



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Aline Rodrigues

**Estudo de Soluções Integradas de Geração Distribuída, Armazenamento de Energia e
Veículos Elétricos no Âmbito da Tarifa Branca**

Araranguá,
2023

Aline Rodrigues

Estudo de Soluções Integradas de Geração Distribuída, Armazenamento de Energia e Veículos Elétricos no Âmbito da Tarifa Branca

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestra em Energia e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Giuliano Arns Rampinelli, Dr.
Coorientador: Prof. Leonardo Elizeire Bremermann, Dr.

Araranguá,

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rodrigues, Aline

Estudo de Soluções Integradas de Geração Distribuída,
Armazenamento de Energia e Veículos Elétricos no Âmbito da
Tarifa Branca / Aline Rodrigues ; orientador, Giuliano
Arns Rampinelli, coorientador, Leonardo Elizeire
Bremermann, 2023.

289 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de
Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, Araranguá, 2023.

Inclui referências.

1. Energia e Sustentabilidade. 2. Sistema Fotovoltaico.
3. Armazenamento de Energia. 4. Veículo Elétrico. 5. Tarifa
Branca. I. Rampinelli, Giuliano Arns. II. Bremermann,
Leonardo Elizeire. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Energia e
Sustentabilidade. IV. Título.

Aline Rodrigues

Estudo de Soluções Integradas de Geração Distribuída, Armazenamento de Energia e Veículos Elétricos no Âmbito da Tarifa Branca

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado, em 25 de abril de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Alexandre José Bühler, Dr.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Profa. Aline Cristiane Pan, Dra.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Luciano Lopes Pfitscher, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra em Energia e Sustentabilidade.

Prof. Tiago Elias Allievi Frizon, Dr

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Giuliano Arns Rampinelli, Dr

Orientador

Araranguá, 2023.

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, Maria e Paulo.

RESUMO

O consumo de energia elétrica e de combustíveis fósseis está em constante crescimento, causando danos ambientais. Desse modo, para alcançar um desenvolvimento sustentável novas soluções devem ser buscadas. Nessa dissertação foi proposta a integração de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída, armazenamento de energia e veículos elétricos como uma alternativa para reduzir o consumo de energia da rede elétrica. Os objetivos da pesquisa foram simular e analisar a variação do fluxo e balanço energético, como também, do consumo e faturamento de energia elétrica para 40 unidades consumidoras (UCs) residenciais no âmbito da tarifa branca e convencional. Assim, quatro cenários foram considerados, o primeiro conteve a implementação de 30, 50 e 70% de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) nas unidades consumidoras. O segundo, além da implementação de SFCR, a adição de baterias de 2, 4 e 10 kWh nos mesmos. O terceiro, a adição da penetração de 30, 50 e 70% de veículos elétricos. O quarto, o veículo elétrico como mecanismo de armazenamento e de gerador de energia nos horários de ponta, como proposto na tecnologia *vehicle-to-grid*. Após as análises de fluxo e balanço de energia realizadas nos cenários, foi aplicada a tarifa branca e convencional. As simulações foram realizadas com o programa *System Advisor Model*, em que foram consideradas distintas configurações de sistemas fotovoltaicos. Os resultados mostraram que quanto maior a quantidade de unidades consumidoras com SFCR, maior o autoconsumo fotovoltaico. A inserção apenas de SFCR, trouxe valores de fatura de energia menores com a tarifa convencional. Portanto, no primeiro e segundo cenário com bateria de 2 kWh, a escolha da tarifa convencional foi mais vantajosa para as UCs com SFCR. Enquanto, que no segundo cenário com bateria de 4 e 10 kWh, para algumas UCs com SFCR a tarifa branca se tornou favorável. Por fim, somente no terceiro e quarto cenário, a tarifa branca foi viável para a grande maioria das UCs. Verifica-se que o aumento do consumo nos horários fora de ponta, causado pela recarga dos veículos elétricos e a descarga de energia à noite, possibilitaram a viabilidade da tarifa branca.

Palavras-chave: Sistema Fotovoltaico. Armazenamento de Energia. Veículo Elétrico. Tarifa Branca.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por iluminar meus caminhos, me concedendo forças para ir atrás dos meus objetivos. Ao meu orientador, Prof. Dr. Giuliano Arns Rampinelli, pela oportunidade de aprendizado, desenvolvimento pessoal e profissional, pela paciência em sanar todas as dúvidas. Ao meu coorientador, Prof. Dr. Leonardo Elizeire Bremermann, pela disponibilidade, atenção e contribuição de seus conhecimentos.

Gostaria de agradecer ao Prof. Me. Guilherme Manoel da Silva por disponibilizar dados de sua dissertação “Análise de Impactos Elétricos Gerados pela Penetração de Veículos Elétricos nas Redes de Distribuição de Baixa Tensão”, contribuindo para a concretização desta pesquisa.

Do mesmo modo, agradeço a todos os professores e professoras do Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade (PPGES) pelo conhecimento compartilhado. À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos colegas que ingressaram comigo no PPGES, Edvana e Marcos.

Agradeço à minha família, especialmente meus pais, Maria e Paulo, por sempre estarem ao meu lado, me dando amor, apoio e incentivo. Ao meu namorado, Henrique, pela parceria e apoio.

“Nossa maior fraqueza é a desistência. O caminho mais certo para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais.” (THOMAS ALVA EDISON)

ABSTRACT

The consumption of electricity and fossil fuels is constantly growing, causing environmental damage. Thus, to achieve sustainable development, new solutions must be sought. In this dissertation, the integration of distributed generation photovoltaic systems, energy storage and electric vehicles was proposed as an alternative to reduce the energy consumption of the electrical grid. The objectives of the research were to simulate and analyze the variation in the energy flow and balance, as well as in the consumption and billing of electric energy for 40 residential consumer units (CUs) under the white and conventional tariff. Thus, four scenarios were considered, the first contained the implementation of 30, 50 and 70% of photovoltaic systems connected to the grid (GC-PVS) in the consumer units. The second, in addition to the implementation of GC-PVS, the addition of 2, 4 and 10 kWh batteries. The third, the addition of 30, 50 and 70% penetration of electric vehicles. The fourth, the electric vehicle as a storage mechanism and energy generator at peak times, as proposed in the vehicle-to-grid technology. After the flow and energy balance analyzes carried out in the scenarios, the white and conventional tariffs were applied. The simulations were carried out with the System Advisor Model program, in which different configurations of photovoltaic systems were considered. The results showed that the greater the number of consumer units with GC-PVS, the greater the photovoltaic self-consumption. The inclusion of GC-PVS only, brought lower energy bill values with the conventional rate. Therefore, in the first and second scenarios with a 2 kWh battery, choosing the conventional tariff was more advantageous for the CUs with GC-PVS. While, in the second scenario with a 4 and 10 kWh battery, for some CUs with GC-PVS the white tariff became favorable. Finally, only in the third and fourth scenario was the white tariff feasible for the vast majority of CUs. It appears that the increase in consumption at off-peak hours, caused by the charging of electric vehicles and the discharge of energy at night, made the white tariff viable.

Keywords: Photovoltaic System. Energy Storage. Electric Vehicle. White Tariff.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Postos tarifários.....	37
Figura 2 – Valores de tarifa branca e convencional da CELESC.....	37
Figura 3 – Curva de carga residencial típica e geração solar fotovoltaica.	39
Figura 4 – Perfil típico de carga residencial em um dia útil.....	40
Figura 5 – Perfil de carga residencial em um dia útil com sazonalização.....	40
Figura 6 – Veículo elétrico a bateria.	50
Figura 7 – Categorias de veículos elétricos híbridos e a bateria.	51
Figura 8 – Componentes do veículo elétrico a célula de combustível.	52
Figura 9 – Esquema simplificado do V2G.	63
Figura 10 – Perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento direto.....	64
Figura 11 – Perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento de vale.....	65
Figura 12 – Perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento controlada.	66
Figura 13 – Perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento V2G.	66
Figura 14 – Diagrama unifilar com 45 unidades consumidoras.....	70
Figura 15 – Configuração de 30% de SFCR do primeiro cenário.....	71
Figura 16 – Configuração de 50% de SFCR do primeiro cenário.....	72
Figura 17 – Configuração de 70% de SFCR do primeiro cenário.....	73
Figura 18 – Configuração de 30% de SFCR com bateria integrada ao inversor do segundo cenário.	74
Figura 19 – Configuração com 30% de SFCR e veículo elétrico do terceiro cenário.....	75
Figura 20 – Configuração com 30% de SFCR, veículo elétrico e bateria integrada ao inversor do terceiro cenário.	75
Figura 21 – Configuração com 30% de SFCR e a tecnologia V2G do quarto cenário.	76
Figura 22 – Configuração com 30% de SFCR, tecnologia V2G e bateria integrada ao inversor do quarto cenário.	77
Figura 23 – Curvas de carga da classe 1.....	79
Figura 24 – Curvas de carga da classe 2.....	79
Figura 25 – Curvas de carga da classe 3.....	80
Figura 26 – Curvas de carga da classe 4.....	80
Figura 27 – Curvas de carga da classe 5.....	81
Figura 28 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 1 para um dia útil.	82

Figura 29 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 1 para final de semana.	82
Figura 30 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 2 para um dia útil.	83
Figura 31 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 2 para final de semana.	83
Figura 32 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 3 para um dia útil.	84
Figura 33 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 3 para final de semana.	84
Figura 34 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 4 para um dia útil.	85
Figura 35 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 4 para final de semana.	85
Figura 36 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 5 para um dia útil.	86
Figura 37 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 5 para final de semana.	86
Figura 38 – Recarga da bateria para o cenário 3 durante o dia.	90
Figura 39 – Recarga da bateria para o cenário 3 durante a madrugada.	90
Figura 40 – Recarga da bateria para o cenário 4.	91
Figura 41 – Inversor <i>Sunny Boy Smart Energy</i>	94
Figura 42 – Despacho de armazenamento dia útil.	95
Figura 43 – Consumo das unidades consumidoras da classe 1.	99
Figura 44 – Consumo das unidades consumidoras da classe 2.	99
Figura 45 – Consumo das unidades consumidoras da classe 3.	100
Figura 46 – Consumo das unidades consumidoras da classe 4.	100
Figura 47 – Consumo das unidades consumidoras da classe 5.	101
Figura 48 – Energia gerada pelo sistema fotovoltaico para as classes do primeiro cenário.	102
Figura 49 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica do primeiro cenário.	103
Figura 50 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) do primeiro cenário.	103

Figura 51 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) do primeiro cenário.	104
Figura 52 – Energia alocada (EA) do primeiro cenário.....	104
Figura 53 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) do primeiro cenário.	105
Figura 54 – Média da PSFCR e PRE do primeiro cenário.	105
Figura 55 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA).	106
Figura 56 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 2 kWh.	112
Figura 57 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh.....	113
Figura 58 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh.....	113
Figura 59 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh.....	114
Figura 60 – Energia alocada (EA) com bateria de 2 kWh.....	114
Figura 61 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh.....	115
Figura 62 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 2 kWh.	115
Figura 63 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 2 kWh.	116
Figura 64 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 4 kWh.	121
Figura 65 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh.....	121
Figura 66 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh.....	122
Figura 67 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh.....	122
Figura 68 – Energia alocada (EA) com bateria de 4 kWh.....	123
Figura 69 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh.....	123
Figura 70 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 4 kWh.	124
Figura 71 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 4 kWh.	124
Figura 72 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 10 kWh.	130
Figura 73 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh.....	130

Figura 74 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh.....	131
Figura 75 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh.....	131
Figura 76 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh.....	132
Figura 77 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh.....	132
Figura 78 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 10 kWh.	133
Figura 79 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 10 kWh.	133
Figura 80 – Curva de carga da unidade consumidora (UC) 19615 com veículo elétrico (VE).	138
Figura 81 – Curva de carga da unidade consumidora (UC) 20190 com veículo elétrico (VE).	139
Figura 82 – Curva de carga da UC 19615 e veículo elétrico com geração solar fotovoltaica.	139
Figura 83 – Consumo mensal (CM) com VE.....	140
Figura 84 – Energia da rede (ER) com VE.....	140
Figura 85 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.....	141
Figura 86 – Energia alocada (EA) com VE.....	141
Figura 87 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com VE.....	142
Figura 88 – Média da PSFCR e PRE com VE.	142
Figura 89 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com VE.	143
Figura 90 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 2 kWh e VE.....	148
Figura 91 – Consumo mensal (CM) com bateria de 2 kWh e VE.....	148
Figura 92 – Energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e VE.	149
Figura 93 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh.....	149
Figura 94 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e VE.....	150

Figura 95 – Energia alocada (EA) com bateria de 2 kWh e VE.....	150
Figura 96 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e VE.	151
Figura 97 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 2 kWh e VE.	151
Figura 98 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 2 kWh.	152
Figura 99 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 4 kWh e VE.....	157
Figura 100 – Consumo mensal (CM) com bateria de 4 kWh e VE.....	157
Figura 101 – Energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh e VE.	158
Figura 102 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh e VE.	158
Figura 103 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e VE.....	159
Figura 104 – Energia alocada (EA) com bateria de 4 kWh e VE.....	159
Figura 105 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e VE ...	160
Figura 106 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 4 kWh e VE.	160
Figura 107 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 4 kWh e VE.	161
Figura 108 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 10 kWh e VE.....	166
Figura 109 – Consumo mensal (CM) com bateria de 10 kWh e VE.....	166
Figura 110 – Energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e VE.	167
Figura 111 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE.	167
Figura 112 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e VE.....	168
Figura 113 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e VE.	168
Figura 114 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e VE.	169
Figura 115 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 10 kWh e VE.	169
Figura 116 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 10 kWh e VE.	170
Figura 117 - Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e V2G.....	175
Figura 118 – Consumo mensal (CM) com V2G.....	176

Figura 119 – Energia da rede (ER) com V2G.	176
Figura 120 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com V2G.....	177
Figura 121 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com V2G.	177
Figura 122 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com V2G.	178
Figura 123 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com V2G.	178
Figura 124 – Média da PSFCR e PRE com V2G.....	179
Figura 125 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com V2G.....	180
Figura 126 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 2 kWh, e V2G.	185
Figura 127 – Consumo mensal (CM) com bateria de 2 kWh e V2G.	186
Figura 128 – Energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e V2G.....	186
Figura 129 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 2 kWh e V2G.	186
Figura 130 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 2 kWh e V2G.	187
Figura 131 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e V2G.	188
Figura 132 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e V2G.	188
Figura 133 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e V2G.	189
Figura 134 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 2 kWh e V2G.....	189
Figura 135 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 2 kWh e V2G.....	190
Figura 136 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 4 kWh e V2G.....	195
Figura 137 – Consumo mensal (CM) com bateria de 4 kWh e V2G.	196
Figura 138 – Energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh e V2G.....	196
Figura 139 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 4 kWh e V2G.	197

Figura 140 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 4 kWh e V2G.	197
Figura 141 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e V2G.	198
Figura 142 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e V2G.	198
Figura 143 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e V2G.	199
Figura 144 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 4 kWh e V2G.	199
Figura 145 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 4 kWh e V2G.	200
Figura 146 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 10 kWh e V2G.	205
Figura 147 – Consumo mensal (CM) com bateria de 10 kWh e V2G.	206
Figura 148 – Energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e V2G.	206
Figura 149 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 10 kWh e V2G.	207
Figura 150 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 10 kWh e V2G.	207
Figura 151 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e V2G.	208
Figura 152 – Energia alocada (EA) com bateria de 10 kWh e V2G.	208
Figura 153 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e V2G.	209
Figura 154 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 10 kWh e V2G.	209
Figura 155 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 10 kWh e V2G.	210

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição de cidades inteligentes.	54
Quadro 2 – Definições de cidades inteligentes e sua ênfase de domínio.	56
Quadro 3 – Classificação de domínios e subdomínios de cidades inteligentes.	57
Quadro 4 – Cenários.	77
Quadro 5 – Unidades consumidoras por classe.	81
Quadro 6 – Período de recarga do veículo elétrico.	89
Quadro 7 – Características dos inversores para cada classe.	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de recarga de acordo com a classificação da EURELECTRIC, adaptada ao Brasil.....	54
Tabela 2 – Modelos e características de veículos elétricos.	87
Tabela 3 – Recarga da bateria Audi e-tron, carregador c.a..	88
Tabela 4 – Modelo de recarga para o cenário 4.....	91
Tabela 5 – Irradiação solar média diária mensal da cidade de Florianópolis – SC.....	92
Tabela 6 – Valores de tarifa convencional para a classe residencial sem tributos.	96
Tabela 7 – Valores de tarifa para a classe residencial sem tributos para a modalidade tarifária branca.....	96
Tabela 8 – Horários fora ponta, intermediários e ponta para a Celesc Distribuição.	96
Tabela 9 – Consumo das Classes.....	98
Tabela 10 – Potência calculada dos sistemas fotovoltaicos.	101
Tabela 11 – Parâmetros do sistema fotovoltaico para cada classe.	101
Tabela 12 – Média mensal da energia gerada pelo sistema fotovoltaico para as classes do primeiro cenário.....	102
Tabela 13 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) do primeiro cenário.....	107
Tabela 14 – Fatura de energia do primeiro cenário.	109
Tabela 15 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh.....	116
Tabela 16 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh.	119
Tabela 17 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh.....	125
Tabela 18 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh.	127
Tabela 19 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 10 kWh.....	134
Tabela 20 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh.	136
Tabela 21 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.....	143
Tabela 22 – Fatura de energia com VE.	145
Tabela 23 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh e VE.....	152

Tabela 24 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e VE.....	154
Tabela 25 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).....	161
Tabela 26 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e VE.....	164
Tabela 27 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE.....	170
Tabela 28 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e VE.....	172
Tabela 29 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com V2G.....	180
Tabela 30 – Fatura de energia com V2G.....	182
Tabela 31 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh e V2G.....	190
Tabela 32 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e V2G.....	193
Tabela 33 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh e V2G.....	201
Tabela 34 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e V2G.....	203
Tabela 35 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE).....	210
Tabela 36 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e V2G.....	213

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	JUSTIFICATIVA	29
1.2	OBJETIVOS	31
1.2.1	Objetivo geral.....	31
1.2.2	Objetivos específicos	31
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
2.1	REFERENCIAL TEÓRICO	33
2.1.1	Consumidores brasileiros.....	33
2.1.2	Componentes tarifárias brasileiras	34
2.1.3	Modalidades tarifárias brasileiras	35
2.1.3.1	<i>Tarifa branca.....</i>	36
2.1.4	Parcela de consumo residencial.....	37
2.1.5	Curva de carga residencial	39
2.1.6	Recursos energéticos distribuídos	41
2.1.6.1	<i>Geração distribuída.....</i>	41
2.1.6.2	<i>Armazenamento de energia</i>	42
2.1.6.2.1	Armazenamento mecânico.....	43
2.1.6.2.2	Armazenamento eletroquímico.....	43
2.1.6.2.3	Armazenamento químico.....	43
2.1.6.2.4	Armazenamento térmico.....	44
2.1.6.2.5	Armazenamento elétrico	45
2.1.6.3	<i>Resposta da demanda</i>	46
2.1.7	Sistemas fotovoltaicos.....	48
2.1.8	Veículos elétricos.....	49
2.1.8.1	<i>Veículos elétricos a bateria</i>	49
2.1.8.2	<i>Veículos elétricos híbridos</i>	50

2.1.8.3	<i>Veículos elétricos a célula de combustível</i>	51
2.1.8.4	<i>Veículos elétricos alimentados por cabos externos (RPEV)</i>	52
2.1.8.5	<i>Armazenamento de energia de veículos elétricos</i>	53
2.1.8.6	<i>Recarga</i>	53
2.1.9	Cidades inteligentes	54
2.2	ESTADO DA ARTE	59
2.2.1	Sistema fotovoltaico	60
2.2.2	Baterias	61
2.2.3	<i>Vehicle-to-grid</i>	62
2.2.4	Estratégias de recarga	64
2.2.5	Tarifa branca	68
3	MATERIAIS E MÉTODOS	69
3.1	CENÁRIOS	71
3.2	CURVA DE CARGA	78
3.2.1	Curvas de carga das unidades consumidoras	81
3.3	VEÍCULO ELÉTRICO	86
3.3.1	Modelos	86
3.3.2	Carregamento	88
3.4	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	92
3.5	<i>SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM)</i>	93
3.6	TARIFA BRANCA E CONVENCIONAL	95
4	RESULTADOS	96
4.1	CONSUMO	98
4.2	POTÊNCIA DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	101
4.3	PRIMEIRO CENÁRIO	102
4.4	SEGUNDO CENÁRIO	112
4.4.1	Bateria de 2 kWh	112

4.4.2	Bateria de 4 kWh	121
4.4.3	Bateria de 10 kWh	129
4.5	TERCEIRO CENÁRIO	138
4.5.1	Sistema fotovoltaico conectado à rede e veículo elétrico	139
4.5.2	Bateria de 2 kWh e veículo elétrico.....	148
4.5.3	Bateria de 4 kWh e veículo elétrico.....	157
4.5.4	Bateria de 10 kWh e veículo elétrico.....	166
4.6	QUARTO CENÁRIO	175
4.6.1	Sistema fotovoltaico conectado à rede e V2G	175
4.6.2	Bateria de 2 kWh e V2G	185
4.6.3	Bateria de 4 kWh e V2G	195
4.6.4	Bateria de 10 kWh e V2G	205
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	215
	REFERÊNCIAS.....	217
	APÊNDICE A – Consumo mensal (CM) e Energia da Rede Elétrica (ER)	229
	APÊNDICE B – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR)	230
	APÊNDICE C – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)	231
	APÊNDICE D – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE)	232
	APÊNDICE E – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh do segundo cenário	233
	APÊNDICE F – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh.....	234
	APÊNDICE G – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh.....	235
	APÊNDICE H – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh	236

APÊNDICE I – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 2 kWh	237
APÊNDICE J – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh.....	238
APÊNDICE K – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh.....	239
APÊNDICE L – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh.....	240
APÊNDICE M – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh	241
APÊNDICE N – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 4 kWh	242
APÊNDICE O – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh.....	243
APÊNDICE P – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh....	244
APÊNDICE Q – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh.....	245
APÊNDICE R – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh	246
APÊNDICE S – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 10 kWh	247
APÊNDICE T – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com VE do terceiro cenário	248
APÊNDICE U – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.....	249
APÊNDICE V – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com VE.....	250

APÊNDICE W – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com VE do terceiro cenário	251
APÊNDICE X – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e VE	252
APÊNDICE Y – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh.....	253
APÊNDICE Z – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e VE.....	254
APÊNDICE AA – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e VE.....	255
APÊNDICE BB – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 2 kWh e VE.....	256
APÊNDICE CC – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh e VE	257
APÊNDICE DD – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh e VE	258
APÊNDICE EE – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e VE.....	259
APÊNDICE FF – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e VE.....	260
APÊNDICE GG – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 4 kWh e VE.....	261
APÊNDICE HH – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e VE	262
APÊNDICE II – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE	263
APÊNDICE JJ – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e VE.....	264

APÊNDICE KK – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e VE	265
APÊNDICE LL – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 10 kWh e VE.....	266
APÊNDICE MM – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com V2G	267
APÊNDICE NN – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com V2G	268
APÊNDICE OO – Energia injetada na rede dos SFCR (ESFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com V2G	269
APÊNDICE PP – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com V2G	270
APÊNDICE QQ – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com V2G.....	271
APÊNDICE RR – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e V2G	272
APÊNDICE SS – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 2 kWh e V2G	273
APÊNDICE TT – Energia injetada na rede dos SFCR (ESFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 2 kWh e V2G.....	274
APÊNDICE UU – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e V2G	275
APÊNDICE VV – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e V2G.....	276
APÊNDICE WW – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 2 kWh e V2G	277

APÊNDICE XX – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh e V2G	278
APÊNDICE YY – Energia consumida instantaneamente dos SFCCR (ESFCCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 4 kWh e V2G	279
APÊNDICE ZZ – Energia injetada na rede dos SFCCR (ESFCCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 4 kWh e V2G	280
APÊNDICE AAA – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e V2G	281
APÊNDICE BBB – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e V2G.....	282
APÊNDICE CCC – Porcentagem de energia consumida dos SFCCR (PSFCCR) e da rede (PRE) com bateria de 4 kWh e V2G	283
APÊNDICE DDD – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e V2G	284
APÊNDICE EEE – Energia consumida instantaneamente dos SFCCR (ESFCCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 10 kWh e V2G	285
APÊNDICE FFF – Energia injetada na rede dos SFCCR (ESFCCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 10 kWh e V2G	286
APÊNDICE GGG – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e V2G	287
APÊNDICE HHH – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e V2G.....	288
APÊNDICE III – Porcentagem de energia consumida dos SFCCR (PSFCCR) e da rede (PRE) com bateria de 10 kWh e V2G	289

1 INTRODUÇÃO

Segundo a *Energy Information Administration* (EIA), entre 2018 e 2050, o consumo mundial de energia aumentará em quase 50%, como efeito, a produção de energia também crescerá (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2019). Atualmente, a matriz energética mundial é composta, principalmente, por recursos energéticos de origem fóssil como petróleo, carvão e gás natural. Esses recursos fósseis emitem gases de efeito estufa, que causam aquecimento global, ou seja, eles aumentam a temperatura média da Terra (FGV ENERGIA, 2020).

A forma como a energia é produzida e consumida pode ser alterada, através da utilização de recursos energéticos distribuídos (RED) como geração distribuída, armazenamento de energia elétrica e resposta da demanda (SWECO, 2015). Esse avanço tecnológico contribui para a eficiência energética, resultando em uma melhoria na qualidade de vida da população. Além disso, é possível destacar que o uso dos RED pode ser uma contribuição significativa na recuperação ambiental, mitigando os danos causados pelo efeito estufa.

A geração distribuída destaca a geração em pequena escala dedicada ao autoconsumo, onde as unidades consumidoras estão próximas da produção de energia e conectadas à rede de distribuição da concessionária local (COSTELLO, 2015). No Brasil, o consumidor tem a opção de gerar sua própria energia elétrica por fontes renováveis ou cogeração qualificada, em que se refere a microgeração e minigeração distribuída estabelecida pela Resolução Normativa nº 482/2012, onde as Resoluções Normativas nº 687/2015, nº 786/2017 e nº 1.059/2023 alteram a anterior. Em 2022, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regulamentou a Lei nº 14.300/2022, que instituiu o marco legal da geração distribuída, estabelecendo novas e existentes normas para geração distribuída (BRASIL, 2023).

A tecnologia fotovoltaica pode ser utilizada na forma de geração distribuída, em que os consumidores residenciais podem adquirir um sistema fotovoltaico para gerar sua própria energia. No entanto, o consumo deles é muito maior à noite, devido ao uso dos chuveiros elétricos. Nesse cenário, a geração solar fotovoltaica acontece apenas durante o dia, assim, alteraria apenas a curva de demanda do alimentador nos momentos em que há geração de energia, porém não poderia moldar o pico de demanda que sucede à noite (PEREIRA JUNIOR, 2011).

O inversor com bateria integrada é um equipamento que pode ser utilizado em um sistema fotovoltaico. Além de converter a corrente elétrica c.c. em c.a., ele também pode reduzir o consumo da rede elétrica nos horários de pico. Isso porque, ele tem uma pequena bateria incorporada, sendo utilizada para armazenar e descarregar a energia solar gerada em períodos específicos.

Os consumidores também podem ser incentivados em alterar o consumo deles por meio dos programas de resposta da demanda, que podem incentivar a eficiência energética. A tarifa branca é um programa de resposta da demanda aplicado no Brasil, que propõe três valores de tarifa que variam conforme as horas de um dia. Os postos tarifários são fora ponta, intermediário e ponta, em que o valor fora ponta consiste no menor valor de tarifa e a ponta no maior valor de tarifa. Normalmente, a noite são aplicadas as tarifas de ponta e intermediário (BRASIL, 2022d). Dessa forma, a redução do consumo a noite pode causar economia na fatura de energia elétrica.

Ademais, a eficiência energética consiste em produzir a mesma quantidade de energia com uma redução do consumo de recursos naturais. Essa abordagem busca otimizar a utilização de energia, visando minimizar os impactos ambientais e maximizar a eficiência energética (BRASIL, [202-]). A eficiência energética possibilita a diminuição da demanda de eletricidade inclusive nos horários de ponta, contribuindo para um consumo mais racional e sustentável de energia elétrica (SWECO, 2015).

Outra maneira que pode reduzir o pico de demanda é através da tecnologia *vehicle-to-grid* (V2G), sendo definido como um sistema que tem a capacidade de controlar o fluxo bidirecional de energia elétrica entre um veículo elétrico e a rede elétrica. Isto significa que a energia elétrica que flui da rede carrega a bateria, e a energia armazenada na bateria é despachada na rede (BRIONES *et al.*, 2012).

À vista disso, é primordial analisar o fluxo e balanço energético da energia da rede elétrica, de sistemas fotovoltaicos, armazenamento de energia e de veículos elétricos como mecanismos de armazenamento e como geradores nos períodos de ponta. Além de verificar o faturamento de energia da rede elétrica, energia injetada na rede elétrica, e fatura de energia no âmbito da tarifa branca e convencional.

1.1 JUSTIFICATIVA

A emissão de gases do efeito estufa e outros poluentes nocivos precisam ser reduzidos até o ano de 2050, para preservar o meio ambiente. Para tanto, a dependência de energia e transporte por recursos fósseis precisa ser diminuída urgentemente (SHAUKAT *et al.*, 2018). Apesar do Brasil ter umas das matrizes energéticas mais limpas da Terra, ainda assim, a repartição da oferta interna de energia (OIE) é composta por 55,3% de não renováveis e 44,7% de renováveis, ou seja, há uma maior participação de não renováveis no total de energia disponibilizada (BRASIL, 2022e).

No ano de 2022, os consumidores brasileiros residenciais utilizaram cerca de 10,9% da energia disponível no país, sendo que de 2020 para 2021 o consumo de eletricidade desse setor aumentou em cerca de 0,8%. De outro lado, o setor de transporte consumiu cerca de 32,5% de energia (BRASIL, 2022e). Está previsto que entre 2018 e 2050 o consumo de energia mundial do setor de transporte possa crescer em quase 40%, enquanto, o setor de edifícios que inclui o setor residencial e comercial possa aumentar em 65% (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2019). De fato, o consumo do setor residencial e de transporte do Brasil também crescerá.

A transição de energia gerada por fontes fósseis para energias renováveis é um tema que deve ser levado em consideração, uma vez que junto do aumento do consumo está o aumento da geração de energia. Dessa forma, novas políticas energéticas devem ser construídas. Os 5 Ds relacionados a transição energética podem contribuir para garantir a distribuição equitativa do fornecimento de energia, os quais são democratização, descarbonização, desregulamentação, descentralização e digitalização (DASH, 2016).

A democratização do fornecimento de energia elétrica pode contribuir para facilitar o acesso à energia, e proporcionar flexibilidade na escolha da fonte de energia. Nessa perspectiva, a geração distribuída ou em pequena escala se apresenta como um mecanismo eficiente para democratizar seu acesso (DASH, 2016). Por outro lado, a descarbonização é promovida por meio da adoção de políticas públicas que fomentam a geração de energia de baixo teor de carbono, além de estimular a utilização de fontes de energia renováveis e aprimorar a eficiência de todo o processo produtivo, desde a geração até o transporte e uso de energia (SILVESTRE *et al.*, 2018).

A desregulação se apresenta como uma necessidade imposta pela atual desigualdade das condições oferecidas pela indústria de energia. Uma estrutura política favorável é um pré-

requisito para o desenvolvimento de fontes limpas de energia. As políticas energéticas governamentais devem fomentar a inovação e o investimento em tecnologias de grande escala para os serviços públicos, a fim de substituir gradualmente as instalações produtivas intensivas em carbono (DASH, 2016). Além disso, a crescente participação do consumidor e o aumento da demanda de energia exigem a descentralização do fornecimento de energia, o que gera novas necessidades, sobretudo no âmbito da distribuição (SILVESTRE *et al.*, 2018).

A utilização de ferramentas digitais e a colaboração entre os diversos atores envolvidos são elementos estratégicos para impulsionar a pesquisa e o desenvolvimento de soluções energéticas mais eficientes e sustentáveis. Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT) tem se destacado como uma tecnologia promissora para o gerenciamento de demanda, ao permitir a integração de múltiplos pontos de consumo de energia (DASH, 2016).

Sendo assim, o fornecimento de energia elétrica sustentável e confiável tem a possibilidade de ser obtido pela *Smart Grid* (SG) ou redes elétricas inteligentes (REI), devido seu fluxo de energia e de comunicação ser bidirecional, sendo possível a geração múltipla de energias renováveis e da tecnologia *vehicle-to-grid* (SHAUKAT *et al.*, 2018). Assim, a introdução de energia renováveis como a solar fotovoltaica e veículos elétricos pode ser parte da solução para a resolução dos problemas ambientais.

Os sistemas fotovoltaicos de geração distribuída podem ser implementados nas unidades consumidoras residenciais, assim como, ter a função de reduzir o consumo de energia da rede elétrica. Todavia, a curva de carga dos consumidores residenciais tem picos de demanda a noite, causando altos custos às distribuidoras e aumentando as tarifas de energia. Visto que, muitas vezes é necessário a ampliação da capacidade das redes elétricas. Dessa forma, a adição de um banco de baterias pode contribuir para reduzir os picos. Além disso, a tecnologia *vehicle-to-grid*, tem potencial para ser utilizada nessa finalidade, já que o veículo elétrico atua tanto como uma carga ou como um gerador de energia.

As tarifas de energia aplicadas aos consumidores residenciais são a branca e a convencional. A tarifa branca apresenta diferentes valores de tarifa de acordo com as horas de um dia, e a tarifa convencional tem apenas um valor de tarifa. A investigação de como as tarifas influenciam nos valores de fatura de energia é imprescindível, pois informa qual tarifa pode trazer mais economia.

A integração de sistemas fotovoltaicos com armazenamento de energia e veículos elétricos contribuem para um desenvolvimento sustentável. Dessa forma, a análise de fluxo de

energia dessas tecnologias pode trazer vários benefícios, como deslocamento dos horários de pico, redução de consumo de energia da rede elétrica e economia nas faturas de energia elétrica.

1.2 OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos desta dissertação.

1.2.1 Objetivo geral

A presente dissertação tem como objetivo simular e analisar a variação do fluxo energético, balanço de energia, consumo e faturamento de energia elétrica para unidades consumidoras residenciais no âmbito da tarifa branca e convencional. Os seguintes cenários foram analisados para as duas tarifas:

- Unidade consumidora atendida apenas pela rede elétrica;
- Unidade consumidora atendida pela rede elétrica, com geração distribuída;
- Unidade consumidora atendida pela rede elétrica, com geração distribuída e armazenamento de energia;
- Unidade consumidora atendida pela rede elétrica, com geração distribuída, armazenamento de energia e veículos elétricos;
- Unidade consumidora atendida pela rede elétrica, com geração distribuída, armazenamento de energia e veículos elétricos atuando como carga e como gerador de energia (V2G).

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar e selecionar curvas de carga residenciais;
- Dimensionar a potência de pico de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída para distintas classes de consumo;
- Realizar modelagens e simulações de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída para os cenários propostos;
- Modelar o perfil do sistema de armazenamento da geração distribuída;

- Definir horários e perfis de carregamento de veículos elétricos;
- Aplicar as modalidades tarifárias branca e convencional nas unidades consumidoras selecionadas;
- Analisar o fluxo energético das unidades consumidoras;
- Analisar o balanço de energia das unidades consumidoras;
- Analisar a variação do consumo de energia elétrica das unidades consumidoras;
- Analisar o faturamento de energia elétrica das unidades consumidoras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção consiste em apresentar o embasamento teórico e o estado da arte sobre modalidades tarifárias de energia, recursos energéticos distribuídos e veículos elétricos.

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção secundária apresenta as classificações de consumidores brasileiros de energia e as tarifas de energia elétrica aplicadas aos consumidores cativos. Além disso, a definição de geração distribuída, armazenamento de energia, resposta da demanda e as características dos veículos elétricos.

2.1.1 Consumidores brasileiros

No Brasil, os consumidores de energia elétrica podem ser classificados em cativos, livres e especiais. O consumidor cativo somente compra energia da concessionária em que estão conectados, pagando por uma fatura mensal sob condições reguladas. O consumidor livre e especial tem autonomia de definir seu fornecedor de energia, a diferença entre eles é que o consumidor livre pode comprar qualquer fonte de energia e o especial apenas de fontes incentivadas (BRAGA, 2018).

Para ser enquadrado como consumidor livre, a unidade consumidora deve ter demanda contratada com a distribuidora, e atinja uma carga igual ou maior a 500 kW, em qualquer nível de tensão. Enquanto, para ser enquadrado como consumidor especial, a unidade ou conjunto de unidades consumidores unidas por comunhão de fato ou de direito, é necessário que a demanda contratada com a distribuidora seja igual ou superior a 500 kW e menor que 1500 kW (MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA, [202-]).

Os consumidores cativos podem ser divididos em dois grupos, o grupo A e B. O grupo A é formado por unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou a partir de sistema subterrâneo de distribuição atendidas em tensão secundária, e apresenta as seguintes subdivisões de subgrupos (BRASIL, 2010):

- subgrupo A1: tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- subgrupo A2: tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- subgrupo A3: tensão de fornecimento de 69 kV;

- subgrupo A3a: tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- subgrupo A4: tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV; e
- subgrupo AS: tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

O grupo B é formado por unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior ou igual a 2,3 kV, e apresenta as seguintes subdivisões de subgrupos (BRASIL, 2010):

- subgrupo B1: residencial;
- subgrupo B2: rural;
- subgrupo B3: demais classes; e
- subgrupo B4: iluminação pública.

Nesta dissertação, os consumidores residenciais, classificados no subgrupo B1, será foco de análise, uma vez que a rede de estudo selecionada abrange as unidades consumidoras pertencentes ao subgrupo B1.

2.1.2 Componentes tarifárias brasileiras

A estrutura tarifária é “um conjunto de tarifas e regras aplicadas ao faturamento do mercado de distribuição de energia” (BRASIL, 2010a, p. 2). No Brasil, a estrutura tarifária é composta pela Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD), Tarifa de Energia (TE), os encargos setoriais e os tributos.

A TUSD é um serviço remunerado que corresponde ao meio físico, a rede e os vários serviços relacionados, com o propósito de atendimento dos inúmeros usuários do sistema de distribuição. A TE é um serviço remunerado que corresponde ao fornecimento da energia elétrica aos consumidores e as distribuidoras. Os consumidores que compram energia pelo mercado livre não pagam pela TE. Na composição da TUSD e TE há encargos setoriais, sendo componentes tarifários que implementam políticas setoriais determinadas por Lei (BRASIL, 2010a).

Os encargos setoriais e os tributos são definidos por leis. Os encargos setoriais são repassados aos consumidores com a finalidade de tornar viável a implantação das políticas de Governo para o setor elétrico, e recolhidos pelas concessionárias de distribuição por meio da fatura de energia elétrica. Ao passo que, os tributos asseguram recursos para que o Governo desenvolva suas atividades, estando incluídos nos preços dos bens e serviços. Nas faturas de energia estão inclusos tributos federais, estaduais e municipais (BRASIL, 2016).

As bandeiras tarifárias podem ser vermelha, amarela e verde, em que elas estão relacionadas com as condições de geração de energia. Quanto menos favoráveis as condições de geração de energia, maior o acréscimo na tarifa (BRASIL, 2022c). A seguir são descritas as bandeiras tarifárias segundo Brasil (2022b):

- Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01874 para cada kWh consumido;
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada kWh consumido.
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09492 para cada kWh consumido.

No ano de 2021, foi criada bandeira escassez hídrica, devido à crise hídrica que o país passava na época. Isso, para subsidiar os gastos excepcionais do acionamento de usinas térmicas e da importação de energia, representando a cobrança da bandeira de R\$ 14,20 a cada 100 kWh (BRASIL, 2022a).

2.1.3 Modalidades tarifárias brasileiras

As modalidades tarifárias são um “conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas” (BRASIL, 2010a, p. 6). No Brasil existem 5 modalidades tarifárias, as quais são:

- 1) modalidade tarifária convencional binômia;
- 2) modalidade tarifária horária verde;
- 3) modalidade tarifária horária azul;
- 4) modalidade tarifária convencional monômia; e
- 5) modalidade tarifária horária branca;

As modalidades tarifárias, convencional binômia, verde e azul são aplicadas ao grupo A. A convencional binômia caracteriza-se por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência não dependentes das horas de utilização do dia, porém, a ANEEL determinou a extinção dessa tarifa, a partir do primeiro reajuste tarifário (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2018a).

A verde e azul são caracterizadas por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, conforme as horas de utilização do dia. A diferença entre as duas é que a verde tem uma única tarifa de demanda de potência e a azul apresenta tarifas diferenciadas de demanda de potência, segundo as horas de utilização do dia (BRASIL, 2022b).

As modalidades tarifárias, convencional monômnia e horária branca (tarifa branca) são destinadas ao grupo B, entretanto, a tarifa branca não se aplica para o subgrupo B4 e para a subclasse baixa renda do subgrupo B1. A tarifa convencional monômnia tem um único valor de tarifa de consumo de energia elétrica. A tarifa branca apresenta tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, conforme as horas de utilização do dia (BRASIL, 2022b).

2.1.3.1 Tarifa branca

Aprovada em 2016, a tarifa branca foi inicialmente utilizada a partir de 1º de janeiro de 2018 para aqueles com média anual de consumo superior a 500 kWh. Em 1º de janeiro de 2019 ela pode ser aderida para aqueles com média anual de consumo mensal superior a 250 kWh/mês. Atualmente, a tarifa branca está disponível para todas as unidades consumidores, determinado em 1º de janeiro de 2020 (BRASIL, 2019a).

A tarifa branca foi criada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com a finalidade de ter valores distintos para os horários de consumo. Isso porque, os horários com maior consumo de energia elétrica causam custos altos as distribuidoras, em virtude da necessidade de investimentos na ampliação da capacidade das redes elétricas (CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ, [201-]).

A tarifa branca apresenta três postos tarifários, ponta, intermediário e fora de ponta. Logo, a ponta consiste no valor mais alto de tarifa, o horário intermediário consiste no valor intermediário de tarifa, e o fora de ponta apresenta a tarifa com menor valor (BRASIL, 2022d). A Figura 1 apresenta, os postos tarifários para o grupo B.

$$P_c = T_c \cdot CM \quad (1)$$

Onde,

T_c : tarifa convencional;

CM : consumo medido; e

P_c : parcela de consumo com a aplicação da tarifa convencional.

Para as unidades consumidores que são aplicadas a tarifa branca, a parcela de consumo, ou seja, o cálculo de tarifa, é a soma de cada parcela de consumo correspondente ao seu posto tarifário demonstrado nas equações 2, 3, 4 e 5.

$$P_p = T_p \cdot CM_p \quad (2)$$

$$P_l = T_l \cdot CM_l \quad (3)$$

$$P_{FP} = T_{FP} \cdot CM_{FP} \quad (4)$$

$$T_{BD} = P_p + P_l + P_{FP} \quad (5)$$

Onde,

P_p : parcela de consumo no horário de ponta;

T_p : tarifa no horário de ponta;

CM_p : consumo medido no horário de ponta;

P_l : parcela de consumo no horário de intermediário;

T_l : tarifa horário de intermediário;

CM_l : consumo medido horário de intermediário;

P_{FP} : parcela de consumo no horário de fora ponta;

T_{FP} : tarifa no horário de fora ponta;

CM_{FP} : consumo medido no horário de fora ponta; e

T_{BD} : parcela de consumo total com a aplicação da tarifa branca para dias úteis.

Nos finais de semana, para as unidades consumidores que a tarifa branca é aplicada, apenas se considera a tarifa no horário fora ponta. Assim sendo, todo o consumo é multiplicado pela tarifa fora de ponta.

$$T_{BFS} = T_{FP} \cdot CM \quad (6)$$

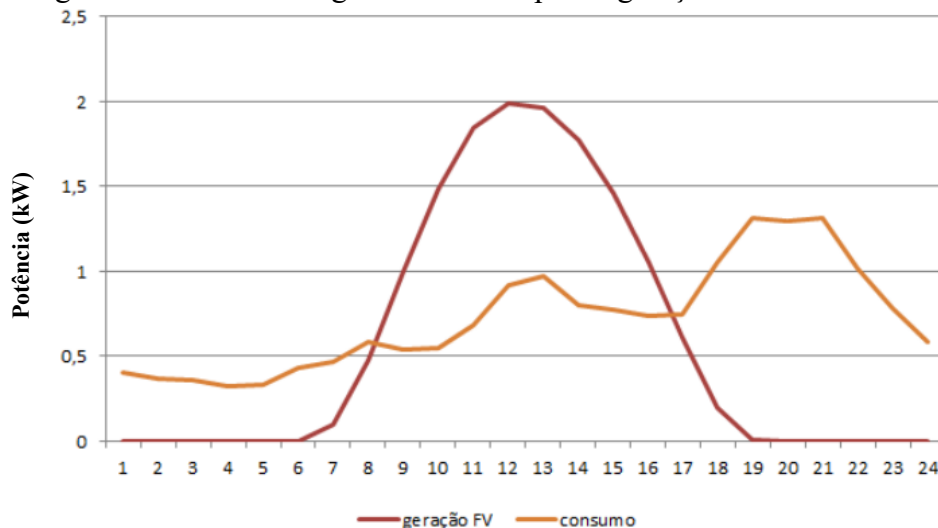
onde,

T_{BFS} : parcela de consumo total com a aplicação da tarifa branca para finais de semana.

2.1.5 Curva de carga residencial

As curvas de carga apresentam o perfil do consumo de energia elétrica de acordo com o tempo (OLIVEIRA, 2013). A ANEEL fez uma projeção para o ano de 2017 a 2024 para consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaica, em que no estudo mostra a curva de carga típica residencial com curvas de geração para um dia típico (BRASIL, 2017). A Figura 3 apresenta tais dados, onde a curva em laranja representa a curva de carga típica de um consumidor residencial, e em vermelho a curva de geração fotovoltaica.

Figura 3 – Curva de carga residencial típica e geração solar fotovoltaica.

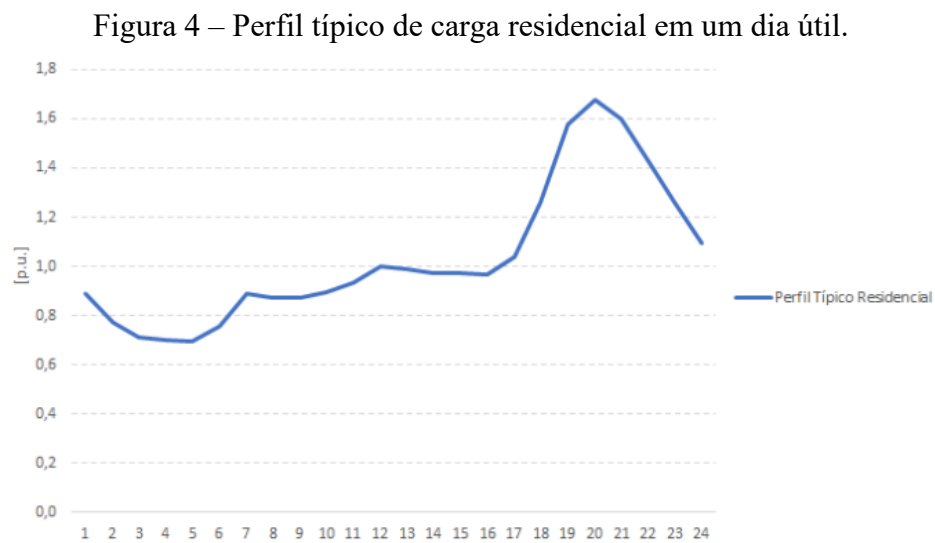


Fonte: Brasil (2017).

Assim, estimou-se que com o sistema fotovoltaico o consumo final da residência foi de 60% em comparação com o consumo sem a geração de energia. Além disso, a geração entre

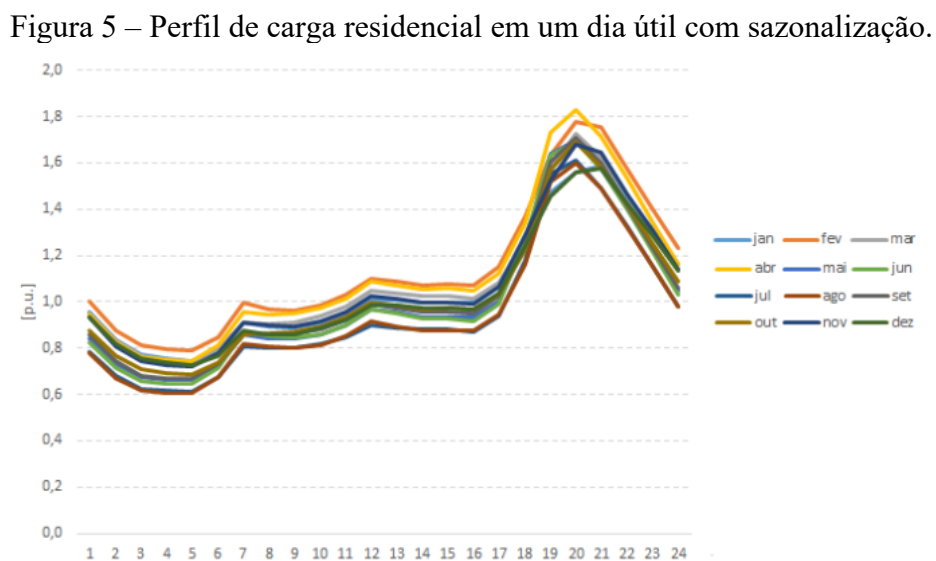
as 8 e 16 horas é maior que o consumo nesse período, consequentemente estimou-se o montante de energia injetada na rede em 55% (BRASIL, 2017).

Outro estudo realizado foi pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) de projeção de curva de carga horária, em que ela identificou os perfis típicos e consumo mensal (BRASIL, 2020b). A Figura 4 apresenta o perfil típico de carga residencial em um dia útil proveniente das campanhas de medição das distribuidoras.



Fonte: Brasil (2020b).

A EPE também realizou uma série sintética de 8760 horas a partir de um perfil típico de um dia. A Figura 5 mostra as curvas de carga para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro.



Fonte: Brasil (2020b).

2.1.6 Recursos energéticos distribuídos

Os recursos energéticos distribuídos (RED) consistem em tecnologias de geração, e/ou armazenamento de energia elétrica, geralmente localizados próximos a unidades consumidoras, dentro da área de uma determinada concessionária de distribuição (SWECO, 2015). Os RED abrangem:

- geração distribuída (GD);
- armazenamento de energia; e
- resposta da demanda.

2.1.6.1 Geração distribuída

A geração distribuída é um termo utilizado para a energia elétrica gerada perto da carga. Isso para minimizar as perdas e ineficiências de eletricidade (CARLEY, 2009). Dessa forma, a geração distribuída refere-se à geração em pequena escala dedicada ao autoconsumo, em que as unidades consumidoras estão próximas da geração e conectadas a rede de distribuição da concessionária local. A rede atende tanto a necessidade de energia reserva (*backup*) como a venda de excedente de energia (COSTELLO, 2015).

No Brasil, a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 estabelece as condições gerais relacionadas a geração distribuída, em que determina o acesso de microgeração e minigeração distribuída. A microgeração consiste na central geradora instalada até 75 kW e minigeração na central geradora com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 3 MW, podendo até ser 5 MW em situações específicas conforme a Lei nº 14.300/2022. Entre as fontes utilizadas para geração estão as renováveis e a cogeração qualificada (BRASIL, 2023).

Devido a algumas alterações necessárias na Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015, nº 786/2017 e nº 1.059/2023, que alteram a anterior, como também, a Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, publicada no Diário Oficial da União (BRASIL, 2023). A Lei nº 14300/2022:

institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências (BRASIL, 2022, p. 1).

Na geração distribuída do Brasil há um sistema de compensação de energia elétrica, que se a energia injetada na rede for superior a consumida, a mesma é depois compensada com o consumo de energia. Assim, os consumidores recebem créditos de energia na sua fatura de energia, onde eles têm validade de 60 meses (SILVA; HOLLANDA; CUNHA, 2016). Consumidores que geram uma quantidade maior de energia do que consomem em determinadas horas do dia, podem ser chamados de prossumidores (SIOSHANSI, 2019). A Lei 14.300/2022 que estabelece o marco legal da geração distribuída, define o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE).

As unidades consumidoras pertencentes ao grupo B, pagam pelo custo de disponibilidade em reais de acordo com a sua ligação, monofásico (30 kWh), bifásico (50 kWh) ou trifásico (100 kWh). As pertencentes ao grupo A, pagam pela demanda contratada, mas caso a energia injetada mensalmente for superior ou igual à energia consumida a parcela de energia pode ser zerada (BRASIL, 2023).

2.1.6.2 Armazenamento de energia

Os sistemas de armazenamento de energia são ferramentas valiosas para sistemas com variação de fornecimento e/ou demanda. A utilização deles pode ser em conjunto com os sistemas que não estão ligados a rede elétrica, com as tecnologias usadas na geração distribuída, com sistemas de aquecimento e resfriamento, entre outros (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014). Eles são classificados em:

- Armazenamento mecânico: consiste em sistemas hidrelétricos de armazenamento de bombeamento (*Pumped storage hydropower* - PSH), armazenamento de energia por compressão de ar (*Compressed air energy storage* - CAES) e volantes (*Flywheels*).
- Armazenamento eletroquímico: consiste em baterias.
- Armazenamento químico: consiste em armazenamento de hidrogênio químico.
- Armazenamento térmico: consiste em armazenamento por calor sensível, por calor latente, por termoquímico.
- Armazenamento elétrico: consiste em supercapacitores e armazenamento de energia magnética em supercondutores (*Superconducting magnetic energy storage* - SMES).

2.1.6.2.1 Armazenamento mecânico

Os sistemas hidrelétricos de armazenamento de bombeamento (*Pumped storage hydropower* - PSH), armazenamento de energia por compressão de ar (*Compressed air energy storage* - CAES) e volantes (*Flywheels*) são formas de armazenamento mecânico.

Os PSH armazenam energia mecanicamente, o funcionamento deles é semelhante às usinas hidrelétricas tradicionais. Eles baseiam-se no armazenamento de energia gravitacional, a energia é usada para bombear a água de um reservatório inferior para um reservatório superior, permitindo que a água volte através das turbinas para produzir energia. Dessa forma, é possível gerar energia nos horários de maior demanda e armazenar água nos períodos de menor consumo (SWECO, 2015).

Logo, o princípio de funcionamento do CAES é baseado na compressão do ar via energia elétrica gerada em horários fora de pico, para ser posteriormente utilizados em momentos de alta demanda. Desse modo, na produção de energia durante os períodos de picos é utilizado uma turbina a gás, em que a energia armazenada é liberada. Geralmente, o ar comprimido é armazenado em cavernas subterrâneas vedadas (RACKLEY, 2017).

Os volantes são dispositivos que se baseiam na energia cinética. Eles armazenam a energia em discos rotativos que podem girar. Durante a carga a velocidade aumenta e durante a descarga diminui. Esses dispositivos possuem altas eficiências e tempo de resposta muito rápido (CANTANE; ANDO JUNIOR; HAMERSCHMIDT, 2020).

2.1.6.2.2 Armazenamento eletroquímico

As baterias são formas de armazenamento eletroquímico, elas armazenam energia química para depois converter em energia elétrica, por uma reação eletroquímica (SWECO, 2015). As baterias convencionais são compostas por dois eletrodos e um eletrólito. Nela ocorre reações de oxidação e redução para gerar corrente elétrica. As baterias de íon de lítio, chumbo ácido e níquel-cádmio são as convencionais mais utilizadas (SERRA *et al.*, 2016).

2.1.6.2.3 Armazenamento químico

O armazenamento de energia na forma de hidrogênio é produzido por eletrólise da água para ser armazenado e em seguida ser convertido em energia elétrica. Primeiramente, o

seu funcionamento ocorre pela eletrólise que consome energia nos períodos de baixa demanda. Logo depois, sucede à geração de energia elétrica por meio da célula a combustível, que utiliza oxigênio e hidrogênio. Por fim, para garantir o recurso quando houver necessidade é utilizado um tanque de hidrogênio (CANTANE; ANDO JUNIOR; HAMERSCHMIDT, 2020).

2.1.6.2.4 Armazenamento térmico

O armazenamento de energia térmica pode ser classificado em armazenamento por calor sensível, calor latente e termoquímico. O armazenamento por calor sensível ocorre pela mudança de temperatura, os meios de armazenamento podem ser fluidos como água e óleo ou sólidos como metal e rocha. Enquanto, o armazenamento por calor latente ocorre pela mudança de fase do material (WANG; XU; GE, 2016).

O armazenamento termoquímico ocorre através de uma reação química reversível (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014). Essa tecnologia possui um potencial interessante para armazenar energia, onde pode ser utilizada nas usinas de energia solar concentrada (*Concentrated Solar Power – CSP*). Essa categoria de armazenamento ainda está em fase de pesquisa e desenvolvimento (ROßKOPF *et al.*, 2014).

O armazenamento de sais fundidos e de gelo são maneiras de armazenamento por calor latente. Quando aquecidos os sais fundidos sofrem mudança de fase, em temperatura ambiente e pressão atmosférica são sólidos (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014). Eles são utilizados como meio de transferência de calor ou armazenamento de energia. Além disso, são abundantes e podem ser operados em altas temperaturas. Frequentemente, são utilizados em CSP (ALJAERANI *et al.*, 2020).

No armazenamento de gelo é utilizado um resfriador para a fabricação de gelo, ou seja, a água é resfriada até virar gelo. Esse gelo é armazenado em um tanque, que sofre derretimento nos horários de pico. Essa tecnologia ainda está em fase de pesquisa e desenvolvimento (HEIDARI; MORTAZAVI; BANSAL, 2020).

O armazenamento de energia térmica em subterrâneo (*Underground Thermal Energy Storage - UTES*), armazenamento de poço, armazenamento em meio sólido, armazenamento de água quente e fria são formas de armazenamento por calor sensível.

O UTES armazenam energia por bombeamento para uma área subterrânea. Normalmente, o fluido utilizado é a água, em que ela pode ser aquecida ou resfriada para ser

usada depois. O armazenamento ocorre em aquíferos, cavernas ou fossos, onde o fluido é bombeado para dentro e para fora desses locais (JOHNSON *et al.*, 2019).

Os sistemas de armazenamento de poços têm características parecidas ao sistema anterior, o UTES. Sendo assim, também é utilizado um bombeamento para fornecer aquecimento ou resfriamento. No entanto, o armazenamento acontece em poços rasos, em que são cavados e preenchidos comumente com água e cascalho, além de serem cobertos com uma camada de material isolante (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014).

No armazenamento em meio sólido, materiais como tijolos e cerâmicas podem ser utilizados (LAING-NEPUSTIL; ZUNFT, 2021). Ademais, o armazenamento de energia acontece em um meio sólido para utilizar depois no aquecimento ou resfriamento. Em alguns países essa forma de armazenamento é utilizada para auxiliar na regulação da demanda de calor. Ao mesmo tempo que, o armazenamento de água quente e fria também tem a mesma função do anterior, sendo utilizado para atender à demanda de aquecimento ou resfriamento, como exemplo de armazenamento são os aquecedores de água (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014).

2.1.6.2.5 Armazenamento elétrico

Os supercapacitores, também chamados de capacitores eletroquímicos, capacitores elétricos de dupla camada ou ultracapacitores armazenam energia elétrica em uma dupla camada eletroquímica na interface entre um eletrólito líquido e um eletrodo de carbono. Eles têm uma área de superfície maior que os capacitores convencionais, conseqüentemente a energia armazenada por supercapacitores é muito grande comparada com os convencionais. Além disso, eles podem ser carregados e descarregados rapidamente (EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE, 2017).

O armazenamento de energia magnética em supercondutores ocorre pelo armazenamento de energia em um campo magnético. Esse campo é produzido por uma corrente contínua em uma bobina supercondutora. O armazenamento que advém dessa forma contém grande vida útil, carregamento e descarregamento com resposta instantânea e alta densidade. Ainda, podem descarregar quase toda a energia armazenada (SERRA *et al.*, 2016).

2.1.6.3 Resposta da demanda

A resposta da demanda inclui todas as modificações intencionais realizadas pelos consumidores nos padrões de consumo de energia conforme o tempo, que se destinam em alterar o nível de demanda instantânea ou consumo total de energia elétrica (ALBADI; EL-SAADANY, 2007). À vista disso, a resposta da demanda apresenta vários programas, que estão sendo utilizados como uma maneira de equilibrar a oferta e a demanda (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-c]).

Os programas de resposta da demanda podem ser baseados em preços e incentivos. Esses programas são divididos e subdivididos em vários outros programas. Assim sendo, os programas baseados em preços consistem em tarifas de energia não fixas, que variam segundo o custo de energia. O objetivo é nivelar a curva de demanda, oferecendo um preço mais baixo nos horários fora de pico e um preço alto nos horários de pico (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2006). Esses programas são internacionais e podem ser classificados em:

- *Time of use* (TOU): A tarifa de TOU tem preços diferentes conforme o tempo. Ela reflete o custo ideal médio de geração e transmissão durante um período.
- *Real time pricing* (RTP): A tarifa de RTP tem seu preço oscilando de hora em hora, refletindo as mudanças no preço real de energia. Normalmente, os consumidores são notificados sobre os preços com base de uma hora de antecedência ou em um dia anterior.
- *Critical peak pricing* (CPP): A tarifa de CPP é uma combinação da TOU e RTP, com a estrutura básica da TOU. Essa tarifa tem preços elevados para os momentos que os custos de fornecimento são muito altos ou quando a confiabilidade do sistema está comprometida.

Os programas baseados em incentivos podem ser divididos em programas clássicos e programas baseados no mercado. O clássico oferece aos clientes pagamentos de participação, como um crédito ou taxa de desconto por sua participação, e pode ser dividido em controle direto de carga e interruptibilidade. O baseado no mercado, os consumidores recebem em dinheiro por seu desempenho, que está relacionado com a quantidade de redução de demanda durante as condições críticas, e é subclassificado em *demand bidding*, programas de emergência, mercado de capacidade e mercado de serviços auxiliares (ALBADI; EL-SAADANY, 2007; ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2006).

- Controle direto de carga: um programa que o operador pode desligar remotamente o equipamento do consumidor em um pequeno intervalo de tempo. Os equipamentos podem ser ar condicionado e aquecedores de água.
- Interruptibilidade: os participantes desse programa são solicitados a reduzir seu consumo para valores predefinidos, os que não cumprirem o contrato, podem enfrentar penalidade, dependendo dos termos e condições do programa.
- *Demand bidding*: os consumidores solicitam a redução de carga com base nos preços do mercado de energia elétrica.
- Programas de emergência: os consumidores recebem pagamento de incentivos pela redução de consumo durante os períodos de emergência do sistema.
- Mercado de capacidade: os consumidores oferecem reduções de carga para substituir a geração convencional ou entregar novos recursos. Normalmente, eles recebem aviso no dia dos eventos.
- Mercado de serviços auxiliares: os consumidores solicitam reduzir suas cargas para operar como reserva ou regulação de frequência. Se aceitam, eles são pagos para ficar de reserva, ou caso seja necessário o corte de cargas, eles recebem o preço de energia no mercado *spot*.

No Brasil, algumas estruturas tarifárias classificadas como resposta da demanda baseadas em preços são a horo-sazonal verde e azul, como também, a tarifa branca. Elas possuem preços diferenciados de tarifas conforme as horas do dia. Inclusive, a tarifa branca é do tipo TOU, pois traz a aplicação de diferentes tarifas segundo os horários de um dia (BRASIL, 2019b).

A ANEEL estabeleceu, por meio da Resolução Normativa (REN) ANEEL nº 1.040/2022 de 30 de agosto de 2022, os critérios e as condições necessárias para a implementação do programa estrutural de Resposta da Demanda (RD). No contexto brasileiro, o atual programa de Resposta da Demanda tem como objetivo colaborar para a confiabilidade do sistema e a modicidade tarifária, como também, oferece a redução de carga de consumidores previamente habilitados, para o atendimento ao Sistema Interligado Nacional (SIN) (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, [202-]).

No referido programa, os agentes envolvidos realizam ofertas de redução de demanda por intermédio de uma plataforma eletrônica, que é apresentado pelo Operador, com o propósito de serem aplicadas na semana operativa subsequente. As ofertas escolhidas são acionadas pelo

Operador Nacional do Sistema (ONS) para serem implementadas no dia seguinte ao seu despacho, e fazem parte do Programa Diária de Operação (PDO) (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, [202-]).

2.1.7 Sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos são responsáveis pela produção de energia elétrica utilizando o Sol como fonte. A radiação solar incide sobre os módulos fotovoltaicos, esses que possuem células fotovoltaicas responsáveis pela conversão em energia elétrica (SOUZA, 2017).

Um sistema fotovoltaico é constituído por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente, um bloco de armazenamento. O bloco gerador contém os arranjos fotovoltaicos, constituídos por módulos fotovoltaicos em diferentes associações, o cabeamento elétrico que os interliga e a estrutura de suporte. O bloco de condicionamento de potência pode ter conversores c.c.-c.c., seguidor de ponto de potência máxima (SPPM), inversores, controladores de carga (se houver armazenamento) e outros dispositivos de proteção, supervisão e controle. Finalmente, o bloco de armazenamento é constituído por acumuladores elétricos (baterias) e/ou outras formas de armazenamento. (PINHO; GALDINO, 2014, p. 144).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser conectados à rede ou isolados. Eles podem operar somente através da fonte fotovoltaica ou combinado com uma, ou mais fontes de energia, também denominados de híbridos (PINHO; GALDINO, 2014). A diferença entre as duas categorias, são que os sistemas isolados são empregados em lugares que não são atendidos por uma rede elétrica e os conectados à rede operam em paralelo com a rede elétrica (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Os sistemas isolados podem ser sem armazenamento para utilização em bombas, autônomos aplicados em iluminações, no carregamento das baterias de veículos elétricos, e em telecomunicações. Enquanto, os híbridos podem ser para co-geração, solar com eólica ou com gerador a diesel (SOUZA, 2017; VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede normalmente não usam de armazenamento de energia (SOUZA, 2017). Geralmente, parte da energia gerada é consumida instantaneamente e a outra parte é injetada na rede de distribuição. Esses sistemas são regulados pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 e pela Lei 14.300/2022.

2.1.8 Veículos elétricos

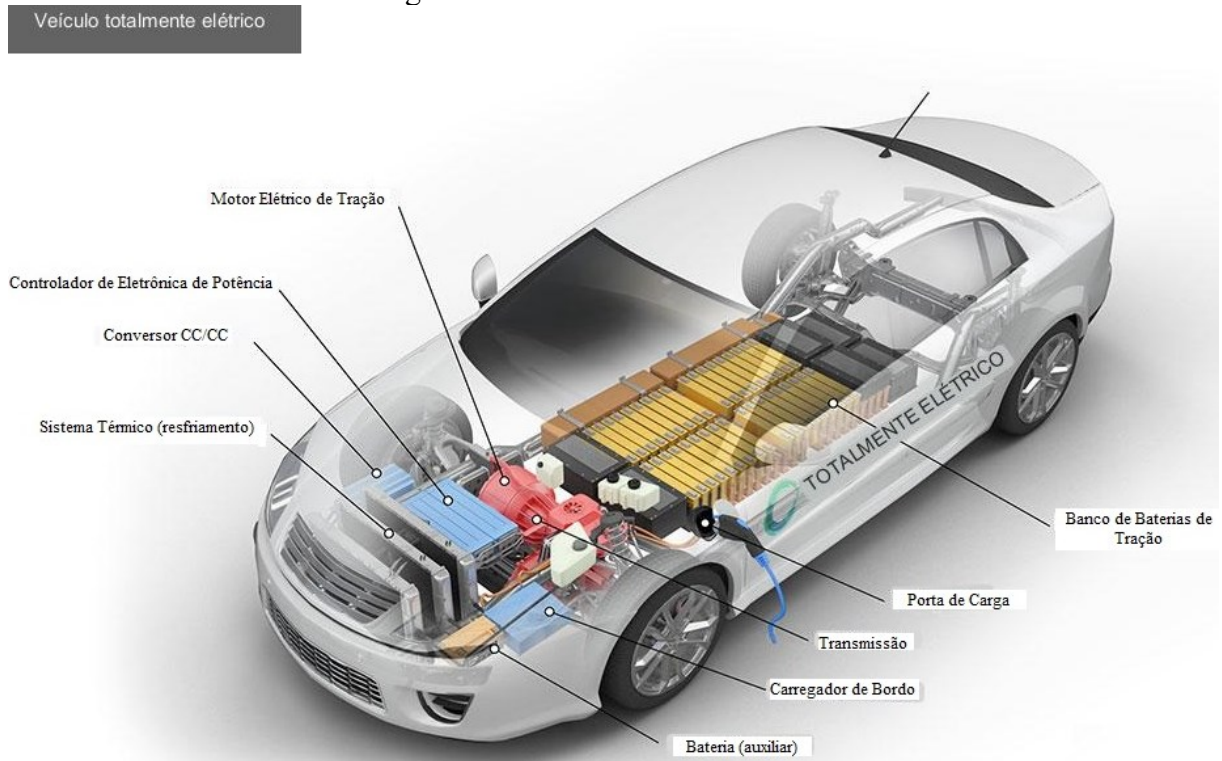
Os veículos elétricos são veículos que utilizam um ou mais motores elétricos para serem acionados, integralmente ou em parte. Os veículos elétricos podem ser de quatro tecnologias diferentes, os quais são veículos elétricos a bateria (BEVs – *Battery Electric Vehicles*), híbridos, a célula de combustível (FCEV - *Fuel Cell Electric Vehicle*) e alimentados por cabos externos (RPEV – *Road Powered Electric Vehicle*) (DELGADO *et al.*, 2017).

2.1.8.1 Veículos elétricos a bateria

Os veículos elétricos a bateria (*battery electric vehicles* - BEV) ou veículos elétricos puros utilizam de uma bateria interna para armazenar a eletricidade proveniente da rede elétrica, de módulos fotovoltaicos ou outra fonte externa. Todos os veículos elétricos puros são carregados na tomada, ou seja, são *plug-in electric vehicles* (PEV). Eles não têm um motor a combustão (DELGADO *et al.*, 2017).

Esses veículos têm a vantagem de não emitir gases poluentes, visto que funcionam a eletricidade. Os principais componentes desses veículos são bateria (*battery*), porta de carga (*charge port*) para carregar a bateria, conversor cc/cc (*DC/DC converter*) para converter energia de corrente contínua de alta tensão da bateria em energia de corrente contínua de baixa tensão, motor elétrico de tração (*electric traction motor*), carregador de bordo (*onboard charger*), controlador de eletrônica de potência (*power electronics controller*), sistema térmico (*thermal system*) para resfriamento, banco de bateria de tração (*traction battery pack*) e transmissão (*transmission*) (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-a]). A Figura 6 apresenta os componentes do veículo elétrico a bateria.

Figura 6 – Veículo elétrico a bateria.



Fonte: Adaptado de Estados Unidos da América ([201-a]).

2.1.8.2 Veículos elétricos híbridos

Os veículos híbridos podem ser classificados como híbrido puro (*hybrid electric vehicles* – HEV), híbrido *plug-in* (*plug-in hybrid electric vehicles* – PHEV) e híbrido de longo alcance (*extended range-electric vehicle* – E-REV). O primeiro, HEV tem como motor principal a combustão interna, possuindo um sistema de frenagem regenerativa, com a função de fornecer energia para o motor elétrico, nesse caso, o motor elétrico apenas melhora a eficiência do motor de combustão interna. O segundo, PHEV é semelhante ao HEV o que difere é que o PHEV pode receber energia elétrica de uma fonte externa. Assim, o HEV e PHEV são híbridos paralelos, utilizam os motores para propulsão (DELGADO *et al.*, 2017).

O E-REV tem o motor principal o elétrico, e conta com o motor à combustão interna que mantém um nível mínimo de carga da bateria. Isto é, quando a bateria é descarregada até um nível, o motor a combustão interna aciona um gerador, que fornece energia para a bateria ou para o motor elétrico. Ele é considerado um híbrido do tipo em série, onde apenas o motor elétrico é utilizado para mover o carro (DELL; MOSELEY; RAND, 2014). A Figura 7 apresenta as diferentes categorias de veículos elétricos híbridos e a bateria.

Figura 7 – Categorias de veículos elétricos híbridos e a bateria.



Fonte: Adaptado de Bibak e Tekiner-Moğulkoç (2021).

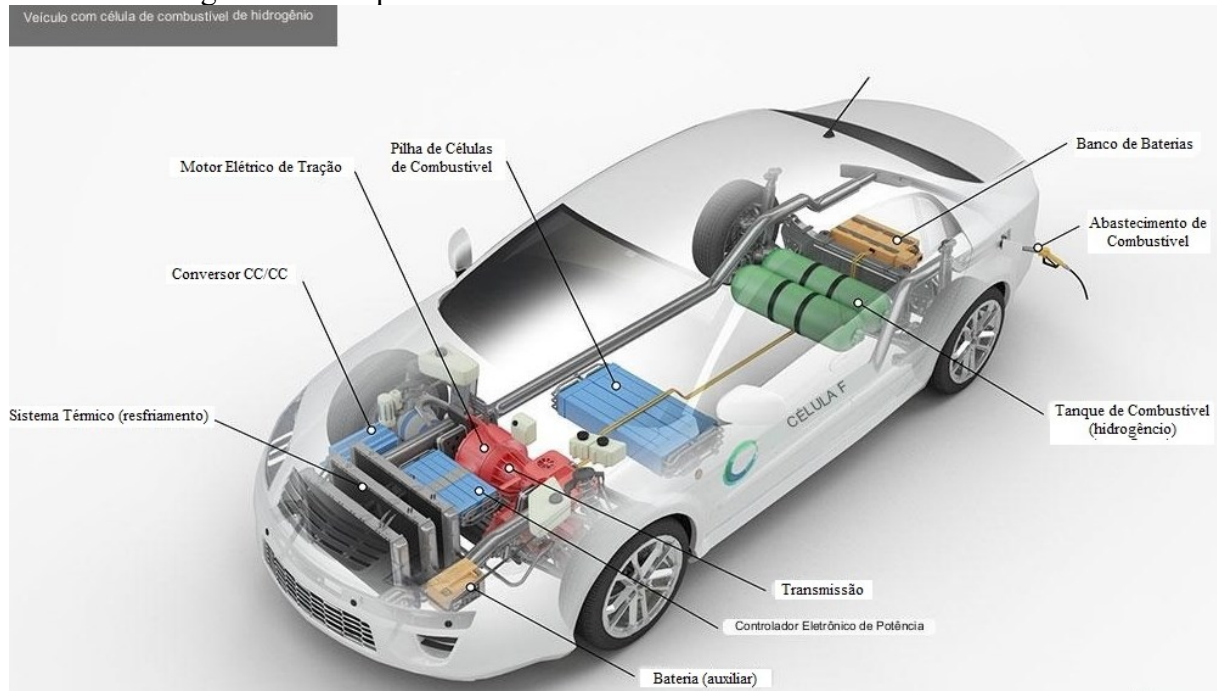
2.1.8.3 Veículos elétricos a célula de combustível

Os veículos elétricos a célula de combustível (*fuel cell electric vehicles* - FCEVs) não emitem gases poluentes. Eles possuem um sistema de células de combustível, que podem gerar energia elétrica tanto para carregar a bateria como para alimentar o motor elétrico. No ano de 2014, os veículos elétricos a célula de combustível tornaram-se disponíveis comercialmente (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2021).

A célula de combustível transforma energia química em energia elétrica, por meio de uma reação química. Os combustíveis para a célula de combustível podem ser hidrogênio puro ou o metanol. O metanol é utilizado para extrair o hidrogênio, devido à produção do mesmo ainda ser cara. A desvantagem desses veículos é a produção de gás de síntese que possui até 1% de CO, que deteriora a platina e é venenoso (OLIVEIRA, 2018).

Os principais componentes desses veículos são bateria (*battery*) auxiliar para fornecer energia para dar partida, banco de baterias (*battery pack*) para armazenar energia, conversor cc/cc (DC/DC converter), motor elétrico de tração (*electric traction motor*), pilha de células de combustível (*fuel cell stack*), abastecimento de combustível (fuel filler), tanque de combustível (*fuel tank*), controlador eletrônico de potência (*power electronics controller*), sistema térmico (*thermal system*) e transmissão (*transmission*) (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-b]). A Figura 8 ilustra os componentes do veículo elétrico a célula de combustível.

Figura 8 – Componentes do veículo elétrico a célula de combustível.



Fonte: Adaptado de Estados Unidos da América ([201-b]).

2.1.8.4 Veículos elétricos alimentados por cabos externos (RPEV)

Os veículos alimentados por cabos externos possuem um sistema de acoplamento indutivo, que transfere energia de uma bobina enterrada sob a superfície da estrada para o veículo por meio de um campo magnético. A energia pode ser armazenada a bordo para ser usada depois ou instantaneamente pelo motor de tração (SYSTEMS CONTROL TECHNOLOGY INC., 1994). Eles recebem a energia através de cabos externos conectados, que podem estar acima ou abaixo dos veículos (DELGADO *et al.*, 2017).

Essa tecnologia permite a redução do tamanho das baterias, já que em uma rede de rodovias eletrificadas utilizaria de uma pequena quantidade de energia armazenada a bordo. As pistas eletrificadas podem ser usadas por quaisquer veículos, da mesma forma esses veículos podem ser utilizados em estradas não eletrificadas utilizando a sua energia armazenada. O primeiro veículo de teste para esse sistema é um ônibus com espaço para 35 passageiros (SYSTEMS CONTROL TECHNOLOGY INC., 1994).

2.1.8.5 Armazenamento de energia de veículos elétricos

Os tipos de armazenamento de energia utilizado em veículos elétricos podem ser de lítio-íon (Li-ion), chumbo-ácido, níquel-hidreto metálico (NI-MH) e ultracapacitores. As baterias de chumbo-ácido são aplicadas nos veículos elétricos apenas para complementar outras cargas de bateria, devido à baixa energia específica, ciclo de vida curto e baixo desempenho em temperatura fria, porém essa tecnologia tem seu desenvolvimento contínuo, e com um custo menor comparado com as outras tecnologias (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-]; IMBASCIATI, 2012).

As baterias de níquel-hidreto metálico (NI-MH) são utilizadas em veículos elétricos híbridos. Elas são recicláveis e apresentam pouco efeito memória. No entanto, tem cerca de 30% de taxa de autodescarga por mês, apresentam alto custo e geração de calor em temperaturas mais altas. Elas também são utilizadas em computadores, telefones celulares e outros equipamentos portáteis (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-]; IMBASCIATI, 2012).

As baterias de íon de lítio (Li-ion), são as mais usadas nos veículos elétricos, podendo ser tanto utilizada em veículos elétricos híbridos *plug-in* e veículos elétricos puros. Elas dispõem de distintas composições químicas, como as de fosfato de ferro e lítio (LiFePO_4), óxido de cobalto e lítio (LiCoO_2), óxido de cobalto, manganês, níquel e lítio (LiNiMnCoO_2), entre outras. Além disso, elas podem suportar altas taxas de autodescarga, alta densidade energética e vida útil elevada. A desvantagem dela, é que pode ocorrer instabilidade térmica quando existe carregamento excessivo ou descarga profunda, além do seu custo ser mais alto do que outras tecnologias (SERRA *et al.*, 2016).

Os ultracapacitores também conhecidos por supercapacitores podem ser utilizados para fornecer potência extra aos veículos, como também, para ajudar as baterias eletroquímicas a nivelar a sua carga (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-]). O armazenamento ocorre em uma dupla camada eletroquímica na interface entre um eletrólito líquido e um eletrodo de carbono. Dessa forma, quanto maior a área de superfície do líquido maior a capacidade de armazenamento de energia (EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE, 2017).

2.1.8.6 Recarga

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou em 2018 a primeira regulamentação sobre recarga de veículos elétricos, a Resolução Normativa nº

819/2018. Essa resolução “estabelece os procedimentos e as condições para a realização de atividades de recarga de veículos elétricos” (BRASIL, 2018b, p. 1). Na Nota Técnica nº 0050/2016 a ANEEL traz uma classificação dos tipos de recargas adaptadas para o Brasil, da Associação Europeia EURELECTRIC – Electricity for Europe, apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de recarga de acordo com a classificação da EURELECTRIC, adaptada ao Brasil.

Potência Nominal	Conexão	Potência (kW)	Corrente (A)	Recarga (alcance/hora)	Instalação
Normal	Monofásica	< 3,7	10 – 16	< 20 km (8 h carga total)	Doméstica
Média	Mono/Trifásica	3,7 – 22	16 – 32	20 – 110 km (2 – 8 h carga total)	Locais públicos
Alta	Trifásica	> 22	> 32	> 110 km (2 h carga total)	Locais públicos
Alta	Corrente Contínua	> 22	> 32	> 110 km (2 h carga total)	Locais públicos

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

2.1.9 Cidades inteligentes

Cidade inteligente (*smart city*) é “um centro urbano sustentável e eficiente que proporciona uma alta qualidade de vida aos seus habitantes por meio da gestão otimizada de seus recursos” (CALVILLO; SÁNCHEZ-MIRALLES; VILLAR, 2016, p. 273, tradução nossa). O Quadro 1 mostra algumas definições de cidades inteligentes.

Quadro 1 – Definição de cidades inteligentes.

(continua)

Autor	Definição
Hall et al. (2000)	São aquelas que monitoram e integram as condições de operações de todas as infraestruturas críticas da cidade, atuando de forma preventiva para a continuidade de suas atividades fundamentais.
Kanter & Litow (2009)	São aquelas capazes de conectar de forma inovadora as infraestruturas físicas e de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), eficiente e eficazmente, convergindo os aspectos organizacionais, normativos, sociais e tecnológicos a fim de melhorar as condições de sustentabilidade e de qualidade vida da população.

Quadro 1 – Definição de cidades inteligentes.

