89%	282,75	0,70078	R\$ 3.241,81	R\$ 198,15	R\$ 3.043,66
ago/16	4773,79	4474	-299,79	106,70%	100	0,68266	R\$ 3.054,22	R\$ 68,27	R\$ 2.985,95
ACUMULADO ANUAL							R\$ 33.389,37	R\$ 1.991,54	R\$ 31.397,83

1º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA/COM USO DOS CRÉDITOS GERADOS)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/15	4524,53	4047	-477,53	111,80%	100	0,68163	R\$ 2.758,56	R\$ 68,16	R\$ 2.690,39
out/15	4396,12	4279	-117,12	102,74%	100	0,68505	R\$ 2.931,33	R\$ 68,51	R\$ 2.862,82
nov/15	4146,86	3968	-178,86	104,51%	100	0,68112	R\$ 2.702,68	R\$ 68,11	R\$ 2.634,57
dez/15	3874,93	4218	343,07	91,87%	343,07	0,66081	R\$ 2.787,30	R\$ 226,70	R\$ 2.560,59
jan/16	3451,94	3316	-135,94	104,10%	100	0,68404	R\$ 2.268,28	R\$ 68,40	R\$ 2.199,87
fev/16	3467,04	3396	-71,04	102,09%	100	0,65626	R\$ 2.228,66	R\$ 65,63	R\$ 2.163,03
mar/16	3648,33	4340	99,67	84,06%	100	0,62476	R\$ 2.711,46	R\$ 62,48	R\$ 2.648,98
abr/16	3436,83	3829	99,17	89,76%	100	0,70767	R\$ 2.709,67	R\$ 70,77	R\$ 2.638,90
mai/16	4063,77	4058	-5,77	100,14%	100	0,70182	R\$ 2.847,99	R\$ 70,18	R\$ 2.777,80
jun/16	3905,15	4441	434,6	87,93%	434,6	0,70872	R\$ 3.147,43	R\$ 308,01	R\$ 2.839,42
jul/16	4343,25	4626	282,75	93,89%	282,75	0,70078	R\$ 3.241,81	R\$ 198,15	R\$ 3.043,66
ago/16	4773,79	4474	-299,79	106,70%	100	0,68266	R\$ 3.054,22	R\$ 68,27	R\$ 2.985,95
ACUMULADO ANUAL							R\$ 33.389,37	R\$ 1.343,36	R\$ 32.046,01

2º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/16	4488,33	4047	-441,33	110,91%	100	0,70202	R\$ 2.841,07	R\$ 70,20	R\$ 2.770,87
out/16	4360,95	4279	-81,95	101,92%	100	0,71804	R\$ 3.072,49	R\$ 71,80	R\$ 3.000,69
nov/16	4113,68	3968	-145,68	103,67%	100	0,71804	R\$ 2.849,18	R\$ 71,80	R\$ 2.777,38
dez/16	3843,93	4218	374,07	91,13%	374,07	0,71804	R\$ 3.028,69	R\$ 268,60	R\$ 2.760,10
jan/17	3424,32	3316	-108,32	103,27%	100	0,71804	R\$ 2.381,02	R\$ 71,80	R\$ 2.309,22
fev/17	3439,31	3396	-43,31	101,28%	100	0,71804	R\$ 2.438,46	R\$ 71,80	R\$ 2.366,66
mar/17	3619,14	4340	720,86	83,39%	720,86	0,71804	R\$ 3.116,29	R\$ 517,61	R\$ 2.598,69
abr/17	3409,34	3829	419,66	89,04%	419,66	0,77189	R\$ 2.955,58	R\$ 323,94	R\$ 2.631,64
mai/17	4031,26	4058	26,74	99,34%	100	0,77189	R\$ 3.132,34	R\$ 77,19	R\$ 3.055,15
jun/17	3873,9	4441	567,1	87,23%	567,1	0,77189	R\$ 3.427,98	R\$ 437,74	R\$ 2.990,24
jul/17	4308,5	4626	317,5	93,14%	317,5	0,77189	R\$ 3.570,78	R\$ 245,08	R\$ 3.325,70
ago/17	4735,6	4474	-261,6	105,85%	100	0,77189	R\$ 3.453,45	R\$ 77,19	R\$ 3.376,26
ACUMULADO ANUAL							R\$ 36.267,34	R\$ 2.304,75	R\$ 33.962,60

2º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/16	4488,33	4047	-441,33	110,91%	100	0,70202	R\$ 2.841,07	R\$ 70,20	R\$ 2.770,87
out/16	4360,95	4279	-81,95	101,92%	100	0,71804	R\$ 3.072,49	R\$ 71,80	R\$ 3.000,69
nov/16	4113,68	3968	-145,68	103,67%	100	0,71804	R\$ 2.849,18	R\$ 71,80	R\$ 2.777,38
dez/16	3843,93	4218	374,07	91,13%	374,07	0,71804	R\$ 3.028,69	R\$ 268,60	R\$ 2.760,10
jan/17	3424,32	3316	-108,32	103,27%	100	0,71804	R\$ 2.381,02	R\$ 71,80	R\$ 2.309,22
fev/17	3439,31	3396	-43,31	101,28%	100	0,71804	R\$ 2.438,46	R\$ 71,80	R\$ 2.366,66
mar/17	3619,14	4340	99,06	83,39%	100	0,71804	R\$ 3.116,29	R\$ 71,80	R\$ 3.044,49
abr/17	3409,34	3829	419,66	89,04%	419,66	0,77189	R\$ 2.955,58	R\$ 323,94	R\$ 2.631,64
mai/17	4031,26	4058	26,74	99,34%	100	0,77189	R\$ 3.132,34	R\$ 77,19	R\$ 3.055,15
jun/17	3873,9	4441	99,1	87,23%	100	0,77189	R\$ 3.427,98	R\$ 77,19	R\$ 3.350,79
jul/17	4308,5	4626	286,9	93,14%	286,9	0,77189	R\$ 3.570,78	R\$ 221,46	R\$ 3.349,32
ago/17	4735,6	4474	-261,6	105,85%	100	0,77189	R\$ 3.453,45	R\$ 77,19	R\$ 3.376,26
ACUMULADO ANUAL							R\$ 36.267,34	R\$ 1.474,78	R\$ 34.792,57

3º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/17	4452,43	4047	-405,43	110,02%	100	0,77189	R\$ 3.123,85	R\$ 77,19	R\$ 3.046,66
out/17	4326,06	4279	-47,06	101,10%	100	0,77189	R\$ 3.302,93	R\$ 77,19	R\$ 3.225,74
nov/17	4080,77	3968	-112,77	102,84%	100	0,77189	R\$ 3.062,87	R\$ 77,19	R\$ 2.985,68
dez/17	3813,18	4218	404,82	90,40%	404,82	0,77189	R\$ 3.255,84	R\$ 312,48	R\$ 2.943,37
jan/18	3396,93	3316	-80,93	102,44%	100	0,77189	R\$ 2.559,60	R\$ 77,19	R\$ 2.482,41
fev/18	3411,79	3396	-15,79	100,47%	100	0,77189	R\$ 2.621,35	R\$ 77,19	R\$ 2.544,16
mar/18	3590,19	4340	749,81	82,72%	749,81	0,77189	R\$ 3.350,02	R\$ 578,77	R\$ 2.771,24
abr/18	3382,06	3829	446,94	88,33%	446,94	0,82978	R\$ 3.177,25	R\$ 370,86	R\$ 2.806,38
mai/18	3999,01	4058	58,99	98,55%	100	0,82978	R\$ 3.367,27	R\$ 82,98	R\$ 3.284,29
jun/18	3842,91	4441	598,09	86,53%	598,09	0,82978	R\$ 3.685,08	R\$ 496,28	R\$ 3.188,79
jul/18	4274,03	4626	351,97	92,39%	351,97	0,82978	R\$ 3.838,59	R\$ 292,06	R\$ 3.546,53
ago/18	4697,72	4474	-223,72	105,00%	100	0,82978	R\$ 3.712,46	R\$ 82,98	R\$ 3.629,48
ACUMULADO ANUAL							R\$ 39.057,09	R\$ 2.602,36	R\$ 36.454,73

3º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/17	4452,43	4047	-405,43	110,02%	100	0,77189	R\$ 3.123,85	R\$ 77,19	R\$ 3.046,66
out/17	4326,06	4279	-47,06	101,10%	100	0,77189	R\$ 3.302,93	R\$ 77,19	R\$ 3.225,74
nov/17	4080,77	3968	-112,77	102,84%	100	0,77189	R\$ 3.062,87	R\$ 77,19	R\$ 2.985,68
dez/17	3813,18	4218	404,82	90,40%	404,82	0,77189	R\$ 3.255,84	R\$ 312,48	R\$ 2.943,37
jan/18	3396,93	3316	-80,93	102,44%	100	0,77189	R\$ 2.559,60	R\$ 77,19	R\$ 2.482,41
fev/18	3411,79	3396	-15,79	100,47%	100	0,77189	R\$ 2.621,35	R\$ 77,19	R\$ 2.544,16
mar/18	3590,19	4340	749,81	82,72%	749,81	0,77189	R\$ 3.350,02	R\$ 578,77	R\$ 2.771,24
abr/18	3382,06	3829	273,96	88,33%	273,96	0,82978	R\$ 3.177,25	R\$ 227,32	R\$ 2.949,92
mai/18	3999,01	4058	58,99	98,55%	100	0,82978	R\$ 3.367,27	R\$ 82,98	R\$ 3.284,29
jun/18	3842,91	4441	99,48	86,53%	100	0,82978	R\$ 3.685,08	R\$ 82,98	R\$ 3.602,10
jul/18	4274,03	4626	99,97	92,39%	100	0,82978	R\$ 3.838,59	R\$ 82,98	R\$ 3.755,61
ago/18	4697,72	4474	-223,72	105,00%	100	0,82978	R\$ 3.712,46	R\$ 82,98	R\$ 3.629,48
ACUMULADO ANUAL							R\$ 39.057,09	R\$ 1.836,44	R\$ 37.220,65

4º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/18	4416,81	4047	-369,81	109,14%	100	0,82978	R\$ 3.358,14	R\$ 82,98	R\$ 3.275,16
out/18	4291,46	4279	-12,46	100,29%	100	0,82978	R\$ 3.550,65	R\$ 82,98	R\$ 3.467,67
nov/18	4048,13	3968	-80,13	102,02%	100	0,82978	R\$ 3.292,59	R\$ 82,98	R\$ 3.209,61
dez/18	3782,68	4218	435,32	89,68%	435,32	0,82978	R\$ 3.500,03	R\$ 361,23	R\$ 3.138,81
jan/19	3369,75	3316	-53,75	101,62%	100	0,82978	R\$ 2.751,57	R\$ 82,98	R\$ 2.668,59
fev/19	3384,5	3396	11,5	99,66%	100	0,82978	R\$ 2.817,95	R\$ 82,98	R\$ 2.734,97
mar/19	3561,47	4340	778,53	82,06%	778,53	0,82978	R\$ 3.601,27	R\$ 646,02	R\$ 2.955,25
abr/19	3355	3829	474	87,62%	474	0,89202	R\$ 3.415,54	R\$ 422,81	R\$ 2.992,73
mai/19	3967,02	4058	90,98	97,76%	100	0,89202	R\$ 3.619,81	R\$ 89,20	R\$ 3.530,61
jun/19	3812,17	4441	628,83	85,84%	628,83	0,89202	R\$ 3.961,46	R\$ 560,93	R\$ 3.400,53
jul/19	4239,84	4626	386,16	91,65%	386,16	0,89202	R\$ 4.126,48	R\$ 344,46	R\$ 3.782,02
ago/19	4660,14	4474	-186,14	104,16%	100	0,89202	R\$ 3.990,89	R\$ 89,20	R\$ 3.901,69
ACUMULADO ANUAL							R\$ 41.986,37	R\$ 2.928,74	R\$ 39.057,63

4º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/18	4416,81	4047	-369,81	109,14%	100	0,82978	R\$ 3.358,14	R\$ 82,98	R\$ 3.275,16
out/18	4291,46	4279	-12,46	100,29%	100	0,82978	R\$ 3.550,65	R\$ 82,98	R\$ 3.467,67
nov/18	4048,13	3968	-80,13	102,02%	100	0,82978	R\$ 3.292,59	R\$ 82,98	R\$ 3.209,61
dez/18	3782,68	4218	435,32	89,68%	435,32	0,82978	R\$ 3.500,03	R\$ 361,23	R\$ 3.138,81
jan/19	3369,75	3316	-53,75	101,62%	100	0,82978	R\$ 2.751,57	R\$ 82,98	R\$ 2.668,59
fev/19	3384,5	3396	11,5	99,66%	100	0,82978	R\$ 2.817,95	R\$ 82,98	R\$ 2.734,97
mar/19	3561,47	4340	778,53	82,06%	778,53	0,82978	R\$ 3.601,27	R\$ 646,02	R\$ 2.955,25
abr/19	3355	3829	474	87,62%	474	0,89202	R\$ 3.415,54	R\$ 422,81	R\$ 2.992,73
mai/19	3967,02	4058	90,98	97,76%	100	0,89202	R\$ 3.619,81	R\$ 89,20	R\$ 3.530,61
jun/19	3812,17	4441	99,11	85,84%	100	0,89202	R\$ 3.961,46	R\$ 89,20	R\$ 3.872,25
jul/19	4239,84	4626	176,02	91,65%	176,02	0,89202	R\$ 4.126,48	R\$ 157,01	R\$ 3.969,47
ago/19	4660,14	4474	-186,14	104,16%	100	0,89202	R\$ 3.990,89	R\$ 89,20	R\$ 3.901,69
ACUMULADO ANUAL							R\$ 41.986,37	R\$ 2.269,56	R\$ 39.716,81

5º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/19	4381,47	4047	-334,47	108,26%	100	0,89202	R\$ 3.610,00	R\$ 89,20	R\$ 3.520,80
out/19	4257,12	4279	21,88	99,49%	100	0,89202	R\$ 3.816,95	R\$ 89,20	R\$ 3.727,75
nov/19	4015,74	3968	-47,74	101,20%	100	0,89202	R\$ 3.539,53	R\$ 89,20	R\$ 3.450,33
dez/19	3752,41	4218	465,59	88,96%	465,59	0,89202	R\$ 3.762,54	R\$ 415,31	R\$ 3.347,22
jan/20	3342,79	3316	-26,79	100,81%	100	0,89202	R\$ 2.957,93	R\$ 89,20	R\$ 2.868,73
fev/20	3357,42	3396	38,58	98,86%	100	0,89202	R\$ 3.029,30	R\$ 89,20	R\$ 2.940,09
mar/20	3532,97	4340	807,03	81,40%	807,03	0,89202	R\$ 3.871,36	R\$ 719,88	R\$ 3.151,48
abr/20	3328,16	3829	500,84	86,92%	500,84	0,95892	R\$ 3.671,71	R\$ 480,26	R\$ 3.191,44
mai/20	3935,28	4058	122,72	96,98%	122,72	0,95892	R\$ 3.891,30	R\$ 117,68	R\$ 3.773,62
jun/20	3781,67	4441	659,33	85,15%	659,33	0,95892	R\$ 4.258,56	R\$ 632,24	R\$ 3.626,32
jul/20	4205,92	4626	420,08	90,92%	420,08	0,95892	R\$ 4.435,97	R\$ 402,82	R\$ 4.033,14
ago/20	4622,86	4474	-148,86	103,33%	100	0,95892	R\$ 4.290,21	R\$ 95,89	R\$ 4.194,32
ACUMULADO ANUAL							R\$ 45.135,35	R\$ 3.310,10	R\$ 41.825,25

5º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/19	4381,47	4047	-334,47	108,26%	100	0,89202	R\$ 3.610,00	R\$ 89,20	R\$ 3.520,80
out/19	4257,12	4279	21,88	99,49%	100	0,89202	R\$ 3.816,95	R\$ 89,20	R\$ 3.727,75
nov/19	4015,74	3968	-47,74	101,20%	100	0,89202	R\$ 3.539,53	R\$ 89,20	R\$ 3.450,33
dez/19	3752,41	4218	465,59	88,96%	465,59	0,89202	R\$ 3.762,54	R\$ 415,31	R\$ 3.347,22
jan/20	3342,79	3316	-26,79	100,81%	100	0,89202	R\$ 2.957,93	R\$ 89,20	R\$ 2.868,73
fev/20	3357,42	3396	38,58	98,86%	100	0,89202	R\$ 3.029,30	R\$ 89,20	R\$ 2.940,09
mar/20	3532,97	4340	807,03	81,40%	807,03	0,89202	R\$ 3.871,36	R\$ 719,88	R\$ 3.151,48
abr/20	3328,16	3829	500,84	86,92%	500,84	0,95892	R\$ 3.671,71	R\$ 480,26	R\$ 3.191,44
mai/20	3935,28	4058	122,72	96,98%	122,72	0,95892	R\$ 3.891,30	R\$ 117,68	R\$ 3.773,62
jun/20	3781,67	4441	99,19	85,15%	100	0,95892	R\$ 4.258,56	R\$ 95,89	R\$ 4.162,67
jul/20	4205,92	4626	385,07	90,92%	385,07	0,95892	R\$ 4.435,97	R\$ 369,25	R\$ 4.066,71
ago/20	4622,86	4474	-148,86	103,33%	100	0,95892	R\$ 4.290,21	R\$ 95,89	R\$ 4.194,32
ACUMULADO ANUAL							R\$ 45.135,35	R\$ 2.740,18	R\$ 42.395,17

6º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/20	4346,42	4047	-299,42	107,40%	100	0,95892	R\$ 3.880,75	R\$ 95,89	R\$ 3.784,86
out/20	4223,07	4279	55,93	98,69%	100	0,95892	R\$ 4.103,22	R\$ 95,89	R\$ 4.007,33
nov/20	3983,62	3968	-15,62	100,39%	100	0,95892	R\$ 3.805,00	R\$ 95,89	R\$ 3.709,10
dez/20	3722,39	4218	495,61	88,25%	495,61	0,95892	R\$ 4.044,73	R\$ 475,25	R\$ 3.569,48
jan/21	3316,05	3316	-0,05	100,00%	100	0,95892	R\$ 3.179,78	R\$ 95,89	R\$ 3.083,89
fev/21	3330,56	3396	65,44	98,07%	100	0,95892	R\$ 3.256,49	R\$ 95,89	R\$ 3.160,60
mar/21	3504,71	4340	835,29	80,75%	835,29	0,95892	R\$ 4.161,71	R\$ 800,98	R\$ 3.360,74
abr/21	3301,54	3829	527,46	86,22%	527,46	1,03084	R\$ 3.947,08	R\$ 543,73	R\$ 3.403,36
mai/21	3903,8	4058	154,2	96,20%	154,2	1,03084	R\$ 4.183,15	R\$ 158,96	R\$ 4.024,19
jun/21	3751,42	4441	689,58	84,47%	689,58	1,03084	R\$ 4.577,96	R\$ 710,85	R\$ 3.867,11
jul/21	4172,27	4626	453,73	90,19%	453,73	1,03084	R\$ 4.768,66	R\$ 467,72	R\$ 4.300,94
ago/21	4585,87	4474	-111,87	102,50%	100	1,03084	R\$ 4.611,97	R\$ 103,08	R\$ 4.508,89
ACUMULADO ANUAL							R\$ 48.520,50	R\$ 3.740,02	R\$ 44.780,49

6º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/20	4346,42	4047	-299,42	107,40%	100	0,95892	R\$ 3.880,75	R\$ 95,89	R\$ 3.784,86
out/20	4223,07	4279	55,93	98,69%	100	0,95892	R\$ 4.103,22	R\$ 95,89	R\$ 4.007,33
nov/20	3983,62	3968	-15,62	100,39%	100	0,95892	R\$ 3.805,00	R\$ 95,89	R\$ 3.709,10
dez/20	3722,39	4218	495,61	88,25%	495,61	0,95892	R\$ 4.044,73	R\$ 475,25	R\$ 3.569,48
jan/21	3316,05	3316	-0,05	100,00%	100	0,95892	R\$ 3.179,78	R\$ 95,89	R\$ 3.083,89
fev/21	3330,56	3396	65,44	98,07%	100	0,95892	R\$ 3.256,49	R\$ 95,89	R\$ 3.160,60
mar/21	3504,71	4340	835,29	80,75%	835,29	0,95892	R\$ 4.161,71	R\$ 800,98	R\$ 3.360,74
abr/21	3301,54	3829	527,46	86,22%	527,46	1,03084	R\$ 3.947,08	R\$ 543,73	R\$ 3.403,36
mai/21	3903,8	4058	154,2	96,20%	154,2	1,03084	R\$ 4.183,15	R\$ 158,96	R\$ 4.024,19
jun/21	3751,42	4441	225,64	84,47%	225,64	1,03084	R\$ 4.577,96	R\$ 232,59	R\$ 4.345,36
jul/21	4172,27	4626	453,73	90,19%	453,73	1,03084	R\$ 4.768,66	R\$ 467,72	R\$ 4.300,94
ago/21	4585,87	4474	-111,87	102,50%	100	1,03084	R\$ 4.611,97	R\$ 103,08	R\$ 4.508,89
ACUMULADO ANUAL							R\$ 48.520,50	R\$ 3.261,76	R\$ 45.258,74

7º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/21	4311,65	4047	-264,65	106,54%	100	1,03084	R\$ 4.171,81	R\$ 103,08	R\$ 4.068,72
out/21	4189,28	4279	89,72	97,90%	100	1,03084	R\$ 4.410,96	R\$ 103,08	R\$ 4.307,88
nov/21	3951,75	3968	16,25	99,59%	100	1,03084	R\$ 4.090,37	R\$ 103,08	R\$ 3.987,29
dez/21	3692,62	4218	525,38	87,54%	525,38	1,03084	R\$ 4.348,08	R\$ 541,59	R\$ 3.806,49
jan/22	3289,52	3316	26,48	99,20%	100	1,03084	R\$ 3.418,26	R\$ 103,08	R\$ 3.315,18
fev/22	3303,92	3396	92,08	97,29%	100	1,03084	R\$ 3.500,73	R\$ 103,08	R\$ 3.397,65
mar/22	3476,67	4340	863,33	80,11%	863,33	1,03084	R\$ 4.473,84	R\$ 889,95	R\$ 3.583,89
abr/22	3275,13	3829	553,87	85,53%	553,87	1,10815	R\$ 4.243,11	R\$ 613,78	R\$ 3.629,34
mai/22	3872,57	4058	185,43	95,43%	185,43	1,10815	R\$ 4.496,88	R\$ 205,49	R\$ 4.291,39
jun/22	3721,41	4441	719,59	83,80%	719,59	1,10815	R\$ 4.921,30	R\$ 797,42	R\$ 4.123,89
jul/22	4138,9	4626	487,1	89,47%	487,1	1,10815	R\$ 5.126,31	R\$ 539,79	R\$ 4.586,53
ago/22	4549,19	4474	-75,19	101,68%	100	1,10815	R\$ 4.957,87	R\$ 110,82	R\$ 4.847,06
ACUMULADO ANUAL							R\$ 52.159,54	R\$ 4.214,24	R\$ 47.945,30