(conclusão)

Toppeta (2010)	São aquelas que combinam as facilidades das TICs e da Web 2.0 com os esforços organizacionais, de design e planejamento, para desmaterializar e acelerar os processos burocráticos, ajudando a identificar e implementar soluções inovadoras para o gerenciamento da complexidade das cidades.
Giffinger & Gudrun (2010)	São aquelas que bem realizam a visão de futuro em várias vertentes – economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida – e são construídas sobre a combinação inteligente de atitudes decisivas, independentes e conscientes dos atores que nelas atuam.
Washburn & Sindhu (2010)	São aquelas que usam tecnologias de <i>smart computing</i> para tornar os componentes das infraestruturas e serviços críticos – os quais incluem a administração da cidade, educação, assistência à saúde, segurança pública, edifícios, transportes e <i>utilities</i> – mais inteligentes, interconectados e eficientes.
Dutta (2011)	São aquelas que têm foco em um modelo particularizado, com visão moderna do desenvolvimento urbano e que reconhecem a crescente importância das tecnologias da informação e comunicação no direcionamento da competitividade econômica, sustentabilidade ambiental e qualidade de vida geral; esse conceito vai além dos aspectos puramente técnicos que caracterizam as cidades como cidades digitais.
Harrison & Donnelly (2011)	São aquelas que fazem uso sistemático das TICs para promover a eficiência no planejamento, execução e manutenção dos serviços e infraestruturas urbanos, no melhor interesse dos atores que atuam nestas cidades.
Nam & Pardo (2011a)	São aquelas que têm por objetivo a melhoria na qualidade dos serviços aos cidadãos e que o estabelecimento de sistemas integrados baseados em TICs não é um fim em si, mas mecanismos por meio dos quais os serviços são fornecidos e as informações são compartilhadas.

Fonte: Adaptado de Weiss, Bernardes e Consoni (2015).

De acordo com a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, o conceito de cidades inteligentes, no Brasil, pode ser definido como:

São cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação (BRASIL, 2021, p. 28).

A diversidade de definições de cidades inteligentes pode ser vista no Quadro 2, segundo a sua ênfase de domínio.

Quadro 2 – Definições de cidades inteligentes e sua ênfase de domínio.

Ênfase de Domínio	Definição	Conceitos Aliados
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	Cidade inteligente é uma cidade instrumentada, interconectada e inteligente que usa TIC para detectar, analisar e integrar informações críticas em sistemas centrais em cidades em funcionamento (IBM, 2008).	Cidade digital, cidade inteligente, cidade da informação, cidade ubíqua, cidade com fio
	Cidade inteligente refere-se a uma entidade local – um distrito, cidade, região ou pequeno país – que adota uma abordagem holística para empregar tecnologias de informação com análise em tempo real que incentiva o desenvolvimento econômico sustentável (Smart Nation Program Office, 2016).	
Desenvolvimento urbano liderado por empresas, empreendedorismo e indústrias criativas	Uma característica fundamental das cidades inteligentes é sua ênfase subjacente no desenvolvimento urbano liderado por negócios, a dominação de espaços urbanos neoliberais e uma mudança sutil na governança urbana de formas gerenciais para empresariais; e cidades sendo moldadas cada vez mais por grandes empresas e/ou corporações (Hollands, 2008).	Cidade empreendedora, cidade criativa
Desenvolvimento comunitário e capital social	Uma cidade inteligente será uma cidade cuja comunidade aprendeu a aprender, adaptar e inovar dentro da era tecnológica emergente (Coe <i>et al.</i> , 2001).	Comunidade inteligente
	Uma comunidade inteligente é uma comunidade que fez um esforço consciente para usar a tecnologia da informação para transformar a vida e o trabalho em sua região de maneira significativa e fundamental, em vez de incremental (California Institute for Smart Communities, 2001).	
Aprendizagem e desenvolvimento baseado no conhecimento	Cidades inteligentes são territórios com elevada capacidade de aprendizagem e inovação, que se constrói na criatividade da sua população, nas suas instituições de criação de conhecimento, e na sua infraestrutura digital de comunicação e gestão do conhecimento (Komninos, 2002).	Cidade do Conhecimento, cidade do aprendizado, cidade criativa
Desenvolvimento sustentável	Uma cidade é inteligente quando os investimentos em infraestrutura tradicional, desenvolvimento social e infraestrutura de comunicação moderna (TIC) alimentam o crescimento sustentável e uma alta qualidade de vida, com uma gestão inteligente dos recursos naturais (Yigitcanlar <i>et al.</i> , 2019).	Cidade sustentável, cidade ecológica

Fonte: Adaptado de Praharaj e Han (2019).

Alguns serviços são aplicados nas cidades inteligentes, que devem ser otimizados como infraestrutura de transportes, redes de distribuição de energia, recursos naturais, capital humano, capital intelectual de empresas, entre outros (NEIROTTI *et al.*, 2014). O Quadro 3 apresenta os domínios e subdomínios de cidades inteligentes.

Quadro 3 – Classificação de domínios e subdomínios de cidades inteligentes.

(continua)

Domínio	Subdomínio	Descrição
Recursos naturais e energia	Redes inteligentes (<i>Smart grids</i>)	Redes de eletricidade capazes de levar em consideração os comportamentos de todos os usuários conectados, a fim de fornecer suprimentos de eletricidade sustentáveis, econômicos e seguros de maneira eficiente. As redes inteligentes devem ser auto curáveis e resilientes a anomalias do sistema.
	Iluminação pública	Iluminação de espaços públicos com postes de luz que oferecem diversas funções, como controle de poluição do ar e conectividade wi-fi. Sistemas de gestão centralizados que se comunicam diretamente com os postes podem permitir a redução dos custos de manutenção e operação, analisando informações em tempo real sobre as condições climáticas e, conseqüentemente, regulando a intensidade da luz por meio da tecnologia LED.
Recursos naturais e energia	Verde / Energias renováveis	Exploração de recursos naturais regenerativos ou inesgotáveis, como calor, água e energia eólica.
	Gestão de resíduos	Coletar, reciclar e descartar resíduos de forma a prevenir os efeitos negativos de uma gestão incorreta de resíduos sobre as pessoas e o meio ambiente.
	Gerência de água	Análise e gestão da quantidade e qualidade da água ao longo das fases do ciclo hidrológico e, em particular, quando a água é utilizada para fins agrícolas, municipais e industriais.
	Alimentação e agricultura	Redes de sensores sem fio para gerenciar o cultivo de safras e conhecer as condições em que as plantas estão crescendo. Ao combinar os sensores de umidade, temperatura e luz, o risco de geada pode ser reduzido e possíveis doenças das plantas ou requisitos de irrigação com base na umidade do solo podem ser detectados.
Transporte e mobilidade	Logística da cidade	Melhorar os fluxos de logística nas cidades integrando de forma eficaz as necessidades de negócios com as condições de tráfego, questões geográficas e ambientais.
	Info-mobilidade	Distribuir e usar informações dinâmicas e multimodais selecionadas, tanto antes da viagem quanto, mais importante, durante a viagem, com o objetivo de melhorar a eficiência do tráfego e do transporte, além de garantir uma experiência de viagem de alta qualidade.

Quadro 3 – Classificação de domínios e subdomínios de cidades inteligentes.

(continua)

Transporte e mobilidade	Mobilidade de pessoas	Formas inovadoras e sustentáveis de fornecer o transporte de pessoas nas cidades, como o desenvolvimento de meios de transporte público e veículos baseados em combustíveis renováveis e sistemas de propulsão, apoiados por tecnologias avançadas e comportamentos proativos dos cidadãos.
Edifícios	Gestão de instalações	Limpeza, manutenção, propriedade, locação, tecnologia e modos de operação associados a instalações em áreas urbanas.
	Serviços de construção	Vários sistemas existentes em um edifício, como redes elétricas, elevadores, segurança contra incêndio, telecomunicações, processamento de dados e sistemas de abastecimento de água. Sistemas baseados em computador para controlar o equipamento elétrico e mecânico de um edifício.
	Qualidade da habitação	Aspectos relacionados à qualidade de vida em um edifício residencial como conforto, iluminação e Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (Air Conditioning – HVAC). Inclui tudo o que diz respeito ao nível de satisfação das pessoas que vivem em uma casa.
Vida	Entretenimento	Formas de estimular o turismo e divulgar informações sobre eventos de entretenimento e propostas de tempo livre e vida noturna.
	Hospitalidade	Capacidade de uma cidade de acomodar estudantes estrangeiros, turistas e outras pessoas não residentes, oferecendo soluções adequadas às suas necessidades.
	Controle de poluição	Controle de emissões e efluentes por meio de diferentes tipos de dispositivos. Estimular decisões para melhorar a qualidade do ar, da água e do meio ambiente em geral.
	Segurança Pública	Proteger os cidadãos e seus bens por meio do envolvimento ativo de organizações públicas locais, da força policial e dos próprios cidadãos. Coleta e monitoramento de informações para prevenção ao crime.
	Cuidados de saúde	Prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças com suporte de TICs. Garantindo instalações e serviços eficientes no sistema de saúde.
	Bem-estar e inclusão social	Melhorar a qualidade de vida, estimulando a aprendizagem e a participação social, com particular referência a categorias específicas de cidadãos, como idosos e deficientes.
	Cultura	Facilitar a difusão de informações sobre atividades culturais e motivar as pessoas a se envolverem nelas.
	Gestão de espaços públicos	Cuidado, manutenção e gestão ativa de espaços públicos para melhorar a atratividade de uma cidade. Soluções para fornecer informações sobre os principais locais a visitar em uma cidade.
Governo	Governo virtual	Digitalizar a administração pública através da gestão de documentos e procedimentos através de ferramentas TICs para otimizar o trabalho e oferecer serviços novos e rápidos aos cidadãos.

Quadro 3 – Classificação de domínios e subdomínios de cidades inteligentes.

(conclusão)

	Democracia virtual	Usando sistemas inovadores de TICs para apoiar as cédulas.
	Compras	Permitir que o setor público melhore os procedimentos de licitação e a gestão dos contratos associados, com o objetivo de garantir a melhor relação custo-benefício sem diminuir a qualidade.
	Transparência	Permitir que todos os cidadãos tenham acesso aos documentos oficiais de forma simples e participem nos processos decisórios de um município. Diminuindo a possibilidade de as autoridades abusarem do sistema para seus próprios interesses ou ocultar informações relevantes.
Economia e pessoas	Inovação e empreendedorismo	Medidas para fomentar os sistemas de inovação e empreendedorismo no ecossistema urbano (ex: presença de incubadoras locais).
	Gestão do patrimônio cultural	O uso de sistemas de TICs (por exemplo, tecnologias de realidade aumentada) para fornecer uma nova experiência ao cliente no aproveitamento do patrimônio cultural da cidade. Uso de sistemas de informação de gestão de ativos para lidar com a manutenção de edifícios históricos.
	Educação Digital	Uso extensivo de ferramentas modernas de TICs (por exemplo, lousas interativas, sistemas de ensino eletrônico) em escolas públicas.
	Gerenciamento de capital humano	Políticas para melhorar os investimentos em capital humano e atrair e reter novos talentos, evitando a fuga de capital humano (fuga de cérebros).

Fonte: Adaptado de Neirotti *et al.* (2014, tradução nossa).

A gestão da energia é um tema fundamental nas cidades inteligentes, devido ao seu papel vital e a complexidade dos sistemas energéticos. Inteligência, comunicação e hardware são meios para a implementação de sistemas de energia. A geração, armazenamento, infraestrutura, instalações e transportes contribuem para o sistema energético. Dessa forma, a geração fornece energia, o armazenamento garante a disponibilidade de energia, a infraestrutura abrange a distribuição de energia e interfaces de usuários. Além disso, os consumidores finais são as instalações e transportes (CALVILLO; SÁNCHEZ-MIRALLES; VILLAR, 2016).

2.2 ESTADO DA ARTE

A presente pesquisa apresenta publicações relacionadas a recursos energéticos distribuídos e veículos elétricos. O objetivo foi analisar estudos que destacavam a variação do consumo com a utilização de sistemas fotovoltaicos, armazenamento de energia e veículos

elétricos atuando como carga e gerador de energia. Ademais, foram investigadas as tecnologias de baterias usadas em veículos elétricos e sistemas fotovoltaicos, as estratégias de recargas para veículos elétricos, como também, as comparações da tarifa branca e convencional para consumidores em diferentes configurações.

2.2.1 Sistema fotovoltaico

Luthander *et al.* (2016) fizeram um estudo sobre o autoconsumo fotovoltaico em uma comunidade com várias residências, considerando a utilização de bateria chumbo-ácido individual ou compartilhada para todas as casas. O objetivo foi investigar como o armazenamento de energia contribuiu para aumentar a taxa de autoconsumo, ou seja, o aumento da produção individual de energia elétrica para consumo próprio por meio de sistemas fotovoltaicos instalados nas residências. O outro objetivo foi reduzir o consumo nos horários de pico.

Os autores definiram que quando a geração de energia fotovoltaica fosse maior que o consumo, a energia poderia ser injetada na rede elétrica ou armazenada nas baterias para uso posterior. A capacidade da bateria variou entre 0 e 2 kWh por kWp instalado, em que a potência máxima foi de 11 kWp por sistema. Os resultados mostraram que a taxa de autoconsumo aumenta com o uso de armazenamento de energia, principalmente, o compartilhado, e reduz as perdas em alguns porcentos em base anual (LUTHANDER *et al.*, 2016).

Shi *et al.* (2019) propuseram um modo de gerenciamento de energia de geração fotovoltaica com um sistema de armazenamento, em que realizaram previsão de energia fotovoltaica por simulação no programa MATLAB. Eles obtiveram como resultado que o modo de gerenciamento de energia proposto pode suprimir a flutuação da geração ou monitorar a saída planejada. Assim, pode melhorar a estabilidade do sistema conectado à rede.

Ren, Grozev e Higgins (2016) avaliaram o impacto de sistemas fotovoltaicos com bateria na demanda de pico e no consumo de energia na Austrália, onde consideraram duas tarifas de energia existentes e nove propostas para analisar a economia na fatura de energia elétrica. Segundo as considerações feitas pelos autores, os resultados mostraram que houve uma redução de pico e de consumo com sistema fotovoltaico. Ademais, ao adicionar o armazenamento de bateria mais do que dobrou a redução de pico de demanda.

Guidara, Souissi e Chaabene (2020) determinaram a capacidade ótima da bateria para um sistema fotovoltaico conectado à rede, de modo a minimizar o custo operacional e o custo

de energia proveniente da rede elétrica. Eles também implementaram um algoritmo de gestão de energia para controlar os fluxos de energia, e para proteger a bateria contra sobrecarga e descarga profunda. Dessa forma, consideraram três perfis de consumo residencial de 5, 10 e 17 kVA, em que o sistema fotovoltaico e a bateria foram suficientes para suprir a demanda das cargas para os dois primeiros sistemas, porém, apenas o de 17 kVA necessitou de cerca de 14% energia fornecida pela rede elétrica. Portanto, houve um alto índice de autoconsumo e redução da utilização de energia da rede.

2.2.2 Baterias

Podder e Khan (2016) fizeram uma comparação econômica do uso de baterias de chumbo-ácido e íon de lítio, especificamente LiFeSO_4 , em sistemas fotovoltaicos de residências localizadas em Bangladesh. Eles utilizaram o programa HOMER para verificar o ciclo de vida e a profundidade máxima de descarga das baterias, e confirmaram que as baterias de íon de lítio têm um ciclo de vida superior que as de chumbo-ácido. Para sistemas fotovoltaicos pequenos, as baterias de íon de lítio podem ser mais econômicas do que as de chumbo ácido, contudo, à medida que o tamanho do sistema aumenta, as baterias de íon de lítio se tornam cada vez mais caras que as de chumbo-ácido. Logo, concluíram que as baterias de íon de lítio são tecnicamente mais vantajosas do que as baterias de chumbo-ácido, porém, a única desvantagem das baterias de íon de lítio é seu preço alto.

Campana *et al.* (2021) investigaram os benefícios da introdução de baterias de íon de lítio como unidade de armazenamento, considerando a utilização de um sistema fotovoltaico no setor comercial. Nesse estudo, foi feita uma Análise de Monte Carlo com mais de dez parâmetros, também foram consideradas três zonas climáticas, Joanesburgo, Estocolmo e Roma, para analisar a viabilidade econômica das baterias. Os resultados mostraram que a utilização de baterias de íon de lítio com sistemas fotovoltaicos pode reduzir significativamente os picos de energia e levar a uma economia anual considerável. No entanto, o valor presente líquido alcançado é negativo considerando o preço de 500 US\$/kWh para a bateria, para o valor presente líquido ser positivo necessita de um preço abaixo de 250 US\$/kWh.

Santos *et al.* (2020) estudaram e analisaram o modelo de um veículo convencional transformado em veículo elétrico, onde foram realizadas simulações considerando um banco de baterias de íon de lítio e outro de chumbo-ácido. Eles apresentaram qual tipo de armazenador de energia está diretamente ligado à rota do veículo, seja cidade, auto estrada ou a combinação

dos dois nas condições do Vale do Paraíba Paulista. Para efetuar as simulações foram utilizados os programas MATLAB E ADVISOR. Dessa forma, os dados das simulações apresentaram que as baterias íon de lítio são mais eficientes e garantem uma autonomia parecida com as de chumbo-ácido. Todavia, elas ocupam um espaço menor, pois têm apenas 23% do peso do banco com baterias de chumbo-ácido.

Gerssen-Gondelach e Faaij (2012) selecionaram cinco tecnologias promissoras de bateria para veículos elétricos, as quais foram as de íon de lítio, zebra, lítio-enxofre (Li-S), zinco-ar (Zn-ar), lítio-ar (Li-ar). Dessa forma, foram feitas comparações com tecnologias de bateria, avaliações sobre o desempenho e custo da mesma a curto, médio e longo prazo. Eles concluíram, que as baterias de íon de lítio e zebra são uma boa opção de curto prazo. Isso porque, as de íon de lítio tem uma maior representação no mercado, e as de zebra têm vantagens de segurança e vida útil, bem como, custos mais baixos que as de íon de lítio. As baterias de lítio-enxofre e zinco-ar podem ser usadas a médio prazo, pois a matéria-prima é de baixo custo comparado com as íon de lítio, sendo um benefício. Por fim, as baterias de íon de lítio também podem ser uma opção de longo prazo, já que elas são projetadas para atender a maioria dos requisitos de energia específica, potência, segurança e vida útil.

2.2.3 Vehicle-to-grid

Normalmente, a tecnologia *vehicle-to-grid* (V2G) refere-se a energia móvel (*mobile energy*), energia inteligente (*smart energy*) ou usina de energia virtual (*virtual power plant - VPP*), sendo definida como um sistema que possui a capacidade de controlar o fluxo bidirecional de energia elétrica entre um veículo elétrico e a rede elétrica. Dessa forma, o veículo elétrico pode ser carregado pela rede elétrica, e a energia armazenada em sua bateria pode ser depois descarregada na rede, como nos momentos de pico de demanda (BIBAK; TEKINER-MOĞULKOÇ, 2021; BRIONES *et al.*, 2012). A Figura 9 apresenta um esquema simplificado do V2G.

Figura 9 – Esquema simplificado do V2G.



Fonte: Bibak e Tekiner-Moğulkoç (2021).

Bibak e Tekiner-Moğulkoç (2021) estudaram e avaliaram os possíveis impactos na rede elétrica da implementação de veículos elétricos com fontes de energia renováveis em *smart grid*, através de uma revisão exata e precisa da literatura. A implementação da tecnologia V2G é um passo para eliminar os efeitos negativos dos gases do efeito estufa, e ainda, os veículos operam quase sem ruído, ajudando a aumentar os critérios de saúde nas grandes cidades. Além disso, é uma solução eficiente para reduzir e nivelar o pico de demanda, podendo fornecer um serviço para estabelecer o equilíbrio entre a demanda e a oferta de energia.

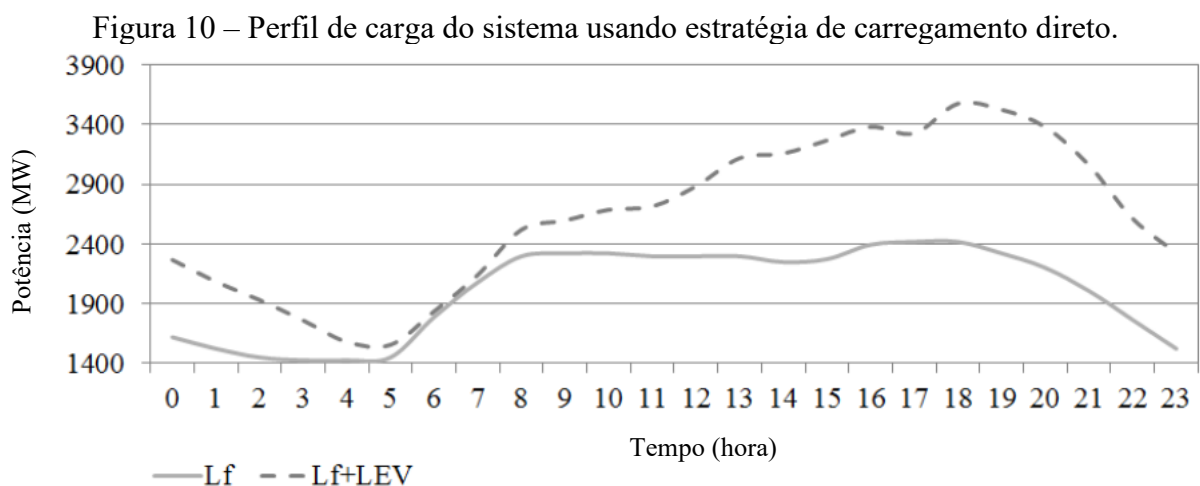
A tecnologia V2G pode ser considerada um sistema de *backup* para energias renováveis como a solar, armazenando a energia nos horários de maiores geração e descarregando nos horários de pico. No entanto, a implementação desse sistema depende de altos investimentos, e o processo de carga e descarga pode diminuir a capacidade útil da bateria (BIBAK; TEKINER-MOĞULKOÇ, 2021). Assim, Bibak e Tekiner-Moğulkoç (2021) concluíram que a integração da tecnologia V2G com energia renovável e *smart grid* são o sistema mais eficiente para eliminar os possíveis problemas de demanda e fornecimento.

Boström *et al.* (2021) fizeram um estudo conceitual para revelar o potencial da energia solar e veículos elétricos operando juntos, assim, foi considerado que a energia da Espanha seria exclusivamente dependente da energia solar e dos veículos elétricos. Dessa forma, o armazenamento de energia foi necessário, devido à intermitência do sistema fotovoltaico. A tecnologia V2G seria usada, com a função de fornecer energia na falta da geração fotovoltaica, sendo que os veículos estariam conectados à rede elétrica quando estacionados. Logo, um modelo foi construído no MATLAB para realizar as simulações da configuração proposta. Os resultados apresentaram que teoricamente é possível fornecer energia a Espanha apenas com a energia fotovoltaica e a tecnologia V2G.

Tarroja *et al.* (2016) analisaram características equivalentes dos sistemas de armazenamento estacionário e V2G na utilização de energias renováveis, quantidade de emissão de gases do efeito estufa, balanceamento da operação da frota, no qual o estado da Califórnia foi usado como exemplo. Os resultados mostraram que o armazenamento de energia baseado em V2G são mais eficientes que os sistemas de armazenamento estacionário na geração de energia renovável. Todavia, o armazenamento de energia baseado em V2G são menos capazes do que os sistemas armazenamento estacionário em fornecer benefícios para equilibrar a operação da frota da usina, em virtude dos vários padrões de condução dos veículos elétricos. O armazenamento de energia baseado em V2G pode ter um desempenho melhor ou pior do que os sistemas de armazenamento estacionário, dependendo de qual aspecto é avaliado.

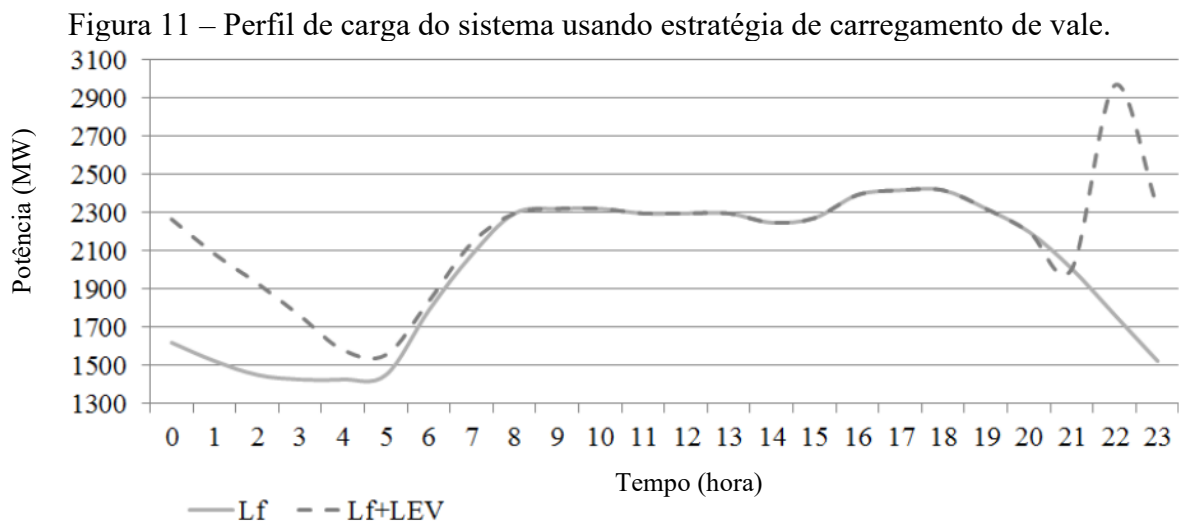
2.2.4 Estratégias de recarga

Bremermann (2014) com a finalidade de fornecer segurança de abastecimento para sistemas de geração com grande integração de energia eólica, propôs uma metodologia de modelagem do comportamento da carga de veículos elétricos baseado no processo de Poisson. Assim, foi considerado algumas estratégias de carregamento e padrões de mobilidade da população. As estratégias de carregamento foram divididas em modelos de carregamento não controlado (*uncontrolled charging models*) e modelos de carregamento controlado (*controlled charging models*). No carregamento controlado, dois tipos de estratégias de recarga são apresentados, como carregamento direto e no vale. A Figura 10 exibe o perfil de carga do sistema utilizando a estratégia de carregamento direto do veículo elétrico (*direct charging strategy*).



Fonte: Bremermann (2014).

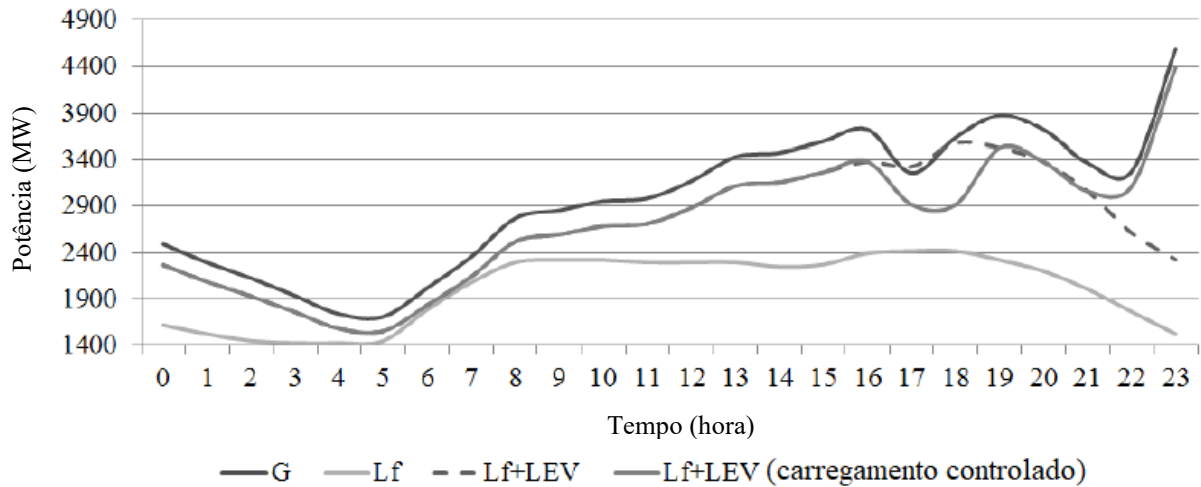
Na estratégia de carregamento direto, os proprietários dos veículos carregam no momento que eles chegam. A linha Lf mostrada na Figura 10, representa a previsão de carga convencional, e a linha Lf+LEV representa a soma dos perfis de carga convencional com a do veículo elétrico. Essa estratégia causa aumento da demanda de pico, devido aos hábitos dos proprietários. De outro lado, a estratégia de carregamento de vale (*valley charging strategy*) estimula o uso do gerenciamento do lado da demanda, através do incentivo por parte das comercializadoras de energia. Nos horários de vale, os preços de energia seriam mais baixos (BREMERMANN, 2014). A Figura 11 mostra o perfil de carga do sistema utilizando a estratégia de carregamento de vale.



Fonte: Bremermann (2014).

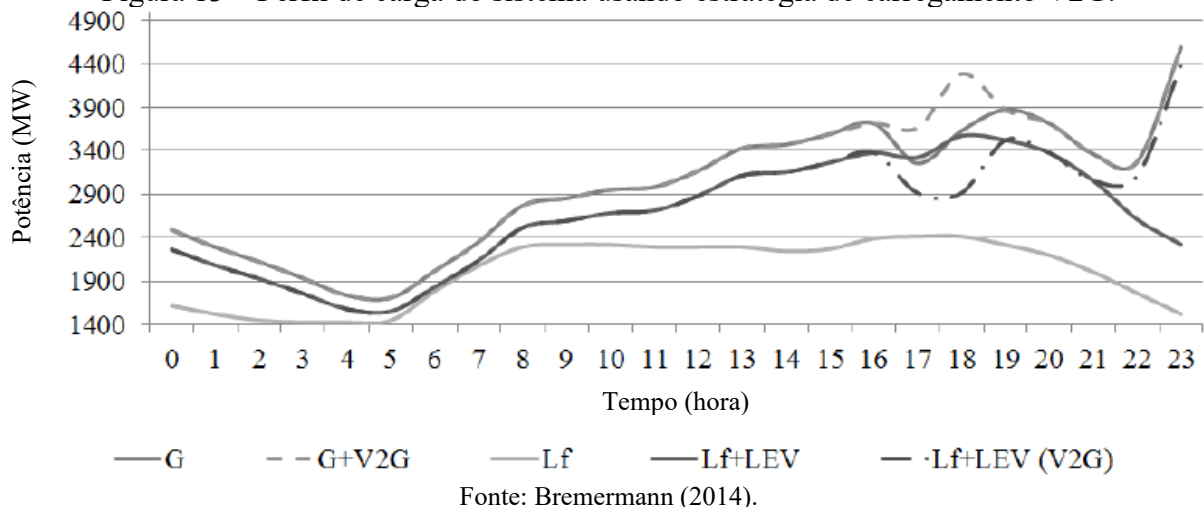
No modelo de carregamento controlado, o proprietário do veículo elétrico pode definir alguns parâmetros como horário de partida, SoC, sendo possível alterar a taxa de carregamento do veículo. Na estratégia de carregamento controlado, o carregador da bateria responde a um sinal que altera o ponto de ajuste do carregador. Dessa forma, a carga do veículo pode ser modulada (BREMERMANN, 2014). A Figura 12 exibe o perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento controlada do veículo elétrico.

Figura 12 – Perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento controlada.



A linha “Lf+LEV (carregamento controlado)” apresentada na Figura 12, sofre uma redução na taxa de carregamento às 17 horas, representando a resposta do controlador da estratégia de carregamento. Nesse horário foi considerado um déficit de capacidade de geração disponível, sendo possível reduzir a taxa de carregamento. Outro modelo de carregamento controlado é a estratégia de carregamento *vehicle-to-grid*, que consiste em combinar o carregamento da bateria e a injeção de energia elétrica no sistema, via um conversor bidirecional (BREMERMANN, 2014). A Figura 13 ilustra o perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento V2G.

Figura 13 – Perfil de carga do sistema usando estratégia de carregamento V2G.



A linha “Lf+LEV (V2G)” exibida na Figura 13, retrata o impacto da estratégia de carregamento V2G no sistema, e a linha “G+V2G” representa o impacto na capacidade de

geração disponível, como também, a linha “G” caracteriza capacidade total de geração disponível do sistema. Portanto, a utilização da estratégia de carregamento V2G pode solucionar o possível estado de falha do sistema, aumentando efetivamente a capacidade de reserva operacional disponível (BREMERMANN, 2014).

Galus, Zima e Andersson (2010) identificaram os atores que tem suas atividades operacionais afetadas pela integração de veículos elétricos híbridos *plug-in (Plug-in hybrid electric vehicles - PHEVs)*. Ademais, desenvolveram uma descrição do estado de operação dos veículos durante o processo de recarga, classificados como:

- Carregamento descontrolado (*uncontrolled charging*): o veículo é conectado à rede quando a bateria não está totalmente carregada. A bateria é completamente carregada, porém, não existe nenhuma ação de controle externo. O sistema de potência é influenciado pelo comportamento dos usuários. Nesse modo os estados podem ser dirigir (*driving*), espera (*stand by*) e carregar (*charging*). O primeiro estado dirigir, refere-se quando o veículo está em locomoção. Assim, o segundo estado espera, relaciona-se quando o veículo está conectado à rede e a bateria está cheia. O último estado carregar, refere-se quando o veículo está conectado à rede e a bateria não está completamente carregada.
- Carregamento controlado (*controlled charging*): o veículo precisa estar conectado à rede e possuir um sistema de controle inteligente, em que os estados podem ser controlados. Assim, o veículo pode estar no estado de esperando (*waiting*), momento que ele não está recebendo carga, até estar no estado recarregando (*recharging*). As mudanças entre espera e recarregando, como também, as variações de potência da carga podem ser decididas pelo controlador.
- Serviços V2G (*V2G services*): esse modo também necessita de um sistema de controle inteligente. O veículo pode operar em diversos estados, como dirigir (*driving*), alimentação (*feeding power*), ociosidade (*idle*) e potência de extração (*drawing power*). Após a conexão com a rede, o veículo pode operar em estado de ociosidade, com o próximo estado sendo determinado pelo algoritmo de gerenciamento. Ademais, os níveis de energia da bateria podem estar diminuindo, ou seja, ela pode estar sendo usada para injetar energia na rede.

Lopes, Soares e Almeida (2011) descreveram uma estrutura para integrar veículos elétricos em sistemas elétricos de potência. Eles apresentaram dois estudos de caso, em que abordaram os impactos dos veículos. O primeiro está relacionado a uma rede de média tensão

e os benefícios para o operador do sistema de distribuição. O segundo está ligado com comportamento dinâmico de uma rede de baixa e média tensão, ambas operadas de forma isolada. Assim, fizeram comparações no desempenho da operação da rede por meio de estratégias de carregamento de veículos elétricos, as quais são:

- Carregamento burro (*dumb charging*): os proprietários dos veículos são livres para carregar quando quiserem, sem qualquer tipo de controle de carregamento.
- Política tarifária dupla (*dual tariff policy*): em algumas horas do dia a tarifa é mais barata, e nesses horários os veículos poderiam ser carregados, como uma forma de incentivo econômico e deslocamento de consumo. Os horários de menor valor de tarifa considerado foi das 24:00 às 08:00 horas e das 23:00 às 00:00 horas.
- Carregamento inteligente (*smart charging*): os veículos podem ser carregados nos horários de menor demanda, em que o agregador pode usar o algoritmo desenvolvido nessa estratégia para garantir uma operação segura da rede de distribuição.

Sun, Yang e Yan (2018) utilizaram uma abordagem analítica baseada em Markov para fazer modelagens de viagens de veículos elétricos *plug-in* e demanda de cobrança, em que são apresentadas correlações probabilísticas entre vários estados de veículos e intervalos de SoC. Eles utilizaram duas estratégias de carregamento:

- Carregamento descontrolado (*uncontrolled charging*): os veículos são carregados após sua última viagem do dia.
- Carregamento inteligente (*smart charging*): por essa forma de carregamento é possível mudar a demanda de carregamento do horário de pico para os períodos de vale.

2.2.5 Tarifa branca

Affonso e Silva (2015) analisaram os custos de energia para consumidores residenciais, com a aplicação da tarifa branca e com a utilização de baterias. O método de Recozimento Simulado (*Simulated Annealing*) foi utilizado para a otimização do sistema. Os resultados mostraram que com o uso da bateria, o consumo de energia foi deslocado do período de ponta para o período de menor procura. Dessa forma, com a aplicação da tarifa branca obteve-se redução de gastos na fatura de energia elétrica. Caso o consumidor não esteja disposto a realizar o gerenciamento do seu consumo, os gastos com a sua fatura de energia irão aumentar.

Braida, Farret e Santos (2019) estudaram a viabilidade econômica de adesão à tarifa branca para consumidores rurais considerando geração distribuída, como a energia solar e

biomassa. Para a realização das simulações foram utilizados o *software Hybrid Optimization Model* e o HOMER. Diante disso, eles concluíram que a viabilidade da tarifa branca em conjunto com a geração distribuída é possível apenas por meio da gestão do lado da demanda, quando se desloca o horário de pico para os horários de menor consumo.

Rolim (2018) analisou cenários de evolução da competitividade de GD no Brasil considerando a aplicação da tarifa branca com a combinação da tarifa *feed-in* ou *net-metering*. A tarifa *feed-in* é um mecanismo que remunera os prossumidores (produtor-consumidor) pela energia injetada na rede elétrica. No Brasil é utilizada a tarifa *net-metering* como mecanismo de remuneração, através do sistema de compensação de energia elétrica. Na metodologia, os perfis de prossumidores típicos foram selecionados, e os sistemas fotovoltaicos e de armazenamento foram dimensionados. Portanto, a combinação da tarifa branca com a tarifa *feed-in* se mostrou economicamente atraente para os prossumidores. Entretanto, a combinação da tarifa branca com a tarifa *net-metering* foi pouco atraente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

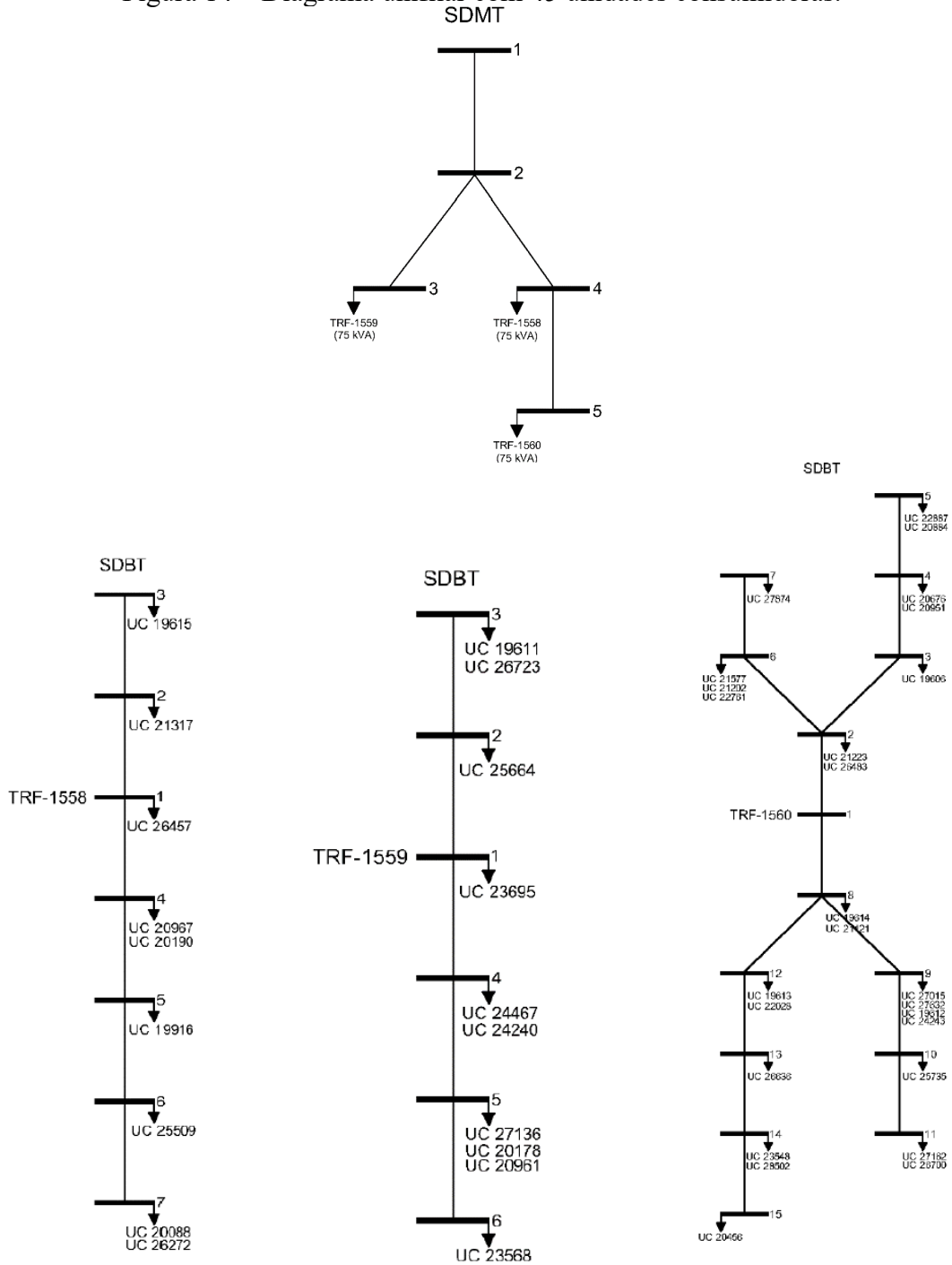
De maneira geral, essa seção consiste em apresentar a metodologia usada para as análises de fluxo, balanço energético e faturamento de energia de 40 unidades consumidoras (UCs). As curvas de carga dessas unidades foram disponibilizadas por Silva (2019). Após, Silva (2019) realizar medições do consumo de energia elétrica pelo intervalo de uma semana em cada unidade consumidora da rede em estudo, foi estimado as curvas de carga das unidades consumidoras.

As unidades são atendidas pelos transformadores TRF-1558, TRF-1559 e TRF-1557, como pode ser visto na Figura 14. O diagrama unifilar elaborado por Silva (2019) mostrado na Figura 14, apresenta 45 unidades consumidoras. Todavia, de 5 unidades consumidoras não se obtiveram dados de curvas de carga, a qual foram as UCs 26457, 23695, 20178, 22761 e 24243.

Além disso, para a realização das análises foram considerados quatro cenários relacionados a integração de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, bateria integrada ao inversor, veículos elétricos e a tecnologia V2G. Estratégias de recarga para veículos elétricos e simulações em *software* de sistemas fotovoltaicos atendidos em tensão monofásica também foram considerados, segundo os cenários propostos.

Por fim, valores de tarifas branca e convencional foram apresentados, para a aplicação no consumo total faturado da rede elétrica de energia. Os impostos e bandeiras tarifárias não foram considerados no cálculo da tarifa final.

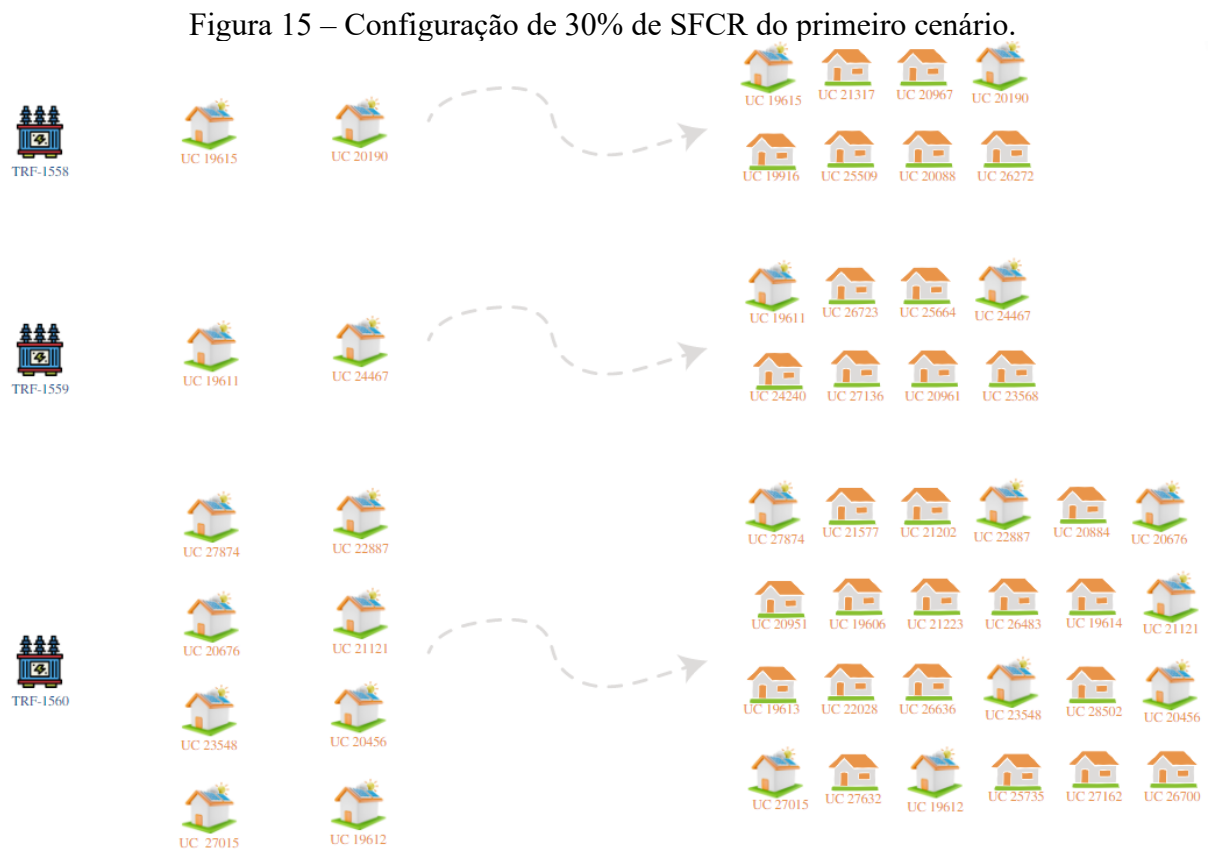
Figura 14 – Diagrama unifilar com 45 unidades consumidoras.



Fonte: Silva (2019).

3.1 CENÁRIOS

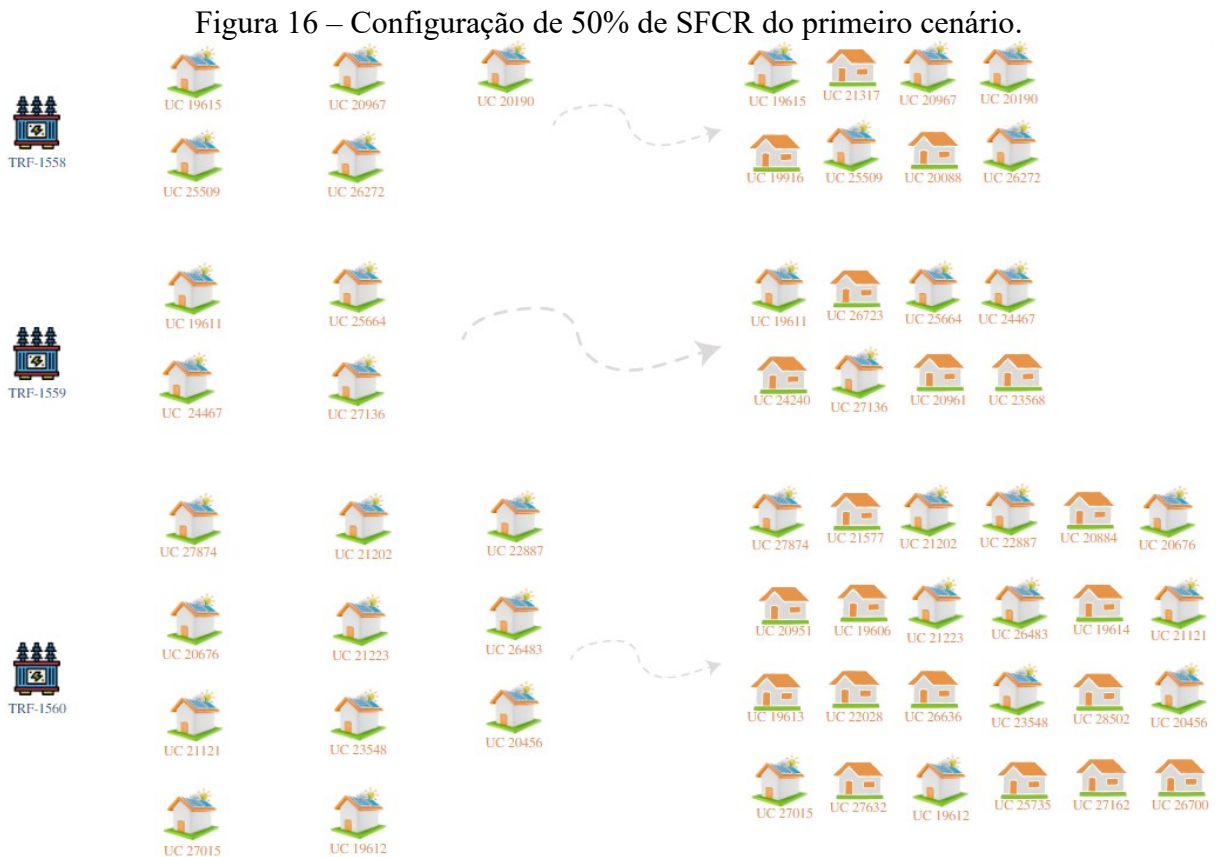
No presente estudo foram feitas análises de fluxo, balanço energético e faturamento de energia considerando 40 unidades consumidoras. O primeiro cenário consiste na penetração de 30, 50 e 70% de sistemas fotovoltaicos conectado à rede (SFCR), ou seja, 12, 20 e 28 unidades prossumidoras, respectivamente. As unidades prossumidoras são unidades consumidoras que possuem sistema fotovoltaico capazes de gerar uma quantidade maior de energia do que a ser consumido pelas unidades consumidoras em determinados intervalos de tempo. A Figura 15 apresenta a configuração de 30% de SFCR do primeiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

A Figura 15 destaca as unidades consumidoras com SFCR, ou seja, as unidades prossumidoras. Após a flecha são descritas todas as unidades consumidoras atendidas pelos respectivos transformadores, como as UCs com e sem SFCR. Dessa forma, a Figura 15 indica que as unidades prossumidoras são as responsáveis por injetar energia elétrica na rede e alocar para as UCs com e sem SFCR.

Os consumidores prossumidores geram uma quantidade de energia elétrica maior do que consomem em algumas horas do dia, desse modo, a energia injetada na rede elétrica foi consumida pelas UCs próximas da instalação dos SFCR. A energia injetada na rede elétrica pode ser alocada para UCs com SFCR, isto é, a unidade prossumidora pode alocar energia para outra unidade prossumidora vizinha. A Figura 16 exibe a configuração de 50% de SFCR.



Fonte: Autora (2023).

Além disso, foi considerado que a energia foi injetada nas UCs atendidas pelo mesmo transformador da unidade prossumidora. Observa-se que existem três transformadores, onde as UCs estão distribuídas, conseqüentemente, as UCs que possuem o mesmo transformador são mais próximas, do que outra UC de transformador distinto. A Figura 17 mostra a configuração de 70% de sistema fotovoltaico conectado à rede.

Figura 17 – Configuração de 70% de SFCR do primeiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

Essa análise corresponde ao fluxo e balanço energético, onde não influencia na fatura de energia elétrica da unidade consumidora apenas conectada à rede elétrica. Na fatura, a energia elétrica injetada na rede foi compensada na unidade prossumidora, enquanto a unidade consumidora apenas conectada à rede elétrica paga pela energia elétrica fornecida pela distribuidora.

O segundo cenário consiste no acréscimo das baterias integradas ao inversor de 2, 4 e 10 kWh nas configurações de SFCR. A Figura 18 representa o inversor com bateria integrada na configuração de 30% de SFCR.

Figura 18 – Configuração de 30% de SFCR com bateria integrada ao inversor do segundo cenário.



Fonte: Autora (2023).

Da mesma forma, no segundo cenário, foram inclusos os inversores com bateria integrada nas unidades com SFCR, nas configurações de 50 e 70% de SFCR. Logo, o terceiro cenário destaca a adição de 30, 50 e 70% de veículos elétricos nas UCs com SFCR, como apenas uma carga no primeiro e segundo cenário. Além de duas estratégias de carregamento, uma para o dia e outra para a madrugada. A Figura 19 apresenta o veículo elétrico incluído nas UCs com SFCR.

Figura 19 – Configuração com 30% de SFCR e veículo elétrico do terceiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

Nas configurações de 50 e 70% de SFCR, do mesmo modo, os veículos elétricos foram adicionados como uma carga nas unidades com SFCR. A Figura 20 indica o veículo elétrico e o inversor com bateria integrada incluídos nas UCs com SFCR.

Figura 20 – Configuração com 30% de SFCR, veículo elétrico e bateria integrada ao inversor do terceiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

O último cenário, destaca o veículo elétrico como a tecnologia V2G, em que a bateria do veículo atua tanto como carga e descarga de energia. Dessa forma, a estratégia de recarga desse cenário consiste em carregar o veículo nos períodos de menor demanda e descarregar nos horários de pico. Os percentuais de penetração considerado dos veículos foram de 30, 50 e 70%. A Figura 21 representa a configuração de 30% de SFCR com veículo elétrico atuando como a tecnologia V2G.

Figura 21 – Configuração com 30% de SFCR e a tecnologia V2G do quarto cenário.



Fonte: Autora (2023).

O veículo elétrico foi considerado apenas nas unidades com SFCR. No quarto cenário foi considerada, similarmente, a bateria integrada ao inversor nas UCs com SFCR e a tecnologia V2G. A Figura 22 mostra a tecnologia V2G e bateria integrada ao inversor.

Figura 22 – Configuração com 30% de SFCR, tecnologia V2G e bateria integrada ao inversor do quarto cenário.



Fonte: Autora (2023).

Por conseguinte, foram considerados várias configurações no espaço de quatro cenários. O Quadro 4 apresenta os cenários com as configurações definidas.

Quadro 4 – Cenários.

(continua)

Cenário	Configuração
Primeiro	30% de SFCR
	50% de SFCR
	70% de SFCR
Segundo	30% de SFCR + Bateria de 2 kWh
	30% de SFCR + Bateria de 4 kWh
	30% de SFCR + Bateria de 10 kWh
	50% de SFCR + Bateria de 2 kWh
	50% de SFCR + Bateria de 4 kWh
	50% de SFCR + Bateria de 10 kWh
	70% de SFCR + Bateria de 2 kWh
	70% de SFCR + Bateria de 4 kWh
70% de SFCR + Bateria de 10 kWh	

Quadro 4 – Cenários.

(conclusão)

Terceiro	30% de SFCR + 30% de VE
	50% de SFCR + 50% de VE
	70% de SFCR + 70% de VE
	30% de SFCR + Bateria de 2 kWh + 30% de VE
	30% de SFCR + Bateria de 4 kWh + 30% de VE
	30% de SFCR + Bateria de 10 kWh + 30% de VE
	50% de SFCR + Bateria de 2 kWh + 50% de VE
	50% de SFCR + Bateria de 4 kWh + 50% de VE
	50% de SFCR + Bateria de 10 kWh + 50% de VE
	70% de SFCR + Bateria de 2 kWh + 70% de VE
	70% de SFCR + Bateria de 4 kWh + 70% de VE
	70% de SFCR + Bateria de 10 kWh + 70% de VE
Quarto	30% de SFCR + 30% de VE e V2G
	50% de SFCR + 50% de VE e V2G
	70% de SFCR + 70% de VE e V2G
	30% de SFCR + Bateria de 2 kWh + 30% de VE e V2G
	30% de SFCR + Bateria de 4 kWh + 30% de VE e V2G
	30% de SFCR + Bateria de 10 kWh + 30% de VE e V2G
	50% de SFCR + Bateria de 2 kWh + 50% de VE e V2G
	50% de SFCR + Bateria de 4 kWh + 50% de VE e V2G
	50% de SFCR + Bateria de 10 kWh + 50% de VE e V2G
	70% de SFCR + Bateria de 2 kWh + 70% de VE e V2G
	70% de SFCR + Bateria de 4 kWh + 70% de VE e V2G
	70% de SFCR + Bateria de 10 kWh + 70% de VE e V2G

Fonte: Autora (2023).

As análises de balanço de energia foram realizadas em base horária, a fim de ter dados de energia consumida instantaneamente fornecida pelo sistema fotovoltaico e pela rede elétrica. Após realizada as análises de fluxo e balanço de energia desses cenários, a tarifa branca e convencional foi aplicada.

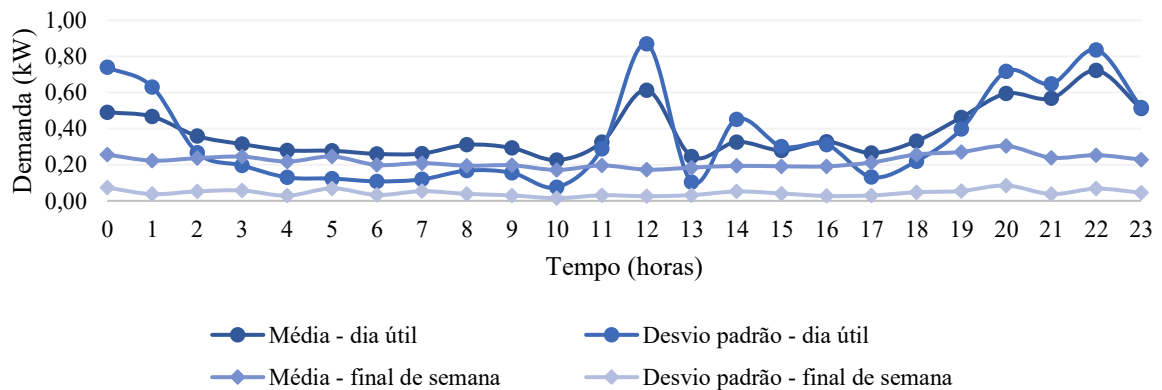
3.2 CURVA DE CARGA

Silva (2019) obteve dados de uma rede de distribuição real de baixa tensão com 45 unidades consumidoras, e disponibilizou dados de curvas de carga de 40 unidades consumidores. Essas UCs foram alimentadas por três unidades transformadoras. Elas puderam ser classificadas em:

- Classe 1: até 370 kWh/mês;
- Classe 2: de 371 a 600 kWh/mês;
- Classe 3: de 601 a 825 kWh/mês;
- Classe 4: de 826 a 1050 kWh/mês; e
- Classe 5: Acima de 1051 kWh/mês.

Dessa forma, foram concedidos por Silva (2019) dados de média e desvio padrão de curvas de carga de acordo com um período de 24 horas. A Figura 23 exhibe as curvas de carga da classe 1 para um dia útil e final de semana.

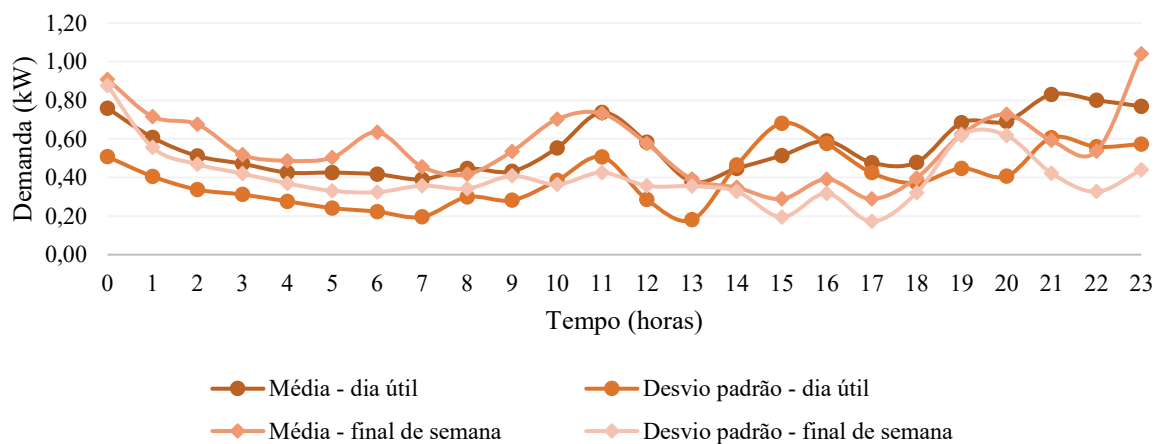
Figura 23 – Curvas de carga da classe 1.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

Para a classe 1 em um dia útil, 27% do consumo estava concentrado nos horários de ponta e intermediário. À medida que, 73% do consumo foi encontrado nos horários fora de ponta. A Figura 24 ilustra as curvas de carga da classe 2.

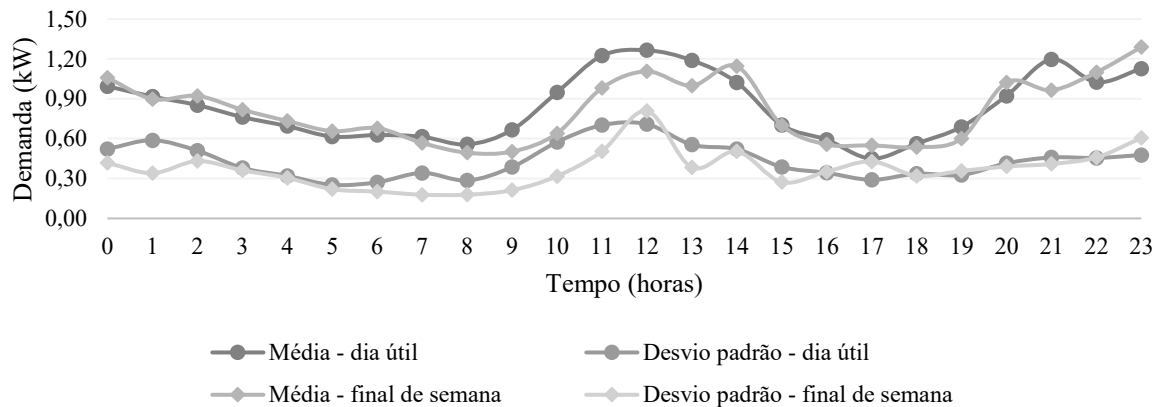
Figura 24 – Curvas de carga da classe 2.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

Nos horários fora de ponta, 75% do consumo estava acumulado, para o dia útil da classe 2, tal qual, 25% situava-se nos horários de ponta e intermediário. As curvas de carga da classe 3 são indicadas na Figura 25 para final de semana e dia útil.

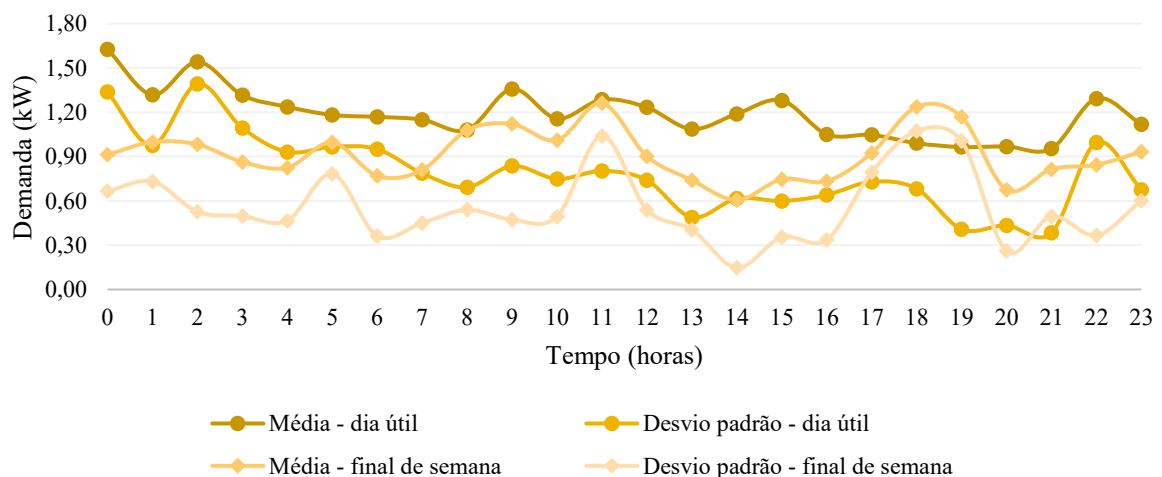
Figura 25 – Curvas de carga da classe 3.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

Para a classe 3, no dia útil, o consumo estava centrado nos horários fora de ponta, cerca de 80%, ao passo que, 20% do consumo encontrava-se nos horários de ponta e intermediário. A Figura 26 mostra as curvas de carga da classe 4.

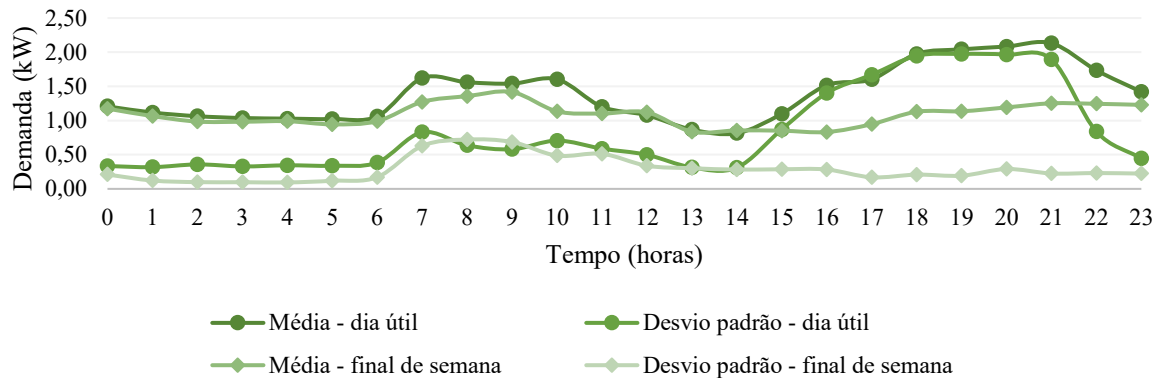
Figura 26 – Curvas de carga da classe 4.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

No dia útil da classe 4, o consumo estava concentrado nos horários fora de ponta, cerca de 82%. Do mesmo modo, para a classe 5, com cerca de 70% do consumo distribuído nos horários fora de ponta. A Figura 27 indica as curvas de carga da classe 5.

Figura 27 – Curvas de carga da classe 5.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

A quantidade de unidades consumidoras incluídas na classe 1 foi de 9, na classe 2 foi de 11, na classe 3 foi de 12, e na classe 3 e 4 foram de 4 UCs. O Quadro 5 apresenta o número da unidade consumidora (UC) e a sua classe. Esse número é dado pela concessionária de energia elétrica quando ocorre a ligação da UC.

Quadro 5 – Unidades consumidoras por classe.

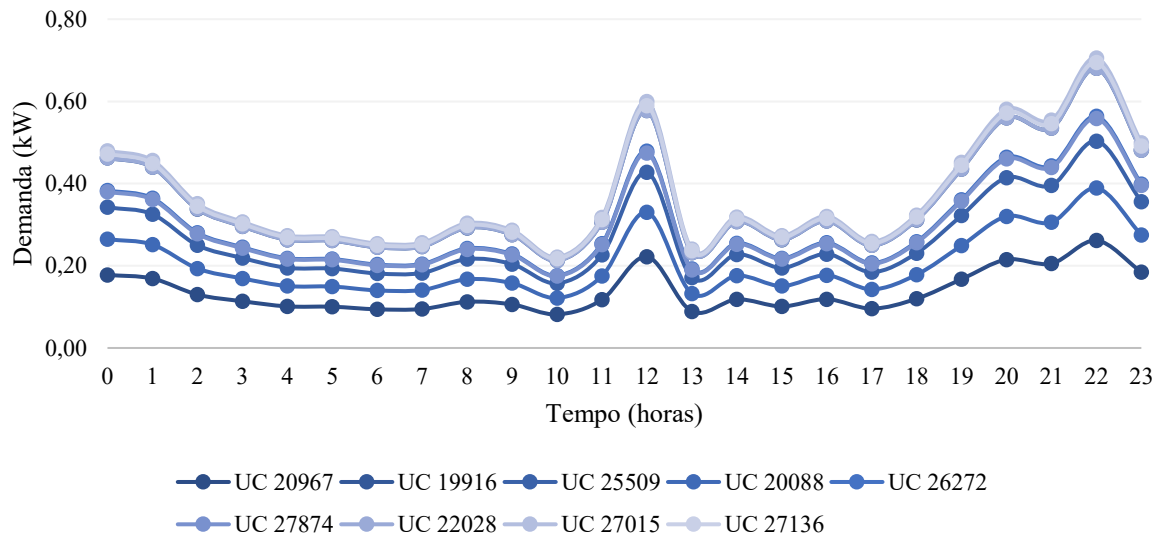
Quantidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
1	27874	20456	21202	19614	19606
2	22028	19612	25664	24467	24240
3	20088	20961	21223	27162	19613
4	25509	19615	22887	27632	25735
5	20967	20190	20951	-	-
6	19916	21317	26483	-	-
7	26272	20884	21577	-	-
8	27015	20676	21121	-	-
9	27136	26636	23548	-	-
10	-	28502	19611	-	-
11	-	26700	26723	-	-
12	-	-	23568	-	-

Fonte: Adaptado de Silva (2019).

3.2.1 Curvas de carga das unidades consumidoras

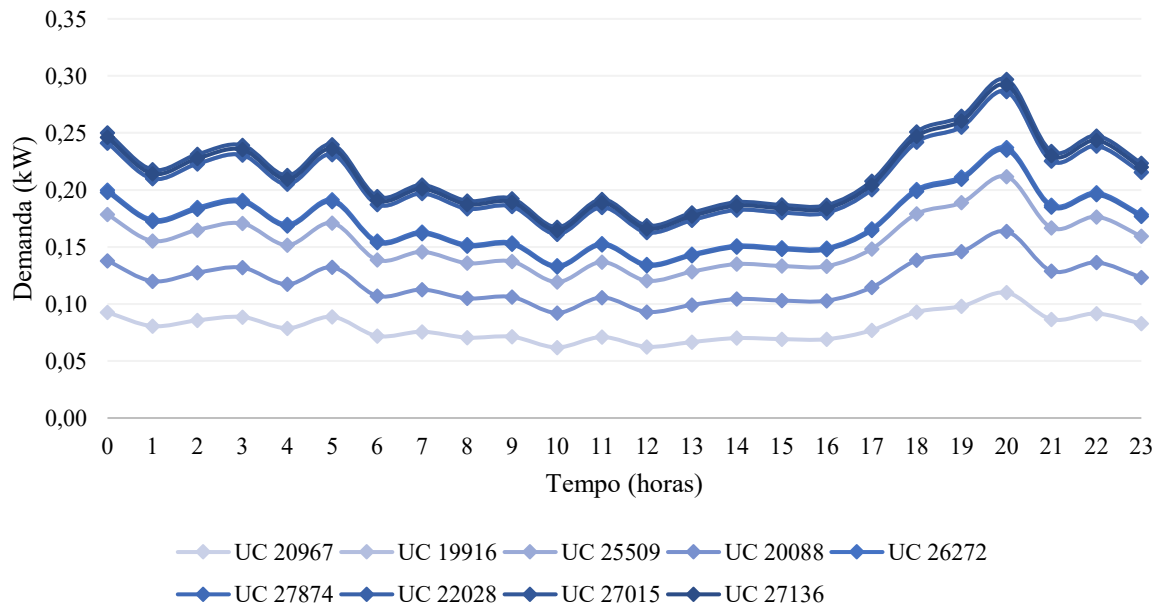
As Figuras 28 e 29, apresentam as médias das curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 1 para um dia útil e para o final de semana, respectivamente. As UCs 27136, 27015, 22028 e 19967 possuem consumos semelhantes durante o intervalo de tempo. Além disso, a UC 27874 tem demanda similar com a UC 26272.

Figura 28 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 1 para um dia útil.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

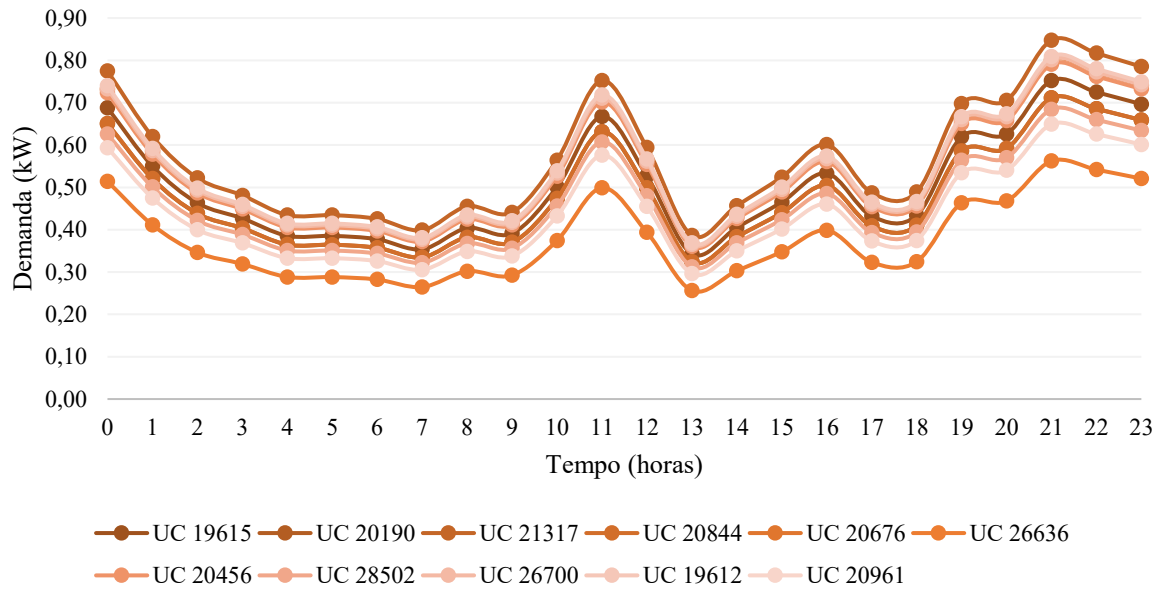
Figura 29 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 1 para final de semana.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

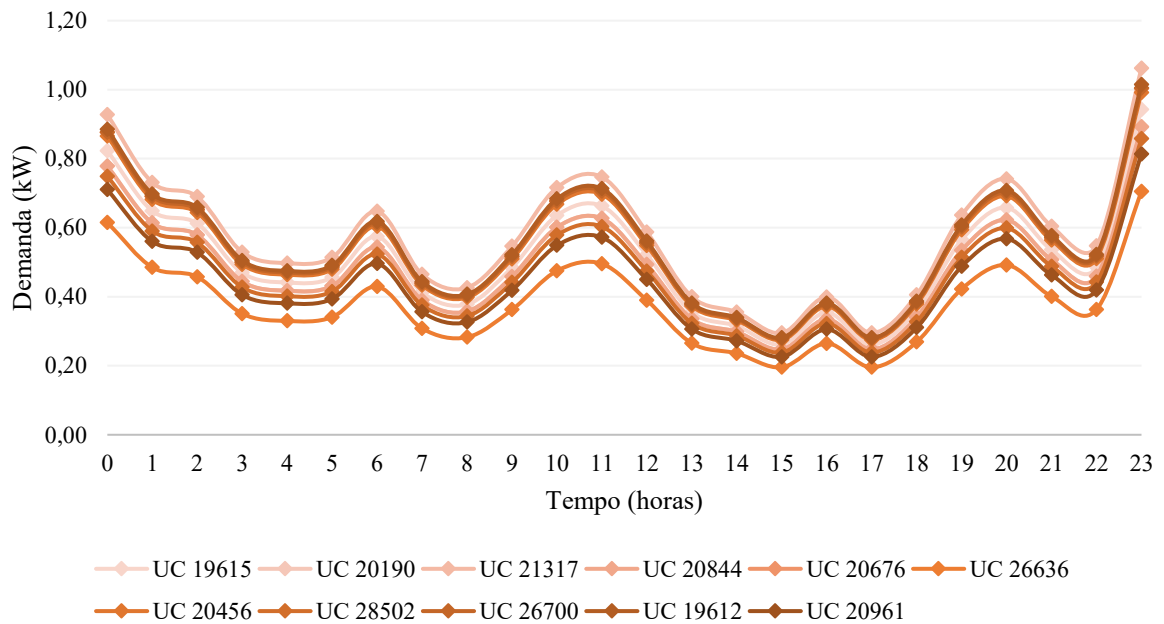
A Classe 2 comporta unidades consumidoras com curvas de carga com pico as 11:00 e as 21:00 horas, e com aumento da demanda de energia no período da noite, para um dia útil. As UCs 20190 e 20844 têm consumos análogos, bem como, a UC 20676 tem com as UCs 20456, 26700 e 19612. As Figuras 30 e 31, mostram as médias das curvas de carga dessas UCs, para um dia útil e para final de semana, de modo respectivo.

Figura 30 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 2 para um dia útil.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

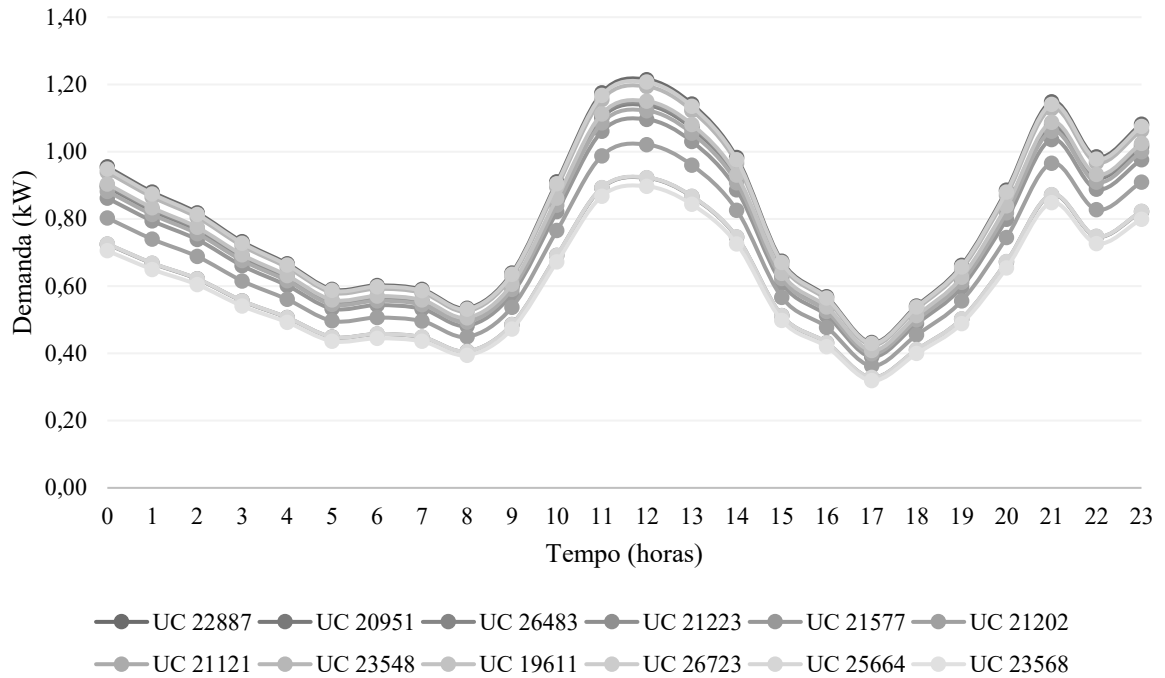
Figura 31 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 2 para final de semana.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

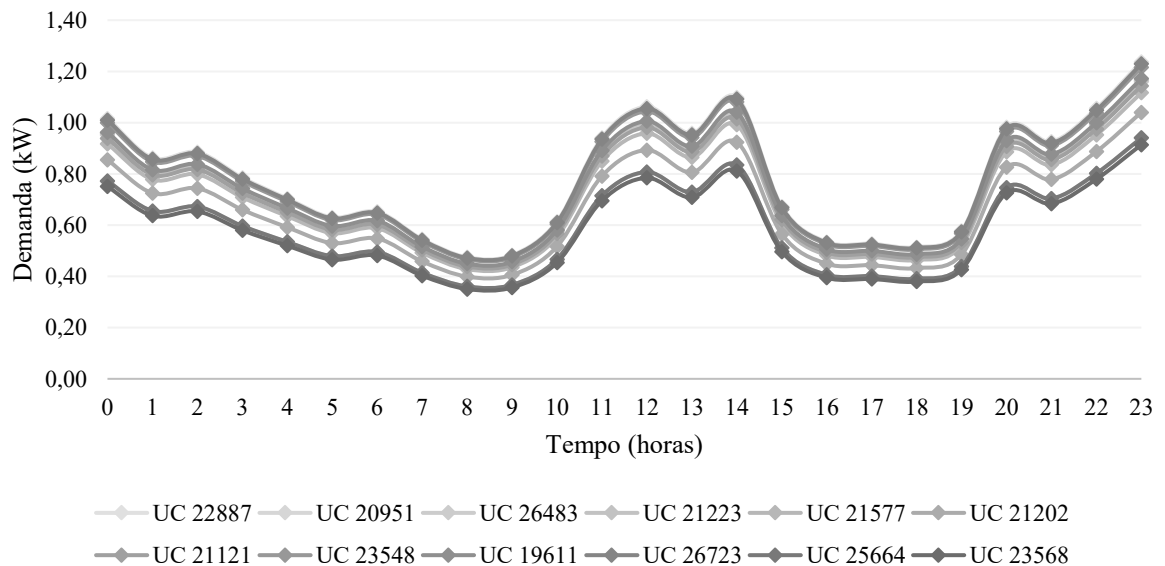
A Figura 32 e Figura 33 exibem as médias das curvas de carga incluídas na classe 3, para um dia útil e final de semana, nessa ordem. Os picos de demanda ocorrem às 12:00 e 21:00 horas. Algumas UCs têm consumos similares, como a UC 22887 com as UCs 23548 e 26723, a UC 26483 com as UCs 21223, 21121, 19611, a UC 20951 com a UC 25664.

Figura 32 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 3 para um dia útil.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

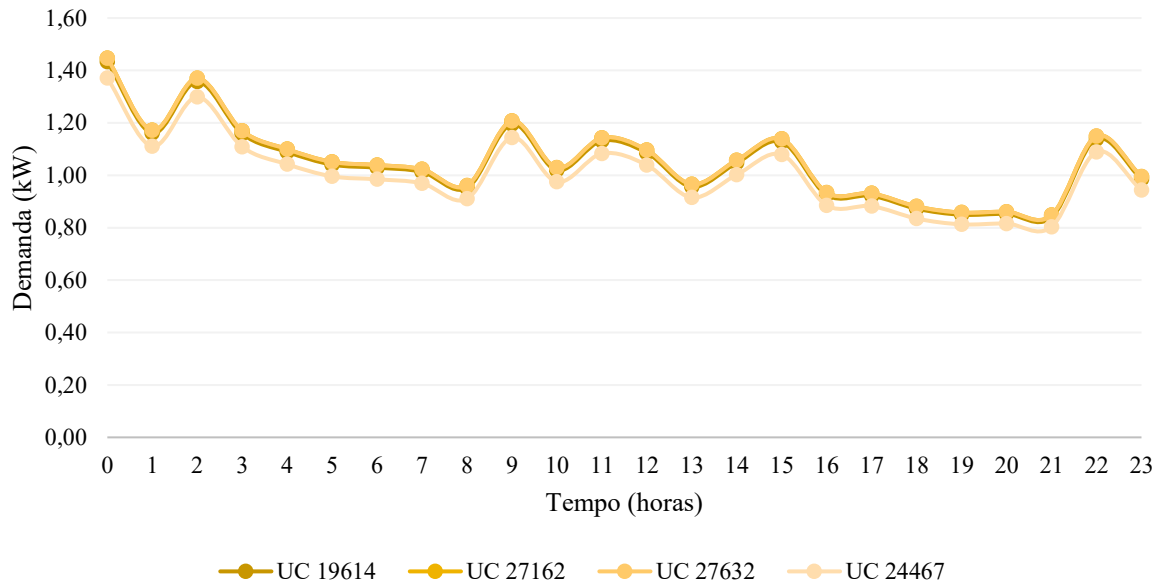
Figura 33 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 3 para final de semana.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

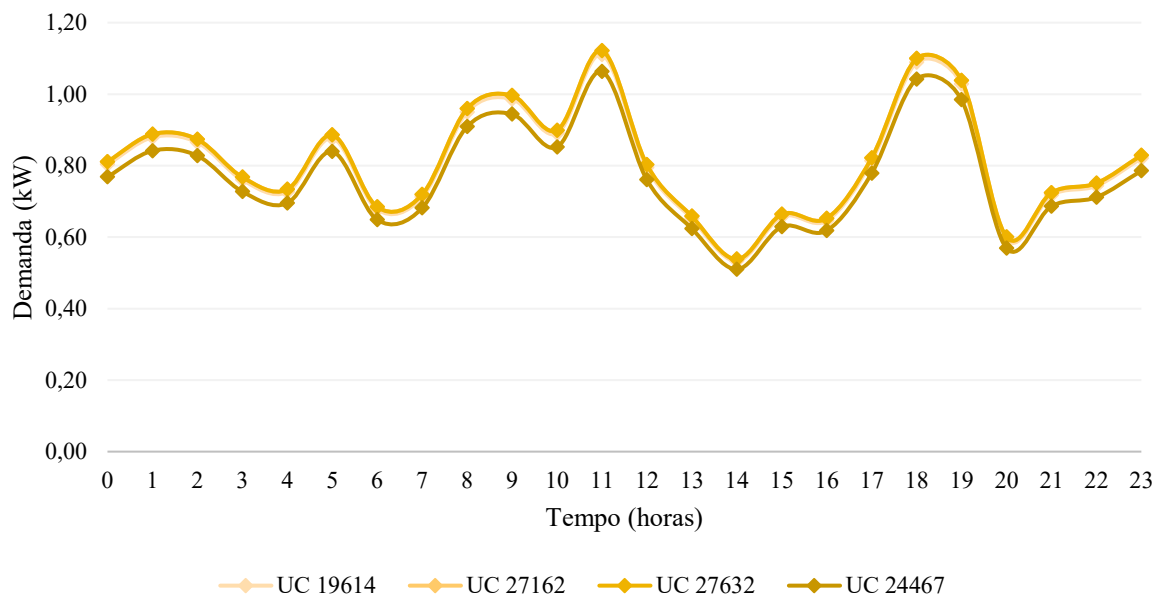
A classe 4 abrange unidades consumidoras com valores de consumo semelhantes. A curva de carga da UC 27632 sobrepõe a da UC 27162. As Figuras 34 e 35 exibem as médias das curvas de carga das UCs da Classe 4 para um dia útil e final de semana, na devida ordem.

Figura 34 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 4 para um dia útil.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

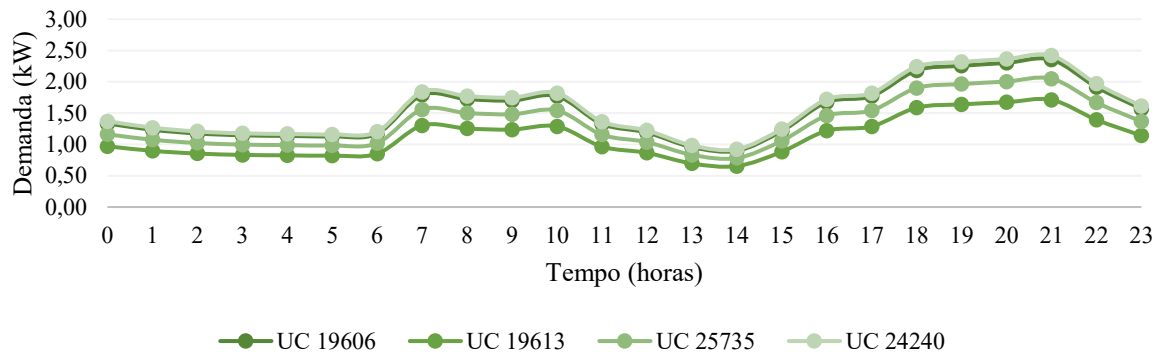
Figura 35 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 4 para final de semana.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

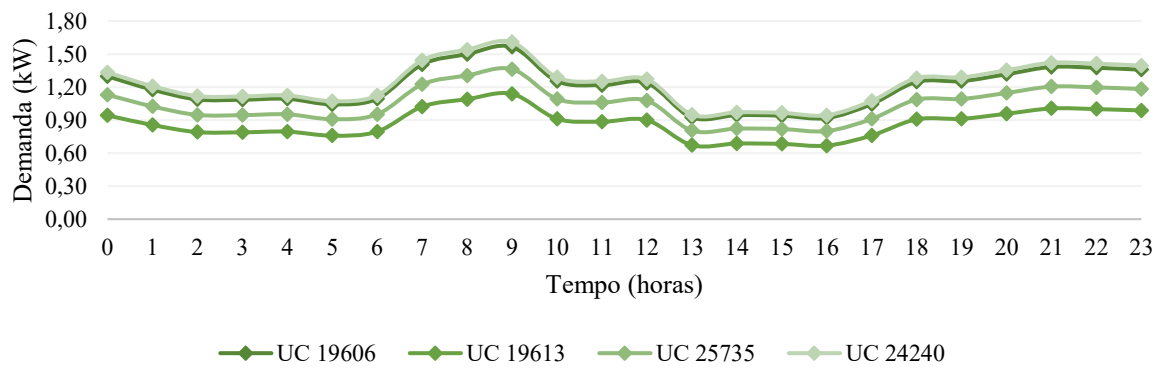
Algumas curvas de carga pertencentes a Classe 1, 2, 3 e 4 sofreram sobreposição de outras curvas de carga, porque muitas vezes a diferença do valor ocorre na segunda ou terceira casa depois da vírgula. Por fim, as médias das curvas de carga para um dia útil e final de semana das UCs englobadas na Classe 5 são mostradas nas Figuras 36 e 37, respectivamente.

Figura 36 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 5 para um dia útil.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

Figura 37 – Curvas de carga das unidades consumidoras incluídas na classe 5 para final de semana.



Fonte: Adaptado de Silva (2019).

Portanto, com os dados das Figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 e 37 foi criada uma semana para cada UC e repetida até completar às 8760 horas, que corresponde a um ano. Após esse processo, obteve-se o consumo mensal por meio da soma das potências. Para as classes também foi utilizado o mesmo método para obter o consumo mensal delas.

3.3 VEÍCULO ELÉTRICO

3.3.1 Modelos

Os veículos elétricos disponíveis variam desde pequenos veículos urbanos eficientes como VW e-UP e *Smart ED* até grandes carros de luxo com uma longa autonomia como Tesla, Audi e Jaguar (ANDERSEN; JACOBSEN; GUNKEL, 2021). A Tabela 2 apresenta uma lista de veículos elétricos.

Tabela 2 – Modelos e características de veículos elétricos.

Modelo	Autonomia em km.	Capacidade da bateria kWh	Eficiência kWh/km	Velocidade máxima km/h	Disponível no ano
Audi e-tron	401	95	0,237	200	2019
BMW i3	183	33	0,180	150	2018
BMW iX3	345	70	0,203	200	2020
Chevrolet Bolt	383	60	0,157	150	2017
Faraday Future FF91	608	130	0,214		2019
Fiat 500e	135	24	0,178	142	2017
Ford Focus Electric	185	33,5	0,181	135	2018
Honda Clarity Electric	143	22,5	0,157		2018
Hyundai Ioniq elétrico	200	28	0,140	166	2018
Hyundai Kona Electric	415	64	0,154	167	2019
Jaguar I-pace	377	90	0,239		2019
Kia Soul EV	179	30	0,168	148	2018
Kia Niro EV	418	64	0,153	167	2019
Mercedes B250 e	140	35	0,25	163	2017
Mercedes EQC	322	80	0,248	180	2020
Mitsubishi i-MiEV	100	16	0,160		2017
Nissan Leaf 2ª geração.	243	40	0,165	225	2018
Nissan Leaf de longo alcance	362	64	0,177		2019
Renault Zoe	299	41	0,137	135	2017
SMART ED	161	17,6	0,109	130	2017
Tesla S 75D	417	75	0,18	225	2017
Tesla S 100D	539	100	0,186	250	2017
Tesla X 75D	381	75	0,197	209	2017
VW e-Golf	192	35,8	0,186	150	2017
VW e-UP	159	18,7	0,118	129	2017
VW ID Neo	330	48	0,145	161	2019

Fonte: Adaptado de Andersen, Jacobsen e Gunkel (2021).

No ano de 2019, o Audi e-tron foi lançado no mercado automotivo com um valor de compra de US\$ 74.800 ou R\$ 399.780 (KANE, 2020). Apesar de seu preço elevado, este veículo foi escolhido para análise devido à facilidade de acesso às informações técnicas necessárias para as simulações. Trata-se de um veículo totalmente elétrico, que apresenta elevada capacidade de armazenamento de energia em sua bateria, bem como uma grande autonomia. Portanto, é um modelo de veículo elétrico com características relevantes para a pesquisa científica neste campo.

Nesta dissertação, não foi levado em consideração como a variação do preço dos veículos elétricos pode impactar economicamente os custos para os consumidores. Somente

foram avaliadas a viabilidade tarifária entre a tarifa convencional e a tarifa branca, conforme os cenários previamente estabelecidos.

3.3.2 Carregamento

As estratégias utilizadas de recarga foi a estratégia de carregamento de vale (*valley charging strategy*) e estratégia de carregamento *vehicle-to-grid*. A primeira consiste em carregar nos horários de vale, onde estão menores valores de tarifa. A segunda consiste em combinar o carregamento da bateria e a injeção de energia elétrica no sistema. O veículo Audi e-tron, apresenta capacidade da bateria de 95 kWh. A Tabela 3 mostra o tempo necessário para carregar a bateria em um carregador de corrente alternada, segundo a distância total que pode ser percorrida.

Tabela 3 – Recarga da bateria Audi e-tron, carregador c.a..

Tempo de recarga	AC Charging					
	Carregador de ~2,2kW		Carregador de ~7,2kW		Carregador de ~11 kW	
	Recarga da bateria (kWh)	Distância total (Km)	Recarga da bateria (kWh)	Distância total (Km)	Recarga da bateria (kWh)	Distância total (Km)
30 min	~1,1	~5	~3,6	~17	~5,5	~25
1 horas	~2,2	~10	~7,2	~33	~11,0	~50
4 horas	~8,8	~40	~28,8	~132	~44,0	~201
6 horas	~13,2	~60	~43,2	~198	~66,0	~302
8,5 horas	18,7	~86	~61,2	~280	~93,5	~429

Fonte: Adaptado de Audi AG ([201-]).

A quantidade de quilômetros que um veículo percorre é um fator importante. No Brasil, cada região possui sua própria média de quilometragem. Para o estado de Santa Catarina é cerca de 12.800 km por ano, ou seja, 35 km por dia. Esse valor corresponde ao primeiro ano de uso do veículo, à medida que o tempo vai passando, a quilometragem anual diminui a uma taxa média de 390 km ao ano (KELLEY BLUE BOOK, 2019). Portanto, o carregador selecionado para realizar as análises foi o de 2,2 kW, e a quantidade de quilômetros considerada que o veículo percorre por dia foi de 35 km. Aliás, para o cenário 3 e 4 foram apontadas formas distintas de carregamentos da bateria.

No cenário 3, o carregamento do veículo elétrico sucede por 4 horas, posto isso, o carregador de 2,2 kW fornece 8,8 kW de recarga da bateria, sendo possível percorrer 40 km. Assim, dois períodos de recarga da bateria para o cenário 3 foram considerados, um durante o

dia e outro durante a madrugada. O Quadro 6 indica o período de carregamento para as unidades consumidoras.

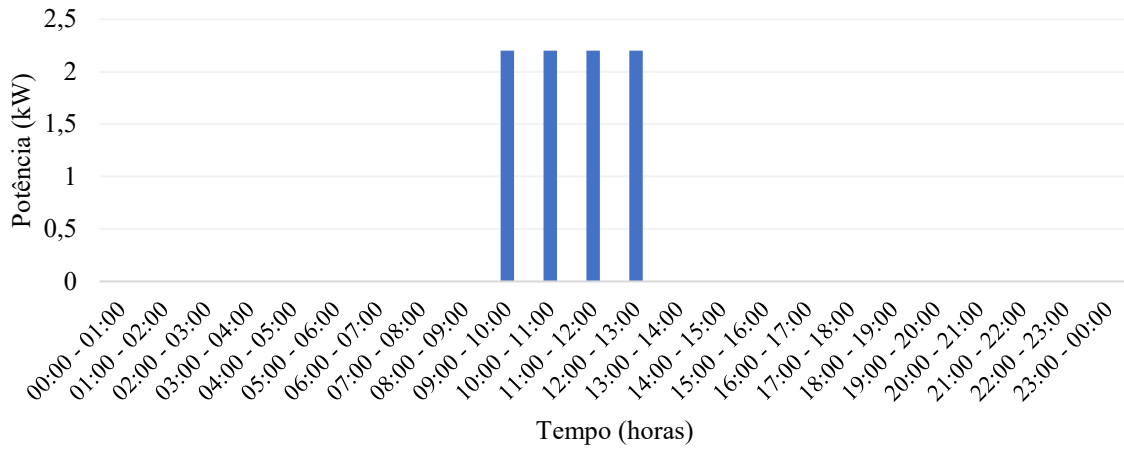
Quadro 6 – Período de recarga do veículo elétrico.

Período de recarga do veículo elétrico					
UC	Classe	TRF	30% de SFCR	50% de SFCR	70% de SFCR
19615	2	1558	Madrugada	Madrugada	Madrugada
20967	1	1558	-	Madrugada	Madrugada
20190	2	1558	Dia	Dia	Dia
25509	1	1558	-	Dia	Dia
26272	1	1558	-	Dia	Dia
19611	3	1559	Madrugada	Madrugada	Madrugada
25664	3	1559	-	Madrugada	Madrugada
24467	4	1559	Dia	Dia	Dia
27136	1	1559	-	Dia	Dia
20961	2	1559	-	-	Dia
23568	3	1559	-	-	Dia
27874	1	1560	Madrugada	Madrugada	Madrugada
21202	3	1560	-	Madrugada	Madrugada
22887	3	1560	Madrugada	Madrugada	Madrugada
20676	2	1560	Madrugada	Madrugada	Madrugada
20951	3	1560	-	-	Madrugada
19606	5	1560	-	-	Madrugada
21223	3	1560	-	Madrugada	Madrugada
26483	3	1560	-	Dia	Dia
21121	3	1560	Madrugada	Madrugada	Madrugada
22028	1	1560	-	-	Dia
23548	3	1560	Dia	Dia	Dia
20456	2	1560	Dia	Dia	Dia
27015	1	1560	Dia	Dia	Dia
19612	2	1560	Dia	Dia	Dia
25735	5	1560	-	-	Dia
27162	4	1560	-	-	Madrugada
26700	2	1560	-	-	Madrugada

Fonte: Autora (2023).

Dessa forma, metade dos veículos do cenário 3 carregam durante o dia e a outra metade durante a madrugada. Isto é, considerando a penetração de 30, 50 e 70% de veículos nas unidades consumidoras, os quais são 12, 20 e 28 veículos, respectivamente, considera-se, por exemplo, no total de 12 veículos, 6 carregam durante o dia e os outros 6 na madrugada. A Figura 38 apresenta o período de recarga da bateria durante o dia.

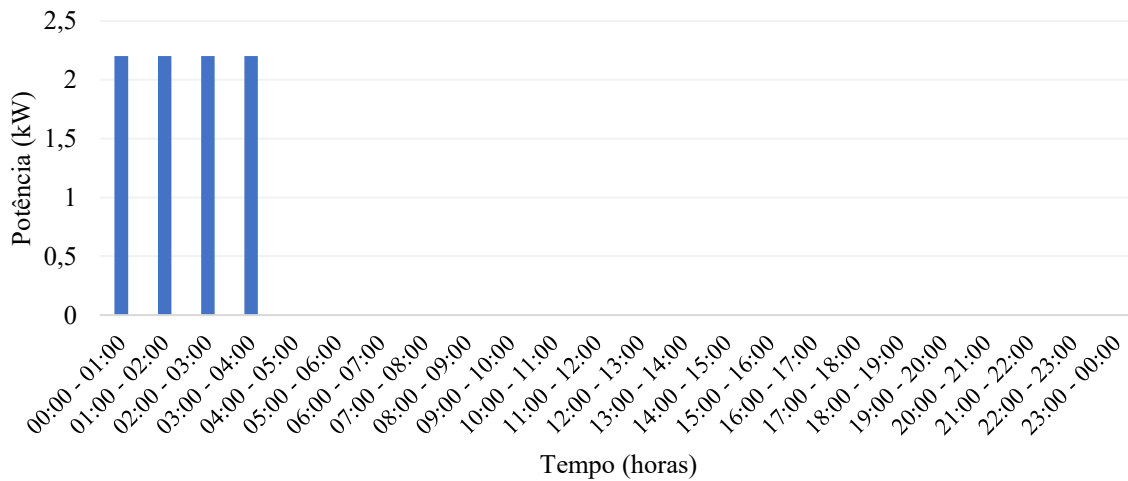
Figura 38 – Recarga da bateria para o cenário 3 durante o dia.



Fonte: Autora (2023).

A recarga da bateria durante o dia ocorre das 09:00 às 13:00 horas, enquanto, a recarga da bateria durante a madrugada ocorre das 00:00 às 04:00 horas. A Figura 39 ilustra a recarga da bateria do veículo elétrico no decorrer da madrugada.

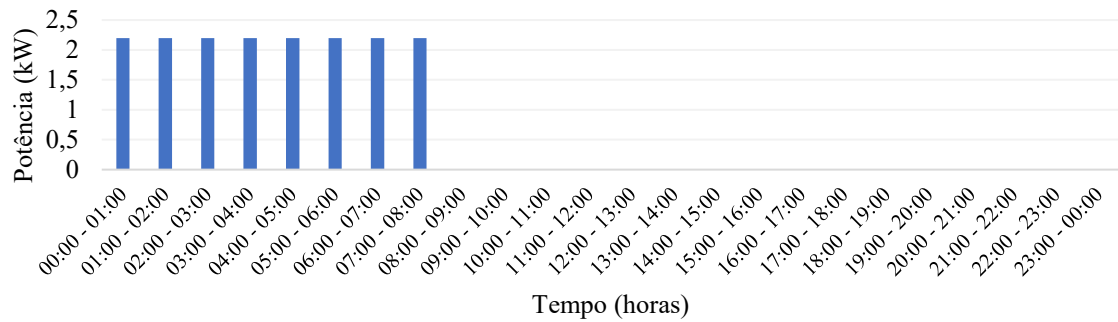
Figura 39 – Recarga da bateria para o cenário 3 durante a madrugada.



Fonte: Autora (2023).

No cenário 4, a bateria do veículo elétrico atua como carga e descarga de energia (V2G), o carregamento do veículo considerado foi entre as 00:00 e 08:00 horas, como exibe a Figura 40. Após 8 horas de recarga da bateria, a potência de recarga é de 17,6 kW. Sendo que o veículo percorre todos os dias 35 km.

Figura 40 – Recarga da bateria para o cenário 4.



Fonte: Autora (2023).

Portanto, considerando que o veículo percorre 35 km por dia, ou seja, 17,5 km para chegar e para voltar do local de destino, o consumo correspondente do destino de chegada e saída é de 3,85 kW. Após chegar em casa, o proprietário do veículo pode conectar na tomada seu veículo para injetar o restante da energia armazenada na rede elétrica. A Tabela 4 apresenta o modelo proposto para o cenário 4.

Tabela 4 – Modelo de recarga para o cenário 4.

Tempo	Recarga da Bateria (kWh)	Consumo (kWh)	Distancia (km)	Descarga da Bateria (kWh)
00:00 - 01:00	2,2	0	0	0
01:00 - 02:00	2,2	0	0	0
02:00 - 03:00	2,2	0	0	0
03:00 - 04:00	2,2	0	0	0
04:00 - 05:00	2,2	0	0	0
05:00 - 06:00	2,2	0	0	0
06:00 - 07:00	2,2	0	0	0
07:00 - 08:00	2,2	0	0	0
08:00 - 09:00	0	3,85	17,5	0
09:00 - 10:00	0	0	0	0
10:00 - 11:00	0	0	0	0
11:00 - 12:00	0	0	0	0
12:00 - 13:00	0	0	0	0
13:00 - 14:00	0	0	0	0
14:00 - 15:00	0	0	0	0
15:00 - 16:00	0	0	0	0
16:00 - 17:00	0	0	0	0
17:00 - 18:00	0	3,85	17,5	0
18:00 - 19:00	0	0	0	2,2
19:00 - 20:00	0	0	0	2,2
20:00 - 21:00	0	0	0	2,2
21:00 - 22:00	0	0	0	2,2
22:00 - 23:00	0	0	0	1,1
23:00 - 00:00	0	0	0	0

Fonte: Autora (2023).

A carga do veículo elétrico foi adicionada às curvas de carga das unidades consumidoras, conforme o cenário 3 e 4.

3.4 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

O método de dimensionamento adotado foi baseado em Pinho e Galdino (2014). Dessa forma, o primeiro passo para a realização do dimensionamento do sistema fotovoltaico pode ser dado pela equação 7, que fornece as horas de sol pleno (HSP). Essa equação fornece o número de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante e igual a 1 kW/m² (PINHO; GALDINO, 2014).

$$HSP = \frac{H}{G} \quad (7)$$

A irradiância padrão (G) equivale a 1 kW/m², e a irradiação anual (H) é determinada pela região, inclinação do módulo fotovoltaico e desvio azimutal que o sistema será instalado. Nessa dissertação foi utilizado os dados de irradiação média de Florianópolis – SC, inclinação de 20° e desvio azimutal de 0°.

Tabela 5 – Irradiação solar média diária mensal da cidade de Florianópolis – SC.

Mês	Irradiação Média (kWh/m²dia)
Janeiro	5,83
Fevereiro	5,67
Março	5,36
Abril	4,75
Maio	4,08
Junho	3,69
Julho	3,71
Agosto	4,27
Setembro	4,61
Outubro	5,16
Novembro	5,66
Dezembro	5,91
Média	4,89 kWh/m²dia
Anual (H)	1785,46 kWh/m².ano

Fonte: Adaptado de Radasol 2 (2021).

A Tabela 5 mostra que a irradiação solar anual (H) de Florianópolis corresponde a 1785,46 kWh/m².ano. Esses dados apresentados na Tabela 5 foram fornecidos pelo Radasol 2, sendo um programa que fornece dados de irradiação solar diária e horária, através da seleção

do local (KREZINGER; BUGS, 2010). Então, após encontrar o valor de HSP pela equação 7, o próximo passo é determinar a potência de pico dado pela equação 8, que serve como base para determinar a potência do sistema fotovoltaico.

$$P_{FV} = \frac{Et - (12 \times D)}{HSP \times TD} \quad (8)$$

Onde,

P_{FV} : potência de pico;

Et : consumo anual;

D : disponibilidade mensal garantida;

HSP : horas de sol pleno; e

TD : taxa de desempenho.

O consumo anual (Et) utilizado foi o consumo das classes, em que foi determinado um sistema fotovoltaico para cada classe. Dessa forma, os sistemas fotovoltaicos que as unidades consumidoras utilizaram foram correspondentes as suas classes. Ao passo que, a disponibilidade (D) considerada foi de 30 kWh para sistema com ligação monofásica.

A taxa de desempenho (TD) foi de 80%, número usado em sistemas fotovoltaicos residenciais, que não possuem sombreamento e são bastantes ventilados nas condições de radiação solar encontradas no Brasil. A TD está relacionada com o desempenho real do sistema e desempenho máximo teórico possível (PINHO; GALDINO, 2014).

3.5 SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM)

O programa *System Advisor Model* (SAM) foi utilizado para a realização das simulações. Esse programa é gratuito e sendo feito para auxiliar a tomada de decisões de usuários presentes no campo de energia renovável (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, [201-d]).

A localização utilizada nas simulações foi a cidade de Florianópolis – SC, a inclinação do módulo fotovoltaico foi de 20° e azimute de 0°. O módulo selecionado foi o da fabricante Canadian Solar e modelo CS6U-330P, com máxima potência de 330,34 Wp. Os inversores selecionados para cada classe são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Características dos inversores para cada classe.

Inversores					
Classe	1	2	3	4	5
Fabricante	SMA America	SMA Solar Technology	SMA America	SMA America	SMA America
Modelo	SWR1800U	SB3.0-1SP-US-40	SB5000TL-US-22	SB7.0-1SP-US-40	SB7.7-1SP-US-40
Máxima potência de entrada	1.983,19 W	3.135,79 W	4.747,13 W	7.205,99 W	8.056,32 W
Máxima potência de saída	1.800 W	3.040 W	4.580 W	6.920 W	7.760 W

Fonte: Adaptado de *System Advisor Model* (2017).

Os inversores com bateria integrada podem ser utilizados em sistemas fotovoltaicos autônomos, como também em sistemas conectados à rede. O *Sunny Boy Smart Energy*, inversor lançado pela empresa *SMA Solar Technology AG*, possui uma bateria de íon de lítio integrada que conta com uma profundidade de descarga de 90% e uma vida útil de 10 anos (*SMA SOLAR TECHNOLOGY AG*, 2014). A Figura 41 mostra o inversor *Sunny Boy Smart Energy*.

Figura 41 – Inversor *Sunny Boy Smart Energy*.



Fonte: *SMA Solar Technology AG* (2014).

No SAM é possível escolher o tipo de bateria, como de íon de lítio, chumbo ácido e bateria de fluxo. Assim, a bateria selecionada foi a de íon de lítio: óxido de níquel, manganês e cobalto (*lithium ion: nickel manganese cobalt oxide* – NMC). Além disso, a capacidade da bateria integrada do inversor selecionada foi de 2, 4 e 10 kWh.

Outra opção presente no programa é o controle de despacho da bateria, em que é possível selecionar os períodos de carregamento e descarregamento da mesma. A bateria foi configurada para carregar apenas pela energia gerada do sistema fotovoltaico e descarregar nos horários intermediários 1 e 2, e ponta. Nos finais de semana a bateria não foi configurada,

apenas nos dias úteis, pois o valor é sempre fora de ponta. A Figura 42 apresenta o despacho de armazenamento para o dia útil.

Figura 42 – Despacho de armazenamento dia útil.

	Charge from PV	Charge from grid		Discharge	
		Allow	% capacity	Allow	% capacity
Period 1:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	25
Period 2:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input checked="" type="checkbox"/>	80
Period 3:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input checked="" type="checkbox"/>	10
Period 4:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	25
Period 5:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	25
Period 6:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	25

Weekday																								
	12am	1am	2am	3am	4am	5am	6am	7am	8am	9am	10am	11am	12pm	1pm	2pm	3pm	4pm	5pm	6pm	7pm	8pm	9pm	10pm	11pm
Jan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Feb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Mar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Apr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
May	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Jun	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Jul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Aug	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Sep	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Oct	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Nov	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Dec	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3

Fonte: Adaptado de *System Advisor Model* (2017).

3.6 TARIFA BRANCA E CONVENCIONAL

As tarifas de energia da concessionária Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC) foram escolhidas como referência para aplicação da tarifa branca e convencional. A CELESC, possui área de concessão por quase todo o estado de Santa Catarina e um município do Paraná (CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA, [201-a]). A Tabela 6 apresenta a tarifa convencional sem tributos para os consumidores residenciais segundo a Resolução

Homologatória nº 2.921, de 17 de agosto de 2021, que estiveram em vigor no período de 22 de agosto de 2021 a 21 de agosto de 2022.

Tabela 6 – Valores de tarifa convencional para a classe residencial sem tributos.

Tarifa Convencional (sem tributos)		
Subgrupos	Classificação	Energia (R\$/kWh)
B1	Residencial Normal	0,53224

Fonte: Adaptado de Centrais Elétricas de Santa Catarina ([201-b]).

Na presente dissertação, os cálculos realizados com a tarifa branca e convencional não consideraram a inclusão de tributos e bandeiras tarifárias, devido ter como objetivo apenas a comparação entre as duas tarifas. A tarifa branca dispõe de três postos tarifários para os dias úteis com diferentes valores de tarifa para ponta, intermediário e fora de ponta para os consumidores residenciais, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de tarifa para a classe residencial sem tributos para a modalidade tarifária branca.

Tarifa Branca (sem tributos)				
Subgrupos	Classificação	Componentes	Demanda (R\$/kW)	Energia (R\$/kWh)
B1	Residencial	Ponta	0	0,92462
		Intermediário	0	0,60062
		Fora Ponta	0	0,45554

Fonte: Adaptado de Centrais Elétricas de Santa Catarina ([201-b]).

Nos finais de semana o horário considerado foi o fora de ponta. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) determina para a tarifa branca os horários de ponta, intermediário e fora ponta, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Horários fora ponta, intermediários e ponta para a Celesc Distribuição.

Celesc Distribuição	
Horário (horas)	
Intermediário 1	17:30-18:30
Ponta	18:30-21:30
Intermediário 2	21:30-22:30

Fonte: Adaptado de Brasil (2020c).

4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos para os cenários propostos. Os seguintes termos utilizados são descritos:

- consumo médio (CM): média mensal do consumo de energia elétrica da unidade consumidora, obtida através das curvas de carga das unidades consumidoras;
- energia da rede (ER): média mensal de energia consumida da rede elétrica fornecida pela distribuidora de energia;
- energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR): média mensal de energia elétrica gerada pelos SFCR e consumida instantaneamente pela unidade prosumidora;
- energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE): média mensal de energia descarregada pela bateria do veículo elétrico, consumida instantaneamente pela unidade prosumidora.
- energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR): média mensal de energia gerada pelos SFCR e que não foi consumida instantaneamente pela unidade prosumidora, sendo injetada na rede elétrica;
- energia injetada na rede pelo veículo elétrico (EIVE): média mensal de energia descarregada pelo veículo elétrico injetada na rede elétrica.
- energia armazenada na bateria (EB): média mensal de energia armazenada na bateria integrada ao inversor dos SFCR;
- energia descarregada na carga (EBC): média mensal de energia descarregada na unidade prosumidora pela bateria integrada ao inversor dos SFCR.
- energia alocada (EA): média mensal de energia gerada pelos SFCR e alocada para a unidade consumidora, ou seja, parte da energia injetada na rede elétrica foi alocada e consumida instantaneamente pela unidade consumidora;
- energia da rede após a energia alocada (ERA): média mensal de energia consumida da rede elétrica pelas unidades consumidoras após consumir a energia alocada gerada pelos SFCR;
- porcentagem de energia fornecida pelos SFCR (PSFCR): divisão entre a energia consumida instantaneamente dos SFCR, e/ou da energia alocada, e/ou da bateria integrada no inversor, e/ou da energia consumida instantaneamente do veículo elétrico pelo consumo total da UC; e
- porcentagem de energia fornecida pela rede (PRE): divisão entre a energia consumida da rede elétrica após a energia alocada dividido pelo consumo total da UC.

No primeiro, segundo e terceiro cenário, foram utilizados os dados de energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) para calcular os valores das faturas de

energia elétrica, os quais foram multiplicados pelos valores das tarifas convencional e branca. Por outro lado, o quarto cenário utilizou os dados de ER e o somatório de EISFCR e energia injetada na rede pelo veículo elétrico (EIVE) para encontrar os valores das faturas de energia elétrica, também multiplicados pelos valores das tarifas convencional e branca.

Desta maneira, os dados referentes à energia alocada (EA) e à energia da rede após a energia alocada (ERA), foram obtidos com o propósito de examinar o fluxo de energia elétrica em uma microrrede. Constatou-se que, os dados de EA e ERA não foram utilizados para o cálculo da fatura de energia elétrica. Adicionalmente, a porcentagem de energia fornecida pelos SFCR (PSFCR) e a porcentagem de energia fornecida pela rede (PRE) foram determinadas, levando em consideração o fluxo de energia elétrica e com o objetivo de analisar o autoconsumo fotovoltaico.

4.1 CONSUMO

O consumo das classes foi obtido a partir do somatório das curvas de carga apresentadas na subseção curva de carga da seção materiais e métodos. A Tabela 9 apresenta o consumo da classe 1, 2, 3, 4 e 5, de janeiro a dezembro.

Tabela 9 – Consumo das Classes.

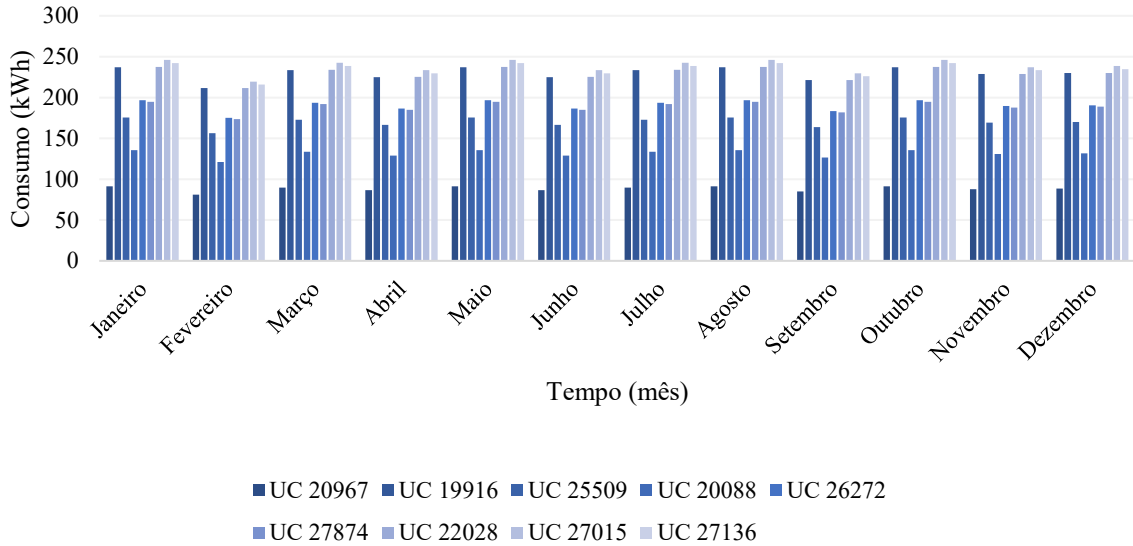
Consumo (kWh)					
Mês	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Janeiro	251,88	416,17	621,20	833,37	976,82
Fevereiro	224,55	375,95	560,54	747,58	876,58
Março	248,06	416,24	620,50	826,73	969,44
Abril	238,95	402,83	600,28	798,13	936,02
Mai	251,88	416,17	621,20	833,37	976,82
Junho	238,95	402,83	600,28	798,13	936,02
Julho	248,06	416,24	620,50	826,73	969,44
Agosto	251,88	416,17	621,20	833,37	976,82
Setembro	235,12	402,90	599,58	791,49	928,64
Outubro	251,88	416,17	621,20	833,37	976,82
Novembro	242,77	402,76	600,98	804,77	943,41
Dezembro	244,24	416,30	619,80	820,08	962,05
Média	244,02	408,39	608,94	812,26	952,41
Total	2.928,22	4.900,728	7.307,241	9.747,122	11.428,89

Fonte: Autora (2023).

O consumo total de cada classe apresentado na Tabela 9, foi utilizado para determinar a potência do sistema fotovoltaico, segundo a equação 8. Posteriormente, o consumo de cada mês das unidades consumidoras foi alcançado por meio das curvas de carga das mesmas.

A Figura 43 exibe o consumo das 9 unidades consumidoras da classe 1. A média do consumo dessas UCs variou de 88,29 kWh até 238,43 kWh. Além de que o consumo total delas oscilou de 1.059,49 até 2.861,18 kWh.

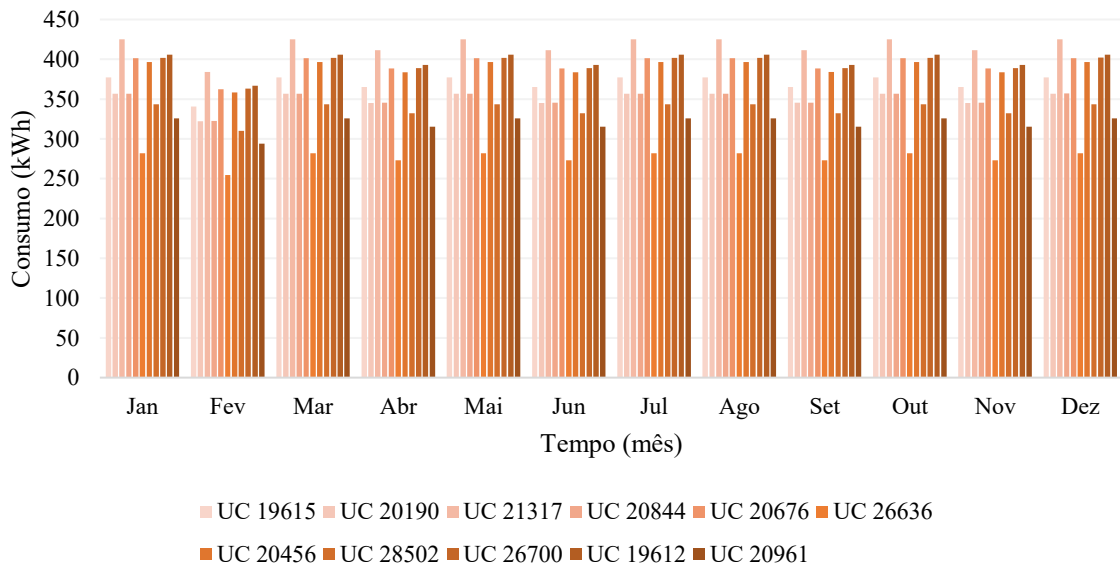
Figura 43 – Consumo das unidades consumidoras da classe 1.



Fonte: Autora (2023).

A Figura 44 mostra o consumo das 11 unidades consumidoras englobadas na classe 2 para os meses de janeiro a dezembro. A variação média do consumo de energia elétrica foi de 276,71 a 417,13 kWh, e o total variou de 3.320,47 a 5.005,59 kWh.

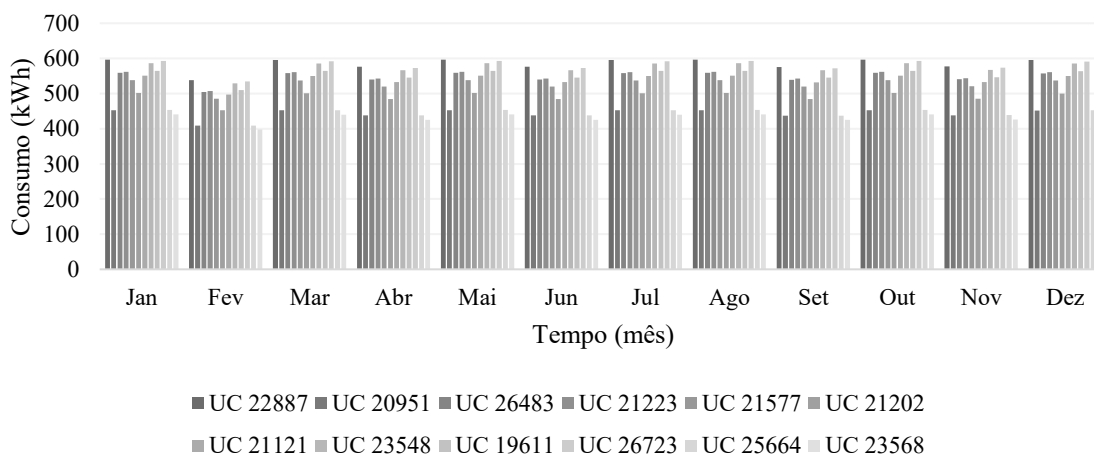
Figura 44 – Consumo das unidades consumidoras da classe 2.



Fonte: Autora (2023).

A classe 3 abrange a maior quantidade de unidades consumidoras apresentadas na dissertação, cerca de 13 UCs. O consumo médio delas variou entre 431,78 e 584,59 kWh, e o total entre 5.181,31 e 7.015,04 kWh. A Figura 45 apresenta o consumo das unidades pertencentes a classe 3.

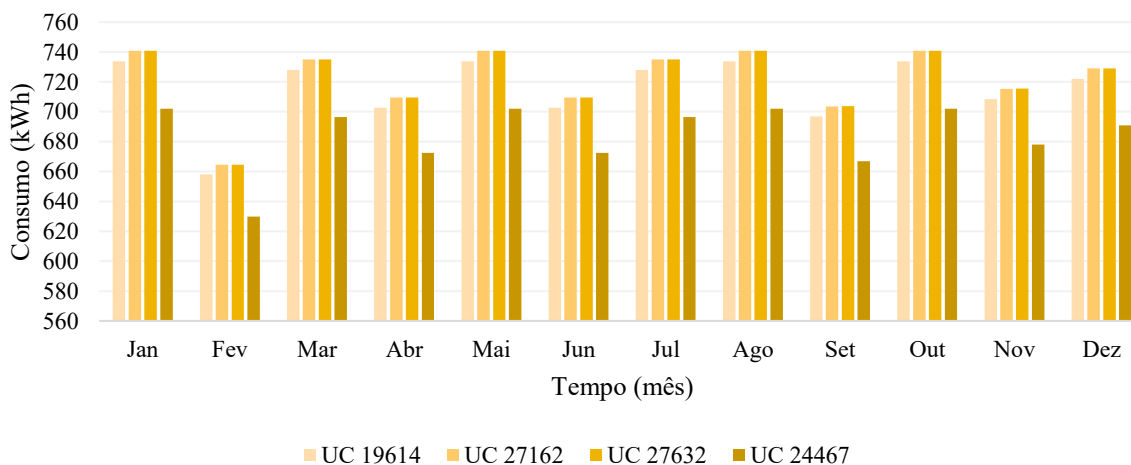
Figura 45 – Consumo das unidades consumidoras da classe 3.



Fonte: Autora (2023).

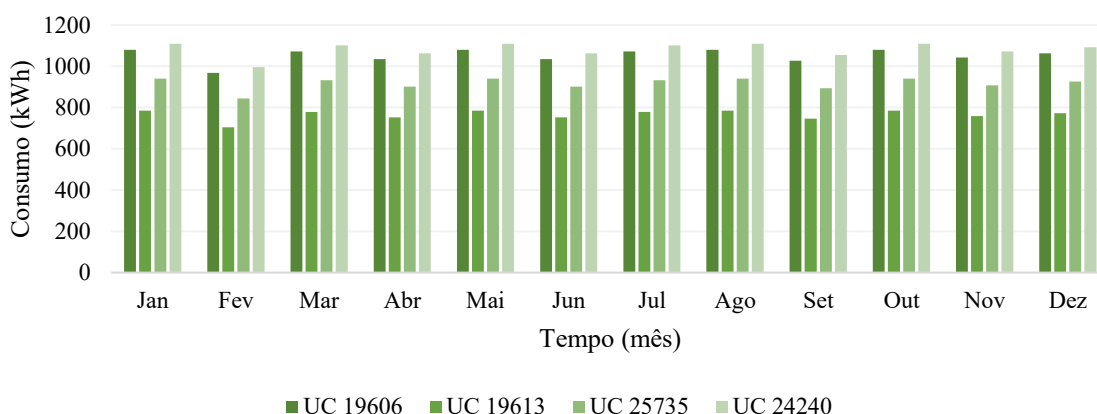
As classes 4 e 5 contam com 4 unidades consumidoras, cada uma. A variação do consumo médio da classe 4 é de 684,32 a 722,12 kWh, e da classe 5 é de 765,32 a 1081,32 kWh. O consumo total variou de 8.211,78 e 8.581,65 kWh para a classe 4, e de 9.183,79 a 12.975,87 kWh para a classe 5. As Figuras 46 e 47 exibem o consumo das unidades consumidoras pertencentes as classes 4 e 5, nessa ordem.

Figura 46 – Consumo das unidades consumidoras da classe 4.



Fonte: Autora (2023).

Figura 47 – Consumo das unidades consumidoras da classe 5.



Fonte: Autora (2023).

4.2 POTÊNCIA DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

A potência dos sistemas fotovoltaicos das unidades consumidoras foi obtida segundo a equação 8. A Tabela 10 apresenta a mesma, em que a potência calculada do sistema fotovoltaico de cada unidade consumidora está relacionada com a sua classe.

Tabela 10 – Potência calculada dos sistemas fotovoltaicos.

Classe	1	2	3	4	5
Potência (kW)	1,80	3,18	4,86	6,57	7,75

Fonte: Autora (2023).

A partir da potência calculada para cada classe, foi possível inserir no *software* SAM os dados do sistema fotovoltaico. A Tabela 11 apresenta a quantidade e potência dos módulos fotovoltaicos, *strings*, quantidade e potência de saída dos inversores.

Tabela 11 – Parâmetros do sistema fotovoltaico para cada classe.

Classe	1	2	3	4	5
Quantidade de módulos por <i>string</i>	6	10	5	10	8
Potência de módulos	1,98 kWp	3,30 kWp	4,95 kWp	6,61 kWp	7,93 kWp
<i>Strings</i>	1	1	3	2	3
Quantidade de inversores	1	1	1	1	1
Potência de saída de inversores	1,80 kW	3,04 kW	4,58 kW	6,92 kW	7,76 kW
Fator de dimensionamento do inversor (FDI)	0,91	0,92	0,92	1,05	0,98

Fonte: Autora (2023).

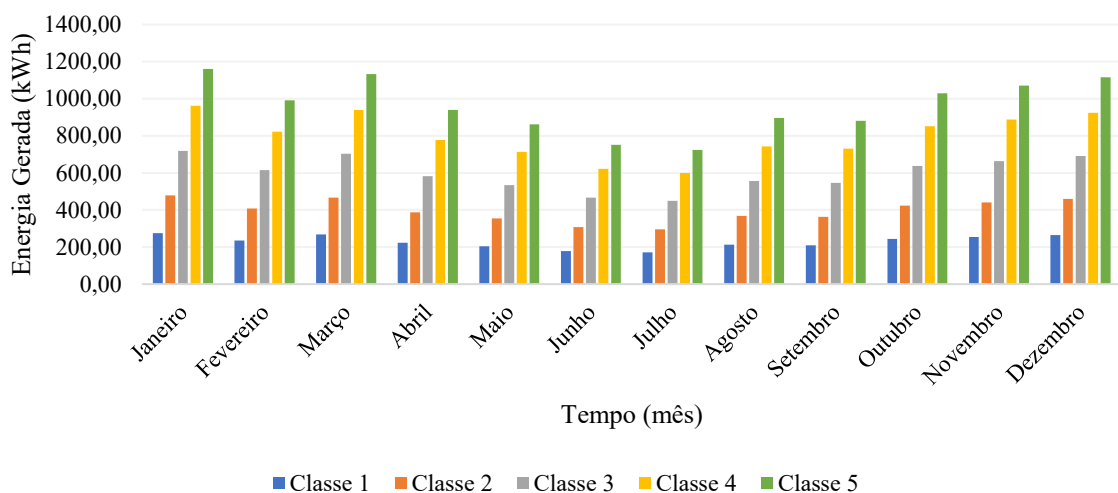
O fator de dimensionamento do inversor foi calculado pela razão entre a potência de saída de inversores e a potência dos módulos.

A disponibilidade mensal garantida considerada foi de R\$ 15,97, para a tarifa convencional e branca.

4.3 PRIMEIRO CENÁRIO

No primeiro cenário são apresentados os resultados de 40 unidades consumidoras (UCs) e a penetração de 30, 50 e 70% de SFCR nas unidades consumidoras, isto é, 12 UCs com sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR), 20 UCs com SFCR e 8 UCs com SFCR, respectivamente. A Figura 48 exibe a energia gerada pelo sistema fotovoltaico de acordo com os sistemas projetados para as classes.

Figura 48 – Energia gerada pelo sistema fotovoltaico para as classes do primeiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

A energia gerada total pelo sistema fotovoltaico incluiu o somatório da energia injetada na rede elétrica e a energia consumida instantaneamente. A média mensal da energia gerada pelo sistema fotovoltaico para as classes pode ser vista na Tabela 12, com a menor geração de energia média para a classe 1 de 227,95 kWh, e a maior para a classe 5 de 962,34 kWh.

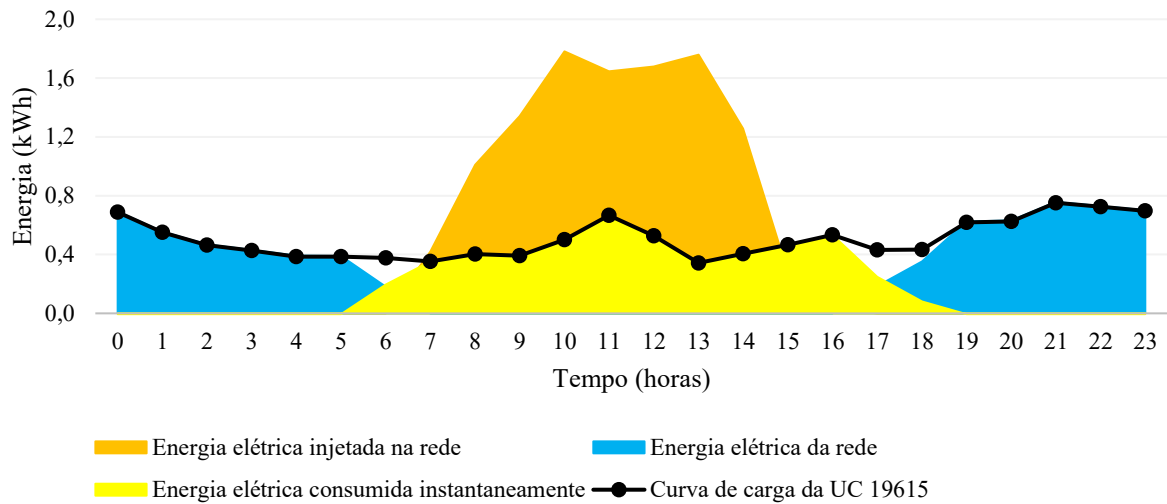
Tabela 12 – Média mensal da energia gerada pelo sistema fotovoltaico para as classes do primeiro cenário.

Energia Gerada pelo SFV (kWh)					
Mês	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Média	227,95	395,91	596,78	797,41	962,34

Fonte: Autora (2023).

A Figura 49 mostra a curva de carga da UC 19615, em um dia útil ensolarado com sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica. A geração de energia elétrica do sistema fotovoltaico ocorre das 06:00 às 18:00 horas, suprindo a demanda da carga das 07:00 às 17:00 horas. No período entre 07:00 e 16:00 horas, a geração de energia é maior do que o consumo, injetando energia gerada pelo sistema fotovoltaico na rede elétrica.

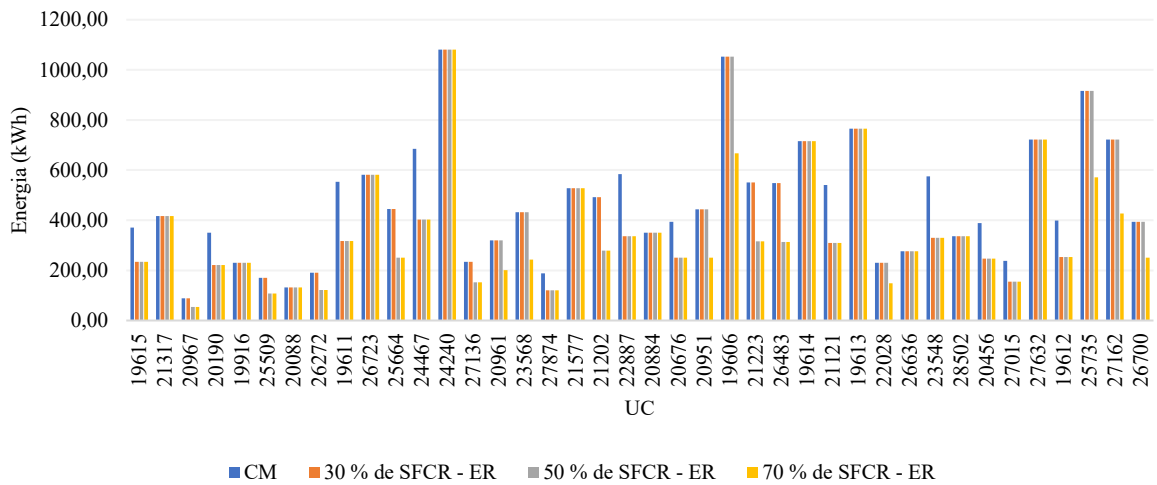
Figura 49 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica do primeiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

A média do consumo mensal (CM) e a energia elétrica da rede (ER) pode ser visto na Figura 50 e no APÊNDICE A. As unidades consumidoras (UCs) que não possuem sistema fotovoltaico, consomem apenas energia da rede elétrica.

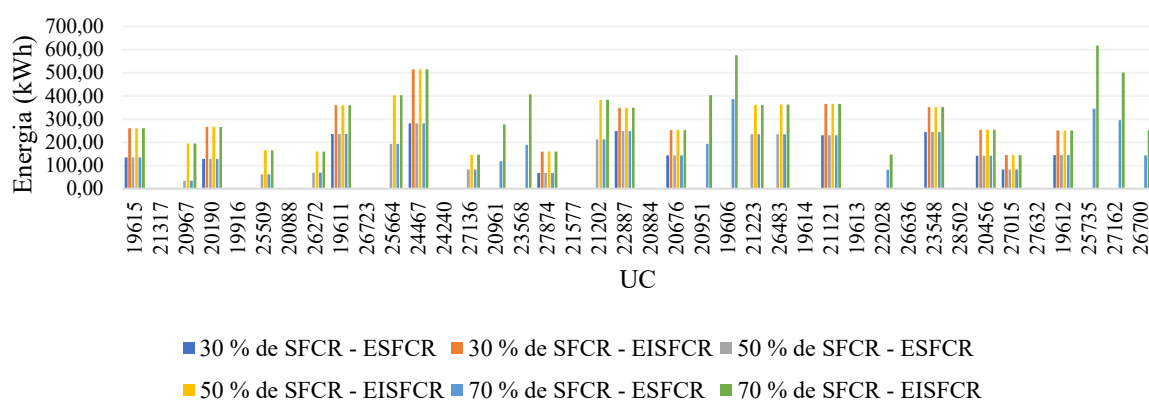
Figura 50 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) do primeiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

As UCs que possuem SFCR consumiram instantaneamente parte de energia fornecida pelo sistema fotovoltaico e pela rede elétrica. Ademais, parte da energia gerada pelos SFCR não foi consumida pela unidade prosumidora, sendo injetada na rede elétrica. A Figura 51 e o APÊNDICE B indicam a média mensal de energia gerada pelo sistema fotovoltaico consumida instantaneamente e a média mensal da energia gerada pelo sistema fotovoltaico injetada na rede elétrica.

Figura 51 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) do primeiro cenário.



Logo, uma parcela da energia injetada na rede pelas unidades prosumidoras foi alocada para as UCs. Assim, após a UC consumir a energia alocada, o consumo de energia da rede elétrica pode sofrer alterações. As Figuras 52 e 53 apresentam a energia alocada (EA) para as unidades consumidoras e a energia da rede após a energia alocada (ERA), respectivamente.

Figura 52 – Energia alocada (EA) do primeiro cenário.

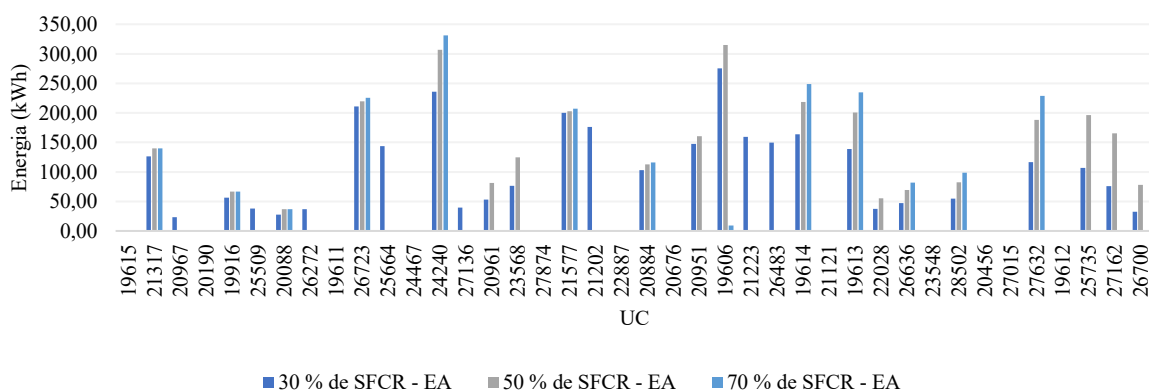
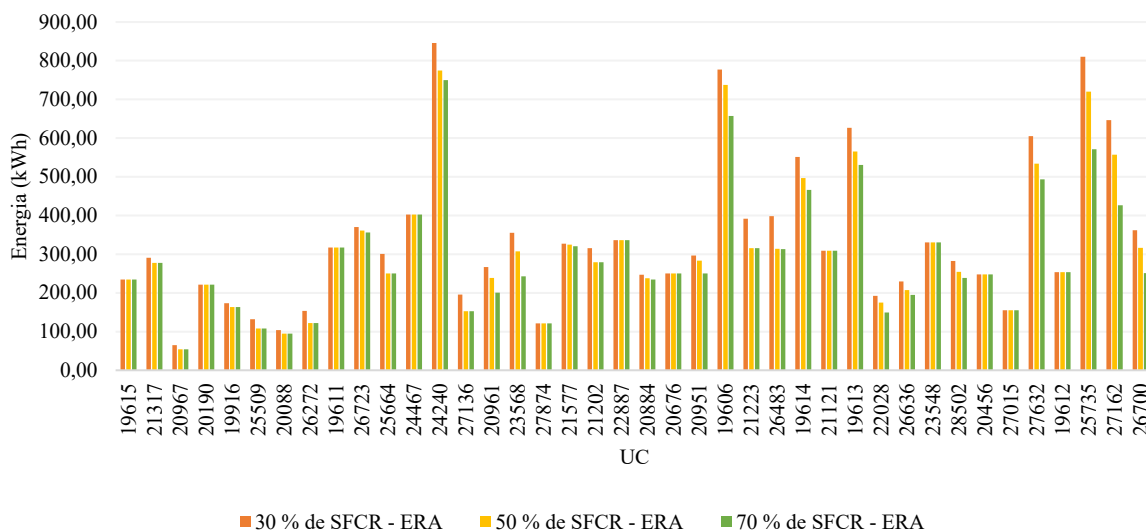


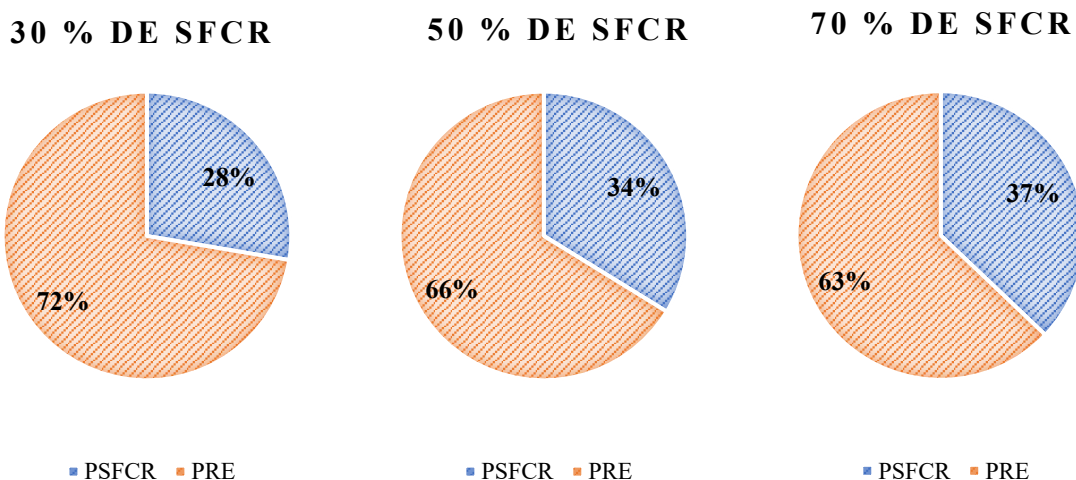
Figura 53 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) do primeiro cenário.



Fonte: Autora (2023).

As unidades prossumidoras da configuração de 30 e 50% de SFCR não consumiram energia alocada, ou seja, elas apenas consumiram a energia gerada pelo seu próprio sistema fotovoltaico, como pode ser observado no APÊNDICE C. Isso porque, a unidade prossumidora pode ter consumido energia gerada do seu próprio sistema fotovoltaico nos horários de energia injetada, ou devido à falta da mesma nos horários de consumo. A Figura 54 apresenta a média da porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e a porcentagem de energia consumida da rede elétrica (PRE).

Figura 54 – Média da PSFCR e PRE do primeiro cenário.

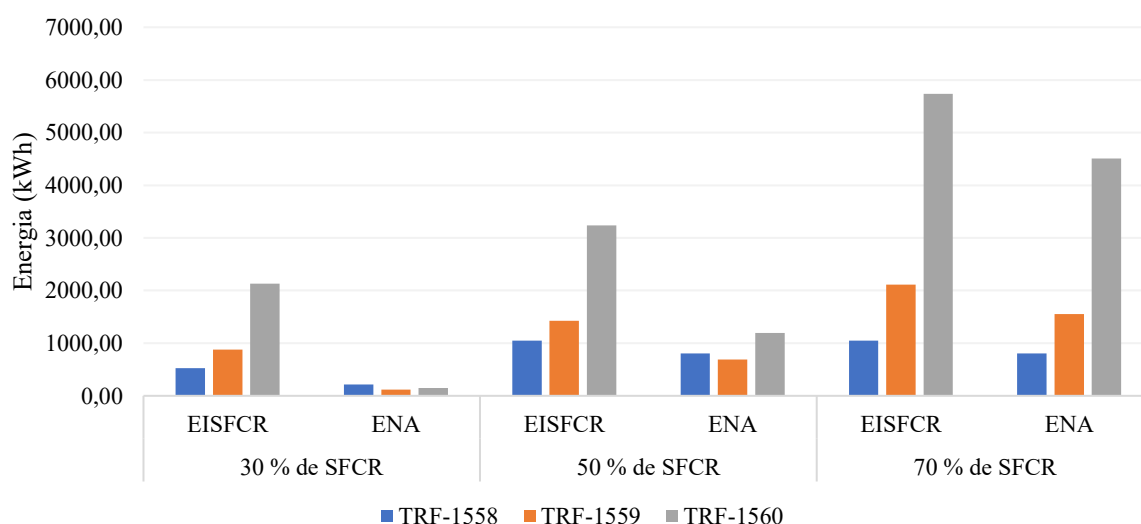


Fonte: Autora (2023).

O APÊNDICE D detalha para todas as UCs, os valores de PSFCR e PRE. Portanto, na configuração de 30%, as unidades prosumidoras, mesmo possuindo sistema fotovoltaico, ficaram em maior parte dependentes da energia fornecida pela rede, cerca de 57% a 65%. Enquanto, a PSFCR para as unidades prosumidoras variou de 35% a 43%. Do mesmo modo, na configuração de 70%, a PSFCR das unidades prosumidoras ficou entre 35% e 44%, e para as UCs que não possuem sistema fotovoltaico foi de 28% a 39%.

Destaca-se que a energia injetada não foi totalmente consumida pelas unidades consumidoras presentes no diagrama unifilar apresentado na Figura 14. Dessa forma, a Figura 55 exhibe a média mensal da energia injetada que não foi alocada para as UCs, e a energia média injetada na rede das unidades prosumidoras atendidas por seus respectivos transformadores.

Figura 55 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA).



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, a porcentagem de energia não alocada foi de 41, 13 e 7%, para as UCs atendidas pelo TRF-1558, TRF-1559, TRF-1560, respectivamente. Logo, na configuração de 50% de SFCR, o TRF-1558 atende 8 UCs, com o total de 5 unidades prosumidoras, e de 3 UCs que não possuem SFCR. Dessa forma, aproximadamente 77% da energia injetada não foi alocada para as UCs do TRF-1558 da configuração de 50% de SFCR.

Além disso, na configuração de 50% de SFCR uma quantia de aproximadamente 74% e 79% de energia média injetada não foi alocada para as UCs atendidas pelo TRF-1559 e 1560, respectivamente. No entanto, a energia injetada pode ser alocada para outras UCs não presentes no diagrama unifilar da Figura 14.

A Tabela 13 indica o faturamento referente à energia da rede elétrica, à energia injetada, aos créditos de energia (CRE) referente a tarifa branca (TB) e tarifa convencional (TC).

Tabela 13 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) do primeiro cenário.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE
19615	TC	124,84	138,56	21,41	124,84	138,56	21,41	124,84	138,56	21,41
	TB	129,08	118,60	6,74	129,08	118,60	6,74	129,08	118,60	6,74
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-
	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	29,02	103,35	74,33	29,02	103,35	74,33
	TB	46,85	-	-	31,32	31,32	57,20	31,32	31,32	57,20
20190	TC	117,63	142,07	28,90	117,63	142,07	28,90	117,63	142,07	28,90
	TB	121,70	121,61	11,71	121,70	121,61	11,71	121,70	121,61	11,71
19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	57,58	88,39	30,88	57,58	88,39	30,88
	TB	90,24	-	-	61,86	75,67	15,58	61,86	75,67	15,58
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	64,92	84,90	21,34	64,92	84,90	21,34
	TB	101,04	-	-	69,66	72,68	8,30	69,66	72,68	8,30
19611	TC	168,87	191,87	33,37	168,87	191,87	33,37	168,87	191,87	33,37
	TB	171,70	164,30	13,81	171,70	164,30	13,81	171,70	164,30	13,81
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	133,37	214,52	81,32	133,37	214,52	81,32
	TB	224,64	-	-	135,88	183,72	50,58	135,88	183,72	50,58
24467	TC	213,98	274,18	66,74	213,98	274,18	66,74	213,98	274,18	66,74
	TB	213,09	234,68	35,70	213,09	234,68	35,70	213,09	234,68	35,70
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	81,15	77,60	5,83	81,15	77,60	5,83
	TB	124,51	-	-	86,87	66,42	0,00	86,87	66,42	0,00
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	106,80	147,47	42,29
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	110,59	126,23	20,99
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	129,36	217,19	87,82
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	131,83	186,01	55,86
27874	TC	64,32	85,18	22,07	64,32	85,18	22,07	64,32	85,18	22,07
	TB	69,03	72,92	8,82	69,03	72,92	8,82	69,03	72,92	8,82
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-

Tabela 13 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) do primeiro cenário.

(conclusão)										
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	148,58	204,62	59,15	148,58	204,62	59,15
	TB	248,50	-	-	151,24	175,23	31,71	151,24	175,23	31,71
22887	TC	179,14	185,63	23,72	179,14	185,63	23,72	179,14	185,63	23,72
	TB	182,03	158,95	6,96	182,03	158,95	6,96	182,03	158,95	6,96
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	133,36	134,51	14,20	133,36	134,51	14,20	133,36	134,51	14,20
	TB	137,81	115,13	1,74	137,81	115,13	1,74	137,81	115,13	1,74
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	133,23	214,61	81,52
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	135,74	183,80	50,76
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	354,71	306,74	10,79
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	385,26	262,53	0,00
21223	TC	293,14	-	-	167,95	192,44	34,35	167,95	192,44	34,35
	TB	278,47	-	-	170,77	164,78	14,52	170,77	164,78	14,52
26483	TC	291,54	-	-	166,96	193,05	35,41	166,96	193,05	35,41
	TB	276,95	-	-	169,77	165,31	15,27	169,77	165,31	15,27
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-
21121	TC	164,45	194,60	38,34	164,45	194,60	38,34	164,45	194,60	38,34
	TB	167,24	166,64	17,20	167,24	166,64	17,20	167,24	166,64	17,20
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	79,40	78,36	7,09
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	85,01	67,07	0,00
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-
23548	TC	175,88	187,61	26,77	175,88	187,61	26,77	175,88	187,61	26,77
	TB	178,74	160,64	9,02	178,74	160,64	9,02	178,74	160,64	9,02
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-
20456	TC	131,69	135,29	15,53	131,69	135,29	15,53	131,69	135,29	15,53
	TB	136,10	115,80	2,68	136,10	115,80	2,68	136,10	115,80	2,68
27015	TC	82,57	76,99	4,93	82,57	76,99	4,93	82,57	76,99	4,93
	TB	88,36	65,90	0,00	88,36	65,90	0,00	88,36	65,90	0,00
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-
19612	TC	134,98	133,75	13,01	134,98	133,75	13,01	134,98	133,75	13,01
	TB	139,47	114,48	1,16	139,47	114,48	1,16	139,47	114,48	1,16
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	304,05	328,47	46,33
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	331,24	281,13	5,96
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	226,91	267,02	51,23
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	225,84	228,55	24,73
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	133,57	134,41	14,05
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	138,02	115,04	1,67

Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, os valores do faturamento de energia da rede elétrica foram menores com a tarifa branca, para as UCs sem sistema fotovoltaico, com exceção das UCs 24240, 19606, 19613, e 25735, pertencentes a classe 5. Para as unidades prosumidoras o faturamento da energia da rede elétrica foi menor com a tarifa convencional, salvante a UC 24467.

Os valores do faturamento de energia da rede elétrica foram menores com a tarifa branca, para todas as UCs sem sistema fotovoltaico, da configuração de 70% de SFCR. Entretanto, para as unidades prosumidoras, os faturamentos de energia da rede elétrica foram menores com a tarifa convencional, exceto para as UCs 24467 e 27162, incluídas na classe 4.

Ademais, apenas as UCs com sistema fotovoltaico injetam energia na rede elétrica. De modo que, o faturamento da energia injetada na rede foi maior com a tarifa convencional, sendo a melhor opção. Da mesma maneira, o faturamento dos créditos de energia foi maior no âmbito da tarifa convencional. Sendo que, os créditos de energia podem ser utilizados nos meses seguintes a sua geração, com validade de 60 meses.

No cálculo da fatura de energia da rede elétrica, para as UCs com sistema fotovoltaico, unidades prosumidoras, foram considerados os valores do faturamento referente à energia injetada na rede elétrica e à energia consumida da rede elétrica. A Tabela 14 exhibe o total e a média mensal da fatura de energia elétrica.

Tabela 14 – Fatura de energia do primeiro cenário.

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	19,43	TC	19,43	TC	19,43	TC
			TB	25,32		25,32		25,32	
21317	2	1558	TC	222,01	TB	222,01	TB	222,01	TB
			TB	215,29		215,29		215,29	
20967	1	1558	TC	46,99	TB	15,97	TC	15,97	TC
			TB	46,85		15,97		15,97	
20190	2	1558	TC	17,64	TC	17,64	TC	17,64	TC
			TB	21,31		21,31		21,31	
19916	1	1558	TC	122,32	TB	122,32	TB	122,32	TB
			TB	121,95		121,95		121,95	
25509	1	1558	TC	90,51	TB	15,97	TC	15,97	TC
			TB	90,24		15,97		15,97	
20088	1	1558	TC	69,96	TB	69,96	TB	69,96	TB
			TB	69,75		69,75		69,75	

Tabela 14 – Fatura de energia do primeiro cenário.

(continua)

26272	1	1558	TC	101,35	TB	15,97	TC	15,97	TC
			TB	101,04		16,83		16,83	
19611	3	1559	TC	21,96	TC	21,96	TC	21,96	TC
			TB	29,69		29,69		29,69	
26723	3	1559	TC	309,22	TB	309,22	TB	309,22	TB
			TB	293,74		293,74		293,74	
25664	3	1559	TC	236,48	TB	15,97	TC	15,97	TC
			TB	224,64		16,65		16,65	
24467	4	1559	TC	19,86	TC	19,86	TC	19,86	TC
			TB	24,95		24,95		24,95	
24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	18,93	TC	18,93	TC
			TB	124,51		24,96		24,96	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	15,97	TC
			TB	164,91		164,91		17,92	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	15,97	TC
			TB	218,31		218,31		16,11	
27874	1	1560	TC	15,97	TC	15,97	TC	15,97	TC
			TB	16,68		16,68		16,68	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	16,93	TC	16,93	TC
			TB	248,50		20,03		20,03	
22887	3	1560	TC	26,58	TC	26,58	TC	26,58	TC
			TB	37,05		37,05		37,05	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	22,42	TC	22,42	TC	22,42	TC
			TB	31,11		31,11		31,11	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	15,97	TC
			TB	224,43		224,43		16,63	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	65,42	TC
			TB	561,99		561,99		122,73	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	21,69	TC	21,69	TC
			TB	278,47		29,10		29,10	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	21,42	TC	21,42	TC
			TB	276,95		28,46		28,46	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	20,74	TC	20,74	TC	20,74	TC
			TB	26,84		26,84		26,84	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	18,30	TC
			TB	122,00		122,00		23,54	

Tabela 14 – Fatura de energia do primeiro cenário.

									(conclusão)
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	24,81	TC	24,81	TC	24,81	TC
			TB	34,56		34,56		34,56	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	21,69	TC	21,69	TC	21,69	TC
			TB	29,92		29,92		29,92	
27015	1	1560	TC	19,61	TC	19,61	TC	19,61	TC
			TB	26,14		26,14		26,14	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	23,27	TC	23,27	TC	23,27	TC
			TB	32,39		32,39		32,39	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	31,98	TC
			TB	489,37		489,37		62,72	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	23,21	TC
			TB	361,23		361,23		31,31	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	22,53	TC
			TB	203,53		203,53		31,26	

Fonte: Autora (2023).

Para as UCs sem sistemas fotovoltaicos, os valores de fatura de energia elétrica foram iguais ao faturamento referente à energia da rede, uma vez que só há consumo de energia da rede elétrica. Isto posto, para a maioria das UCs sem sistemas fotovoltaicos analisadas a fatura de energia elétrica apresentou os menores valores com a tarifa branca. Apenas para as UCs sem sistemas fotovoltaicos da classe 5, como as UCs 24240, 19606, 19613 e 25735 a tarifa branca foi inviável, na configuração de 30%.

Independente da configuração, para as unidades prosumidoras, a tarifa convencional foi mais vantajosa. Tal visto que, a geração de energia ocorre somente de dia, reduzindo o consumo da rede elétrica durante o dia e aumentando a proporção do consumo a noite, desfavorecendo a escolha pela tarifa branca. Verifica-se que em parte do período noturno estão os maiores valores de tarifa branca, horários de ponta e intermediário.

Quando há a inserção de SFCR na unidade consumidora, os valores pagos na fatura de energia elétrica são reduzidos. Na configuração de 50 e 70% de SFCR, algumas UCs com SFCR pagaram apenas o valor da disponibilidade mensal garantida de R\$ 15,97, como as UCs 20967 e 25509. A fatura de energia para as UCs 20967 e 25509 apresentaram os mesmos valores no

âmbito da tarifa convencional e branca. No entanto, para essas UCs foi escolhida a tarifa convencional, devido os valores de créditos serem maiores com a tarifa convencional.

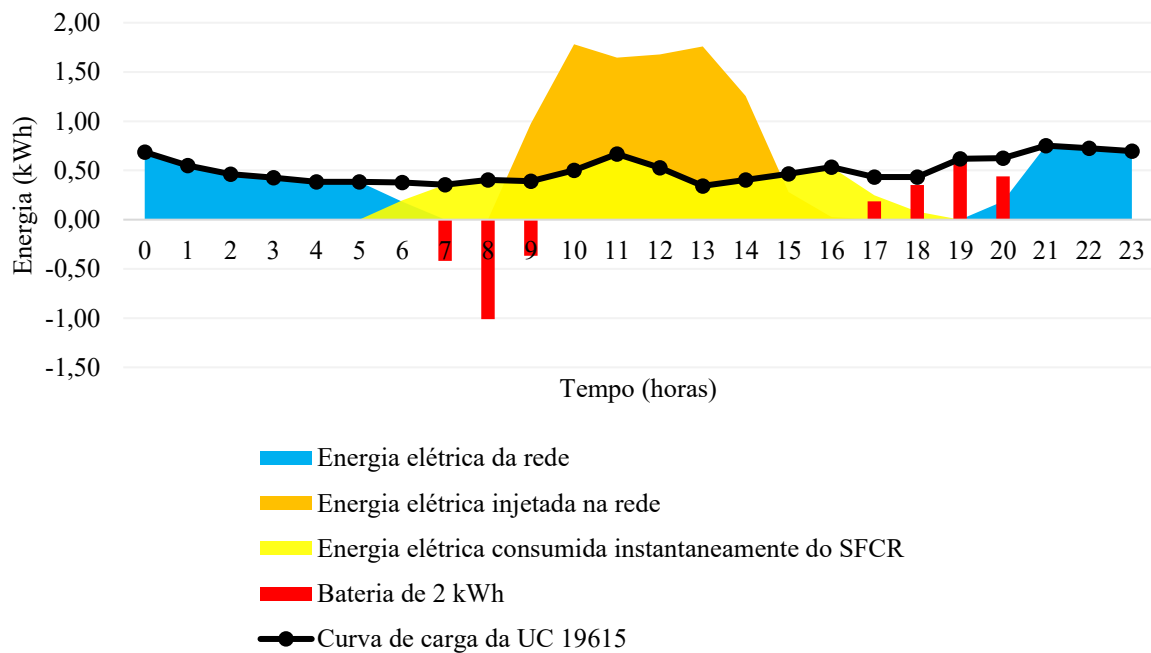
4.4 SEGUNDO CENÁRIO

No segundo cenário foi considerado a adição da bateria de capacidade de 2, 4 e 10 kWh no inversor dos SFCR. Dessa forma, foram feitas simulações considerando 30%, 50% e 70% de SFCR.

4.4.1 Bateria de 2 kWh

A Figura 56 mostra a curva de carga com geração solar e bateria de 2 kWh, em um dia útil ensolarado. Dessa forma, parte da energia gerada pelo sistema fotovoltaico foi armazenada na bateria, ao invés de ser injetada na rede. A energia foi armazenada entre as 07:00 e 09:00 horas. Posteriormente, no período da noite, a energia armazenada foi descarregada, entre 17:00 e 20:00 horas.

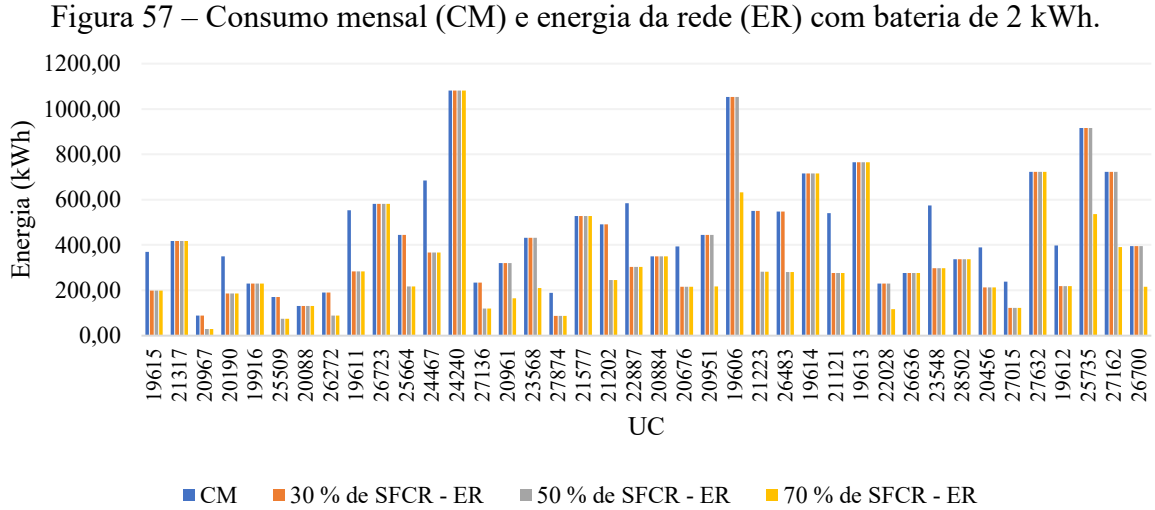
Figura 56 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A conversão de energia elétrica para energia química causa perdas de energia, e vice-versa. Através das simulações realizadas no SAM foi constatado que para a UC 19615, a perda

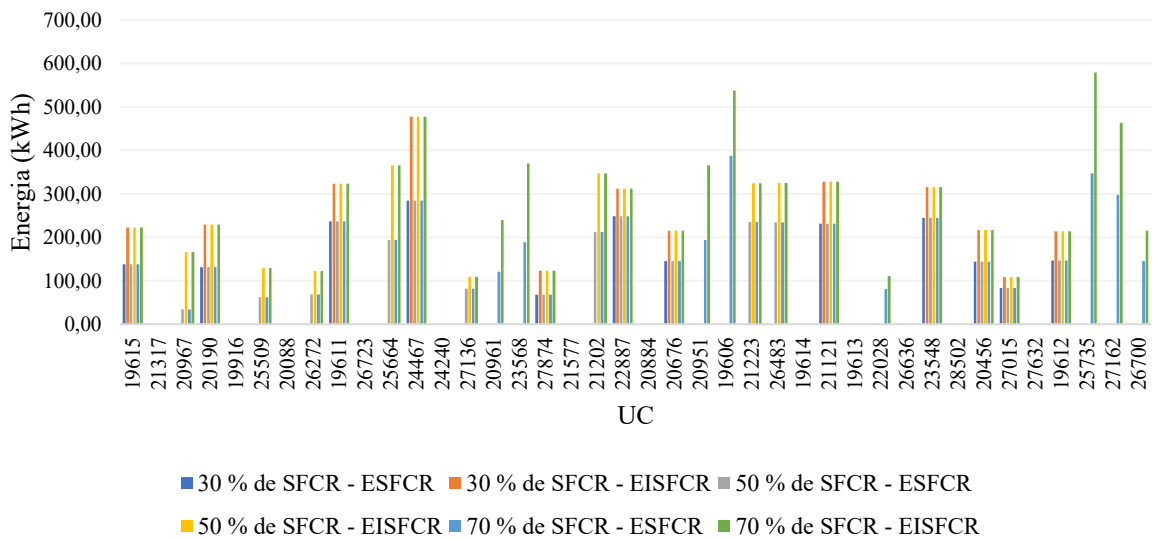
de conversão de energia foi de -1,0%. A Figura 57 apresenta o consumo mensal (CM) das UCs e a energia da rede (ER), os valores podem ser vistos no APÊNDICE E.