7º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/21	4311,65	4047	-264,65	106,54%	100	1,03084	R\$ 4.171,81	R\$ 103,08	R\$ 4.068,72
out/21	4189,28	4279	89,72	97,90%	100	1,03084	R\$ 4.410,96	R\$ 103,08	R\$ 4.307,88
nov/21	3951,75	3968	16,25	99,59%	100	1,03084	R\$ 4.090,37	R\$ 103,08	R\$ 3.987,29
dez/21	3692,62	4218	525,38	87,54%	525,38	1,03084	R\$ 4.348,08	R\$ 541,59	R\$ 3.806,49
jan/22	3289,52	3316	26,48	99,20%	100	1,03084	R\$ 3.418,26	R\$ 103,08	R\$ 3.315,18
fev/22	3303,92	3396	92,08	97,29%	100	1,03084	R\$ 3.500,73	R\$ 103,08	R\$ 3.397,65
mar/22	3476,67	4340	863,33	80,11%	863,33	1,03084	R\$ 4.473,84	R\$ 889,95	R\$ 3.583,89
abr/22	3275,13	3829	553,87	85,53%	553,87	1,10815	R\$ 4.243,11	R\$ 613,78	R\$ 3.629,34
mai/22	3872,57	4058	185,43	95,43%	185,43	1,10815	R\$ 4.496,88	R\$ 205,49	R\$ 4.291,39
jun/22	3721,41	4441	343,07	83,80%	343,07	1,10815	R\$ 4.921,30	R\$ 380,17	R\$ 4.541,13
jul/22	4138,9	4626	487,1	89,47%	487,1	1,10815	R\$ 5.126,31	R\$ 539,79	R\$ 4.586,53
ago/22	4549,19	4474	-75,19	101,68%	100	1,10815	R\$ 4.957,87	R\$ 110,82	R\$ 4.847,06
ACUMULADO ANUAL							R\$ 52.159,54	R\$ 3.796,99	R\$ 48.362,55

8º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/22	4277,16	4047	-230,16	105,69%	100	1,10815	R\$ 4.484,69	R\$ 110,82	R\$ 4.373,88
out/22	4155,77	4279	123,23	97,12%	123,23	1,10815	R\$ 4.741,78	R\$ 136,56	R\$ 4.605,22
nov/22	3920,13	3968	47,87	98,79%	100	1,10815	R\$ 4.397,15	R\$ 110,82	R\$ 4.286,33
dez/22	3663,07	4218	554,93	86,84%	554,93	1,10815	R\$ 4.674,19	R\$ 614,94	R\$ 4.059,24
jan/23	3263,21	3316	52,79	98,41%	100	1,10815	R\$ 3.674,63	R\$ 110,82	R\$ 3.563,82
fev/23	3277,49	3396	118,51	96,51%	118,51	1,10815	R\$ 3.763,28	R\$ 131,33	R\$ 3.631,96
mar/23	3448,86	4340	891,14	79,47%	891,14	1,10815	R\$ 4.809,38	R\$ 987,52	R\$ 3.821,86
abr/23	3248,93	3829	580,07	84,85%	580,07	1,19126	R\$ 4.561,35	R\$ 691,02	R\$ 3.870,33
mai/23	3841,59	4058	216,41	94,67%	216,41	1,19126	R\$ 4.834,15	R\$ 257,81	R\$ 4.576,34
jun/23	3691,64	4441	749,36	83,13%	749,36	1,19126	R\$ 5.290,40	R\$ 892,69	R\$ 4.397,71
jul/23	4105,79	4626	520,21	88,75%	520,21	1,19126	R\$ 5.510,79	R\$ 619,71	R\$ 4.891,07
ago/23	4512,79	4474	-38,79	100,87%	100	1,19126	R\$ 5.329,71	R\$ 119,13	R\$ 5.210,59
ACUMULADO ANUAL							R\$ 56.071,51	R\$ 4.783,15	R\$ 51.288,35

8º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/22	4277,16	4047	-230,16	105,69%	100	1,10815	R\$ 4.484,69	R\$ 110,82	R\$ 4.373,88
out/22	4155,77	4279	123,23	97,12%	123,23	1,10815	R\$ 4.741,78	R\$ 136,56	R\$ 4.605,22
nov/22	3920,13	3968	47,87	98,79%	100	1,10815	R\$ 4.397,15	R\$ 110,82	R\$ 4.286,33
dez/22	3663,07	4218	554,93	86,84%	554,93	1,10815	R\$ 4.674,19	R\$ 614,94	R\$ 4.059,24
jan/23	3263,21	3316	52,79	98,41%	100	1,10815	R\$ 3.674,63	R\$ 110,82	R\$ 3.563,82
fev/23	3277,49	3396	118,51	96,51%	118,51	1,10815	R\$ 3.763,28	R\$ 131,33	R\$ 3.631,96
mar/23	3448,86	4340	891,14	79,47%	891,14	1,10815	R\$ 4.809,38	R\$ 987,52	R\$ 3.821,86
abr/23	3248,93	3829	580,07	84,85%	580,07	1,19126	R\$ 4.561,35	R\$ 691,02	R\$ 3.870,33
mai/23	3841,59	4058	216,41	94,67%	216,41	1,19126	R\$ 4.834,15	R\$ 257,81	R\$ 4.576,34
jun/23	3691,64	4441	444,02	83,13%	444,02	1,19126	R\$ 5.290,40	R\$ 528,94	R\$ 4.761,46
jul/23	4105,79	4626	520,21	88,75%	520,21	1,19126	R\$ 5.510,79	R\$ 619,71	R\$ 4.891,07
ago/23	4512,79	4474	-38,79	100,87%	100	1,19126	R\$ 5.329,71	R\$ 119,13	R\$ 5.210,59
ACUMULADO ANUAL							R\$ 56.071,51	R\$ 4.419,41	R\$ 51.652,10

9º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/23	4242,94	4047	-195,94	104,84%	100	1,19126	R\$ 4.821,04	R\$ 119,13	R\$ 4.701,92
out/23	4122,52	4279	156,48	96,34%	156,48	1,19126	R\$ 5.097,42	R\$ 186,41	R\$ 4.911,01
nov/23	3888,77	3968	79,23	98,00%	100	1,19126	R\$ 4.726,93	R\$ 119,13	R\$ 4.607,81
dez/23	3633,77	4218	584,23	86,15%	584,23	1,19126	R\$ 5.024,75	R\$ 695,97	R\$ 4.328,78
jan/24	3237,1	3316	78,9	97,62%	100	1,19126	R\$ 3.950,23	R\$ 119,13	R\$ 3.831,10
fev/24	3251,27	3396	144,73	95,74%	144,73	1,19126	R\$ 4.045,53	R\$ 172,41	R\$ 3.873,12
mar/24	3421,27	4340	918,73	78,83%	918,73	1,19126	R\$ 5.170,08	R\$ 1.094,45	R\$ 4.075,63
abr/24	3222,93	3829	606,07	84,17%	606,07	1,28061	R\$ 4.903,45	R\$ 776,13	R\$ 4.127,32
mai/24	3810,85	4058	247,15	93,91%	247,15	1,28061	R\$ 5.196,71	R\$ 316,50	R\$ 4.880,21
jun/24	3662,1	4441	778,9	82,46%	778,9	1,28061	R\$ 5.687,18	R\$ 997,46	R\$ 4.689,72
jul/24	4072,94	4626	553,06	88,04%	553,06	1,28061	R\$ 5.924,09	R\$ 708,25	R\$ 5.215,84
ago/24	4476,69	4474	-2,69	100,06%	100	1,28061	R\$ 5.729,44	R\$ 128,06	R\$ 5.601,38
ACUMULADO ANUAL							R\$ 60.276,87	R\$ 5.433,03	R\$ 54.843,84

9º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/23	4242,94	4047	-195,94	104,84%	100	1,19126	R\$ 4.821,04	R\$ 119,13	R\$ 4.701,92
out/23	4122,52	4279	156,48	96,34%	156,48	1,19126	R\$ 5.097,42	R\$ 186,41	R\$ 4.911,01
nov/23	3888,77	3968	79,23	98,00%	100	1,19126	R\$ 4.726,93	R\$ 119,13	R\$ 4.607,81
dez/23	3633,77	4218	584,23	86,15%	584,23	1,19126	R\$ 5.024,75	R\$ 695,97	R\$ 4.328,78
jan/24	3237,1	3316	78,9	97,62%	100	1,19126	R\$ 3.950,23	R\$ 119,13	R\$ 3.831,10
fev/24	3251,27	3396	144,73	95,74%	144,73	1,19126	R\$ 4.045,53	R\$ 172,41	R\$ 3.873,12
mar/24	3421,27	4340	918,73	78,83%	918,73	1,19126	R\$ 5.170,08	R\$ 1.094,45	R\$ 4.075,63
abr/24	3222,93	3829	606,07	84,17%	606,07	1,28061	R\$ 4.903,45	R\$ 776,13	R\$ 4.127,32
mai/24	3810,85	4058	247,15	93,91%	247,15	1,28061	R\$ 5.196,71	R\$ 316,50	R\$ 4.880,21
jun/24	3662,1	4441	544,16	82,46%	544,16	1,28061	R\$ 5.687,18	R\$ 696,86	R\$ 4.990,32
jul/24	4072,94	4626	553,06	88,04%	553,06	1,28061	R\$ 5.924,09	R\$ 708,25	R\$ 5.215,84
ago/24	4476,69	4474	-2,69	100,06%	100	1,28061	R\$ 5.729,44	R\$ 128,06	R\$ 5.601,38
ACUMULADO ANUAL							R\$ 60.276,87	R\$ 5.132,43	R\$ 55.144,44

10º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/24	4209	4047	-162	104,00%	100	1,28061	R\$ 5.182,62	R\$ 128,06	R\$ 5.054,56
out/24	4089,54	4279	189,46	95,57%	189,46	1,28061	R\$ 5.479,72	R\$ 242,62	R\$ 5.237,10
nov/24	3857,66	3968	110,34	97,22%	110,34	1,28061	R\$ 5.081,45	R\$ 141,30	R\$ 4.940,15
dez/24	3604,7	4218	613,3	85,46%	613,3	1,28061	R\$ 5.401,61	R\$ 785,40	R\$ 4.616,21
jan/25	3211,2	3316	104,8	96,84%	104,8	1,28061	R\$ 4.246,50	R\$ 134,20	R\$ 4.112,30
fev/25	3225,26	3396	170,74	94,97%	170,74	1,28061	R\$ 4.348,95	R\$ 218,65	R\$ 4.130,29
mar/25	3393,9	4340	946,1	78,20%	946,1	1,28061	R\$ 5.557,84	R\$ 1.211,59	R\$ 4.346,25
abr/25	3197,15	3829	631,85	83,50%	631,85	1,37665	R\$ 5.271,21	R\$ 869,84	R\$ 4.401,37
mai/25	3780,37	4058	277,63	93,16%	277,63	1,37665	R\$ 5.586,46	R\$ 382,20	R\$ 5.204,26
jun/25	3632,81	4441	808,19	81,80%	808,19	1,37665	R\$ 6.113,72	R\$ 1.112,60	R\$ 5.001,12
jul/25	4040,36	4626	585,64	87,34%	585,64	1,37665	R\$ 6.368,40	R\$ 806,23	R\$ 5.562,17
ago/25	4440,88	4474	33,12	99,26%	100	1,37665	R\$ 6.159,15	R\$ 137,67	R\$ 6.021,48
ACUMULADO ANUAL							R\$ 64.797,63	R\$ 6.170,36	R\$ 58.627,27

10º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/24	4209	4047	-162	104,00%	100	1,28061	R\$ 5.182,62	R\$ 128,06	R\$ 5.054,56
out/24	4089,54	4279	189,46	95,57%	189,46	1,28061	R\$ 5.479,72	R\$ 242,62	R\$ 5.237,10
nov/24	3857,66	3968	110,34	97,22%	110,34	1,28061	R\$ 5.081,45	R\$ 141,30	R\$ 4.940,15
dez/24	3604,7	4218	613,3	85,46%	613,3	1,28061	R\$ 5.401,61	R\$ 785,40	R\$ 4.616,21
jan/25	3211,2	3316	104,8	96,84%	104,8	1,28061	R\$ 4.246,50	R\$ 134,20	R\$ 4.112,30
fev/25	3225,26	3396	170,74	94,97%	170,74	1,28061	R\$ 4.348,95	R\$ 218,65	R\$ 4.130,29
mar/25	3393,9	4340	946,1	78,20%	946,1	1,28061	R\$ 5.557,84	R\$ 1.211,59	R\$ 4.346,25
abr/25	3197,15	3829	631,85	83,50%	631,85	1,37665	R\$ 5.271,21	R\$ 869,84	R\$ 4.401,37
mai/25	3780,37	4058	277,63	93,16%	277,63	1,37665	R\$ 5.586,46	R\$ 382,20	R\$ 5.204,26
jun/25	3632,81	4441	643,51	81,80%	643,51	1,37665	R\$ 6.113,72	R\$ 885,89	R\$ 5.227,84
jul/25	4040,36	4626	585,64	87,34%	585,64	1,37665	R\$ 6.368,40	R\$ 806,23	R\$ 5.562,17
ago/25	4440,88	4474	33,12	99,26%	100	1,37665	R\$ 6.159,15	R\$ 137,67	R\$ 6.021,48
ACUMULADO ANUAL							R\$ 64.797,63	R\$ 5.943,65	R\$ 58.853,99

11º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES / TROCA DE 3 INVERSORES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/25	4175,32	4047	-128,32	103,17%	100	1,37665	R\$ 5.571,32	R\$ 137,67	R\$ 5.433,65
out/25	4056,83	4279	222,17	94,81%	222,17	1,37665	R\$ 5.890,70	R\$ 305,86	R\$ 5.584,85
nov/25	3826,8	3968	141,2	96,44%	141,2	1,37665	R\$ 5.462,56	R\$ 194,38	R\$ 5.268,18
dez/25	3575,86	4218	642,14	84,78%	642,14	1,37665	R\$ 5.806,73	R\$ 884,00	R\$ 4.922,72
jan/26	3185,51	3316	130,49	96,06%	130,49	1,37665	R\$ 4.564,98	R\$ 179,63	R\$ 4.385,35
fev/26	3199,46	3396	196,54	94,21%	196,54	1,37665	R\$ 4.675,12	R\$ 270,57	R\$ 4.404,54
mar/26	3366,75	4340	973,25	77,57%	973,25	1,37665	R\$ 5.974,68	R\$ 1.339,83	R\$ 4.634,85
abr/26	3171,57	3829	657,43	82,83%	657,43	1,4799	R\$ 5.666,55	R\$ 972,93	R\$ 4.693,62
mai/26	3750,12	4058	307,88	92,41%	307,88	1,4799	R\$ 6.005,45	R\$ 455,63	R\$ 5.549,82
jun/26	3603,74	4441	837,26	81,15%	837,26	1,4799	R\$ 6.572,25	R\$ 1.239,60	R\$ 5.333,19
jul/26	4008,03	4626	617,97	86,64%	617,97	1,4799	R\$ 6.846,03	R\$ 914,53	R\$ 5.931,50
ago/26	4405,35	4474	68,65	98,47%	100	1,4799	R\$ 6.621,09	R\$ 147,99	R\$ 6.473,10
ACUMULADO ANUAL							R\$ 69.657,46	R\$ 48.712,08	R\$ 20.945,37

11º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES / TROCA DE 3 INVERSORES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/25	4175,32	4047	-128,32	103,17%	100	1,37665	R\$ 5.571,32	R\$ 137,67	R\$ 5.433,65
out/25	4056,83	4279	222,17	94,81%	222,17	1,37665	R\$ 5.890,70	R\$ 305,86	R\$ 5.584,85
nov/25	3826,8	3968	141,2	96,44%	141,2	1,37665	R\$ 5.462,56	R\$ 194,38	R\$ 5.268,18
dez/25	3575,86	4218	642,14	84,78%	642,14	1,37665	R\$ 5.806,73	R\$ 884,00	R\$ 4.922,72
jan/26	3185,51	3316	130,49	96,06%	130,49	1,37665	R\$ 4.564,98	R\$ 179,63	R\$ 4.385,35
fev/26	3199,46	3396	196,54	94,21%	196,54	1,37665	R\$ 4.675,12	R\$ 270,57	R\$ 4.404,54
mar/26	3366,75	4340	973,25	77,57%	973,25	1,37665	R\$ 5.974,68	R\$ 1.339,83	R\$ 4.634,85
abr/26	3171,57	3829	657,43	82,83%	657,43	1,4799	R\$ 5.666,55	R\$ 972,93	R\$ 4.693,62
mai/26	3750,12	4058	307,88	92,41%	307,88	1,4799	R\$ 6.005,45	R\$ 455,63	R\$ 5.549,82
jun/26	3603,74	4441	708,93	81,15%	708,93	1,4799	R\$ 6.572,25	R\$ 1.049,15	R\$ 5.523,10
jul/26	4008,03	4626	617,97	86,64%	617,97	1,4799	R\$ 6.846,03	R\$ 914,53	R\$ 5.931,50
ago/26	4405,35	4474	68,65	98,47%	100	1,4799	R\$ 6.621,09	R\$ 147,99	R\$ 6.473,10
ACUMULADO ANUAL							R\$ 69.657,46	R\$ 48.522,17	R\$ 21.135,28

12º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/26	4141,92	4047	-94,92	102,35%	100	1,4799	R\$ 5.989,17	R\$ 147,99	R\$ 5.841,18
out/26	4024,37	4279	254,63	94,05%	254,63	1,4799	R\$ 6.332,51	R\$ 376,83	R\$ 5.955,68
nov/26	3796,19	3968	171,81	95,67%	171,81	1,4799	R\$ 5.872,26	R\$ 254,27	R\$ 5.617,99
dez/26	3547,26	4218	670,74	84,10%	670,74	1,4799	R\$ 6.242,23	R\$ 992,64	R\$ 5.249,59
jan/27	3160,03	3316	155,97	95,30%	155,97	1,4799	R\$ 4.907,36	R\$ 230,82	R\$ 4.676,54
fev/27	3173,86	3396	222,14	93,46%	222,14	1,4799	R\$ 5.025,75	R\$ 328,75	R\$ 4.697,01
mar/27	3339,81	4340	1000,19	76,95%	1000,19	1,4799	R\$ 6.422,78	R\$ 1.480,18	R\$ 4.942,60
abr/27	3146,2	3829	682,8	82,17%	682,8	1,5909	R\$ 6.091,54	R\$ 1.086,26	R\$ 5.005,28
mai/27	3720,12	4058	337,88	91,67%	337,88	1,5909	R\$ 6.455,86	R\$ 537,53	R\$ 5.918,33
jun/27	3574,91	4441	866,09	80,50%	866,09	1,5909	R\$ 7.065,17	R\$ 1.377,85	R\$ 5.687,32
jul/27	3975,97	4626	650,03	85,95%	650,03	1,5909	R\$ 7.359,48	R\$ 1.034,13	R\$ 6.325,35
ago/27	4370,11	4474	103,89	97,68%	103,89	1,5909	R\$ 7.117,67	R\$ 165,28	R\$ 6.952,39
ACUMULADO ANUAL							R\$ 74.881,77	R\$ 8.012,52	R\$ 66.869,24

12º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/26	4141,92	4047	-94,92	102,35%	100	1,4799	R\$ 5.989,17	R\$ 147,99	R\$ 5.841,18
out/26	4024,37	4279	254,63	94,05%	254,63	1,4799	R\$ 6.332,51	R\$ 376,83	R\$ 5.955,68
nov/26	3796,19	3968	171,81	95,67%	171,81	1,4799	R\$ 5.872,26	R\$ 254,27	R\$ 5.617,99
dez/26	3547,26	4218	670,74	84,10%	670,74	1,4799	R\$ 6.242,23	R\$ 992,64	R\$ 5.249,59
jan/27	3160,03	3316	155,97	95,30%	155,97	1,4799	R\$ 4.907,36	R\$ 230,82	R\$ 4.676,54
fev/27	3173,86	3396	222,14	93,46%	222,14	1,4799	R\$ 5.025,75	R\$ 328,75	R\$ 4.697,01
mar/27	3339,81	4340	1000,19	76,95%	1000,19	1,4799	R\$ 6.422,78	R\$ 1.480,18	R\$ 4.942,60
abr/27	3146,2	3829	682,8	82,17%	682,8	1,5909	R\$ 6.091,54	R\$ 1.086,26	R\$ 5.005,28
mai/27	3720,12	4058	337,88	91,67%	337,88	1,5909	R\$ 6.455,86	R\$ 537,53	R\$ 5.918,33
jun/27	3574,91	4441	771,16	80,50%	771,16	1,5909	R\$ 7.065,17	R\$ 1.226,84	R\$ 5.838,33
jul/27	3975,97	4626	650,03	85,95%	650,03	1,5909	R\$ 7.359,48	R\$ 1.034,13	R\$ 6.325,35
ago/27	4370,11	4474	103,89	97,68%	103,89	1,5909	R\$ 7.117,67	R\$ 165,28	R\$ 6.952,39
ACUMULADO ANUAL							R\$ 74.881,77	R\$ 7.861,51	R\$ 67.020,25

13º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/27	4108,79	4047	-61,79	101,53%	100	1,5909	R\$ 6.438,36	R\$ 159,09	R\$ 6.279,27
out/27	3992,18	4279	286,82	93,30%	286,82	1,5909	R\$ 6.807,44	R\$ 456,31	R\$ 6.351,14
nov/27	3765,82	3968	202,18	94,90%	202,18	1,5909	R\$ 6.312,67	R\$ 321,65	R\$ 5.991,02
dez/27	3518,88	4218	699,12	83,43%	699,12	1,5909	R\$ 6.710,40	R\$ 1.112,23	R\$ 5.598,17
jan/28	3134,75	3316	181,25	94,53%	181,25	1,5909	R\$ 5.275,41	R\$ 288,35	R\$ 4.987,06
fev/28	3148,47	3396	247,53	92,71%	247,53	1,5909	R\$ 5.402,68	R\$ 393,80	R\$ 5.008,89
mar/28	3313,09	4340	1026,91	76,34%	1026,91	1,5909	R\$ 6.904,49	R\$ 1.633,70	R\$ 5.270,79
abr/28	3121,03	3829	707,97	81,51%	707,97	1,71021	R\$ 6.548,41	R\$ 1.210,78	R\$ 5.337,63
mai/28	3690,36	4058	367,64	90,94%	367,64	1,71021	R\$ 6.940,04	R\$ 628,74	R\$ 6.311,31
jun/28	3546,31	4441	894,69	79,85%	894,69	1,71021	R\$ 7.595,06	R\$ 1.530,10	R\$ 6.064,95
jul/28	3944,16	4626	681,84	85,26%	681,84	1,71021	R\$ 7.911,45	R\$ 1.166,09	R\$ 6.745,35
ago/28	4335,15	4474	138,85	96,90%	138,85	1,71021	R\$ 7.651,49	R\$ 237,47	R\$ 7.414,02
ACUMULADO ANUAL							R\$ 80.497,90	R\$ 9.138,30	R\$ 71.359,59