Fonte: Autora (2023).

A quantidade de energia injetada na rede foi reduzida com a inserção da bateria de 2 kWh, para as unidades prossumidoras. Visto que, parte da energia gerada pelos SFCR foi armazenada na bateria. A energia injetada da UC 19615 foi reduzida em cerca de 14%. A Figura 58 e o APÊNDICE F indicam a média mensal da energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e da energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

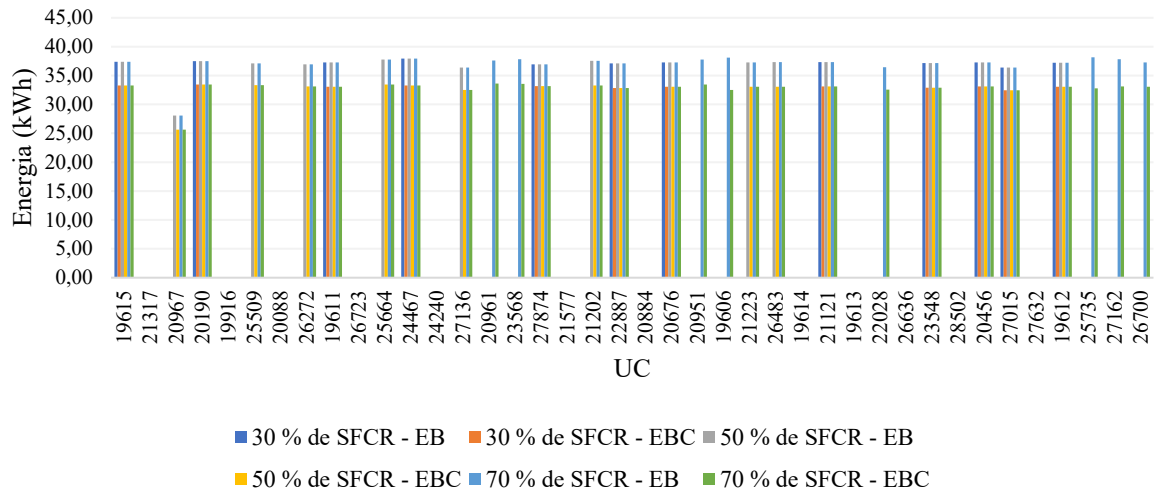
Figura 58 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A energia gerada pelos SFCR, além de ser consumida instantaneamente e injetada na rede, ela também foi armazenada na bateria. A Figura 59 e o APÊNDICE G indicam a média mensal da energia armazenada na bateria (EB) e a energia descarregada na carga (EBC).

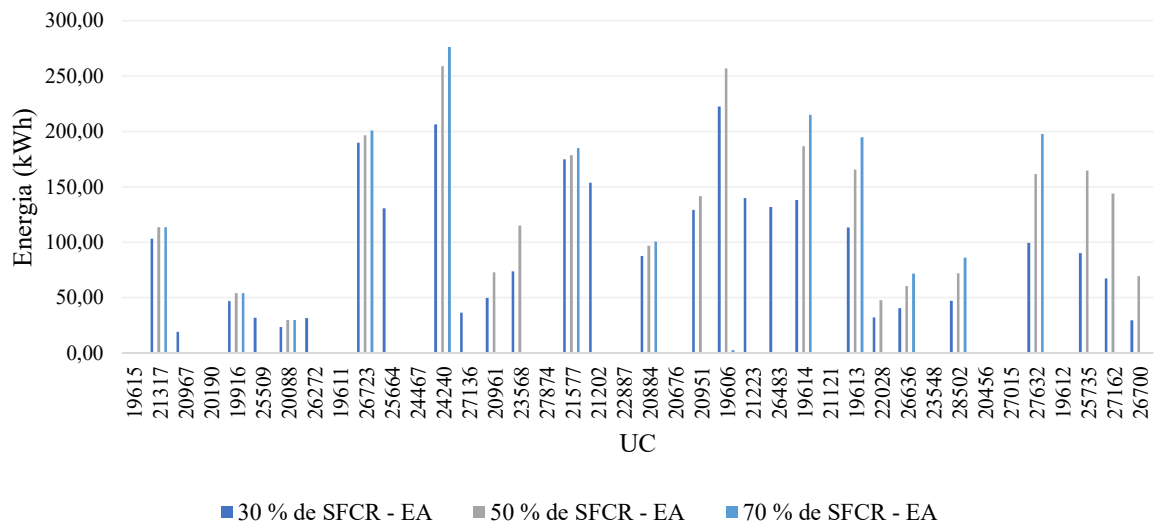
Figura 59 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

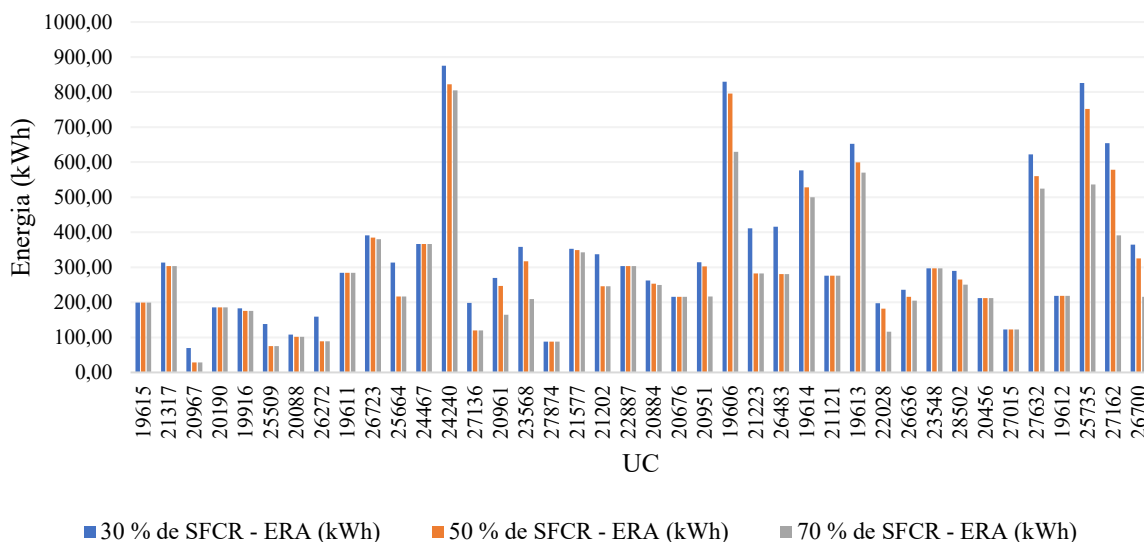
Na configuração de 70%, o menor valor de EB foi de 28,09 kWh e o maior valor de 38,17 kWh, enquanto, o menor valor de EBC foi de 25,66 kWh e o maior de 33,60 kWh. A média mensal da energia alocada (EA) e a energia da rede após a energia alocada (ERA) são mostradas nas Figuras 60 e 61, nessa ordem, e no APÊNDICE H.

Figura 60 – Energia alocada (EA) com bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

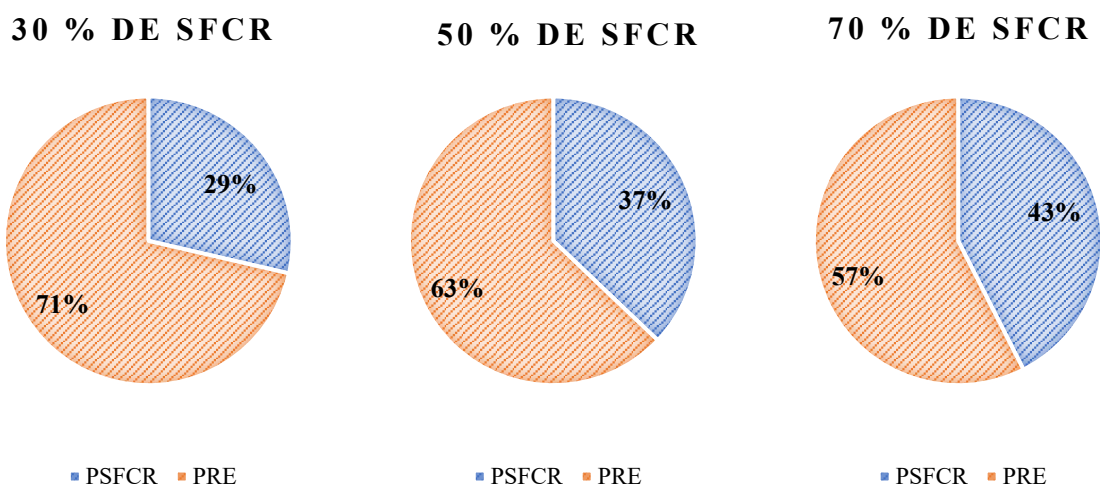
Figura 61 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

Para a UC 21317, a energia da rede após a energia alocada foi reduzida em cerca de 27%, na configuração de 50 e 70% de SFCR. A Figura 62 exibe a média da porcentagem de consumo da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos (PSFCR) e da rede elétrica (PRE) para as configurações 30, 50 e 70% de SFCR e bateria de 2 kWh.

Figura 62 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 2 kWh.

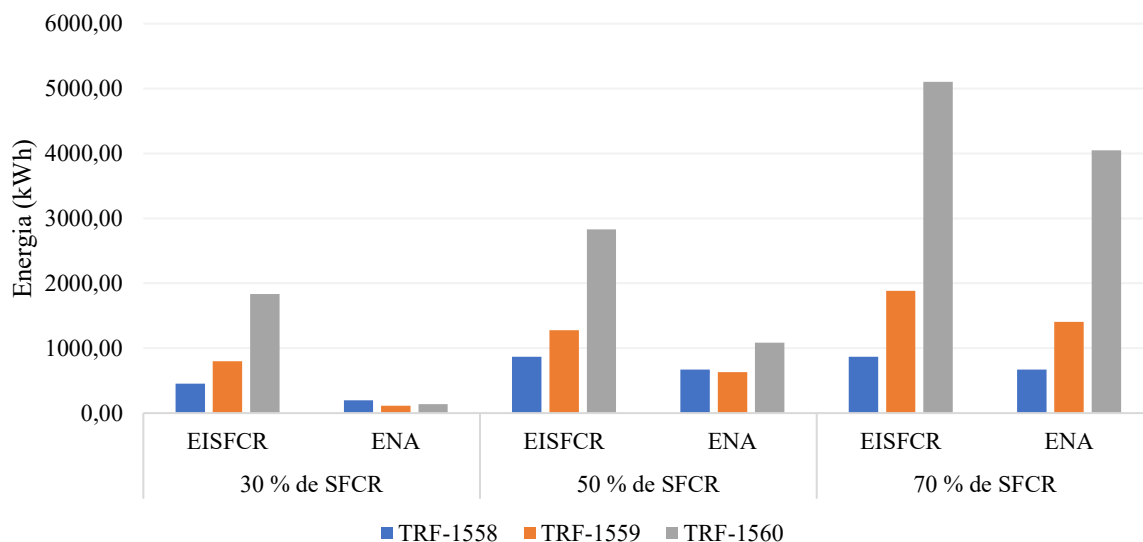


Fonte: Autora (2023).

A dependência de energia da rede para as UCs com SFCR e bateria de 2 kWh foi reduzida comparada com as UCs apenas com SFCR, podendo ser visto no APÊNDICE I. A

Figura 63 apresenta o total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e o total da média mensal de energia não alocada (ENA) para as UCs.

Figura 63 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

Desse modo, na configuração de 30% SFCR e bateria de 2 kWh, não foi alocado cerca de 43, 14 e 7% de energia injetada para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559, 1560, nessa ordem. Logo, na configuração de 50% de SFCR e bateria de 2 kWh, aproximadamente 77, 50, e 38% da energia injetada não foi alocada para as UCs selecionadas, atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, na devida ordem.

Por fim, na configuração de 70% de SFCR e bateria de 2 kWh, cerca de 77, 75% e 79% de energia injetada não foi alocada para as UCs, atendidas pelos TRF-1558, 1559, e 1560, respectivamente. A Tabela 15 indica a média mensal do faturamento referente à energia da rede elétrica, energia injetada na rede pelos SFCR e aos créditos de energia.

Tabela 15 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE
19615	TC	106,03	118,66	20,80	106,03	118,66	20,80	106,03	118,66	20,80
	TB	100,97	101,57	12,68	100,97	101,57	12,68	100,97	101,57	12,68
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-

Tabela 15 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh.

(continua)

	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	15,31	88,40	73,09	15,31	88,40	73,09
	TB	46,85	-	-	13,10	13,10	62,62	13,10	75,72	62,62
20190	TC	98,74	122,11	28,06	98,74	122,11	28,06	98,74	122,11	28,06
	TB	93,20	104,52	18,77	93,20	104,52	18,77	93,20	104,52	18,77
19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	39,77	68,64	29,02	39,77	68,64	29,02
	TB	90,24	-	-	34,89	58,77	24,17	34,89	58,77	24,17
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	47,23	65,24	19,68	47,23	65,24	19,68
	TB	101,04	-	-	42,20	55,85	15,61	42,20	55,85	15,61
19611	TC	151,18	172,03	32,13	151,18	172,03	32,13	151,18	172,03	32,13
	TB	144,30	147,31	19,85	144,30	147,31	19,85	144,30	147,31	19,85
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	115,45	194,43	79,23	115,45	194,43	79,23
	TB	224,64	-	-	107,37	166,52	60,31	107,37	166,52	60,31
24467	TC	195,24	254,00	65,53	195,24	254,00	65,53	195,24	254,00	65,53
	TB	188,44	217,41	41,41	188,44	217,41	41,41	188,44	217,41	41,41
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	63,80	58,22	4,87	63,80	58,22	4,87
	TB	124,51	-	-	59,48	49,83	2,66	59,48	49,83	2,66
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	87,84	127,44	41,36
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	81,68	109,09	30,30
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	111,41	197,06	85,65
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	103,23	168,78	66,17
27874	TC	46,63	65,52	20,42	46,63	65,52	20,42	46,63	65,52	20,42
	TB	41,59	56,09	16,24	41,59	56,09	16,24	41,59	56,09	16,24
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	130,76	184,64	57,33	130,76	184,64	57,33
	TB	248,50	-	-	123,16	158,13	40,29	123,16	158,13	40,29
22887	TC	161,55	165,87	22,55	161,55	165,87	22,55	161,55	165,87	22,55
	TB	155,01	142,04	11,91	155,01	142,04	11,91	155,01	142,04	11,91
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	114,68	114,67	13,60	114,68	114,67	13,60	114,68	114,67	13,60
	TB	110,21	98,15	6,69	110,21	98,15	6,69	110,21	98,15	6,69
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	115,32	194,52	79,44
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	107,24	166,60	60,51
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	336,41	286,45	9,99

Tabela 15 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh.

(conclusão)										
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	365,71	245,17	0,00
21223	TC	293,14	-	-	150,25	172,59	33,00	150,25	172,59	33,00
	TB	278,47	-	-	143,33	147,79	20,68	143,33	147,79	20,68
26483	TC	291,54	-	-	149,25	173,19	34,00	149,25	173,19	34,00
	TB	276,95	-	-	142,29	148,31	21,57	142,29	148,31	21,57
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-
21121	TC	146,71	174,73	36,74	146,71	174,73	36,74	146,71	174,73	36,74
	TB	139,66	149,63	23,84	139,66	149,63	23,84	139,66	149,63	23,84
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	62,00	58,95	6,09
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	57,56	50,46	3,70
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-
23548	TC	158,26	167,82	25,59	158,26	167,82	25,59	158,26	167,82	25,59
	TB	151,62	143,71	14,42	151,62	143,71	14,42	151,62	143,71	14,42
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-
20456	TC	112,99	115,44	14,92	112,99	115,44	14,92	112,99	115,44	14,92
	TB	108,42	98,81	7,70	108,42	98,81	7,70	108,42	98,81	7,70
27015	TC	65,25	57,63	4,03	65,25	57,63	4,03	65,25	57,63	4,03
	TB	61,03	49,33	1,83	61,03	49,33	1,83	61,03	49,33	1,83
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-
19612	TC	116,31	113,92	12,41	116,31	113,92	12,41	116,31	113,92	12,41
	TB	111,95	97,51	5,71	111,95	97,51	5,71	111,95	97,51	5,71
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	285,63	308,15	45,38
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	310,79	263,74	7,93
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	208,24	246,88	50,16
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	201,70	211,31	29,68
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	114,89	114,57	13,44
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	110,44	98,06	6,57

Fonte: Autora (2023).

Para todas as configurações, os valores do faturamento referente à energia da rede elétrica foram menores com a tarifa branca para a maioria das UCs, com exceção das UCs da classe 5, as UCs 24240, 19606, 19613 e 25735. Além disso, o valor do faturamento referente à energia injetada na rede e aos créditos de energia foram maiores com a tarifa convencional. A fatura de energia é vista na Tabela 16.

Tabela 16 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh.

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	19,59		19,59		19,59	
			TB	21,53	TC	21,53	TC	21,53	TC
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB
20967	1	1558	TC	46,99		15,97		15,97	
			TB	46,85	TB	15,97	TC	15,97	TC
20190	2	1558	TC	17,79		17,79		17,79	
			TB	18,91	TC	18,91	TC	18,91	TC
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32	
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB
25509	1	1558	TC	90,51		15,97		15,97	
			TB	90,24	TB	15,97	TC	15,97	TC
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96	
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB
26272	1	1558	TC	101,35		15,97		15,97	
			TB	101,04	TB	15,97	TC	15,97	TC
19611	3	1559	TC	22,52		22,52		22,52	
			TB	26,14	TC	26,14	TC	26,14	TC
26723	3	1559	TC	309,22		309,22		309,22	
			TB	293,74	TB	293,74	TB	293,74	TB
25664	3	1559	TC	236,48		15,97		15,97	
			TB	224,64	TB	15,97	TC	15,97	TC
24467	4	1559	TC	20,09		20,09		20,09	
			TB	23,76	TC	23,76	TC	23,76	TC
24240	5	1559	TC	575,52		575,52		575,52	
			TB	577,40	TC	577,40	TC	577,40	TC
27136	1	1559	TC	124,88		19,63		19,63	
			TB	124,51	TB	20,40	TC	20,40	TC
20961	2	1559	TC	170,06		170,06		15,97	
			TB	164,91	TB	164,91	TB	16,49	TC
23568	3	1559	TC	229,81		229,81		15,97	
			TB	218,31	TB	218,31	TB	15,97	TC
27874	1	1560	TC	15,97		15,97		15,97	
			TB	15,97	TC	15,97	TC	15,97	TC
21577	3	1560	TC	280,80		280,80		280,80	
			TB	266,74	TB	266,74	TB	266,74	TB
21202	3	1560	TC	261,59		17,02		17,02	
			TB	248,50	TB	18,53	TC	18,53	TC
22887	3	1560	TC	27,53		27,53		27,53	
			TB	32,91	TC	32,91	TC	32,91	TC
20884	2	1560	TC	186,38		186,38		186,38	
			TB	180,73	TB	180,73	TB	180,73	TB
20676	2	1560	TC	22,82		22,82		22,82	TC

Tabela 16 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh.

									(conclusão)
			TB	26,70		26,70		26,70	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	15,97	TC
			TB	224,43		224,43		15,97	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	66,60	TC
			TB	561,99		561,99		120,54	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	22,14	TC	22,14	TC
			TB	278,47		25,60		25,60	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	21,78	TC	21,78	TC
			TB	276,95		25,07		25,07	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	21,09	TC	21,09	TC	21,09	TC
			TB	23,71		23,71		23,71	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	18,83	TC
			TB	122,00		122,00		19,46	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	25,56	TC	25,56	TC	25,56	TC
			TB	30,77		30,77		30,77	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	21,99	TC	21,99	TC	21,99	TC
			TB	25,67		25,67		25,67	
27015	1	1560	TC	20,31	TC	20,31	TC	20,31	TC
			TB	21,27		21,27		21,27	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	23,81	TC	23,81	TC	23,81	TC
			TB	27,70		27,70		27,70	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	32,72	TC
			TB	489,37		489,37		61,63	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	23,45	TC
			TB	361,23		361,23		29,56	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	22,95	TC
			TB	203,53		203,53		26,83	

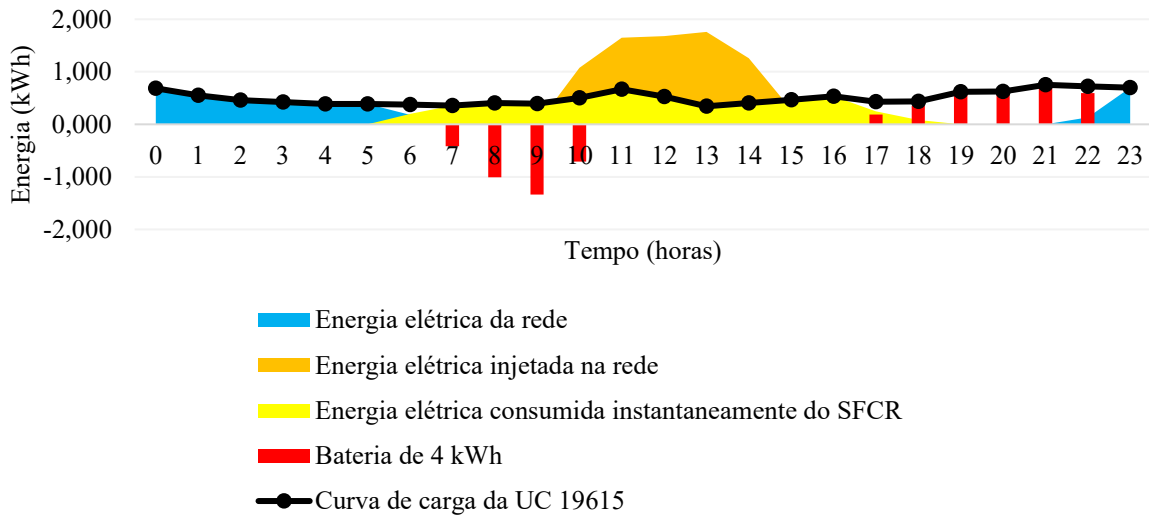
Fonte: Autora (2023).

A melhor opção entre tarifa branca (TB) e tarifa convencional (TC), para as unidades prosumidoras foi a tarifa convencional. No entanto, para a maioria das UCs sem sistema fotovoltaico, os valores de fatura de energia foram menores com a tarifa branca, salvo de algumas UCs da classe 5.

4.4.2 Bateria de 4 kWh

A curva de carga da UC 19615 com geração solar e bateria de 4 kWh, em um dia útil ensolarado, é mostrado na Figura 64. A energia foi armazenada na bateria entre as 07:00 e 10:00 horas, e despachada entre as 17:00 e 22:00 horas.

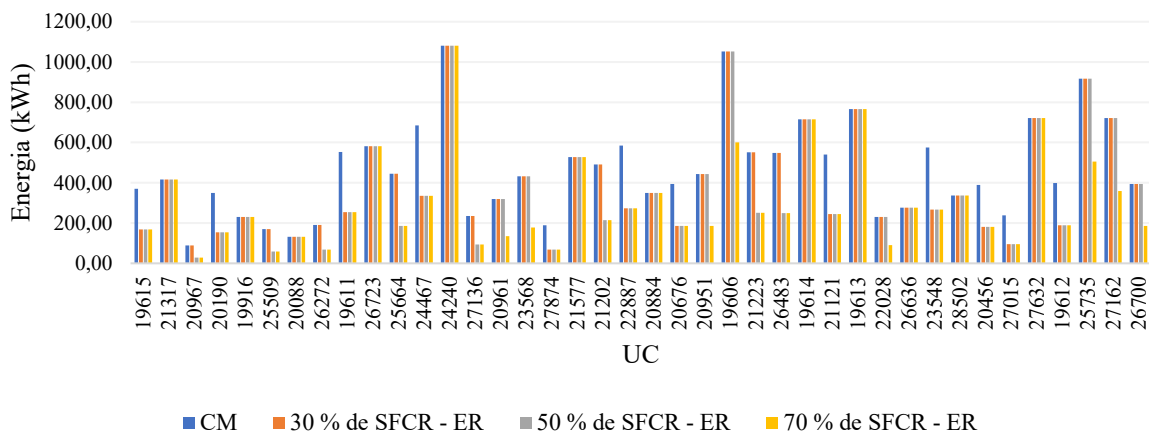
Figura 64 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A perda de conversão de energia elétrica para química com a bateria de 4 kWh aumentou comparada com a bateria de 2 kWh. Dessa maneira, a perda foi de cerca de -1,7% com a bateria de 4 kWh. A Figura 65 e o APÊNDICE J indicam o consumo mensal (CM) e a energia da rede (ER).

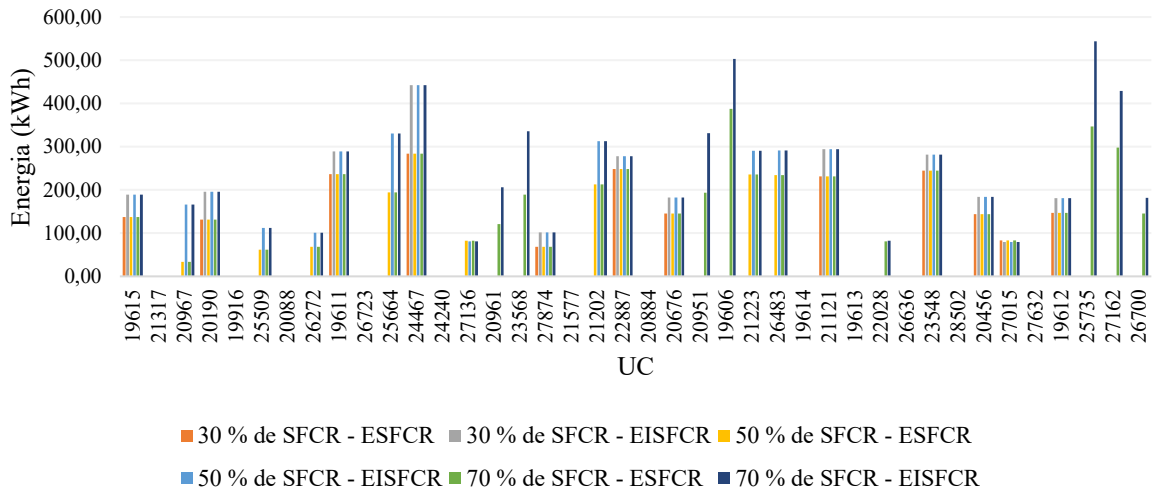
Figura 65 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A energia da rede foi reduzida para as unidades prossumidoras, entre cerca de 53 a 64%. Entretanto, para as UCs sem SFCR não houve alteração. A Figura 66 e o APÊNDICE K exibem a energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

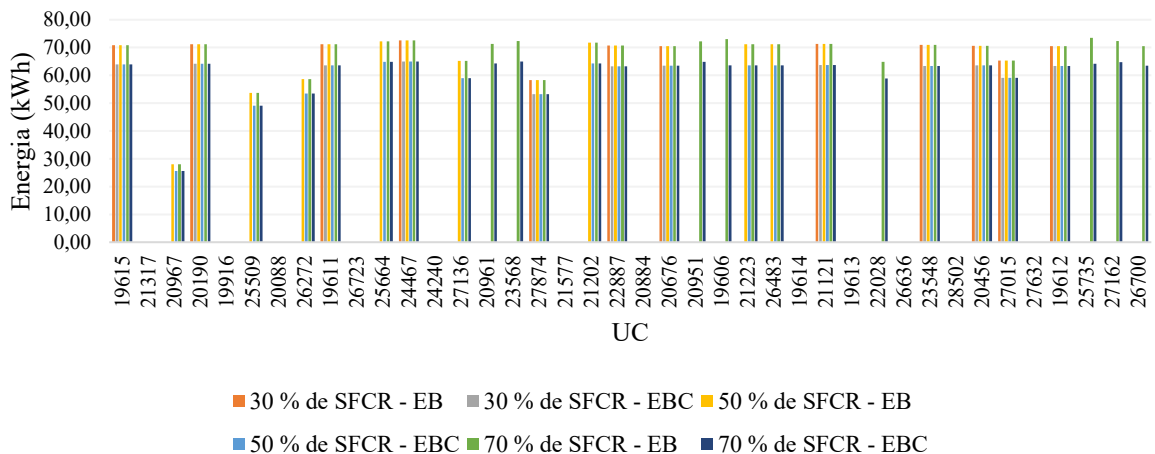
Figura 66 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

Por conseguinte, a quantidade de energia injetada na rede foi reduzida comparado com o primeiro cenário, para a UC 19615 a redução foi de 27%. A Figura 67 e o APÊNDICE L apresentam a média mensal da energia armazenada na bateria (EB) e a energia descarregada na carga (EBC).

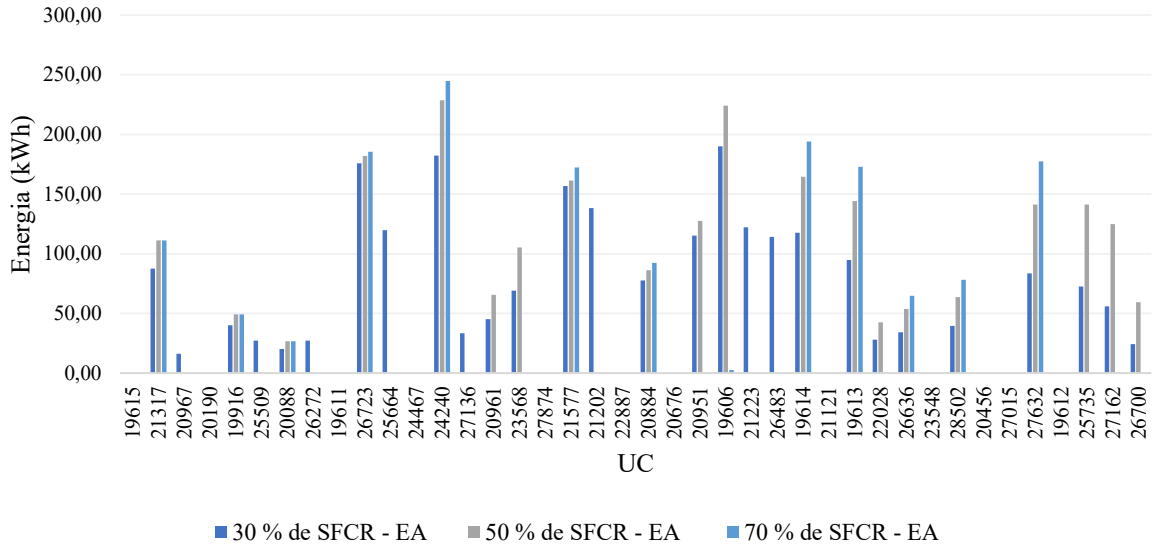
Figura 67 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

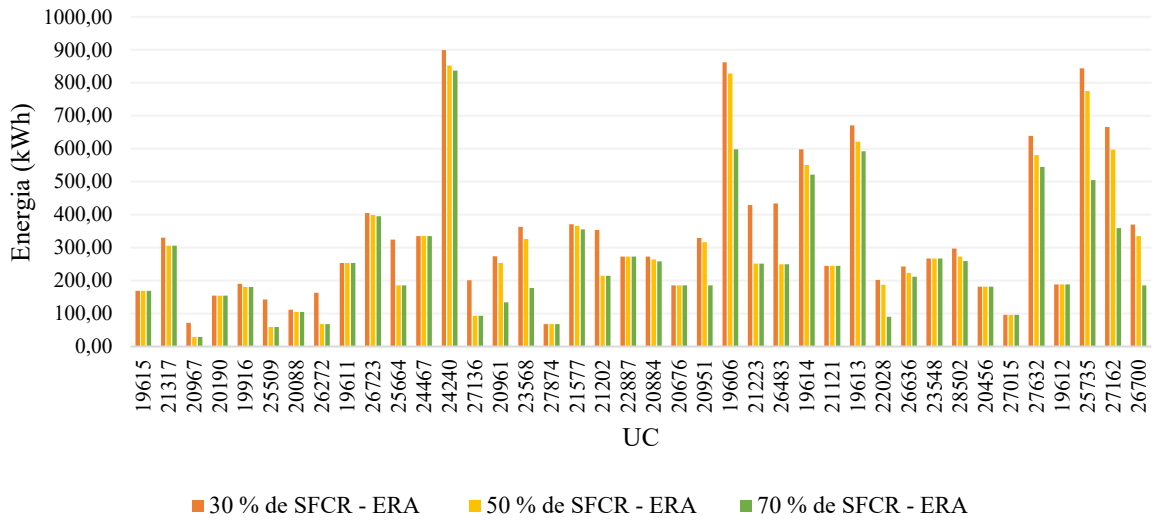
A inclusão da bateria de 4 kWh nos sistemas fotovoltaicos, armazenou uma maior quantidade de energia do que com a bateria de 2 kWh, variando de 27,98 a 73,46 kWh. As Figuras 68 e 69 apresentam a média mensal da energia alocada (EA) e da energia da rede após a energia alocada (ERA), respectivamente, como também, o APÊNDICE M.

Figura 68 – Energia alocada (EA) com bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

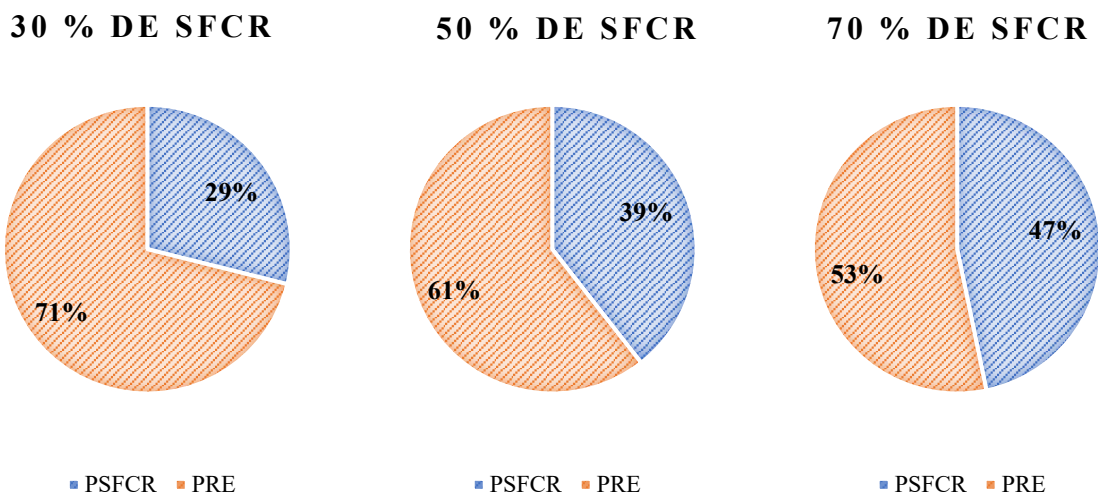
Figura 69 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A energia injetada na rede pelas unidades prossumidoras foram alocadas para as UCs, alterando os valores de energia da rede elétrica, como podem ser vistos no APÊNDICE M. A Figura 70 exibe a média da PSFCR e PRE.

Figura 70 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 4 kWh.

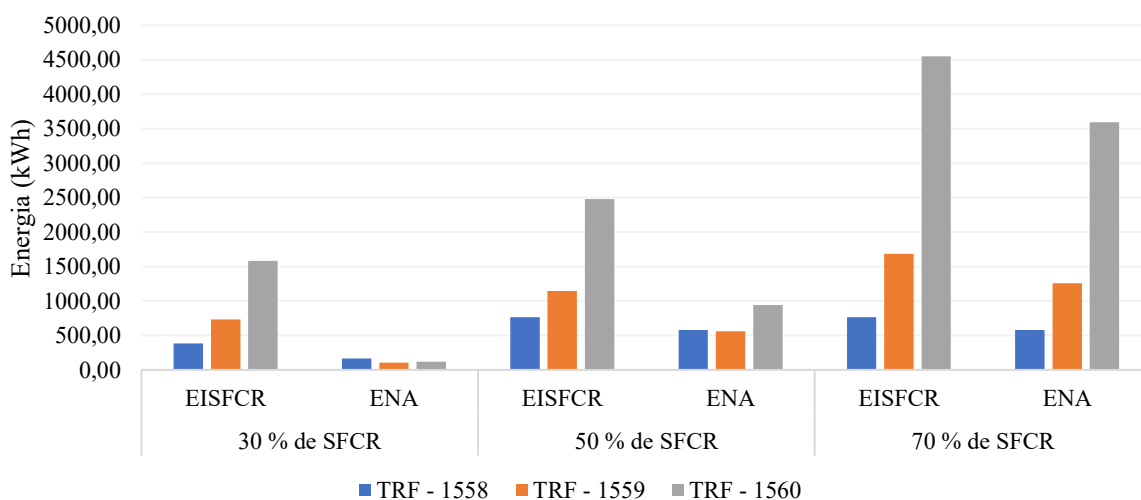


Fonte: Autora (2023).

O APÊNDICE N mostra que na configuração de 30% de SFCR, a PSFCR das unidades prossumidoras variou de 51 a 64%, enquanto, para a configuração de 50% de SFCR foi de 51 a 67%. Do mesmo modo, na configuração de 70% de SFCR, a média de PSFCR para as UCs com SFCR foi de 43 a 67%.

A Figura 71 apresenta o total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) pelas unidades prossumidoras, e a energia não alocada (ENA) para as UCs da rede de estudo.

Figura 71 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 4 kWh.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, a porcentagem de energia injetada não alocada foi de 43, 15, e 7% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente. Enquanto, na configuração de 70% de SFCR, a porcentagem de energia não alocada foi de 76, 74 e 79%, para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, nessa ordem. Logo, o aumento de energia injetada na rede aumenta a quantidade de energia não alocada.

O valor do faturamento referente à energia da rede elétrica (ER), à energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR), e aos créditos de energia podem ser vistos na Tabela 17.

Tabela 17 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE
19615	TC	89,74	100,83	19,95	89,74	100,83	19,95	89,74	100,83	19,95
	TB	78,17	86,31	16,73	78,17	86,31	16,73	78,17	86,31	16,73
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-
	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	15,31	88,46	73,15	15,31	88,46	73,15
	TB	46,85	-	-	13,10	75,77	62,67	13,10	75,77	62,67
20190	TC	82,39	104,19	26,88	82,39	104,19	26,88	82,39	104,19	26,88
	TB	71,45	89,18	22,54	71,45	89,18	22,54	71,45	89,18	22,54
19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	31,39	59,81	28,57	31,39	59,81	28,57
	TB	90,24	-	-	26,96	51,21	24,44	26,96	51,21	24,44
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	36,41	53,71	19,12	36,41	53,71	19,12
	TB	101,04	-	-	31,45	45,98	16,21	31,45	45,98	16,21
19611	TC	134,94	154,00	31,09	134,94	154,00	31,09	134,94	154,00	31,09
	TB	119,23	131,88	25,38	119,23	131,88	25,38	119,23	131,88	25,38
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	98,76	176,10	77,65	98,76	176,10	77,65
	TB	224,64	-	-	85,36	150,84	65,98	85,36	150,84	65,98
24467	TC	178,34	235,53	64,20	178,34	235,53	64,20	178,34	235,53	64,20
	TB	159,94	201,61	50,21	159,94	201,61	50,21	159,94	201,61	50,21
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	49,69	42,92	4,28	49,69	42,92	4,28
	TB	124,51	-	-	43,71	36,74	3,56	43,71	36,74	3,56
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	71,49	109,53	40,08
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	61,64	93,76	34,06

Tabela 17 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh.

(continua)										
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	94,70	178,71	84,01
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	81,70	153,07	71,38
27874	TC	35,96	54,17	19,88	35,96	54,17	19,88	35,96	54,17	19,88
	TB	31,05	46,37	16,87	31,05	46,37	16,87	31,05	46,37	16,87
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	114,27	166,41	55,90	114,27	166,41	55,90
	TB	248,50	-	-	99,48	142,53	46,78	99,48	142,53	46,78
22887	TC	145,37	147,96	21,50	145,37	147,96	21,50	145,37	147,96	21,50
	TB	129,50	126,70	16,86	129,50	126,70	16,86	129,50	126,70	16,86
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	98,51	96,96	12,80	98,51	96,96	12,80	98,51	96,96	12,80
	TB	86,25	82,99	10,51	86,25	82,99	10,51	86,25	82,99	10,51
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	98,63	176,19	77,85
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	85,24	150,91	66,16
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	319,87	267,88	8,90
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	342,35	229,28	0,00
21223	TC	293,14	-	-	134,00	154,55	31,96	134,00	154,55	31,96
	TB	278,47	-	-	118,32	132,35	26,18	118,32	132,35	26,18
26483	TC	291,54	-	-	132,99	155,14	32,89	132,99	155,14	32,89
	TB	276,95	-	-	117,33	132,86	27,03	117,33	132,86	27,03
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-
21121	TC	130,43	156,64	35,47	130,43	156,64	35,47	130,43	156,64	35,47
	TB	114,84	134,15	29,20	114,84	134,15	29,20	114,84	134,15	29,20
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	48,04	43,83	5,49
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	42,19	37,52	4,57
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-
23548	TC	142,06	149,87	24,54	142,06	149,87	24,54	142,06	149,87	24,54
	TB	126,21	128,34	19,31	126,21	128,34	19,31	126,21	128,34	19,31
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-
20456	TC	96,79	97,71	14,08	96,79	97,71	14,08	96,79	97,71	14,08
	TB	84,65	83,64	11,61	84,65	83,64	11,61	84,65	83,64	11,61
27015	TC	51,06	42,25	3,42	51,06	42,25	3,42	51,06	42,25	3,42
	TB	44,98	36,17	2,80	44,98	36,17	2,80	44,98	36,17	2,80
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-
19612	TC	100,18	96,24	11,61	100,18	96,24	11,61	100,18	96,24	11,61
	TB	87,82	82,38	9,44	87,82	82,38	9,44	87,82	82,38	9,44
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	268,90	289,37	44,20
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	286,18	247,67	12,01

Tabela 17 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh.

(conclusão)										
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	191,39	228,51	49,12
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	173,16	195,59	37,36
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	98,73	96,87	12,65
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	86,45	82,91	10,37

Fonte: Autora (2023).

Observa-se que, exceto pelas UCs da classe 5, como as UCs 24240, 19606, 19613, e 25735, para as outras UCs o faturamento referente à energia da rede elétrica foi menor com a tarifa branca. Contudo, o valor do faturamento referente à energia injetada na rede e aos créditos de energia foram maiores com a tarifa convencional. A Tabela 18 indica a fatura de energia elétrica.

Tabela 18 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh.

(continua)										
UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)						
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR		
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção	
19615	2	1558	TC	19,83		19,83		19,83		
			TB	19,29	TB	19,29	TB	19,29	TB	
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01		
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB	
20967	1	1558	TC	46,99		15,97		15,97		
			TB	46,85	TB	15,97	TC	15,97	TC	
20190	2	1558	TC	18,04		18,04		18,04		
			TB	17,67	TB	17,67	TB	17,67	TB	
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32		
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB	
25509	1	1558	TC	90,51		15,97		15,97		
			TB	90,24	TB	15,97	TC	15,97	TC	
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96		
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB	
26272	1	1558	TC	101,35		15,97		15,97		
			TB	101,04	TB	15,97	TC	15,97	TC	
19611	3	1559	TC	22,91		22,91		22,91		
			TB	22,86	TB	22,86	TB	22,86	TB	
26723	3	1559	TC	309,22		309,22		309,22		
			TB	293,74	TB	293,74	TB	293,74	TB	
25664	3	1559	TC	236,48		15,97		15,97		
			TB	224,64	TB	15,97	TC	15,97	TC	
24467	4	1559	TC	20,32		20,32		20,32		
			TB	21,13	TC	21,13	TC	21,13	TC	

Tabela 18 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh.

(continua)

24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	20,01	TB	20,01	TB
			TB	124,51		19,26		19,26	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	16,00	TB
			TB	164,91		164,91		15,97	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	15,97	TC
			TB	218,31		218,31		15,97	
27874	1	1560	TC	15,97	TC	15,97	TC	15,97	TC
			TB	15,97		15,97		15,97	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	17,10	TC	17,10	TC
			TB	248,50		17,10		17,10	
22887	3	1560	TC	28,23	TC	28,23	TC	28,23	TC
			TB	28,57		28,57		28,57	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	23,51	TB	23,51	TB	23,51	TB
			TB	22,75		22,75		22,75	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	15,97	TC
			TB	224,43		224,43		15,97	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	67,55	TC
			TB	561,99		561,99		113,08	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	22,54	TB	22,54	TB
			TB	278,47		22,51		22,51	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	22,14	TB	22,14	TB
			TB	276,95		22,13		22,13	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	21,36	TB	21,36	TB	21,36	TB
			TB	21,16		21,16		21,16	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	19,16	TB
			TB	122,00		122,00		18,53	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	26,08	TC	26,08	TC	26,08	TC
			TB	26,50		26,50		26,50	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	22,50	TB	22,50	TB	22,50	TB
			TB	21,80		21,80		21,80	

Tabela 18 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh.

									(conclusão)
27015	1	1560	TC	20,69	TB	20,69	TB	20,69	TB
			TB	19,98		19,98		19,98	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	24,51	TB	24,51	TB	24,51	TB
			TB	23,70		23,70		23,70	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	33,34	TC
			TB	489,37		489,37		57,17	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	23,81	TC
			TB	361,23		361,23		25,45	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	23,64	TB
			TB	203,53		203,53		22,87	

Fonte: Autora (2023).

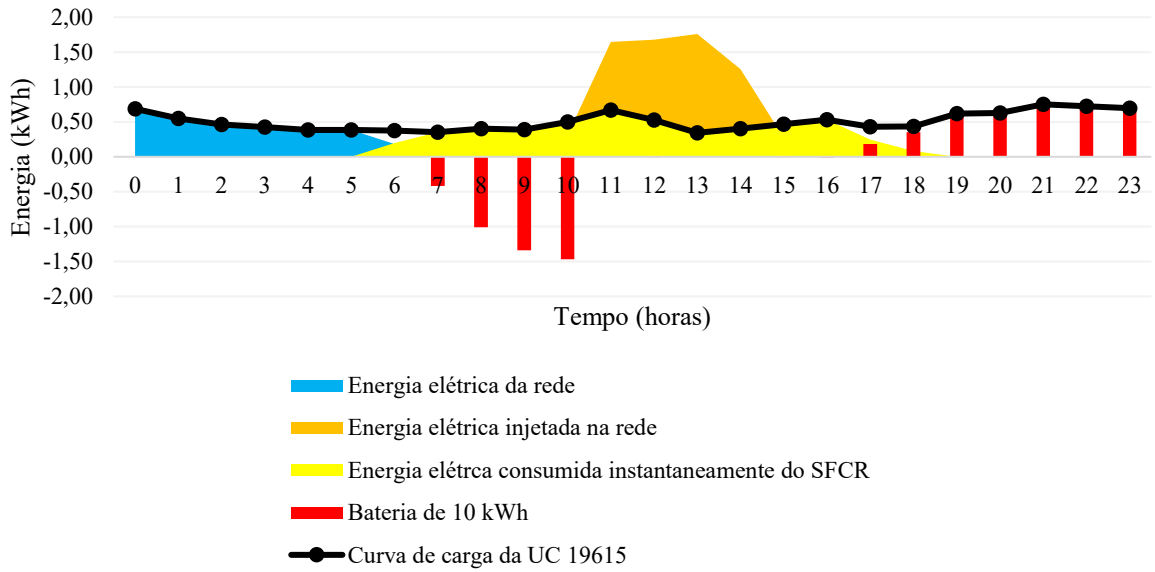
Os valores de fatura foram menores com a tarifa branca, para as UCs sem sistemas fotovoltaicos, excluindo as UCs da classe 5. Para algumas unidades prosumidoras a tarifa branca pode ser viável, podendo ser visto na Tabela 18.

Além disso, algumas unidades prosumidoras pagaram apenas a disponibilidade garantida de R\$ 15,97 tanto no âmbito da tarifa branca como convencional. Para essas UCs foi considerada a tarifa convencional como a melhor escolha, em virtude de o faturamento referente aos créditos de energia serem maiores com a tarifa convencional.

4.4.3 Bateria de 10 kWh

A Figura 72 apresenta a geração solar fotovoltaica, em um dia útil ensolarado, da curva de carga da UC 19615 e com bateria de 10 kWh. A energia gerada pelos SFCR foi consumida instantaneamente das 06:00 às 18:00 horas, armazenando energia na bateria das 07:00 às 10:00 horas.

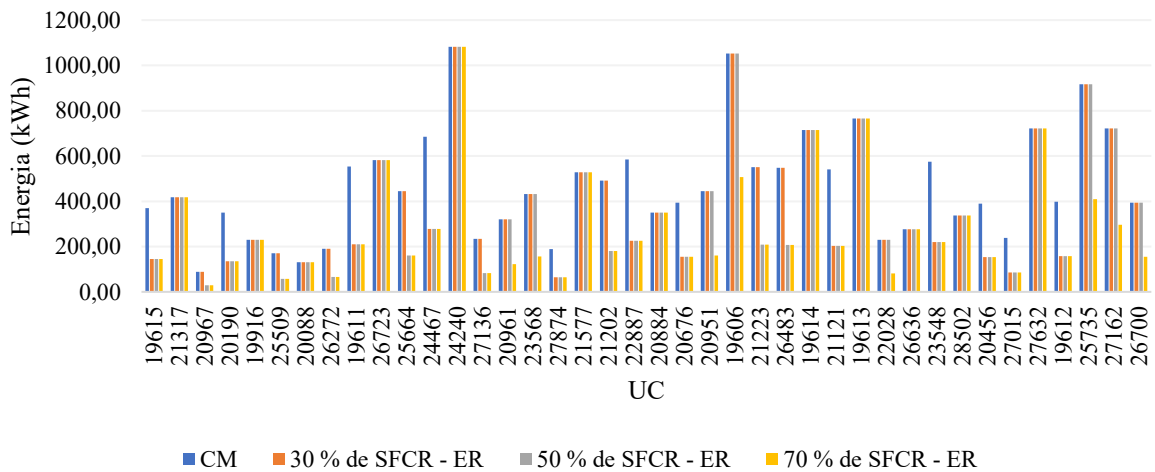
Figura 72 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 10 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A bateria despacha a energia entre as 17:00 e 23:00 horas para a UC 19615, enquanto, que a perda da conversão de energia elétrica em química foi de -2%. A Figura 73 e o APÊNDICE O apresentam o consumo mensal (CM) e a energia da rede (ER) com 30, 50 e 70% de inserção de SFCR na rede de estudo.

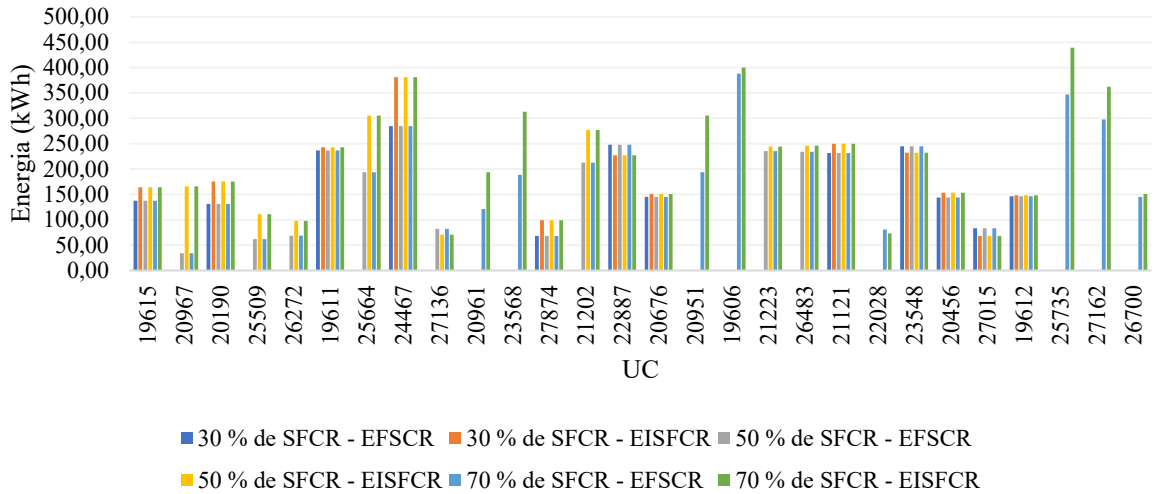
Figura 73 – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A energia da rede foi igual ao consumo para as UCs sem SFCR. Por outro lado, quando há a inclusão dos SFCR na UC a energia da rede elétrica foi reduzida. A Figura 74 e o APÊNDICE P apresentam a energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia injetada na rede elétrica pelos SFCR (EISFCR).

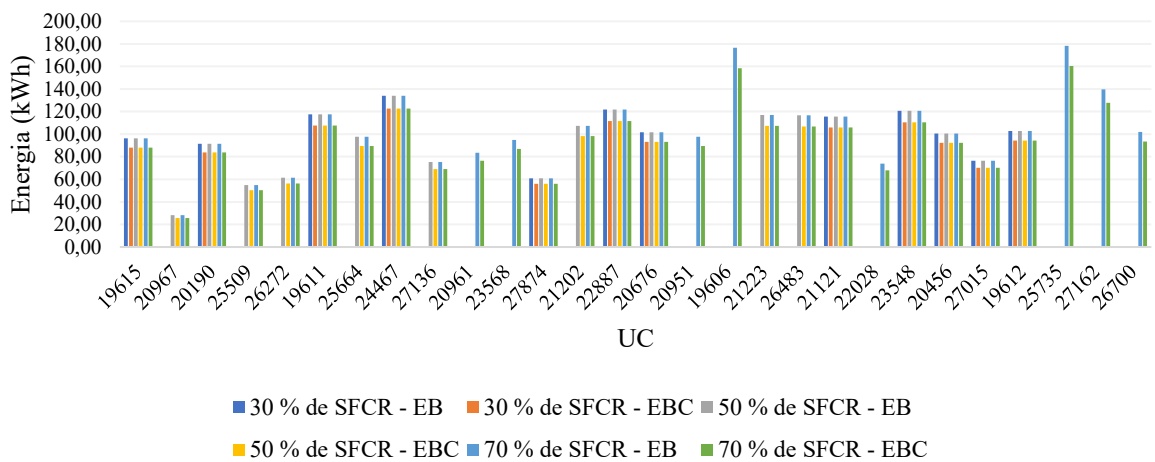
Figura 74 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A energia injetada da UC 19615 foi reduzida em cerca de 37% com a inclusão da bateria de 10 kWh. Dessa forma, a energia injetada na rede pelas unidades prossumidoras são alocadas para as UCs. A Figura 75 e o APÊNDICE Q indicam a energia armazenada na bateria (EB) e a energia descarregada na carga (EBC).

Figura 75 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh.

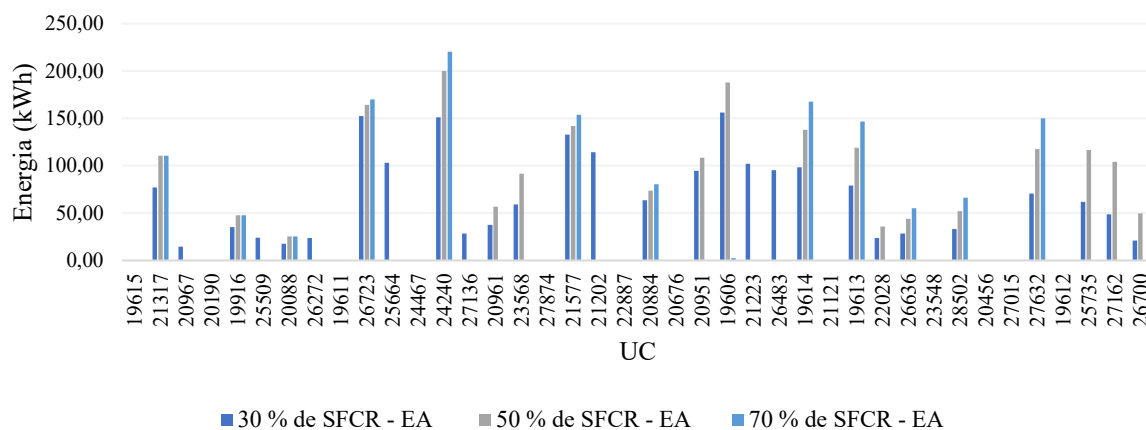


Fonte: Autora (2023).

A bateria de 10 kWh armazena e descarrega uma quantidade de energia maior do que as baterias de capacidade de 2 e 4 kWh, como pode ser visto na Figura 75. As Figuras 76 e 77

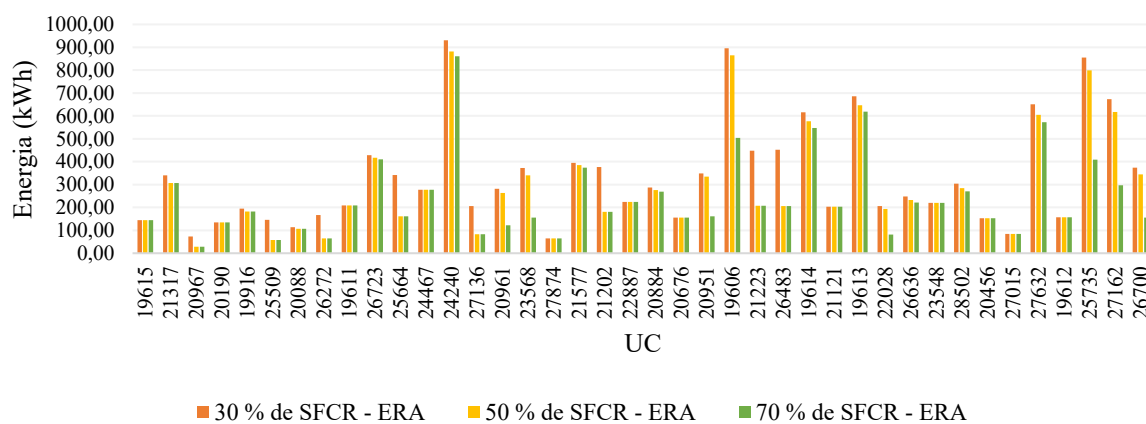
indicam os valores de energia alocada (EA) e energia da rede elétrica após a energia alocada (ERA), respectivamente, como também, o APÊNDICE R.

Figura 76 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh.



Fonte: Autora (2023).

Figura 77 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh.

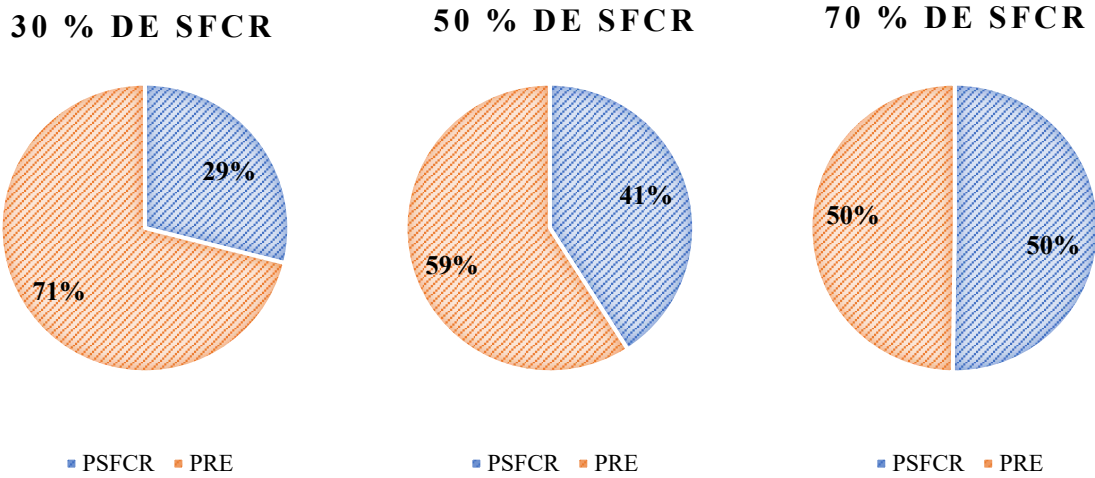


Fonte: Autora (2023).

A UC 25664 na configuração de 30% de SFCR não possui sistema fotovoltaico, recebendo energia alocada. No entanto, na configuração de 50 e 70% de SFCR, foi considerada a inserção de SFCR para a UC 25664, não sendo alocada energia injetada. Portanto, para algumas UCs após a inclusão dos SFCR, a energia alocada resultou em 0 kWh.

Por outro lado, para a UC 20884 sem SFCR, a quantidade de energia alocada foi aumentando com a inclusão de SFCR na rede de estudo. À vista disso, a energia da rede após a energia alocada sofre alterações, reduzindo o consumo de energia da rede. A Figura 78 ilustra a média da PSFCR e PRE das UCs.

Figura 78 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 10 kWh.

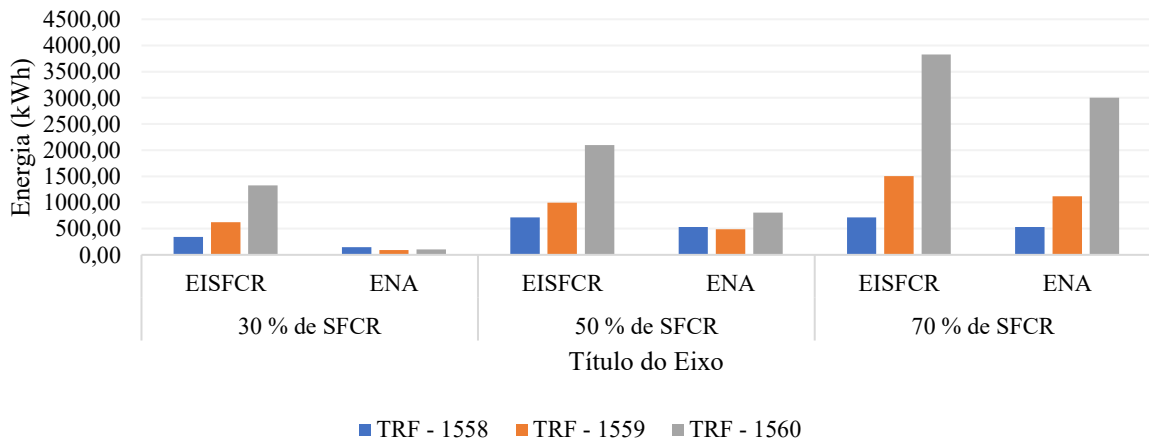


Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 70% e bateria de 10 kWh, a PSFCR variou de 52 a 67% para as unidades prossumidoras, em contrapartida, para as UCs sem sistema fotovoltaico a PSFCR foi de 19 a 29%, podendo ser visto no APÊNDICE S. No cálculo da PSFCR e PRE foi considerado os dados de energia alocada para as UCs.

A Figura 79 indica o total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) das unidades prossumidoras correspondente ao seu transformador e o total da média mensal da energia não alocada (ENA) para as UCs.

Figura 79 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 10 kWh.



Fonte: Autora (2023).

O aumento da inserção de SFCR provoca uma maior quantidade de EISFCR e ENA. Diante disso, na configuração de 70% de SFCR, foram consideradas 28 unidades prosumidoras injetando energia na rede, e 12 UCs sem SFCR recebendo a maior parte da energia alocada. Dessa forma, as UCs não recebem toda a energia injetada, uma vez que a geração solar ocorre em horários específicos, não suprimindo todo o consumo.

A Tabela 19 indica a média mensal do faturamento referente à energia da rede elétrica (ER), à energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR), aos créditos de energia.

Tabela 19 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 10 kWh.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE	ER	EISFCR	CRE
19615	TC	76,81	87,36	19,78	76,81	87,36	19,78	76,81	87,36	19,78
	TB	65,83	74,78	16,96	65,83	74,78	16,96	65,83	74,78	16,96
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-
	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	15,31	88,36	73,05	15,31	88,36	73,05
	TB	46,85	-	-	13,10	75,69	62,59	13,10	75,69	62,59
20190	TC	71,94	93,43	26,71	71,94	93,43	26,71	71,94	93,43	26,71
	TB	61,60	79,97	22,88	61,60	79,97	22,88	61,60	79,97	22,88
19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	30,79	59,23	28,59	30,79	59,23	28,59
	TB	90,24	-	-	26,34	50,71	24,50	26,34	50,71	24,50
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	34,84	52,16	19,13	34,84	52,16	19,13
	TB	101,04	-	-	29,81	44,65	16,40	29,81	44,65	16,40
19611	TC	111,47	129,30	30,60	111,47	129,30	30,60	111,47	129,30	30,60
	TB	95,72	110,74	26,27	95,72	110,74	26,27	95,72	110,74	26,27
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	85,61	162,52	77,24	85,61	162,52	77,24
	TB	224,64	-	-	73,30	139,21	66,24	73,30	139,21	66,24
24467	TC	147,65	202,78	62,55	147,65	202,78	62,55	147,65	202,78	62,55
	TB	126,73	173,57	53,42	126,73	173,57	53,42	126,73	173,57	53,42
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	44,31	37,47	4,22	44,31	37,47	4,22
	TB	124,51	-	-	37,98	32,08	3,64	37,98	32,08	3,64
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	64,97	103,05	40,13
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	55,59	88,21	34,38

Tabela 19 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 10 kWh.

(continua)										
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	82,96	166,68	83,72
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	71,01	142,78	71,77
27874	TC	34,51	52,73	19,88	34,51	52,73	19,88	34,51	52,73	19,88
	TB	29,52	45,14	17,04	29,52	45,14	17,04	29,52	45,14	17,04
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	96,19	147,55	55,28	96,19	147,55	55,28
	TB	248,50	-	-	82,39	126,38	47,42	82,39	126,38	47,42
22887	TC	119,67	120,77	20,88	119,67	120,77	20,88	119,67	120,77	20,88
	TB	102,98	103,42	17,91	102,98	103,42	17,91	102,98	103,42	17,91
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	82,61	80,33	12,48	82,61	80,33	12,48	82,61	80,33	12,48
	TB	70,90	68,76	10,71	70,90	68,76	10,71	70,90	68,76	10,71
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	85,52	162,66	77,45
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	73,22	139,33	66,42
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	269,40	212,71	6,71
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	256,78	182,06	1,06
21223	TC	293,14	-	-	110,74	130,09	31,48	110,74	130,09	31,48
	TB	278,47	-	-	95,08	111,41	27,02	95,08	111,41	27,02
26483	TC	291,54	-	-	109,97	130,93	32,42	109,97	130,93	32,42
	TB	276,95	-	-	94,40	112,14	27,83	94,40	112,14	27,83
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-
21121	TC	108,00	133,09	34,83	108,00	133,09	34,83	108,00	133,09	34,83
	TB	92,68	113,99	29,89	92,68	113,99	29,89	92,68	113,99	29,89
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	43,23	38,98	5,48
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	37,04	33,36	4,72
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-
23548	TC	117,02	123,43	23,96	117,02	123,43	23,96	117,02	123,43	23,96
	TB	100,63	105,70	20,56	100,63	105,70	20,56	100,63	105,70	20,56
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-
20456	TC	81,47	81,69	13,78	81,47	81,69	13,78	81,47	81,69	13,78
	TB	69,90	69,92	11,81	69,90	69,92	11,81	69,90	69,92	11,81
27015	TC	45,20	36,30	3,35	45,20	36,30	3,35	45,20	36,30	3,35
	TB	38,77	31,07	2,89	38,77	31,07	2,89	38,77	31,07	2,89
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-
19612	TC	83,72	79,01	11,26	83,72	79,01	11,26	83,72	79,01	11,26
	TB	71,88	67,63	9,67	71,88	67,63	9,67	71,88	67,63	9,67

Tabela 19 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 10 kWh.

(conclusão)										
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	217,67	233,58	41,68
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	200,29	199,92	29,64
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	157,91	192,65	47,71
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	135,77	164,90	40,63
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	82,75	80,15	12,32
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	71,03	68,61	10,57

Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 70% de SFCR, para a maioria das UCs, os faturamentos referentes à energia da rede elétrica foram menores com a tarifa branca, salvo a UC 24240 e 19613. Na configuração de 30 e 50% de SFCR os faturamentos referentes à energia da rede elétrica foram menores com a tarifa convencional para as UCs 24240, 19606, 19613 e 25735, o restante foi com a tarifa branca.

O faturamento referente à energia injetada na rede e aos créditos de energia foram maiores com a tarifa convencional. A Tabela 20 mostra os valores da média mensal da fatura de energia com bateria de 10 kWh.

Tabela 20 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh.

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	19,96		19,96		19,96	
			TB	19,08	TB	19,08	TB	19,08	TB
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB
20967	1	1558	TC	46,99		15,97		15,97	
			TB	46,85	TB	15,97	TC	15,97	TC
20190	2	1558	TC	18,13		18,13		18,13	
			TB	17,48	TB	17,48	TB	17,48	TB
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32	
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB
25509	1	1558	TC	90,51		15,97		15,97	
			TB	90,24	TB	15,97	TC	15,97	TC
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96	
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB
26272	1	1558	TC	101,35		15,97		15,97	
			TB	101,04	TB	15,97	TC	15,97	TC
19611	3	1559	TC	23,31		23,31		23,31	
			TB	21,86	TB	21,86	TB	21,86	TB

Tabela 20 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh.

									(continua)
26723	3	1559	TC	309,22	TB	309,22	TB	309,22	TB
			TB	293,74		293,74		293,74	
25664	3	1559	TC	236,48	TB	15,97	TC	15,97	TC
			TB	224,64		15,97		15,97	
24467	4	1559	TC	20,73	TB	20,73	TB	20,73	TB
			TB	19,86		19,86		19,86	
24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	20,06	TB	20,06	TB
			TB	124,51		18,72		18,72	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	15,99	TB
			TB	164,91		164,91		15,97	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	15,97	TC
			TB	218,31		218,31		15,97	
27874	1	1560	TC	15,97	TC	15,97	TC	15,97	TC
			TB	15,97		15,97		15,97	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	17,22	TB	17,22	TB
			TB	248,50		16,83		16,83	
22887	3	1560	TC	29,09	TB	29,09	TB	29,09	TB
			TB	26,78		26,78		26,78	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	23,92	TB	23,92	TB	23,92	TB
			TB	22,02		22,02		22,02	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	15,97	TC
			TB	224,43		224,43		15,97	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	70,05	TC
			TB	561,99		561,99		79,27	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	22,93	TB	22,93	TB
			TB	278,47		21,53		21,53	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	22,52	TB	22,52	TB
			TB	276,95		21,17		21,17	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	21,60	TB	21,60	TB	21,60	TB
			TB	20,54		20,54		20,54	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	19,18	TB
			TB	122,00		122,00		18,11	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	

Tabela 20 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh.

									(conclusão)
23548	3	1560	TC	26,87	TB	26,87	TB	26,87	TB
			TB	24,80	TB	24,80	TB	24,80	TB
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87	TB	173,87	TB	173,87	TB
20456	2	1560	TC	22,87	TB	22,87	TB	22,87	TB
			TB	21,13	TB	21,13	TB	21,13	TB
27015	1	1560	TC	20,78	TB	20,78	TB	20,78	TB
			TB	19,33	TB	19,33	TB	19,33	TB
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26	TB	361,26	TB	361,26	TB
19612	2	1560	TC	24,94	TB	24,94	TB	24,94	TB
			TB	22,92	TB	22,92	TB	22,92	TB
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	35,08	TC
			TB	489,37	TC	489,37	TC	39,20	TC
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	24,52	TB
			TB	361,23	TB	361,23	TB	23,06	TB
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	24,05	TB
			TB	203,53	TB	203,53	TB	22,14	TB

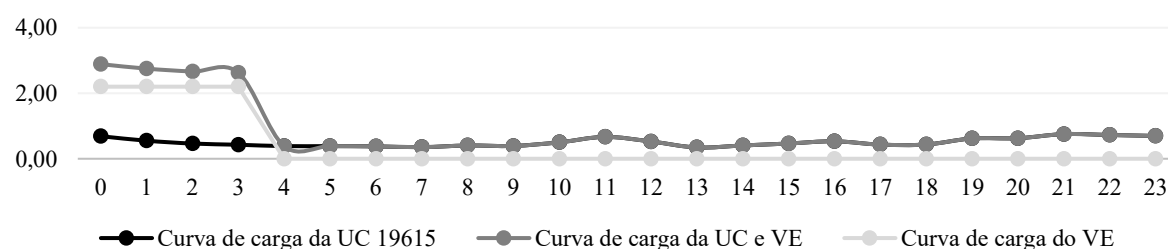
Fonte: Autora (2023).

Para a maioria das UCs, os valores da fatura de energia foram menores com a tarifa branca, com exceção de algumas UCs. A bateria de 10 kWh colaborou para a redução dos valores da fatura de energia no âmbito da tarifa branca, por descarregar a energia no período noturno.

4.5 TERCEIRO CENÁRIO

No terceiro cenário foi considerado o veículo elétrico (VE) como uma carga, com carregamento da bateria para metade das UCs com SFCR durante a madrugada e a outra metade durante o dia. A Figura 80 mostra a curva de carga da UC 19615, a curva de carga do veículo e a soma das duas curvas de carga.

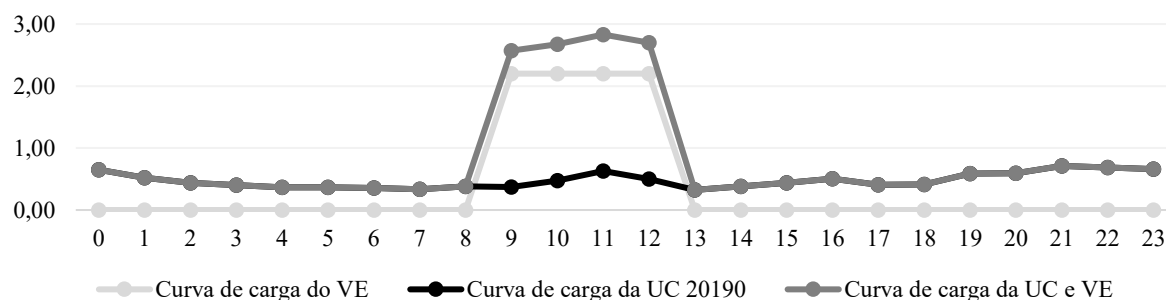
Figura 80 – Curva de carga da unidade consumidora (UC) 19615 com veículo elétrico (VE).



Fonte: Autora (2023).

A recarga do veículo da UC 19615 ocorre durante a madrugada por 4 horas, aumentando o consumo nesse período. Por outra perspectiva, para a UC 20190 a recarga sucede no decorrer do dia. A Figura 81 exibe a curva de carga da UC 20190, a curva de carga do VE e a soma das duas curvas de carga.

Figura 81 – Curva de carga da unidade consumidora (UC) 20190 com veículo elétrico (VE).



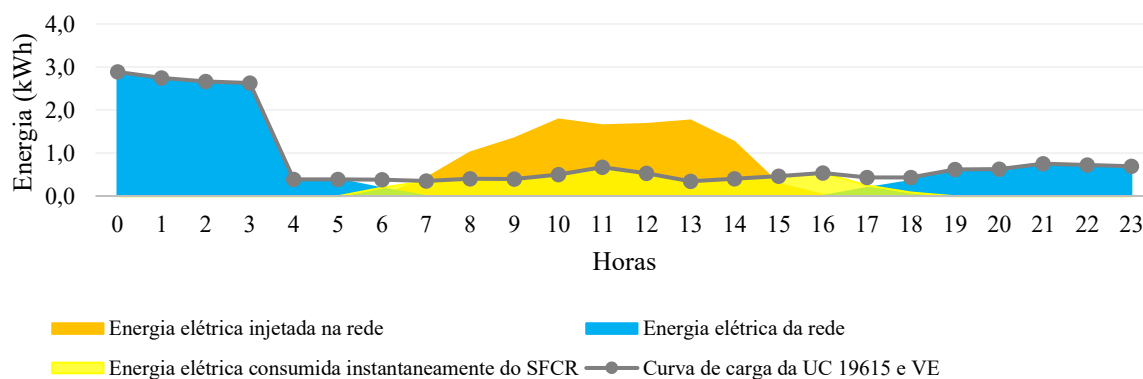
Fonte: Autora (2023).

A média mensal do consumo do veículo elétrico foi de 267,67 kWh. Isso posto, para as UCs com SFCR, foi considerado o somatório do consumo da UC e do veículo elétrico no consumo mensal (CM). Entretanto, para as UCs sem SFCR não houve alteração no consumo, dado que a inclusão do veículo elétrico foi considerada apenas nas UCs com SFCR.

4.5.1 Sistema fotovoltaico conectado à rede e veículo elétrico

A Figura 82 expõe a curva de carga da UC 19615 com veículo elétrico e geração solar fotovoltaica. Portanto, com a inclusão do veículo elétrico (VE), a curva de carga da UC 19615, apresentou picos de consumo nos horários de recarga do VE.

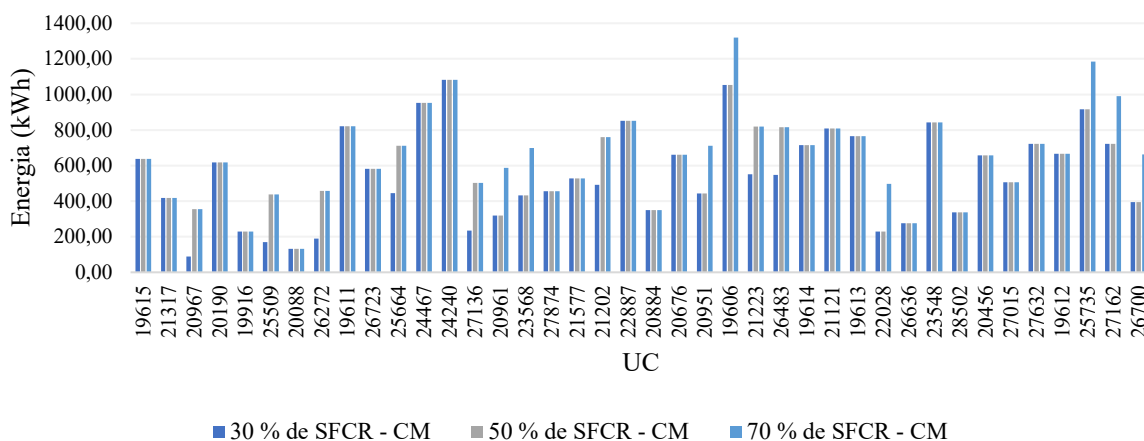
Figura 82 – Curva de carga da UC 19615 e veículo elétrico com geração solar fotovoltaica.



Fonte: Autora (2023).

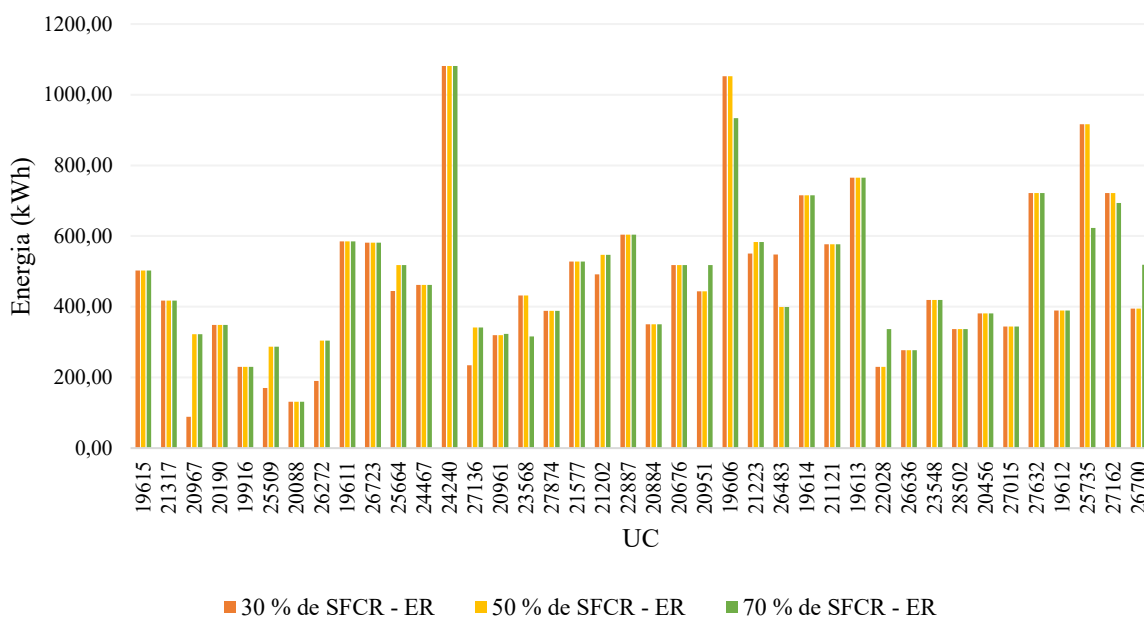
A energia gerada pelos SFCR foi consumida instantaneamente, entre as 06:00 e 18:00 horas, injetando energia na rede elétrica das 07:00 às 16:00 horas. As Figuras 83 e 84 indicam os valores de consumo mensal (CM) da UC com veículo elétrico e da energia consumida da rede elétrica (ER), respectivamente, e também o APÊNDICE T.

Figura 83 – Consumo mensal (CM) com VE.



Fonte: Autora (2023).

Figura 84 – Energia da rede (ER) com VE.

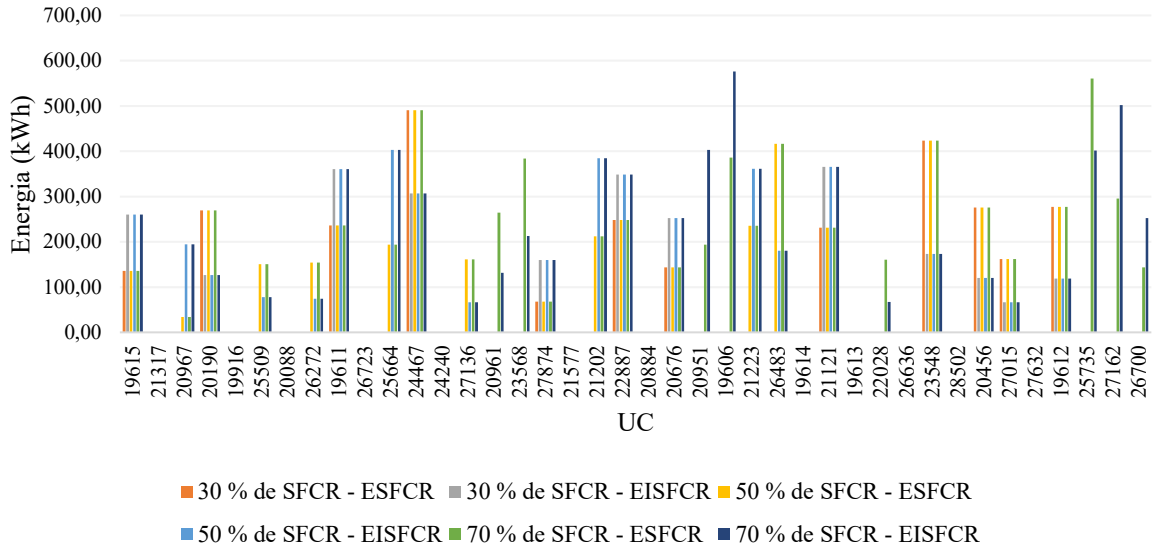


Fonte: Autora (2023).

O consumo das UCs com SFCR, ou melhor, das unidades prossumidoras, aumentou com a inclusão do veículo elétrico, por consequência, a energia da rede elétrica também

umenta. A Figura 85 indica a energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

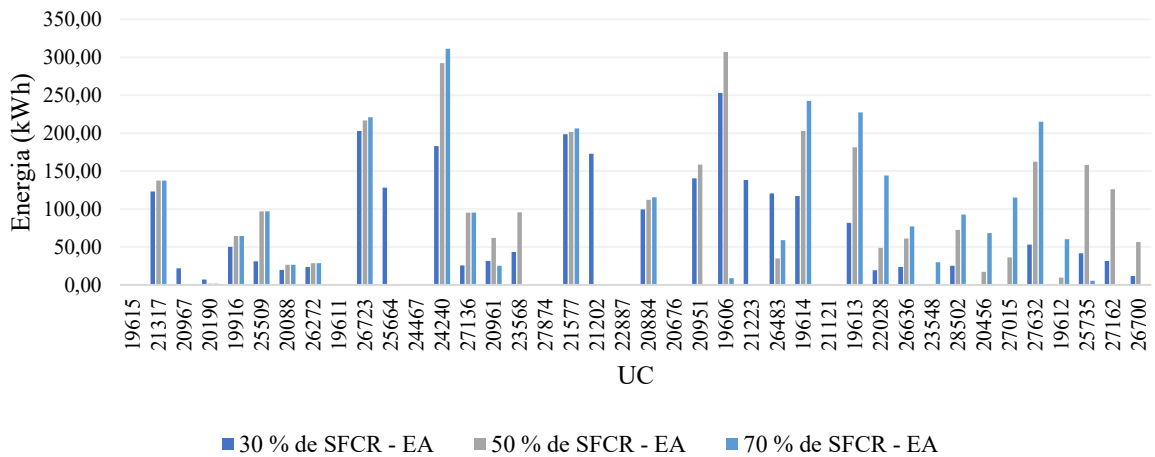
Figura 85 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.



Fonte: Autora (2023).

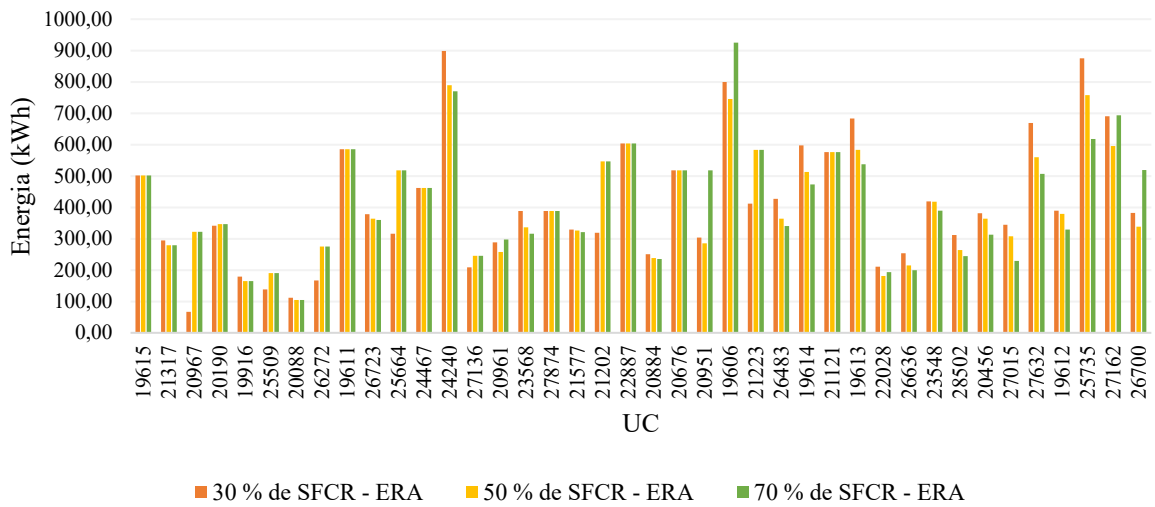
A energia injetada na rede sofreu uma redução com a inserção do VE, principalmente, para as unidades prossumidoras com recarga do VE durante o dia. Em virtude de a energia gerada pelos SFCR ser consumida instantaneamente, ao oposto de ser injetada. As Figuras 86 e 87 indicam a quantidade da média mensal de energia alocada (EA) e a energia da rede após a energia alocada (ERA), nessa ordem, também é mostrado no APÊNDICE V.

Figura 86 – Energia alocada (EA) com VE.



Fonte: Autora (2023).

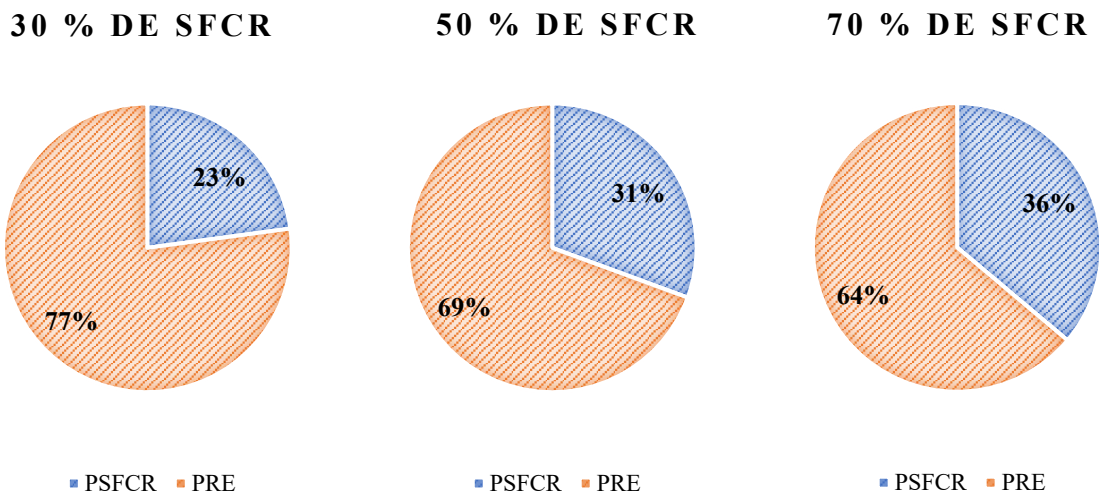
Figura 87 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com VE.



Fonte: Autora (2023).

Verifica-se que com a inclusão do VE, houve uma redução na quantidade de energia alocada para as UCs e um aumento do consumo de energia da rede elétrica, comparado com os cenários anteriores. A Figura 88 apresenta a média da PSFCR e PRE.

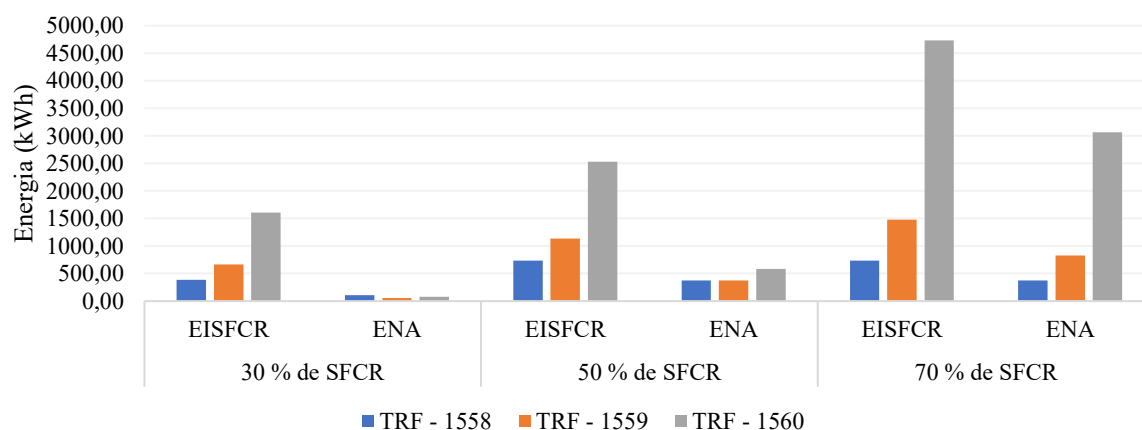
Figura 88 – Média da PSFCR e PRE com VE.



Fonte: Autora (2023).

O APÊNDICE W indica para as unidades prossumidoras, que a PSFCR variou de 9 a 61% na configuração de 70% de SFCR, enquanto, na configuração de 50% de SFCR foi de 9 a 57% e na configuração de 30% de SFCR ficou entre 15 a 50%. A Figura 89 indica o total da média mensal de energia injetada na rede elétrica pelos SFCR (EISFCR) e a energia não alocada (ENA).

Figura 89 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com VE.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, apenas uma pequena parcela da energia injetada não foi alocada, cerca de 28, 8 e 5%, para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559, e 1560, na devida ordem. Em contrapartida, na configuração de 70% de SFCR, a porcentagem de energia injetada que não foi alocada, estava entre 51, 56 e 65%, para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559, e 1560, respectivamente.

A Tabela 21 indica a média mensal do faturamento referente à energia da rede elétrica (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR), para as configurações de 30, 50 e 70% de SFCR.

Tabela 21 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)					
		30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
		ER	EISFCR	ER	EISFCR	ER	EISFCR
19615	TC	267,30	138,56	267,30	138,56	267,30	138,56
	TB	250,93	118,60	250,93	118,60	250,93	118,60
21317	TC	222,01	0,00	222,01	0,00	222,01	0,00
	TB	215,29	0,00	215,29	0,00	215,29	0,00
20967	TC	46,99	0,00	171,49	103,35	171,49	103,35
	TB	46,85	0,00	153,17	88,52	153,17	88,52
20190	TC	185,46	67,44	185,46	67,44	185,46	67,44
	TB	179,76	57,73	179,76	57,73	179,76	57,73
19916	TC	122,32	0,00	122,32	0,00	122,32	0,00
	TB	121,95	0,00	121,95	0,00	121,95	0,00
25509	TC	90,51	0,00	152,89	41,24	152,89	41,24
	TB	90,24	0,00	143,43	35,31	143,43	35,31

Tabela 21 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.

							(continua)
20088	TC	69,96	0,00	69,96	0,00	69,96	0,00
	TB	69,75	0,00	69,75	0,00	69,75	0,00
26272	TC	101,35	0,00	161,84	39,36	161,84	39,36
	TB	101,04	0,00	152,62	33,70	152,62	33,70
19611	TC	311,34	191,87	311,34	191,87	311,34	191,87
	TB	293,55	164,30	293,55	164,30	293,55	164,30
26723	TC	309,22	0,00	309,22	0,00	309,22	0,00
	TB	293,74	0,00	293,74	0,00	293,74	0,00
25664	TC	236,48	0,00	275,83	214,52	275,83	214,52
	TB	224,64	0,00	257,73	183,72	257,73	183,72
24467	TC	245,62	163,35	245,62	163,35	245,62	163,35
	TB	240,17	139,82	240,17	139,82	240,17	139,82
24240	TC	575,52	0,00	575,52	0,00	575,52	0,00
	TB	577,40	0,00	577,40	0,00	577,40	0,00
27136	TC	124,88	0,00	181,53	35,51	181,53	35,51
	TB	124,51	0,00	172,78	30,40	172,78	30,40
20961	TC	170,06	0,00	170,06	0,00	171,95	70,15
	TB	164,91	0,00	164,91	0,00	166,35	60,05
23568	TC	229,81	0,00	229,81	0,00	167,98	113,34
	TB	218,31	0,00	218,31	0,00	164,88	97,13
27874	TC	206,79	85,18	206,79	85,18	206,79	85,18
	TB	190,88	72,92	190,88	72,92	190,88	72,92
21577	TC	280,80	0,00	280,80	0,00	280,80	0,00
	TB	266,74	0,00	266,74	0,00	266,74	0,00
21202	TC	261,59	0,00	291,04	204,62	291,04	204,62
	TB	248,50	0,00	273,09	175,23	273,09	175,23
22887	TC	321,61	185,63	321,61	185,63	321,61	185,63
	TB	303,88	158,95	303,88	158,95	303,88	158,95
20884	TC	186,38	0,00	186,38	0,00	186,38	0,00
	TB	180,73	0,00	180,73	0,00	180,73	0,00
20676	TC	275,82	134,51	275,82	134,51	275,82	134,51
	TB	259,66	115,13	259,66	115,13	259,66	115,13
20951	TC	236,26	0,00	236,26	0,00	275,70	214,61
	TB	224,43	0,00	224,43	0,00	257,59	183,80
19606	TC	560,16	0,00	560,16	0,00	497,17	306,74
	TB	561,99	0,00	561,99	0,00	507,11	262,53
21223	TC	293,14	0,00	310,41	192,44	310,41	192,44
	TB	278,47	0,00	292,62	164,78	292,62	164,78
26483	TC	291,54	0,00	212,37	95,99	212,37	95,99
	TB	276,95	0,00	208,63	82,24	208,63	82,24
19614	TC	380,62	0,00	380,62	0,00	380,62	0,00
	TB	357,77	0,00	357,77	0,00	357,77	0,00
21121	TC	306,91	194,60	306,91	194,60	306,91	194,60
	TB	289,09	166,64	289,09	166,64	289,09	166,64

Tabela 21 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE.

							(conclusão)
19613	TC	407,33	0,00	407,33	0,00	407,33	0,00
	TB	408,66	0,00	408,66	0,00	408,66	0,00
22028	TC	122,36	0,00	122,36	0,00	179,41	35,91
	TB	122,00	0,00	122,00	0,00	170,61	30,74
26636	TC	147,27	0,00	147,27	0,00	147,27	0,00
	TB	142,81	0,00	142,81	0,00	142,81	0,00
23548	TC	222,98	92,24	222,98	92,24	222,98	92,24
	TB	219,06	79,02	219,06	79,02	219,06	79,02
28502	TC	179,30	0,00	179,30	0,00	179,30	0,00
	TB	173,87	0,00	173,87	0,00	173,87	0,00
20456	TC	202,97	64,10	202,97	64,10	202,97	64,10
	TB	197,11	54,87	197,11	54,87	197,11	54,87
27015	TC	183,24	35,19	183,24	35,19	183,24	35,19
	TB	174,53	30,12	174,53	30,12	174,53	30,12
27632	TC	384,34	0,00	384,34	0,00	384,34	0,00
	TB	361,26	0,00	361,26	0,00	361,26	0,00
19612	TC	207,05	63,35	207,05	63,35	207,05	63,35
	TB	201,15	54,23	201,15	54,23	201,15	54,23
25735	TC	487,78	0,00	487,78	0,00	331,82	213,77
	TB	489,37	0,00	489,37	0,00	355,00	182,96
27162	TC	384,31	0,00	384,31	0,00	369,38	267,02
	TB	361,23	0,00	361,23	0,00	347,69	228,55
26700	TC	209,88	0,00	209,88	0,00	276,03	134,41
	TB	203,53	0,00	203,53	0,00	259,87	115,04

Fonte: Autora (2023).

Para a maioria das UCs, o valor do faturamento de energia da rede elétrica foi menor com a tarifa branca, exceto pelas UCs da classe 5. Todavia, o valor do faturamento de energia injetada na rede foi maior com a tarifa convencional, para todas as UCs. Nesse formato, não houve geração de créditos de energia, devido ao consumo da rede elétrica ter sido maior que a energia injetada. A Tabela 22 apresenta o valor da média mensal da fatura de energia.

Tabela 22 – Fatura de energia com VE.

				(continua)					
UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	128,74	TC	128,74	TC	128,74	TC
			TB	132,33		132,33		132,33	
21317	2	1558	TC	222,01	TB	222,01	TB	222,01	TB
			TB	215,29		215,29		215,29	

Tabela 22 – Fatura de energia com VE.

(continua)

20967	1	1558	TC	46,99	TB	68,13	TB	68,13	TB
			TB	46,85		64,65		64,65	
20190	2	1558	TC	118,02	TC	118,02	TC	118,02	TC
			TB	122,03		122,03		122,03	
19916	1	1558	TC	122,32	TB	122,32	TB	122,32	TB
			TB	121,95		121,95		121,95	
25509	1	1558	TC	90,51	TB	111,65	TB	111,65	TB
			TB	90,24		108,12		108,12	
20088	1	1558	TC	69,96	TB	69,96	TB	69,96	TB
			TB	69,75		69,75		69,75	
26272	1	1558	TC	101,35	TB	122,49	TB	122,49	TB
			TB	101,04		118,92		118,92	
19611	3	1559	TC	119,46	TC	119,46	TC	119,46	TC
			TB	129,25		129,25		129,25	
26723	3	1559	TC	309,22	TB	309,22	TB	309,22	TB
			TB	293,74		293,74		293,74	
25664	3	1559	TC	236,48	TB	62,61	TC	62,61	TC
			TB	224,64		74,01		74,01	
24467	4	1559	TC	82,99	TC	82,99	TC	82,99	TC
			TB	100,35		100,35		100,35	
24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	146,02	TB	146,02	TB
			TB	124,51		142,39		142,39	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	101,80	TC
			TB	164,91		164,91		106,29	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	57,64	TC
			TB	218,31		218,31		67,75	
27874	1	1560	TC	121,60	TB	121,60	TB	121,60	TB
			TB	117,96		117,96		117,96	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	86,42	TC	86,42	TC
			TB	248,50		97,86		97,86	
22887	3	1560	TC	135,97	TC	135,97	TC	135,97	TC
			TB	144,93		144,93		144,93	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	141,32	TC	141,32	TC	141,32	TC
			TB	144,53		144,53		144,53	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	62,43	TC
			TB	224,43		224,43		73,79	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	190,43	TC
			TB	561,99		561,99		244,58	

Tabela 22 – Fatura de energia com VE.

								(conclusão)	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	117,97	TC	117,97	TC
			TB	278,47		127,83		127,83	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	116,37	TC	116,37	TC
			TB	276,95		126,40		126,40	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	112,31	TC	112,31	TC	112,31	TC
			TB	122,45		122,45		122,45	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	143,50	TB
			TB	122,00		122,00		139,88	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	130,73	TC	130,73	TC	130,73	TC
			TB	140,04		140,04		140,04	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	138,87	TC	138,87	TC	138,87	TC
			TB	142,24		142,24		142,24	
27015	1	1560	TC	148,04	TB	148,04	TB	148,04	TB
			TB	144,40		144,40		144,40	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	143,70	TC	143,70	TC	143,70	TC
			TB	146,92		146,92		146,92	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	118,05	TC
			TB	489,37		489,37		172,04	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	102,36	TC
			TB	361,23		361,23		119,14	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	141,63	TC
			TB	203,53		203,53		144,83	

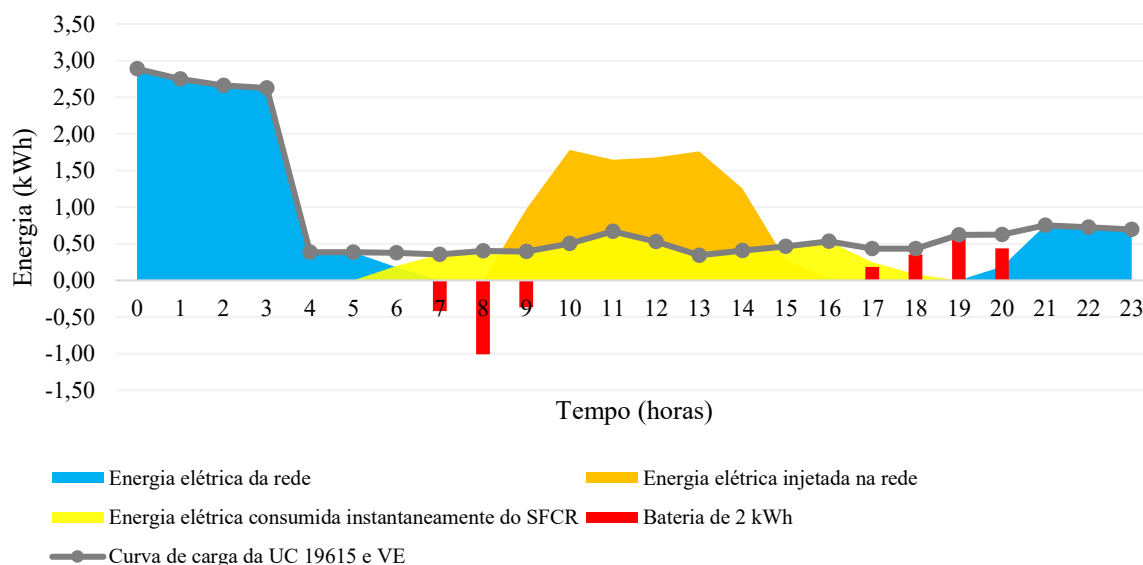
Fonte: Autora (2023).

Nas unidades prosumidoras foi considerada a inclusão do veículo elétrico, conseqüentemente, o valor da fatura de energia aumentou com a adição do consumo de energia do veículo. Para as UCs sem SFCR, não foi considerado a introdução do veículo elétrico, permanecendo o mesmo consumo das UCs das configurações anteriores. Por fim, na Tabela 22 pode ser visto a melhor opção para as UCs entre a tarifa branca e convencional, variando conforme a configuração e UC.

4.5.2 Bateria de 2 kWh e veículo elétrico

A Figura 90 exibe a curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 2 kWh, e veículo elétrico, em um dia útil ensolarado.

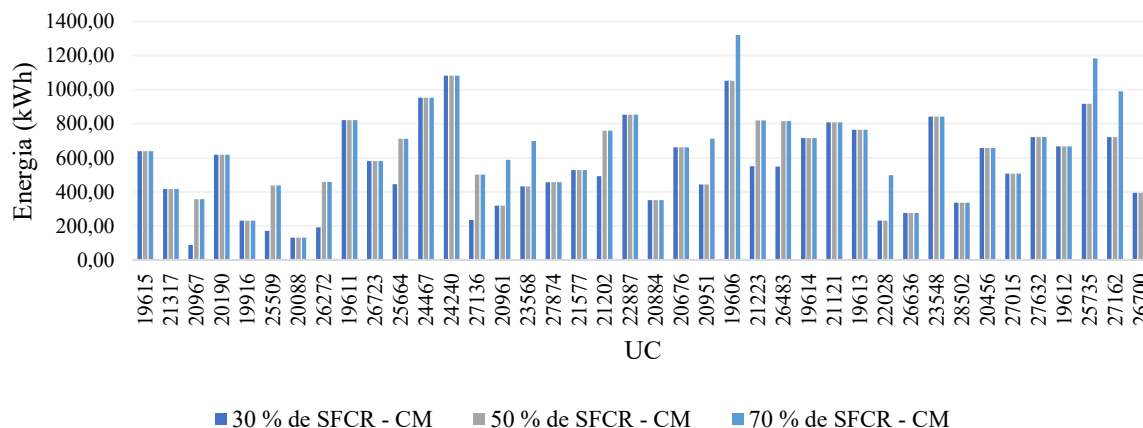
Figura 90 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 2 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

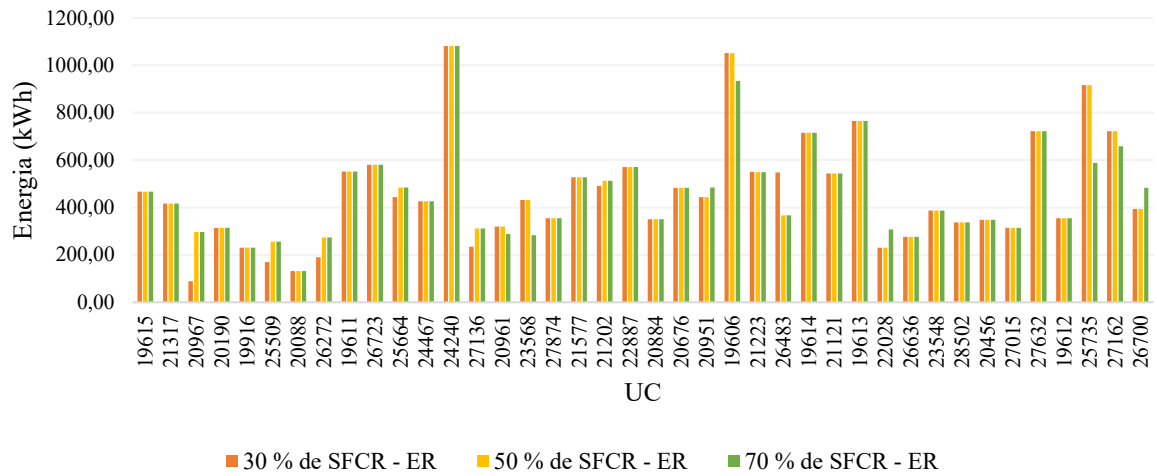
O veículo elétrico foi carregado durante a madrugada pela energia fornecida pela rede elétrica, como visto na Figura 90. As Figuras 91 e 92, e o APÊNDICE P apresentam o consumo mensal (CM) e a energia da rede elétrica (ER) para configuração 30, 50 e 70% com a inclusão da bateria de capacidade de 2 kWh nos SFCR e veículo elétrico, respectivamente.

Figura 91 – Consumo mensal (CM) com bateria de 2 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

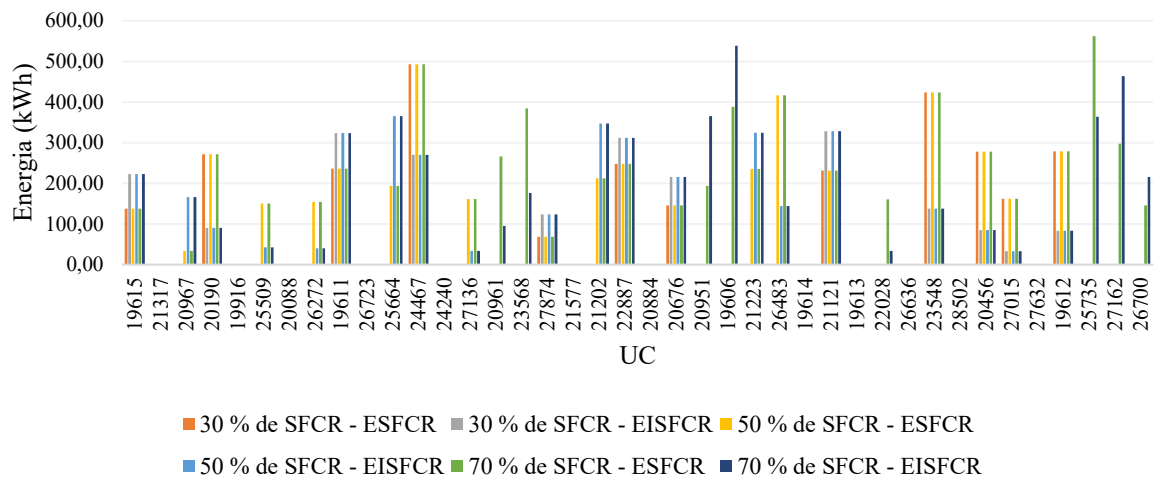
Figura 92 – Energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

A bateria de 2 kWh contribuiu para reduzir o consumo de energia da rede elétrica das UCs com SFCR, uma vez que parte da energia gerada pelos SFCR foi armazenada na bateria e posteriormente despachada no período da noite, ao invés de ser injetada na rede. A Figura 93 indica a energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

Figura 93 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh.

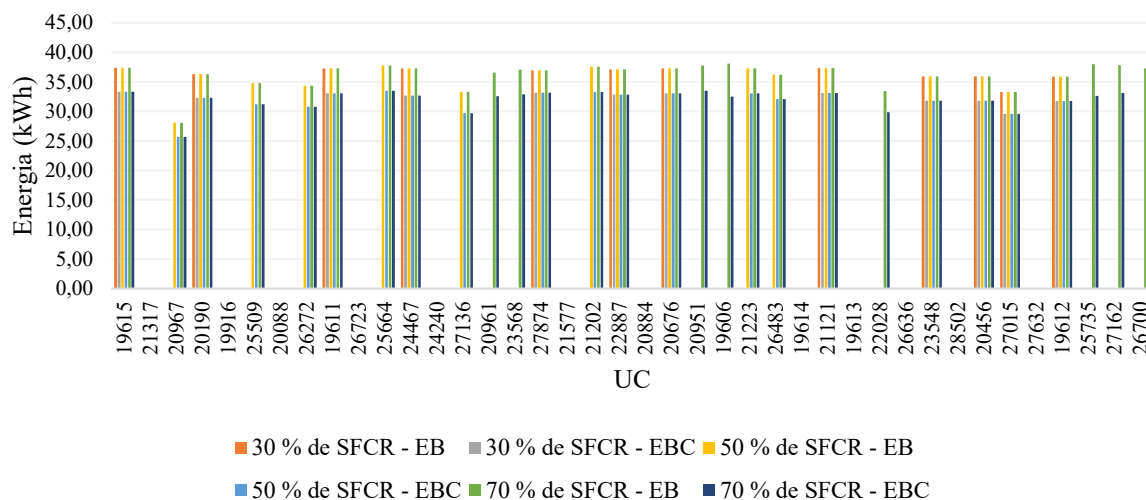


Fonte: Autora (2023).

A energia consumida instantaneamente dos SFCR aumentou para as unidades prosumidoras com recarga do veículo elétrico durante o dia, isso porque, com a inclusão do VE houve um aumento do consumo da UC entre as 09:00 até as 13:00 horas, intervalo de tempo

que pode ocorrer a geração de energia solar fotovoltaica. A Figura 94 e o APÊNDICE Z indicam a média mensal da energia armazenada na bateria (EB) e a energia descarregada na carga (EBC).

Figura 94 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e VE.



A energia armazenada na bateria de 2 kWh foi descarregada na UC, podendo variar de 25,66 a 33,47 kWh. As Figuras 95 e 96 retratam a média mensal de energia alocada (EA) e de energia da rede após a energia alocada (ERA), como também, o APÊNDICE AA.

Figura 95 – Energia alocada (EA) com bateria de 2 kWh e VE.

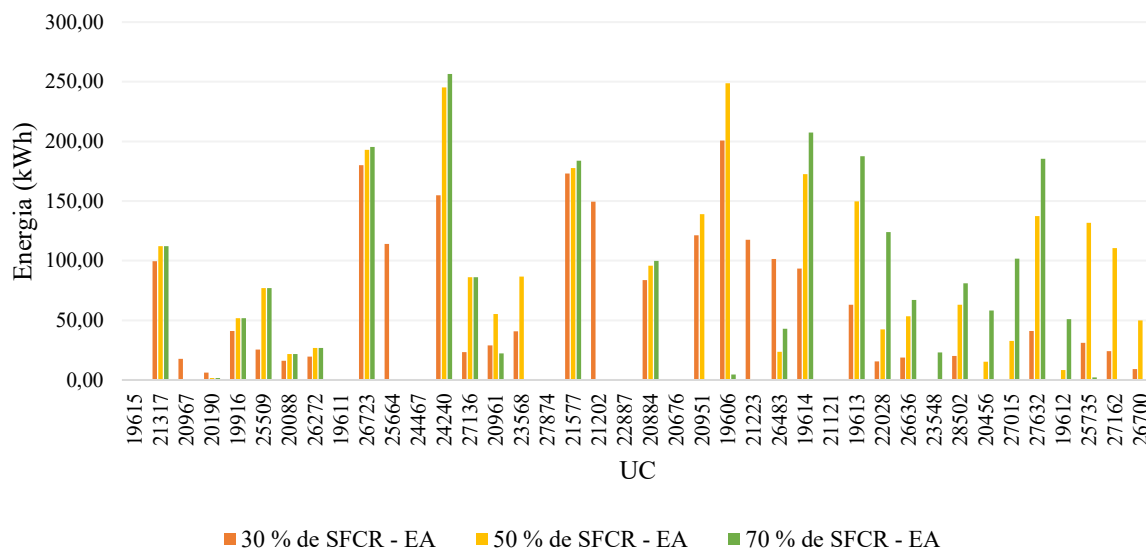
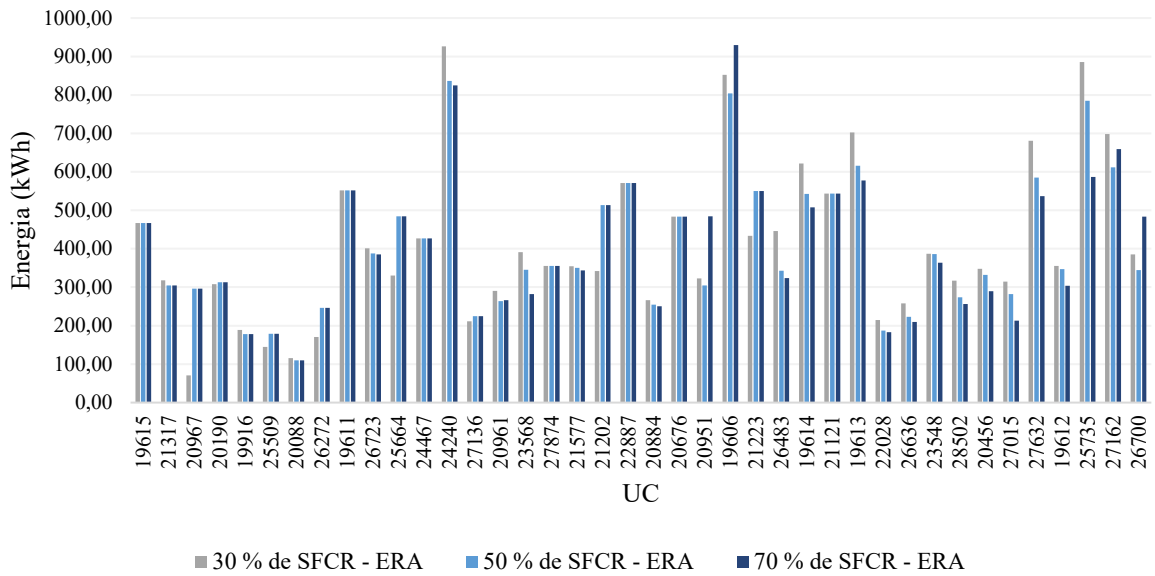


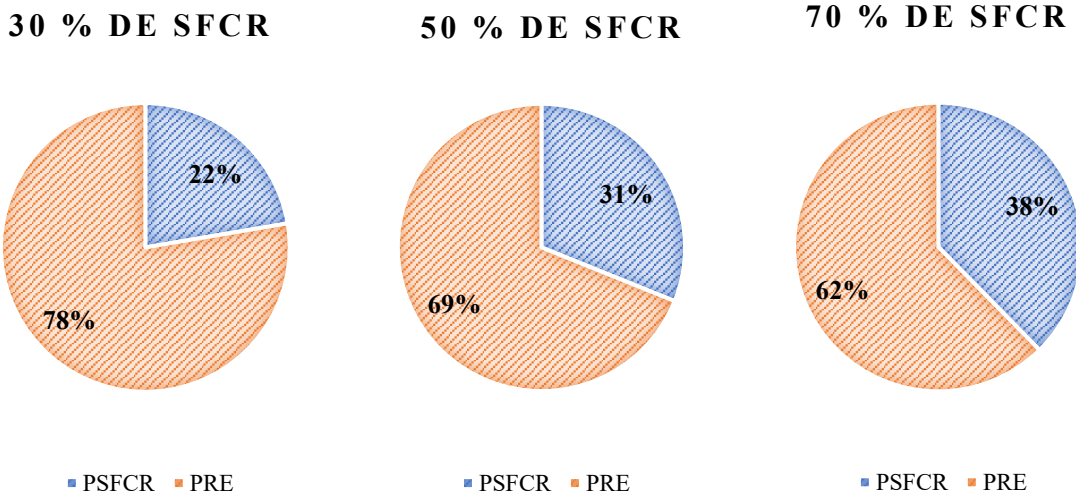
Figura 96 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

A quantidade de energia alocada foi reduzida com a bateria de 2 kWh e veículo elétrico comparado com as configurações anteriores. A Figura 97 mostra a média da PSFCR e da PRE.

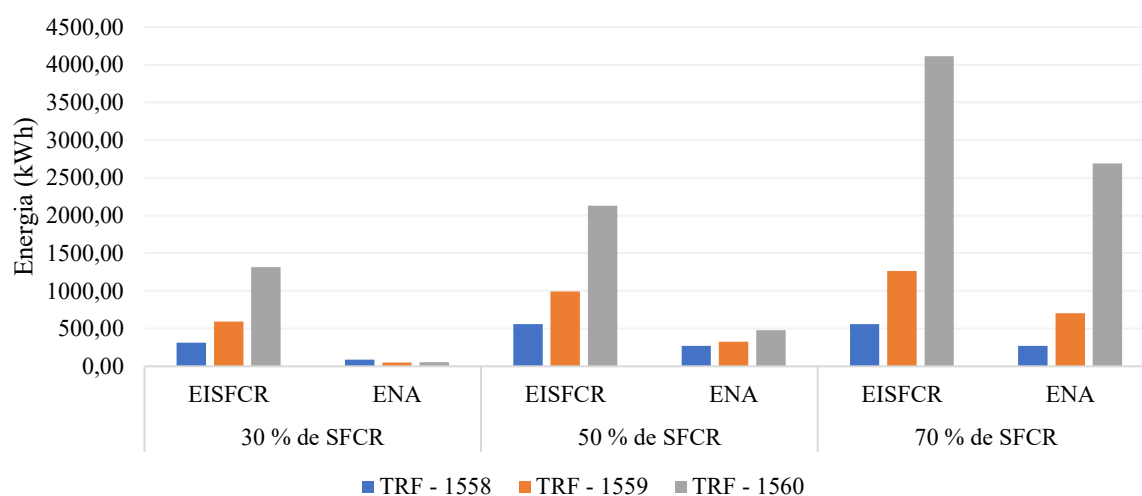
Figura 97 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 2 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, houve uma menor quantidade de energia alocada. Assim, a PSFCR foi de 2 a 33% para as UCs sem SFCR e de 22 a 55% para as unidades prosumidoras, visto no APÊNDICE BB. O total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) são apresentados na Figura 98.

Figura 98 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 2 kWh.



Fonte: Autora (2023).

A porcentagem de energia não alocada foi de 28, 9 e 4%, na configuração de 30% de SFCR, para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente. Para a configuração de 50% de SFCR, a porcentagem de energia não alocada foi de 48, 33 e 22% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, nessa ordem. Enquanto, para a configuração de 70% de SFCR foi de 48, 56 e 65% de energia não alocada para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente.

A Tabela 23 apresenta o valor do faturamento referente à energia da rede elétrica e à energia injetada na rede.

Tabela 23 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh e VE.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)					
		30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
		ER	EISFCR	ER	EISFCR	ER	EISFCR
19615	TC	248,49	118,66	248,49	118,66	248,49	118,66
	TB	222,82	101,57	222,82	101,57	222,82	101,57
21317	TC	222,01	-	222,01	-	222,01	-
	TB	215,29	-	215,29	-	215,29	-
20967	TC	46,99	-	157,77	88,40	157,77	88,40
	TB	46,85	-	134,95	75,72	134,95	75,72
20190	TC	167,19	48,12	167,19	48,12	167,19	48,12
	TB	152,30	41,19	152,30	41,19	152,30	41,19
19916	TC	122,32	-	122,32	-	122,32	-
	TB	121,95	-	121,95	-	121,95	-

Tabela 23 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh e VE.

							(continua)
25509	TC	90,51	-	136,22	22,71	136,22	22,71
	TB	90,24	-	118,22	19,46	118,22	19,46
20088	TC	69,96	-	69,96	-	69,96	-
	TB	69,75	-	69,75	-	69,75	-
26272	TC	101,35	-	145,42	21,07	145,42	21,07
	TB	101,04	-	127,18	18,04	127,18	18,04
19611	TC	293,65	172,03	293,65	172,03	293,65	172,03
	TB	266,15	147,31	266,15	147,31	266,15	147,31
26723	TC	309,22	-	309,22	-	309,22	-
	TB	293,74	-	293,74	-	293,74	-
25664	TC	236,48	-	257,91	194,43	257,91	194,43
	TB	224,64	-	229,22	166,52	229,22	166,52
24467	TC	227,19	143,52	227,19	143,52	227,19	143,52
	TB	215,94	122,85	215,94	122,85	215,94	122,85
24240	TC	575,52	-	575,52	-	575,52	-
	TB	577,40	-	577,40	-	577,40	-
27136	TC	124,88	-	165,66	17,76	165,66	17,76
	TB	124,51	-	147,89	15,20	147,89	15,20
20961	TC	170,06	-	170,06	-	153,53	50,69
	TB	164,91	-	164,91	-	138,37	43,40
23568	TC	229,81	-	229,81	-	150,37	93,60
	TB	218,31	-	218,31	-	136,86	80,23
27874	TC	189,09	65,52	189,09	65,52	189,09	65,52
	TB	163,44	56,09	163,44	56,09	163,44	56,09
21577	TC	280,80	-	280,80	-	280,80	-
	TB	266,74	-	266,74	-	266,74	-
21202	TC	261,59	-	273,22	184,64	273,22	184,64
	TB	248,50	-	245,01	158,13	245,01	158,13
22887	TC	304,01	165,87	304,01	165,87	304,01	165,87
	TB	276,86	142,04	276,86	142,04	276,86	142,04
20884	TC	186,38	-	186,38	-	186,38	-
	TB	180,73	-	180,73	-	180,73	-
20676	TC	257,14	114,67	257,14	114,67	257,14	114,67
	TB	232,06	98,15	232,06	98,15	232,06	98,15
20951	TC	236,26	-	236,26	-	257,78	194,52
	TB	224,43	-	224,43	-	229,09	166,60
19606	TC	560,16	-	560,16	-	497,17	286,45
	TB	561,99	-	561,99	-	507,11	245,17
21223	TC	293,14	-	292,71	172,59	292,71	172,59
	TB	278,47	-	265,18	147,79	265,18	147,79
26483	TC	291,54	-	195,20	76,74	195,20	76,74
	TB	276,95	-	182,05	65,76	182,05	65,76
19614	TC	380,62	-	380,62	-	380,62	-
	TB	357,77	-	357,77	-	357,77	-

Tabela 23 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh e VE.

							(conclusão)
21121	TC	289,17	174,73	289,17	174,73	289,17	174,73
	TB	261,51	149,63	261,51	149,63	261,51	149,63
19613	TC	407,33	-	407,33	-	407,33	-
	TB	408,66	-	408,66	-	408,66	-
22028	TC	122,36	-	122,36	-	163,47	18,10
	TB	122,00	-	122,00	-	145,62	15,49
26636	TC	147,27	-	147,27	-	147,27	-
	TB	142,81	-	142,81	-	142,81	-
23548	TC	205,95	73,12	205,95	73,12	205,95	73,12
	TB	192,91	62,65	192,91	62,65	192,91	62,65
28502	TC	179,30	-	179,30	-	179,30	-
	TB	173,87	-	173,87	-	173,87	-
20456	TC	184,95	44,97	184,95	44,97	184,95	44,97
	TB	170,55	38,49	170,55	38,49	170,55	38,49
27015	TC	167,42	17,49	167,42	17,49	167,42	17,49
	TB	149,73	14,98	149,73	14,98	149,73	14,98
27632	TC	384,34	-	384,34	-	384,34	-
	TB	361,26	-	361,26	-	361,26	-
19612	TC	189,08	44,26	189,08	44,26	189,08	44,26
	TB	174,79	37,89	174,79	37,89	174,79	37,89
25735	TC	487,78	-	487,78	-	313,47	193,56
	TB	489,37	-	489,37	-	334,64	165,67
27162	TC	384,31	-	384,31	-	350,70	246,88
	TB	361,23	-	361,23	-	323,55	211,31
26700	TC	209,88	-	209,88	-	257,35	114,57
	TB	203,53	-	203,53	-	232,29	98,06

Fonte: Autora (2023).

Para a maioria das UCs, o valor do faturamento referente à energia da rede elétrica foi menor com a tarifa branca, salvo as UCs 24240, 19606, 19613 e 25735. Enquanto, o valor do faturamento referente à energia injetada na rede foi maior com a tarifa convencional. Além disso, não houve geração de créditos com a bateria de 2 kWh e VE. A Tabela 24 indica os valores de fatura de energia.

Tabela 24 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e VE.

				(continua)					
UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	129,83		129,83		129,83	
			TB	121,25	TB	121,25	TB	121,25	TB

Tabela 24 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e VE.

(continua)

21317	2	1558	TC	222,01	TB	222,01	TB	222,01	TB
			TB	215,29		215,29		215,29	
20967	1	1558	TC	46,99	TB	69,37	TB	69,37	TB
			TB	46,85		59,23		59,23	
20190	2	1558	TC	119,08	TB	119,08	TB	119,08	TB
			TB	111,10		111,10		111,10	
19916	1	1558	TC	122,32	TB	122,32	TB	122,32	TB
			TB	121,95		121,95		121,95	
25509	1	1558	TC	90,51	TB	113,50	TB	113,50	TB
			TB	90,24		98,76		98,76	
20088	1	1558	TC	69,96	TB	69,96	TB	69,96	TB
			TB	69,75		69,75		69,75	
26272	1	1558	TC	101,35	TB	124,35	TB	124,35	TB
			TB	101,04		109,14		109,14	
19611	3	1559	TC	121,62	TB	121,62	TB	121,62	TB
			TB	118,83		118,83		118,83	
26723	3	1559	TC	309,22	TB	309,22	TB	309,22	TB
			TB	293,74		293,74		293,74	
25664	3	1559	TC	236,48	TB	64,35	TB	64,35	TB
			TB	224,64		63,13		63,13	
24467	4	1559	TC	84,29	TC	84,29	TC	84,29	TC
			TB	93,09		93,09		93,09	
24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	147,90	TB	147,90	TB
			TB	124,51		132,69		132,69	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	102,85	TB
			TB	164,91		164,91		94,97	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	58,98	TB
			TB	218,31		218,31		57,73	
27874	1	1560	TC	123,57	TB	123,57	TB	123,57	TB
			TB	107,35		107,35		107,35	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	88,58	TB	88,58	TB
			TB	248,50		86,88		86,88	
22887	3	1560	TC	138,13	TB	138,13	TB	138,13	TB
			TB	134,83		134,83		134,83	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	142,47	TB	142,47	TB	142,47	TB
			TB	133,92		133,92		133,92	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	64,16	TB
			TB	224,43		224,43		62,93	

Tabela 24 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e VE.

									(conclusão)
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	210,72	TC
			TB	561,99	TB	561,99	TB	261,94	TB
21223	3	1560	TC	293,14	TB	120,12	TB	120,12	TB
			TB	278,47	TB	117,38	TB	117,38	TB
26483	3	1560	TC	291,54	TB	118,46	TB	118,46	TB
			TB	276,95	TB	116,30	TB	116,30	TB
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77	TB	357,77	TB	357,77	TB
21121	3	1560	TC	114,44	TB	114,44	TB	114,44	TB
			TB	111,88	TB	111,88	TB	111,88	TB
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66	TB	408,66	TB	408,66	TB
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	145,38	TB
			TB	122,00	TB	122,00	TB	130,12	TB
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81	TB	142,81	TB	142,81	TB
23548	3	1560	TC	132,83	TB	132,83	TB	132,83	TB
			TB	130,26	TB	130,26	TB	130,26	TB
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87	TB	173,87	TB	173,87	TB
20456	2	1560	TC	139,98	TB	139,98	TB	139,98	TB
			TB	132,05	TB	132,05	TB	132,05	TB
27015	1	1560	TC	149,93	TB	149,93	TB	149,93	TB
			TB	134,75	TB	134,75	TB	134,75	TB
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26	TB	361,26	TB	361,26	TB
19612	2	1560	TC	144,82	TB	144,82	TB	144,82	TB
			TB	136,90	TB	136,90	TB	136,90	TB
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	119,92	TC
			TB	489,37	TB	489,37	TB	168,97	TB
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	103,83	TC
			TB	361,23	TB	361,23	TB	112,24	TB
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	142,78	TB
			TB	203,53	TB	203,53	TB	134,22	TB

Fonte: Autora (2023).

Por fim, o veículo elétrico contribuiu para o aumento do valor da fatura de energia elétrica, onde foi considerado para algumas UCs o carregamento durante o dia e outras ao longo da noite. Em geral, a tarifa branca foi a melhor opção para as UCs, com exceção das UCs 24467, 24240, 19606, 19613, 25735 e 27162, na configuração de 70% de SFCR.

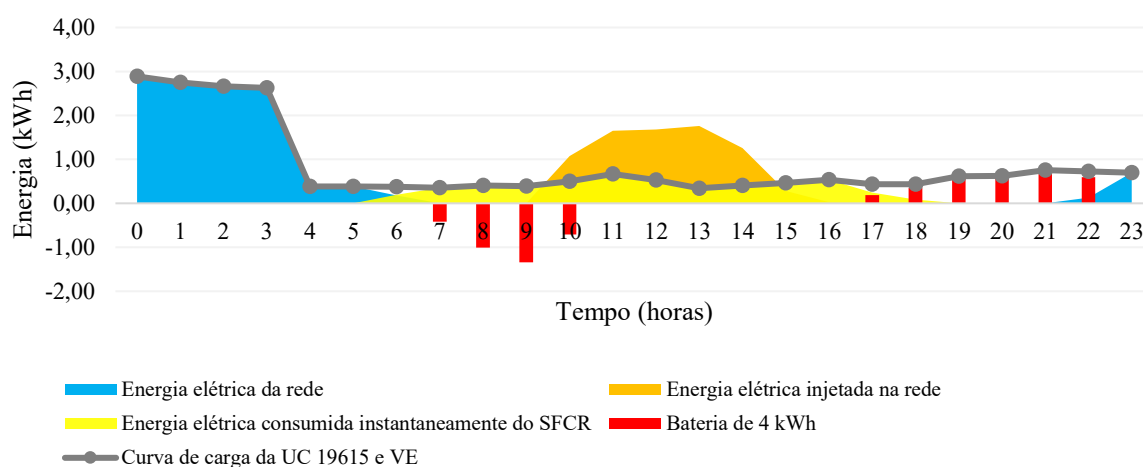
A UC 27162, da classe 4, sem sistema fotovoltaico, apresentou a tarifa branca viável, porém, com sistema fotovoltaico, a tarifa convencional se tornou mais atrativa que a tarifa branca. Isso porque, o sistema fotovoltaico gera energia elétrica durante o dia, reduzindo o

consumo da rede elétrica nesse período. Além da energia fornecida pela bateria de 2 kWh a noite, não foi suficiente para reduzir a proporção do consumo a noite comparado com o dia.

4.5.3 Bateria de 4 kWh e veículo elétrico

A curva de carga da UC 19615, em um dia útil ensolarado, com geração solar fotovoltaica, bateria de capacidade de 4 kWh e veículo elétrico podem ser vistos na Figura 99.

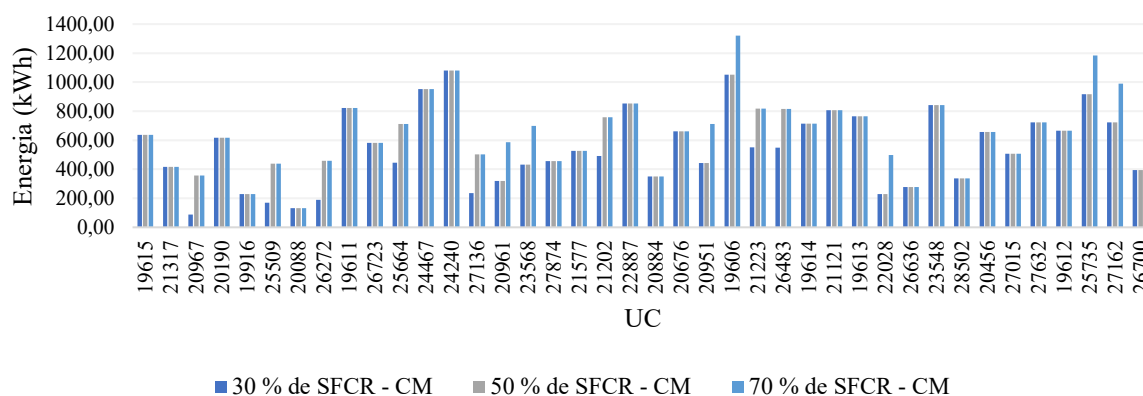
Figura 99 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

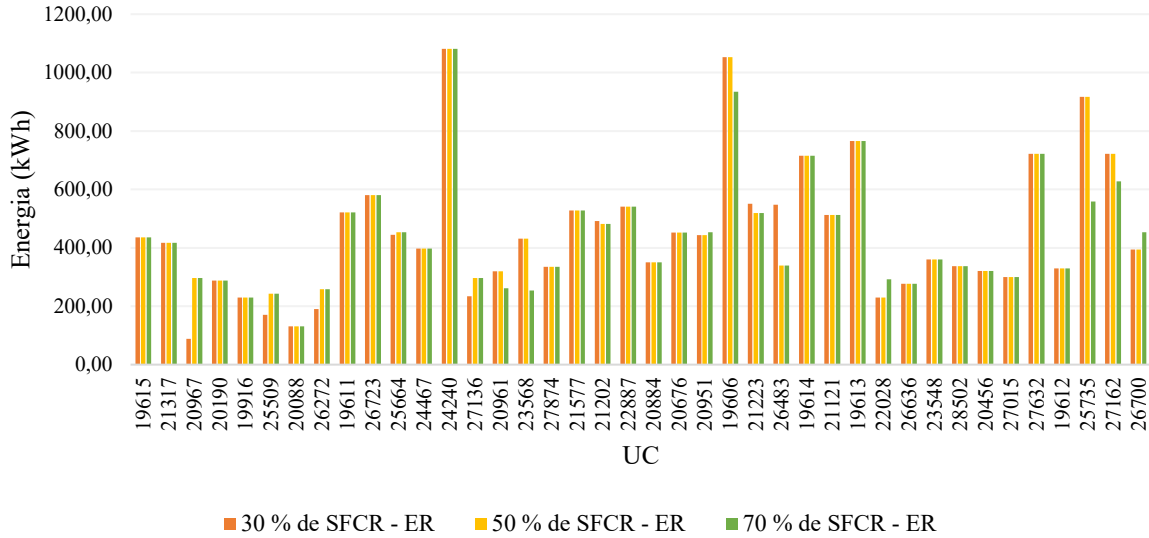
O consumo mensal (CM) das UCs com a inclusão do veículo elétrico e bateria de 4 kWh nas unidades prosumidoras, como também, a energia da rede elétrica (ERA) são mostrados nas Figuras 100 e 101, respectivamente, e no APÊNDICE CC.

Figura 100 – Consumo mensal (CM) com bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

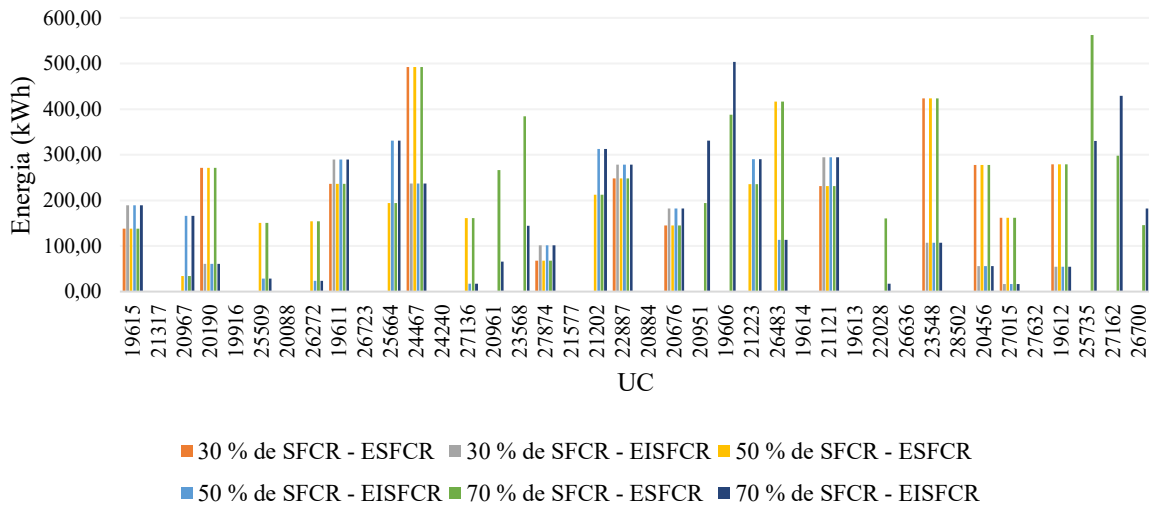
Figura 101 – Energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

Nessa configuração, as unidades prossumidoras consumiram energia fornecida pela rede elétrica, energia gerada pelos SFCR e energia fornecida pela bateria de capacidade de 4 kWh. Assim, a Figura 102 e o APÊNDICE DD indicam os dados de energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

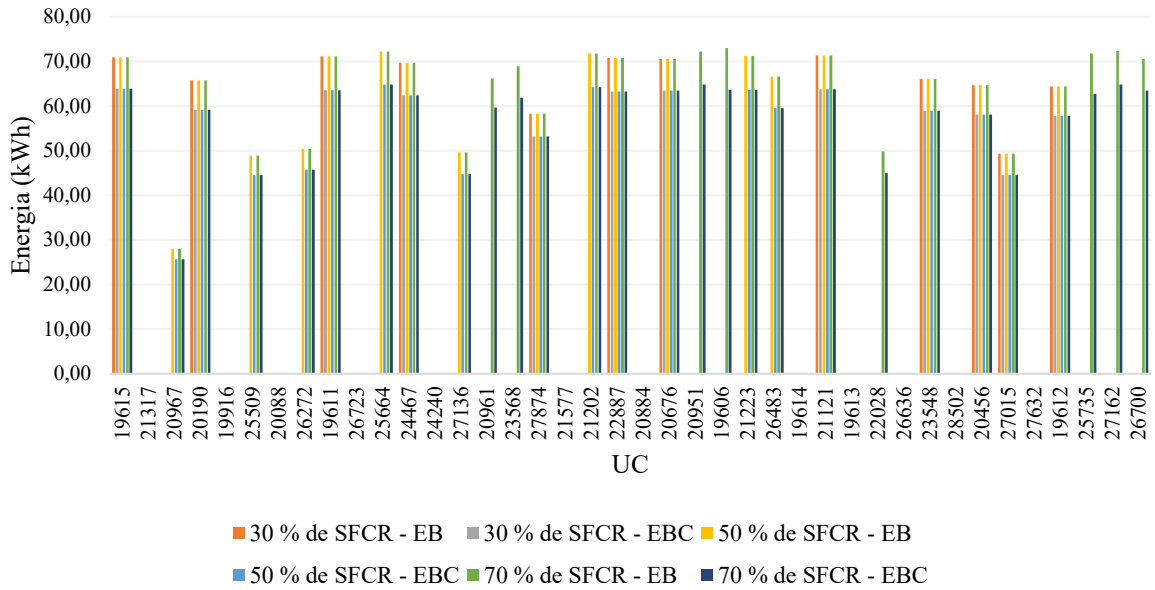
Figura 102 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

A bateria de 4 kWh armazena e descarrega uma quantidade maior de energia do que a bateria de 2 kWh. Dessa maneira, a Figura 103 e o APÊNDICE EE mostram a média mensal da energia armazenada na bateria (EB) e a energia descarregada na carga (EBC).

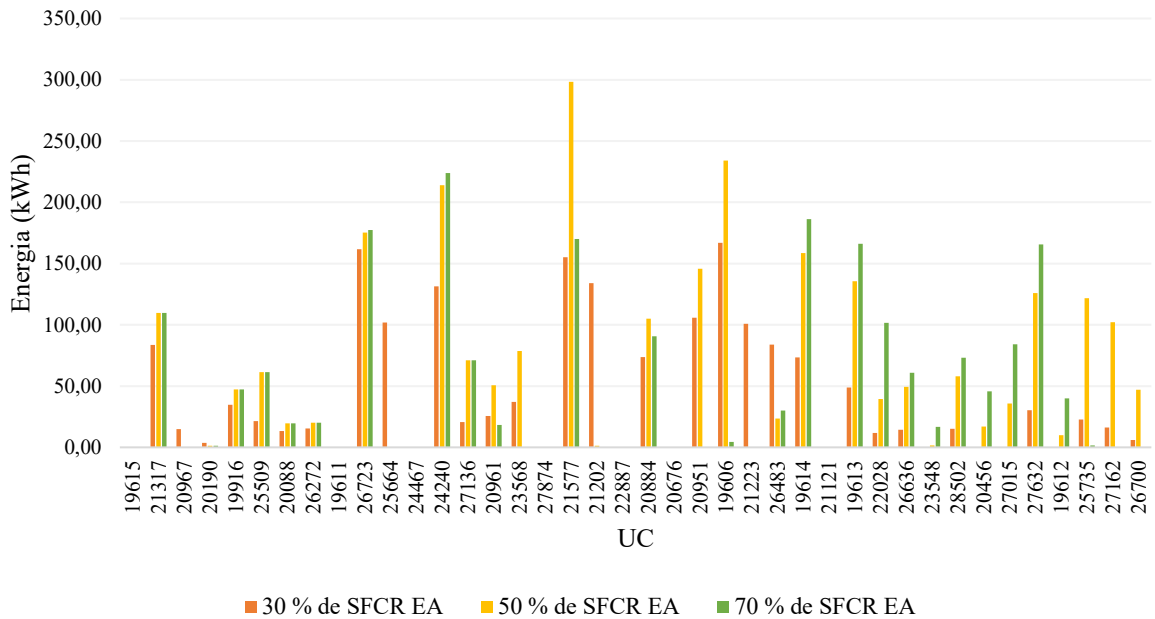
Figura 103 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

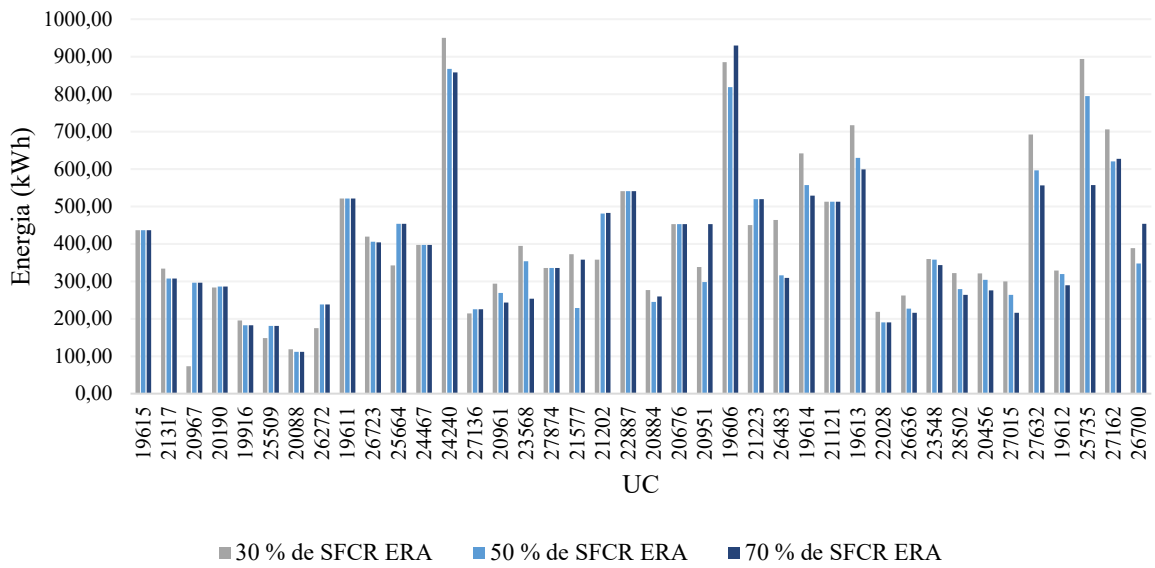
Dessa forma, a bateria de 4 kWh pode armazenar até 73,01 kWh, dado correspondente a UC 19606 da configuração de 70% de SFCR. Logo, a energia alocada (EA) e a energia da rede após a alocada (ERA) são indicadas nas Figuras 104 e 105, respectivamente, e no APÊNDICE FF.

Figura 104 – Energia alocada (EA) com bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

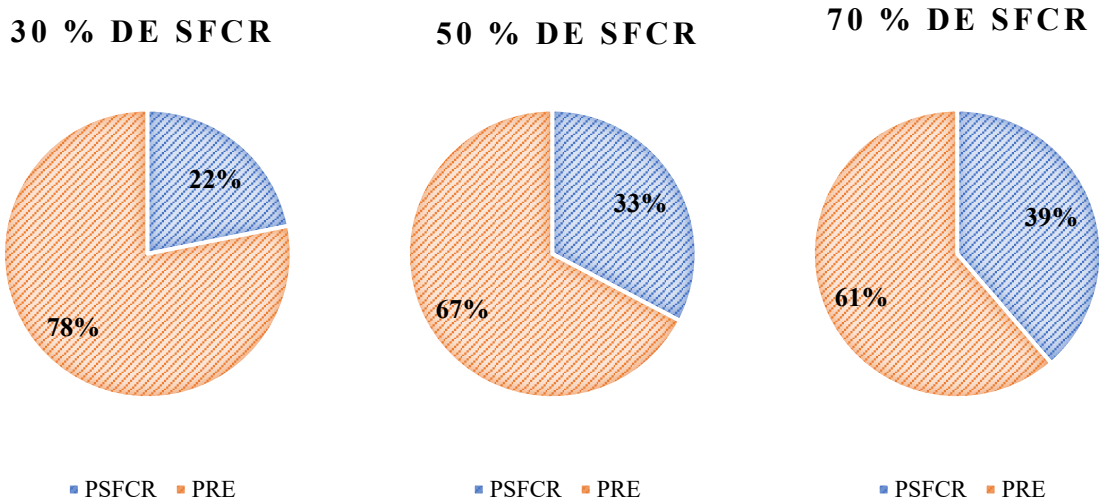
Figura 105 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e VE



Fonte: Autora (2023).

Assim, os dados de energia alocada, energia consumida instantaneamente dos SFCR e energia descarregada na carga foram considerados no cálculo da PSFCR. Em suma, a média de PSFCR e PRE pode ser visto na Figura 106.

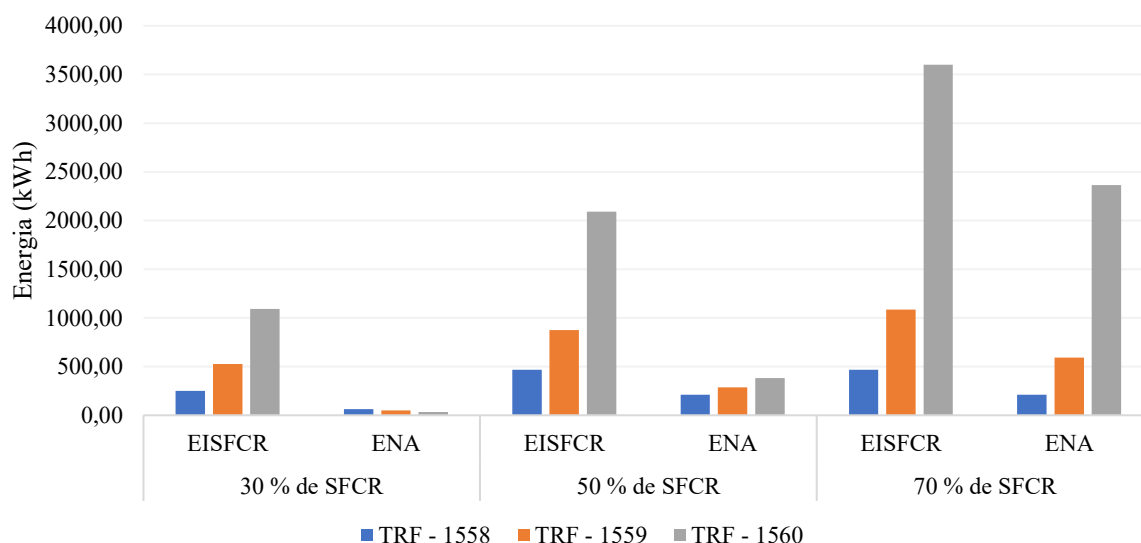
Figura 106 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

Conforme pode ser observado na Figura 106, a configuração de 70% de SFCR, apresentou o maior autoconsumo, comparado com a configuração de 30 e 50%. A Figura 107 indica o total da média mensal de energia não alocada (ENA) e da energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

Figura 107 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 4 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

A configuração de 70% de SFCR foi a configuração que apresentou a maior quantidade de energia injetada, como também, não alocada. Assim, cerca de 45, 55 e 66% de energia injetada não foi alocada para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560. A Tabela 25 indica a média mensal do faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

Tabela 25 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)					
		30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
		ER	EISFCR	ER	EISFCR	ER	EISFCR
19615	TC	232,21	100,83	232,21	100,83	232,21	100,83
	TB	200,02	86,31	200,02	86,31	200,02	86,31
21317	TC	222,01	-	222,01	-	222,01	-
	TB	215,29	-	215,29	-	215,29	-
20967	TC	46,99	-	157,77	88,46	157,77	88,46
	TB	46,85	-	134,95	75,77	134,95	75,77
20190	TC	152,91	32,44	152,91	32,44	152,91	32,44
	TB	133,27	27,78	133,27	27,78	133,27	27,78
19916	TC	122,32	-	122,32	-	122,32	-
	TB	121,95	-	121,95	-	121,95	-
25509	TC	90,51	-	129,14	15,21	129,14	15,21
	TB	90,24	-	111,40	13,03	111,40	13,03

Tabela 25 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

							(continua)
20088	TC	69,96	-	69,96	-	69,96	-
	TB	69,75	-	69,75	-	69,75	-
26272	TC	101,35	-	137,45	12,54	137,45	12,54
	TB	101,04	-	119,08	10,74	119,08	10,74
19611	TC	277,40	154,00	277,40	154,00	277,40	154,00
	TB	241,08	131,88	241,08	131,88	241,08	131,88
26723	TC	309,22	-	309,22	-	309,22	-
	TB	293,74	-	293,74	-	293,74	-
25664	TC	236,48	-	241,22	176,10	241,22	176,10
	TB	224,64	-	207,21	150,84	207,21	150,84
24467	TC	211,37	126,26	211,37	126,26	211,37	126,26
	TB	189,29	108,08	189,29	108,08	189,29	108,08
24240	TC	575,52	-	575,52	-	575,52	-
	TB	577,40	-	577,40	-	577,40	-
27136	TC	124,88	-	157,65	9,11	157,65	9,11
	TB	124,51	-	138,70	7,79	138,70	7,79
20961	TC	170,06	-	170,06	-	139,13	34,91
	TB	164,91	-	164,91	-	120,71	29,89
23568	TC	229,81	-	229,81	-	134,95	76,68
	TB	218,31	-	218,31	-	117,01	65,75
27874	TC	178,43	54,17	178,43	54,17	178,43	54,17
	TB	152,90	46,37	152,90	46,37	152,90	46,37
21577	TC	280,80	-	280,80	-	280,80	-
	TB	266,74	-	266,74	-	266,74	-
21202	TC	261,59	-	256,73	166,41	256,73	166,41
	TB	248,50	-	221,33	142,53	221,33	142,53
22887	TC	287,84	147,96	287,84	147,96	287,84	147,96
	TB	251,35	126,70	251,35	126,70	251,35	126,70
20884	TC	186,38	-	186,38	-	186,38	-
	TB	180,73	-	180,73	-	180,73	-
20676	TC	240,97	96,96	240,97	96,96	240,97	96,96
	TB	208,10	82,99	208,10	82,99	208,10	82,99
20951	TC	236,26	-	236,26	-	241,09	176,19
	TB	224,43	-	224,43	-	207,09	150,91
19606	TC	560,16	-	560,16	-	497,17	267,88
	TB	561,99	-	561,99	-	507,11	229,28
21223	TC	293,14	-	276,47	154,55	276,47	154,55
	TB	278,47	-	240,17	132,35	240,17	132,35
26483	TC	291,54	-	180,60	60,53	180,60	60,53
	TB	276,95	-	159,66	51,88	159,66	51,88
19614	TC	380,62	-	380,62	-	380,62	-
	TB	357,77	-	357,77	-	357,77	-
21121	TC	272,89	156,64	272,89	156,64	272,89	156,64
	TB	236,69	134,15	236,69	134,15	236,69	134,15

Tabela 25 – Faturamento referente à energia da rede (ER) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

							(conclusão)
19613	TC	407,33	-	407,33	-	407,33	-
	TB	408,66	-	408,66	-	408,66	-
22028	TC	122,36	-	122,36	-	155,40	9,37
	TB	122,00	-	122,00	-	136,47	8,02
26636	TC	147,27	-	147,27	-	147,27	-
	TB	142,81	-	142,81	-	142,81	-
23548	TC	191,50	57,11	191,50	57,11	191,50	57,11
	TB	170,27	48,94	170,27	48,94	170,27	48,94
28502	TC	179,30	-	179,30	-	179,30	-
	TB	173,87	-	173,87	-	173,87	-
20456	TC	170,97	29,67	170,97	29,67	170,97	29,67
	TB	150,06	25,40	150,06	25,40	150,06	25,40
27015	TC	159,50	8,93	159,50	8,93	159,50	8,93
	TB	140,52	7,65	140,52	7,65	140,52	7,65
27632	TC	384,34	-	384,34	-	384,34	-
	TB	361,26	-	361,26	-	361,26	-
19612	TC	175,21	29,06	175,21	29,06	175,21	29,06
	TB	154,06	24,88	154,06	24,88	154,06	24,88
25735	TC	487,78	-	487,78	-	297,43	175,57
	TB	489,37	-	489,37	-	311,02	150,27
27162	TC	384,31	-	384,31	-	333,86	228,51
	TB	361,23	-	361,23	-	295,01	195,59
26700	TC	209,88	-	209,88	-	241,19	96,87
	TB	203,53	-	203,53	-	208,30	82,91

Fonte: Autora (2023).

Nessa configuração não foram gerados créditos de energia, uma vez que a quantidade de energia injetada na rede elétrica foi menor que a quantidade de energia da rede. Para todas UCs, os valores dos faturamentos referentes à energia da rede foram menores com a tarifa branca. Todavia, para as UCs da classe 5 os valores dos faturamentos referentes à energia da rede foram menores com a tarifa convencional.

Em contrapartida, os valores dos faturamentos referentes à energia injetada na rede foram maiores com a tarifa convencional. Enfim, com os dados do faturamento referente à energia da rede e à energia injetada na rede, os valores da fatura de energia podem ser encontrados. A Tabela 26 indica a fatura de energia.

Tabela 26 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e VE

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	131,37		131,37		131,37	
			TB	113,70	TB	113,70	TB	113,70	TB
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB
20967	1	1558	TC	46,99		69,31		69,31	
			TB	46,85	TB	59,18	TB	59,18	TB
20190	2	1558	TC	120,47		120,47		120,47	
			TB	105,49	TB	105,49	TB	105,49	TB
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32	
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB
25509	1	1558	TC	90,51		113,93		113,93	
			TB	90,24	TB	98,37	TB	98,37	TB
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96	
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB
26272	1	1558	TC	101,35		124,90		124,90	
			TB	101,04	TB	108,34	TB	108,34	TB
19611	3	1559	TC	123,40		123,40		123,40	
			TB	109,20	TB	109,20	TB	109,20	TB
26723	3	1559	TC	309,22		309,22		309,22	
			TB	293,74	TB	293,74	TB	293,74	TB
25664	3	1559	TC	236,48		65,84		65,84	
			TB	224,64	TB	57,23	TB	57,23	TB
24467	4	1559	TC	85,62		85,62		85,62	
			TB	81,57	TB	81,57	TB	81,57	TB
24240	5	1559	TC	575,52		575,52		575,52	
			TB	577,40	TC	577,40	TC	577,40	TC
27136	1	1559	TC	124,88		148,55		148,55	
			TB	124,51	TB	130,90	TB	130,90	TB
20961	2	1559	TC	170,06		170,06		104,23	
			TB	164,91	TB	164,91	TB	90,81	TB
23568	3	1559	TC	229,81		229,81		60,01	
			TB	218,31	TB	218,31	TB	53,38	TB
27874	1	1560	TC	124,26		124,26		124,26	
			TB	106,52	TB	106,52	TB	106,52	TB
21577	3	1560	TC	280,80		280,80		280,80	
			TB	266,74	TB	266,74	TB	266,74	TB
21202	3	1560	TC	261,59		90,32		90,32	
			TB	248,50	TB	78,81	TB	78,81	TB
22887	3	1560	TC	139,87		139,87		139,87	
			TB	124,64	TB	124,64	TB	124,64	TB
20884	2	1560	TC	186,38		186,38		186,38	
			TB	180,73	TB	180,73	TB	180,73	TB

Tabela 26 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e VE

									(conclusão)
20676	2	1560	TC	144,01	TB	144,01	TB	144,01	TB
			TB	125,10		125,10		125,10	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	65,64	TB
			TB	224,43		224,43		57,06	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	229,29	TC
			TB	561,99		561,99		277,84	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	121,91	TB	121,91	TB
			TB	278,47		107,81		107,81	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	120,07	TB	120,07	TB
			TB	276,95		107,77		107,77	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	116,25	TB	116,25	TB	116,25	TB
			TB	102,54		102,54		102,54	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	146,03	TB
			TB	122,00		122,00		128,45	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	134,39	TB	134,39	TB	134,39	TB
			TB	121,33		121,33		121,33	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	141,29	TB	141,29	TB	141,29	TB
			TB	124,66		124,66		124,66	
27015	1	1560	TC	150,56	TB	150,56	TB	150,56	TB
			TB	132,87		132,87		132,87	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	146,14	TB	146,14	TB	146,14	TB
			TB	129,18		129,18		129,18	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	121,86	TC
			TB	489,37		489,37		160,75	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	105,35	TB
			TB	361,23		361,23		99,42	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	144,32	TB
			TB	203,53		203,53		125,39	

Fonte: Autora (2023).

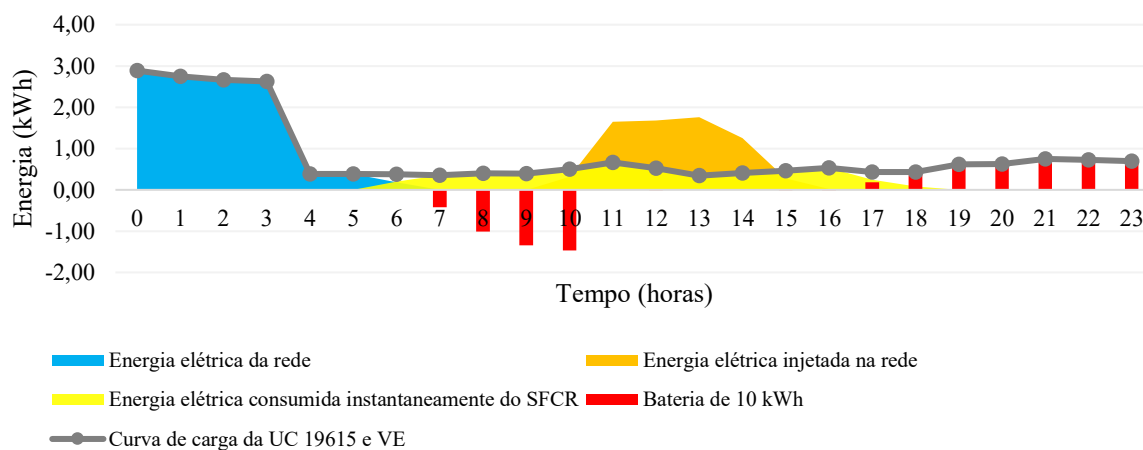
A inserção da bateria de 4 kWh e a recarga do veículo durante a madrugada ou dia, reduziram o consumo a noite e aumentaram durante os horários de fora ponta. Assim, para a maior parte das UCs com SFCR, as faturas de energia foram menores no âmbito da tarifa

branca. Entretanto, as UCs da classe 5, como as UCs 24240, 19606, 19613 e 25735 apresentaram os menores valores de fatura de energia com a tarifa convencional.