13º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/27	4108,79	4047	-61,79	101,53%	100	1,5909	R\$ 6.438,36	R\$ 159,09	R\$ 6.279,27
out/27	3992,18	4279	286,82	93,30%	286,82	1,5909	R\$ 6.807,44	R\$ 456,31	R\$ 6.351,14
nov/27	3765,82	3968	202,18	94,90%	202,18	1,5909	R\$ 6.312,67	R\$ 321,65	R\$ 5.991,02
dez/27	3518,88	4218	699,12	83,43%	699,12	1,5909	R\$ 6.710,40	R\$ 1.112,23	R\$ 5.598,17
jan/28	3134,75	3316	181,25	94,53%	181,25	1,5909	R\$ 5.275,41	R\$ 288,35	R\$ 4.987,06
fev/28	3148,47	3396	247,53	92,71%	247,53	1,5909	R\$ 5.402,68	R\$ 393,80	R\$ 5.008,89
mar/28	3313,09	4340	1026,91	76,34%	1026,91	1,5909	R\$ 6.904,49	R\$ 1.633,70	R\$ 5.270,79
abr/28	3121,03	3829	707,97	81,51%	707,97	1,71021	R\$ 6.548,41	R\$ 1.210,78	R\$ 5.337,63
mai/28	3690,36	4058	367,64	90,94%	367,64	1,71021	R\$ 6.940,04	R\$ 628,74	R\$ 6.311,31
jun/28	3546,31	4441	832,9	79,85%	832,9	1,71021	R\$ 7.595,06	R\$ 1.424,43	R\$ 6.170,62
jul/28	3944,16	4626	681,84	85,26%	681,84	1,71021	R\$ 7.911,45	R\$ 1.166,09	R\$ 6.745,35
ago/28	4335,15	4474	138,85	96,90%	138,85	1,71021	R\$ 7.651,49	R\$ 237,47	R\$ 7.414,02
ACUMULADO ANUAL							R\$ 80.497,90	R\$ 9.032,64	R\$ 71.465,26

14º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/28	4075,92	4047	-28,92	100,71%	100	1,71021	R\$ 6.921,23	R\$ 171,02	R\$ 6.750,21
out/28	3960,24	4279	318,76	92,55%	318,76	1,71021	R\$ 7.318,00	R\$ 545,15	R\$ 6.772,85
nov/28	3735,69	3968	232,31	94,15%	232,31	1,71021	R\$ 6.786,13	R\$ 397,30	R\$ 6.388,82
dez/28	3490,73	4218	727,27	82,76%	727,27	1,71021	R\$ 7.213,68	R\$ 1.243,79	R\$ 5.969,89
jan/29	3109,67	3316	206,33	93,78%	206,33	1,71021	R\$ 5.671,07	R\$ 352,86	R\$ 5.318,20
fev/29	3123,28	3396	272,72	91,97%	272,72	1,71021	R\$ 5.807,88	R\$ 466,41	R\$ 5.341,48
mar/29	3286,59	4340	1053,41	75,73%	1053,41	1,71021	R\$ 7.422,32	R\$ 1.801,56	R\$ 5.620,77
abr/29	3096,06	3829	732,94	80,86%	732,94	1,83848	R\$ 7.039,54	R\$ 1.347,49	R\$ 5.692,05
mai/29	3660,84	4058	397,16	90,21%	397,16	1,83848	R\$ 7.460,55	R\$ 730,17	R\$ 6.730,38
jun/29	3517,94	4441	923,06	79,22%	923,06	1,83848	R\$ 8.164,69	R\$ 1.697,02	R\$ 6.467,67
jul/29	3912,61	4626	713,39	84,58%	713,39	1,83848	R\$ 8.504,80	R\$ 1.311,56	R\$ 7.193,25
ago/29	4300,47	4474	173,53	96,12%	173,53	1,83848	R\$ 8.225,36	R\$ 319,04	R\$ 7.906,32
ACUMULADO ANUAL							R\$ 86.535,24	R\$ 10.383,37	R\$ 76.151,87

14º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS RESTANTES DOS ÚLTIMOS 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/28	4075,92	4047	-28,92	100,71%	100	1,71021	R\$ 6.921,23	R\$ 171,02	R\$ 6.750,21
out/28	3960,24	4279	318,76	92,55%	318,76	1,71021	R\$ 7.318,00	R\$ 545,15	R\$ 6.772,85
nov/28	3735,69	3968	232,31	94,15%	232,31	1,71021	R\$ 6.786,13	R\$ 397,30	R\$ 6.388,82
dez/28	3490,73	4218	727,27	82,76%	727,27	1,71021	R\$ 7.213,68	R\$ 1.243,79	R\$ 5.969,89
jan/29	3109,67	3316	206,33	93,78%	206,33	1,71021	R\$ 5.671,07	R\$ 352,86	R\$ 5.318,20
fev/29	3123,28	3396	272,72	91,97%	272,72	1,71021	R\$ 5.807,88	R\$ 466,41	R\$ 5.341,48
mar/29	3286,59	4340	1053,41	75,73%	1053,41	1,71021	R\$ 7.422,32	R\$ 1.801,56	R\$ 5.620,77
abr/29	3096,06	3829	732,94	80,86%	732,94	1,83848	R\$ 7.039,54	R\$ 1.347,49	R\$ 5.692,05
mai/29	3660,84	4058	397,16	90,21%	397,16	1,83848	R\$ 7.460,55	R\$ 730,17	R\$ 6.730,38
jun/29	3517,94	4441	894,14	79,22%	894,14	1,83848	R\$ 8.164,69	R\$ 1.643,86	R\$ 6.520,83
jul/29	3912,61	4626	713,39	84,58%	713,39	1,83848	R\$ 8.504,80	R\$ 1.311,56	R\$ 7.193,25
ago/29	4300,47	4474	173,53	96,12%	173,53	1,83848	R\$ 8.225,36	R\$ 319,04	R\$ 7.906,32
ACUMULADO ANUAL							R\$ 86.535,24	R\$ 10.330,21	R\$ 76.205,03

15º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/29	4043,31	4047	3,69	99,91%	100	1,83848	R\$ 7.440,32	R\$ 183,85	R\$ 7.256,48
out/29	3928,56	4279	350,44	91,81%	350,44	1,83848	R\$ 7.866,85	R\$ 644,28	R\$ 7.222,57
nov/29	3705,8	3968	262,2	93,39%	262,2	1,83848	R\$ 7.295,08	R\$ 482,04	R\$ 6.813,04
dez/29	3462,8	4218	755,2	82,10%	755,2	1,83848	R\$ 7.754,70	R\$ 1.388,42	R\$ 6.366,29
jan/30	3084,79	3316	231,21	93,03%	231,21	1,83848	R\$ 6.096,40	R\$ 425,07	R\$ 5.671,33
fev/30	3098,29	3396	297,71	91,23%	297,71	1,83848	R\$ 6.243,47	R\$ 547,32	R\$ 5.696,15
mar/30	3260,3	4340	1079,7	75,12%	1079,7	1,83848	R\$ 7.979,00	R\$ 1.985,01	R\$ 5.993,99
abr/30	3071,29	3829	757,71	80,21%	757,71	1,97636	R\$ 7.567,50	R\$ 1.497,50	R\$ 6.070,00
mai/30	3631,55	4058	426,45	89,49%	426,45	1,97636	R\$ 8.020,09	R\$ 842,82	R\$ 7.177,27
jun/30	3489,8	4441	951,2	78,58%	951,2	1,97636	R\$ 8.777,04	R\$ 1.879,92	R\$ 6.897,12
jul/30	3881,31	4626	744,69	83,90%	744,69	1,97636	R\$ 9.142,66	R\$ 1.471,79	R\$ 7.670,88
ago/30	4266,06	4474	207,94	95,35%	207,94	1,97636	R\$ 8.842,26	R\$ 410,96	R\$ 8.431,30
ACUMULADO ANUAL							R\$ 93.025,38	R\$ 11.758,97	R\$ 81.266,41

16º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/30	4010,96	4047	36,04	99,11%	100	1,97636	R\$ 7.998,35	R\$ 197,64	R\$ 7.800,71
out/30	3897,13	4279	381,87	91,08%	381,87	1,97636	R\$ 8.456,87	R\$ 754,72	R\$ 7.702,15
nov/30	3676,16	3968	291,84	92,65%	291,84	1,97636	R\$ 7.842,22	R\$ 576,79	R\$ 7.265,43
dez/30	3435,1	4218	782,9	81,44%	782,9	1,97636	R\$ 8.336,31	R\$ 1.547,30	R\$ 6.789,01
jan/31	3060,12	3316	255,88	92,28%	255,88	1,97636	R\$ 6.553,63	R\$ 505,72	R\$ 6.047,91
fev/31	3073,51	3396	322,49	90,50%	322,49	1,97636	R\$ 6.711,74	R\$ 637,36	R\$ 6.074,37
mar/31	3234,21	4340	1105,79	74,52%	1105,79	1,97636	R\$ 8.577,42	R\$ 2.185,43	R\$ 6.391,99
abr/31	3046,72	3829	782,28	79,57%	782,28	2,12459	R\$ 8.135,06	R\$ 1.662,02	R\$ 6.473,05
mai/31	3602,5	4058	455,5	88,78%	455,5	2,12459	R\$ 8.621,60	R\$ 967,75	R\$ 7.653,84
jun/31	3461,88	4441	979,12	77,95%	979,12	2,12459	R\$ 9.435,31	R\$ 2.080,23	R\$ 7.355,09
jul/31	3850,26	4626	775,74	83,23%	775,74	2,12459	R\$ 9.828,36	R\$ 1.648,14	R\$ 8.180,22
ago/31	4231,93	4474	242,07	94,59%	242,07	2,12459	R\$ 9.505,43	R\$ 514,29	R\$ 8.991,13
ACUMULADO ANUAL							R\$ 100.002,29	R\$ 13.277,38	R\$ 86.724,90

17º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/31	3978,87	4047	68,13	98,32%	100	2,12459	R\$ 8.598,23	R\$ 212,46	R\$ 8.385,77
out/31	3865,95	4279	413,05	90,35%	413,05	2,12459	R\$ 9.091,13	R\$ 877,56	R\$ 8.213,57
nov/31	3646,75	3968	321,25	91,90%	321,25	2,12459	R\$ 8.430,38	R\$ 682,53	R\$ 7.747,85
dez/31	3407,62	4218	810,38	80,79%	810,38	2,12459	R\$ 8.961,53	R\$ 1.721,73	R\$ 7.239,80
jan/32	3035,64	3316	280,36	91,55%	280,36	2,12459	R\$ 7.045,15	R\$ 595,66	R\$ 6.449,49
fev/32	3048,92	3396	347,08	89,78%	347,08	2,12459	R\$ 7.215,12	R\$ 737,40	R\$ 6.477,71
mar/32	3208,34	4340	1131,66	73,92%	1131,66	2,12459	R\$ 9.220,73	R\$ 2.404,31	R\$ 6.816,42
abr/32	3022,35	3829	806,65	78,93%	806,65	2,28394	R\$ 8.745,19	R\$ 1.842,34	R\$ 6.902,86
mai/32	3573,68	4058	484,32	88,07%	484,32	2,28394	R\$ 9.268,22	R\$ 1.106,16	R\$ 8.162,06
jun/32	3434,19	4441	1006,81	77,33%	1006,81	2,28394	R\$ 10.142,96	R\$ 2.299,50	R\$ 7.843,47
jul/32	3819,45	4626	806,55	82,56%	806,55	2,28394	R\$ 10.565,49	R\$ 1.842,10	R\$ 8.723,39
ago/32	4198,08	4474	275,92	93,83%	275,92	2,28394	R\$ 10.218,33	R\$ 630,19	R\$ 9.588,14
ACUMULADO ANUAL							R\$ 107.502,46	R\$ 14.951,94	R\$ 92.550,52

18º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/32	3947,04	4047	99,96	97,53%	100	2,28394	R\$ 9.243,09	R\$ 228,39	R\$ 9.014,70
out/32	3835,02	4279	443,98	89,62%	443,98	2,28394	R\$ 9.772,97	R\$ 1.014,01	R\$ 8.758,95
nov/32	3617,57	3968	350,43	91,17%	350,43	2,28394	R\$ 9.062,66	R\$ 800,35	R\$ 8.262,31
dez/32	3380,36	4218	837,64	80,14%	837,64	2,28394	R\$ 9.633,65	R\$ 1.913,13	R\$ 7.720,52
jan/33	3011,35	3316	304,65	90,81%	304,65	2,28394	R\$ 7.573,53	R\$ 695,80	R\$ 6.877,73
fev/33	3024,53	3396	371,47	89,06%	371,47	2,28394	R\$ 7.756,25	R\$ 848,42	R\$ 6.907,83
mar/33	3182,67	4340	1157,33	73,33%	1157,33	2,28394	R\$ 9.912,29	R\$ 2.643,26	R\$ 7.269,03
abr/33	2998,17	3829	830,83	78,30%	830,83	2,45523	R\$ 9.401,08	R\$ 2.039,88	R\$ 7.361,21
mai/33	3545,09	4058	512,91	87,36%	512,91	2,45523	R\$ 9.963,33	R\$ 1.259,31	R\$ 8.704,02
jun/33	3406,71	4441	1034,29	76,71%	1034,29	2,45523	R\$ 10.903,69	R\$ 2.539,41	R\$ 8.364,27
jul/33	3788,9	4626	837,1	81,90%	837,1	2,45523	R\$ 11.357,90	R\$ 2.055,28	R\$ 9.302,62
ago/33	4164,49	4474	309,51	93,08%	309,51	2,45523	R\$ 10.984,71	R\$ 759,91	R\$ 10.224,80
ACUMULADO ANUAL							R\$ 115.565,14	R\$ 16.797,15	R\$ 98.767,99

19º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/33	3915,47	4047	131,53	96,75%	131,53	2,45523	R\$ 9.936,32	R\$ 322,94	R\$ 9.613,38
out/33	3804,34	4279	474,66	88,91%	474,66	2,45523	R\$ 10.505,94	R\$ 1.165,39	R\$ 9.340,55
nov/33	3588,63	3968	379,37	90,44%	379,37	2,45523	R\$ 9.742,36	R\$ 931,43	R\$ 8.810,93
dez/33	3353,31	4218	864,69	79,50%	864,69	2,45523	R\$ 10.356,17	R\$ 2.123,01	R\$ 8.233,16
jan/34	2987,26	3316	328,74	90,09%	328,74	2,45523	R\$ 8.141,55	R\$ 807,13	R\$ 7.334,42
fev/34	3000,33	3396	395,67	88,35%	395,67	2,45523	R\$ 8.337,97	R\$ 971,45	R\$ 7.366,51
mar/34	3157,21	4340	1182,79	72,75%	1182,79	2,45523	R\$ 10.655,71	R\$ 2.904,02	R\$ 7.751,69
abr/34	2974,19	3829	854,81	77,68%	854,81	2,63937	R\$ 10.106,16	R\$ 2.256,17	R\$ 7.849,99
mai/34	3516,73	4058	541,27	86,66%	541,27	2,63937	R\$ 10.710,58	R\$ 1.428,61	R\$ 9.281,97
jun/34	3379,46	4441	1061,54	76,10%	1061,54	2,63937	R\$ 11.721,46	R\$ 2.801,80	R\$ 8.919,66
jul/34	3758,59	4626	867,41	81,25%	867,41	2,63937	R\$ 12.209,75	R\$ 2.289,43	R\$ 9.920,32
ago/34	4131,18	4474	342,82	92,34%	342,82	2,63937	R\$ 11.808,56	R\$ 904,84	R\$ 10.903,72
ACUMULADO ANUAL							R\$ 124.232,53	R\$ 18.906,23	R\$ 105.326,30

20º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/34	3884,14	4047	162,86	95,98%	162,86	2,63937	R\$ 10.681,55	R\$ 429,84	R\$ 10.251,71
out/34	3773,91	4279	505,09	88,20%	505,09	2,63937	R\$ 11.293,88	R\$ 1.333,12	R\$ 9.960,76
nov/34	3559,92	3968	408,08	89,72%	408,08	2,63937	R\$ 10.473,04	R\$ 1.077,06	R\$ 9.395,97
dez/34	3326,49	4218	891,51	78,86%	891,51	2,63937	R\$ 11.132,88	R\$ 2.353,04	R\$ 8.779,84
jan/35	2963,36	3316	352,64	89,37%	352,64	2,63937	R\$ 8.752,17	R\$ 930,74	R\$ 7.821,42
fev/35	2976,33	3396	419,67	87,64%	419,67	2,63937	R\$ 8.963,32	R\$ 1.107,67	R\$ 7.855,65
mar/35	3131,96	4340	1208,04	72,16%	1208,04	2,63937	R\$ 11.454,88	R\$ 3.188,48	R\$ 8.266,40
abr/35	2950,39	3829	878,61	77,05%	878,61	2,83733	R\$ 10.864,13	R\$ 2.492,90	R\$ 8.371,23
mai/35	3488,6	4058	569,4	85,97%	569,4	2,83733	R\$ 11.513,87	R\$ 1.615,58	R\$ 9.898,29
jun/35	3352,42	4441	1088,58	75,49%	1088,58	2,83733	R\$ 12.600,57	R\$ 3.088,65	R\$ 9.511,93
jul/35	3728,52	4626	897,48	80,60%	897,48	2,83733	R\$ 13.125,48	R\$ 2.546,45	R\$ 10.579,03
ago/35	4098,13	4474	375,87	91,60%	375,87	2,83733	R\$ 12.694,20	R\$ 1.066,47	R\$ 11.627,73
ACUMULADO ANUAL							R\$ 133.549,97	R\$ 21.230,01	R\$ 112.319,96

21º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / TROCA DE 3 INVERSORES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/35	3853,07	4047	193,93	95,21%	193,93	2,83733	R\$ 11.482,66	R\$ 550,24	R\$ 10.932,42
out/35	3743,72	4279	535,28	87,49%	535,28	2,83733	R\$ 12.140,92	R\$ 1.518,77	R\$ 10.622,15
nov/35	3531,45	3968	436,55	89,00%	436,55	2,83733	R\$ 11.258,52	R\$ 1.238,65	R\$ 10.019,87
dez/35	3299,87	4218	918,13	78,23%	918,13	2,83733	R\$ 11.967,85	R\$ 2.605,02	R\$ 9.362,83
jan/36	2939,65	3316	376,35	88,65%	376,35	2,83733	R\$ 9.408,58	R\$ 1.067,82	R\$ 8.340,76
fev/36	2952,52	3396	443,48	86,94%	443,48	2,83733	R\$ 9.635,56	R\$ 1.258,30	R\$ 8.377,27
mar/36	3106,9	4340	1233,1	71,59%	1233,1	2,83733	R\$ 12.314,00	R\$ 3.498,71	R\$ 8.815,29
abr/36	2926,79	3829	902,21	76,44%	902,21	3,05013	R\$ 11.678,94	R\$ 2.751,86	R\$ 8.927,08
mai/36	3460,69	4058	597,31	85,28%	597,31	3,05013	R\$ 12.377,42	R\$ 1.821,88	R\$ 10.555,54
jun/36	3325,6	4441	1115,4	74,88%	1115,4	3,05013	R\$ 13.545,61	R\$ 3.402,10	R\$ 10.143,52
jul/36	3698,69	4626	927,31	79,95%	927,31	3,05013	R\$ 14.109,89	R\$ 2.828,41	R\$ 11.281,47
ago/36	4065,34	4474	408,66	90,87%	408,66	3,05013	R\$ 13.646,27	R\$ 1.246,46	R\$ 12.399,81
ACUMULADO ANUAL (COM A TROCA DE 3 INVERSORES)							R\$ 143.566,22	R\$ 65.458,21	R\$ 78.108,01

22º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/36	3822,25	4047	224,75	94,45%	224,75	3,05013	R\$ 12.343,86	R\$ 685,53	R\$ 11.658,33
out/36	3713,77	4279	565,23	86,79%	565,23	3,05013	R\$ 13.051,49	R\$ 1.724,03	R\$ 11.327,46
nov/36	3503,19	3968	464,81	88,29%	464,81	3,05013	R\$ 12.102,90	R\$ 1.417,72	R\$ 10.685,19
dez/36	3273,48	4218	944,52	77,61%	944,52	3,05013	R\$ 12.865,44	R\$ 2.880,92	R\$ 9.984,52
jan/37	2916,14	3316	399,86	87,94%	399,86	3,05013	R\$ 10.114,22	R\$ 1.219,63	R\$ 8.894,59
fev/37	2928,9	3396	467,1	86,25%	467,1	3,05013	R\$ 10.358,23	R\$ 1.424,72	R\$ 8.933,52
mar/37	3082,04	4340	1257,96	71,01%	1257,96	3,05013	R\$ 13.237,55	R\$ 3.836,92	R\$ 9.400,63
abr/37	2903,38	3829	925,62	75,83%	925,62	3,27889	R\$ 12.554,86	R\$ 3.035,02	R\$ 9.519,84
mai/37	3433	4058	625	84,60%	625	3,27889	R\$ 13.305,72	R\$ 2.049,30	R\$ 11.256,42
jun/37	3299	4441	1142	74,29%	1142	3,27889	R\$ 14.561,54	R\$ 3.744,49	R\$ 10.817,05
jul/37	3669,1	4626	956,9	79,31%	956,9	3,27889	R\$ 15.168,13	R\$ 3.137,56	R\$ 12.030,56
ago/37	4032,82	4474	441,18	90,14%	441,18	3,27889	R\$ 14.669,74	R\$ 1.446,58	R\$ 13.223,16
ACUMULADO ANUAL							R\$ 154.333,68	R\$ 26.602,41	R\$ 127.731,27

23º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/37	3791,67	4047	255,33	93,69%	255,33	3,27889	R\$ 13.269,65	R\$ 837,21	R\$ 12.432,45
out/37	3684,06	4279	594,94	86,10%	594,94	3,27889	R\$ 14.030,36	R\$ 1.950,75	R\$ 12.079,61
nov/37	3475,17	3968	492,83	87,58%	492,83	3,27889	R\$ 13.010,62	R\$ 1.615,94	R\$ 11.394,68
dez/37	3247,29	4218	970,71	76,99%	970,71	3,27889	R\$ 13.830,34	R\$ 3.182,85	R\$ 10.647,49
jan/38	2892,81	3316	423,19	87,24%	423,19	3,27889	R\$ 10.872,79	R\$ 1.387,60	R\$ 9.485,19
fev/38	2905,47	3396	490,53	85,56%	490,53	3,27889	R\$ 11.135,10	R\$ 1.608,40	R\$ 9.526,70
mar/38	3057,39	4340	1282,61	70,45%	1282,61	3,27889	R\$ 14.230,37	R\$ 4.205,54	R\$ 10.024,83
abr/38	2880,15	3829	948,85	75,22%	948,85	3,5248	R\$ 13.496,47	R\$ 3.344,52	R\$ 10.151,96
mai/38	3405,54	4058	652,46	83,92%	652,46	3,5248	R\$ 14.303,65	R\$ 2.299,80	R\$ 12.003,85
jun/38	3272,61	4441	1168,39	73,69%	1168,39	3,5248	R\$ 15.653,65	R\$ 4.118,35	R\$ 11.535,30
jul/38	3639,75	4626	986,25	78,68%	986,25	3,5248	R\$ 16.305,74	R\$ 3.476,34	R\$ 12.829,39
ago/38	4000,56	4474	473,44	89,42%	473,44	3,5248	R\$ 15.769,97	R\$ 1.668,79	R\$ 14.101,18
ACUMULADO ANUAL							R\$ 165.908,71	R\$ 29.696,08	R\$ 136.212,62