4.5.4 Bateria de 10 kWh e veículo elétrico

A Figura 108 apresenta a curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 10 kWh e veículo elétrico, em um dia útil ensolarado.

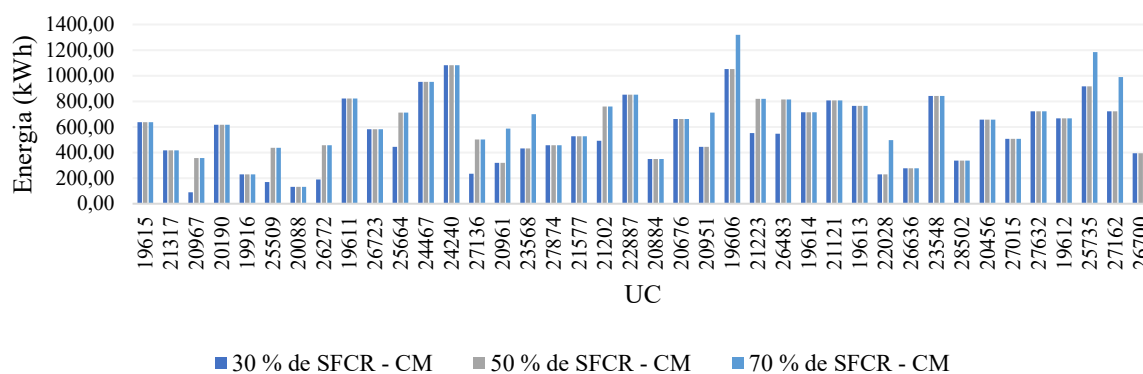
Figura 108 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 10 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

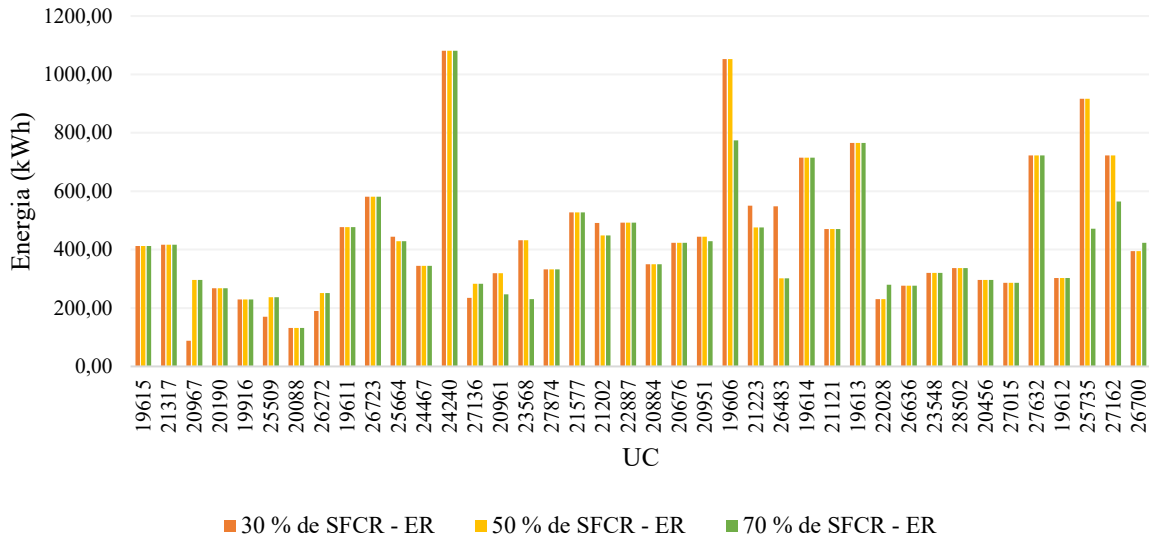
A bateria de 10 kWh armazena energia fornecida pelos SFCR e descarrega a noite, suprimindo o consumo, como mostra a Figura 108. As Figuras 109 e 110 indicam a média do consumo mensal (CM) e média mensal da energia da rede elétrica (ER), considerando a bateria de 10 kWh e a carga do veículo elétrico, respectivamente, como também, o APÊNDICE HH.

Figura 109 – Consumo mensal (CM) com bateria de 10 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

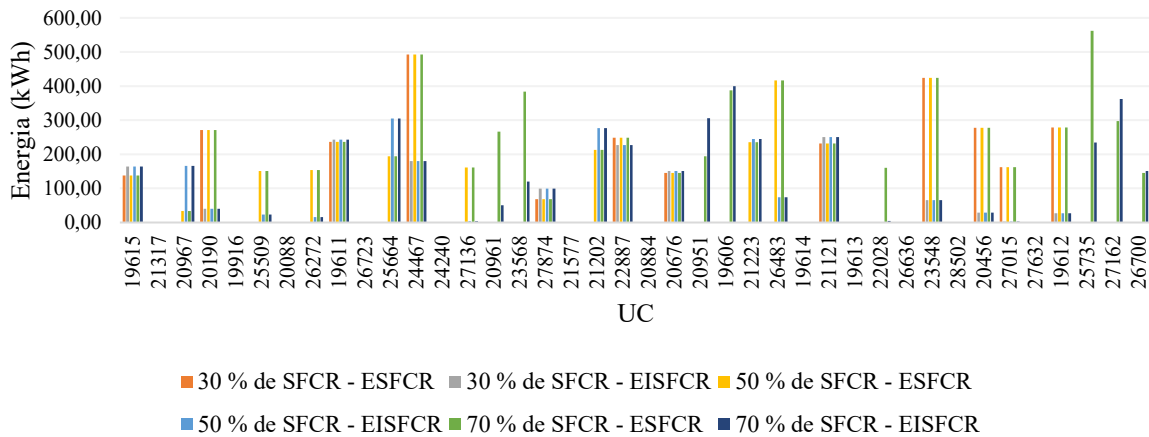
Figura 110 – Energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

Vale ressaltar, que para as UCs sem SFCR, a energia da rede elétrica tornou-se igual ao consumo mensal. Ao passo, que para as UCs com SFCR a energia da rede e o consumo mensal sofreram alterações, como o aumento do consumo das unidades prossumidoras devido à adição da carga do veículo elétrico. A Figura 111 indica a média mensal da energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e da energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR).

Figura 111 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE.

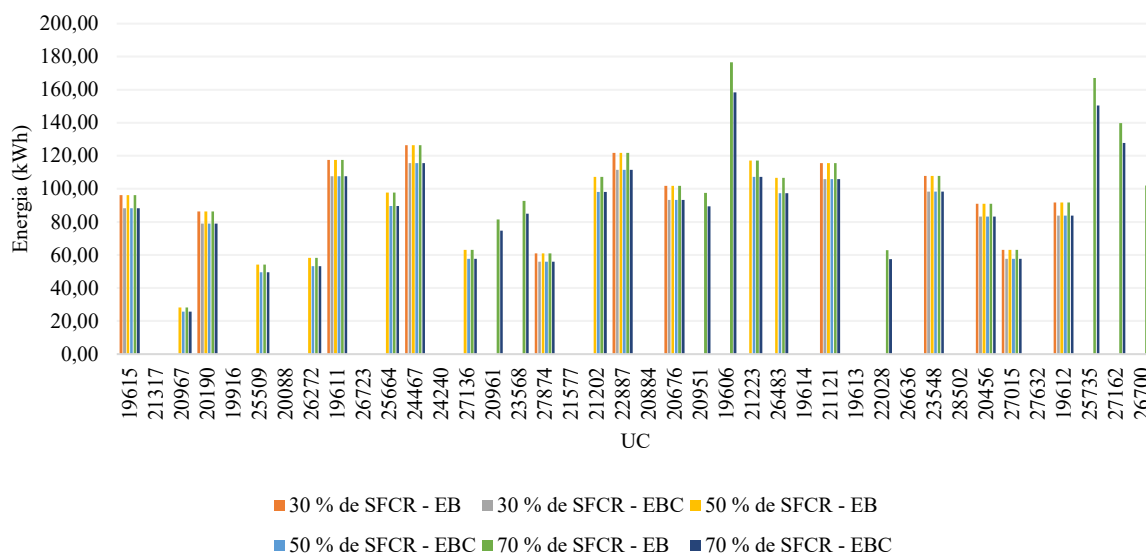


Fonte: Autora (2023).

Os valores da ESFCR aumentaram com a inclusão da bateria de 10 kWh, ao passo que, os valores de EISFCR diminuiram, sobretudo, para as UCs com veículos elétricos com recarga

durante o dia. A Figura 112 e o APÊNDICE JJ retratam a média mensal de energia armazenada na bateria (EB) e energia descarregada na carga (EBC).

Figura 112 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e VE.



A quantidade de energia armazenada na bateria de 10 kWh foi de 28,17 a 176,66 kWh para as unidades prossumidoras, na configuração de 70% de SFCR. Logo, a energia descarregada na carga foi de 25,66 a 158,44 kWh. As Figuras 113 e 114 indicam a energia alocada (EA) e a energia da rede após a energia alocada (ERA), respectivamente, bem como, o APÊNDICE KK.

Figura 113 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e VE.

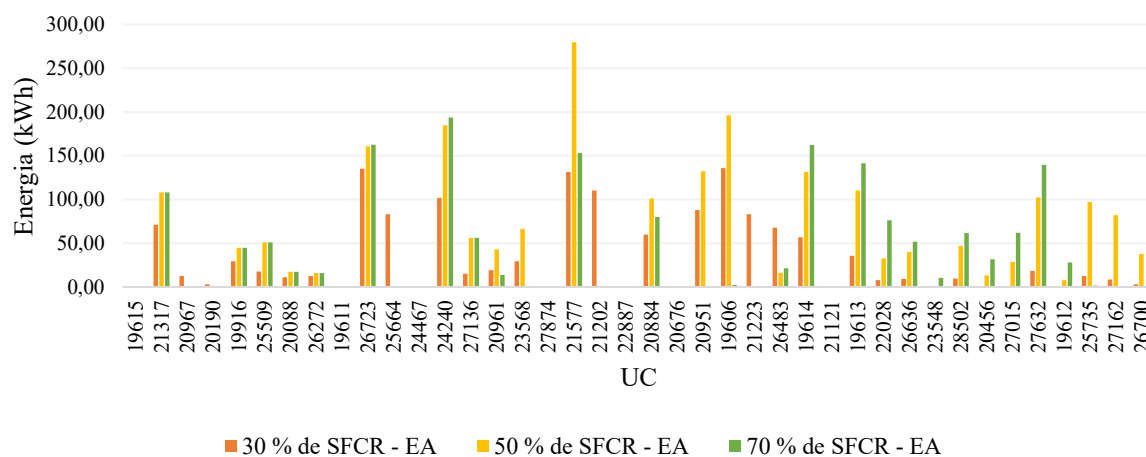
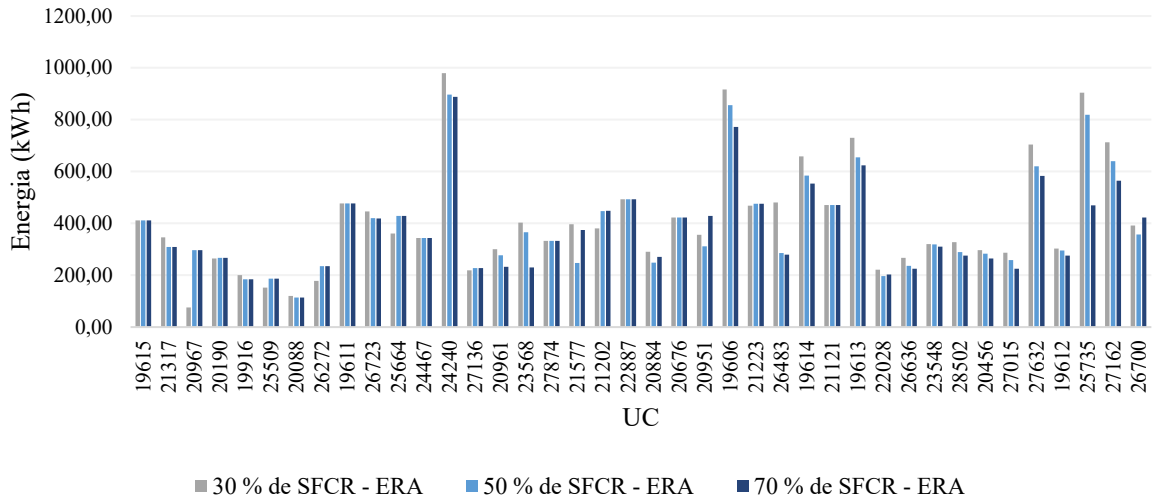


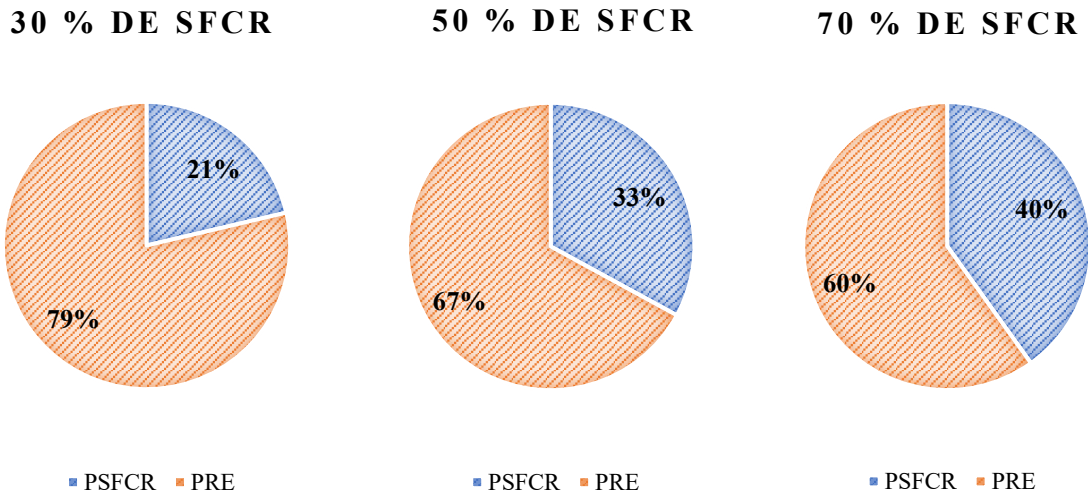
Figura 114 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

A quantidade de energia alocada aumentou com a inclusão de SFCR. No entanto, os valores foram menores do que nos outros cenários, devido à inclusão da recarga do veículo elétrico durante o dia e a bateria de 10 kWh. A recarga do VE no decorrer da madrugada não interfere na quantidade de energia alocada. A Figura 115 indica a média de PSFCR e PRE.

Figura 115 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 10 kWh e VE.

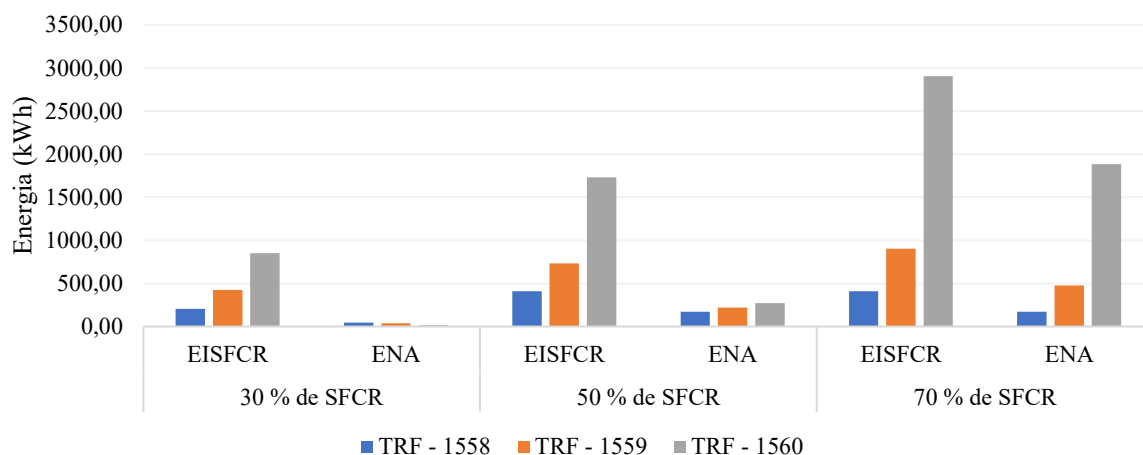


Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, foi considerada 12 UCs com SFCR, como efeito, houve uma menor quantidade de energia alocada, resultando na variação de PSFCR de 1 a 27% para as UCs sem SFCR, visto no APÊNDICE LL.

O total da média mensal da energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) pelas UCs com SFCR atendidas pelos TRF-1558, 1559 e 1560, bem como, a energia não alocada para as UCs sem SFCR são indicadas na Figura 116.

Figura 116 – Total da média mensal de energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 10 kWh e VE.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 70% de SFCR, foi considerado 28 unidades prossumidoras, dessa forma, a quantidade de energia injetada e energia não alocada foram maiores do que as configurações de 30 e 50% de SFCR. A porcentagem de energia injetada que não foi alocada foi de 42, 53 e 65% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560.

O valor da média mensal do faturamento referente à energia da rede (ER) e à energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) foram apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)					
		30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
		ER	EISFCR	ER	EISFCR	ER	EISFCR
19615	TC	219,27	87,36	219,27	87,36	219,27	87,36
	TB	187,67	74,78	187,67	74,78	187,67	74,78
21317	TC	222,01	-	222,01	-	222,01	-
	TB	215,29	-	215,29	-	215,29	-
20967	TC	46,99	-	157,77	88,36	157,77	88,36
	TB	46,85	-	134,95	75,69	134,95	75,69
20190	TC	142,33	21,44	142,33	21,44	142,33	21,44
	TB	122,53	18,36	122,53	18,36	122,53	18,36

Tabela 27 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE.

							(continua)
19916	TC	122,32	-	122,32	-	122,32	-
	TB	121,95	-	121,95	-	121,95	-
25509	TC	90,51	-	126,43	12,38	126,43	12,38
	TB	90,24	-	108,24	10,61	108,24	10,61
20088	TC	69,96	-	69,96	-	69,96	-
	TB	69,75	-	69,75	-	69,75	-
26272	TC	101,35	-	133,45	8,37	133,45	8,37
	TB	101,04	-	114,70	7,17	114,70	7,17
19611	TC	253,93	129,30	253,93	129,30	253,93	129,30
	TB	217,57	110,74	217,57	110,74	217,57	110,74
26723	TC	309,22	-	309,22	-	309,22	-
	TB	293,74	-	293,74	-	293,74	-
25664	TC	236,48	-	228,07	162,52	228,07	162,52
	TB	224,64	-	195,14	139,21	195,14	139,21
24467	TC	183,09	96,04	183,09	96,04	183,09	96,04
	TB	158,40	82,21	158,40	82,21	158,40	82,21
24240	TC	575,52	-	575,52	-	575,52	-
	TB	577,40	-	577,40	-	577,40	-
27136	TC	124,88	-	150,75	1,93	150,75	1,93
	TB	124,51	-	131,00	1,65	131,00	1,65
20961	TC	170,06	-	170,06	-	131,15	26,75
	TB	164,91	-	164,91	-	112,49	22,91
23568	TC	229,81	-	229,81	-	122,66	63,96
	TB	218,31	-	218,31	-	105,26	54,85
27874	TC	176,97	52,73	176,97	52,73	176,97	52,73
	TB	151,37	45,14	151,37	45,14	151,37	45,14
21577	TC	280,80	-	280,80	-	280,80	-
	TB	266,74	-	266,74	-	266,74	-
21202	TC	261,59	-	238,65	147,55	238,65	147,55
	TB	248,50	-	204,24	126,38	204,24	126,38
22887	TC	262,13	120,77	262,13	120,77	262,13	120,77
	TB	224,83	103,42	224,83	103,42	224,83	103,42
20884	TC	186,38	-	186,38	-	186,38	-
	TB	180,73	-	180,73	-	180,73	-
20676	TC	225,07	80,33	225,07	80,33	225,07	80,33
	TB	192,75	68,76	192,75	68,76	192,75	68,76
20951	TC	236,26	-	236,26	-	227,98	162,66
	TB	224,43	-	224,43	-	195,07	139,33
19606	TC	560,16	-	560,16	-	411,86	212,71
	TB	561,99	-	561,99	-	378,63	182,06
21223	TC	293,14	-	253,21	130,09	253,21	130,09
	TB	278,47	-	216,93	111,41	216,93	111,41
26483	TC	291,54	-	160,43	39,25	160,43	39,25
	TB	276,95	-	139,35	33,65	139,35	33,65
19614	TC	380,62	-	380,62	-	380,62	-
	TB	357,77	-	357,77	-	357,77	-

Tabela 27 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE.

							(conclusão)
21121	TC	250,47	133,09	250,47	133,09	250,47	133,09
	TB	214,53	113,99	214,53	113,99	214,53	113,99
19613	TC	407,33	-	407,33	-	407,33	-
	TB	408,66	-	408,66	-	408,66	-
22028	TC	122,36	-	122,36	-	148,75	2,46
	TB	122,00	-	122,00	-	129,10	2,10
26636	TC	147,27	-	147,27	-	147,27	-
	TB	142,81	-	142,81	-	142,81	-
23548	TC	170,53	34,89	170,53	34,89	170,53	34,89
	TB	148,65	29,91	148,65	29,91	148,65	29,91
28502	TC	179,30	-	179,30	-	179,30	-
	TB	173,87	-	173,87	-	173,87	-
20456	TC	157,62	15,64	157,62	15,64	157,62	15,64
	TB	136,71	13,39	136,71	13,39	136,71	13,39
27015	TC	152,48	1,66	152,48	1,66	152,48	1,66
	TB	132,67	1,42	132,67	1,42	132,67	1,42
27632	TC	384,34	-	384,34	-	384,34	-
	TB	361,26	-	361,26	-	361,26	-
19612	TC	161,39	14,54	161,39	14,54	161,39	14,54
	TB	140,21	12,45	140,21	12,45	140,21	12,45
25735	TC	487,78	-	487,78	-	250,75	124,84
	TB	489,37	-	489,37	-	232,82	106,85
27162	TC	384,31	-	384,31	-	300,37	192,65
	TB	361,23	-	361,23	-	257,62	164,90
26700	TC	209,88	-	209,88	-	225,22	80,15
	TB	203,53	-	203,53	-	192,88	68,61

Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 70% de SFCR, para a maioria das UCs, os valores dos faturamentos referentes à energia da rede foram menores com a tarifa branca, exceto pelas UCs 24240 e 19613. Enquanto, os valores dos faturamentos referentes à energia injetada na rede foram maiores com a tarifa convencional. A fatura de energia é mostrada na Tabela 28.

Tabela 28 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e VE.

				(continua)					
UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	131,91		131,91		131,91	
			TB	112,90	TB	112,90	TB	112,90	TB
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB

Tabela 28 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e VE.

(continua)

20967	1	1558	TC	46,99	TB	69,41	TB	69,41	TB
			TB	46,85		59,26		59,26	
20190	2	1558	TC	120,89	TB	120,89	TB	120,89	TB
			TB	104,18		104,18		104,18	
19916	1	1558	TC	122,32	TB	122,32	TB	122,32	TB
			TB	121,95		121,95		121,95	
25509	1	1558	TC	90,51	TB	114,05	TB	114,05	TB
			TB	90,24		97,63		97,63	
20088	1	1558	TC	69,96	TB	69,96	TB	69,96	TB
			TB	69,75		69,75		69,75	
26272	1	1558	TC	101,35	TB	125,08	TB	125,08	TB
			TB	101,04		107,53		107,53	
19611	3	1559	TC	124,63	TB	124,63	TB	124,63	TB
			TB	106,83		106,83		106,83	
26723	3	1559	TC	309,22	TB	309,22	TB	309,22	TB
			TB	293,74		293,74		293,74	
25664	3	1559	TC	236,48	TB	66,19	TB	66,19	TB
			TB	224,64		56,71		56,71	
24467	4	1559	TC	87,54	TB	87,54	TB	87,54	TB
			TB	76,80		76,80		76,80	
24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	148,82	TB	148,82	TB
			TB	124,51		129,35		129,35	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	104,40	TB
			TB	164,91		164,91		89,58	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	60,34	TB
			TB	218,31		218,31		52,57	
27874	1	1560	TC	124,24	TB	124,24	TB	124,24	TB
			TB	106,23		106,23		106,23	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	91,10	TB	91,10	TB
			TB	248,50		77,87		77,87	
22887	3	1560	TC	141,36	TB	141,36	TB	141,36	TB
			TB	121,41		121,41		121,41	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	144,75	TB	144,75	TB	144,75	TB
			TB	124,00		124,00		124,00	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	65,98	TB
			TB	224,43		224,43		56,54	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	199,15	TB
			TB	561,99		561,99		196,57	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	123,12	TB	123,12	TB
			TB	278,47		105,52		105,52	

Tabela 28 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e VE.

									(conclusão)
26483	3	1560	TC	291,54	TB	121,18	TB	121,18	TB
			TB	276,95		105,70		105,70	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	117,37	TB	117,37	TB	117,37	TB
			TB	100,54		100,54		100,54	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	146,29	TB
			TB	122,00		122,00		127,00	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	135,64	TB	135,64	TB	135,64	TB
			TB	118,74		118,74		118,74	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	141,99	TB	141,99	TB	141,99	TB
			TB	123,32		123,32		123,32	
27015	1	1560	TC	150,83	TB	150,83	TB	150,83	TB
			TB	131,26		131,26		131,26	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	146,85	TB	146,85	TB	146,85	TB
			TB	127,76		127,76		127,76	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	125,91	TC
			TB	489,37		489,37		125,98	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	107,72	TB
			TB	361,23		361,23		92,73	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	145,06	TB
			TB	203,53		203,53		124,27	

Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 70% de SFCR os valores da fatura de energia elétrica para as unidades prosumidoras foram mais vantajosos com a tarifa branca, salvo para a UC 25735 da classe 5. Logo, para as UCs sem sistema fotovoltaico a tarifa convencional foi a melhor apenas para as UCs da classe 5.

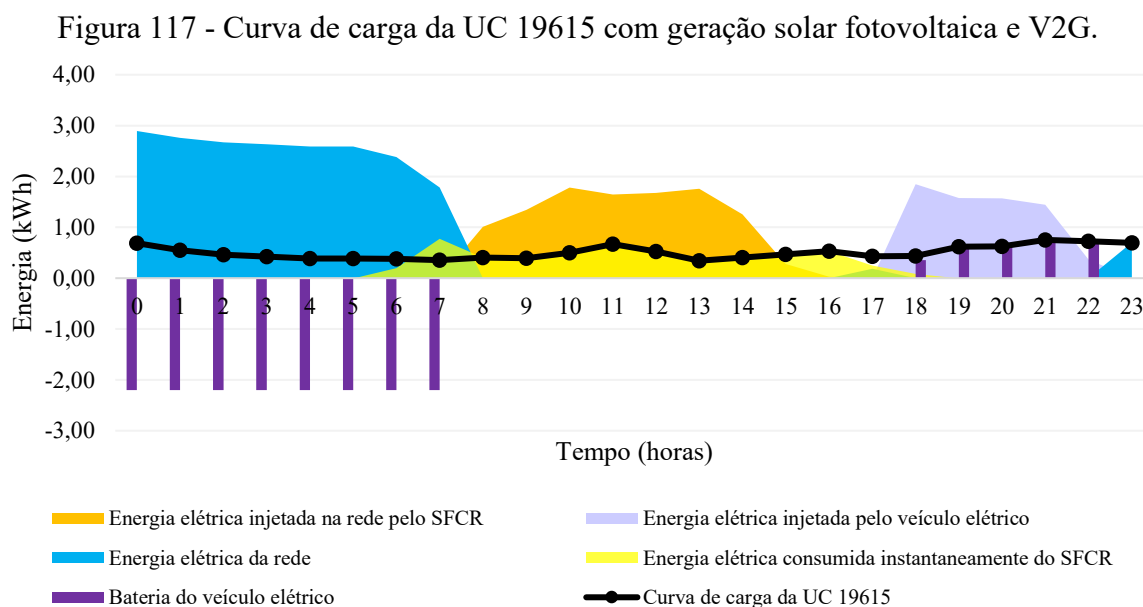
Vale destacar, que para UC 19606 da classe 5, sem sistema fotovoltaico, na configuração de 30 e 50% de SFCR, a fatura de energia é menor com a tarifa convencional, enquanto, com sistema fotovoltaico, na configuração de 70% de SFCR, a fatura é menor com a tarifa branca. Portanto, a bateria de 10 kWh e o veículo elétrico contribuem pela viabilidade da tarifa branca.

4.6 QUARTO CENÁRIO

No quarto cenário foi considerada a integração do veículo elétrico como a tecnologia V2G nas UCs com SFCR. Portanto, a bateria do veículo elétrico foi carregada ao longo da madrugada e descarregada no período da noite, fornecendo energia para a unidade consumidora.

4.6.1 Sistema fotovoltaico conectado à rede e V2G

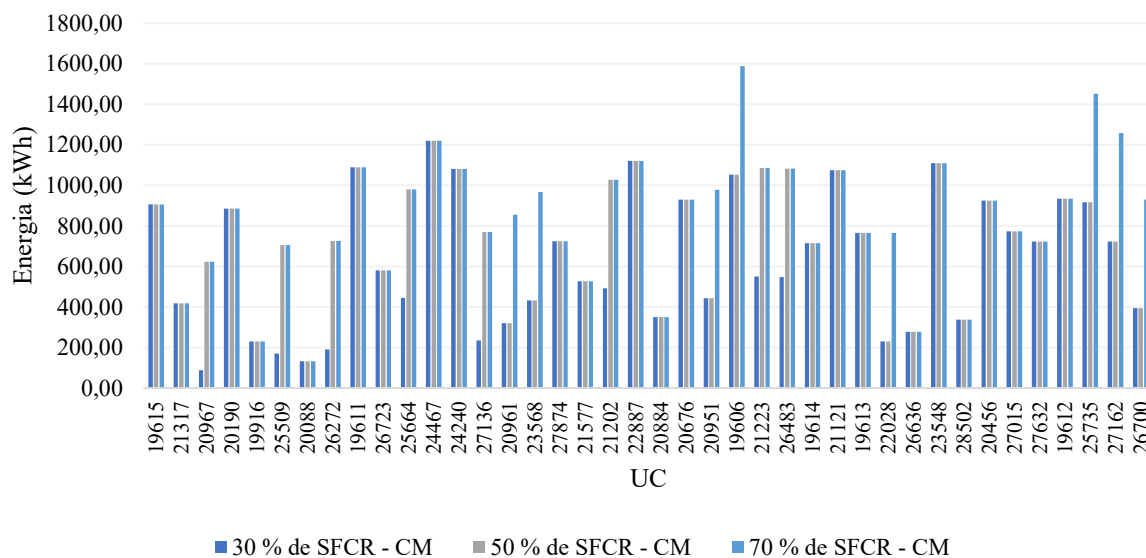
A Figura 117 mostra a curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e veículo elétrico atuando como a tecnologia V2G. Assim, parte da energia elétrica foi reservada ao carregamento da bateria do veículo elétrico, bem como, a outra parcela foi designada ao consumo da UC 19615.



Fonte: Autora (2023).

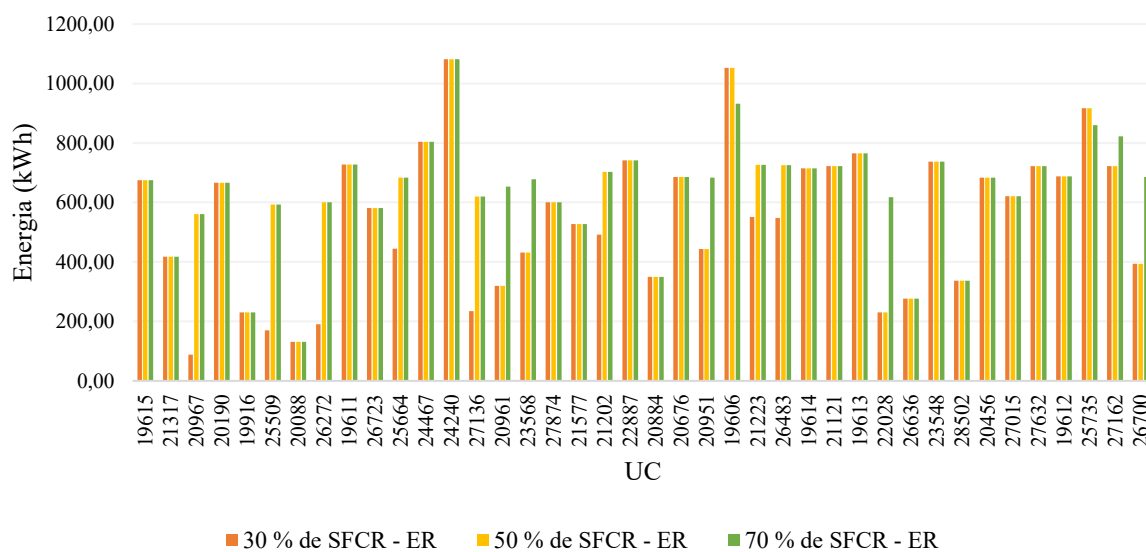
Vale destacar, que não foram consideradas perdas na conversão de energia elétrica em química na bateria do veículo elétrico, ou vice-versa. Além disso, a bateria do veículo elétrico (VE) consumiu cerca de 535,33 kWh por mês. Dessa forma, no período da noite a energia da bateria foi descarregada, sendo consumida pela UC e injetada na rede elétrica. As Figuras 118 e 119 indicam o consumo mensal (CM) e média da energia da rede elétrica (ER), respectivamente, como também, o APÊNDICE MM.

Figura 118 – Consumo mensal (CM) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

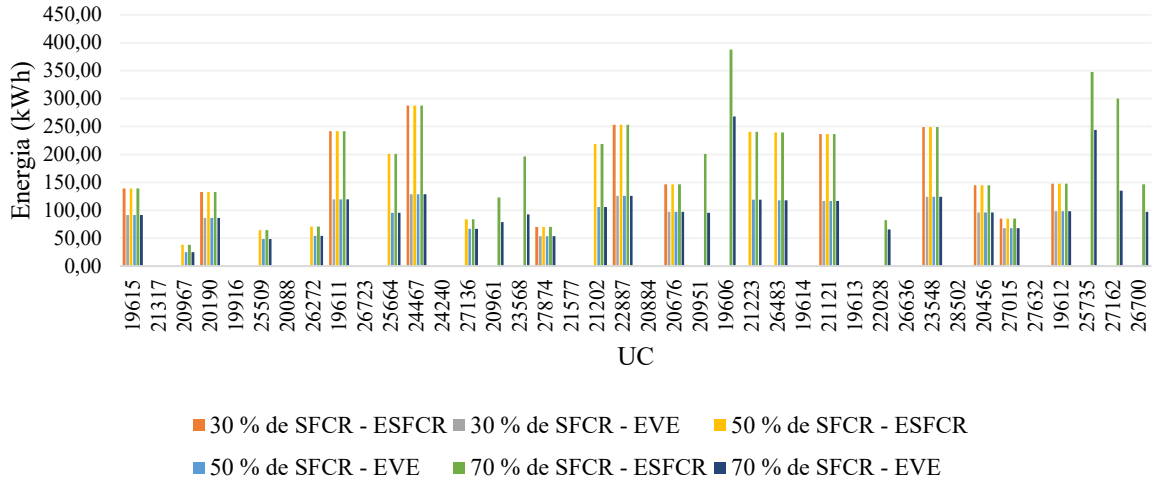
Figura 119 – Energia da rede (ER) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

O consumo mensal (CM) das UCs com SFCR aumentou com a inclusão do veículo elétrico, em razão da bateria do veículo ser carregada na UC. Para as UCs sem SFCR, não houve alteração do consumo. A Figura 120 e o APÊNDICE NN apresenta a energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente veículo elétrico (EVE).

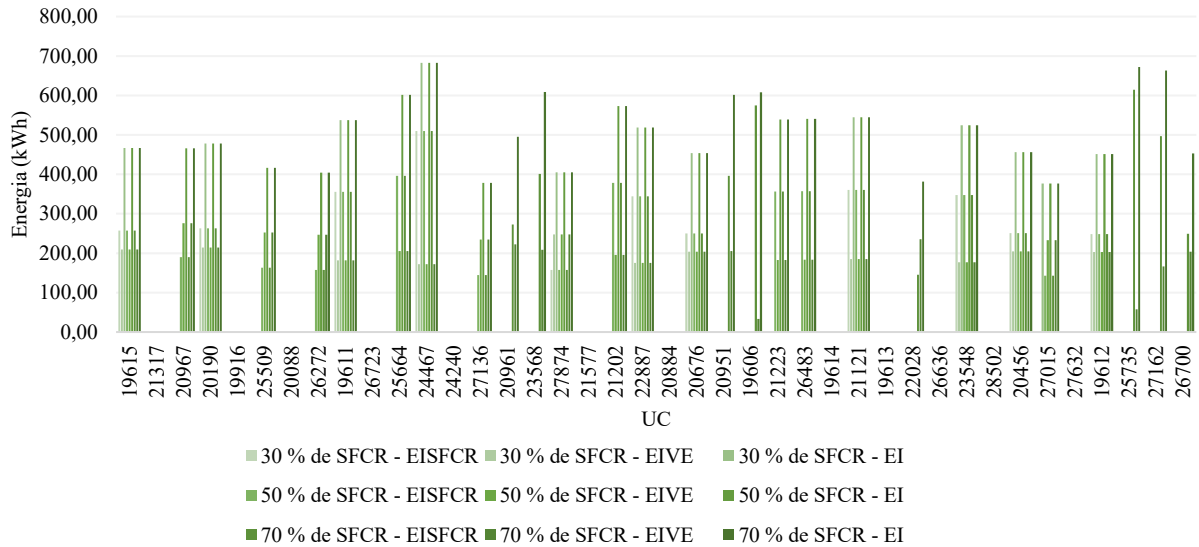
Figura 120 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

Assim, além da UC consumir energia da rede elétrica e dos SFCR, ela também consome energia do veículo elétrico. A Figura 121 e o APÊNDICE OO mostram a energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), a energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e a soma das duas anteriores energias injetadas na rede, representada por energia injetada na rede (EI).

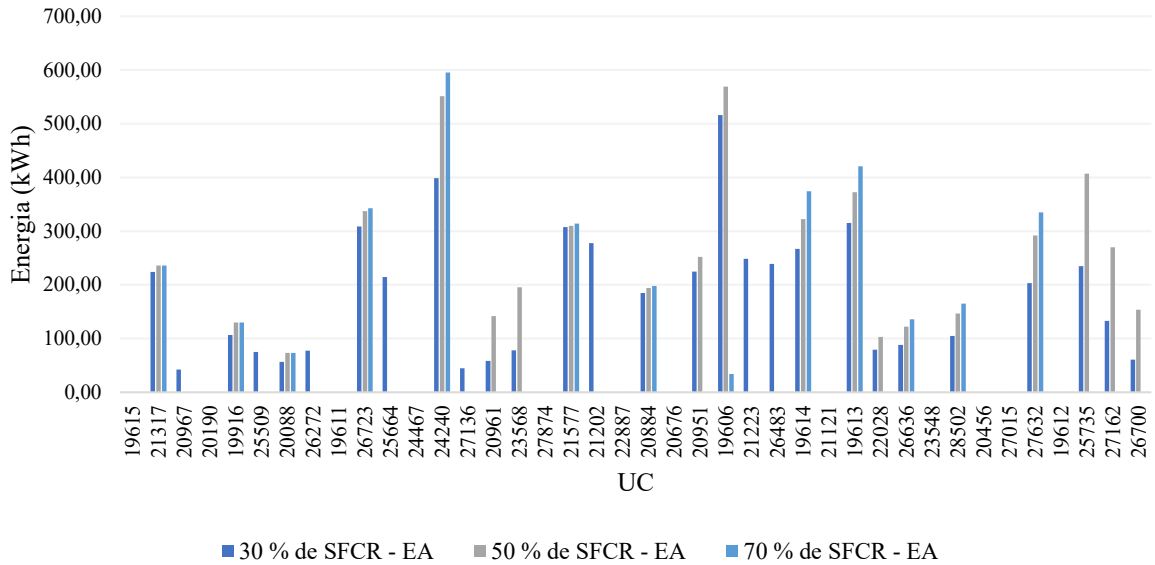
Figura 121 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

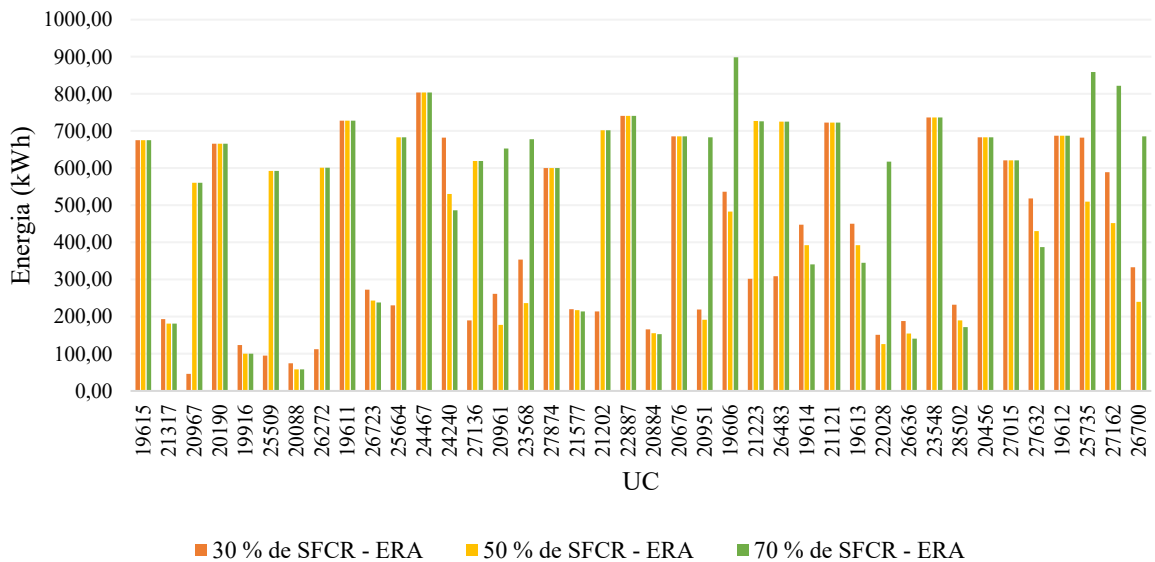
À medida que os SFCR injetaram energia durante o dia, o veículo elétrico injetou no decorrer da noite. À vista disso, o somatório da EISFCR e EIVE correspondem ao total de energia injetada para as UCs. As Figuras 122 e 123 indicam a anergia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA), nessa ordem, bem como, o APÊNDICE PP.

Figura 122 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

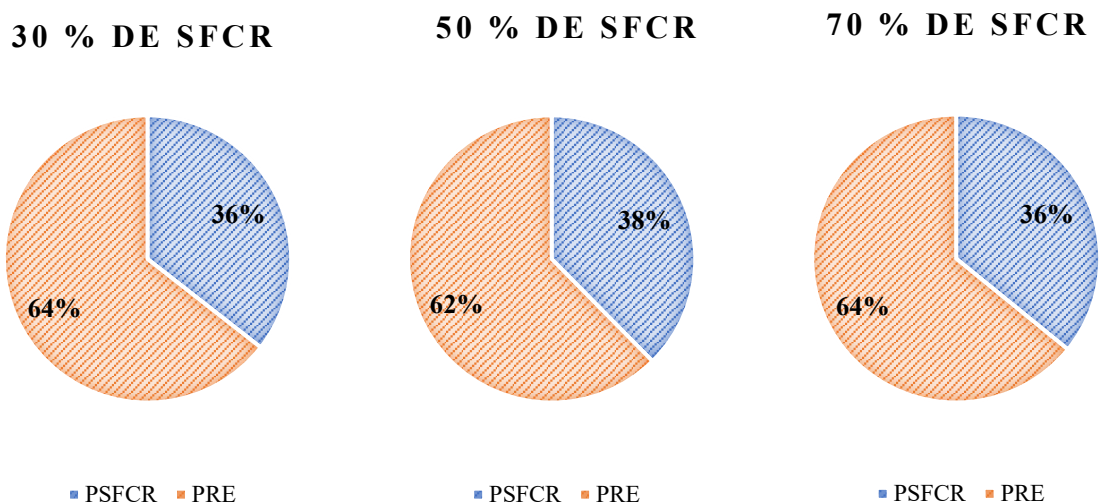
Figura 123 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

A Figura 124 indica a média da porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e a porcentagem de energia da rede (PRE).

Figura 124 – Média da PSFCR e PRE com V2G.



Fonte: Autora (2023).

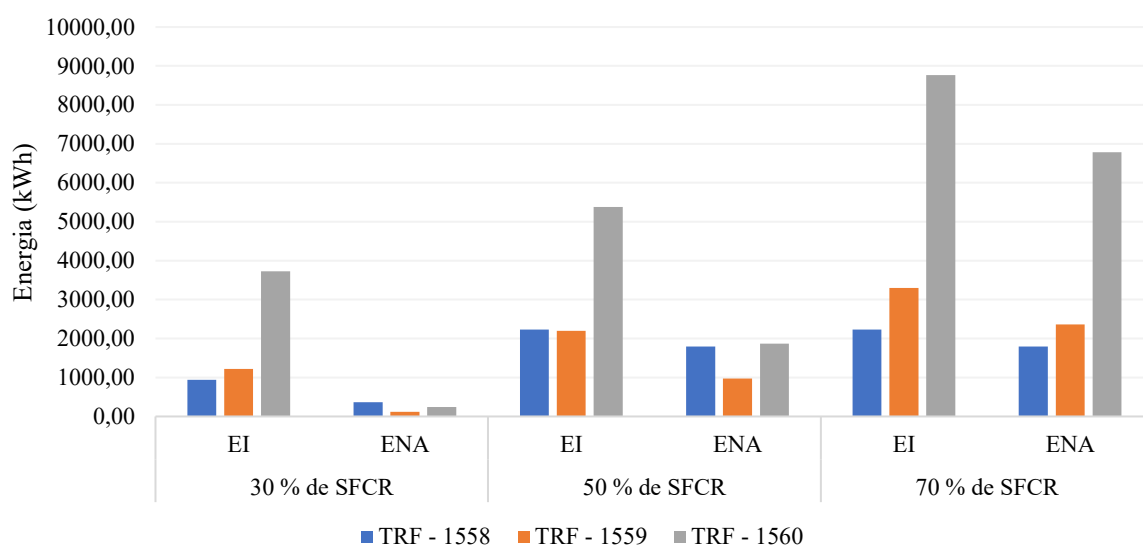
A PSFCR variou de 15 a 58% para as UCs sem SFCR, na configuração de 30% de SFCR. Logo, na configuração de 70% de SFCR, com 28 UCs com SFCR, a PSFCR variou de 46 a 59% para as UCs sem SFCR, enquanto, para as UCs com SFCR variou de 10 a 43%, exibido no APÊNDICE QQ.

O consumo das UCs com SFCR aumentou com a inclusão do veículo elétrico, causando aumento do consumo da rede elétrica, uma vez que os sistemas fotovoltaicos projetados continuam os mesmos. Além disso, a bateria do veículo elétrico foi descarregada apenas no período da noite, contribuindo para reduzir o consumo nesse intervalo de tempo.

A introdução do veículo favoreceu no aumento de energia injetada na rede elétrica, por isso, para algumas UCs sem SFCR, a quantidade de energia alocada aumentou, como também, reduziu o consumo de energia da rede elétrica.

A Figura 125 indica o total da média mensal de energia injetada na rede elétrica (EI), considerando energia injetada na rede pelos SFCR e pelo veículo elétrico, e também a energia não alocada (ENA) para as UCs.

Figura 125 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com V2G.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 70% de SFCR, a porcentagem de energia injetada não alocada foi de 80, 72, e 77% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559, e 1560, respectivamente. Sendo assim, a configuração 70% apresentou a maior quantidade de energia não alocada comparada com as outras configurações. A Tabela 29 expõe o faturamento referente à energia da rede elétrica (ER), à energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE).

Tabela 29 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com V2G.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EI	CRE	ER	EI	CRE	ER	EI	CRE
19615	TC	359,28	248,35	0,00	359,28	248,35	0,00	359,28	248,35	0,00
	TB	307,82	266,75	0,00	307,82	266,75	0,00	307,82	266,75	0,00
21317	TC	222,01	0,00	0,00	222,01	0,00	0,00	222,01	0,00	0,00
	TB	215,29	0,00	0,00	215,29	0,00	0,00	215,29	0,00	0,00
20967	TC	46,99	0,00	0,00	298,23	247,91	0,00	298,23	247,91	0,00
	TB	46,85	0,00	0,00	255,22	281,83	26,73	255,22	281,83	26,73
20190	TC	354,56	254,35	0,00	354,56	254,35	0,00	354,56	254,35	0,00
	TB	303,75	273,06	0,46	303,75	273,06	0,46	303,75	273,06	0,46
19916	TC	122,32	0,00	0,00	122,32	0,00	0,00	122,32	0,00	0,00
	TB	121,95	0,00	0,00	121,95	0,00	0,00	121,95	0,00	0,00
25509	TC	90,51	0,00	0,00	315,38	221,53	0,00	315,38	221,53	0,00
	TB	90,24	0,00	0,00	269,99	253,21	0,34	269,99	253,21	0,34
20088	TC	69,96	0,00	0,00	69,96	0,00	0,00	69,96	0,00	0,00
	TB	69,75	0,00	0,00	69,75	0,00	0,00	69,75	0,00	0,00

Tabela 29 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com V2G.

(continua)										
26272	TC	101,35	0,00	0,00	319,81	215,13	0,00	319,81	215,13	0,00
	TB	101,04	0,00	0,00	273,81	246,23	0,00	273,81	246,23	0,00
19611	TC	387,47	285,82	0,00	387,47	285,82	0,00	387,47	285,82	0,00
	TB	331,81	293,82	1,51	331,81	293,82	1,51	331,81	293,82	1,51
26723	TC	309,22	0,00	0,00	309,22	0,00	0,00	309,22	0,00	0,00
	TB	293,74	0,00	0,00	293,74	0,00	0,00	293,74	0,00	0,00
25664	TC	236,48	0,00	0,00	363,65	320,15	1,66	363,65	320,15	1,66
	TB	224,64	0,00	0,00	311,34	328,59	27,45	311,34	328,59	27,45
24467	TC	427,62	363,16	1,06	427,62	363,16	1,06	427,62	363,16	1,06
	TB	366,70	357,70	19,19	366,70	357,70	19,19	366,70	357,70	19,19
24240	TC	575,52	0,00	0,00	575,52	0,00	0,00	575,52	0,00	0,00
	TB	577,40	0,00	0,00	577,40	0,00	0,00	577,40	0,00	0,00
27136	TC	124,88	0,00	0,00	329,66	201,45	0,00	329,66	201,45	0,00
	TB	124,51	0,00	0,00	282,30	231,26	0,00	282,30	231,26	0,00
20961	TC	170,06	0,00	0,00	170,06	0,00	0,00	347,49	263,49	0,00
	TB	164,91	0,00	0,00	164,91	0,00	0,00	297,65	282,69	4,95
23568	TC	229,81	0,00	0,00	229,81	0,00	0,00	360,97	324,14	3,72
	TB	218,31	0,00	0,00	218,31	0,00	0,00	309,04	332,63	31,29
27874	TC	319,45	215,65	0,00	319,45	215,65	0,00	319,45	215,65	0,00
	TB	273,49	246,79	0,00	273,49	246,79	0,00	273,49	246,79	0,00
21577	TC	280,80	0,00	0,00	280,80	0,00	0,00	280,80	0,00	0,00
	TB	266,74	0,00	0,00	266,74	0,00	0,00	266,74	0,00	0,00
21202	TC	261,59	0,00	0,00	373,84	305,22	0,00	373,84	305,22	0,00
	TB	248,50	0,00	0,00	320,10	313,49	14,51	320,10	313,49	14,51
22887	TC	394,39	276,22	0,00	394,39	276,22	0,00	394,39	276,22	0,00
	TB	337,76	284,08	0,00	337,76	284,08	0,00	337,76	284,08	0,00
20884	TC	186,38	0,00	0,00	186,38	0,00	0,00	186,38	0,00	0,00
	TB	180,73	0,00	0,00	180,73	0,00	0,00	180,73	0,00	0,00
20676	TC	364,87	241,36	0,00	364,87	241,36	0,00	364,87	241,36	0,00
	TB	312,65	259,37	0,00	312,65	259,37	0,00	312,65	259,37	0,00
20951	TC	236,26	0,00	0,00	236,26	0,00	0,00	363,56	320,28	1,72
	TB	224,43	0,00	0,00	224,43	0,00	0,00	311,27	328,73	27,58
19606	TC	560,16	0,00	0,00	560,16	0,00	0,00	496,13	323,51	0,00
	TB	561,99	0,00	0,00	561,99	0,00	0,00	430,67	277,35	0,00
21223	TC	293,14	0,00	0,00	386,85	286,68	0,00	386,85	286,68	0,00
	TB	278,47	0,00	0,00	331,28	294,70	1,78	331,28	294,70	1,78
26483	TC	291,54	0,00	0,00	386,18	287,62	0,00	386,18	287,62	0,00
	TB	276,95	0,00	0,00	330,70	295,65	2,22	330,70	295,65	2,22
19614	TC	380,62	0,00	0,00	380,62	0,00	0,00	380,62	0,00	0,00
	TB	357,77	0,00	0,00	357,77	0,00	0,00	357,77	0,00	0,00
21121	TC	384,49	289,99	0,00	384,49	289,99	0,00	384,49	289,99	0,00
	TB	329,25	298,06	3,66	329,25	298,06	3,66	329,25	298,06	3,66
19613	TC	407,33	0,00	0,00	407,33	0,00	0,00	407,33	0,00	0,00
	TB	408,66	0,00	0,00	408,66	0,00	0,00	408,66	0,00	0,00

Tabela 29 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com V2G.

										(conclusão)
22028	TC	122,36	0,00	0,00	122,36	0,00	0,00	328,59	202,89	0,00
	TB	122,00	0,00	0,00	122,00	0,00	0,00	281,38	232,84	0,00
26636	TC	147,27	0,00	0,00	147,27	0,00	0,00	147,27	0,00	0,00
	TB	142,81	0,00	0,00	142,81	0,00	0,00	142,81	0,00	0,00
23548	TC	392,19	279,26	0,00	392,19	279,26	0,00	392,19	279,26	0,00
	TB	335,86	287,17	0,30	335,86	287,17	0,30	335,86	287,17	0,30
28502	TC	179,30	0,00	0,00	179,30	0,00	0,00	179,30	0,00	0,00
	TB	173,87	0,00	0,00	173,87	0,00	0,00	173,87	0,00	0,00
20456	TC	363,78	242,72	0,00	363,78	242,72	0,00	363,78	242,72	0,00
	TB	311,70	260,80	0,00	311,70	260,80	0,00	311,70	260,80	0,00
27015	TC	330,52	200,29	0,00	330,52	200,29	0,00	330,52	200,29	0,00
	TB	283,05	229,99	0,00	283,05	229,99	0,00	283,05	229,99	0,00
27632	TC	384,34	0,00	0,00	384,34	0,00	0,00	384,34	0,00	0,00
	TB	361,26	0,00	0,00	361,26	0,00	0,00	361,26	0,00	0,00
19612	TC	365,94	240,05	0,00	365,94	240,05	0,00	365,94	240,05	0,00
	TB	313,57	257,98	0,00	313,57	257,98	0,00	313,57	257,98	0,00
25735	TC	487,78	0,00	0,00	487,78	0,00	0,00	457,79	357,55	0,00
	TB	489,37	0,00	0,00	489,37	0,00	0,00	394,34	313,64	0,00
27162	TC	384,31	0,00	0,00	384,31	0,00	0,00	437,69	353,14	0,00
	TB	361,23	0,00	0,00	361,23	0,00	0,00	375,47	347,59	10,72
26700	TC	209,88	0,00	0,00	209,88	0,00	0,00	365,01	241,19	0,00
	TB	203,53	0,00	0,00	203,53	0,00	0,00	312,77	259,19	0,00

Fonte: Autora (2023).

Para as UCs, os valores dos faturamentos referentes à energia da rede foram menores com a tarifa branca, exceto pelas UCs da classe 5 sem sistemas fotovoltaicos. Vale evidenciar, que o veículo elétrico injetou energia na rede elétrica no período da noite, horário que a tarifa branca apresenta os maiores valores de tarifa, conseqüentemente, os valores do faturamento referente à energia injetada na rede e aos créditos de energia foram maiores com a tarifa branca. O valor da fatura de energia pode ser visto na Tabela 30.

Tabela 30 – Fatura de energia com V2G.

										(continua)
UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)						
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR		
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção	
19615	2	1558	TC	110,93		110,93		110,93		
			TB	42,19	TB	42,19	TB	42,19	TB	
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01		
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB	

Tabela 30 – Fatura de energia com V2G.

(continua)

20967	1	1558	TC	46,99	TB	50,32	TB	50,32	TB
			TB	46,85		15,97		15,97	
20190	2	1558	TC	100,21	TB	100,21	TB	100,21	TB
			TB	35,78		35,78		35,78	
19916	1	1558	TC	122,32	TB	122,32	TB	122,32	TB
			TB	121,95		121,95		121,95	
25509	1	1558	TC	90,51	TB	93,85	TB	93,85	TB
			TB	90,24		23,29		23,29	
20088	1	1558	TC	69,96	TB	69,96	TB	69,96	TB
			TB	69,75		69,75		69,75	
26272	1	1558	TC	101,35	TB	104,68	TB	104,68	TB
			TB	101,04		29,19		29,19	
19611	3	1559	TC	101,65	TB	101,65	TB	101,65	TB
			TB	45,49		45,49		45,49	
26723	3	1559	TC	309,22	TB	309,22	TB	309,22	TB
			TB	293,74		293,74		293,74	
25664	3	1559	TC	236,48	TB	51,11	TB	51,11	TB
			TB	224,64		21,35		21,35	
24467	4	1559	TC	69,89	TB	69,89	TB	69,89	TB
			TB	36,38		36,38		36,38	
24240	5	1559	TC	575,52	TC	575,52	TC	575,52	TC
			TB	577,40		577,40		577,40	
27136	1	1559	TC	124,88	TB	128,21	TB	128,21	TB
			TB	124,51		51,05		51,05	
20961	2	1559	TC	170,06	TB	170,06	TB	83,99	TB
			TB	164,91		164,91		27,54	
23568	3	1559	TC	229,81	TB	229,81	TB	47,20	TB
			TB	218,31		218,31		20,30	
27874	1	1560	TC	103,80	TB	103,80	TB	103,80	TB
			TB	28,67		28,67		28,67	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	69,01	TB	69,01	TB
			TB	248,50		29,52		29,52	
22887	3	1560	TC	118,17	TB	118,17	TB	118,17	TB
			TB	55,18		55,18		55,18	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	123,51	TB	123,51	TB	123,51	TB
			TB	53,28		53,28		53,28	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	50,98	TB
			TB	224,43		224,43		21,32	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	172,62	TB
			TB	561,99		561,99		153,32	

Tabela 30 – Fatura de energia com V2G.

									(conclusão)
21223	3	1560	TC	293,14	TB	100,17	TB	100,17	TB
			TB	278,47		44,66		44,66	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	98,57	TB	98,57	TB
			TB	276,95		43,77		43,77	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	94,50	TB	94,50	TB	94,50	TB
			TB	41,51		41,51		41,51	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	125,70	TB
			TB	122,00		122,00		48,54	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	112,93	TB	112,93	TB	112,93	TB
			TB	51,77		51,77		51,77	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	121,06	TB	121,06	TB	121,06	TB
			TB	50,97		50,97		50,97	
27015	1	1560	TC	130,24	TB	130,24	TB	130,24	TB
			TB	53,06		53,06		53,06	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	125,89	TB	125,89	TB	125,89	TB
			TB	55,58		55,58		55,58	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	100,73	TB
			TB	489,37		489,37		82,30	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	85,07	TB
			TB	361,23		361,23		45,63	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	123,82	TB
			TB	203,53		203,53		53,58	

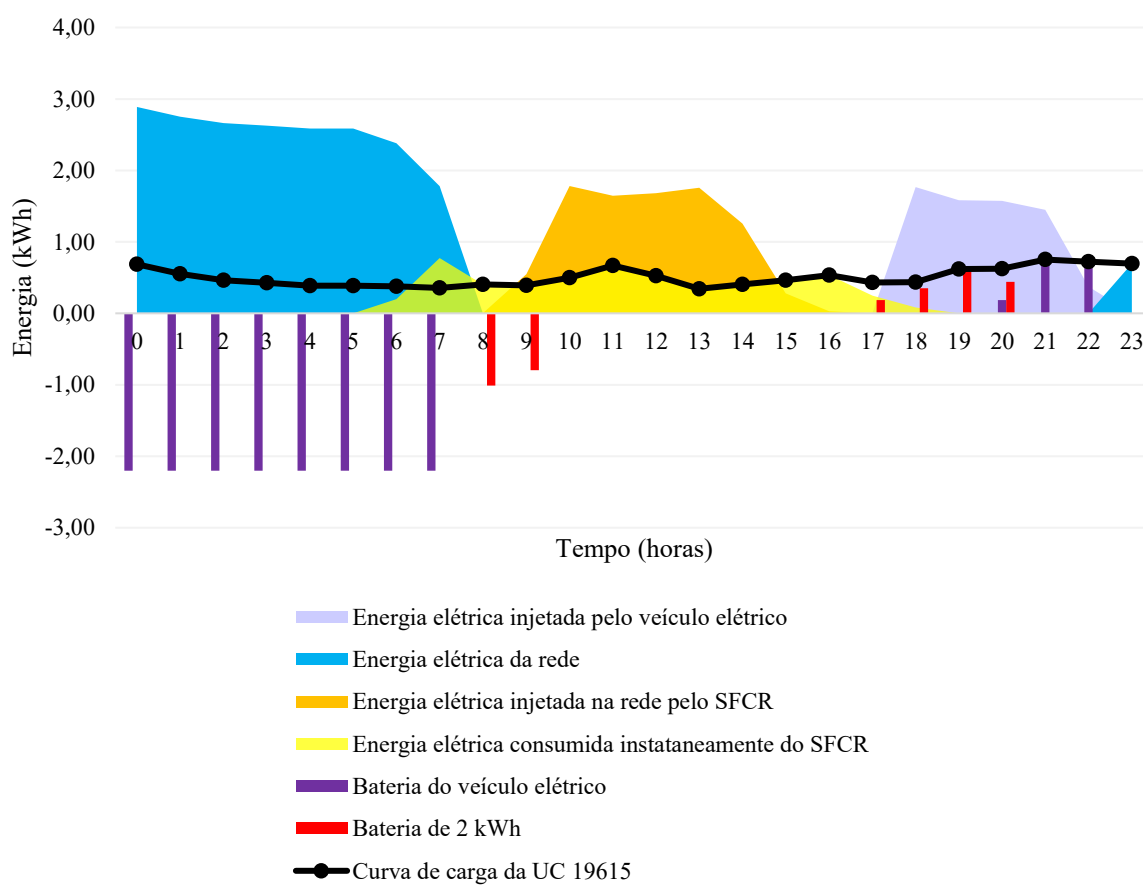
Fonte: Autora (2023).

Os valores da fatura de energia elétrica para as unidades prossumidoras foram menores com a tarifa branca. No entanto, para algumas UCs sem SFCR, da classe 5, os valores da fatura foram menores com a tarifa convencional. Destaca-se que para as UCs sem SFCR, os valores pagos na fatura de energia permanecem iguais a dos outros cenários, uma vez que as UCs sem SFCR apenas consumiram energia da rede elétrica. Além de que, foi considerada apenas nas unidades com sistemas fotovoltaicos a inclusão do veículo elétrico e a tecnologia V2G.

4.6.2 Bateria de 2 kWh e V2G

A Figura 126 exibe a curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 2 kWh e V2G. A bateria de capacidade 2 kWh integrada no inversor dos SFCR, foi carregada apenas com a energia gerada pelos SFCR e descarregada a noite. Por outro lado, a bateria do veículo elétrico foi carregada com grande parcela da energia elétrica da rede e similarmemente descarregada a noite.

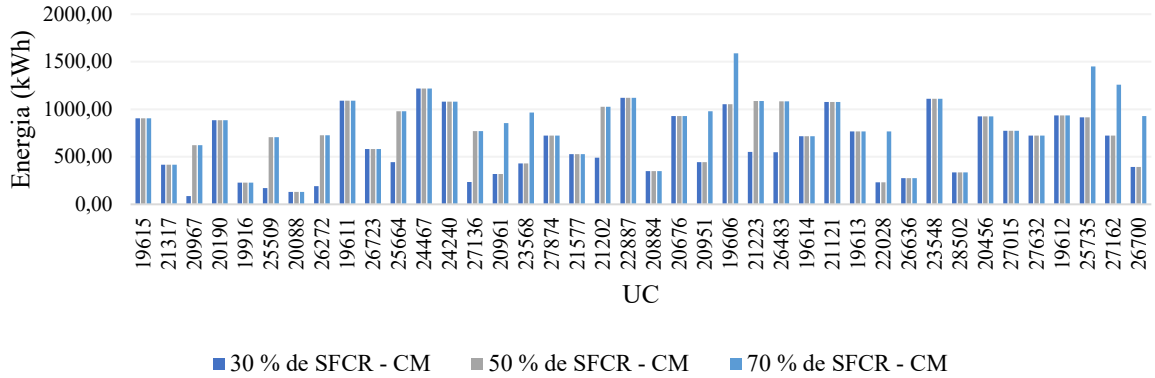
Figura 126 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 2 kWh, e V2G.



Fonte: Autora (2023).

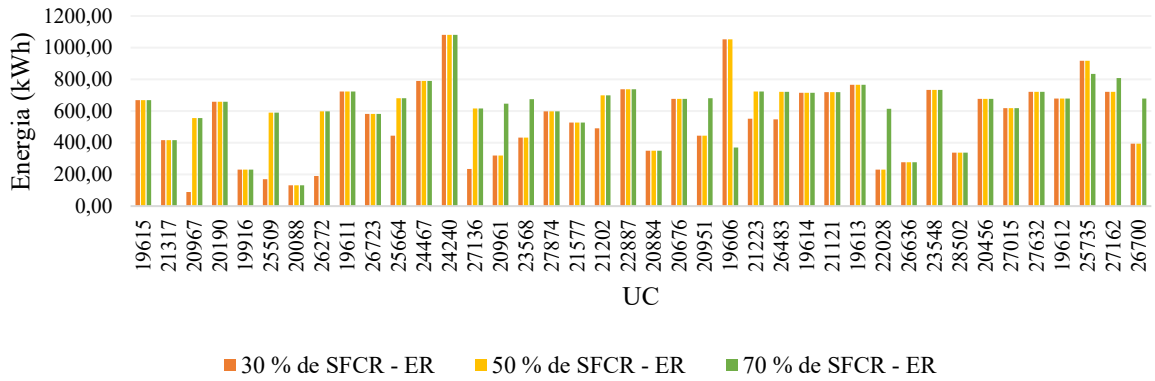
A energia armazenada na bateria do veículo elétrico também foi injetada na rede elétrica, entre as 18:00 e 23:00 horas. Em contrapartida, os SFCR injetaram energia das 08:00 às 16:00 horas. O consumo mensal (CM) e a energia da rede (ER) podem ser vistos nas Figuras 127 e 128, respectivamente, como também, no APÊNDICE RR.

Figura 127 – Consumo mensal (CM) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

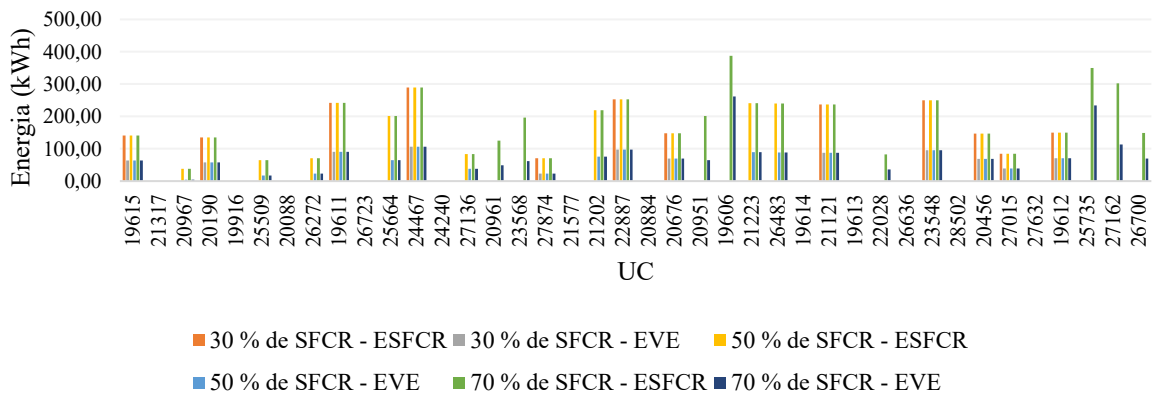
Figura 128 – Energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A energia da rede diminuiu com a inserção da bateria de 2 kWh, para as unidades prossumidoras. A Figura 129 indica a energia consumida instantaneamente dos SFCR e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE).

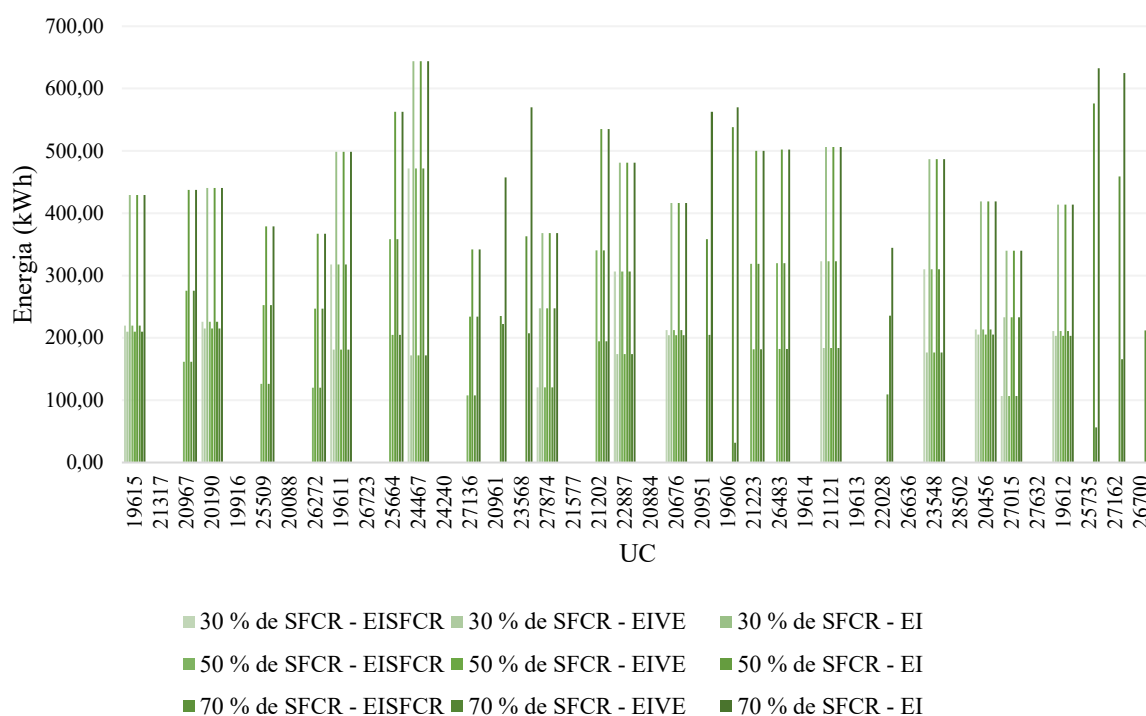
Figura 129 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

Os valores de EVE diminuíram com a inclusão da bateria de 2 kWh, uma vez que a energia armazenada na bateria de 2 kWh foi descarregada, reduzindo o consumo de EVE. Os valores de EVE foram de 4,07 a 262,11 kWh, na configuração de 70% de SFCR. A energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede pelo veículo elétrico (EIVE), e a energia injetada na rede (EI) representada pelo somatório da EISFCR e EIVE são indicados na Figura 130 e no APÊNDICE TT.

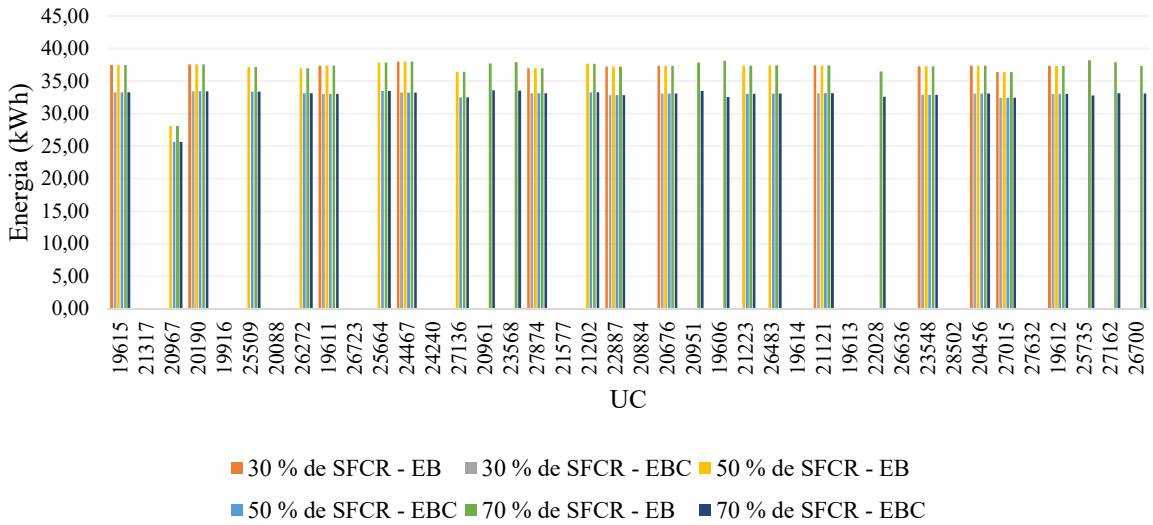
Figura 130 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A quantidade de EISFCR diminuiu, ao passo que, a quantidade de EIVE aumentou com a inclusão da bateria de 2 kWh. Isso porque, a bateria de 2 kWh foi carregada com a energia gerada pelos SFCR, reduzindo a quantidade de energia injetada na rede pelos SFCR. Logo, a bateria de 2 kWh e a bateria do veículo elétrico descarregaram a noite, assim, a quantidade de energia consumida instantaneamente do veículo elétrico decresceu e a energia injetada na rede do VE aumentou. A Figura 131 e o APÊNDICE UU indicam os dados correspondentes a bateria de 2 kWh da energia armazenada na bateria (EB) e a energia descarregada na carga (EBC).

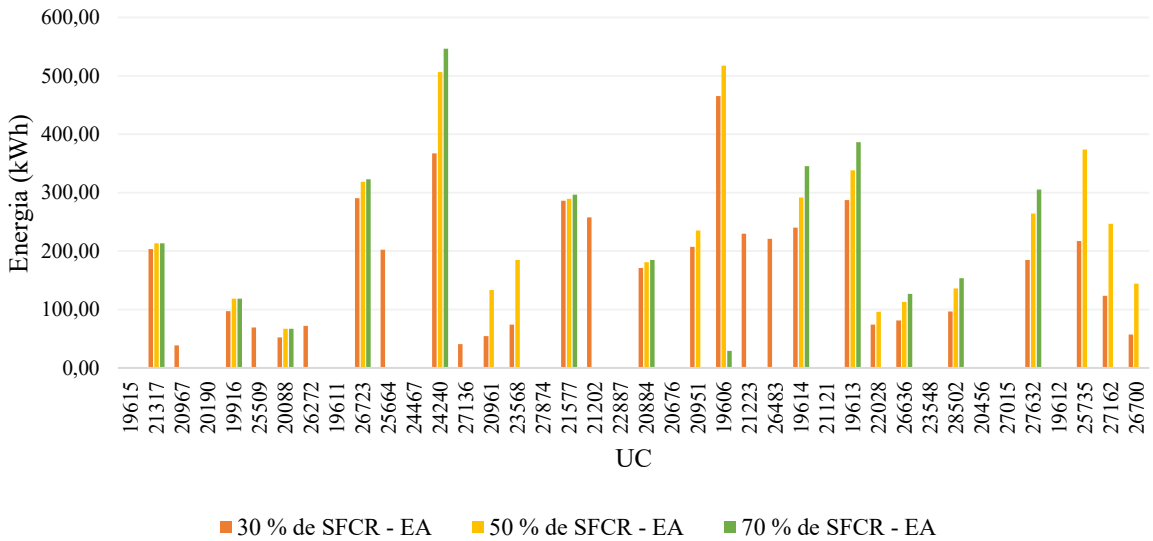
Figura 131 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

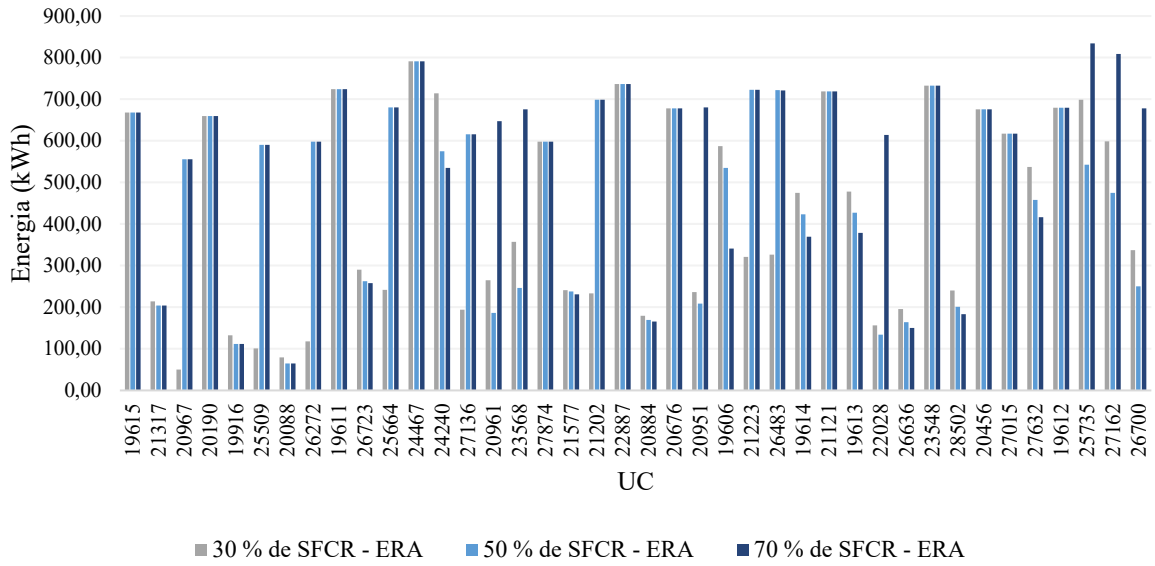
A energia descarregada na carga pela bateria de 2 kWh apresentou o mínimo de 25,66 kWh e o máximo de 33,60 kWh, na configuração de 70% de SFCR. A média mensal da energia alocada (EA) e da energia da rede após a energia alocada (ERA) podem ser vistas nas Figuras 132 e 133, respectivamente, bem como, no APÊNDICE VV.

Figura 132 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

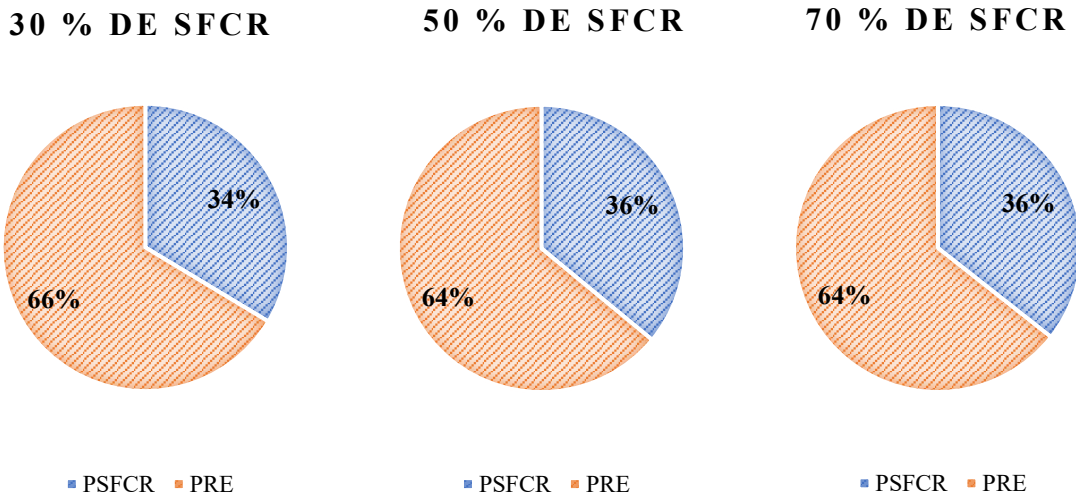
Figura 133 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e a porcentagem de energia consumida da rede elétrica (PRE) podem ser observados na Figura 134.