24º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/38	3761,33	4047	285,67	92,94%	285,67	3,5248	R\$ 14.264,88	R\$ 1.006,91	R\$ 13.257,96
out/38	3654,59	4279	624,41	85,41%	624,41	3,5248	R\$ 15.082,63	R\$ 2.200,94	R\$ 12.881,69
nov/38	3447,37	3968	520,63	86,88%	520,63	3,5248	R\$ 13.986,42	R\$ 1.835,13	R\$ 12.151,29
dez/38	3221,31	4218	996,69	76,37%	996,69	3,5248	R\$ 14.867,62	R\$ 3.513,14	R\$ 11.354,48
jan/39	2869,67	3316	446,33	86,54%	446,33	3,5248	R\$ 11.688,25	R\$ 1.573,24	R\$ 10.115,01
fev/39	2882,22	3396	513,78	84,87%	513,78	3,5248	R\$ 11.970,23	R\$ 1.810,96	R\$ 10.159,27
mar/39	3032,93	4340	1307,07	69,88%	1307,07	3,5248	R\$ 15.297,65	R\$ 4.607,17	R\$ 10.690,48
abr/39	2857,11	3829	971,89	74,62%	971,89	3,78916	R\$ 14.508,71	R\$ 3.682,66	R\$ 10.826,05
mai/39	3378,29	4058	679,71	83,25%	679,71	3,78916	R\$ 15.376,42	R\$ 2.575,52	R\$ 12.800,91
jun/39	3246,43	4441	1194,57	73,10%	1194,57	3,78916	R\$ 16.827,67	R\$ 4.526,43	R\$ 12.301,24
jul/39	3610,63	4626	1015,37	78,05%	1015,37	3,78916	R\$ 17.528,67	R\$ 3.847,40	R\$ 13.681,27
ago/39	3968,55	4474	505,45	88,70%	505,45	3,78916	R\$ 16.952,72	R\$ 1.915,22	R\$ 15.037,50
ACUMULADO ANUAL							R\$ 178.351,86	R\$ 33.094,72	R\$ 145.257,14

25º ANO (SEM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/39	3731,24	4047	315,76	92,20%	315,76	3,78916	R\$ 15.334,74	R\$ 1.196,45	R\$ 14.138,29
out/39	3625,35	4279	653,65	84,72%	653,65	3,78916	R\$ 16.213,83	R\$ 2.476,79	R\$ 13.737,04
nov/39	3419,79	3968	548,21	86,18%	548,21	3,78916	R\$ 15.035,40	R\$ 2.077,27	R\$ 12.958,13
dez/39	3195,54	4218	1022,46	75,76%	1022,46	3,78916	R\$ 15.982,69	R\$ 3.874,27	R\$ 12.108,42
jan/40	2846,71	3316	469,29	85,85%	469,29	3,78916	R\$ 12.564,87	R\$ 1.778,22	R\$ 10.786,64
fev/40	2859,17	3396	536,83	84,19%	536,83	3,78916	R\$ 12.868,00	R\$ 2.034,15	R\$ 10.833,85
mar/40	3008,67	4340	1331,33	69,32%	1331,33	3,78916	R\$ 16.444,97	R\$ 5.044,64	R\$ 11.400,33
abr/40	2834,25	3829	994,75	74,02%	994,75	4,07335	R\$ 15.596,86	R\$ 4.051,96	R\$ 11.544,89
mai/40	3351,27	4058	706,73	82,58%	706,73	4,07335	R\$ 16.529,66	R\$ 2.878,77	R\$ 13.650,89
jun/40	3220,46	4441	1220,54	72,52%	1220,54	4,07335	R\$ 18.089,75	R\$ 4.971,70	R\$ 13.118,05
jul/40	3581,74	4626	1044,26	77,43%	1044,26	4,07335	R\$ 18.843,32	R\$ 4.253,62	R\$ 14.589,70
ago/40	3936,8	4474	537,2	87,99%	537,2	4,07335	R\$ 18.224,17	R\$ 2.188,18	R\$ 16.035,99
ACUMULADO ANUAL							R\$ 191.728,25	R\$ 36.826,03	R\$ 154.902,22

APÊNDICE D – ESTIMATIVA DE ECONOMIA MENSAL DURANTE O PERÍODO DE VIDA ÚTIL DOS MÓDULOS E INVERSORES DO SFCR DO CASO B.

1º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA/SEM USO DOS CRÉDITOS GERADOS)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/15	1382,5	1624	241,5	85,13%	241,5	0,68163	R\$ 1.106,97	R\$ 164,62	R\$ 942,35
out/15	1343,26	1624	280,74	82,71%	280,74	0,68505	R\$ 1.112,52	R\$ 192,32	R\$ 920,20
nov/15	1267,1	1624	356,9	78,02%	356,9	0,68112	R\$ 1.106,14	R\$ 243,10	R\$ 863,04
dez/15	1184,01	565	-619,01	209,56%	100	0,66081	R\$ 373,36	R\$ 66,08	R\$ 307,28
jan/16	1054,76	467	-587,76	225,86%	100	0,68404	R\$ 319,45	R\$ 68,40	R\$ 251,04
fev/16	1059,37	720	-339,37	147,14%	100	0,65626	R\$ 472,51	R\$ 65,63	R\$ 406,88
mar/16	1114,77	1262	147,23	88,33%	147,23	0,62476	R\$ 788,45	R\$ 91,99	R\$ 696,46
abr/16	1050,14	1107	56,86	94,86%	100	0,70767	R\$ 783,39	R\$ 70,77	R\$ 712,62
mai/16	1241,71	1585	343,29	78,34%	343,29	0,70182	R\$ 1.112,38	R\$ 240,93	R\$ 871,45
jun/16	1193,24	1687	493,76	70,73%	493,76	0,70872	R\$ 1.195,61	R\$ 349,94	R\$ 845,67
jul/16	1327,1	1585	257,9	83,73%	257,9	0,70078	R\$ 1.110,74	R\$ 180,73	R\$ 930,01
ago/16	1458,66	1638	179,34	89,05%	179,34	0,68266	R\$ 1.118,20	R\$ 122,43	R\$ 995,77
ACUMULADO ANUAL							R\$ 10.599,71	R\$ 1.856,92	R\$ 8.742,78

1º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA/COM USO DOS CRÉDITOS GERADOS)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/15	1382,5	1624	241,5	85,13%	241,5	0,68163	R\$ 1.106,97	R\$ 164,62	R\$ 942,35
out/15	1343,26	1624	280,74	82,71%	280,74	0,68505	R\$ 1.112,52	R\$ 192,32	R\$ 920,20
nov/15	1267,1	1624	356,9	78,02%	356,9	0,68112	R\$ 1.106,14	R\$ 243,10	R\$ 863,04
dez/15	1184,01	565	-619,01	209,56%	100	0,66081	R\$ 373,36	R\$ 66,08	R\$ 307,28
jan/16	1054,76	467	-587,76	225,86%	100	0,68404	R\$ 319,45	R\$ 68,40	R\$ 251,04
fev/16	1059,37	720	-339,37	147,14%	100	0,65626	R\$ 472,51	R\$ 65,63	R\$ 406,88
mar/16	1114,77	1262	99,23	88,33%	100	0,62476	R\$ 788,45	R\$ 62,48	R\$ 725,97
abr/16	1050,14	1107	56,86	94,86%	100	0,70767	R\$ 783,39	R\$ 70,77	R\$ 712,62
mai/16	1241,71	1585	99,29	78,34%	100	0,70182	R\$ 1.112,38	R\$ 70,18	R\$ 1.042,20
jun/16	1193,24	1687	99,76	70,73%	100	0,70872	R\$ 1.195,61	R\$ 70,87	R\$ 1.124,74
jul/16	1327,1	1585	99,9	83,73%	100	0,70078	R\$ 1.110,74	R\$ 70,08	R\$ 1.040,66
ago/16	1458,66	1638	99,34	89,05%	100	0,68266	R\$ 1.118,20	R\$ 68,27	R\$ 1.049,93
ACUMULADO ANUAL							R\$ 10.599,71	R\$ 1.212,79	R\$ 9.386,92

2º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/16	1371,44	1624	252,56	84,45%	252,56	0,70202	R\$ 1.140,08	R\$ 177,31	R\$ 962,78
out/16	1332,51	1624	291,49	82,05%	291,49	0,71804	R\$ 1.166,10	R\$ 209,30	R\$ 956,80
nov/16	1256,96	1624	367,04	77,40%	367,04	0,71804	R\$ 1.166,10	R\$ 263,55	R\$ 902,55
dez/16	1174,53	565	-609,53	207,88%	100	0,71804	R\$ 405,69	R\$ 71,80	R\$ 333,89
jan/17	1046,32	467	-579,32	224,05%	100	0,71804	R\$ 335,32	R\$ 71,80	R\$ 263,52
fev/17	1050,9	720	-330,9	145,96%	100	0,71804	R\$ 516,99	R\$ 71,80	R\$ 445,18
mar/17	1105,85	1262	156,15	87,63%	156,15	0,71804	R\$ 906,17	R\$ 112,12	R\$ 794,04
abr/17	1041,74	1107	65,26	94,10%	100	0,77189	R\$ 854,49	R\$ 77,19	R\$ 777,30
mai/17	1231,77	1585	353,23	77,71%	353,23	0,77189	R\$ 1.223,45	R\$ 272,65	R\$ 950,80
jun/17	1183,69	1687	503,31	70,17%	503,31	0,77189	R\$ 1.302,18	R\$ 388,50	R\$ 913,68
jul/17	1316,49	1585	268,51	83,06%	268,51	0,77189	R\$ 1.223,45	R\$ 207,26	R\$ 1.016,19
ago/17	1446,99	1638	191,01	88,34%	191,01	0,77189	R\$ 1.264,36	R\$ 147,44	R\$ 1.116,92
ACUMULADO ANUAL							R\$ 11.504,38	R\$ 2.070,73	R\$ 9.433,64

2º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/16	1371,44	1624	252,56	84,45%	252,56	0,70202	R\$ 1.140,08	R\$ 177,31	R\$ 962,78
out/16	1332,51	1624	291,49	82,05%	291,49	0,71804	R\$ 1.166,10	R\$ 209,30	R\$ 956,80
nov/16	1256,96	1624	367,04	77,40%	367,04	0,71804	R\$ 1.166,10	R\$ 263,55	R\$ 902,55
dez/16	1174,53	565	-609,53	207,88%	100	0,71804	R\$ 405,69	R\$ 71,80	R\$ 333,89
jan/17	1046,32	467	-579,32	224,05%	100	0,71804	R\$ 335,32	R\$ 71,80	R\$ 263,52
fev/17	1050,9	720	-330,9	145,96%	100	0,71804	R\$ 516,99	R\$ 71,80	R\$ 445,18
mar/17	1105,85	1262	99,15	87,63%	100	0,71804	R\$ 906,17	R\$ 71,80	R\$ 834,36
abr/17	1041,74	1107	65,26	94,10%	100	0,77189	R\$ 854,49	R\$ 77,19	R\$ 777,30
mai/17	1231,77	1585	99,23	77,71%	100	0,77189	R\$ 1.223,45	R\$ 77,19	R\$ 1.146,26
jun/17	1183,69	1687	99,17	70,17%	100	0,77189	R\$ 1.302,18	R\$ 77,19	R\$ 1.224,99
jul/17	1316,49	1585	99,51	83,06%	100	0,77189	R\$ 1.223,45	R\$ 77,19	R\$ 1.146,26
ago/17	1446,99	1638	99,01	88,34%	100	0,77189	R\$ 1.264,36	R\$ 77,19	R\$ 1.187,17
ACUMULADO ANUAL							R\$ 11.504,38	R\$ 1.323,32	R\$ 10.181,06

3º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/17	1360,46	1624	263,54	83,77%	263,54	0,77189	R\$ 1.253,55	R\$ 203,42	R\$ 1.050,13
out/17	1321,85	1624	302,15	81,39%	302,15	0,77189	R\$ 1.253,55	R\$ 233,23	R\$ 1.020,33
nov/17	1246,9	1624	377,1	76,78%	377,1	0,77189	R\$ 1.253,55	R\$ 291,08	R\$ 962,48
dez/17	1165,14	565	-600,14	206,22%	100	0,77189	R\$ 436,12	R\$ 77,19	R\$ 358,93
jan/18	1037,95	467	-570,95	222,26%	100	0,77189	R\$ 360,47	R\$ 77,19	R\$ 283,28
fev/18	1042,49	720	-322,49	144,79%	100	0,77189	R\$ 555,76	R\$ 77,19	R\$ 478,57
mar/18	1097	1262	165	86,93%	165	0,77189	R\$ 974,13	R\$ 127,36	R\$ 846,77
abr/18	1033,41	1107	73,59	93,35%	100	0,82978	R\$ 918,57	R\$ 82,98	R\$ 835,59
mai/18	1221,92	1585	363,08	77,09%	363,08	0,82978	R\$ 1.315,21	R\$ 301,28	R\$ 1.013,93
jun/18	1174,22	1687	512,78	69,60%	512,78	0,82978	R\$ 1.399,85	R\$ 425,49	R\$ 974,35
jul/18	1305,95	1585	279,05	82,39%	279,05	0,82978	R\$ 1.315,21	R\$ 231,55	R\$ 1.083,66
ago/18	1435,41	1638	202,59	87,63%	202,59	0,82978	R\$ 1.359,19	R\$ 168,10	R\$ 1.191,09
ACUMULADO ANUAL							R\$ 12.395,17	R\$ 2.296,06	R\$ 10.099,12

3º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/17	1360,46	1624	263,54	83,77%	263,54	0,77189	R\$ 1.253,55	R\$ 203,42	R\$ 1.050,13
out/17	1321,85	1624	302,15	81,39%	302,15	0,77189	R\$ 1.253,55	R\$ 233,23	R\$ 1.020,33
nov/17	1246,9	1624	99,1	76,78%	100	0,77189	R\$ 1.253,55	R\$ 77,19	R\$ 1.176,36
dez/17	1165,14	565	-600,14	206,22%	100	0,77189	R\$ 436,12	R\$ 77,19	R\$ 358,93
jan/18	1037,95	467	-570,95	222,26%	100	0,77189	R\$ 360,47	R\$ 77,19	R\$ 283,28
fev/18	1042,49	720	-322,49	144,79%	100	0,77189	R\$ 555,76	R\$ 77,19	R\$ 478,57
mar/18	1097	1262	99	86,93%	100	0,77189	R\$ 974,13	R\$ 77,19	R\$ 896,94
abr/18	1033,41	1107	73,59	93,35%	100	0,82978	R\$ 918,57	R\$ 82,98	R\$ 835,59
mai/18	1221,92	1585	99,08	77,09%	100	0,82978	R\$ 1.315,21	R\$ 82,98	R\$ 1.232,23
jun/18	1174,22	1687	99,78	69,60%	100	0,82978	R\$ 1.399,85	R\$ 82,98	R\$ 1.316,87
jul/18	1305,95	1585	99,29	82,39%	100	0,82978	R\$ 1.315,21	R\$ 82,98	R\$ 1.232,23
ago/18	1435,41	1638	99,59	87,63%	100	0,82978	R\$ 1.359,19	R\$ 82,98	R\$ 1.276,21
ACUMULADO ANUAL							R\$ 12.395,17	R\$ 1.237,49	R\$ 11.157,69

4º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/18	1349,58	1624	274,42	83,10%	274,42	0,82978	R\$ 1.347,57	R\$ 227,71	R\$ 1.119,86
out/18	1311,28	1624	312,72	80,74%	312,72	0,82978	R\$ 1.347,57	R\$ 259,49	R\$ 1.088,08
nov/18	1236,93	1624	387,07	76,17%	387,07	0,82978	R\$ 1.347,57	R\$ 321,19	R\$ 1.026,38
dez/18	1155,82	565	-590,82	204,57%	100	0,82978	R\$ 468,83	R\$ 82,98	R\$ 385,85
jan/19	1029,65	467	-562,65	220,48%	100	0,82978	R\$ 387,51	R\$ 82,98	R\$ 304,53
fev/19	1034,15	720	-314,15	143,63%	100	0,82978	R\$ 597,45	R\$ 82,98	R\$ 514,47
mar/19	1088,23	1262	173,77	86,23%	173,77	0,82978	R\$ 1.047,19	R\$ 144,20	R\$ 902,99
abr/19	1025,14	1107	81,86	92,61%	100	0,89202	R\$ 987,46	R\$ 89,20	R\$ 898,26
mai/19	1212,14	1585	372,86	76,48%	372,86	0,89202	R\$ 1.413,85	R\$ 332,59	R\$ 1.081,26
jun/19	1164,83	1687	522,17	69,05%	522,17	0,89202	R\$ 1.504,84	R\$ 465,79	R\$ 1.039,05
jul/19	1295,51	1585	289,49	81,74%	289,49	0,89202	R\$ 1.413,85	R\$ 258,23	R\$ 1.155,62
ago/19	1423,93	1638	214,07	86,93%	214,07	0,89202	R\$ 1.461,13	R\$ 190,95	R\$ 1.270,17
ACUMULADO ANUAL							R\$ 13.324,81	R\$ 2.538,29	R\$ 10.786,52

4º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/18	1349,58	1624	274,42	83,10%	274,42	0,82978	R\$ 1.347,57	R\$ 227,71	R\$ 1.119,86
out/18	1311,28	1624	312,72	80,74%	312,72	0,82978	R\$ 1.347,57	R\$ 259,49	R\$ 1.088,08
nov/18	1236,93	1624	99,07	76,17%	100	0,82978	R\$ 1.347,57	R\$ 82,98	R\$ 1.264,59
dez/18	1155,82	565	-590,82	204,57%	100	0,82978	R\$ 468,83	R\$ 82,98	R\$ 385,85
jan/19	1029,65	467	-562,65	220,48%	100	0,82978	R\$ 387,51	R\$ 82,98	R\$ 304,53
fev/19	1034,15	720	-314,15	143,63%	100	0,82978	R\$ 597,45	R\$ 82,98	R\$ 514,47
mar/19	1088,23	1262	99,77	86,23%	100	0,82978	R\$ 1.047,19	R\$ 82,98	R\$ 964,21
abr/19	1025,14	1107	81,86	92,61%	100	0,89202	R\$ 987,46	R\$ 89,20	R\$ 898,26
mai/19	1212,14	1585	99,86	76,48%	100	0,89202	R\$ 1.413,85	R\$ 89,20	R\$ 1.324,65
jun/19	1164,83	1687	99,17	69,05%	100	0,89202	R\$ 1.504,84	R\$ 89,20	R\$ 1.415,63
jul/19	1295,51	1585	99,91	81,74%	100	0,89202	R\$ 1.413,85	R\$ 89,20	R\$ 1.324,65
ago/19	1423,93	1638	99,07	86,93%	100	0,89202	R\$ 1.461,13	R\$ 89,20	R\$ 1.371,92
ACUMULADO ANUAL							R\$ 13.324,81	R\$ 1.348,10	R\$ 11.976,71

5º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/19	1338,78	1624	285,22	82,44%	285,22	0,89202	R\$ 1.448,64	R\$ 254,42	R\$ 1.194,22
out/19	1300,79	1624	323,21	80,10%	323,21	0,89202	R\$ 1.448,64	R\$ 288,31	R\$ 1.160,33
nov/19	1227,03	1624	396,97	75,56%	396,97	0,89202	R\$ 1.448,64	R\$ 354,10	R\$ 1.094,54
dez/19	1146,57	565	-581,57	202,93%	100	0,89202	R\$ 503,99	R\$ 89,20	R\$ 414,79
jan/20	1021,41	467	-554,41	218,72%	100	0,89202	R\$ 416,57	R\$ 89,20	R\$ 327,37
fev/20	1025,88	720	-305,88	142,48%	100	0,89202	R\$ 642,25	R\$ 89,20	R\$ 553,05
mar/20	1079,52	1262	182,48	85,54%	182,48	0,89202	R\$ 1.125,73	R\$ 162,78	R\$ 962,95
abr/20	1016,94	1107	90,06	91,86%	100	0,95892	R\$ 1.061,52	R\$ 95,89	R\$ 965,63
mai/20	1202,45	1585	382,55	75,86%	382,55	0,95892	R\$ 1.519,89	R\$ 366,84	R\$ 1.153,05
jun/20	1155,51	1687	531,49	68,50%	531,49	0,95892	R\$ 1.617,70	R\$ 509,66	R\$ 1.108,04
jul/20	1285,14	1585	299,86	81,08%	299,86	0,95892	R\$ 1.519,89	R\$ 287,54	R\$ 1.232,35
ago/20	1412,54	1638	225,46	86,24%	225,46	0,95892	R\$ 1.570,71	R\$ 216,20	R\$ 1.354,51
ACUMULADO ANUAL							R\$ 14.324,17	R\$ 2.803,34	R\$ 11.520,84

5º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/19	1338,78	1624	285,22	82,44%	285,22	0,89202	R\$ 1.448,64	R\$ 254,42	R\$ 1.194,22
out/19	1300,79	1624	323,21	80,10%	323,21	0,89202	R\$ 1.448,64	R\$ 288,31	R\$ 1.160,33
nov/19	1227,03	1624	99,97	75,56%	100	0,89202	R\$ 1.448,64	R\$ 89,20	R\$ 1.359,44
dez/19	1146,57	565	-581,57	202,93%	100	0,89202	R\$ 503,99	R\$ 89,20	R\$ 414,79
jan/20	1021,41	467	-554,41	218,72%	100	0,89202	R\$ 416,57	R\$ 89,20	R\$ 327,37
fev/20	1025,88	720	-305,88	142,48%	100	0,89202	R\$ 642,25	R\$ 89,20	R\$ 553,05
mar/20	1079,52	1262	99,48	85,54%	100	0,89202	R\$ 1.125,73	R\$ 89,20	R\$ 1.036,53
abr/20	1016,94	1107	90,06	91,86%	100	0,95892	R\$ 1.061,52	R\$ 95,89	R\$ 965,63
mai/20	1202,45	1585	99,55	75,86%	100	0,95892	R\$ 1.519,89	R\$ 95,89	R\$ 1.424,00
jun/20	1155,51	1687	99,49	68,50%	100	0,95892	R\$ 1.617,70	R\$ 95,89	R\$ 1.521,81
jul/20	1285,14	1585	98,86	81,08%	100	0,95892	R\$ 1.519,89	R\$ 95,89	R\$ 1.424,00
ago/20	1412,54	1638	99,84	86,24%	100	0,95892	R\$ 1.570,71	R\$ 95,89	R\$ 1.474,82
ACUMULADO ANUAL							R\$ 14.324,17	R\$ 1.468,20	R\$ 12.855,97

6º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/20	1328,07	1624	295,93	81,78%	295,93	0,95892	R\$ 1.557,29	R\$ 283,77	R\$ 1.273,52
out/20	1290,38	1624	333,62	79,46%	333,62	0,95892	R\$ 1.557,29	R\$ 319,91	R\$ 1.237,37
nov/20	1217,22	1624	406,78	74,95%	406,78	0,95892	R\$ 1.557,29	R\$ 390,07	R\$ 1.167,21
dez/20	1137,4	565	-572,4	201,31%	100	0,95892	R\$ 541,79	R\$ 95,89	R\$ 445,90
jan/21	1013,24	467	-546,24	216,97%	100	0,95892	R\$ 447,82	R\$ 95,89	R\$ 351,92
fev/21	1017,67	720	-297,67	141,34%	100	0,95892	R\$ 690,42	R\$ 95,89	R\$ 594,53
mar/21	1070,88	1262	191,12	84,86%	191,12	0,95892	R\$ 1.210,16	R\$ 183,27	R\$ 1.026,89
abr/21	1008,8	1107	98,2	91,13%	100	1,03084	R\$ 1.141,14	R\$ 103,08	R\$ 1.038,06
mai/21	1192,83	1585	392,17	75,26%	392,17	1,03084	R\$ 1.633,88	R\$ 404,27	R\$ 1.229,61
jun/21	1146,27	1687	540,73	67,95%	540,73	1,03084	R\$ 1.739,03	R\$ 557,41	R\$ 1.181,62
jul/21	1274,86	1585	310,14	80,43%	310,14	1,03084	R\$ 1.633,88	R\$ 319,70	R\$ 1.314,18
ago/21	1401,24	1638	236,76	85,55%	236,76	1,03084	R\$ 1.688,51	R\$ 244,06	R\$ 1.444,45
ACUMULADO ANUAL							R\$ 15.398,49	R\$ 3.093,22	R\$ 12.305,26

6º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/20	1328,07	1624	295,93	81,78%	295,93	0,95892	R\$ 1.557,29	R\$ 283,77	R\$ 1.273,52
out/20	1290,38	1624	333,62	79,46%	333,62	0,95892	R\$ 1.557,29	R\$ 319,91	R\$ 1.237,37
nov/20	1217,22	1624	99,78	74,95%	100	0,95892	R\$ 1.557,29	R\$ 95,89	R\$ 1.461,39
dez/20	1137,4	565	-572,4	201,31%	100	0,95892	R\$ 541,79	R\$ 95,89	R\$ 445,90
jan/21	1013,24	467	-546,24	216,97%	100	0,95892	R\$ 447,82	R\$ 95,89	R\$ 351,92
fev/21	1017,67	720	-297,67	141,34%	100	0,95892	R\$ 690,42	R\$ 95,89	R\$ 594,53
mar/21	1070,88	1262	99,12	84,86%	100	0,95892	R\$ 1.210,16	R\$ 95,89	R\$ 1.114,27
abr/21	1008,8	1107	98,2	91,13%	100	1,03084	R\$ 1.141,14	R\$ 103,08	R\$ 1.038,06
mai/21	1192,83	1585	99,17	75,26%	100	1,03084	R\$ 1.633,88	R\$ 103,08	R\$ 1.530,80
jun/21	1146,27	1687	99,73	67,95%	100	1,03084	R\$ 1.739,03	R\$ 103,08	R\$ 1.635,94
jul/21	1274,86	1585	99,14	80,43%	100	1,03084	R\$ 1.633,88	R\$ 103,08	R\$ 1.530,80
ago/21	1401,24	1638	99,9	85,55%	100	1,03084	R\$ 1.688,51	R\$ 103,08	R\$ 1.585,43
ACUMULADO ANUAL							R\$ 15.398,49	R\$ 1.598,56	R\$ 13.799,92

7º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/21	1317,45	1624	306,55	81,12%	306,55	1,03084	R\$ 1.674,08	R\$ 316,01	R\$ 1.358,08
out/21	1280,06	1624	343,94	78,82%	343,94	1,03084	R\$ 1.674,08	R\$ 354,55	R\$ 1.319,53
nov/21	1207,48	1624	416,52	74,35%	416,52	1,03084	R\$ 1.674,08	R\$ 429,37	R\$ 1.244,72
dez/21	1128,3	565	-563,3	199,70%	100	1,03084	R\$ 582,42	R\$ 103,08	R\$ 479,34
jan/22	1005,13	467	-538,13	215,23%	100	1,03084	R\$ 481,40	R\$ 103,08	R\$ 378,32
fev/22	1009,53	720	-289,53	140,21%	100	1,03084	R\$ 742,20	R\$ 103,08	R\$ 639,12
mar/22	1062,32	1262	199,68	84,18%	199,68	1,03084	R\$ 1.300,92	R\$ 205,84	R\$ 1.095,08
abr/22	1000,73	1107	106,27	90,40%	106,27	1,10815	R\$ 1.226,72	R\$ 117,76	R\$ 1.108,96
mai/22	1183,28	1585	401,72	74,66%	401,72	1,10815	R\$ 1.756,42	R\$ 445,16	R\$ 1.311,26
jun/22	1137,1	1687	549,9	67,40%	549,9	1,10815	R\$ 1.869,45	R\$ 609,38	R\$ 1.260,08
jul/22	1264,66	1585	320,34	79,79%	320,34	1,10815	R\$ 1.756,42	R\$ 354,98	R\$ 1.401,44
ago/22	1390,03	1638	247,97	84,86%	247,97	1,10815	R\$ 1.815,15	R\$ 274,79	R\$ 1.540,36
ACUMULADO ANUAL							R\$ 16.553,37	R\$ 3.417,08	R\$ 13.136,29

7º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/21	1317,45	1624	306,55	81,12%	306,55	1,03084	R\$ 1.674,08	R\$ 316,01	R\$ 1.358,08
out/21	1280,06	1624	343,94	78,82%	343,94	1,03084	R\$ 1.674,08	R\$ 354,55	R\$ 1.319,53
nov/21	1207,48	1624	99,52	74,35%	100	1,03084	R\$ 1.674,08	R\$ 103,08	R\$ 1.571,00
dez/21	1128,3	565	-563,3	199,70%	100	1,03084	R\$ 582,42	R\$ 103,08	R\$ 479,34
jan/22	1005,13	467	-538,13	215,23%	100	1,03084	R\$ 481,40	R\$ 103,08	R\$ 378,32
fev/22	1009,53	720	-289,53	140,21%	100	1,03084	R\$ 742,20	R\$ 103,08	R\$ 639,12
mar/22	1062,32	1262	99,68	84,18%	100	1,03084	R\$ 1.300,92	R\$ 103,08	R\$ 1.197,84
abr/22	1000,73	1107	99,27	90,40%	100	1,10815	R\$ 1.226,72	R\$ 110,82	R\$ 1.115,91
mai/22	1183,28	1585	99,72	74,66%	100	1,10815	R\$ 1.756,42	R\$ 110,82	R\$ 1.645,61
jun/22	1137,1	1687	99,9	67,40%	100	1,10815	R\$ 1.869,45	R\$ 110,82	R\$ 1.758,64
jul/22	1264,66	1585	99,03	79,79%	100	1,10815	R\$ 1.756,42	R\$ 110,82	R\$ 1.645,61
ago/22	1390,03	1638	98,97	84,86%	100	1,10815	R\$ 1.815,15	R\$ 110,82	R\$ 1.704,34
ACUMULADO ANUAL							R\$ 16.553,37	R\$ 1.740,05	R\$ 14.813,32

8º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/22	1306,91	1624	317,09	80,47%	317,09	1,10815	R\$ 1.799,64	R\$ 351,38	R\$ 1.448,25
out/22	1269,82	1624	354,18	78,19%	354,18	1,10815	R\$ 1.799,64	R\$ 392,49	R\$ 1.407,15
nov/22	1197,82	1624	426,18	73,76%	426,18	1,10815	R\$ 1.799,64	R\$ 472,27	R\$ 1.327,36
dez/22	1119,27	565	-554,27	198,10%	100	1,10815	R\$ 626,11	R\$ 110,82	R\$ 515,29
jan/23	997,09	467	-530,09	213,51%	100	1,10815	R\$ 517,51	R\$ 110,82	R\$ 406,69
fev/23	1001,45	720	-281,45	139,09%	100	1,10815	R\$ 797,87	R\$ 110,82	R\$ 687,05
mar/23	1053,82	1262	208,18	83,50%	208,18	1,10815	R\$ 1.398,49	R\$ 230,70	R\$ 1.167,79
abr/23	992,73	1107	114,27	89,68%	114,27	1,19126	R\$ 1.318,73	R\$ 136,13	R\$ 1.182,60
mai/23	1173,82	1585	411,18	74,06%	411,18	1,19126	R\$ 1.888,15	R\$ 489,83	R\$ 1.398,33
jun/23	1128	1687	559	66,86%	559	1,19126	R\$ 2.009,66	R\$ 665,92	R\$ 1.343,75
jul/23	1254,55	1585	330,45	79,15%	330,45	1,19126	R\$ 1.888,15	R\$ 393,66	R\$ 1.494,49
ago/23	1378,91	1638	259,09	84,18%	259,09	1,19126	R\$ 1.951,29	R\$ 308,65	R\$ 1.642,64
ACUMULADO ANUAL							R\$ 17.794,87	R\$ 3.773,46	R\$ 14.021,41

8º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/22	1306,91	1624	317,09	80,47%	317,09	1,10815	R\$ 1.799,64	R\$ 351,38	R\$ 1.448,25
out/22	1269,82	1624	354,18	78,19%	354,18	1,10815	R\$ 1.799,64	R\$ 392,49	R\$ 1.407,15
nov/22	1197,82	1624	99,18	73,76%	100	1,10815	R\$ 1.799,64	R\$ 110,82	R\$ 1.688,82
dez/22	1119,27	565	-554,27	198,10%	100	1,10815	R\$ 626,11	R\$ 110,82	R\$ 515,29
jan/23	997,09	467	-530,09	213,51%	100	1,10815	R\$ 517,51	R\$ 110,82	R\$ 406,69
fev/23	1001,45	720	-281,45	139,09%	100	1,10815	R\$ 797,87	R\$ 110,82	R\$ 687,05
mar/23	1053,82	1262	99,18	83,50%	100	1,10815	R\$ 1.398,49	R\$ 110,82	R\$ 1.287,67
abr/23	992,73	1107	99,27	89,68%	100	1,19126	R\$ 1.318,73	R\$ 119,13	R\$ 1.199,60
mai/23	1173,82	1585	99,18	74,06%	100	1,19126	R\$ 1.888,15	R\$ 119,13	R\$ 1.769,03
jun/23	1128	1687	99	66,86%	100	1,19126	R\$ 2.009,66	R\$ 119,13	R\$ 1.890,54
jul/23	1254,55	1585	99,49	79,15%	100	1,19126	R\$ 1.888,15	R\$ 119,13	R\$ 1.769,03
ago/23	1378,91	1638	99,09	84,18%	100	1,19126	R\$ 1.951,29	R\$ 119,13	R\$ 1.832,16
ACUMULADO ANUAL							R\$ 17.794,87	R\$ 1.893,58	R\$ 15.901,29

9º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/23	1296,45	1624	327,55	79,83%	327,55	1,19126	R\$ 1.934,61	R\$ 390,19	R\$ 1.544,42
out/23	1259,66	1624	364,34	77,57%	364,34	1,19126	R\$ 1.934,61	R\$ 434,03	R\$ 1.500,59
nov/23	1188,24	1624	435,76	73,17%	435,76	1,19126	R\$ 1.934,61	R\$ 519,11	R\$ 1.415,50
dez/23	1110,32	565	-545,32	196,52%	100	1,19126	R\$ 673,06	R\$ 119,13	R\$ 553,94
jan/24	989,11	467	-522,11	211,80%	100	1,19126	R\$ 556,32	R\$ 119,13	R\$ 437,19
fev/24	993,44	720	-273,44	137,98%	100	1,19126	R\$ 857,71	R\$ 119,13	R\$ 738,58
mar/24	1045,39	1262	216,61	82,84%	216,61	1,19126	R\$ 1.503,37	R\$ 258,04	R\$ 1.245,33
abr/24	984,79	1107	122,21	88,96%	122,21	1,28061	R\$ 1.417,63	R\$ 156,51	R\$ 1.261,12
mai/24	1164,43	1585	420,57	73,47%	420,57	1,28061	R\$ 2.029,76	R\$ 538,59	R\$ 1.491,18
jun/24	1118,98	1687	568,02	66,33%	568,02	1,28061	R\$ 2.160,39	R\$ 727,42	R\$ 1.432,97
jul/24	1244,51	1585	340,49	78,52%	340,49	1,28061	R\$ 2.029,76	R\$ 436,04	R\$ 1.593,73
ago/24	1367,88	1638	270,12	83,51%	270,12	1,28061	R\$ 2.097,64	R\$ 345,92	R\$ 1.751,72
ACUMULADO ANUAL							R\$ 19.129,49	R\$ 4.163,22	R\$ 14.966,27

9º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/23	1296,45	1624	327,55	79,83%	327,55	1,19126	R\$ 1.934,61	R\$ 390,19	R\$ 1.544,42
out/23	1259,66	1624	364,34	77,57%	364,34	1,19126	R\$ 1.934,61	R\$ 434,03	R\$ 1.500,59
nov/23	1188,24	1624	99,76	73,17%	100	1,19126	R\$ 1.934,61	R\$ 119,13	R\$ 1.815,49
dez/23	1110,32	565	-545,32	196,52%	100	1,19126	R\$ 673,06	R\$ 119,13	R\$ 553,94
jan/24	989,11	467	-522,11	211,80%	100	1,19126	R\$ 556,32	R\$ 119,13	R\$ 437,19
fev/24	993,44	720	-273,44	137,98%	100	1,19126	R\$ 857,71	R\$ 119,13	R\$ 738,58
mar/24	1045,39	1262	99,61	82,84%	100	1,19126	R\$ 1.503,37	R\$ 119,13	R\$ 1.384,25
abr/24	984,79	1107	99,21	88,96%	100	1,28061	R\$ 1.417,63	R\$ 128,06	R\$ 1.289,57
mai/24	1164,43	1585	99,57	73,47%	100	1,28061	R\$ 2.029,76	R\$ 128,06	R\$ 1.901,70
jun/24	1118,98	1687	99,21	66,33%	100	1,28061	R\$ 2.160,39	R\$ 128,06	R\$ 2.032,33
jul/24	1244,51	1585	99,49	78,52%	100	1,28061	R\$ 2.029,76	R\$ 128,06	R\$ 1.901,70
ago/24	1367,88	1638	99,12	83,51%	100	1,28061	R\$ 2.097,64	R\$ 128,06	R\$ 1.969,58
ACUMULADO ANUAL							R\$ 19.129,49	R\$ 2.060,16	R\$ 17.069,33

10º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/24	1286,08	1624	337,92	79,19%	337,92	1,28061	R\$ 2.079,71	R\$ 432,74	R\$ 1.646,97
out/24	1249,58	1624	374,42	76,94%	374,42	1,28061	R\$ 2.079,71	R\$ 479,48	R\$ 1.600,23
nov/24	1178,73	1624	445,27	72,58%	445,27	1,28061	R\$ 2.079,71	R\$ 570,22	R\$ 1.509,49
dez/24	1101,44	565	-536,44	194,94%	100	1,28061	R\$ 723,54	R\$ 128,06	R\$ 595,48
jan/25	981,2	467	-514,2	210,11%	100	1,28061	R\$ 598,04	R\$ 128,06	R\$ 469,98
fev/25	985,5	720	-265,5	136,87%	100	1,28061	R\$ 922,04	R\$ 128,06	R\$ 793,98
mar/25	1037,02	1262	224,98	82,17%	224,98	1,28061	R\$ 1.616,13	R\$ 288,11	R\$ 1.328,02
abr/25	976,91	1107	130,09	88,25%	130,09	1,37665	R\$ 1.523,96	R\$ 179,09	R\$ 1.344,86
mai/25	1155,11	1585	429,89	72,88%	429,89	1,37665	R\$ 2.182,00	R\$ 591,81	R\$ 1.590,19
jun/25	1110,02	1687	576,98	65,80%	576,98	1,37665	R\$ 2.322,42	R\$ 794,30	R\$ 1.528,12
jul/25	1234,55	1585	350,45	77,89%	350,45	1,37665	R\$ 2.182,00	R\$ 482,44	R\$ 1.699,55
ago/25	1356,93	1638	281,07	82,84%	281,07	1,37665	R\$ 2.254,96	R\$ 386,93	R\$ 1.868,03
ACUMULADO ANUAL							R\$ 20.564,20	R\$ 4.589,30	R\$ 15.974,90

10º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/24	1286,08	1624	337,92	79,19%	337,92	1,28061	R\$ 2.079,71	R\$ 432,74	R\$ 1.646,97
out/24	1249,58	1624	374,42	76,94%	374,42	1,28061	R\$ 2.079,71	R\$ 479,48	R\$ 1.600,23
nov/24	1178,73	1624	99,27	72,58%	100	1,28061	R\$ 2.079,71	R\$ 128,06	R\$ 1.951,65
dez/24	1101,44	565	-536,44	194,94%	100	1,28061	R\$ 723,54	R\$ 128,06	R\$ 595,48
jan/25	981,2	467	-514,2	210,11%	100	1,28061	R\$ 598,04	R\$ 128,06	R\$ 469,98
fev/25	985,5	720	-265,5	136,87%	100	1,28061	R\$ 922,04	R\$ 128,06	R\$ 793,98
mar/25	1037,02	1262	98,98	82,17%	100	1,28061	R\$ 1.616,13	R\$ 128,06	R\$ 1.488,07
abr/25	976,91	1107	99,09	88,25%	100	1,37665	R\$ 1.523,96	R\$ 137,67	R\$ 1.386,29
mai/25	1155,11	1585	99,01	72,88%	100	1,37665	R\$ 2.182,00	R\$ 137,67	R\$ 2.044,33
jun/25	1110,02	1687	99,98	65,80%	100	1,37665	R\$ 2.322,42	R\$ 137,67	R\$ 2.184,75
jul/25	1234,55	1585	99,45	77,89%	100	1,37665	R\$ 2.182,00	R\$ 137,67	R\$ 2.044,33
ago/25	1356,93	1638	99,07	82,84%	100	1,37665	R\$ 2.254,96	R\$ 137,67	R\$ 2.117,29
ACUMULADO ANUAL							R\$ 20.564,20	R\$ 2.240,85	R\$ 18.323,35

11º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES / TROCA DE 1 INVERSOR)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/25	1275,79	1624	348,21	78,56%	348,21	1,37665	R\$ 2.235,69	R\$ 479,36	R\$ 1.756,33
out/25	1239,59	1624	384,41	76,33%	384,41	1,37665	R\$ 2.235,69	R\$ 529,21	R\$ 1.706,48
nov/25	1169,3	1624	454,7	72,00%	454,7	1,37665	R\$ 2.235,69	R\$ 625,96	R\$ 1.609,72
dez/25	1092,62	565	-527,62	193,38%	100	1,37665	R\$ 777,81	R\$ 137,67	R\$ 640,14
jan/26	973,35	467	-506,35	208,43%	100	1,37665	R\$ 642,90	R\$ 137,67	R\$ 505,23
fev/26	977,61	720	-257,61	135,78%	100	1,37665	R\$ 991,19	R\$ 137,67	R\$ 853,53
mar/26	1028,73	1262	233,27	81,52%	233,27	1,37665	R\$ 1.737,34	R\$ 321,13	R\$ 1.416,20
abr/26	969,09	1107	137,91	87,54%	137,91	1,4799	R\$ 1.638,25	R\$ 204,09	R\$ 1.434,16
mai/26	1145,87	1585	439,13	72,29%	439,13	1,4799	R\$ 2.345,65	R\$ 649,87	R\$ 1.695,78
jun/26	1101,14	1687	585,86	65,27%	585,86	1,4799	R\$ 2.496,60	R\$ 867,01	R\$ 1.629,59
jul/26	1224,68	1585	360,32	77,27%	360,32	1,4799	R\$ 2.345,65	R\$ 533,24	R\$ 1.812,40
ago/26	1346,08	1638	291,92	82,18%	291,92	1,4799	R\$ 2.424,08	R\$ 432,01	R\$ 1.992,07
ACUMULADO ANUAL							R\$ 22.106,52	R\$ 18.944,89	R\$ 3.161,63

11º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES / TROCA DE 1 INVERSOR)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/25	1275,79	1624	348,21	78,56%	348,21	1,37665	R\$ 2.235,69	R\$ 479,36	R\$ 1.756,33
out/25	1239,59	1624	384,41	76,33%	384,41	1,37665	R\$ 2.235,69	R\$ 529,21	R\$ 1.706,48
nov/25	1169,3	1624	454,7	72,00%	454,7	1,37665	R\$ 2.235,69	R\$ 625,96	R\$ 1.609,72
dez/25	1092,62	565	-527,62	193,38%	100	1,37665	R\$ 777,81	R\$ 137,67	R\$ 640,14
jan/26	973,35	467	-506,35	208,43%	100	1,37665	R\$ 642,90	R\$ 137,67	R\$ 505,23
fev/26	977,61	720	-257,61	135,78%	100	1,37665	R\$ 991,19	R\$ 137,67	R\$ 853,53
mar/26	1028,73	1262	130,14	81,52%	130,14	1,37665	R\$ 1.737,34	R\$ 179,16	R\$ 1.558,18
abr/26	969,09	1107	99,32	87,54%	100	1,4799	R\$ 1.638,25	R\$ 147,99	R\$ 1.490,26
mai/26	1145,87	1585	99,13	72,29%	100	1,4799	R\$ 2.345,65	R\$ 147,99	R\$ 2.197,66
jun/26	1101,14	1687	99,86	65,27%	100	1,4799	R\$ 2.496,60	R\$ 147,99	R\$ 2.348,61
jul/26	1224,68	1585	99,32	77,27%	100	1,4799	R\$ 2.345,65	R\$ 147,99	R\$ 2.197,66
ago/26	1346,08	1638	99,92	82,18%	100	1,4799	R\$ 2.424,08	R\$ 147,99	R\$ 2.276,09
ACUMULADO ANUAL							R\$ 22.106,52	R\$ 16.856,63	R\$ 5.249,88

12º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/26	1265,59	1624	358,41	77,93%	358,41	1,4799	R\$ 2.403,36	R\$ 530,42	R\$ 1.872,95
out/26	1229,67	1624	394,33	75,72%	394,33	1,4799	R\$ 2.403,36	R\$ 583,57	R\$ 1.819,79
nov/26	1159,95	1624	464,05	71,43%	464,05	1,4799	R\$ 2.403,36	R\$ 686,76	R\$ 1.716,61
dez/26	1083,88	565	-518,88	191,84%	100	1,4799	R\$ 836,15	R\$ 147,99	R\$ 688,15
jan/27	965,56	467	-498,56	206,76%	100	1,4799	R\$ 691,11	R\$ 147,99	R\$ 543,12
fev/27	969,79	720	-249,79	134,69%	100	1,4799	R\$ 1.065,53	R\$ 147,99	R\$ 917,54
mar/27	1020,5	1262	241,5	80,86%	241,5	1,4799	R\$ 1.867,64	R\$ 357,40	R\$ 1.510,24
abr/27	961,34	1107	145,66	86,84%	145,66	1,5909	R\$ 1.761,12	R\$ 231,73	R\$ 1.529,39
mai/27	1136,7	1585	448,3	71,72%	448,3	1,5909	R\$ 2.521,57	R\$ 713,19	R\$ 1.808,38
jun/27	1092,33	1687	594,67	64,75%	594,67	1,5909	R\$ 2.683,84	R\$ 946,05	R\$ 1.737,79
jul/27	1214,88	1585	370,12	76,65%	370,12	1,5909	R\$ 2.521,57	R\$ 588,82	R\$ 1.932,75
ago/27	1335,31	1638	302,69	81,52%	302,69	1,5909	R\$ 2.605,89	R\$ 481,55	R\$ 2.124,34
ACUMULADO ANUAL							R\$ 23.764,51	R\$ 5.563,46	R\$ 18.201,05