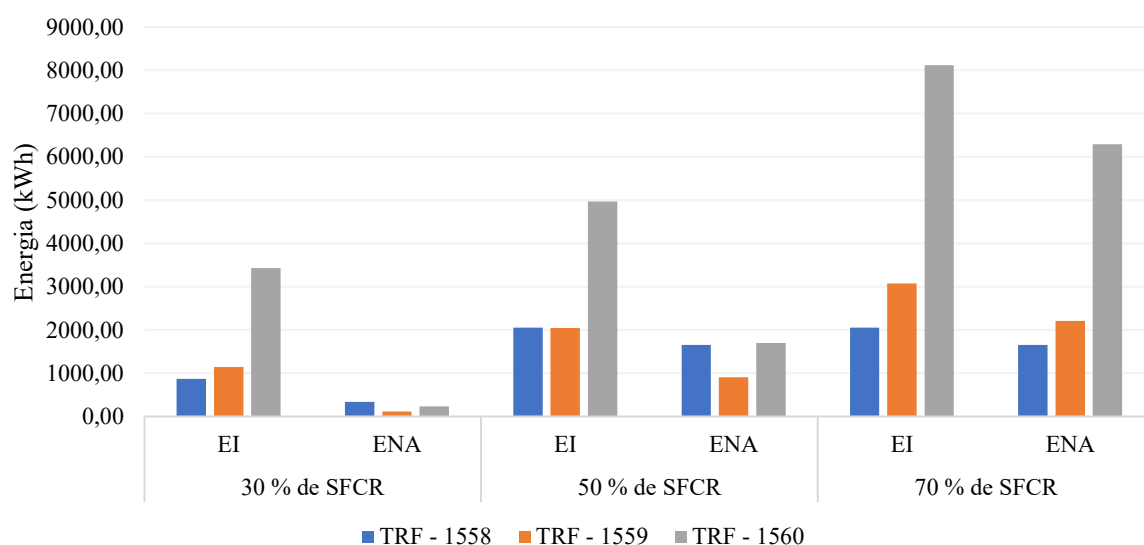
Figura 134 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A PSFCR para as unidades prossumidoras foi de 11 a 79%, enquanto, para as UCs sem SFCR foi de 46 a 56%, observado no APÊNDICE WW. Assim, como toda a energia injetada não foi alocada para as UCs, a Figura 135 mostra o total da média mensal de energia injetada na rede e a energia não alocada para as UCs.

Figura 135 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 2 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A percentagem de ENA foi de 81, 72 e 77% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente, na configuração de 70% de SFCR. Do mesmo modo, a percentagem de ENA foi de 81, 44 e 34% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, nessa ordem, na configuração de 50% de SFCR. Por fim, na configuração de 30% de SFCR, a percentagem de ENA foi de 39, 10 e 7%, para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente.

Assim, com os dados de energia injetada na rede (em kWh) e energia da rede elétrica (em kWh) multiplicados pelos valores de tarifa branca e convencional (em R\$/kWh), foi possível determinar o faturamento referente à energia da rede elétrica, à energia injetada na rede e aos créditos de energia. A Tabela 31 apresenta tais dados.

Tabela 31 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh e V2G.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EI	CRE	ER	EI	CRE	ER	EI	CRE
19615	TC	355,49	228,57	0,00	355,49	228,57	0,00	355,49	228,57	0,00
	TB	304,15	249,89	0,00	304,15	249,89	0,00	304,15	249,89	0,00
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-
	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	295,64	232,80	0,00	295,64	232,80	0,00
	TB	46,85	-	-	252,94	268,84	17,46	252,94	268,84	17,46

Tabela 31 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh e V2G.

(continua)										
20190	TC	351,02	234,50	0,00	351,02	234,50	0,00	351,02	234,50	0,00
	TB	300,33	256,15	0,00	300,33	256,15	0,00	300,33	256,15	0,00
19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	314,22	201,62	0,00	314,22	201,62	0,00
	TB	90,24	-	-	268,84	236,10	0,00	268,84	236,10	0,00
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	318,44	195,32	0,00	318,44	195,32	0,00
	TB	101,04	-	-	272,45	229,21	0,00	272,45	229,21	0,00
19611	TC	385,25	265,44	0,00	385,25	265,44	0,00	385,25	265,44	0,00
	TB	329,62	276,17	0,00	329,62	276,17	0,00	329,62	276,17	0,00
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	362,06	299,51	0,00	362,06	299,51	0,00
	TB	224,64	-	-	309,78	310,73	17,18	309,78	310,73	17,18
24467	TC	420,83	342,65	0,00	420,83	342,65	0,00	420,83	342,65	0,00
	TB	360,05	340,02	11,96	360,05	340,02	11,96	360,05	340,02	11,96
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	327,80	181,91	0,00	327,80	181,91	0,00
	TB	124,51	-	-	280,46	214,47	0,00	280,46	214,47	0,00
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	344,31	243,58	0,00
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	294,59	265,72	0,25
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	359,45	303,47	0,00
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	307,54	314,73	20,69
27874	TC	318,09	195,83	0,00	318,09	195,83	0,00	318,09	195,83	0,00
	TB	272,15	229,76	0,00	272,15	229,76	0,00	272,15	229,76	0,00
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	371,98	284,70	0,00	371,98	284,70	0,00
	TB	248,50	-	-	318,26	295,72	6,03	318,26	295,72	6,03
22887	TC	391,99	255,93	0,00	391,99	255,93	0,00	391,99	255,93	0,00
	TB	335,39	266,51	0,00	335,39	266,51	0,00	335,39	266,51	0,00
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	360,79	221,64	0,00	360,79	221,64	0,00	360,79	221,64	0,00
	TB	308,69	242,57	0,00	308,69	242,57	0,00	308,69	242,57	0,00
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	361,98	299,64	0,00
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	309,70	310,86	17,29
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	196,91	303,26	108,29
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	172,57	259,68	89,19
21223	TC	293,14	-	-	384,65	266,30	0,00	384,65	266,30	0,00
	TB	278,47	-	-	329,10	277,05	0,00	329,10	277,05	0,00

Tabela 31 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 2 kWh e V2G.

										(conclusão)
26483	TC	291,54	-	-	384,00	267,22	0,00	384,00	267,22	0,00
	TB	276,95	-	-	328,55	277,99	0,00	328,55	277,99	0,00
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-
21121	TC	382,35	269,58	0,00	382,35	269,58	0,00	382,35	269,58	0,00
	TB	327,14	280,39	0,01	327,14	280,39	0,01	327,14	280,39	0,01
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	326,78	183,32	0,00
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	279,59	216,03	0,00
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-
23548	TC	389,85	258,94	0,00	389,85	258,94	0,00	389,85	258,94	0,00
	TB	333,55	269,57	0,00	333,55	269,57	0,00	333,55	269,57	0,00
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-
20456	TC	359,75	222,99	0,00	359,75	222,99	0,00	359,75	222,99	0,00
	TB	307,80	243,99	0,00	307,80	243,99	0,00	307,80	243,99	0,00
27015	TC	328,61	180,77	0,00	328,61	180,77	0,00	328,61	180,77	0,00
	TB	281,16	213,22	0,00	281,16	213,22	0,00	281,16	213,22	0,00
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-
19612	TC	361,80	220,34	0,00	361,80	220,34	0,00	361,80	220,34	0,00
	TB	309,55	241,19	0,00	309,55	241,19	0,00	309,55	241,19	0,00
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	444,52	336,65	0,00
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	381,26	295,55	0,00
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	430,33	332,60	0,00
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	368,26	329,89	4,37
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	360,92	221,47	0,00
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	308,80	242,39	0,00

Fonte: Autora (2023).

Quando o valor do faturamento referente à ER foi maior que o faturamento referente à EI, não houve geração de créditos de energia. Dessa forma, no âmbito da tarifa convencional para algumas UCs, o faturamento referente aos créditos de energia foi de R\$ 0,00. Sendo, os maiores valores de crédito de energia com a tarifa branca, fora a UC 19606, na configuração de 70% de SFCR.

Os valores dos faturamentos referentes à energia injetada na rede foram maiores com a tarifa branca, salvo as UCs 24467 e 19606, na configuração de 70% de SFCR. Ao mesmo tempo que os valores dos faturamentos referentes à energia da rede foram menores com a tarifa

branca, exceto pelas UCs sem sistemas fotovoltaicos da classe 5. O valor da fatura de energia pode ser observado na Tabela 32.

Tabela 32 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e V2G.

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	126,92		126,92		126,92	
			TB	54,26	TB	54,26	TB	54,26	TB
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB
20967	1	1558	TC	46,99		62,84		62,84	
			TB	46,85	TB	15,97	TB	15,97	TB
20190	2	1558	TC	116,52		116,52		116,52	
			TB	44,44	TB	44,44	TB	44,44	TB
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32	
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB
25509	1	1558	TC	90,51		112,61		112,61	
			TB	90,24	TB	32,81	TB	32,81	TB
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96	
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB
26272	1	1558	TC	101,35		123,12		123,12	
			TB	101,04	TB	43,25	TB	43,25	TB
19611	3	1559	TC	119,82		119,82		119,82	
			TB	54,32	TB	54,32	TB	54,32	TB
26723	3	1559	TC	309,22		309,22		309,22	
			TB	293,74	TB	293,74	TB	293,74	TB
25664	3	1559	TC	236,48		63,09		63,09	
			TB	224,64	TB	25,41	TB	25,41	TB
24467	4	1559	TC	78,63		78,63		78,63	
			TB	39,79	TB	39,79	TB	39,79	TB
24240	5	1559	TC	575,52		575,52		575,52	
			TB	577,40	TC	577,40	TC	577,40	TC
27136	1	1559	TC	124,88		145,89		145,89	
			TB	124,51	TB	65,98	TB	65,98	TB
20961	2	1559	TC	170,06		170,06		100,73	
			TB	164,91	TB	164,91	TB	33,71	TB
23568	3	1559	TC	229,81		229,81		57,77	
			TB	218,31	TB	218,31	TB	23,11	TB
27874	1	1560	TC	122,27		122,27		122,27	
			TB	42,39	TB	42,39	TB	42,39	TB
21577	3	1560	TC	280,80		280,80		280,80	
			TB	266,74	TB	266,74	TB	266,74	TB
21202	3	1560	TC	261,59		87,28		87,28	
			TB	248,50	TB	35,87	TB	35,87	TB

Tabela 32 – Fatura de energia com bateria de 2 kWh e V2G.

									(conclusão)
22887	3	1560	TC	136,06	TB	136,06	TB	136,06	TB
			TB	68,88		68,88		68,88	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	139,14	TB	139,14	TB	139,14	TB
			TB	66,12		66,12		66,12	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	62,89	TB
			TB	224,43		224,43		25,32	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	16,58	TC
			TB	561,99		561,99		16,66	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	118,35	TB	118,35	TB
			TB	278,47		53,17		53,17	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	116,78	TB	116,78	TB
			TB	276,95		51,93		51,93	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	112,77	TB	112,77	TB	112,77	TB
			TB	49,33		49,33		49,33	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	143,46	TB
			TB	122,00		122,00		63,56	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	130,90	TB	130,90	TB	130,90	TB
			TB	63,98		63,98		63,98	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	136,76	TB	136,76	TB	136,76	TB
			TB	63,81		63,81		63,81	
27015	1	1560	TC	147,84	TB	147,84	TB	147,84	TB
			TB	67,94		67,94		67,94	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	141,45	TB	141,45	TB	141,45	TB
			TB	68,36		68,36		68,36	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	107,87	TB
			TB	489,37		489,37		85,71	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	97,73	TB
			TB	361,23		361,23		49,37	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	139,44	TB
			TB	203,53		203,53		66,41	

Fonte: Autora (2023).

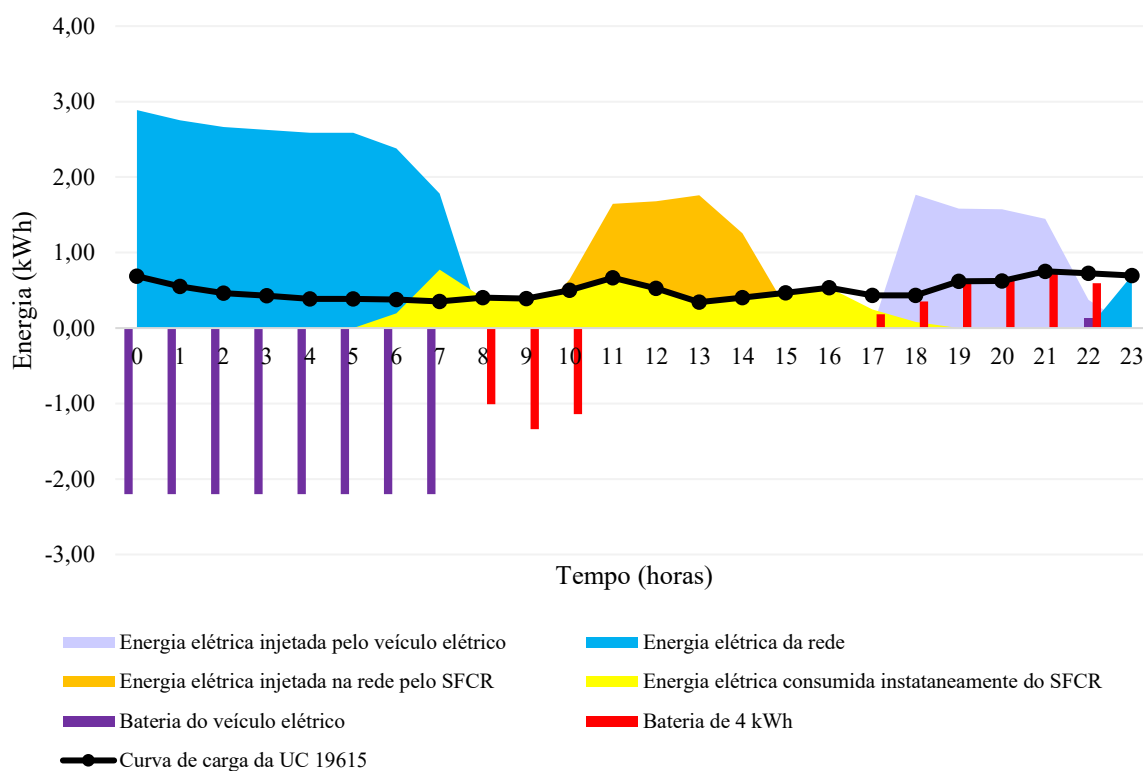
Para todas as UCs com SFCR, os valores da fatura de energia elétrica com a tarifa branca foram menores do que com a tarifa convencional, tirante a UC 19606. A inclusão do

veículo elétrico atuando como a tecnologia V2G, como também, da bateria de 2 kWh, viabilizam a escolha pela tarifa branca. Isso porque, o consumo da rede elétrica foi reduzido a noite, e parte da energia armazenada na bateria do veículo elétrico foi injetado na rede elétrica.

4.6.3 Bateria de 4 kWh e V2G

A Figura 136 apresenta a curva da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 4 kWh e V2G. A bateria do veículo elétrico armazena energia no período da madrugada e descarrega a noite. Além disso, grande parte da energia descarregada pelo veículo elétrico foi injetada na rede, pois no mesmo período a bateria de 4 kWh despacha energia.

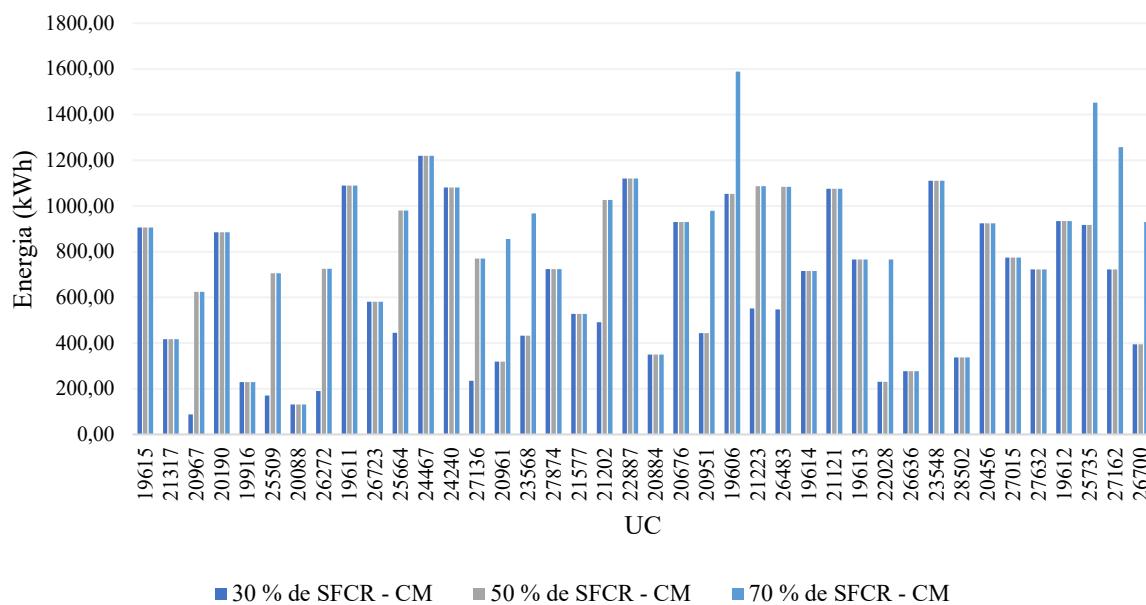
Figura 136 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica e bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

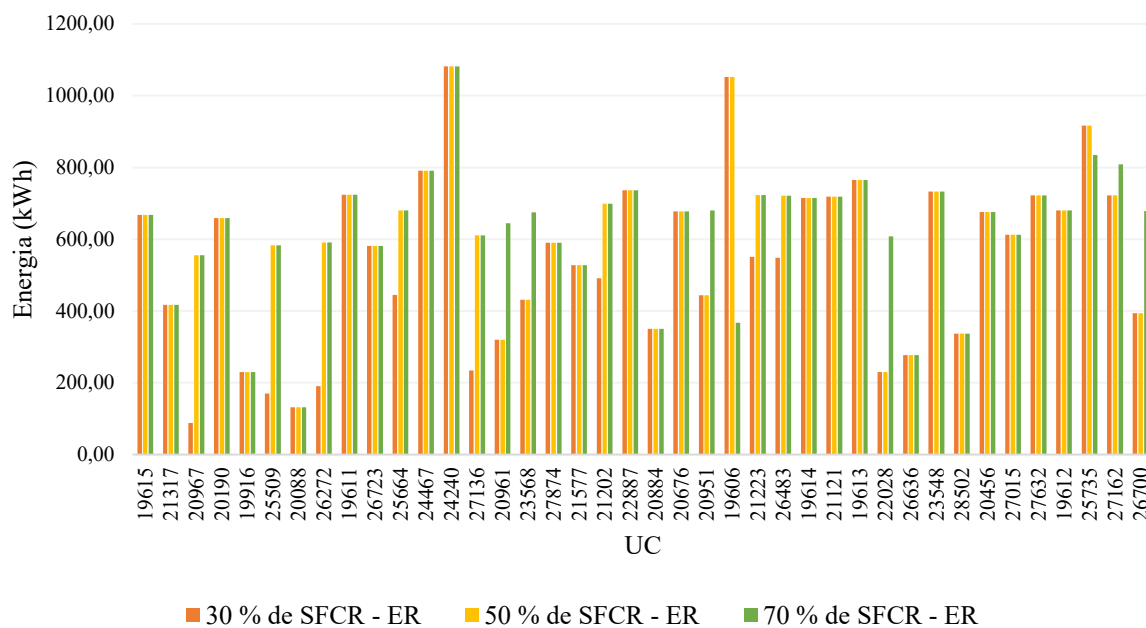
O consumo mensal (CM) das UCs e a energia da rede elétrica (ER) com bateria de 4 kWh e V2G podem ser verificados nas Figuras 137 e 138, respectivamente, e também no APÊNDICE XX.

Figura 137 – Consumo mensal (CM) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

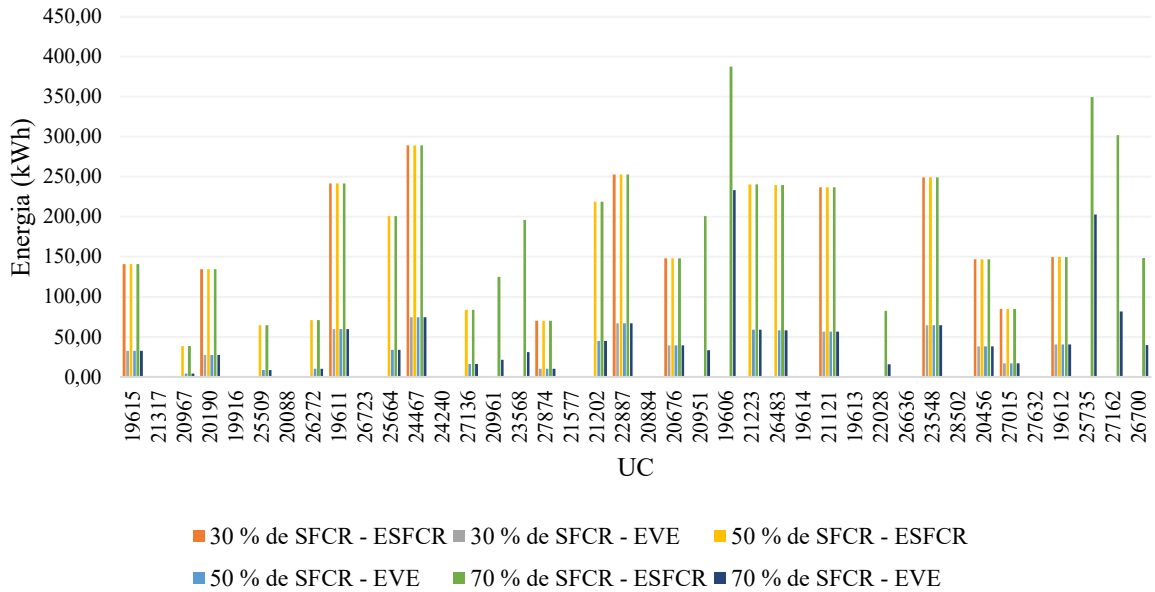
Figura 138 – Energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A UC com SFCR recebeu energia da rede elétrica, energia dos SFCR, energia da bateria de 2 kWh e energia do veículo elétrico. A Figura 139 indica a energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE).

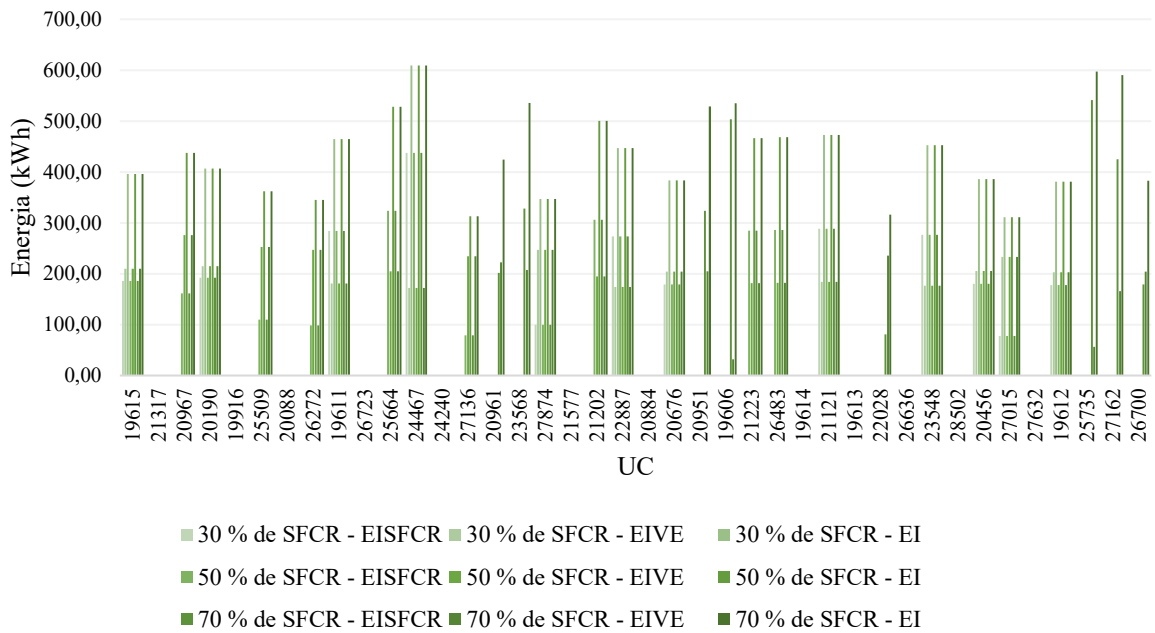
Figura 139 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

O APÊNDICE YY mostra que os valores de EVE foram de 4,07 a 233,42 kWh. A energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR), a energia injetada na rede pelo veículo elétrico (EIVE), a soma das duas anteriores são vistos na Figura 140 e no APÊNDICE ZZ.

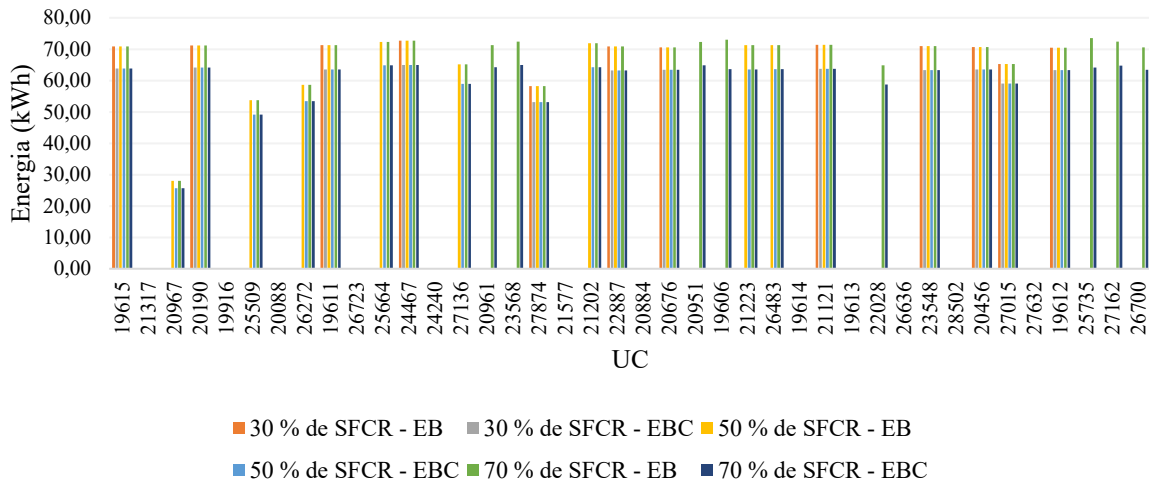
Figura 140 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

Os valores de EISFCR reduziram com a bateria de 4 kWh. Os valores correspondentes a energia armazenada na bateria (EB) de 4 kWh e a energia descarregada na carga (EBC) podem ser encontrados na Figura 141 e no APÊNDICE AAA.

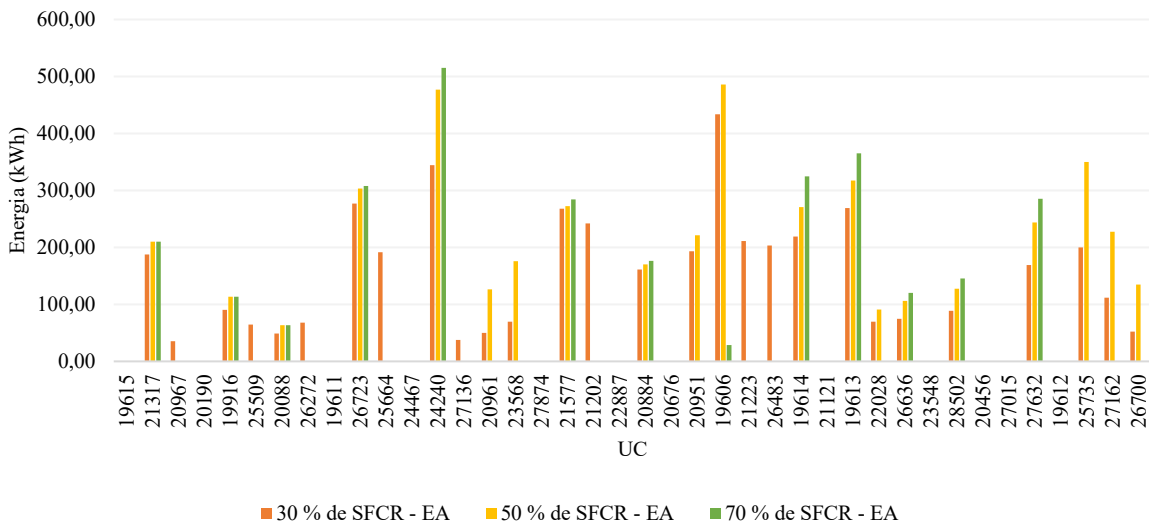
Figura 141 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

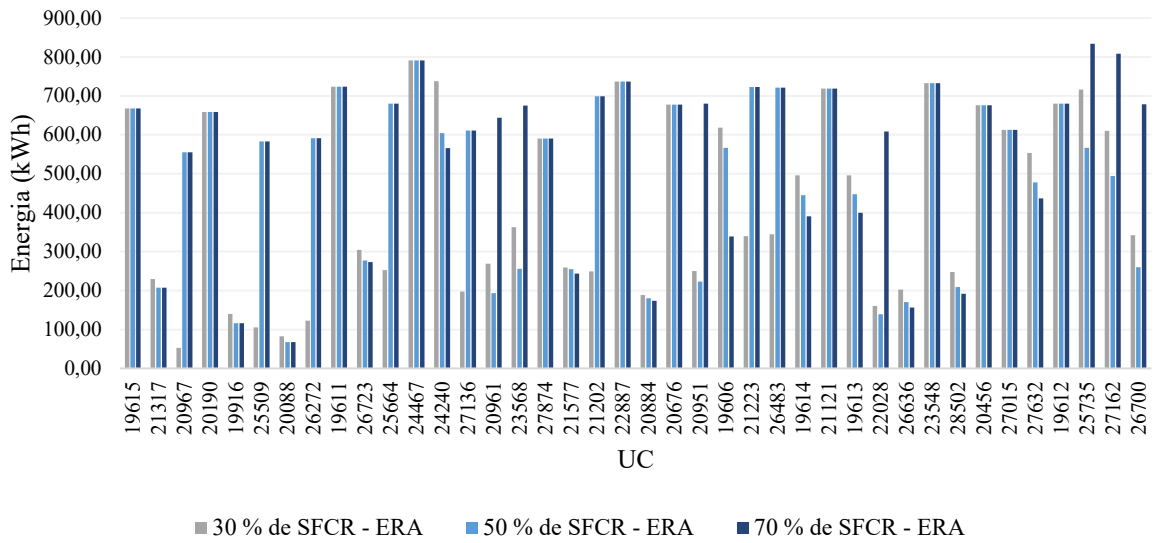
A energia descarregada na UC teve um mínimo de 25,66 kWh e um máximo de 64,12 kWh, na configuração de 70% de SFCR. As Figuras 142 e 143 indicam a média mensal da energia alocada (EA) e da energia da rede após a energia alocada (ERA), respectivamente, e também no APÊNDICE BBB.

Figura 142 – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

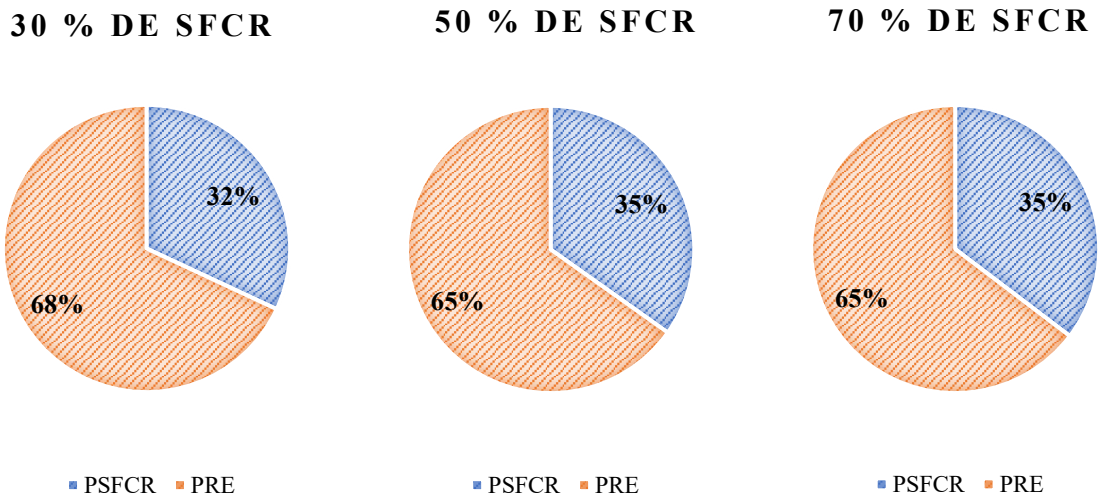
Figura 143 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30 e 50% de SFCR, a UC 26700 não possuía SFCR, recebendo uma grande quantidade de energia alocada e reduzindo o consumo da energia da rede elétrica. No entanto, na configuração de 70% de SFCR, foi considerada a inclusão de SFCR e veículo elétrico, interrompendo o recebimento de energia alocada, e aumentando o consumo de energia da rede elétrica. Isso porque, a quantidade energia fornecida pelos SFCR e pelo veículo elétrico foram menores que a quantidade de energia alocada. A Figura 144 mostra a média de PSFCR e PRE.

Figura 144 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 4 kWh e V2G.



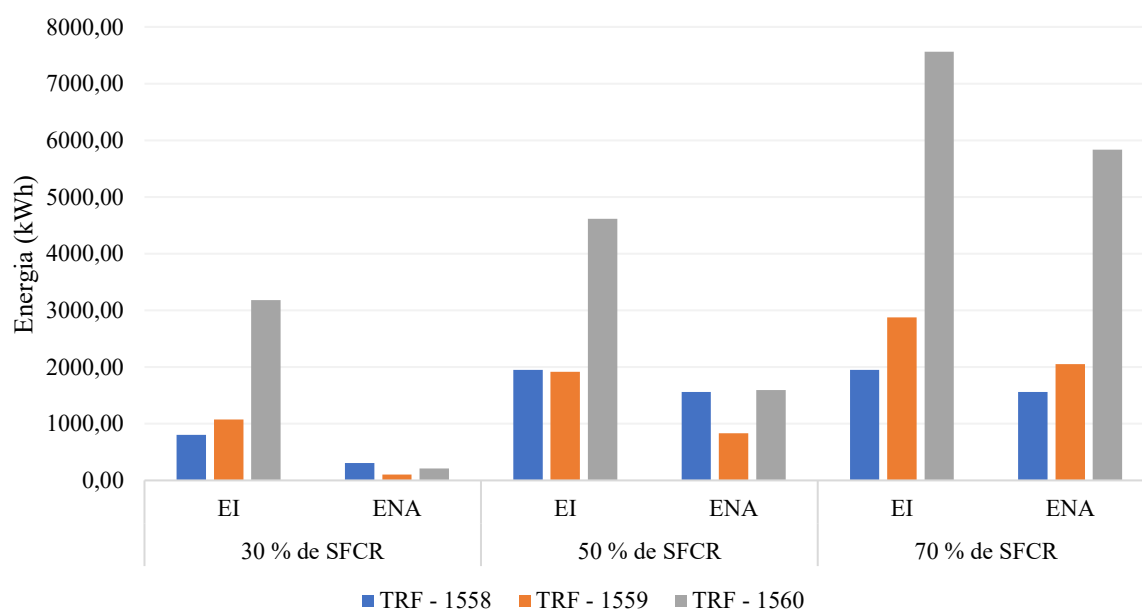
Fonte: Autora (2023).

A média de PSFCR e PRE foram semelhantes para as configurações de 50 e 70% de SFCR, em razão de as UCs sem SFCR receberem uma quantidade maior de energia alocada do que as unidades prossumidoras. Além disso, as potências dos sistemas fotovoltaicos projetados permaneceram as mesmas, e o consumo das UCs com SFCR aumentou com a inclusão do veículo elétrico, devido à recarga da bateria.

Para as unidades prossumidoras, os valores da PRE foram de 21 a 89%, enquanto, para as UCs sem SFCR foram de 46 a 60%, na configuração de 70% de SFCR. A energia da rede reduziu após a energia alocada, especialmente, para as UCs sem SFCR, uma vez que houve uma maior quantidade de energia injetada, que foi alocada para essas UCs.

Ademais, a quantidade de energia injetada na rede elétrica aumentou, fornecendo uma quantidade maior de energia alocada para as UCs. Vale destacar, que não houve alteração do consumo para as UCs sem SFCR. A Figura 145 apresenta o total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e da energia não alocada (ENA) para as UCs.

Figura 145 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 4 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A porcentagem de energia não alocada, na configuração de 70% de SFCR, foi de 80, 71 e 77% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente. A Tabela 33 aponta o valor do faturamento referente à energia da rede elétrica, injetada na rede, e aos créditos de energia.

Tabela 33 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh e V2G.

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EI	CRE	ER	EI	CRE	ER	EI	CRE
19615	TC	355,47	210,75	0,00	355,47	210,75	0,00	355,47	210,75	0,00
	TB	304,13	234,64	0,00	304,13	234,64	0,00	304,13	234,64	0,00
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-
	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	295,64	232,86	0,00	295,64	232,86	0,00
	TB	46,85	-	-	252,94	268,89	17,51	252,94	268,89	17,51
20190	TC	350,72	216,59	0,00	350,72	216,59	0,00	350,72	216,59	0,00
	TB	300,07	240,82	0,00	300,07	240,82	0,00	300,07	240,82	0,00
19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	310,35	192,80	0,00	310,35	192,80	0,00
	TB	90,24	-	-	265,53	228,55	0,00	265,53	228,55	0,00
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	314,61	183,79	0,00	314,61	183,79	0,00
	TB	101,04	-	-	269,17	219,34	0,00	269,17	219,34	0,00
19611	TC	385,25	247,41	0,00	385,25	247,41	0,00	385,25	247,41	0,00
	TB	329,62	260,74	0,00	329,62	260,74	0,00	329,62	260,74	0,00
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	362,00	281,18	0,00	362,00	281,18	0,00
	TB	224,64	-	-	309,72	295,03	9,10	309,72	295,03	9,10
24467	TC	420,83	324,18	0,00	420,83	324,18	0,00	420,83	324,18	0,00
	TB	360,05	324,21	5,15	360,05	324,21	5,15	360,05	324,21	5,15
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	325,06	166,64	0,00	325,06	166,64	0,00
	TB	124,51	-	-	278,11	201,41	0,00	278,11	201,41	0,00
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	342,84	225,69	0,00
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	293,33	250,40	0,00
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	359,22	285,11	0,00
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	307,34	299,01	12,37
27874	TC	314,24	184,49	0,00	314,24	184,49	0,00	314,24	184,49	0,00
	TB	268,85	220,06	0,00	268,85	220,06	0,00	268,85	220,06	0,00
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	371,98	266,47	0,00	371,98	266,47	0,00
	TB	248,50	-	-	318,26	280,11	0,66	318,26	280,11	0,66
22887	TC	391,99	238,02	0,00	391,99	238,02	0,00	391,99	238,02	0,00
	TB	335,39	251,18	0,00	335,39	251,18	0,00	335,39	251,18	0,00

Tabela 33 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) com bateria de 4 kWh e V2G.

										(conclusão)
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	360,79	203,95	0,00	360,79	203,95	0,00	360,79	203,95	0,00
	TB	308,68	227,42	0,00	308,68	227,42	0,00	308,68	227,42	0,00
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	361,91	281,31	0,00
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	309,64	295,17	9,19
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	195,64	284,69	93,08
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	171,24	243,78	76,62
21223	TC	293,14	-	-	384,65	248,26	0,00	384,65	248,26	0,00
	TB	278,47	-	-	329,10	261,61	0,00	329,10	261,61	0,00
26483	TC	291,54	-	-	384,00	249,17	0,00	384,00	249,17	0,00
	TB	276,95	-	-	328,55	262,53	0,00	328,55	262,53	0,00
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-
21121	TC	382,35	251,50	0,00	382,35	251,50	0,00	382,35	251,50	0,00
	TB	327,14	264,90	0,00	327,14	264,90	0,00	327,14	264,90	0,00
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	323,74	168,23	0,00
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	276,99	203,11	0,00
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-
23548	TC	389,85	240,99	0,00	389,85	240,99	0,00	389,85	240,99	0,00
	TB	333,55	254,20	0,00	333,55	254,20	0,00	333,55	254,20	0,00
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-
20456	TC	359,75	205,27	0,00	359,75	205,27	0,00	359,75	205,27	0,00
	TB	307,80	228,82	0,00	307,80	228,82	0,00	307,80	228,82	0,00
27015	TC	326,16	165,42	0,00	326,16	165,42	0,00	326,16	165,42	0,00
	TB	279,05	200,09	0,00	279,05	200,09	0,00	279,05	200,09	0,00
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-
19612	TC	361,80	202,67	0,00	361,80	202,67	0,00	361,80	202,67	0,00
	TB	309,55	226,06	0,00	309,55	226,06	0,00	309,55	226,06	0,00
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	444,31	317,87	0,00
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	381,05	279,47	0,00
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	430,33	314,23	0,00
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	368,25	314,16	0,30
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	360,92	203,78	0,00
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	308,80	227,24	0,00

Fonte: Autora (2023).

Os valores dos faturamentos referentes à energia da rede foram menores com a tarifa branca, para as unidades prosumidoras. Da mesma forma, os valores dos faturamentos

referentes à energia injetada na rede, e aos créditos de energia foram maiores com a tarifa branca. No entanto, as UCs 19606 e 25735 da classe 5, e a UC 27162 da classe 4, apresentaram os valores do faturamento referente à energia injetada na rede maiores com a tarifa convencional, na configuração de 70% de SFCR. De modo geral, os valores do faturamento referente aos créditos de energia foram maiores com a tarifa branca. A fatura de energia pode ser vista na Tabela 34.

Tabela 34 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e V2G.

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	144,71		144,71		144,71	
			TB	69,50	TB	69,50	TB	69,50	TB
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB
20967	1	1558	TC	46,99		62,77		62,77	
			TB	46,85	TB	15,97	TB	15,97	TB
20190	2	1558	TC	134,13		134,13		134,13	
			TB	59,25	TB	59,25	TB	59,25	TB
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32	
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB
25509	1	1558	TC	90,51		117,55		117,55	
			TB	90,24	TB	36,98	TB	36,98	TB
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96	
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB
26272	1	1558	TC	101,35		130,81		130,81	
			TB	101,04	TB	49,83	TB	49,83	TB
19611	3	1559	TC	137,85		137,85		137,85	
			TB	68,88	TB	68,88	TB	68,88	TB
26723	3	1559	TC	309,22		309,22		309,22	
			TB	293,74	TB	293,74	TB	293,74	TB
25664	3	1559	TC	236,48		80,82		80,82	
			TB	224,64	TB	31,75	TB	31,75	TB
24467	4	1559	TC	96,66		96,66		96,66	
			TB	47,64	TB	47,64	TB	47,64	TB
24240	5	1559	TC	575,52		575,52		575,52	
			TB	577,40	TC	577,40	TC	577,40	TC
27136	1	1559	TC	124,88		158,41		158,41	
			TB	124,51	TB	76,71	TB	76,71	TB
20961	2	1559	TC	170,06		170,06		117,15	
			TB	164,91	TB	164,91	TB	43,47	TB
23568	3	1559	TC	229,81		229,81		74,11	
			TB	218,31	TB	218,31	TB	29,17	TB

Tabela 34 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e V2G.

(continua)

27874	1	1560	TC	129,75	TB	129,75	TB	129,75	TB
			TB	48,79		48,79		48,79	
21577	3	1560	TC	280,80	TB	280,80	TB	280,80	TB
			TB	266,74		266,74		266,74	
21202	3	1560	TC	261,59	TB	105,52	TB	105,52	TB
			TB	248,50		44,02		44,02	
22887	3	1560	TC	153,97	TB	153,97	TB	153,97	TB
			TB	84,21		84,21		84,21	
20884	2	1560	TC	186,38	TB	186,38	TB	186,38	TB
			TB	180,73		180,73		180,73	
20676	2	1560	TC	156,84	TB	156,84	TB	156,84	TB
			TB	81,27		81,27		81,27	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	80,60	TB
			TB	224,43		224,43		31,65	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	17,67	TB
			TB	561,99		561,99		17,56	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	136,39	TB	136,39	TB
			TB	278,47		67,50		67,50	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	134,83	TB	134,83	TB
			TB	276,95		66,01		66,01	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	130,86	TB	130,86	TB	130,86	TB
			TB	62,23		62,23		62,23	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	155,51	TB
			TB	122,00		122,00		73,87	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	148,86	TB	148,86	TB	148,86	TB
			TB	79,35		79,35		79,35	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	154,48	TB	154,48	TB	154,48	TB
			TB	78,98		78,98		78,98	
27015	1	1560	TC	160,73	TB	160,73	TB	160,73	TB
			TB	78,97		78,97		78,97	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	159,13	TB	159,13	TB	159,13	TB
			TB	83,49		83,49		83,49	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	126,44	TB
			TB	489,37		489,37		101,58	

Tabela 34 – Fatura de energia com bateria de 4 kWh e V2G.

									(conclusão)
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	116,10	TB
			TB	361,23		361,23		58,29	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	157,14	TB
			TB	203,53		203,53		81,56	

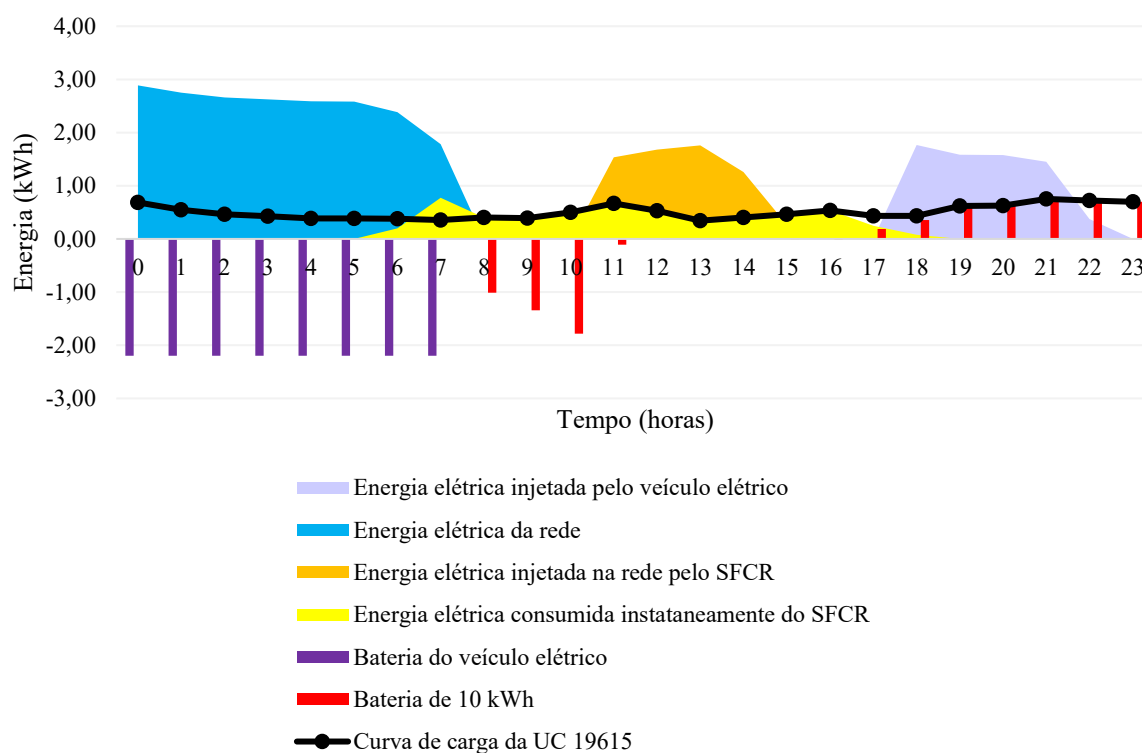
Fonte: Autora (2023).

Por fim, o valor da fatura de energia foi mais vantajoso com a tarifa branca do que a tarifa convencional, para todas as unidades prosumidoras e a maioria das unidades consumidoras, exceto pelas UCs sem SFCR da classe 5.

4.6.4 Bateria de 10 kWh e V2G

A Figura 146 exibe a curva de carga da UC 19615, em um dia útil ensolarado, com geração solar fotovoltaica, bateria de 10 kWh integrada no inversor dos SFCR e V2G. Para a UC 19615, a bateria de 10 kWh supriu o consumo no período da noite, nesse dia útil. À vista disso, a energia armazenada na bateria do veículo elétrico foi toda injetada na rede elétrica.

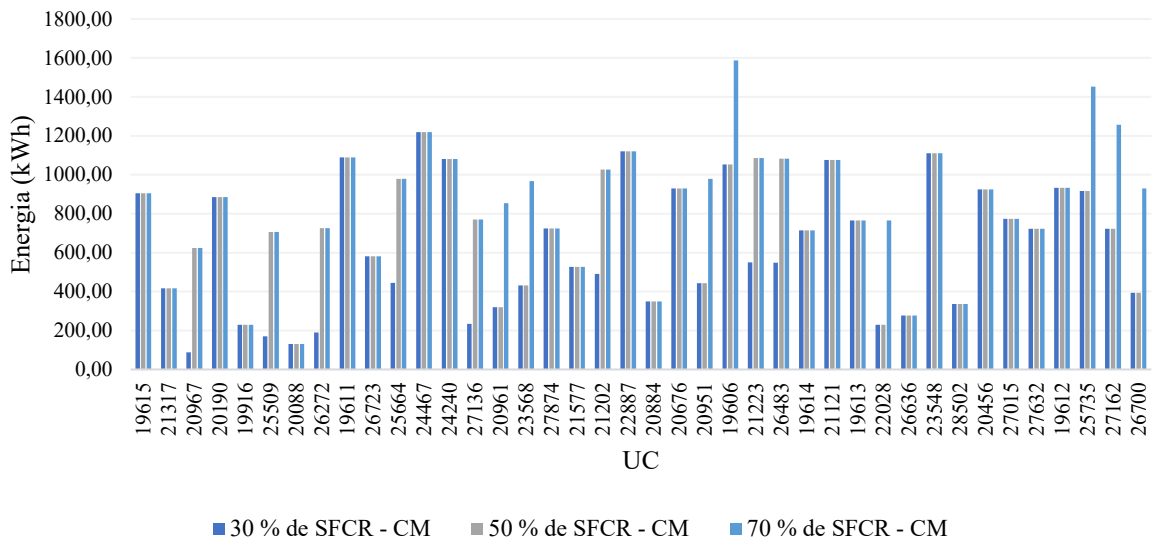
Figura 146 – Curva de carga da UC 19615 com geração solar fotovoltaica, bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

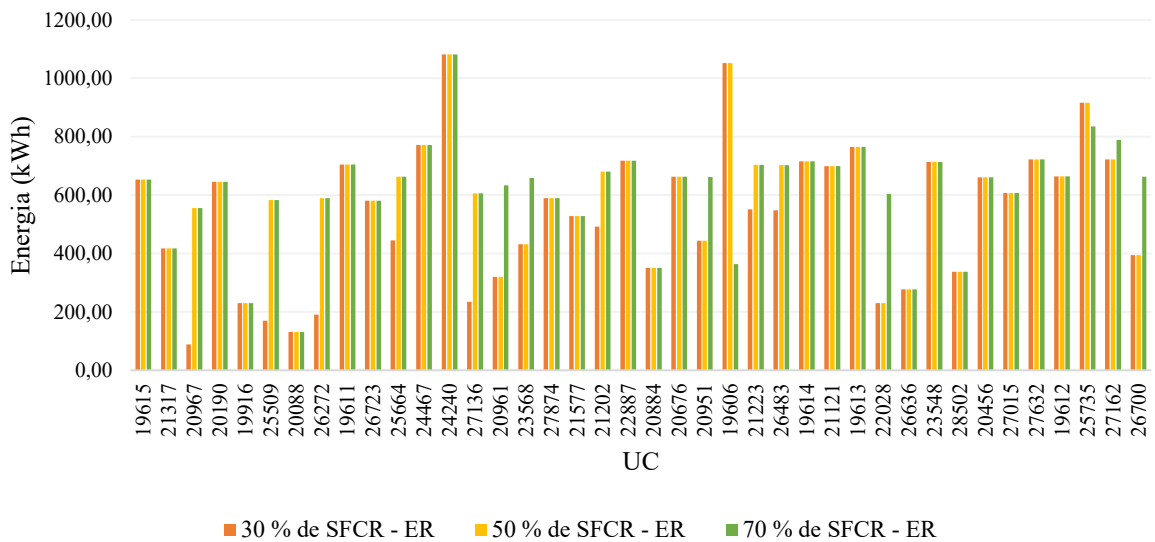
As Figuras 147 e 148 apresentam o consumo mensal (CM) e a energia da rede elétrica (ER) das UCs, considerando a bateria de capacidade de 10 kWh e o veículo elétrico atuando como a tecnologia V2G, bem como, no APÊNDICE DDD.

Figura 147 – Consumo mensal (CM) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

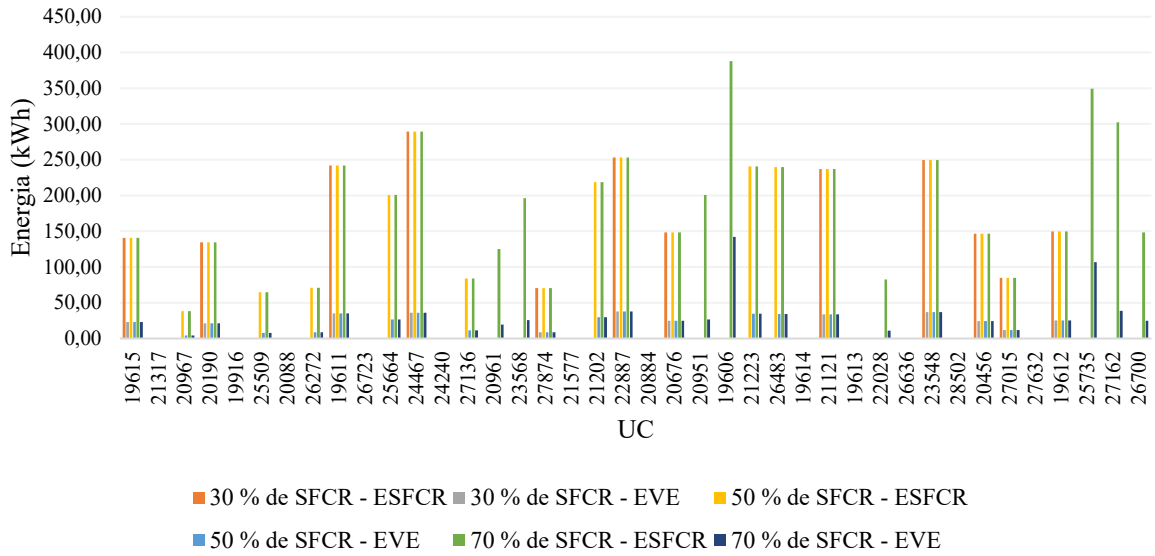
Figura 148 – Energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

O carregamento do veículo elétrico aumentou o consumo das unidades prossumidoras, como pode ser visto no APÊNDICE DDD. Todavia, a bateria de 10 kWh favoreceu na redução da energia da rede, comparado com a bateria de 2 e 4 kWh. A Figura 149 e o APÊNDICE EEE mostram a energia consumida instantaneamente dos SFCR e do veículo elétrico.

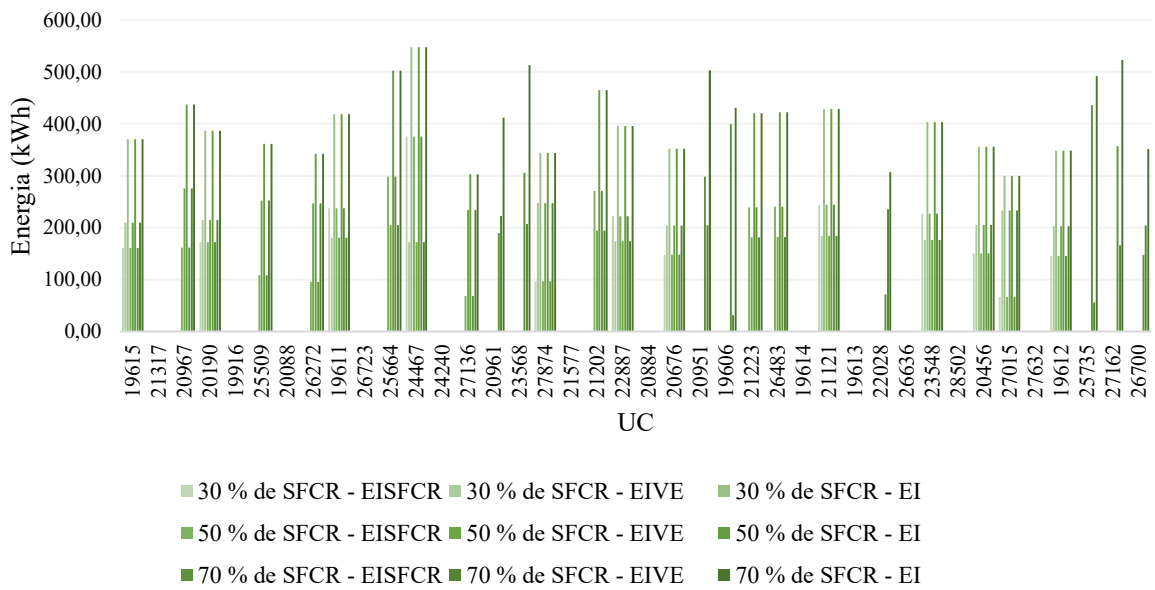
Figura 149 – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

O valor da média mensal da EVE foi reduzido, devido a bateria de 10 kWh, à medida que, a energia injetada na rede pelo veículo elétrico aumentou. A Figura 150 e o APÊNDICE FFF indicam a energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR), a energia injetada na rede pelo veículo elétrico (EIVE), e o total de energia injetada na rede (EI).

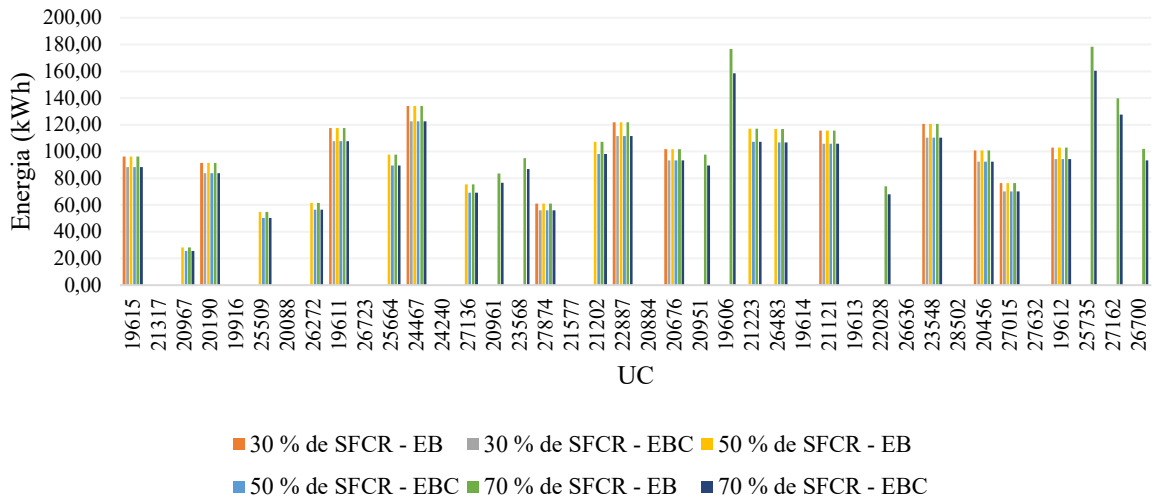
Figura 150 – Energia injetada na rede dos SFCR (EISFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

Os valores da média mensal da energia armazenada na bateria (EB) de 10 kWh, como também, a energia descarregada na carga (EBC) podem ser observados na Figura 151 e no APÊNDICE GGG.

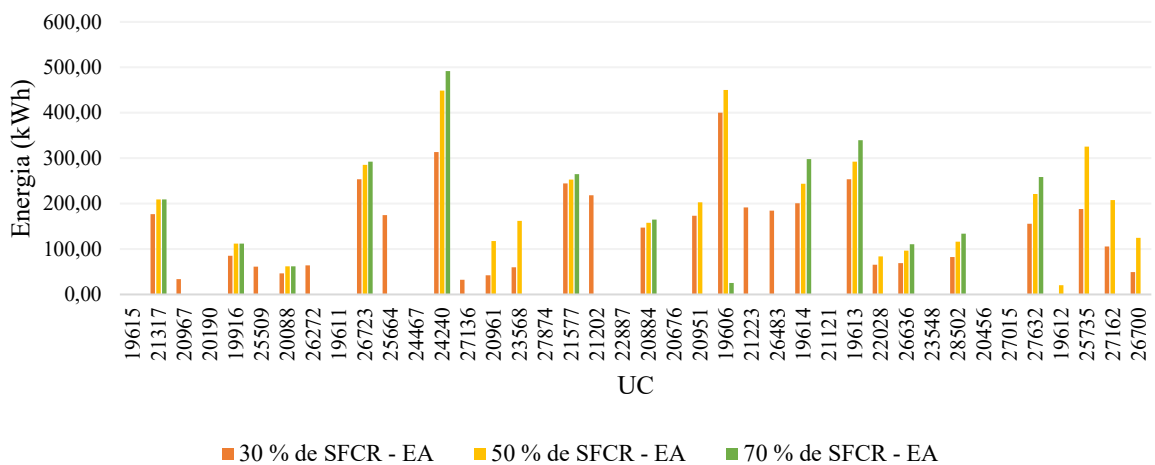
Figura 151 – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

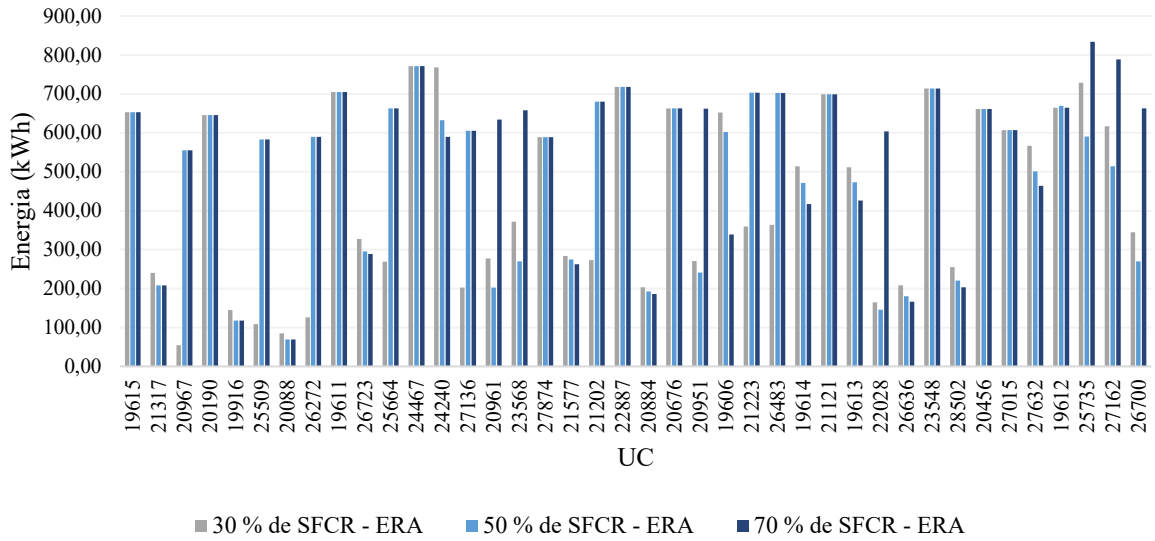
A bateria de 10 kWh descarrega uma maior quantidade de energia do que a bateria de 2 e 4 kWh, com valor mínimo de 25,66 kWh até o máximo de 160,45 kWh, na configuração de 70% de SFCR. O valor da energia alocada (EA) e da energia da rede após a energia alocada (ERA) podem ser encontradas nas Figuras 152 e 153, respectivamente, como também, no APÊNDICE HHH.

Figura 152 – Energia alocada (EA) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

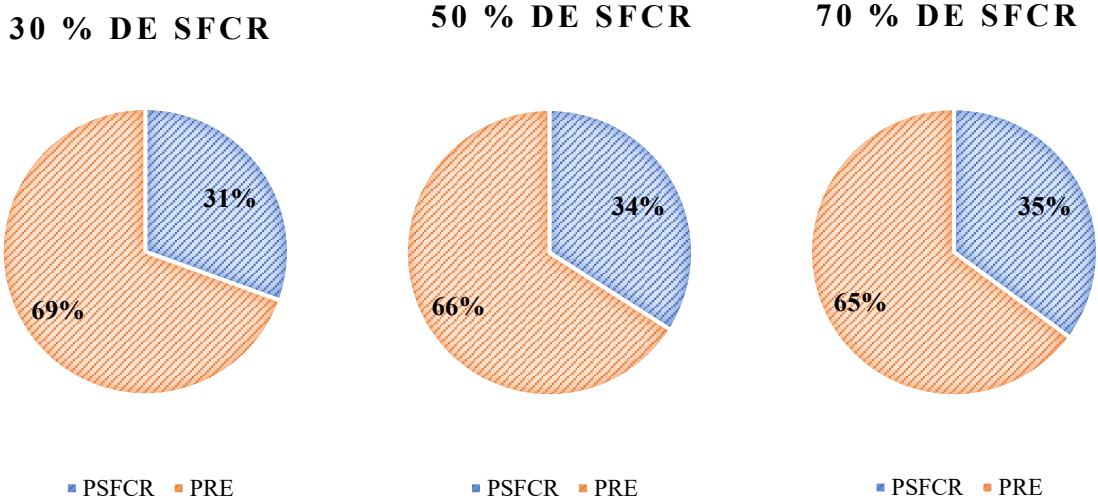
Figura 153 – Energia da rede após a energia alocada (ERA) com bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

A porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e a porcentagem de energia consumida da rede elétrica (PRE) com veículo elétrico e com bateria de 10 kWh são mostradas na Figura 154.

Figura 154 – Média da PSFCR e PRE com bateria de 10 kWh e V2G.

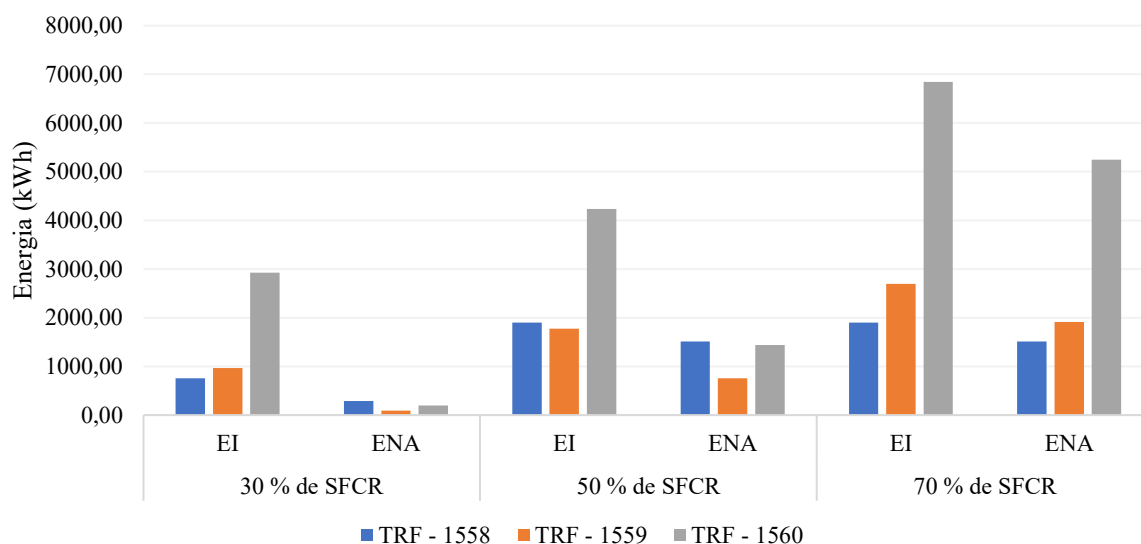


Fonte: Autora (2023).

A PSFCR para as unidades prossumidoras foi de 11 a 79%, enquanto, para as UCs sem SFCR foi de 36 a 50%, na configuração de 70% de SFCR, visto no APÊNDICE III. A

quantidade total da média mensal de energia injetada na rede pelas unidades prosumidoras e a energia não alocada podem ser vistas na Figura 155.

Figura 155 – Total da média mensal de energia injetada na rede (EI) e energia não alocada (ENA) com a bateria de 10 kWh e V2G.



Fonte: Autora (2023).

Na configuração de 30% de SFCR, a porcentagem de ENA foi de 38,9 e 7% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, nessa ordem. Por outro lado, na configuração de 70% de SFCR, a porcentagem de ENA foi de 80,71 e 77% para as UCs atendidas pelo TRF-1558, 1559 e 1560, respectivamente.

O valor do faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE) são mostrados na Tabela 35.

Tabela 35 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE).

(continua)

UC	Tarifa	Média Mensal do Faturamento Referente (R\$)								
		30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
		ER	EI	CRE	ER	EI	CRE	ER	EI	CRE
19615	TC	347,70	197,30	0,00	347,70	197,30	0,00	347,70	197,30	0,00
	TB	297,49	223,12	0,00	297,49	223,12	0,00	297,49	223,12	0,00
21317	TC	222,01	-	-	222,01	-	-	222,01	-	-
	TB	215,29	-	-	215,29	-	-	215,29	-	-
20967	TC	46,99	-	-	295,64	232,77	0,00	295,64	232,77	0,00
	TB	46,85	-	-	252,94	268,81	17,42	252,94	268,81	17,42
20190	TC	343,51	205,85	0,00	343,51	205,85	0,00	343,51	205,85	0,00
	TB	293,90	231,63	0,00	293,90	231,63	0,00	293,90	231,63	0,00

Tabela 35 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE).

(continua)

19916	TC	122,32	-	-	122,32	-	-	122,32	-	-
	TB	121,95	-	-	121,95	-	-	121,95	-	-
25509	TC	90,51	-	-	310,10	192,22	0,00	310,10	192,22	0,00
	TB	90,24	-	-	265,32	228,06	0,00	265,32	228,06	0,00
20088	TC	69,96	-	-	69,96	-	-	69,96	-	-
	TB	69,75	-	-	69,75	-	-	69,75	-	-
26272	TC	101,35	-	-	313,82	182,25	0,00	313,82	182,25	0,00
	TB	101,04	-	-	268,50	218,02	0,00	268,50	218,02	0,00
19611	TC	374,96	222,74	0,00	374,96	222,74	0,00	374,96	222,74	0,00
	TB	320,81	239,62	0,00	320,81	239,62	0,00	320,81	239,62	0,00
26723	TC	309,22	-	-	309,22	-	-	309,22	-	-
	TB	293,74	-	-	293,74	-	-	293,74	-	-
25664	TC	236,48	-	-	352,58	267,65	0,00	352,58	267,65	0,00
	TB	224,64	-	-	301,66	283,45	8,59	301,66	283,45	8,59
24467	TC	410,57	291,45	0,00	410,57	291,45	0,00	410,57	291,45	0,00
	TB	351,27	296,21	0,73	351,27	296,21	0,73	351,27	296,21	0,73
24240	TC	575,52	-	-	575,52	-	-	575,52	-	-
	TB	577,40	-	-	577,40	-	-	577,40	-	-
27136	TC	124,88	-	-	322,28	161,18	0,00	322,28	161,18	0,00
	TB	124,51	-	-	275,73	196,74	0,00	275,73	196,74	0,00
20961	TC	170,06	-	-	170,06	-	-	337,38	219,22	0,00
	TB	164,91	-	-	164,91	-	-	288,65	244,87	0,00
23568	TC	229,81	-	-	229,81	-	-	350,24	273,14	0,00
	TB	218,31	-	-	218,31	-	-	299,65	288,77	12,03
27874	TC	313,52	183,06	0,00	313,52	183,06	0,00	313,52	183,06	0,00
	TB	268,24	218,83	0,00	268,24	218,83	0,00	268,24	218,83	0,00
21577	TC	280,80	-	-	280,80	-	-	280,80	-	-
	TB	266,74	-	-	266,74	-	-	266,74	-	-
21202	TC	261,59	-	-	361,91	247,65	0,00	361,91	247,65	0,00
	TB	248,50	-	-	309,65	264,01	0,35	309,65	264,01	0,35
22887	TC	381,90	210,86	0,00	381,90	210,86	0,00	381,90	210,86	0,00
	TB	326,75	227,93	0,00	326,75	227,93	0,00	326,75	227,93	0,00
20884	TC	186,38	-	-	186,38	-	-	186,38	-	-
	TB	180,73	-	-	180,73	-	-	180,73	-	-
20676	TC	352,64	187,33	0,00	352,64	187,33	0,00	352,64	187,33	0,00
	TB	301,71	213,20	0,00	301,71	213,20	0,00	301,71	213,20	0,00
20951	TC	236,26	-	-	236,26	-	-	352,50	267,83	0,00
	TB	224,43	-	-	224,43	-	-	301,59	283,63	8,69
19606	TC	560,16	-	-	560,16	-	-	193,69	229,52	51,67
	TB	561,99	-	-	561,99	-	-	167,97	196,57	42,96
21223	TC	293,14	-	-	374,35	223,83	0,00	374,35	223,83	0,00
	TB	278,47	-	-	320,28	240,70	0,00	320,28	240,70	0,00
26483	TC	291,54	-	-	373,69	225,00	0,00	373,69	225,00	0,00
	TB	276,95	-	-	319,72	241,85	0,00	319,72	241,85	0,00

Tabela 35 – Faturamento referente à energia da rede (ER), energia injetada na rede (EI) e aos créditos de energia (CRE).

											(conclusão)
19614	TC	380,62	-	-	380,62	-	-	380,62	-	-	
	TB	357,77	-	-	357,77	-	-	357,77	-	-	
21121	TC	372,02	227,98	0,00	372,02	227,98	0,00	372,02	227,98	0,00	
	TB	318,29	244,78	0,00	318,29	244,78	0,00	318,29	244,78	0,00	
19613	TC	407,33	-	-	407,33	-	-	407,33	-	-	
	TB	408,66	-	-	408,66	-	-	408,66	-	-	
22028	TC	122,36	-	-	122,36	-	-	321,33	163,37	0,00	
	TB	122,00	-	-	122,00	-	-	274,93	198,95	0,00	
26636	TC	147,27	-	-	147,27	-	-	147,27	-	-	
	TB	142,81	-	-	142,81	-	-	142,81	-	-	
23548	TC	379,67	214,58	0,00	379,67	214,58	0,00	379,67	214,58	0,00	
	TB	324,83	231,60	0,00	324,83	231,60	0,00	324,83	231,60	0,00	
28502	TC	179,30	-	-	179,30	-	-	179,30	-	-	
	TB	173,87	-	-	173,87	-	-	173,87	-	-	
20456	TC	351,68	189,27	0,00	351,68	189,27	0,00	351,68	189,27	0,00	
	TB	300,89	215,13	0,00	300,89	215,13	0,00	300,89	215,13	0,00	
27015	TC	323,05	159,45	0,00	323,05	159,45	0,00	323,05	159,45	0,00	
	TB	276,39	194,98	0,00	276,39	194,98	0,00	276,39	194,98	0,00	
27632	TC	384,34	-	-	384,34	-	-	384,34	-	-	
	TB	361,26	-	-	361,26	-	-	361,26	-	-	
19612	TC	353,59	185,45	0,00	353,59	185,45	0,00	353,59	185,45	0,00	
	TB	302,52	211,33	0,00	302,52	211,33	0,00	302,52	211,33	0,00	
25735	TC	487,78	-	-	487,78	-	-	444,31	262,07	0,00	
	TB	489,37	-	-	489,37	-	-	381,05	231,72	0,00	
27162	TC	384,31	-	-	384,31	-	-	419,66	278,39	0,00	
	TB	361,23	-	-	361,23	-	-	359,05	283,49	0,00	
26700	TC	209,88	-	-	209,88	-	-	352,77	187,09	0,00	
	TB	203,53	-	-	203,53	-	-	301,82	212,95	0,00	

Fonte: Autora (2023).

Os valores dos faturamentos referentes à EI e aos CRE foram maiores com a tarifa branca. Exceto, para as UCs 24467, 19606, 25735 e 27162, que apresentaram os valores dos faturamentos referentes à EI maiores com a tarifa convencional. Do mesmo, a UC 19606 apresentou os valores dos CRE vantajosos com a tarifa convencional.

Logo, os valores dos faturamentos referentes à ER, foram mais rentáveis com a tarifa branca do que com a tarifa convencional, com exceção das UCs sem sistema fotovoltaico da classe 5. A Tabela 36 indica os dados da fatura de energia.

Tabela 36 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e V2G.

(continua)

UC	Classe	TRF	Tarifa	Valor Mensal da Fatura de Energia (R\$)					
				30 % de SFCR		50 % de SFCR		70 % de SFCR	
				Média	Opção	Média	Opção	Média	Opção
19615	2	1558	TC	150,40		150,40		150,40	
			TB	74,37	TB	74,37	TB	74,37	TB
21317	2	1558	TC	222,01		222,01		222,01	
			TB	215,29	TB	215,29	TB	215,29	TB
20967	1	1558	TC	46,99		62,87		62,87	
			TB	46,85	TB	15,97	TB	15,97	TB
20190	2	1558	TC	137,66		137,66		137,66	
			TB	62,27	TB	62,27	TB	62,27	TB
19916	1	1558	TC	122,32		122,32		122,32	
			TB	121,95	TB	121,95	TB	121,95	TB
25509	1	1558	TC	90,51		117,87		117,87	
			TB	90,24	TB	37,26	TB	37,26	TB
20088	1	1558	TC	69,96		69,96		69,96	
			TB	69,75	TB	69,75	TB	69,75	TB
26272	1	1558	TC	101,35		131,58		131,58	
			TB	101,04	TB	50,48	TB	50,48	TB
19611	3	1559	TC	152,22		152,22		152,22	
			TB	81,18	TB	81,18	TB	81,18	TB
26723	3	1559	TC	309,22		309,22		309,22	
			TB	293,74	TB	293,74	TB	293,74	TB
25664	3	1559	TC	236,48		84,93		84,93	
			TB	224,64	TB	34,56	TB	34,56	TB
24467	4	1559	TC	119,12		119,12		119,12	
			TB	60,21	TB	60,21	TB	60,21	TB
24240	5	1559	TC	575,52		575,52		575,52	
			TB	577,40	TC	577,40	TC	577,40	TC
27136	1	1559	TC	124,88		161,09		161,09	
			TB	124,51	TB	79,00	TB	79,00	TB
20961	2	1559	TC	170,06		170,06		118,16	
			TB	164,91	TB	164,91	TB	44,27	TB
23568	3	1559	TC	229,81		229,81		77,10	
			TB	218,31	TB	218,31	TB	31,22	TB
27874	1	1560	TC	130,46		130,46		130,46	
			TB	49,40	TB	49,40	TB	49,40	TB
21577	3	1560	TC	280,80		280,80		280,80	
			TB	266,74	TB	266,74	TB	266,74	TB
21202	3	1560	TC	261,59		114,26		114,26	
			TB	248,50	TB	49,45	TB	49,45	TB
22887	3	1560	TC	171,04		171,04		171,04	
			TB	98,82	TB	98,82	TB	98,82	TB
20884	2	1560	TC	186,38		186,38		186,38	
			TB	180,73	TB	180,73	TB	180,73	TB

Tabela 36 – Fatura de energia com bateria de 10 kWh e V2G.

									(conclusão)
20676	2	1560	TC	165,31	TB	165,31	TB	165,31	TB
			TB	88,52		88,52		88,52	
20951	3	1560	TC	236,26	TB	236,26	TB	84,67	TB
			TB	224,43		224,43		34,44	
19606	5	1560	TC	560,16	TC	560,16	TC	26,83	TB
			TB	561,99		561,99		25,29	
21223	3	1560	TC	293,14	TB	150,52	TB	150,52	TB
			TB	278,47		79,59		79,59	
26483	3	1560	TC	291,54	TB	148,69	TB	148,69	TB
			TB	276,95		77,87		77,87	
19614	4	1560	TC	380,62	TB	380,62	TB	380,62	TB
			TB	357,77		357,77		357,77	
21121	3	1560	TC	144,04	TB	144,04	TB	144,04	TB
			TB	73,52		73,52		73,52	
19613	5	1560	TC	407,33	TC	407,33	TC	407,33	TC
			TB	408,66		408,66		408,66	
22028	1	1560	TC	122,36	TB	122,36	TB	157,96	TB
			TB	122,00		122,00		75,97	
26636	2	1560	TC	147,27	TB	147,27	TB	147,27	TB
			TB	142,81		142,81		142,81	
23548	3	1560	TC	165,08	TB	165,08	TB	165,08	TB
			TB	93,23		93,23		93,23	
28502	2	1560	TC	179,30	TB	179,30	TB	179,30	TB
			TB	173,87		173,87		173,87	
20456	2	1560	TC	162,41	TB	162,41	TB	162,41	TB
			TB	85,76		85,76		85,76	
27015	1	1560	TC	163,59	TB	163,59	TB	163,59	TB
			TB	81,42		81,42		81,42	
27632	4	1560	TC	384,34	TB	384,34	TB	384,34	TB
			TB	361,26		361,26		361,26	
19612	2	1560	TC	168,14	TB	168,14	TB	168,14	TB
			TB	91,20		91,20		91,20	
25735	5	1560	TC	487,78	TC	487,78	TC	182,23	TB
			TB	489,37		489,37		149,33	
27162	4	1560	TC	384,31	TB	384,31	TB	141,27	TB
			TB	361,23		361,23		75,85	
26700	2	1560	TC	209,88	TB	209,88	TB	165,68	TB
			TB	203,53		203,53		88,87	

Fonte: Autora (2023).

O valor da fatura de energia, para as UCs com SFCR foram menores com a tarifa branca. À vista disso, a inserção da bateria de 10 kWh e a tecnologia V2G contribuem para a viabilidade da tarifa branca para as unidades prosumidoras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação apresentou um estudo de soluções integradas de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída, bateria integrada ao inversor (armazenamento), veículos elétricos e a tecnologia vehicle-to-grid (V2G). Dessa maneira, diferentes cenários foram modelados e simulados e foram realizadas análises de fluxos, balanços e faturamento de energia elétrica, juntamente com a aplicação da tarifa branca e convencional em 40 unidades consumidoras (UCs) com distintos perfis de carga e consumo reais.

À vista disso, foram considerados 4 cenários para a realização das análises. O primeiro cenário consistia na implementação de 30, 50 e 70% de sistemas fotovoltaicos conectado à rede (SFCR) nas unidades consumidoras. O segundo, além das considerações feitas no primeiro cenário, foi acrescentado as baterias com capacidades de armazenamento de 2, 4 e 10 kWh. O terceiro foi um complemento do segundo com a inserção de 30, 50 e 70% de veículos elétricos como carga nas UCs. Por fim, o último cenário consistia na adição de 30, 50 e 70% de veículos elétricos como carga e gerador de energia nos cenários anteriores.