12º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/26	1265,59	1624	358,41	77,93%	358,41	1,4799	R\$ 2.403,36	R\$ 530,42	R\$ 1.872,95
out/26	1229,67	1624	394,33	75,72%	394,33	1,4799	R\$ 2.403,36	R\$ 583,57	R\$ 1.819,79
nov/26	1159,95	1624	464,05	71,43%	464,05	1,4799	R\$ 2.403,36	R\$ 686,76	R\$ 1.716,61
dez/26	1083,88	565	-518,88	191,84%	100	1,4799	R\$ 836,15	R\$ 147,99	R\$ 688,15
jan/27	965,56	467	-498,56	206,76%	100	1,4799	R\$ 691,11	R\$ 147,99	R\$ 543,12
fev/27	969,79	720	-249,79	134,69%	100	1,4799	R\$ 1.065,53	R\$ 147,99	R\$ 917,54
mar/27	1020,5	1262	241,5	80,86%	241,5	1,4799	R\$ 1.867,64	R\$ 357,40	R\$ 1.510,24
abr/27	961,34	1107	145,66	86,84%	145,66	1,5909	R\$ 1.761,12	R\$ 231,73	R\$ 1.529,39
mai/27	1136,7	1585	99,3	71,72%	100	1,5909	R\$ 2.521,57	R\$ 159,09	R\$ 2.362,48
jun/27	1092,33	1687	99,67	64,75%	100	1,5909	R\$ 2.683,84	R\$ 159,09	R\$ 2.524,75
jul/27	1214,88	1585	99,12	76,65%	100	1,5909	R\$ 2.521,57	R\$ 159,09	R\$ 2.362,48
ago/27	1335,31	1638	150,45	81,52%	150,45	1,5909	R\$ 2.605,89	R\$ 239,35	R\$ 2.366,54
ACUMULADO ANUAL							R\$ 23.764,51	R\$ 3.550,46	R\$ 20.214,04

13º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/27	1255,46	1624	368,54	77,31%	368,54	1,5909	R\$ 2.583,61	R\$ 586,30	R\$ 1.997,31
out/27	1219,83	1624	404,17	75,11%	404,17	1,5909	R\$ 2.583,61	R\$ 642,99	R\$ 1.940,63
nov/27	1150,67	1624	473,33	70,85%	473,33	1,5909	R\$ 2.583,61	R\$ 753,03	R\$ 1.830,59
dez/27	1075,21	565	-510,21	190,30%	100	1,5909	R\$ 898,86	R\$ 159,09	R\$ 739,77
jan/28	957,84	467	-490,84	205,10%	100	1,5909	R\$ 742,95	R\$ 159,09	R\$ 583,86
fev/28	962,03	720	-242,03	133,62%	100	1,5909	R\$ 1.145,45	R\$ 159,09	R\$ 986,36
mar/28	1012,33	1262	249,67	80,22%	249,67	1,5909	R\$ 2.007,71	R\$ 397,19	R\$ 1.610,52
abr/28	953,65	1107	153,35	86,15%	153,35	1,71021	R\$ 1.893,21	R\$ 262,26	R\$ 1.630,94
mai/28	1127,61	1585	457,39	71,14%	457,39	1,71021	R\$ 2.710,69	R\$ 782,23	R\$ 1.928,45
jun/28	1083,6	1687	603,4	64,23%	603,4	1,71021	R\$ 2.885,13	R\$ 1.031,95	R\$ 1.853,18
jul/28	1205,16	1585	379,84	76,04%	379,84	1,71021	R\$ 2.710,69	R\$ 649,61	R\$ 2.061,08
ago/28	1324,63	1638	313,37	80,87%	313,37	1,71021	R\$ 2.801,33	R\$ 535,93	R\$ 2.265,40
ACUMULADO ANUAL							R\$ 25.546,84	R\$ 6.118,77	R\$ 19.428,08

13º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/27	1255,46	1624	368,54	77,31%	368,54	1,5909	R\$ 2.583,61	R\$ 586,30	R\$ 1.997,31
out/27	1219,83	1624	404,17	75,11%	404,17	1,5909	R\$ 2.583,61	R\$ 642,99	R\$ 1.940,63
nov/27	1150,67	1624	473,33	70,85%	473,33	1,5909	R\$ 2.583,61	R\$ 753,03	R\$ 1.830,59
dez/27	1075,21	565	-510,21	190,30%	100	1,5909	R\$ 898,86	R\$ 159,09	R\$ 739,77
jan/28	957,84	467	-490,84	205,10%	100	1,5909	R\$ 742,95	R\$ 159,09	R\$ 583,86
fev/28	962,03	720	-242,03	133,62%	100	1,5909	R\$ 1.145,45	R\$ 159,09	R\$ 986,36
mar/28	1012,33	1262	249,67	80,22%	249,67	1,5909	R\$ 2.007,71	R\$ 397,19	R\$ 1.610,52
abr/28	953,65	1107	153,35	86,15%	153,35	1,71021	R\$ 1.893,21	R\$ 262,26	R\$ 1.630,94
mai/28	1127,61	1585	99,39	71,14%	100	1,71021	R\$ 2.710,69	R\$ 171,02	R\$ 2.539,67
jun/28	1083,6	1687	99,4	64,23%	100	1,71021	R\$ 2.885,13	R\$ 171,02	R\$ 2.714,11
jul/28	1205,16	1585	99,84	76,04%	100	1,71021	R\$ 2.710,69	R\$ 171,02	R\$ 2.539,67
ago/28	1324,63	1638	212,29	80,87%	212,29	1,71021	R\$ 2.801,33	R\$ 363,06	R\$ 2.438,27
ACUMULADO ANUAL							R\$ 25.546,84	R\$ 3.995,16	R\$ 21.551,68

14º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/28	1245,42	1624	378,58	76,69%	378,58	1,71021	R\$ 2.777,39	R\$ 647,45	R\$ 2.129,93
out/28	1210,07	1624	413,93	74,51%	413,93	1,71021	R\$ 2.777,39	R\$ 707,90	R\$ 2.069,48
nov/28	1141,46	1624	482,54	70,29%	482,54	1,71021	R\$ 2.777,39	R\$ 825,25	R\$ 1.952,14
dez/28	1066,61	565	-501,61	188,78%	100	1,71021	R\$ 966,27	R\$ 171,02	R\$ 795,25
jan/29	950,18	467	-483,18	203,46%	100	1,71021	R\$ 798,67	R\$ 171,02	R\$ 627,65
fev/29	954,34	720	-234,34	132,55%	100	1,71021	R\$ 1.231,35	R\$ 171,02	R\$ 1.060,33
mar/29	1004,24	1262	257,76	79,57%	257,76	1,71021	R\$ 2.158,29	R\$ 440,83	R\$ 1.717,46
abr/29	946,02	1107	160,98	85,46%	160,98	1,83848	R\$ 2.035,20	R\$ 295,96	R\$ 1.739,24
mai/29	1118,59	1585	466,41	70,57%	466,41	1,83848	R\$ 2.913,99	R\$ 857,49	R\$ 2.056,50
jun/29	1074,93	1687	612,07	63,72%	612,07	1,83848	R\$ 3.101,51	R\$ 1.125,28	R\$ 1.976,23
jul/29	1195,52	1585	389,48	75,43%	389,48	1,83848	R\$ 2.913,99	R\$ 716,05	R\$ 2.197,94
ago/29	1314,03	1638	323,97	80,22%	323,97	1,83848	R\$ 3.011,43	R\$ 595,61	R\$ 2.415,82
ACUMULADO ANUAL							R\$ 27.462,86	R\$ 6.724,89	R\$ 20.737,97

14º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/28	1245,42	1624	378,58	76,69%	378,58	1,71021	R\$ 2.777,39	R\$ 647,45	R\$ 2.129,93
out/28	1210,07	1624	413,93	74,51%	413,93	1,71021	R\$ 2.777,39	R\$ 707,90	R\$ 2.069,48
nov/28	1141,46	1624	482,54	70,29%	482,54	1,71021	R\$ 2.777,39	R\$ 825,25	R\$ 1.952,14
dez/28	1066,61	565	-501,61	188,78%	100	1,71021	R\$ 966,27	R\$ 171,02	R\$ 795,25
jan/29	950,18	467	-483,18	203,46%	100	1,71021	R\$ 798,67	R\$ 171,02	R\$ 627,65
fev/29	954,34	720	-234,34	132,55%	100	1,71021	R\$ 1.231,35	R\$ 171,02	R\$ 1.060,33
mar/29	1004,24	1262	257,76	79,57%	257,76	1,71021	R\$ 2.158,29	R\$ 440,83	R\$ 1.717,46
abr/29	946,02	1107	160,98	85,46%	160,98	1,83848	R\$ 2.035,20	R\$ 295,96	R\$ 1.739,24
mai/29	1118,59	1585	99,41	70,57%	100	1,83848	R\$ 2.913,99	R\$ 183,85	R\$ 2.730,14
jun/29	1074,93	1687	99,07	63,72%	100	1,83848	R\$ 3.101,51	R\$ 183,85	R\$ 2.917,67
jul/29	1195,52	1585	99,48	75,43%	100	1,83848	R\$ 2.913,99	R\$ 183,85	R\$ 2.730,14
ago/29	1314,03	1638	274,84	80,22%	274,84	1,83848	R\$ 3.011,43	R\$ 505,30	R\$ 2.506,13
ACUMULADO ANUAL							R\$ 27.462,86	R\$ 4.487,30	R\$ 22.975,56

15º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/29	1235,46	1624	388,54	76,07%	388,54	1,83848	R\$ 2.985,69	R\$ 714,33	R\$ 2.271,36
out/29	1200,39	1624	423,61	73,92%	423,61	1,83848	R\$ 2.985,69	R\$ 778,79	R\$ 2.206,90
nov/29	1132,33	1624	491,67	69,72%	491,67	1,83848	R\$ 2.985,69	R\$ 903,93	R\$ 2.081,76
dez/29	1058,08	565	-493,08	187,27%	100	1,83848	R\$ 1.038,74	R\$ 183,85	R\$ 854,89
jan/30	942,58	467	-475,58	201,84%	100	1,83848	R\$ 858,57	R\$ 183,85	R\$ 674,72
fev/30	946,7	720	-226,7	131,49%	100	1,83848	R\$ 1.323,70	R\$ 183,85	R\$ 1.139,86
mar/30	996,2	1262	265,8	78,94%	265,8	1,83848	R\$ 2.320,16	R\$ 488,66	R\$ 1.831,50
abr/30	938,45	1107	168,55	84,77%	168,55	1,97636	R\$ 2.187,84	R\$ 333,11	R\$ 1.854,72
mai/30	1109,64	1585	475,36	70,01%	475,36	1,97636	R\$ 3.132,54	R\$ 939,48	R\$ 2.193,06
jun/30	1066,33	1687	620,67	63,21%	620,67	1,97636	R\$ 3.334,13	R\$ 1.226,67	R\$ 2.107,45
jul/30	1185,95	1585	399,05	74,82%	399,05	1,97636	R\$ 3.132,54	R\$ 788,66	R\$ 2.343,88
ago/30	1303,52	1638	334,48	79,58%	334,48	1,97636	R\$ 3.237,29	R\$ 661,06	R\$ 2.576,23
ACUMULADO ANUAL							R\$ 29.522,57	R\$ 7.386,25	R\$ 22.136,33

15º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/29	1235,46	1624	388,54	76,07%	388,54	1,83848	R\$ 2.985,69	R\$ 714,33	R\$ 2.271,36
out/29	1200,39	1624	423,61	73,92%	423,61	1,83848	R\$ 2.985,69	R\$ 778,79	R\$ 2.206,90
nov/29	1132,33	1624	491,67	69,72%	491,67	1,83848	R\$ 2.985,69	R\$ 903,93	R\$ 2.081,76
dez/29	1058,08	565	-493,08	187,27%	100	1,83848	R\$ 1.038,74	R\$ 183,85	R\$ 854,89
jan/30	942,58	467	-475,58	201,84%	100	1,83848	R\$ 858,57	R\$ 183,85	R\$ 674,72
fev/30	946,7	720	-226,7	131,49%	100	1,83848	R\$ 1.323,70	R\$ 183,85	R\$ 1.139,86
mar/30	996,2	1262	265,8	78,94%	265,8	1,83848	R\$ 2.320,16	R\$ 488,66	R\$ 1.831,50
abr/30	938,45	1107	168,55	84,77%	168,55	1,97636	R\$ 2.187,84	R\$ 333,11	R\$ 1.854,72
mai/30	1109,64	1585	99,36	70,01%	100	1,97636	R\$ 3.132,54	R\$ 197,64	R\$ 2.934,90
jun/30	1066,33	1687	99,67	63,21%	100	1,97636	R\$ 3.334,13	R\$ 197,64	R\$ 3.136,49
jul/30	1185,95	1585	100,69	74,82%	100,69	1,97636	R\$ 3.132,54	R\$ 199,00	R\$ 2.933,54
ago/30	1303,52	1638	334,48	79,58%	334,48	1,97636	R\$ 3.237,29	R\$ 661,06	R\$ 2.576,23
ACUMULADO ANUAL							R\$ 29.522,57	R\$ 5.025,70	R\$ 24.496,87

16º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/30	1225,57	1624	398,43	75,47%	398,43	1,97636	R\$ 3.209,62	R\$ 787,44	R\$ 2.422,18
out/30	1190,79	1624	433,21	73,32%	433,21	1,97636	R\$ 3.209,62	R\$ 856,18	R\$ 2.353,43
nov/30	1123,27	1624	500,73	69,17%	500,73	1,97636	R\$ 3.209,62	R\$ 989,62	R\$ 2.219,99
dez/30	1049,61	565	-484,61	185,77%	100	1,97636	R\$ 1.116,65	R\$ 197,64	R\$ 919,01
jan/31	935,04	467	-468,04	200,22%	100	1,97636	R\$ 922,96	R\$ 197,64	R\$ 725,33
fev/31	939,13	720	-219,13	130,43%	100	1,97636	R\$ 1.422,98	R\$ 197,64	R\$ 1.225,35
mar/31	988,23	1262	273,77	78,31%	273,77	1,97636	R\$ 2.494,17	R\$ 541,06	R\$ 1.953,11
abr/31	930,94	1107	176,06	84,10%	176,06	2,12459	R\$ 2.351,92	R\$ 374,05	R\$ 1.977,88
mai/31	1100,76	1585	484,24	69,45%	484,24	2,12459	R\$ 3.367,48	R\$ 1.028,80	R\$ 2.338,67
jun/31	1057,8	1687	629,2	62,70%	629,2	2,12459	R\$ 3.584,19	R\$ 1.336,80	R\$ 2.247,39
jul/31	1176,47	1585	408,53	74,23%	408,53	2,12459	R\$ 3.367,48	R\$ 867,97	R\$ 2.499,51
ago/31	1293,09	1638	344,91	78,94%	344,91	2,12459	R\$ 3.480,08	R\$ 732,79	R\$ 2.747,29
ACUMULADO ANUAL							R\$ 31.736,76	R\$ 8.107,63	R\$ 23.629,13

16º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/30	1225,57	1624	398,43	75,47%	398,43	1,97636	R\$ 3.209,62	R\$ 787,44	R\$ 2.422,18
out/30	1190,79	1624	433,21	73,32%	433,21	1,97636	R\$ 3.209,62	R\$ 856,18	R\$ 2.353,43
nov/30	1123,27	1624	500,73	69,17%	500,73	1,97636	R\$ 3.209,62	R\$ 989,62	R\$ 2.219,99
dez/30	1049,61	565	-484,61	185,77%	100	1,97636	R\$ 1.116,65	R\$ 197,64	R\$ 919,01
jan/31	935,04	467	-468,04	200,22%	100	1,97636	R\$ 922,96	R\$ 197,64	R\$ 725,33
fev/31	939,13	720	-219,13	130,43%	100	1,97636	R\$ 1.422,98	R\$ 197,64	R\$ 1.225,35
mar/31	988,23	1262	273,77	78,31%	273,77	1,97636	R\$ 2.494,17	R\$ 541,06	R\$ 1.953,11
abr/31	930,94	1107	176,06	84,10%	176,06	2,12459	R\$ 2.351,92	R\$ 374,05	R\$ 1.977,88
mai/31	1100,76	1585	99,24	69,45%	100	2,12459	R\$ 3.367,48	R\$ 212,46	R\$ 3.155,02
jun/31	1057,8	1687	99,2	62,70%	100	2,12459	R\$ 3.584,19	R\$ 212,46	R\$ 3.371,73
jul/31	1176,47	1585	151,76	74,23%	151,76	2,12459	R\$ 3.367,48	R\$ 322,42	R\$ 3.045,06
ago/31	1293,09	1638	344,91	78,94%	344,91	2,12459	R\$ 3.480,08	R\$ 732,79	R\$ 2.747,29
ACUMULADO ANUAL							R\$ 31.736,76	R\$ 5.621,40	R\$ 26.115,36

17º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/31	1215,77	1624	408,23	74,86%	408,23	2,12459	R\$ 3.450,34	R\$ 867,33	R\$ 2.583,01
out/31	1181,26	1624	442,74	72,74%	442,74	2,12459	R\$ 3.450,34	R\$ 940,64	R\$ 2.509,70
nov/31	1114,28	1624	509,72	68,61%	509,72	2,12459	R\$ 3.450,34	R\$ 1.082,94	R\$ 2.367,40
dez/31	1041,22	565	-476,22	184,29%	100	2,12459	R\$ 1.200,39	R\$ 212,46	R\$ 987,94
jan/32	927,56	467	-460,56	198,62%	100	2,12459	R\$ 992,18	R\$ 212,46	R\$ 779,73
fev/32	931,61	720	-211,61	129,39%	100	2,12459	R\$ 1.529,71	R\$ 212,46	R\$ 1.317,25
mar/32	980,33	1262	281,67	77,68%	281,67	2,12459	R\$ 2.681,24	R\$ 598,44	R\$ 2.082,79
abr/32	923,5	1107	183,5	83,42%	183,5	2,28394	R\$ 2.528,32	R\$ 419,11	R\$ 2.109,21
mai/32	1091,96	1585	493,04	68,89%	493,04	2,28394	R\$ 3.620,04	R\$ 1.126,08	R\$ 2.493,96
jun/32	1049,33	1687	637,67	62,20%	637,67	2,28394	R\$ 3.853,00	R\$ 1.456,39	R\$ 2.396,61
jul/32	1167,06	1585	417,94	73,63%	417,94	2,28394	R\$ 3.620,04	R\$ 954,56	R\$ 2.665,48
ago/32	1282,75	1638	355,25	78,31%	355,25	2,28394	R\$ 3.741,09	R\$ 811,38	R\$ 2.929,71
ACUMULADO ANUAL							R\$ 34.117,02	R\$ 8.894,23	R\$ 25.222,79

17º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/31	1215,77	1624	408,23	74,86%	408,23	2,12459	R\$ 3.450,34	R\$ 867,33	R\$ 2.583,01
out/31	1181,26	1624	442,74	72,74%	442,74	2,12459	R\$ 3.450,34	R\$ 940,64	R\$ 2.509,70
nov/31	1114,28	1624	509,72	68,61%	509,72	2,12459	R\$ 3.450,34	R\$ 1.082,94	R\$ 2.367,40
dez/31	1041,22	565	-476,22	184,29%	100	2,12459	R\$ 1.200,39	R\$ 212,46	R\$ 987,94
jan/32	927,56	467	-460,56	198,62%	100	2,12459	R\$ 992,18	R\$ 212,46	R\$ 779,73
fev/32	931,61	720	-211,61	129,39%	100	2,12459	R\$ 1.529,71	R\$ 212,46	R\$ 1.317,25
mar/32	980,33	1262	281,67	77,68%	281,67	2,12459	R\$ 2.681,24	R\$ 598,44	R\$ 2.082,79
abr/32	923,5	1107	183,5	83,42%	183,5	2,28394	R\$ 2.528,32	R\$ 419,11	R\$ 2.109,21
mai/32	1091,96	1585	99,04	68,89%	100	2,28394	R\$ 3.620,04	R\$ 228,39	R\$ 3.391,65
jun/32	1049,33	1687	99,67	62,20%	100	2,28394	R\$ 3.853,00	R\$ 228,39	R\$ 3.624,61
jul/32	1167,06	1585	201,56	73,63%	201,56	2,28394	R\$ 3.620,04	R\$ 460,35	R\$ 3.159,69
ago/32	1282,75	1638	355,25	78,31%	355,25	2,28394	R\$ 3.741,09	R\$ 811,38	R\$ 2.929,71
ACUMULADO ANUAL							R\$ 34.117,02	R\$ 6.274,34	R\$ 27.842,68

18º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/32	1206,04	1624	417,96	74,26%	417,96	2,28394	R\$ 3.709,11	R\$ 954,59	R\$ 2.754,52
out/32	1171,81	1624	452,19	72,16%	452,19	2,28394	R\$ 3.709,11	R\$ 1.032,77	R\$ 2.676,35
nov/32	1105,37	1624	518,63	68,06%	518,63	2,28394	R\$ 3.709,11	R\$ 1.184,52	R\$ 2.524,59
dez/32	1032,89	565	-467,89	182,81%	100	2,28394	R\$ 1.290,42	R\$ 228,39	R\$ 1.062,03
jan/33	920,13	467	-453,13	197,03%	100	2,28394	R\$ 1.066,60	R\$ 228,39	R\$ 838,20
fev/33	924,16	720	-204,16	128,36%	100	2,28394	R\$ 1.644,43	R\$ 228,39	R\$ 1.416,04
mar/33	972,48	1262	289,52	77,06%	289,52	2,28394	R\$ 2.882,33	R\$ 661,24	R\$ 2.221,09
abr/33	916,11	1107	190,89	82,76%	190,89	2,45523	R\$ 2.717,94	R\$ 468,68	R\$ 2.249,26
mai/33	1083,22	1585	501,78	68,34%	501,78	2,45523	R\$ 3.891,54	R\$ 1.231,98	R\$ 2.659,56
jun/33	1040,94	1687	646,06	61,70%	646,06	2,45523	R\$ 4.141,98	R\$ 1.586,23	R\$ 2.555,75
jul/33	1157,72	1585	427,28	73,04%	427,28	2,45523	R\$ 3.891,54	R\$ 1.049,07	R\$ 2.842,47
ago/33	1272,48	1638	365,52	77,69%	365,52	2,45523	R\$ 4.021,67	R\$ 897,43	R\$ 3.124,24
ACUMULADO ANUAL							R\$ 36.675,80	R\$ 9.751,69	R\$ 26.924,11

18º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/32	1206,04	1624	417,96	74,26%	417,96	2,28394	R\$ 3.709,11	R\$ 954,59	R\$ 2.754,52
out/32	1171,81	1624	452,19	72,16%	452,19	2,28394	R\$ 3.709,11	R\$ 1.032,77	R\$ 2.676,35
nov/32	1105,37	1624	518,63	68,06%	518,63	2,28394	R\$ 3.709,11	R\$ 1.184,52	R\$ 2.524,59
dez/32	1032,89	565	-467,89	182,81%	100	2,28394	R\$ 1.290,42	R\$ 228,39	R\$ 1.062,03
jan/33	920,13	467	-453,13	197,03%	100	2,28394	R\$ 1.066,60	R\$ 228,39	R\$ 838,20
fev/33	924,16	720	-204,16	128,36%	100	2,28394	R\$ 1.644,43	R\$ 228,39	R\$ 1.416,04
mar/33	972,48	1262	289,52	77,06%	289,52	2,28394	R\$ 2.882,33	R\$ 661,24	R\$ 2.221,09
abr/33	916,11	1107	99,89	82,76%	100	2,45523	R\$ 2.717,94	R\$ 245,52	R\$ 2.472,42
mai/33	1083,22	1585	501,78	68,34%	501,78	2,45523	R\$ 3.891,54	R\$ 1.231,98	R\$ 2.659,56
jun/33	1040,94	1687	99,06	61,70%	100	2,45523	R\$ 4.141,98	R\$ 245,52	R\$ 3.896,45
jul/33	1157,72	1585	99,28	73,04%	100	2,45523	R\$ 3.891,54	R\$ 245,52	R\$ 3.646,02
ago/33	1272,48	1638	206,33	77,69%	206,33	2,45523	R\$ 4.021,67	R\$ 506,59	R\$ 3.515,08
ACUMULADO ANUAL							R\$ 36.675,80	R\$ 6.993,44	R\$ 29.682,36

19º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/33	1196,39	1624	427,61	73,67%	427,61	2,45523	R\$ 3.987,30	R\$ 1.049,87	R\$ 2.937,42
out/33	1162,44	1624	461,56	71,58%	461,56	2,45523	R\$ 3.987,30	R\$ 1.133,24	R\$ 2.854,06
nov/33	1096,53	1624	527,47	67,52%	527,47	2,45523	R\$ 3.987,30	R\$ 1.295,07	R\$ 2.692,23
dez/33	1024,62	565	-459,62	181,35%	100	2,45523	R\$ 1.387,21	R\$ 245,52	R\$ 1.141,68
jan/34	912,77	467	-445,77	195,45%	100	2,45523	R\$ 1.146,59	R\$ 245,52	R\$ 901,07
fev/34	916,77	720	-196,77	127,33%	100	2,45523	R\$ 1.767,77	R\$ 245,52	R\$ 1.522,24
mar/34	964,7	1262	297,3	76,44%	297,3	2,45523	R\$ 3.098,50	R\$ 729,93	R\$ 2.368,57
abr/34	908,78	1107	198,22	82,09%	198,22	2,63937	R\$ 2.921,79	R\$ 523,18	R\$ 2.398,61
mai/34	1074,56	1585	510,44	67,80%	510,44	2,63937	R\$ 4.183,41	R\$ 1.347,25	R\$ 2.836,16
jun/34	1032,61	1687	654,39	61,21%	654,39	2,63937	R\$ 4.452,62	R\$ 1.727,17	R\$ 2.725,45
jul/34	1148,46	1585	436,54	72,46%	436,54	2,63937	R\$ 4.183,41	R\$ 1.152,20	R\$ 3.031,21
ago/34	1262,3	1638	375,7	77,06%	375,7	2,63937	R\$ 4.323,30	R\$ 991,60	R\$ 3.331,69
ACUMULADO ANUAL							R\$ 39.426,48	R\$ 10.686,09	R\$ 28.740,39

19º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/33	1196,39	1624	427,61	73,67%	427,61	2,45523	R\$ 3.987,30	R\$ 1.049,87	R\$ 2.937,42
out/33	1162,44	1624	461,56	71,58%	461,56	2,45523	R\$ 3.987,30	R\$ 1.133,24	R\$ 2.854,06
nov/33	1096,53	1624	527,47	67,52%	527,47	2,45523	R\$ 3.987,30	R\$ 1.295,07	R\$ 2.692,23
dez/33	1024,62	565	-459,62	181,35%	100	2,45523	R\$ 1.387,21	R\$ 245,52	R\$ 1.141,68
jan/34	912,77	467	-445,77	195,45%	100	2,45523	R\$ 1.146,59	R\$ 245,52	R\$ 901,07
fev/34	916,77	720	-196,77	127,33%	100	2,45523	R\$ 1.767,77	R\$ 245,52	R\$ 1.522,24
mar/34	964,7	1262	297,3	76,44%	297,3	2,45523	R\$ 3.098,50	R\$ 729,93	R\$ 2.368,57
abr/34	908,78	1107	99,22	82,09%	100	2,63937	R\$ 2.921,79	R\$ 263,94	R\$ 2.657,85
mai/34	1074,56	1585	510,44	67,80%	510,44	2,63937	R\$ 4.183,41	R\$ 1.347,25	R\$ 2.836,16
jun/34	1032,61	1687	99,39	61,21%	100	2,63937	R\$ 4.452,62	R\$ 263,94	R\$ 4.188,69
jul/34	1148,46	1585	99,54	72,46%	100	2,63937	R\$ 4.183,41	R\$ 263,94	R\$ 3.919,47
ago/34	1262,3	1638	264,53	77,06%	264,53	2,63937	R\$ 4.323,30	R\$ 698,19	R\$ 3.625,10
ACUMULADO ANUAL							R\$ 39.426,48	R\$ 7.781,94	R\$ 31.644,54

20º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/34	1186,82	1624	437,18	73,08%	437,18	2,63937	R\$ 4.286,34	R\$ 1.153,88	R\$ 3.132,47
out/34	1153,14	1624	470,86	71,01%	470,86	2,63937	R\$ 4.286,34	R\$ 1.242,78	R\$ 3.043,57
nov/34	1087,75	1624	536,25	66,98%	536,25	2,63937	R\$ 4.286,34	R\$ 1.415,35	R\$ 2.870,99
dez/34	1016,43	565	-451,43	179,90%	100	2,63937	R\$ 1.491,25	R\$ 263,94	R\$ 1.227,31
jan/35	905,47	467	-438,47	193,89%	100	2,63937	R\$ 1.232,59	R\$ 263,94	R\$ 968,65
fev/35	909,43	720	-189,43	126,31%	100	2,63937	R\$ 1.900,35	R\$ 263,94	R\$ 1.636,41
mar/35	956,99	1262	305,01	75,83%	305,01	2,63937	R\$ 3.330,89	R\$ 805,05	R\$ 2.525,85
abr/35	901,51	1107	205,49	81,44%	205,49	2,83733	R\$ 3.140,92	R\$ 583,05	R\$ 2.557,88
mai/35	1065,96	1585	519,04	67,25%	519,04	2,83733	R\$ 4.497,16	R\$ 1.472,69	R\$ 3.024,48
jun/35	1024,35	1687	662,65	60,72%	662,65	2,83733	R\$ 4.786,57	R\$ 1.880,15	R\$ 2.906,42
jul/35	1139,27	1585	445,73	71,88%	445,73	2,83733	R\$ 4.497,16	R\$ 1.264,68	R\$ 3.232,48
ago/35	1252,21	1638	385,79	76,45%	385,79	2,83733	R\$ 4.647,54	R\$ 1.094,62	R\$ 3.552,92
ACUMULADO ANUAL							R\$ 42.383,47	R\$ 11.704,06	R\$ 30.679,41

20º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/34	1186,82	1624	437,18	73,08%	437,18	2,63937	R\$ 4.286,34	R\$ 1.153,88	R\$ 3.132,47
out/34	1153,14	1624	470,86	71,01%	470,86	2,63937	R\$ 4.286,34	R\$ 1.242,78	R\$ 3.043,57
nov/34	1087,75	1624	536,25	66,98%	536,25	2,63937	R\$ 4.286,34	R\$ 1.415,35	R\$ 2.870,99
dez/34	1016,43	565	-451,43	179,90%	100	2,63937	R\$ 1.491,25	R\$ 263,94	R\$ 1.227,31
jan/35	905,47	467	-438,47	193,89%	100	2,63937	R\$ 1.232,59	R\$ 263,94	R\$ 968,65
fev/35	909,43	720	-189,43	126,31%	100	2,63937	R\$ 1.900,35	R\$ 263,94	R\$ 1.636,41
mar/35	956,99	1262	305,01	75,83%	305,01	2,63937	R\$ 3.330,89	R\$ 805,05	R\$ 2.525,85
abr/35	901,51	1107	99,49	81,44%	100	2,83733	R\$ 3.140,92	R\$ 283,73	R\$ 2.857,19
mai/35	1065,96	1585	519,04	67,25%	519,04	2,83733	R\$ 4.497,16	R\$ 1.472,69	R\$ 3.024,48
jun/35	1024,35	1687	99,65	60,72%	100	2,83733	R\$ 4.786,57	R\$ 283,73	R\$ 4.502,84
jul/35	1139,27	1585	99,73	71,88%	100	2,83733	R\$ 4.497,16	R\$ 283,73	R\$ 4.213,43
ago/35	1252,21	1638	321,46	76,45%	321,46	2,83733	R\$ 4.647,54	R\$ 912,09	R\$ 3.735,45
ACUMULADO ANUAL							R\$ 42.383,47	R\$ 8.644,84	R\$ 33.738,63

21º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES / TROCA DE 1 INVERSOR)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/35	1177,33	1624	446,67	72,50%	446,67	2,83733	R\$ 4.607,82	R\$ 1.267,36	R\$ 3.340,46
out/35	1143,91	1624	480,09	70,44%	480,09	2,83733	R\$ 4.607,82	R\$ 1.362,16	R\$ 3.245,66
nov/35	1079,05	1624	544,95	66,44%	544,95	2,83733	R\$ 4.607,82	R\$ 1.546,19	R\$ 3.061,63
dez/35	1008,3	565	-443,3	178,46%	100	2,83733	R\$ 1.603,09	R\$ 283,73	R\$ 1.319,36
jan/36	898,23	467	-431,23	192,34%	100	2,83733	R\$ 1.325,03	R\$ 283,73	R\$ 1.041,30
fev/36	902,16	720	-182,16	125,30%	100	2,83733	R\$ 2.042,88	R\$ 283,73	R\$ 1.759,14
mar/36	949,33	1262	312,67	75,22%	312,67	2,83733	R\$ 3.580,71	R\$ 887,15	R\$ 2.693,56
abr/36	894,3	1107	212,7	80,79%	212,7	3,05013	R\$ 3.376,49	R\$ 648,77	R\$ 2.727,72
mai/36	1057,43	1585	527,57	66,71%	527,57	3,05013	R\$ 4.834,45	R\$ 1.609,15	R\$ 3.225,30
jun/36	1016,16	1687	670,84	60,23%	670,84	3,05013	R\$ 5.145,56	R\$ 2.046,16	R\$ 3.099,41
jul/36	1130,16	1585	454,84	71,30%	454,84	3,05013	R\$ 4.834,45	R\$ 1.387,33	R\$ 3.447,12
ago/36	1242,19	1638	395,81	75,84%	395,81	3,05013	R\$ 4.996,11	R\$ 1.207,28	R\$ 3.788,83
ACUMULADO ANUAL							R\$ 45.562,23	R\$ 26.702,74	R\$ 18.859,49

21º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES / TROCA DE 1 INVERSOR)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/35	1177,33	1624	446,67	72,50%	446,67	2,83733	R\$ 4.607,82	R\$ 1.267,36	R\$ 3.340,46
out/35	1143,91	1624	480,09	70,44%	480,09	2,83733	R\$ 4.607,82	R\$ 1.362,16	R\$ 3.245,66
nov/35	1079,05	1624	544,95	66,44%	544,95	2,83733	R\$ 4.607,82	R\$ 1.546,19	R\$ 3.061,63
dez/35	1008,3	565	-443,3	178,46%	100	2,83733	R\$ 1.603,09	R\$ 283,73	R\$ 1.319,36
jan/36	898,23	467	-431,23	192,34%	100	2,83733	R\$ 1.325,03	R\$ 283,73	R\$ 1.041,30
fev/36	902,16	720	-182,16	125,30%	100	2,83733	R\$ 2.042,88	R\$ 283,73	R\$ 1.759,14
mar/36	949,33	1262	312,67	75,22%	312,67	2,83733	R\$ 3.580,71	R\$ 887,15	R\$ 2.693,56
abr/36	894,3	1107	99,7	80,79%	100	3,05013	R\$ 3.376,49	R\$ 305,01	R\$ 3.071,48
mai/36	1057,43	1585	527,57	66,71%	527,57	3,05013	R\$ 4.834,45	R\$ 1.609,15	R\$ 3.225,30
jun/36	1016,16	1687	99,84	60,23%	100	3,05013	R\$ 5.145,56	R\$ 305,01	R\$ 4.840,55
jul/36	1130,16	1585	99,84	71,30%	100	3,05013	R\$ 4.834,45	R\$ 305,01	R\$ 4.529,44
ago/36	1242,19	1638	378,13	75,84%	378,13	3,05013	R\$ 4.996,11	R\$ 1.153,35	R\$ 3.842,76
ACUMULADO ANUAL							R\$ 45.562,23	R\$ 23.481,59	R\$ 22.080,64

22º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/36	1167,91	1624	456,09	71,92%	456,09	3,05013	R\$ 4.953,41	R\$ 1.391,14	R\$ 3.562,27
out/36	1134,76	1624	489,24	69,87%	489,24	3,05013	R\$ 4.953,41	R\$ 1.492,24	R\$ 3.461,17
nov/36	1070,42	1624	553,58	65,91%	553,58	3,05013	R\$ 4.953,41	R\$ 1.688,49	R\$ 3.264,92
dez/36	1000,23	565	-435,23	177,03%	100	3,05013	R\$ 1.723,32	R\$ 305,01	R\$ 1.418,31
jan/37	891,04	467	-424,04	190,80%	100	3,05013	R\$ 1.424,41	R\$ 305,01	R\$ 1.119,40
fev/37	894,94	720	-174,94	124,30%	100	3,05013	R\$ 2.196,09	R\$ 305,01	R\$ 1.891,08
mar/37	941,74	1262	320,26	74,62%	320,26	3,05013	R\$ 3.849,26	R\$ 976,85	R\$ 2.872,41
abr/37	887,14	1107	219,86	80,14%	219,86	3,27889	R\$ 3.629,73	R\$ 720,89	R\$ 2.908,84
mai/37	1048,97	1585	536,03	66,18%	536,03	3,27889	R\$ 5.197,04	R\$ 1.757,57	R\$ 3.439,46
jun/37	1008,03	1687	678,97	59,75%	678,97	3,27889	R\$ 5.531,48	R\$ 2.226,27	R\$ 3.305,21
jul/37	1121,11	1585	463,89	70,73%	463,89	3,27889	R\$ 5.197,04	R\$ 1.521,03	R\$ 3.676,01
ago/37	1232,25	1638	405,75	75,23%	405,75	3,27889	R\$ 5.370,82	R\$ 1.330,41	R\$ 4.040,41
ACUMULADO ANUAL							R\$ 48.979,40	R\$ 14.019,92	R\$ 34.959,48

22º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/36	1167,91	1624	456,09	71,92%	456,09	3,05013	R\$ 4.953,41	R\$ 1.391,14	R\$ 3.562,27
out/36	1134,76	1624	489,24	69,87%	489,24	3,05013	R\$ 4.953,41	R\$ 1.492,24	R\$ 3.461,17
nov/36	1070,42	1624	553,58	65,91%	553,58	3,05013	R\$ 4.953,41	R\$ 1.688,49	R\$ 3.264,92
dez/36	1000,23	565	-435,23	177,03%	100	3,05013	R\$ 1.723,32	R\$ 305,01	R\$ 1.418,31
jan/37	891,04	467	-424,04	190,80%	100	3,05013	R\$ 1.424,41	R\$ 305,01	R\$ 1.119,40
fev/37	894,94	720	-174,94	124,30%	100	3,05013	R\$ 2.196,09	R\$ 305,01	R\$ 1.891,08
mar/37	941,74	1262	320,26	74,62%	320,26	3,05013	R\$ 3.849,26	R\$ 976,85	R\$ 2.872,41
abr/37	887,14	1107	99,86	80,14%	100	3,27889	R\$ 3.629,73	R\$ 327,89	R\$ 3.301,84
mai/37	1048,97	1585	536,03	66,18%	536,03	3,27889	R\$ 5.197,04	R\$ 1.757,57	R\$ 3.439,46
jun/37	1008,03	1687	99,97	59,75%	100	3,27889	R\$ 5.531,48	R\$ 327,89	R\$ 5.203,59
jul/37	1121,11	1585	128,67	70,73%	128,67	3,27889	R\$ 5.197,04	R\$ 421,91	R\$ 4.775,13
ago/37	1232,25	1638	405,75	75,23%	405,75	3,27889	R\$ 5.370,82	R\$ 1.330,41	R\$ 4.040,41
ACUMULADO ANUAL							R\$ 48.979,40	R\$ 10.629,41	R\$ 38.349,99

23º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/37	1158,57	1624	465,43	71,34%	465,43	3,27889	R\$ 5.324,91	R\$ 1.526,11	R\$ 3.798,80
out/37	1125,68	1624	498,32	69,32%	498,32	3,27889	R\$ 5.324,91	R\$ 1.633,92	R\$ 3.690,99
nov/37	1061,86	1624	562,14	65,39%	562,14	3,27889	R\$ 5.324,91	R\$ 1.843,20	R\$ 3.481,71
dez/37	992,23	565	-427,23	175,62%	100	3,27889	R\$ 1.852,57	R\$ 327,89	R\$ 1.524,68
jan/38	883,91	467	-416,91	189,27%	100	3,27889	R\$ 1.531,24	R\$ 327,89	R\$ 1.203,35
fev/38	887,78	720	-167,78	123,30%	100	3,27889	R\$ 2.360,80	R\$ 327,89	R\$ 2.032,91
mar/38	934,2	1262	327,8	74,03%	327,8	3,27889	R\$ 4.137,95	R\$ 1.074,81	R\$ 3.063,14
abr/38	880,05	1107	226,95	79,50%	226,95	3,5248	R\$ 3.901,96	R\$ 799,97	R\$ 3.101,99
mai/38	1040,58	1585	544,42	65,65%	544,42	3,5248	R\$ 5.586,81	R\$ 1.918,97	R\$ 3.667,84
jun/38	999,96	1687	687,04	59,27%	687,04	3,5248	R\$ 5.946,34	R\$ 2.421,67	R\$ 3.524,67
jul/38	1112,15	1585	472,85	70,17%	472,85	3,5248	R\$ 5.586,81	R\$ 1.666,72	R\$ 3.920,09
ago/38	1222,39	1638	415,61	74,63%	415,61	3,5248	R\$ 5.773,63	R\$ 1.464,93	R\$ 4.308,69
ACUMULADO ANUAL							R\$ 52.652,85	R\$ 15.333,97	R\$ 37.318,88

23º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/37	1158,57	1624	465,43	71,34%	465,43	3,27889	R\$ 5.324,91	R\$ 1.526,11	R\$ 3.798,80
out/37	1125,68	1624	498,32	69,32%	498,32	3,27889	R\$ 5.324,91	R\$ 1.633,92	R\$ 3.690,99
nov/37	1061,86	1624	562,14	65,39%	562,14	3,27889	R\$ 5.324,91	R\$ 1.843,20	R\$ 3.481,71
dez/37	992,23	565	-427,23	175,62%	100	3,27889	R\$ 1.852,57	R\$ 327,89	R\$ 1.524,68
jan/38	883,91	467	-416,91	189,27%	100	3,27889	R\$ 1.531,24	R\$ 327,89	R\$ 1.203,35
fev/38	887,78	720	-167,78	123,30%	100	3,27889	R\$ 2.360,80	R\$ 327,89	R\$ 2.032,91
mar/38	934,2	1262	327,8	74,03%	327,8	3,27889	R\$ 4.137,95	R\$ 1.074,81	R\$ 3.063,14
abr/38	880,05	1107	99,95	79,50%	100	3,5248	R\$ 3.901,96	R\$ 352,48	R\$ 3.549,48
mai/38	1040,58	1585	544,42	65,65%	544,42	3,5248	R\$ 5.586,81	R\$ 1.918,97	R\$ 3.667,84
jun/38	999,96	1687	99,04	59,27%	100	3,5248	R\$ 5.946,34	R\$ 352,48	R\$ 5.593,86
jul/38	1112,15	1585	175,93	70,17%	175,93	3,5248	R\$ 5.586,81	R\$ 620,13	R\$ 4.966,69
ago/38	1222,39	1638	415,61	74,63%	415,61	3,5248	R\$ 5.773,63	R\$ 1.464,93	R\$ 4.308,69
ACUMULADO ANUAL							R\$ 52.652,85	R\$ 11.770,70	R\$ 40.882,15

24º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/38	1149,3	1624	474,7	70,77%	474,7	3,5248	R\$ 5.724,28	R\$ 1.673,24	R\$ 4.051,04
out/38	1116,68	1624	507,32	68,76%	507,32	3,5248	R\$ 5.724,28	R\$ 1.788,21	R\$ 3.936,07
nov/38	1053,36	1624	570,64	64,86%	570,64	3,5248	R\$ 5.724,28	R\$ 2.011,39	R\$ 3.712,89
dez/38	984,29	565	-419,29	174,21%	100	3,5248	R\$ 1.991,51	R\$ 352,48	R\$ 1.639,03
jan/39	876,84	467	-409,84	187,76%	100	3,5248	R\$ 1.646,08	R\$ 352,48	R\$ 1.293,60
fev/39	880,68	720	-160,68	122,32%	100	3,5248	R\$ 2.537,86	R\$ 352,48	R\$ 2.185,38
mar/39	926,73	1262	335,27	73,43%	335,27	3,5248	R\$ 4.448,30	R\$ 1.181,77	R\$ 3.266,53
abr/39	873	1107	234	78,86%	234	3,78916	R\$ 4.194,60	R\$ 886,65	R\$ 3.307,96
mai/39	1032,26	1585	552,74	65,13%	552,74	3,78916	R\$ 6.005,82	R\$ 2.094,44	R\$ 3.911,39
jun/39	991,96	1687	695,04	58,80%	695,04	3,78916	R\$ 6.392,32	R\$ 2.633,61	R\$ 3.758,71
jul/39	1103,25	1585	481,75	69,61%	481,75	3,78916	R\$ 6.005,82	R\$ 1.825,44	R\$ 4.180,39
ago/39	1212,61	1638	425,39	74,03%	425,39	3,78916	R\$ 6.206,65	R\$ 1.611,86	R\$ 4.594,79
ACUMULADO ANUAL							R\$ 56.601,82	R\$ 16.764,02	R\$ 39.837,80

24º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/38	1149,3	1624	474,7	70,77%	474,7	3,5248	R\$ 5.724,28	R\$ 1.673,24	R\$ 4.051,04
out/38	1116,68	1624	507,32	68,76%	507,32	3,5248	R\$ 5.724,28	R\$ 1.788,21	R\$ 3.936,07
nov/38	1053,36	1624	570,64	64,86%	570,64	3,5248	R\$ 5.724,28	R\$ 2.011,39	R\$ 3.712,89
dez/38	984,29	565	-419,29	174,21%	100	3,5248	R\$ 1.991,51	R\$ 352,48	R\$ 1.639,03
jan/39	876,84	467	-409,84	187,76%	100	3,5248	R\$ 1.646,08	R\$ 352,48	R\$ 1.293,60
fev/39	880,68	720	-160,68	122,32%	100	3,5248	R\$ 2.537,86	R\$ 352,48	R\$ 2.185,38
mar/39	926,73	1262	335,27	73,43%	335,27	3,5248	R\$ 4.448,30	R\$ 1.181,77	R\$ 3.266,53
abr/39	873	1107	234	78,86%	234	3,78916	R\$ 4.194,60	R\$ 886,65	R\$ 3.307,96
mai/39	1032,26	1585	552,74	65,13%	552,74	3,78916	R\$ 6.005,82	R\$ 2.094,44	R\$ 3.911,39
jun/39	991,96	1687	99,04	58,80%	100	3,78916	R\$ 6.392,32	R\$ 378,92	R\$ 6.013,40
jul/39	1103,25	1585	99,75	69,61%	100	3,78916	R\$ 6.005,82	R\$ 378,92	R\$ 5.626,91
ago/39	1212,61	1638	413,58	74,03%	413,58	3,78916	R\$ 6.206,65	R\$ 1.567,10	R\$ 4.639,54
ACUMULADO ANUAL							R\$ 56.601,82	R\$ 13.018,06	R\$ 43.583,76

25º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / SEM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/39	1140,1	1624	483,9	70,20%	483,9	3,78916	R\$ 6.153,60	R\$ 1.833,57	R\$ 4.320,03
out/39	1107,75	1624	516,25	68,21%	516,25	3,78916	R\$ 6.153,60	R\$ 1.956,17	R\$ 4.197,43
nov/39	1044,94	1624	579,06	64,34%	579,06	3,78916	R\$ 6.153,60	R\$ 2.194,17	R\$ 3.959,43
dez/39	976,41	565	-411,41	172,82%	100	3,78916	R\$ 2.140,88	R\$ 378,92	R\$ 1.761,96
jan/40	869,83	467	-402,83	186,26%	100	3,78916	R\$ 1.769,54	R\$ 378,92	R\$ 1.390,62
fev/40	873,63	720	-153,63	121,34%	100	3,78916	R\$ 2.728,20	R\$ 378,92	R\$ 2.349,28
mar/40	919,31	1262	342,69	72,85%	342,69	3,78916	R\$ 4.781,92	R\$ 1.298,49	R\$ 3.483,43
abr/40	866,02	1107	240,98	78,23%	240,98	4,07335	R\$ 4.509,20	R\$ 981,59	R\$ 3.527,61
mai/40	1024	1585	561	64,61%	561	4,07335	R\$ 6.456,26	R\$ 2.285,16	R\$ 4.171,10
jun/40	984,03	1687	702,97	58,33%	702,97	4,07335	R\$ 6.871,74	R\$ 2.863,45	R\$ 4.008,29
jul/40	1094,42	1585	490,58	69,05%	490,58	4,07335	R\$ 6.456,26	R\$ 1.998,30	R\$ 4.457,96
ago/40	1202,91	1638	435,09	73,44%	435,09	4,07335	R\$ 6.672,15	R\$ 1.772,26	R\$ 4.899,88
ACUMULADO ANUAL							R\$ 60.846,95	R\$ 18.319,91	R\$ 42.527,04

25º ANO (COM GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE ENERGIA / COM USO DOS CRÉDITOS DE ATÉ 60 MESES)									
MÊS	ENERGIA GERADA (kWh/mês)	CONSUMO SEM O SFCR (kWh/mês)	CRÉDITO GERADO (kWh)	% SUPRIDA DO CONSUMO	CONSUMO COM O SFCR (kWh/mês)	TARIFA COELCE (R\$/kWh)	CONSUMO SEM O SFCR	CONSUMO COM O SFCR	ECONOMIA MENSAL
set/39	1140,1	1624	483,9	70,20%	483,9	3,78916	R\$ 6.153,60	R\$ 1.833,57	R\$ 4.320,03
out/39	1107,75	1624	516,25	68,21%	516,25	3,78916	R\$ 6.153,60	R\$ 1.956,17	R\$ 4.197,43
nov/39	1044,94	1624	579,06	64,34%	579,06	3,78916	R\$ 6.153,60	R\$ 2.194,17	R\$ 3.959,43
dez/39	976,41	565	-411,41	172,82%	100	3,78916	R\$ 2.140,88	R\$ 378,92	R\$ 1.761,96
jan/40	869,83	467	-402,83	186,26%	100	3,78916	R\$ 1.769,54	R\$ 378,92	R\$ 1.390,62
fev/40	873,63	720	-153,63	121,34%	100	3,78916	R\$ 2.728,20	R\$ 378,92	R\$ 2.349,28
mar/40	919,31	1262	342,69	72,85%	342,69	3,78916	R\$ 4.781,92	R\$ 1.298,49	R\$ 3.483,43
abr/40	866,02	1107	240,98	78,23%	240,98	4,07335	R\$ 4.509,20	R\$ 981,59	R\$ 3.527,61
mai/40	1024	1585	196,12	64,61%	196,12	4,07335	R\$ 6.456,26	R\$ 798,89	R\$ 5.657,37
jun/40	984,03	1687	99,97	58,33%	100	4,07335	R\$ 6.871,74	R\$ 407,34	R\$ 6.464,41
jul/40	1094,42	1585	490,58	69,05%	490,58	4,07335	R\$ 6.456,26	R\$ 1.998,30	R\$ 4.457,96
ago/40	1202,91	1638	435,09	73,44%	435,09	4,07335	R\$ 6.672,15	R\$ 1.772,26	R\$ 4.899,88
ACUMULADO ANUAL							R\$ 60.846,95	R\$ 14.377,52	R\$ 46.469,43

ANEXO A – CÓDIGO PRINCIPAL PARA SELEÇÃO DOS DADOS ELÉTRICOS DO MÓDULO E DO INVERSOR PARA GERAÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES DO SFCR PARA A SIMULAÇÃO DO MATLAB.

```

%% Configurações iniciais

%% Configurações e nome dos arquivos do inversor e climáticos
nome_etic_inv='CaracTecInversores'; %Nome do arquivo que contém as
informações dos inversores (entre aspas simples)
nome_dados_clima='BelHour10'; %Nome do arquivo que contém os dados
climáticos (entre aspas simples)
nome_dados_modulo='CaracTecModulos'; %Nome do arquivo que contém as
características do módulo fotovoltaico
selec_inv=6; %Número da coluna do inversor desejado
para análise menos 1
selec_mod=3; %Número da coluna do módulo desejado
para análise menos 1
Col_irrad=5; %Coluna referente aos dados de
irradiância para determinada inclinação
Col_Tamb=10; %Coluna das medições de temperatura
ambiente

%% Características do Módulo
% o módulo 255 da YINGLI

%Características elétricas

[mod_esc legenda_mod]=xlsread(nome_dados_modulo);

Pmp=mod_esc(1,selec_mod); %Potência elétrica máxima
Imp=mod_esc(3,selec_mod); %Corrente na máxima potência
Vmp=mod_esc(2,selec_mod); %tensão na máxima potência
Isc=mod_esc(5,selec_mod); %Corrente de curto-circuito
Voc=mod_esc(4,selec_mod); %Tensão de circuito aberto

%parâmetros térmicos

TNOC=mod_esc(6,selec_mod); %Temperatura de operação da célula
CIsc=mod_esc(7,selec_mod); %Coeficiente de temperatura de Isc (Não está
expresso em porcentagem)
CVoc=mod_esc(8,selec_mod); %Coeficiente de temperatura de Voc (Não está
expresso em porcentagem)

%% Características do Inversor

inv_esc =xlsread(nome_etic_inv);
FVImp=[inv_esc(7,selec_inv) inv_esc(6,selec_inv)]; %Faixa de tensão na
entrada na máxima potência [Vmin Vmax]
Vioc=inv_esc(8,selec_inv); %tensão máxima de entrada sem carga
Imax=inv_esc(9,selec_inv); %corrente máxima de entrada

Pnom=inv_esc(1,selec_inv); %Potência elétrica nominal
Pmax=inv_esc(5,selec_inv); %Potência elétrica máxima de saída

```

```

%% Influência da temperatura

Tc_ref=25; % Valor de referência de temperatura de célula
%Tc=70;    % Temperatura de operação da célula

%% Faixa de span da solução
sol_span_low=0.6;
sol_span_high=2;

%% Fim das configurações iniciais

%% Cálculo da eficiência e produtividade

CIsc=CIsc/100;
CVoc=CVoc/100;

uti_max=1; %Utiliza o FDI cuja produtividade é máxima para o
dimensionamento do gerador (1 para utilizar este procedimento e 0 para não
utilizar)
[DadosInversores LegendaInv] = xlsread(nome_efic_inv); % Resulta em uma
matriz de dados e um vetor de legenda sobre os inversores usados para
conexão à rede elétrica
[MatrixDados Legenda] = xlsread(nome_dados_clima); % Resulta em uma matriz
de dados e um vetor de legenda sobre os dados meteorológicos usados para os
cálculos numéricos
Tamb = MatrixDados(:,Col_Tamb)'; % Cria um vetor temperatura ambiente Tamb
Iincref = 1000; % Irradiância de referência W/m2
Gama = 0.0042; % Coeficiente de temperatura do ponto de máxima potência do
módulo fotovoltaico
TNOC = 46; % Temperatura Nominal de Operação - TNOC (800 W/m2 e 25oC)
% Valores de referência
Tcref = 25; % Temperatura na condição de referência
% PERDAS CC
PD = 0.02; % Perdas decorrentes da dispersão entre módulos
PDCFP = 0.025; % Perdas em Diodos, Cabos, Fusíveis e Proteções
% PERDAS CA
PCP = 0.02; %C, Cabos e Proteções
#####
for Inv = selec_inv:selec_inv % Seleciona o inversor na tabela
'CaracTecInversoresBelem'
PmaxInv = DadosInversores(5,Inv)*1000; % Leitura da potência máxima na
tabela 'CaracTecInversoresBelem'
PnInv = DadosInversores(1,Inv)*1000; % Leitura do valor da potência nominal
EficInv10 = DadosInversores(2,Inv); % Leitura da eficiência a 10% da carga
EficInv50 = DadosInversores(3,Inv); % Leitura da eficiência a 50% da carga
EficInv100 = DadosInversores(4,Inv); % Leitura da eficiência a 100% da
carga
Beta = Col_irrad; % Seleciona a inclinação na tabela 'BelHour10'
[i,j,Iinci] = find(MatrixDados(:,Beta)'); % Cria um vetor irradiância
Iinci, eliminando os valores nulos
Tambi = Tamb(j); % Cria um vetor temperatura ambiente Tamb, eliminando os
valores correspondentes ao zero de irradiância
FDIi = 0.2; % Iniciando Variável (Fator de dimensionamento do Inversor (FDI
= PnInv / Pmref)
i = 1; % Iniciando contador
while FDIi<=sol_span_high % FDI de 0,2 a 1,6
Pmref = PnInv/FDIi; % Potência nominal do gerador fotovoltaico
Pmei = PMPArranjoFV(Pmref, Iincref, Gama, Tcref, TNOC, Iinci, Tambi); %
Função que calcula a potência teórica produzida por um gerador fotovoltaico
Pmei = Pmei*(1-PD-PDCFP); % Correção de perdas associadas

```

```

k0 = [1/(9*EficInv100)-1/(4*EficInv50)+5/(36*EficInv10)]*100; % Parâmetro
característico do inversor que computa as perdas de autoconsumo
k1 = -1+[-4/(3*EficInv100)+33/(12*EficInv50)-5/(12*EficInv10)]*100; %
Parâmetro característico do inversor que computa as perdas proporcionais ao
carregamento
k2 = [20/(9*EficInv100)-5/(2*EficInv50)+5/(18*EficInv10)]*100; % Parâmetro
característico do inversor que computa as perdas proporcionais ao quadrado
do carregamento
[Psaida, p0,PperdasDC,Pperdas] = CalcPotSaidaINV(Pmei, PnInv,PmaxInv, k0,
k1, k2); % Função que calcula a potência de saída do inversor
%EficInvi = [p0./(p0+(k0+k1.*p0+k2.*p0.^2))]*100;
EficInv(i) = (sum(Psaida)/sum(Pmei))*100; % Eficiência do inversor
Yf(i) = (sum(Psaida)*(1-PCP))/Pmref; % Produtividade, corrigidas as perdas
em cabos e proteções
FDI(i) = FDIi; % Cria um vetor FDI(i)
FDIi = FDIi+0.1; % Incrementa o FDI
i = i+1; % Reajusta o contador
end
#####-EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO INVERSOR-#####
% Gera o gráfico da eficiência do inversor em função do FDI
plot(FDI,EficInv);
xlabel('FDI = PnomInv/PnomGer'); ylabel('Efic. Inversor (%)');
title(LegendaInv(1,Inv+1))
grid
hold on
plot(FDI,EficInv,'*');
hold off

figure

% Gera o gráfico da produtividade do sistema em função do FDI
plot(FDI,Yf);
xlabel('FDI = PnomInv/PnomGer'); ylabel('Yf (kWh / kWp)');
title(LegendaInv(1,Inv+1))
grid
hold on
plot(FDI,Yf,'*');
hold off

figure
FDI_interv=[0:0.01:sol_span_high*1];
Yf_interp=spline(FDI,Yf,FDI_interv);
elim_neg=find(Yf_interp<0);
Yf_interp(elim_neg)=[];
FDI_interv(elim_neg)=[];
plot(FDI_interv,Yf_interp)
hold on
end

if uti_max==1
    ind_FDI_max=find(Yf==max(Yf));
    FDI_dim=FDI(ind_FDI_max(1));
end

Tc=max(Tambi)+1000*(TNOC-20)/800;
Tc_min=min(Tambi)+200*(TNOC-20)/800;

Calc_Ger

```

ANEXO B – CÓDIGO AUXILIAR PARA CALCULAR O PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA DO ARRANJO FOTOVOLTAICO PARA A SIMULAÇÃO DO *MATLAB*.

```

% Caracterização do gerador fotovoltaico: - SEGUIMENTO DO PONTO DE MÁXIMA
POTÊNCIA
% O procedimento concreto consiste na medida simultânea dos seguintes
parâmetros:
% Irradiância incidente sobre o gerador (Iinc);
% Temperatura ambiente (Tamb);
% PMPArranjoFV.m: Permite calcular o PMP do gerador fotovoltaico
% Parâmetros de entrada:
% Pmref(W): Potência máxima nas condições particulares da medida
(Iincref(1000 W/m2), Tcref(25°C))
% Iincref: Irradiância incidente nas condições de referência (geralmente as
condições padrão, ISTC)
% Gama: Coeficiente de temperatura do ponto de máxima potência(0,4 a
0,5%/°C, módulos de Si-m e Si-p e 0,1 a 0,2%/°C, módulos de Si-a; esses
valores podem ser considerados constantes na faixa típica de condições de
trabalho)
% Tcref: Temperatura da célula nas condições de referência (TcSTC = 25oC)
% TNOC: Temperatura Nominal de Operação (800 W/m2 e 25°C)
% MEDIDAS SIMULTÂNEAS E DE CARÁTER PERIÓDICO DA POTÊNCIA EXTRAÍDA DO
GERADOR
% Iinci: Irradiância incidente
% Tambi: Temperatura ambiente
% Tempoi: tempo em que foram feitas as medidas de Iinci(W/m2) e Tambi(°C)
% Parâmetros de saída:
% Pmei: vetor resultado, valores teóricos da potência máxima do gerador,
disponíveis em cada momento
% Pm0*(Iinci/Iinc0)*[(1-Gama*(Tc(Tambi,Iinci,NOCT)-Tcref))/(1-
Gama*(Tc(Tamb0,Iinc0,NOCT)-Tcref))]
% Exemplo:
% [Pmei] = PMPArranjoFV(Pmref, Iincref, Gama, Tcref, TNOC, Iinci, Tambi)
% [Pmei] = PMPArranjoFV(55, 1000,0.0045, 25, 45, [200 400 600 800 1000],
[20 25 28 30 33])
function [Pmei] = PMPArranjoFV(Pmref, Iincref, Gama, Tcref, TNOC, Iinci,
Tambi,A)
Tci = Tambi+Iinci.*(TNOC-20)/800;
Pmei = Pmref*(Iinci/Iincref).*[1-Gama*(Tci-Tcref)];

```

ANEXO C – CÓDIGO AUXILIAR PARA CALCULAR A POTÊNCIA DE SAÍDA DO INVERSOR PARA A SIMULAÇÃO DO *MATLAB*.

```

% Tamanho relativo entre gerador-inversor
% Considerando um sistema fotovoltaico e um inversor caracterizado pelos
parâmetros k0, k1 e k2,
% pode-se calcular dos dados de radiação a potência no ponto de máxima
potência do arranjo fotovoltaico
% e posteriormente a potência de saída do inversor
% CalcPotSaídaINV.m: Permite calcular a potência de saída do inversor
% Parâmetros de entrada:
% Pmei = vetor resultado Pmref*(Iinc/Iincref)*[1-Gama*(Tc-Tcref)] (valores
teóricos da potência máxima)
% PnInv(W): Potência nominal do inversor
% k0, k1 e k2: Parâmetros característicos do inversor
% Parâmetros de saída:
% Psaida(W): Potência de saída do inversor
% PperdasDC(W): Perdas percentual de potência DC
% Exemplo:
% [Psaida, p0, PperdasDC] = CalcPotSaídaINV(Pmei, PnInv, k0, k1, k2)
% [Psaida, p0, PperdasDC] = CalcPotSaídaINV([400 800 1200], 1000, 0.01,
0.02, 0.06)
function [Psaida, p0, PperdasDC, Pperdas] = CalcPotSaídaINV(Pmei,
PnInv, PmaxInv, k0, k1, k2)
N = length(Pmei);
for i = 1:N
Psaida(i) = max(roots([k2 1+k1 k0-Pmei(i)./PnInv])).*PnInv;
if Psaida(i) >= PmaxInv
PperdasDC(i) = (Psaida(i)-PmaxInv); % Perdas de potência CC decorrentes da
limitação e eficiência (W)
Pperdas(i) = PperdasDC(i) + (Pmei(i) - Psaida(i)); % = (Pmei-PmaxInv)
Psaida(i) = PmaxInv;
elseif Pmei(i) <= k0
Psaida(i) = 0;
PperdasDC(i) = 0; % Pmei(i);
Pperdas(i) = Pmei(i);
else
PperdasDC(i) = 0;
Pperdas(i) = (Pmei(i) - Psaida(i));
end
p0 = Psaida./PnInv;
n_spmp = 0.98; n_spmp_20 = 0.93;
Psaida(i) = Psaida(i) * n_spmp;
if Psaida(i) <= 0.2 * PmaxInv
Psaida(i) = Psaida(i) * n_spmp_20;
end
end
end

```

**ANEXO D – CÓDIGO AUXILIAR PARA GERAÇÃO DAS COMBINAÇÕES DAS
CONFIGURAÇÕES ADMISSÍVEIS PARA O SFCR PARA A SIMULAÇÃO DO
MATLAB.**

```

format bank

%% Calcula o número de módulos em série baseado na faixa de tensão
admissível do inversor

Voc_cor_safe=Voc*(1-CVoc*(Tc_min-Tc_ref));
Vmp_cor=Vmp*(1-CVoc*(Tc-Tc_ref));

N_mod_serie_sup=floor(max(FVImp)/Voc_cor_safe);
N_mod_serie_inf=ceil(min(FVImp)/Vmp_cor);

N_mod_serie_faixa=[N_mod_serie_inf:N_mod_serie_sup];
%% Calcula o número de módulos em paralelo baseado na corrente admissível
pelo inversor

N_mod_paralelo_sup=floor(Imax/Imp);
N_mod_paralelo_faixa=[1:N_mod_paralelo_sup];

%% Faz a combinação das configurações admissíveis

for x=1:length(N_mod_serie_faixa)
    for y=1:length(N_mod_paralelo_faixa)
        conf_acep_aux((x-
1)*length(N_mod_paralelo_faixa)+y,:)= [N_mod_serie_faixa(x)
N_mod_paralelo_faixa(y) N_mod_paralelo_faixa(y)*N_mod_serie_faixa(x)
N_mod_paralelo_faixa(y)*N_mod_serie_faixa(x)*Pmp
Pnom/(N_mod_paralelo_faixa(y)*N_mod_serie_faixa(x)*Pmp)];
    end
end

%%

conf_acep=conf_acep_aux;

ind_safe_FDI=find(conf_acep(:,5)>=sol_span_high*1.1);
conf_acep(ind_safe_FDI,:)=[];

ind_high_FDI=find(conf_acep(:,5)>=sol_span_high);
conf_acep(ind_high_FDI,:)=[];
ind_low_FDI=find(conf_acep(:,5)<=sol_span_low);
conf_acep(ind_low_FDI,:)=[];

if isempty(conf_acep)
    disp('Não foram encontradas soluções para a faixa de FDI selecionada')
    disp('Mude os valores da faixa de solução em YfxFDI nas linhas 50 e
51')
else
for x=1:length(conf_acep(:,5))

    ind_aux=find(FDI_interv>=conf_acep(x,5));

```

```

    ind_aux2(x)=ind_aux(1);
    Prod_esti(x)=Yf_interp(ind_aux2(x));

end

conf_acep(:,6)=Prod_esti;

Prod_max_write=find(conf_acep(:,6)==max(conf_acep(:,6)));
ind_prod_max_calc=find(conf_acep(:,6)==max(conf_acep(:,6)));

% Fazendo os cálculos com a informação do coeficiente de temperatura

disp(['-----
-----'])
disp(['soluções encontradas'])
disp(['-----
-----'])
disp(['-----Resultados-----
-----'])
disp(['          NS[un] ' '          NP[un] ' '          NM[un] ' '          PGER[W] ' '
FDI ' '          Yf[kWh/kWp]'])
disp(conf_acep)
disp(['-----
-----'])
disp('Legendas')
disp('NS: Módulos em série')
disp('NP: Módulos em paralelo')
disp('NM: Número de módulos')
disp('PGER: Potência do gerador')
disp('FDI: Fator de Dimensionamento do Inversor')
disp('Yf: Produtividade')
disp(['-----
-----'])
disp('-----Configuração com maior produtividade-----
-----')
disp(['          NS[un] ' '          NP[un] ' '          NM[un] ' '          PGER[W] ' '
FDI ' '          Yf[kWh/kWp]'])
disp(conf_acep(Prod_max_write(1),:))
disp(['-----
-----'])
%disp('Obs. Este método nem sempre irá encontrar uma solução ótima')

for x=1:size(conf_acep,1)
    ind_FDI_new_vet=find(FDI_interv>=conf_acep(x,5));
    ind_FDI_new(x)=ind_FDI_new_vet(1);
    FDI_new(x)=FDI_interv(ind_FDI_new(x));
    Yf_new(x)=Yf_interp(ind_FDI_new(x));
end

plot(FDI_new,Yf_new,'*')
xlabel('FDI = PnomInv/PnomGer'); ylabel('Yf (kWh / kWp)');
title(['Inversor: ' LegendaInv(1,Inv+1) ' Módulo: '
legenda_mod(1,selec_mod+1)])

```

```
for x=1:length(FDI_new)
    if x==ind_prod_max_calc
        plot([FDI_new(x) FDI_new(x)], [0 Yf_new(x)], 'linestyle', '--',
            'color', 'r');
        plot([0 FDI_new(x)], [Yf_new(x) Yf_new(x)], 'linestyle', '--',
            'color', 'r');
    else
        plot([FDI_new(x) FDI_new(x)], [0 Yf_new(x)], '--');
        plot([0 FDI_new(x)], [Yf_new(x) Yf_new(x)], '--');
    end

end

grid
hold off

end
```