Ademais, os SFCR foram modelados, dimensionados e simulações em software foram realizadas. As estratégias de recarga para os veículos elétricos também foram selecionadas. Para o terceiro cenário foi considerada a estratégia de carregamento de vale, com carregamento durante a madrugada ou dia, por 4 horas. Logo, para o quarto cenário foi considerada a estratégia de carregamento vehicle-to-grid, com carregamento ao longo da madrugada, por 8 horas, e despacho de energia no período da noite.

Os resultados obtidos para o primeiro cenário indicaram que a configuração com 70% de SFCR proporcionou uma maior capacidade de autoconsumo fotovoltaico. Isso se mostrou em um aumento do consumo de energia elétrica gerada pelos SFCR e uma redução da dependência de energia da rede. Observou-se que o maior nível de autoconsumo fotovoltaico ocorreu devido à quantidade de energia elétrica injetada e alocada ser superior em relação às configurações com 30 e 50% de SFCR.

Além disso, a implementação de SFCR apresentou uma redução nos valores das faturas de energia elétrica. Contudo, essa medida inviabilizou a aplicação da tarifa branca nas unidades consumidoras avaliadas no estudo. Visto que, os SFCR geraram energia durante o período diurno, o que reduziu o consumo da rede elétrica nesse período, aumentando por consequência a proporção do consumo durante os horários de ponta e intermediários, que são caracterizados por maiores valores de tarifa branca.

No segundo cenário, a inserção do armazenamento a partir das baterias de 2, 4 e 10 kWh sucedeu em uma redução dos valores das faturas de energia elétrica com a tarifa branca. Este resultado foi alcançado devido à energia armazenada na bateria ser descarregada durante o período noturno, o qual apresenta os maiores valores de tarifa branca. Por exemplo, para a UC 19615, que possui SFCR, os valores de fatura de energia elétrica no âmbito da tarifa branca reduziram em cerca de 15, 24 e 25%, com baterias de 2, 4 e 10 kWh, respectivamente. Portanto, para essa UC a adoção da tarifa branca foi viável, com a inclusão de baterias de 4 e 10 kWh. Sendo assim, no âmbito da tarifa branca, foi observado que os valores das faturas de energia elétrica foram menores com a bateria de 10 kWh em relação às baterias de 2 e 4 kWh. Isso posto, à medida que aumentava a capacidade da bateria, a tarifa branca se tornava mais viável para as unidades prosumidoras.

A inclusão de baterias de 2, 4 e 10 kWh, causa perdas na conversão de energia elétrica para energia química, ou vice-versa, o que afeta a fatura energia no âmbito da tarifa convencional. Isso ocorre porque a tarifa convencional apresenta apenas um valor de tarifa. A título de exemplo, para a UC 19615, o aumento na fatura de energia elétrica com a tarifa convencional foi de aproximadamente 1, 2 e 3% com a adição de baterias de 2, 4 e 10 kWh, nessa ordem. No contexto da tarifa convencional, é importante observar que o aumento da capacidade da bateria pode resultar em valores mais elevados de fatura de energia elétrica. Em contrapartida, a utilização da bateria pode tornar a fatura mais viável com a escolha da tarifa branca. Ademais, é válido destacar que a configuração de 70% de SFCR, aliada a uma bateria de 10 kWh, resultou no maior índice de autoconsumo fotovoltaico no segundo cenário.

No terceiro cenário, constata-se que, a recarga do veículo elétrico aumentou o consumo das UCs com SFCR. Tal fenômeno resultou em uma redução da energia elétrica injetada na rede pelas UCs que realizaram a recarga durante o dia, enquanto aquelas que realizaram a recarga no período noturno apresentaram um aumento no consumo de energia da rede elétrica. Ademais, os valores da fatura de energia elétrica, para a grande parcela das unidades prosumidoras, foram menores com a tarifa branca, com bateria de 2, 4 e 10 kWh.

No quarto cenário, o veículo elétrico atua como a tecnologia V2G, armazenando e descarregando energia. O veículo apenas foi incluso nas unidades prosumidoras. Assim, em seguida, verificou-se um aumento considerável no consumo das unidades prosumidoras em decorrência do carregamento do veículo elétrico. Salienta-se que, as configurações com bateria de 4 e 10 kWh para todas as unidades prosumidoras, os valores das faturas de energia elétrica foram menores ao optarem pela tarifa branca, uma vez que foi possível realizar o carregamento

durante a madrugada, intervalo de tempo fora de ponta, e descarregar a energia nos horários de ponta e intermediário. Portanto, pode-se perceber que a implementação da tecnologia V2G, aliada à utilização de baterias integradas no inversor, apresentou-se como uma alternativa promissora para a redução dos valores de fatura de energia elétrica com a tarifa branca, consequentemente, tornando a tarifa branca para a maioria das UCs com SFCR mais vantajosa em relação à tarifa convencional.

Evidencia-se que, as unidades consumidoras da classe 5, têm uma curva de carga que inviabiliza a utilização da tarifa branca. Isso ocorre porque 30% do consumo está distribuído nos horários ponta e intermediário, e 70% está nos horários fora de ponta. No entanto, a inclusão de SFCR com bateria, veículo elétrico e a tecnologia V2G tornaram a tarifa branca viável para essas UCs. Por outro lado, as UCs de classes distintas possuem um consumo mais concentrado nos horários fora de ponta, tornando a tarifa branca uma opção mais atrativa para essas UCs.

Levando-se em consideração os aspectos analisados, as soluções integradas entre SFCR, armazenamento de energia, veículo elétrico, tecnologia V2G e resposta da demanda podem trazer cenários interessantes do ponto de vista de economia para o consumidor, tal como, do ponto de vista de sustentabilidade para o ambiente.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, Carolina M; SILVA, Rodrigo V da. Demand side management of a residential system using simulated annealing. **Ieee Latin America Transactions**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1355-1360, maio 2015. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tla.2015.7111989>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7111989>. Acesso em: 15 jul. 2021.

ALBADI, M. H.; EL-SAADANY, E. F.. Demand response in electricity markets: an overview. **2007 Ieee Power Engineering Society General Meeting**, [S.L.], p. 1-5, jun. 2007. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/pes.2007.385728>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4275494>. Acesso em: 25 jun. 2021.

ALJAERANI, Hatem Ahmad *et al.* Thermo-physical properties and corrosivity improvement of molten salts by use of nanoparticles for concentrated solar power applications: a critical review. **Journal Of Molecular Liquids**, [S.L.], v. 314, p. 1-20, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113807>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167732220310266?via%3Dihub>. Acesso em: 02 jun. 2021.

ANDERSEN, Frits Møller; JACOBSEN, Henrik Klinge; GUNKEL, Philipp A.. Hourly charging profiles for electric vehicles and their effect on the aggregated consumption profile

in Denmark. **International Journal Of Electrical Power & Energy Systems**, [S.L.], v. 130, p. 2-17, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106900>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014206152100140X?via%3Dihub>. Acesso em: 19 jul. 2021.

AUDI AG. **E-tron**. [201-]. Disponível em: https://www.audi.com.br/dam/nemo/br/pdfs/e-tron/Q_A%20E-tron%20final.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.

BIBAK, Bijan; TEKINER-MOĞULKOÇ, Hatice. A comprehensive analysis of Vehicle to Grid (V2G) systems and scholarly literature on the application of such systems. **Renewable Energy Focus**, [S.L.], v. 36, p. 1-20, mar. 2021. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ref.2020.10.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755008420300533?via%3Dihub>. Acesso em: 18 jul. 2021.

BOSTRÖM, Tobias *et al.* The pure PV-EV energy system – a conceptual study of a nationwide energy system based solely on photovoltaics and electric vehicles. **Smart Energy**, [S.L.], v. 1, p. 100001, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.segy.2021.100001>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666955221000010?via%3Dihub>. Acesso em: 18 jul. 2021.

BRAIDA, V.; FARRET, F. A.; SANTOS, L. L. C.. Analysis of the Economic Viability of the White Tariff in Conjunction with the Distributed Generation for Rural Consumers. **2019 Ieee Pes Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (Isgt Latin America)**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-6, set. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/isgt-la.2019.8895508>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8895508>. Acesso em: 12 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. **Diário oficial da união**. Seção virtual de 3.12.2021 a 13.12.2021, 7 de janeiro de 2022. Disponível em:

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/01/2022&jornal=515&pagina=4>. Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Como é composta a tarifa**. 2016. Disponível em:

https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/conteudo-educativo/-/asset_publisher/vE6ahPFxsWht/content/composicao-da-tarifa/654800?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fantigo.aneel.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fconteudo-educativo%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_vE6ahPFxsWht%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p__state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D2. Acesso em: 13 fev. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **FAQ: tire suas dúvidas sobre a bandeira escassez hídrica**. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/faq-tire-suas-duvidas-sobre-a-bandeira-escassez-hidrica>. Acesso em: 25 mar. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Micro e minigeração distribuída**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 29 mar. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Modalidades Tarifárias**. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/modalidades-tarifarias>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL**. Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024, 2017. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/. Acesso em: 19 jun. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Postos tarifários**. 2020c. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/postos-tarifarios>. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010**, 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução normativa nº 813, de 3 de maio de 2018**, 2018a. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/05/2018&jornal=515&pagina=57>. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 819, de 19 de junho de 2018**. Estabelece os procedimentos e as condições para a realização de atividades de recarga de veículos elétricos, 2018b. Brasil, Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2018819.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sobre Bandeiras tarifárias**. 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 17 jul. de 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sumário executivo: ótica do consumidor**. Estrutura Tarifária para o Serviço de Distribuição de Energia Elétrica, Brasília: ANEEL, 2010a. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2010/120/documento/sumario_executivo.pdf. Acesso em: 11 de out. de 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa branca**. 2022d. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/tarifa-branca>. Acesso em: 18 mar. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa branca é nova opção para quem tem consumo acima de 250 KWh/mês**. 2019a. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/tarifa-branca-e-nova-opcao-para-quem-tem-consumo-acima-de-250-kwh/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 18 jun. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **BEN: relatório síntese**. Relatório Síntese. 2022e. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf. Acesso em: 20 mar. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eficiência Energética**. [202-]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 28 mai. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota técnica**. Metodologia: projeção de curva de carga horária. 2020b. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-476/NT%20Metodologia%20Proje%C3%A7%C3%A3o%20Carga%20Hor%C3%A1ria_EPE-NT-EPE-DEA-005-2020.pdf. Acesso em: 20 mai 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Sumário Executivo**. Resposta da demanda: conceitos, aspectos regulatórios e planejamento energético. 2019b. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-389/NT_EPE_DEE-NT-023_2019-r0_Sum%C3%A1rio.pdf. Acesso em: 09 jun 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Carta brasileira cidades inteligentes**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/CartaBrasileiraparaCidadesInteligentes2.pdf>. Acesso em: 28 mai 2023.

BRAGA, Lucas de Almeida. **Um estudo sobre o mercado de energia elétrica no Brasil**. 2018. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1345/1/MONOGRAFIA_EstudoSobreMercado.pdf. Acesso em: 03 out. 2019.

BREMERMANN, Leonardo Elizeire. **Impact evaluation of the large scale integration of electric vehicles in the security of supply**. 2014. 240 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculty Of Engineering, University Of Porto, Porto, 2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/74286/2/31396.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BRIONES, Adrene *et al.* **Vehicle-to-grid (V2G) power flow regulations and building codes review by the AVTA**. 2012. Disponível em: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/v2g_power_flow_rpt.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

CALVILLO, C.F.; SÁNCHEZ-MIRALLES, A.; VILLAR, J.. Energy management and planning in smart cities. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 55, p. 273-287, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.133>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115012125?via%3Dihub>. Acesso em: 31 jul. 2021.

CAMPANA, Pietro Elia *et al.* Li-ion batteries for peak shaving, price arbitrage, and photovoltaic self-consumption in commercial buildings: a monte carlo analysis. **Energy Conversion And Management**, [S.L.], v. 234, p. 113889, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2021.113889>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890421000662?via%3Dihub>. Acesso em: 11 jul. 2021.

CANTANE, Daniel Augusto; ANDO JUNIOR, Oswaldo Hideo; HAMERSCHMIDT, Márcio Biehl. **Tecnologias de armazenamento de energia aplicadas ao setor elétrico brasileiro**. São Carlos: Scienza, 2020. 216 p. Disponível em: https://www.pti.org.br/sites/default/files/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livro_Tecnologias.pdf. Acesso em: 01 jun. 2020.

CARLEY, Sanya. Distributed generation: an empirical analysis of primary motivators. **Energy Policy**, [S.L.], v. 37, n. 5, p. 1648-1659, maio 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.01.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030142150900010X?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2021.

CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ. **Entenda a tarifa branca e veja se é vantagem pra você**. [201-]. Disponível em: <http://www.celpe.com.br/display/FC8AF65C-8025-450A-A20FD95D0CB14610>. Acesso em: 12 out. 2019.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **Empresas do grupo**. [201-a]. Disponível em: <https://novoportal.celesc.com.br/home/empresas-do-grupo>. Acesso em: 22 out. 2019.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **Tarifas e taxas de energia**. [201-b]. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia>. Acesso em: 22 out. 2019.

COSTELLO, Kenneth W.. Major Challenges of Distributed Generation for State Utility Regulators. **The Electricity Journal**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 8-25, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2015.03.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040619015000378?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2021.

DASH, Ashiss K.. **From Darkness to Light: the five 'ds' can lead the way**. 2016. Disponível em: <https://www.infosys.com/insights/age-possibilities/documents/darkness-to-light.pdf>. Acesso em: 25 maio 2023.

DELGADO, Fernanda *et al.* **Carros elétricos**. 7. ed. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2017. 112 p. Disponível em:

https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf. Acesso em: 14 ago. 2020.

DELL, Ronald M.; MOSELEY, Patrick T.; RAND, David A.J.. Progressive electrification of road vehicles. **Towards Sustainable Road Transport**, [S.L.], p. 157-192, 2014. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-404616-0.00005-0>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124046160000050>. Acesso em: 23 ago. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. ALTERNATIVE FUELS DATA CENTER. [201-]. **Batteries for hybrid and plug-in electric vehicles**. Disponível em: https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html. Acesso em: 18 ago. 2020.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. ALTERNATIVE FUELS DATA CENTER. **How do all-electric cars work?**. [201-a]. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>. Acesso em: 18 ago. 2020.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. ALTERNATIVE FUELS DATA CENTER. **How do fuel cell electric vehicles work using hydrogen?**. [201-b]. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>. Acesso em: 18 ago. 2020.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. ENERGY. **Benefits of demand response in electricity markets and recommendations for achieving them: a report to the united states congress pursuant to section 1252 of the energy policy act of 2005**. A Report to the United States Congress Pursuant to Section 1252 of the Energy Policy Act of 2005. 2006. Disponível em: https://www.energy.gov/sites/default/files/oeprod/DocumentsandMedia/DOE_Benefits_of_Demand_Response_in_Electricity_Markets_and_Recommendations_for_Achieving_Them_Report_to_Congress.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. ENERGY. **Demand response**. [201-c]. Disponível em: <https://www.energy.gov/oe/activities/technology-development/grid-modernization-and-smart-grid/demand-response>. Acesso em: 09 jun. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **EIA projects nearly 50% increase in world energy usage by 2050, led by growth in Asia**. 2019. Disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=41433>. Acesso em: 17 jul. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. **System advisor model**, [201-d]. Disponível em: <https://sam.nrel.gov/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE (Bélgica). **European energy storage technology development roadmap**. 2017. Disponível em: <https://eera-es.eu/wp-content/uploads/2016/03/EASE-EERA-Storage-Technology-Development-Roadmap-2017-HR.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

FGV ENERGIA (Brasil). **Dados - matriz energética**. 2020. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/dados-matriz-energetica>. Acesso em: 17 jul. 2021.

GALUS, Matthias D.; ZIMA, Marek; ANDERSSON, Göran. On integration of plug-in hybrid electric vehicles into existing power system structures. **Energy Policy**, [S.L.], v. 38, n. 11, p. 6736-6745, nov. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.043>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421510005070?via%3Dihub>.

Acesso em: 14 jul. 2021.

GERSSSEN-GONDELACH, Sarah J.; FAAIJ, André P.C.. Performance of batteries for electric vehicles on short and longer term. **Journal Of Power Sources**, [S.L.], v. 212, p. 111-129, ago. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.03.085>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775312007069?via%3Dihub>. Acesso em: 11 jul. 2021.

GUIDARA, Imen; SOUISSI, Anoir; CHAABENE, Maher. Novel configuration and optimum energy flow management of a grid-connected photovoltaic battery installation. **Computers & Electrical Engineering**, [S.L.], v. 85, p. 106677, jul. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.compeleceng.2020.106677>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045790620305322?via%3Dihub>.

Acesso em: 12 jul. 2021.

HEIDARI, A.; MORTAZAVI, S.s.; BANSAL, R.C.. Stochastic effects of ice storage on improvement of an energy hub optimal operation including demand response and renewable energies. **Applied Energy**, [S.L.], v. 261, p. 114393, mar. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114393>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045790620305322?via%3Dihub>.

Acesso em: 02 jun. 2021.

IMBASCIATI, Henrique. **Estudos descritivo dos sistemas, subsistemas e componentes de veículos elétricos e híbridos**. 2012. 58 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia Automotiva, Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012. Disponível em: <https://maua.br/files/monografias/estudo-descritivo-dos-sistemas-subsistemas-e-componentes-de-veiculos-eletricos-e-hibridos.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global ev outlook 2021: accelerating ambitions despite the pandemic**. 2021. Disponível em:

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ed5f4484-f556-4110-8c5c-4ede8bcba637/GlobalEVOutlook2021.pdf>.

Acesso em: 23 ago. 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Technology roadmap: energy storage**. Paris, 2014. 64 p. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/80b629ee-597b-4f79-a236-3b9a36aedbe7/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2021.

JOHNSON, Samuel C. *et al.* Selecting Favorable Energy Storage Technologies for Nuclear Power. **Storage And Hybridization Of Nuclear Energy**, [S.L.], p. 119-175, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-813975-2.00005-3>.

KANE, Mark. **Já disponível no Brasil, audi e-tron fica mais barato e equipado nos EUA**. 2020. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/437803/audi-e-tron-precos-eua/#:~:text=O%20e%2Dtron%20de%202019,%24%2068.295%20%2F%20R%24%20365.020..> Acesso em: 29 maio 2023.

KELLEY BLUE BOOK. **Você sabe quanto a quilometragem impacta o preço do carro usado?**. 2019. Disponível em: <https://www.kbb.com.br/detalhes-noticia/quilometragem-precos-carro-usado/?id=1802>. Acesso em: 19 jul. 2021.

KRENZINGER, Arno; BUGS, Rodrigo Carvalho. Radiasol2: software para sintetizar dados de radiação solar. In: CONFERENCIA LATINO AMERICANA DE ENERGÍA SOLAR, IV, 2010; SIMPÓSIO PERUANO DE ENERGÍA SOLAR, XVII, 2010, Cuzco. **Anais[...]** Cuzco: PeruSolar, 2010. p. 7. Disponível em: <https://docplayer.com.br/936310-Radiasol2-software-para-sintetizar-dados-de-radiacao-solar.html>. Acesso em: 11 out. 2019.

LAING-NEPUSTIL, Doerte; ZUNFT, Stefan. Using concrete and other solid storage media in thermal energy storage systems. **Advances In Thermal Energy Storage Systems**, [S.L.], p. 83-110, 2021. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-819885-8.00004-8>.

LOPES, J A P; SOARES, F J; ALMEIDA, P M R. Integration of Electric Vehicles in the Electric Power System. **Proceedings Of The Ieee**, [S.L.], v. 99, n. 1, p. 168-183, jan. 2011. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/jproc.2010.2066250>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5593864>. Acesso em: 14 jul. 2021.

LUTHANDER, Rasmus *et al.* Self-consumption enhancement and peak shaving of residential photovoltaics using storage and curtailment. **Energy**, [S.L.], v. 112, p. 221-231, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.039>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216308131?via%3Dihub>. Acesso em: 11 jul. 2021.

MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tipos de consumidores**. [202-]. Disponível em: <https://www.mercadolivredeenergia.com.br/consumidores-livres-e-especiais/consumidores/>. Acesso em: 16 mai. 2023.

MIRANDA, Raul Figueiredo Carvalho. **Análise da inserção de geração distribuída de energia solar fotovoltaica no setor residencial brasileiro**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/miranda.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2018.

NEIROTTI, Paolo *et al.* Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts. **Cities**, [S.L.], v. 38, p. 25-36, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275113001935?via%3Dihub>. Acesso em: 01 ago. 2021.

OLIVEIRA, Luiz Antonio Alves de. **Tratamento de dados de curvas de carga via análise de agrupamentos e transformada wavelets**. 2013. 84 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1389010456.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

OLIVEIRA, Lucas Fonseca Alexandre de. **Simulação de veículos propelidos a célula a combustível: toyota mirai**. 2018. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025267.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (Brasil). **Programa piloto de resposta da demanda**. [202-]. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/energia-amanha/resposta-da-demanda#:~:text=No%20caso%20do%20Brasil%2C%20o,contribuir%20para%20a%20modicidade%20tarif%C3%A1ria>. Acesso em: 10 jul. 2021.

PANI, Pritish *et al.* Integration of the vehicle-to-grid technology. **2015 International Conference On Energy Economics And Environment (Iceee)**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-5, mar. 2015. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/energyeconomics.2015.7235108>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7235108>. Acesso em: 17 jul. 2021.

PRAHARAJ, Sarbeswar; HAN, Hoon. Cutting through the clutter of smart city definitions: a reading into the smart city perceptions in india. **City, Culture And Society**, [S.L.], v. 18, p. 100289, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccs.2019.05.005>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez46.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877916618302935?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2023.

PEREIRA JUNIOR, Luiz Carlos. **A interação entre geradores solares fotovoltaicos e veículos elétricos conectados à rede elétrica pública**. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: https://fotovoltaica.ufsc.br/Dissertacoes/Dissertacao_Luiz_Carlos_Pereira_Junior.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel-crecesb, 2014. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Acesso em: 16 out. 2019.

PODDER, Shuvankar; KHAN, Md. Ziaur Rahman. Comparison of lead acid and Li-ion battery in solar home system of Bangladesh. **2016 5Th International Conference On Informatics, Electronics And Vision (Iciev)**, [S.L.], p. 434-438, maio 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/iciev.2016.7760041>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7760041>. Acesso em: 12 jul. 2021.

RACKLEY, Stephen A.. Other geological storage options. **Carbon Capture And Storage**, [S.L.], p. 471-488, 2017. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-812041-5.00018-0>.

REN, Zhengen; GROZEV, George; HIGGINS, Andrew. Modelling impact of PV battery systems on energy consumption and bill savings of Australian houses under alternative tariff structures. **Renewable Energy**, [S.L.], v. 89, p. 317-330, abr. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148115305280?via%3Dihub>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ROßKOPF, C. *et al.* Improving powder bed properties for thermochemical storage by adding nanoparticles. **Energy Conversion And Management**, [S.L.], v. 86, p. 93-98, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2014.05.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890414004282?via%3Dihub>. Acesso em: 02 jun. 2021.

ROLIM, Luiz. Energy storage and photovoltaic distributed generation — Evaluation of impacts on the remuneration of prosumers. **2018 Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (Sbse)**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-6, maio 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/sbse.2018.8395915>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8395915>. Acesso em: 11 jul. 2021.

RADIASOL. **Laboratório de energia solar – LABSOL**. 2021. Disponível em: <http://www.solar.ufrgs.br/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SANTOS, Gustavo Soares dos *et al.* Design and Simulation of an Energy Storage System with Batteries Lead Acid and Lithium-Ion for an Electric Vehicle: battery vs. conduction cycle efficiency analysis. **Ieee Latin America Transactions**, [S.L.], v. 18, n. 08, p. 1345-1352, ago. 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tla.2020.9111669>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9111669>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SERRA, Eduardo T. *et al.* **Armazenamento de energia**: situação atual, perspectivas e recomendações. Comitê de Energia da Academia Nacional de Engenharia, 2016. 46 p. Disponível em: https://energiasroraima.com.br/wp-content/uploads/2020/01/ACUMULACAO-DE-ENERGIA-_Armazenamento-de-Energia-Fev-2017.pdf. Acesso em: 02 jun. 2021.

SHAUKAT, N. *et al.* A survey on electric vehicle transportation within smart grid system. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 81, p. 1329-1349, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.092>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117307190?via%3Dihub>. Acesso em: 17 jul. 2021.

SHI, Shanshan *et al.* Energy management mode of the photovoltaic power station with energy storage based on the photovoltaic power prediction. **2019 6Th International Conference On Systems And Informatics (Icsai)**, [S.L.], p. 319-324, nov. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icsai48974.2019.9010143>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9010143>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SILVA, Guilherme Manoel da. **Análise de impactos elétricos gerados pela penetração de veículos elétricos nas redes de distribuição de baixa tensão**. 2019. 113 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/215144/PGES0016-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 abr. 2021.

SILVA, Tatiana Bruce da; HOLLANDA, Lavinia; CUNHA, Paulo César Fernandes da. **Recursos energéticos distribuídos**. Rio de Janeiro: Fgv Energia, 2016. 106 p. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/fgvenergia-recursos-energeticos-book-web.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2021.

SILVESTRE, Maria Luisa di *et al.* How Decarbonization, Digitalization and Decentralization are changing key power infrastructures. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 93, p. 483-498, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.068>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez46.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1364032118304283?via%3Dihub>. Acesso em: 27 maio 2023.

SIOSHANSI, Fereidoon. Introduction. **Consumer, Prosumer, Prosumer**, [S.L.], p. 39-62, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816835-6.09982-4>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128168356099824?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2021.

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG (Alemanha). **Sunny boy smart energy integrated battery inverter now available in the uk**. 2014. Disponível em: <https://www.sma-uk.com/newsroom/current-news/news-details/news/599-sunny-boy-smart-energy-integrated-battery-inverter-now-available-in-the-uk.html>. Acesso em: 09 jul. 2021.

SOUZA, Ronilson di. **Os sistemas de energia solar fotovoltaica**. Ribeirão preto: Bluesol, 2017. Disponível em: <https://programaintegradoronline.com.br/wpcontent/uploads/2016/03/Livro-Digital-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-aos-Sistemas-Solares-novo.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

SUN, Siyang; YANG, Qiang; YAN, Wenjun. A Novel Markov-Based Temporal-SoC Analysis for Characterizing PEV Charging Demand. **Ieee Transactions On Industrial Informatics**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 156-166, jan. 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tii.2017.2720694>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7961249>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SWECO (Europa). **Study on the effective integration of Distributed Energy Resources for providing flexibility to the electricity system**. Europa: 2015. 179 p. Disponível em: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-06/5469759000%2520Effective%2520integration%2520of%2520DER%2520Final%2520ver%2520_6%2520April%25202015_0.pdf. Acesso em: 26 maio 2021.

SYSTEM ADVISOR MODEL. **Download**. 2017. Disponível em: <https://sam.nrel.gov/download/version-2017-9-5.html>. Acesso em: 07 out. 2021.

Systems Control Technology INC.. (1994). **Roadway Powered Electric Vehicle Project Track Construction And Testing Program Phase 3D**. 1994. UC Berkeley: California

Partners for Advanced Transportation Technology. 1994. 317 f. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/1jr98590>. Acesso em: 18 ago. 2020.

TARROJA, Brian *et al.* Assessing the stationary energy storage equivalency of vehicle-to-grid charging battery electric vehicles. **Energy**, [S.L.], v. 106, p. 673-690, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.094>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216303383?via%3Dihub>. Acesso em: 18 jul. 2021.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica Ltda., 2012. 228 p.

WANG, R.Z.; XU, Z.y.; GE, T.s.. Introduction to solar heating and cooling systems. **Advances In Solar Heating And Cooling**, [S.L.], p. 3-12, 2016. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100301-5.00001-1>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081003015000011?via%3Dihub>. Acesso em: 02 jun. 2021.

WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de porto alegre. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 310-324, 18 set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.007.003.ao01>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/7PPdkzYV9xCL4kR4RbbPjMv/?lang=pt>. Acesso em: 19 ago. 2020.

APÊNDICE A – Consumo mensal (CM) e Energia da Rede Elétrica (ER)

UC	Classe	TRF	CM (kWh)	30% de SFCR	50% de SFCR	70% de SFCR
				ER (kWh)	ER (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	370,12	234,55	234,55	234,55
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	54,53	54,53
20190	2	1558	349,99	221,01	221,01	221,01
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	108,19	108,19
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	121,98	121,98
19611	3	1559	553,57	317,29	317,29	317,29
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	250,58	250,58
24467	4	1559	684,32	402,04	402,04	402,04
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	152,48	152,48
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	200,67
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	243,06
27874	1	1560	188,75	120,85	120,85	120,85
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	279,16	279,16
22887	3	1560	584,59	336,58	336,58	336,58
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	393,76	250,56	250,56	250,56
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	250,33
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	666,44
21223	3	1560	550,77	550,77	315,55	315,55
26483	3	1560	547,76	547,76	313,69	313,69
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	540,12	308,97	308,97	308,97
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	149,18
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	574,74	330,44	330,44	330,44
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	389,15	247,43	247,43	247,43
27015	1	1560	238,43	155,13	155,13	155,13
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	398,23	253,61	253,61	253,61
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	571,27
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	426,34
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	250,96

APÊNDICE B – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR)

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	135,57	260,34	135,57	260,34	135,57	260,34
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,76	194,19	33,76	194,19
20190	128,99	266,93	128,99	266,93	128,99	266,93
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	61,87	166,07	61,87	166,07
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	68,43	159,51	68,43	159,51
19611	236,28	360,50	236,28	360,50	236,28	360,50
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,73	403,05	193,73	403,05
24467	282,27	515,14	282,27	515,14	282,27	515,14
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	82,16	145,79	82,16	145,79
20961	-	-	-	-	118,84	277,07
23568	-	-	-	-	188,72	408,06
27874	67,90	160,04	67,90	160,04	67,90	160,04
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,33	384,45	212,33	384,45
22887	248,00	348,78	248,00	348,78	248,00	348,78
20884	-	-	-	-	-	-
20676	143,20	252,72	143,20	252,72	143,20	252,72
20951	-	-	-	-	193,56	403,22
19606	-	-	-	-	386,02	576,31
21223	-	-	235,21	361,57	235,21	361,57
26483	-	-	234,07	362,71	234,07	362,71
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,15	365,63	231,15	365,63	231,15	365,63
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	80,73	147,22
26636	-	-	-	-	-	-
23548	244,30	352,48	244,30	352,48	244,30	352,48
28502	-	-	-	-	-	-
20456	141,72	254,19	141,72	254,19	141,72	254,19
27015	83,30	144,65	83,30	144,65	83,30	144,65
27632	-	-	-	-	-	-
19612	144,62	251,29	144,62	251,29	144,62	251,29
25735	-	-	-	-	345,19	617,14
27162	-	-	-	-	295,72	501,69
26700	-	-	-	-	143,38	252,53

APÊNDICE C – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	234,55	0,00	234,55	0,00	234,55
21317	126,44	290,69	139,69	277,44	139,69	277,44
20967	23,20	65,09	0,00	54,53	0,00	54,53
20190	0,00	221,01	0,00	221,01	0,00	221,01
19916	56,62	173,20	66,69	163,13	66,69	163,13
25509	38,18	131,88	0,00	108,19	0,00	108,19
20088	27,76	103,68	36,96	94,48	36,96	94,48
26272	37,01	153,40	0,00	121,98	0,00	121,98
19611	0,00	317,29	0,00	317,29	0,00	317,29
26723	210,66	370,31	219,68	361,29	225,25	355,72
25664	143,44	300,86	0,00	250,58	0,00	250,58
24467	0,00	402,04	0,00	402,04	0,00	402,04
24240	235,90	845,42	306,60	774,72	331,30	750,02
27136	39,32	195,32	0,00	152,48	0,01	152,47
20961	52,98	266,53	81,21	238,30	0,00	200,67
23568	76,62	355,16	124,80	306,97	0,00	243,06
27874	0,00	120,85	0,00	120,85	0,00	120,85
21577	200,07	327,51	202,75	324,83	207,06	320,52
21202	176,01	315,48	0,00	279,16	0,24	278,93
22887	0,00	336,58	0,00	336,58	0,01	336,57
20884	103,07	247,11	112,69	237,49	115,97	234,21
20676	0,00	250,56	0,00	250,56	0,00	250,56
20951	147,63	296,26	160,47	283,42	0,04	250,29
19606	275,17	777,29	315,08	737,38	9,09	657,34
21223	159,13	391,64	0,00	315,55	0,35	315,20
26483	149,57	398,20	0,00	313,69	0,27	313,42
19614	163,63	551,50	218,58	496,56	249,02	466,12
21121	0,00	308,97	0,00	308,97	0,00	308,97
19613	138,76	626,56	200,33	564,98	234,84	530,47
22028	37,48	192,42	55,15	174,75	0,03	149,15
26636	47,16	229,55	69,33	207,37	81,71	195,00
23548	0,00	330,44	0,00	330,44	0,01	330,44
28502	54,78	282,11	82,61	254,28	98,56	238,32
20456	0,00	247,43	0,00	247,43	0,00	247,43
27015	0,00	155,13	0,00	155,13	0,01	155,12
27632	116,81	605,31	188,30	533,82	229,03	493,09
19612	0,00	253,61	0,00	253,61	0,00	253,61
25735	106,67	809,79	196,39	720,08	0,00	571,27
27162	75,96	646,10	165,09	556,97	0,00	426,34
26700	32,36	361,98	78,07	316,27	0,00	250,96

**APÊNDICE D – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede
(PRE)**

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	37%	63%	37%	63%	37%	63%
21317	30%	70%	33%	67%	33%	67%
20967	26%	74%	38%	62%	38%	62%
20190	37%	63%	37%	63%	37%	63%
19916	25%	75%	29%	71%	29%	71%
25509	22%	78%	36%	64%	36%	64%
20088	21%	79%	28%	72%	28%	72%
26272	19%	81%	36%	64%	36%	64%
19611	43%	57%	43%	57%	43%	57%
26723	36%	64%	38%	62%	39%	61%
25664	32%	68%	44%	56%	44%	56%
24467	41%	59%	41%	59%	41%	59%
24240	22%	78%	28%	72%	31%	69%
27136	17%	83%	35%	65%	35%	65%
20961	17%	83%	25%	75%	37%	63%
23568	18%	82%	29%	71%	44%	56%
27874	36%	64%	36%	64%	36%	64%
21577	38%	62%	38%	62%	39%	61%
21202	36%	64%	43%	57%	43%	57%
22887	42%	58%	42%	58%	42%	58%
20884	29%	71%	32%	68%	33%	67%
20676	36%	64%	36%	64%	36%	64%
20951	33%	67%	36%	64%	44%	56%
19606	26%	74%	30%	70%	38%	62%
21223	29%	71%	43%	57%	43%	57%
26483	27%	73%	43%	57%	43%	57%
19614	23%	77%	31%	69%	35%	65%
21121	43%	57%	43%	57%	43%	57%
19613	18%	82%	26%	74%	31%	69%
22028	16%	84%	24%	76%	35%	65%
26636	17%	83%	25%	75%	30%	70%
23548	43%	57%	43%	57%	43%	57%
28502	16%	84%	25%	75%	29%	71%
20456	36%	64%	36%	64%	36%	64%
27015	35%	65%	35%	65%	35%	65%
27632	16%	84%	26%	74%	32%	68%
19612	36%	64%	36%	64%	36%	64%
25735	12%	88%	21%	79%	38%	62%
27162	11%	89%	23%	77%	41%	59%
26700	8%	92%	20%	80%	36%	64%

**APÊNDICE E – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh
do segundo cenário**

UC	Classe	TRF	CM (kWh)	Bateria de 2 kWh		
				30% de SFCR	50% de SFCR	70% de SFCR
				ER (kWh)	ER (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	370,12	199,22	199,22	199,22
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	28,77	28,77
20190	2	1558	349,99	185,52	185,52	185,52
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	74,72	74,72
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	88,74	88,74
19611	3	1559	553,57	284,05	284,05	284,05
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	216,92	216,92
24467	4	1559	684,32	366,83	366,83	366,83
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	119,87	119,87
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	165,04
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	209,33
27874	1	1560	188,75	87,60	87,60	87,60
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	245,67	245,67
22887	3	1560	584,59	303,52	303,52	303,52
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	393,76	215,46	215,46	215,46
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	216,66
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	632,07
21223	3	1560	550,77	550,77	282,30	282,30
26483	3	1560	547,76	547,76	280,41	280,41
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	540,12	275,65	275,65	275,65
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	116,49
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	574,74	297,34	297,34	297,34
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	389,15	212,30	212,30	212,30
27015	1	1560	238,43	122,59	122,59	122,59
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	398,23	218,54	218,54	218,54
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	536,65
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	391,26
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	215,86

APÊNDICE F – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh

UC	Bateria de 2 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	137,60	222,94	137,60	222,94	137,60	222,94
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,86	166,09	33,86	166,09
20190	131,01	229,42	131,01	229,42	131,01	229,42
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	61,97	128,96	61,97	128,96
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	68,53	122,58	68,53	122,58
19611	236,47	323,22	236,47	323,22	236,47	323,22
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,92	365,30	193,92	365,30
24467	284,22	477,22	284,22	477,22	284,22	477,22
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	82,26	109,38	82,26	109,38
20961	-	-	-	-	120,87	239,43
23568	-	-	-	-	188,91	370,25
27874	68,00	123,10	68,00	123,10	68,00	123,10
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,52	346,91	212,52	346,91
22887	248,20	311,65	248,20	311,65	248,20	311,65
20884	-	-	-	-	-	-
20676	145,22	215,44	145,22	215,44	145,22	215,44
20951	-	-	-	-	193,75	365,47
19606	-	-	-	-	387,87	538,20
21223	-	-	235,41	324,27	235,41	324,27
26483	-	-	234,26	325,40	234,26	325,40
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,34	328,29	231,34	328,29	231,34	328,29
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	80,83	110,75
26636	-	-	-	-	-	-
23548	244,49	315,31	244,49	315,31	244,49	315,31
28502	-	-	-	-	-	-
20456	143,75	216,89	143,75	216,89	143,75	216,89
27015	83,40	108,28	83,40	108,28	83,40	108,28
27632	-	-	-	-	-	-
19612	146,65	214,04	146,65	214,04	146,65	214,04
25735	-	-	-	-	347,04	578,97
27162	-	-	-	-	297,67	463,85
26700	-	-	-	-	145,41	215,26

APÊNDICE G – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh

UC	Bateria de 2 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	37,39	33,30	37,39	33,30	37,39	33,30
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	28,09	25,66	28,09	25,66
20190	37,50	33,46	37,50	33,46	37,50	33,46
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	37,11	33,36	37,11	33,36
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	36,93	33,14	36,93	33,14
19611	37,28	33,04	37,28	33,04	37,28	33,04
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	37,75	33,47	37,75	33,47
24467	37,92	33,26	37,92	33,26	37,92	33,26
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	36,41	32,51	36,41	32,51
20961	-	-	-	-	37,64	33,60
23568	-	-	-	-	37,81	33,54
27874	36,94	33,15	36,94	33,15	36,94	33,15
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	37,54	33,30	37,54	33,30
22887	37,12	32,87	37,12	32,87	37,12	32,87
20884	-	-	-	-	-	-
20676	37,27	33,07	37,27	33,07	37,27	33,07
20951	-	-	-	-	37,75	33,47
19606	-	-	-	-	38,12	32,52
21223	-	-	37,30	33,06	37,30	33,06
26483	-	-	37,31	33,09	37,31	33,09
19614	-	-	-	-	-	-
21121	37,34	33,13	37,34	33,13	37,34	33,13
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	36,47	32,59
26636	-	-	-	-	-	-
23548	37,17	32,91	37,17	32,91	37,17	32,91
28502	-	-	-	-	-	-
20456	37,30	33,11	37,30	33,11	37,30	33,11
27015	36,36	32,44	36,36	32,44	36,36	32,44
27632	-	-	-	-	-	-
19612	37,25	33,04	37,25	33,04	37,25	33,04
25735	-	-	-	-	38,17	32,77
27162	-	-	-	-	37,84	33,13
26700	-	-	-	-	37,27	33,07

**APÊNDICE H – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 2 kWh**

UC	Bateria de 2 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	199,22	0,00	199,22	0,00	199,22
21317	103,28	313,85	113,72	303,41	113,72	303,41
20967	19,06	69,23	0,00	28,77	0,00	28,77
20190	0,00	185,52	0,00	185,52	0,00	185,52
19916	46,83	182,99	53,93	175,89	53,93	175,89
25509	31,94	138,12	0,00	74,72	0,00	74,72
20088	23,40	108,03	29,88	101,56	29,88	101,56
26272	31,62	158,79	0,00	88,74	0,00	88,74
19611	0,00	284,05	0,00	284,05	0,00	284,05
26723	189,82	391,15	196,59	384,38	200,95	380,02
25664	130,66	313,65	0,00	216,92	0,00	216,92
24467	0,00	366,83	0,00	366,83	0,00	366,83
24240	206,42	874,91	259,08	822,24	276,41	804,91
27136	36,40	198,23	0,00	119,87	0,01	119,86
20961	49,61	269,90	72,71	246,80	0,00	165,04
23568	73,69	358,08	114,94	316,83	0,00	209,33
27874	0,00	87,60	0,00	87,60	0,00	87,60
21577	174,90	352,68	178,57	349,01	184,91	342,67
21202	153,89	337,60	0,00	245,67	0,14	245,53
22887	0,00	303,52	0,00	303,52	0,01	303,52
20884	87,45	262,73	96,96	253,22	100,71	249,47
20676	0,00	215,46	0,00	215,46	0,00	215,46
20951	129,13	314,76	141,67	302,22	0,02	216,64
19606	222,47	829,99	256,94	795,53	2,77	629,30
21223	139,97	410,79	0,00	282,30	0,22	282,08
26483	131,88	415,88	0,00	280,41	0,18	280,23
19614	138,20	576,93	186,65	528,49	214,89	500,25
21121	0,00	275,65	0,00	275,65	0,00	275,65
19613	113,21	652,11	165,57	599,75	194,69	570,63
22028	32,23	197,67	47,83	182,07	0,03	116,47
26636	40,43	236,27	60,50	216,20	71,57	205,14
23548	0,00	297,34	0,00	297,34	0,00	297,34
28502	47,21	289,67	71,98	264,91	86,19	250,70
20456	0,00	212,30	0,00	212,30	0,00	212,30
27015	0,00	122,59	0,00	122,59	0,01	122,58
27632	99,50	622,62	161,66	560,46	197,57	524,55
19612	0,00	218,54	0,00	218,54	0,00	218,54
25735	90,21	826,26	164,68	751,78	0,00	536,65
27162	67,45	654,60	143,86	578,20	0,00	391,26
26700	29,36	364,98	69,30	325,04	0,00	215,86

**APÊNDICE I – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE)
com bateria de 2 kWh**

UC	Bateria de 2 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	46%	54%	46%	54%	46%	54%
21317	25%	75%	27%	73%	27%	73%
20967	22%	78%	67%	33%	67%	33%
20190	47%	53%	47%	53%	47%	53%
19916	20%	80%	23%	77%	23%	77%
25509	19%	81%	56%	44%	56%	44%
20088	18%	82%	23%	77%	23%	77%
26272	17%	83%	53%	47%	53%	47%
19611	49%	51%	49%	51%	49%	51%
26723	33%	67%	34%	66%	35%	65%
25664	29%	71%	51%	49%	51%	49%
24467	46%	54%	46%	54%	46%	54%
24240	19%	81%	24%	76%	26%	74%
27136	16%	84%	49%	51%	49%	51%
20961	16%	84%	23%	77%	48%	52%
23568	17%	83%	27%	73%	52%	48%
27874	54%	46%	54%	46%	54%	46%
21577	33%	67%	34%	66%	35%	65%
21202	31%	69%	50%	50%	50%	50%
22887	48%	52%	48%	52%	48%	52%
20884	25%	75%	28%	72%	29%	71%
20676	45%	55%	45%	55%	45%	55%
20951	29%	71%	32%	68%	51%	49%
19606	21%	79%	24%	76%	40%	60%
21223	25%	75%	49%	51%	49%	51%
26483	24%	76%	49%	51%	49%	51%
19614	19%	81%	26%	74%	30%	70%
21121	49%	51%	49%	51%	49%	51%
19613	15%	85%	22%	78%	25%	75%
22028	14%	86%	21%	79%	49%	51%
26636	15%	85%	22%	78%	26%	74%
23548	48%	52%	48%	52%	48%	52%
28502	14%	86%	21%	79%	26%	74%
20456	45%	55%	45%	55%	45%	55%
27015	49%	51%	49%	51%	49%	51%
27632	14%	86%	22%	78%	27%	73%
19612	45%	55%	45%	55%	45%	55%
25735	10%	90%	18%	82%	41%	59%
27162	9%	91%	20%	80%	46%	54%
26700	7%	93%	18%	82%	45%	55%

APÊNDICE J – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh

Bateria de 4 kWh						
UC	Classe	TRF	CM (kWh)	30% de SFCR	50% de SFCR	70% de SFCR
				ER (kWh)	ER (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	370,12	168,62	168,62	168,62
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	28,77	28,77
20190	2	1558	349,99	154,80	154,80	154,80
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	58,98	58,98
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	68,41	68,41
19611	3	1559	553,57	253,53	253,53	253,53
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	185,56	185,56
24467	4	1559	684,32	335,08	335,08	335,08
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	93,36	93,36
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	134,32
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	177,92
27874	1	1560	188,75	67,57	67,57	67,57
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	214,69	214,69
22887	3	1560	584,59	273,14	273,14	273,14
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	393,76	185,09	185,09	185,09
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	185,30
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	601,00
21223	3	1560	550,77	550,77	251,77	251,77
26483	3	1560	547,76	547,76	249,87	249,87
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	540,12	245,06	245,06	245,06
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	90,26
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	574,74	266,90	266,90	266,90
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	389,15	181,85	181,85	181,85
27015	1	1560	238,43	95,94	95,94	95,94
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	398,23	188,22	188,22	188,22
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	505,23
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	359,60
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	185,49

APÊNDICE K – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh

UC	Bateria de 4 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	137,60	189,45	137,60	189,45	137,60	189,45
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,86	166,20	33,86	166,20
20190	131,01	195,75	131,01	195,75	131,01	195,75
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	61,97	112,37	61,97	112,37
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	68,53	100,91	68,53	100,91
19611	236,47	289,35	236,47	289,35	236,47	289,35
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,92	330,87	193,92	330,87
24467	284,22	442,53	284,22	442,53	284,22	442,53
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	82,26	80,65	82,26	80,65
20961	-	-	-	-	120,87	205,80
23568	-	-	-	-	188,91	335,76
27874	68,00	101,77	68,00	101,77	68,00	101,77
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,52	312,66	212,52	312,66
22887	248,20	278,00	248,20	278,00	248,20	278,00
20884	-	-	-	-	-	-
20676	145,22	182,18	145,22	182,18	145,22	182,18
20951	-	-	-	-	193,75	331,03
19606	-	-	-	-	387,87	503,31
21223	-	-	235,41	290,38	235,41	290,38
26483	-	-	234,26	291,48	234,26	291,48
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,34	294,31	231,34	294,31	231,34	294,31
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	80,83	82,35
26636	-	-	-	-	-	-
23548	244,49	281,58	244,49	281,58	244,49	281,58
28502	-	-	-	-	-	-
20456	143,75	183,59	143,75	183,59	143,75	183,59
27015	83,40	79,39	83,40	79,39	83,40	79,39
27632	-	-	-	-	-	-
19612	146,65	180,82	146,65	180,82	146,65	180,82
25735	-	-	-	-	347,04	543,69
27162	-	-	-	-	297,67	429,33
26700	-	-	-	-	145,41	182,00

APÊNDICE L – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh

UC	Bateria de 4 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	70,88	63,90	70,88	63,90	70,88	63,90
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	27,98	25,66	27,98	25,66
20190	71,17	64,18	71,17	64,18	71,17	64,18
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	53,70	49,11	53,70	49,11
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	58,61	53,48	58,61	53,48
19611	71,16	63,56	71,16	63,56	71,16	63,56
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	72,18	64,83	72,18	64,83
24467	72,60	65,01	72,60	65,01	72,60	65,01
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	65,14	59,02	65,14	59,02
20961	-	-	-	-	71,27	64,32
23568	-	-	-	-	72,30	64,94
27874	58,27	53,18	58,27	53,18	58,27	53,18
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	71,79	64,28	71,79	64,28
22887	70,78	63,25	70,78	63,25	70,78	63,25
20884	-	-	-	-	-	-
20676	70,54	63,45	70,54	63,45	70,54	63,45
20951	-	-	-	-	72,19	64,83
19606	-	-	-	-	73,01	63,60
21223	-	-	71,19	63,59	71,19	63,59
26483	-	-	71,23	63,63	71,23	63,63
19614	-	-	-	-	-	-
21121	71,32	63,72	71,32	63,72	71,32	63,72
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	64,87	58,81
26636	-	-	-	-	-	-
23548	70,91	63,35	70,91	63,35	70,91	63,35
28502	-	-	-	-	-	-
20456	70,60	63,56	70,60	63,56	70,60	63,56
27015	65,26	59,09	65,26	59,09	65,26	59,09
27632	-	-	-	-	-	-
19612	70,47	63,37	70,47	63,37	70,47	63,37
25735	-	-	-	-	73,46	64,19
27162	-	-	-	-	72,36	64,79
26700	-	-	-	-	70,53	63,44

**APÊNDICE M – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 4 kWh**

UC	Bateria de 4 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	168,62	0,00	168,62	0,00	168,62
21317	87,47	329,66	111,20	305,93	111,20	305,93
20967	16,29	72,00	0,00	28,77	0,00	28,77
20190	0,00	154,80	0,00	154,80	0,00	154,80
19916	39,97	189,85	49,32	180,50	49,32	180,50
25509	27,32	142,74	0,00	58,98	0,00	58,98
20088	20,11	111,33	26,72	104,72	26,72	104,72
26272	27,22	163,19	0,00	68,41	0,00	68,41
19611	0,00	253,53	0,00	253,53	0,00	253,53
26723	175,84	405,13	181,87	399,10	185,55	395,42
25664	119,74	324,57	0,00	185,56	0,00	185,56
24467	0,00	335,08	0,00	335,08	0,00	335,08
24240	182,16	899,16	228,60	852,72	244,78	836,55
27136	33,44	201,19	0,00	93,36	0,00	93,35
20961	45,26	274,25	65,64	253,87	0,00	134,32
23568	68,97	362,80	105,22	326,56	0,00	177,92
27874	0,00	67,57	0,00	67,57	0,00	67,57
21577	156,81	370,77	161,37	366,21	172,26	355,32
21202	138,16	353,33	0,00	214,69	0,10	214,59
22887	0,00	273,14	0,00	273,14	0,01	273,13
20884	77,69	272,49	86,16	264,02	92,34	257,84
20676	0,00	185,09	0,00	185,09	0,00	185,09
20951	115,19	328,70	127,40	316,49	0,01	185,30
19606	189,96	862,51	224,00	828,46	2,63	598,36
21223	122,08	428,69	0,00	251,77	0,13	251,64
26483	114,20	433,56	0,00	249,87	0,12	249,75
19614	117,47	597,67	164,65	550,49	193,94	521,20
21121	0,00	245,06	0,00	245,06	0,00	245,06
19613	94,70	670,62	144,04	621,28	172,92	592,40
22028	27,92	201,99	42,57	187,34	0,03	90,24
26636	34,20	242,50	53,64	223,06	64,88	211,82
23548	0,00	266,90	0,00	266,90	0,00	266,90
28502	39,61	297,28	63,74	273,15	78,07	258,82
20456	0,00	181,85	0,00	181,85	0,00	181,85
27015	0,00	95,94	0,00	95,94	0,00	95,94
27632	83,57	638,55	141,26	580,86	177,27	544,85
19612	0,00	188,22	0,00	188,22	0,00	188,22
25735	72,55	843,91	141,15	775,31	0,00	505,23
27162	55,79	666,26	124,71	597,34	0,00	359,60
26700	24,14	370,20	59,49	334,85	0,00	185,49

**APÊNDICE N – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede
(PRE) com bateria de 4 kWh**

UC	Bateria de 4 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	54%	46%	54%	46%	54%	46%
21317	21%	79%	27%	73%	27%	73%
20967	18%	82%	67%	33%	67%	33%
20190	56%	44%	56%	44%	56%	44%
19916	17%	83%	21%	79%	21%	79%
25509	16%	84%	65%	35%	65%	35%
20088	15%	85%	20%	80%	20%	80%
26272	14%	86%	64%	36%	64%	36%
19611	54%	46%	54%	46%	54%	46%
26723	30%	70%	31%	69%	32%	68%
25664	27%	73%	58%	42%	58%	42%
24467	51%	49%	51%	49%	51%	49%
24240	17%	83%	21%	79%	23%	77%
27136	14%	86%	60%	40%	60%	40%
20961	14%	86%	21%	79%	58%	42%
23568	16%	84%	24%	76%	59%	41%
27874	64%	36%	64%	36%	64%	36%
21577	30%	70%	31%	69%	33%	67%
21202	28%	72%	56%	44%	56%	44%
22887	53%	47%	53%	47%	53%	47%
20884	22%	78%	25%	75%	26%	74%
20676	53%	47%	53%	47%	53%	47%
20951	26%	74%	29%	71%	58%	42%
19606	18%	82%	21%	79%	43%	57%
21223	22%	78%	54%	46%	54%	46%
26483	21%	79%	54%	46%	54%	46%
19614	16%	84%	23%	77%	27%	73%
21121	55%	45%	55%	45%	55%	45%
19613	12%	88%	19%	81%	23%	77%
22028	12%	88%	19%	81%	61%	39%
26636	12%	88%	19%	81%	23%	77%
23548	54%	46%	54%	46%	54%	46%
28502	12%	88%	19%	81%	23%	77%
20456	53%	47%	53%	47%	53%	47%
27015	60%	40%	60%	40%	60%	40%
27632	12%	88%	20%	80%	25%	75%
19612	53%	47%	53%	47%	53%	47%
25735	8%	92%	15%	85%	45%	55%
27162	8%	92%	17%	83%	50%	50%
26700	6%	94%	15%	85%	53%	47%

APÊNDICE O – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh

Bateria de 10 kWh						
UC	Classe	TRF	CM (kWh)	30% de SFCR	50% de SFCR	70% de SFCR
				ER (kWh)	ER (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	370,12	144,31	144,31	144,31
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	28,77	28,77
20190	2	1558	349,99	135,16	135,16	135,16
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	57,86	57,86
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	65,46	65,46
19611	3	1559	553,57	209,43	209,43	209,43
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	160,84	160,84
24467	4	1559	684,32	277,42	277,42	277,42
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	83,25	83,25
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	122,07
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	155,87
27874	1	1560	188,75	64,84	64,84	64,84
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	180,72	180,72
22887	3	1560	584,59	224,83	224,83	224,83
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	393,76	155,21	155,21	155,21
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	160,68
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	506,15
21223	3	1560	550,77	550,77	208,07	208,07
26483	3	1560	547,76	547,76	206,62	206,62
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	540,12	202,92	202,92	202,92
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	81,22
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	574,74	219,87	219,87	219,87
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	389,15	153,08	153,08	153,08
27015	1	1560	238,43	84,93	84,93	84,93
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	398,23	157,30	157,30	157,30
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	408,96
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	296,69
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	155,48

APÊNDICE P – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh

UC	Bateria de 10 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	137,60	164,14	137,60	164,14	137,60	164,14
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,86	166,02	33,86	166,02
20190	131,01	175,54	131,01	175,54	131,01	175,54
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	61,97	111,28	61,97	111,28
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	68,53	98,00	68,53	98,00
19611	236,47	242,93	236,47	242,93	236,47	242,93
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,92	305,35	193,92	305,35
24467	284,22	380,99	284,22	380,99	284,22	380,99
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	82,26	70,41	82,26	70,41
20961	-	-	-	-	120,87	193,61
23568	-	-	-	-	188,91	313,17
27874	68,00	99,08	68,00	99,08	68,00	99,08
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,52	277,22	212,52	277,22
22887	248,20	226,90	248,20	226,90	248,20	226,90
20884	-	-	-	-	-	-
20676	145,22	150,92	145,22	150,92	145,22	150,92
20951	-	-	-	-	193,75	305,61
19606	-	-	-	-	387,87	399,65
21223	-	-	235,41	244,41	235,41	244,41
26483	-	-	234,26	246,01	234,26	246,01
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,34	250,06	231,34	250,06	231,34	250,06
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	80,83	73,23
26636	-	-	-	-	-	-
23548	244,49	231,90	244,49	231,90	244,49	231,90
28502	-	-	-	-	-	-
20456	143,75	153,49	143,75	153,49	143,75	153,49
27015	83,40	68,20	83,40	68,20	83,40	68,20
27632	-	-	-	-	-	-
19612	146,65	148,44	146,65	148,44	146,65	148,44
25735	-	-	-	-	347,04	438,87
27162	-	-	-	-	297,67	361,96
26700	-	-	-	-	145,41	150,60

APÊNDICE Q – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh

UC	Bateria de 10 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	96,20	88,21	96,20	88,21	96,20	88,21
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	28,17	25,66	28,17	25,66
20190	91,39	83,82	91,39	83,82	91,39	83,82
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	54,79	50,23	54,79	50,23
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	61,52	56,42	61,52	56,42
19611	117,57	107,67	117,57	107,67	117,57	107,67
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	97,71	89,54	97,71	89,54
24467	134,15	122,68	134,15	122,68	134,15	122,68
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	75,38	69,13	75,38	69,13
20961	-	-	-	-	83,46	76,57
23568	-	-	-	-	94,89	86,99
27874	60,97	55,91	60,97	55,91	60,97	55,91
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	107,23	98,25	107,23	98,25
22887	121,87	111,55	121,87	111,55	121,87	111,55
20884	-	-	-	-	-	-
20676	101,79	93,33	101,79	93,33	101,79	93,33
20951	-	-	-	-	97,61	89,46
19606	-	-	-	-	176,66	158,44
21223	-	-	117,16	107,29	117,16	107,29
26483	-	-	116,71	106,88	116,71	106,88
19614	-	-	-	-	-	-
21121	115,57	105,85	115,57	105,85	115,57	105,85
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	73,99	67,86
26636	-	-	-	-	-	-
23548	120,58	110,38	120,58	110,38	120,58	110,38
28502	-	-	-	-	-	-
20456	100,70	92,33	100,70	92,33	100,70	92,33
27015	76,45	70,10	76,45	70,10	76,45	70,10
27632	-	-	-	-	-	-
19612	102,84	94,29	102,84	94,29	102,84	94,29
25735	-	-	-	-	178,28	160,46
27162	-	-	-	-	139,73	127,70
26700	-	-	-	-	101,93	93,45

**APÊNDICE R – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 10 kWh**

UC	Bateria de 10 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	144,31	0,00	144,31	0,00	144,31
21317	77,01	340,12	110,36	306,78	110,36	306,78
20967	14,44	73,85	0,00	28,77	0,00	28,77
20190	0,00	135,16	0,00	135,16	0,00	135,16
19916	35,23	194,59	47,74	182,08	47,74	182,08
25509	23,97	146,09	0,00	57,86	0,00	57,86
20088	17,50	113,94	25,31	106,12	25,31	106,12
26272	23,56	166,85	0,00	65,46	0,00	65,46
19611	0,00	209,43	0,00	209,43	0,00	209,43
26723	152,36	428,61	164,19	416,78	169,92	411,05
25664	103,01	341,30	0,00	160,84	0,00	160,84
24467	0,00	277,42	0,00	277,42	0,00	277,42
24240	151,10	930,23	200,11	881,21	220,28	861,04
27136	28,46	206,17	0,00	83,25	0,00	83,25
20961	37,66	281,85	56,64	262,87	0,00	122,07
23568	59,30	372,48	91,56	340,21	0,00	155,87
27874	0,00	64,84	0,00	64,84	0,00	64,84
21577	132,85	394,72	141,98	385,59	153,80	373,78
21202	114,36	377,13	0,00	180,72	0,07	180,65
22887	0,00	224,83	0,00	224,83	0,00	224,83
20884	63,41	286,77	73,56	276,62	80,57	269,61
20676	0,00	155,21	0,00	155,21	0,00	155,21
20951	94,80	349,09	108,64	335,25	0,01	160,67
19606	156,06	896,40	187,86	864,60	2,46	503,69
21223	102,21	448,56	0,00	208,07	0,10	207,97
26483	95,44	452,33	0,00	206,62	0,10	206,52
19614	98,45	616,69	137,82	577,32	167,67	547,47
21121	0,00	202,92	0,00	202,92	0,00	202,92
19613	79,00	686,31	119,05	646,27	146,60	618,71
22028	23,63	206,27	35,85	194,05	0,01	81,21
26636	28,50	248,21	44,08	232,63	55,08	221,63
23548	0,00	219,87	0,00	219,87	0,00	219,87
28502	33,11	303,78	52,21	284,68	66,18	270,71
20456	0,00	153,08	0,00	153,08	0,00	153,08
27015	0,00	84,93	0,00	84,93	0,00	84,93
27632	70,62	651,50	117,64	604,48	150,06	572,06
19612	0,00	157,30	0,00	157,30	0,00	157,30
25735	61,91	854,56	116,51	799,95	0,00	408,96
27162	48,62	673,44	104,20	617,86	0,00	296,69
26700	21,02	373,32	49,69	344,65	0,00	155,48

APÊNDICE S – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 10 kWh

UC	Bateria de 10 kWh					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	61%	39%	61%	39%	61%	39%
21317	18%	82%	26%	74%	26%	74%
20967	16%	84%	67%	33%	67%	33%
20190	61%	39%	61%	39%	61%	39%
19916	15%	85%	21%	79%	21%	79%
25509	14%	86%	66%	34%	66%	34%
20088	13%	87%	19%	81%	19%	81%
26272	12%	88%	66%	34%	66%	34%
19611	62%	38%	62%	38%	62%	38%
26723	26%	74%	28%	72%	29%	71%
25664	23%	77%	64%	36%	64%	36%
24467	59%	41%	59%	41%	59%	41%
24240	14%	86%	19%	81%	20%	80%
27136	12%	88%	65%	35%	65%	35%
20961	12%	88%	18%	82%	62%	38%
23568	14%	86%	21%	79%	64%	36%
27874	66%	34%	66%	34%	66%	34%
21577	25%	75%	27%	73%	29%	71%
21202	23%	77%	63%	37%	63%	37%
22887	62%	38%	62%	38%	62%	38%
20884	18%	82%	21%	79%	23%	77%
20676	61%	39%	61%	39%	61%	39%
20951	21%	79%	24%	76%	64%	36%
19606	15%	85%	18%	82%	52%	48%
21223	19%	81%	62%	38%	62%	38%
26483	17%	83%	62%	38%	62%	38%
19614	14%	86%	19%	81%	23%	77%
21121	62%	38%	62%	38%	62%	38%
19613	10%	90%	16%	84%	19%	81%
22028	10%	90%	16%	84%	65%	35%
26636	10%	90%	16%	84%	20%	80%
23548	62%	38%	62%	38%	62%	38%
28502	10%	90%	15%	85%	20%	80%
20456	61%	39%	61%	39%	61%	39%
27015	64%	36%	64%	36%	64%	36%
27632	10%	90%	16%	84%	21%	79%
19612	61%	39%	61%	39%	61%	39%
25735	7%	93%	13%	87%	55%	45%
27162	7%	93%	14%	86%	59%	41%
26700	5%	95%	13%	87%	61%	39%

APÊNDICE T – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com VE do terceiro cenário

UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	637,79	502,21	637,79	502,21	637,79	502,21
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	355,96	322,20	355,96	322,20
20190	2	1558	617,66	348,46	617,66	348,46	617,66	348,46
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	437,73	287,26	437,73	287,26
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	458,08	304,08	458,08	304,08
19611	3	1559	821,23	584,96	821,23	584,96	821,23	584,96
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	711,97	518,25	711,97	518,25
24467	4	1559	951,98	461,48	951,98	461,48	951,98	461,48
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	502,30	341,07	502,30	341,07
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	587,18	323,06
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	699,44	315,61
27874	1	1560	456,42	388,52	456,42	388,52	456,42	388,52
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	759,16	546,83	759,16	546,83
22887	3	1560	852,25	604,25	852,25	604,25	852,25	604,25
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	661,43	518,23	661,43	518,23	661,43	518,23
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	711,56	517,99
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1320,13	934,11
21223	3	1560	550,77	550,77	818,43	583,22	818,43	583,22
26483	3	1560	547,76	547,76	815,43	399,00	815,43	399,00
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	807,79	576,64	807,79	576,64	807,79	576,64
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	497,57	337,08
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	842,41	418,94	842,41	418,94	842,41	418,94
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	656,82	381,35	656,82	381,35	656,82	381,35
27015	1	1560	506,10	344,27	506,10	344,27	506,10	344,27
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	665,90	389,02	665,90	389,02	665,90	389,02
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1184,13	623,43
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	989,72	694,00
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	662,01	518,62

APÊNDICE U – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com VE

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	135,57	260,34	135,57	260,34	135,57	260,34
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,76	194,19	33,76	194,19
20190	269,20	126,71	269,20	126,71	269,20	126,71
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	150,47	77,48	150,47	77,48
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	154,00	73,95	154,00	73,95
19611	236,28	360,50	236,28	360,50	236,28	360,50
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,73	403,05	193,73	403,05
24467	490,50	306,91	490,50	306,91	490,50	306,91
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	161,23	66,71	161,23	66,71
20961	-	-	-	-	264,11	131,80
23568	-	-	-	-	383,84	212,94
27874	67,90	160,04	67,90	160,04	67,90	160,04
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,33	384,45	212,33	384,45
22887	248,00	348,78	248,00	348,78	248,00	348,78
20884	-	-	-	-	-	-
20676	143,20	252,72	143,20	252,72	143,20	252,72
20951	-	-	-	-	193,56	403,22
19606	-	-	-	-	386,02	576,31
21223	-	-	235,21	361,57	235,21	361,57
26483	-	-	416,42	180,36	416,42	180,36
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,15	365,63	231,15	365,63	231,15	365,63
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	160,49	67,46
26636	-	-	-	-	-	-
23548	423,47	173,31	423,47	173,31	423,47	173,31
28502	-	-	-	-	-	-
20456	275,47	120,44	275,47	120,44	275,47	120,44
27015	161,83	66,12	161,83	66,12	161,83	66,12
27632	-	-	-	-	-	-
19612	276,88	119,03	276,88	119,03	276,88	119,03
25735	-	-	-	-	560,70	401,64
27162	-	-	-	-	295,72	501,69
26700	-	-	-	-	143,38	252,53

**APÊNDICE V – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com VE**

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	502,21	0,00	502,21	0,00	502,21
21317	122,93	294,21	137,52	279,62	137,52	279,62
20967	21,80	66,49	0,00	322,20	0,00	322,20
20190	7,02	341,43	1,59	346,87	1,59	346,87
19916	50,35	179,47	64,50	165,32	64,50	165,32
25509	31,23	138,84	96,91	190,36	96,91	190,36
20088	19,90	111,53	26,74	104,70	26,74	104,70
26272	23,56	166,85	28,79	275,29	28,79	275,29
19611	0,00	584,96	0,00	584,96	0,00	584,96
26723	202,75	378,22	216,78	364,19	220,94	360,03
25664	127,97	316,34	0,00	518,25	0,00	518,25
24467	0,00	461,48	0,00	461,48	0,00	461,48
24240	183,07	898,25	292,18	789,15	311,18	770,14
27136	25,87	208,76	95,39	245,68	95,39	245,68
20961	31,55	287,96	62,12	257,39	25,30	297,76
23568	43,44	388,34	95,66	336,11	0,13	315,48
27874	0,00	388,52	0,00	388,52	0,00	388,52
21577	198,65	328,93	201,74	325,84	206,19	321,39
21202	172,86	318,63	0,00	546,83	0,22	546,61
22887	0,00	604,25	0,00	604,25	0,01	604,23
20884	99,32	250,86	111,96	238,22	115,33	234,85
20676	0,00	518,23	0,00	518,23	0,00	518,23
20951	140,49	303,40	158,66	285,23	0,04	517,96
19606	253,22	799,25	307,16	745,31	8,93	925,17
21223	138,41	412,35	0,00	583,22	0,30	582,92
26483	120,67	427,09	34,94	364,06	58,96	340,05
19614	117,12	598,02	202,68	512,46	242,31	472,83
21121	0,00	576,64	0,00	576,64	0,00	576,64
19613	81,69	683,62	181,45	583,86	227,40	537,92
22028	19,41	210,49	49,08	180,82	144,00	193,08
26636	23,39	253,31	61,31	215,39	77,34	199,36
23548	0,00	418,94	0,54	418,40	29,91	389,03
28502	25,25	311,63	72,48	264,41	92,87	244,02
20456	0,00	381,35	17,39	363,96	68,10	313,25
27015	0,00	344,27	36,16	308,11	115,00	229,27
27632	53,25	668,87	162,44	559,68	215,03	507,09
19612	0,00	389,02	9,64	379,38	60,23	328,79
25735	41,58	874,88	158,32	758,14	5,63	617,81
27162	31,78	690,27	126,19	595,87	0,00	694,00
26700	11,64	382,70	56,37	337,97	0,00	518,62

**APÊNDICE W – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede
(PRE) com VE do terceiro cenário**

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	21%	79%	21%	79%	21%	79%
21317	29%	71%	33%	67%	33%	67%
20967	25%	75%	9%	91%	9%	91%
20190	45%	55%	44%	56%	44%	56%
19916	22%	78%	28%	72%	28%	72%
25509	18%	82%	57%	43%	57%	43%
20088	15%	85%	20%	80%	20%	80%
26272	12%	88%	40%	60%	40%	60%
19611	29%	71%	29%	71%	29%	71%
26723	35%	65%	37%	63%	38%	62%
25664	29%	71%	27%	73%	27%	73%
24467	52%	48%	52%	48%	52%	48%
24240	17%	83%	27%	73%	29%	71%
27136	11%	89%	51%	49%	51%	49%
20961	10%	90%	19%	81%	49%	51%
23568	10%	90%	22%	78%	55%	45%
27874	15%	85%	15%	85%	15%	85%
21577	38%	62%	38%	62%	39%	61%
21202	35%	65%	28%	72%	28%	72%
22887	29%	71%	29%	71%	29%	71%
20884	28%	72%	32%	68%	33%	67%
20676	22%	78%	22%	78%	22%	78%
20951	32%	68%	36%	64%	27%	73%
19606	24%	76%	29%	71%	30%	70%
21223	25%	75%	29%	71%	29%	71%
26483	22%	78%	55%	45%	58%	42%
19614	16%	84%	28%	72%	34%	66%
21121	29%	71%	29%	71%	29%	71%
19613	11%	89%	24%	76%	30%	70%
22028	8%	92%	21%	79%	61%	39%
26636	8%	92%	22%	78%	28%	72%
23548	50%	50%	50%	50%	54%	46%
28502	7%	93%	22%	78%	28%	72%
20456	42%	58%	45%	55%	52%	48%
27015	32%	68%	39%	61%	55%	45%
27632	7%	93%	22%	78%	30%	70%
19612	42%	58%	43%	57%	51%	49%
25735	5%	95%	17%	83%	48%	52%
27162	4%	96%	17%	83%	30%	70%
26700	3%	97%	14%	86%	22%	78%

**APÊNDICE X – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh e
VE**

Bateria de 2 kWh e VE								
UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	637,79	466,88	637,79	466,88	637,79	466,88
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	355,96	296,43	355,96	296,43
20190	2	1558	617,66	314,13	617,66	314,13	617,66	314,13
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	437,73	255,93	437,73	255,93
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	458,08	273,22	458,08	273,22
19611	3	1559	821,23	551,72	821,23	551,72	821,23	551,72
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	711,97	484,58	711,97	484,58
24467	4	1559	951,98	426,86	951,98	426,86	951,98	426,86
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	502,30	311,25	502,30	311,25
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	587,18	288,46
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	699,44	282,53
27874	1	1560	456,42	355,27	456,42	355,27	456,42	355,27
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	759,16	513,34	759,16	513,34
22887	3	1560	852,25	571,19	852,25	571,19	852,25	571,19
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	661,43	483,13	661,43	483,13	661,43	483,13
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	711,56	484,33
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1320,13	934,11
21223	3	1560	550,77	550,77	818,43	549,96	818,43	549,96
26483	3	1560	547,76	547,76	815,43	366,75	815,43	366,75
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	807,79	543,31	807,79	543,31	807,79	543,31
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	497,57	307,14
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	842,41	386,96	842,41	386,96	842,41	386,96
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	656,82	347,49	656,82	347,49	656,82	347,49
27015	1	1560	506,10	314,56	506,10	314,56	506,10	314,56
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	665,90	355,25	665,90	355,25	665,90	355,25
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1184,13	588,97
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	989,72	658,92
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	662,01	483,53

APÊNDICE Y – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 2 kWh

UC	Bateria de 2 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	137,60	222,94	137,60	222,94	137,60	222,94
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,86	166,09	33,86	166,09
20190	271,23	90,40	271,23	90,40	271,23	90,40
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	150,57	42,68	150,57	42,68
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	154,10	39,58	154,10	39,58
19611	236,47	323,22	236,47	323,22	236,47	323,22
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,92	365,30	193,92	365,30
24467	492,45	269,64	492,45	269,64	492,45	269,64
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	161,33	33,37	161,33	33,37
20961	-	-	-	-	266,14	95,23
23568	-	-	-	-	384,03	175,86
27874	68,00	123,10	68,00	123,10	68,00	123,10
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,52	346,91	212,52	346,91
22887	248,20	311,65	248,20	311,65	248,20	311,65
20884	-	-	-	-	-	-
20676	145,22	215,44	145,22	215,44	145,22	215,44
20951	-	-	-	-	193,75	365,47
19606	-	-	-	-	387,87	538,20
21223	-	-	235,41	324,27	235,41	324,27
26483	-	-	416,62	144,18	416,62	144,18
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,34	328,29	231,34	328,29	231,34	328,29
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	160,58	34,00
26636	-	-	-	-	-	-
23548	423,66	137,39	423,66	137,39	423,66	137,39
28502	-	-	-	-	-	-
20456	277,50	84,49	277,50	84,49	277,50	84,49
27015	161,93	32,87	161,93	32,87	161,93	32,87
27632	-	-	-	-	-	-
19612	278,91	83,16	278,91	83,16	278,91	83,16
25735	-	-	-	-	562,54	363,67
27162	-	-	-	-	297,67	463,85
26700	-	-	-	-	145,41	215,26

APÊNDICE Z – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e VE

UC	Bateria de 2 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	37,39	33,30	37,39	33,30	37,39	33,30
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	28,09	25,66	28,09	25,66
20190	36,31	32,30	36,31	32,30	36,31	32,30
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	34,80	31,23	34,80	31,23
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	34,37	30,76	34,37	30,76
19611	37,28	33,04	37,28	33,04	37,28	33,04
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	37,75	33,47	37,75	33,47
24467	37,26	32,67	37,26	32,67	37,26	32,67
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	33,35	29,72	33,35	29,72
20961	-	-	-	-	36,56	32,57
23568	-	-	-	-	37,08	32,89
27874	36,94	33,15	36,94	33,15	36,94	33,15
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	37,54	33,30	37,54	33,30
22887	37,12	32,87	37,12	32,87	37,12	32,87
20884	-	-	-	-	-	-
20676	37,27	33,07	37,27	33,07	37,27	33,07
20951	-	-	-	-	37,75	33,47
19606	-	-	-	-	38,12	32,52
21223	-	-	37,30	33,06	37,30	33,06
26483	-	-	36,18	32,06	36,18	32,06
19614	-	-	-	-	-	-
21121	37,34	33,13	37,34	33,13	37,34	33,13
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	33,46	29,85
26636	-	-	-	-	-	-
23548	35,93	31,79	35,93	31,79	35,93	31,79
28502	-	-	-	-	-	-
20456	35,95	31,84	35,95	31,84	35,95	31,84
27015	33,25	29,61	33,25	29,61	33,25	29,61
27632	-	-	-	-	-	-
19612	35,87	31,74	35,87	31,74	35,87	31,74
25735	-	-	-	-	37,97	32,61
27162	-	-	-	-	37,84	33,13
26700	-	-	-	-	37,27	33,07

**APÊNDICE AA – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 2 kWh e VE**

UC	Bateria de 2 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	466,88	0,00	466,88	0,00	466,88
21317	99,47	317,66	112,19	304,94	112,19	304,94
20967	17,63	70,66	0,00	296,43	0,00	296,43
20190	6,25	307,88	1,53	312,60	1,53	312,60
19916	41,09	188,72	51,76	178,06	51,76	178,06
25509	25,63	144,43	76,90	179,04	76,90	179,04
20088	16,22	115,22	21,82	109,61	21,82	109,61
26272	19,58	170,83	26,94	246,28	26,94	246,28
19611	0,00	551,72	0,00	551,72	0,00	551,72
26723	180,02	400,95	192,95	388,02	195,45	385,52
25664	113,96	330,34	0,00	484,58	0,00	484,58
24467	0,00	426,86	0,00	426,86	0,00	426,86
24240	154,76	926,56	245,22	836,11	256,61	824,72
27136	23,40	211,23	86,24	225,02	86,24	225,02
20961	28,98	290,53	55,40	264,11	22,34	266,13
23568	40,88	390,89	86,77	345,00	0,10	282,43
27874	0,00	355,27	0,00	355,27	0,00	355,27
21577	173,04	354,54	177,53	350,05	183,78	343,80
21202	149,47	342,03	0,00	513,34	0,11	513,23
22887	0,00	571,19	0,00	571,19	0,01	571,18
20884	83,74	266,44	95,87	254,30	99,91	250,27
20676	0,00	483,13	0,00	483,13	0,00	483,13
20951	121,20	322,69	139,07	304,82	0,01	484,32
19606	200,63	851,83	248,84	803,63	4,49	929,61
21223	117,56	433,21	0,00	549,96	0,12	549,84
26483	101,38	446,39	23,72	343,03	42,85	323,90
19614	93,37	621,77	172,51	542,63	207,52	507,61
21121	0,00	543,31	0,00	543,31	0,00	543,31
19613	63,17	702,15	149,82	615,49	187,52	577,79
22028	15,62	214,29	42,43	187,47	123,99	183,15
26636	18,89	257,82	53,37	223,34	67,20	209,50
23548	0,00	386,96	0,43	386,53	23,23	363,73
28502	20,11	316,78	62,98	273,90	81,02	255,87
20456	0,00	347,49	15,32	332,17	58,12	289,37
27015	0,00	314,56	32,67	281,89	101,71	212,85
27632	41,08	681,04	137,30	584,82	185,44	536,68
19612	0,00	355,25	8,38	346,88	51,12	304,13
25735	31,04	885,42	131,84	784,62	2,14	586,84
27162	24,16	697,90	110,62	611,44	0,00	658,92
26700	9,13	385,21	49,89	344,45	0,00	483,53

**APÊNDICE BB – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede
(PRE) com bateria de 2 kWh e VE**

UC	Bateria de 2 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	27%	73%	27%	73%	27%	73%
21317	24%	76%	27%	73%	27%	73%
20967	20%	80%	17%	83%	17%	83%
20190	50%	50%	49%	51%	49%	51%
19916	18%	82%	23%	77%	23%	77%
25509	15%	85%	59%	41%	59%	41%
20088	12%	88%	17%	83%	17%	83%
26272	10%	90%	46%	54%	46%	54%
19611	33%	67%	33%	67%	33%	67%
26723	31%	69%	33%	67%	34%	66%
25664	26%	74%	32%	68%	32%	68%
24467	55%	45%	55%	45%	55%	45%
24240	14%	86%	23%	77%	24%	76%
27136	10%	90%	55%	45%	55%	45%
20961	9%	91%	17%	83%	55%	45%
23568	9%	91%	20%	80%	60%	40%
27874	22%	78%	22%	78%	22%	78%
21577	33%	67%	34%	66%	35%	65%
21202	30%	70%	32%	68%	32%	68%
22887	33%	67%	33%	67%	33%	67%
20884	24%	76%	27%	73%	29%	71%
20676	27%	73%	27%	73%	27%	73%
20951	27%	73%	31%	69%	32%	68%
19606	19%	81%	24%	76%	30%	70%
21223	21%	79%	33%	67%	33%	67%
26483	19%	81%	58%	42%	60%	40%
19614	13%	87%	24%	76%	29%	71%
21121	33%	67%	33%	67%	33%	67%
19613	8%	92%	20%	80%	25%	75%
22028	7%	93%	18%	82%	63%	37%
26636	7%	93%	19%	81%	24%	76%
23548	54%	46%	54%	46%	57%	43%
28502	6%	94%	19%	81%	24%	76%
20456	47%	53%	49%	51%	56%	44%
27015	38%	62%	44%	56%	58%	42%
27632	6%	94%	19%	81%	26%	74%
19612	47%	53%	48%	52%	54%	46%
25735	3%	97%	14%	86%	50%	50%
27162	3%	97%	15%	85%	33%	67%
26700	2%	98%	13%	87%	27%	73%

**APÊNDICE CC – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh
e VE**

UC	Classe	TRF	Bateria de 4 kWh e VE					
			30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	637,79	436,28	637,79	436,28	637,79	436,28
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	355,96	296,43	355,96	296,43
20190	2	1558	617,66	287,29	617,66	287,29	617,66	287,29
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	437,73	242,64	437,73	242,64
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	458,08	258,24	458,08	258,24
19611	3	1559	821,23	521,20	821,23	521,20	821,23	521,20
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	711,97	453,22	711,97	453,22
24467	4	1559	951,98	397,13	951,98	397,13	951,98	397,13
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	502,30	296,21	502,30	296,21
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	587,18	261,41
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	699,44	253,56
27874	1	1560	456,42	335,24	456,42	335,24	456,42	335,24
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	759,16	482,36	759,16	482,36
22887	3	1560	852,25	540,80	852,25	540,80	852,25	540,80
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	661,43	452,75	661,43	452,75	661,43	452,75
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	711,56	452,97
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1320,13	934,11
21223	3	1560	550,77	550,77	818,43	519,44	818,43	519,44
26483	3	1560	547,76	547,76	815,43	339,31	815,43	339,31
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	807,79	512,73	807,79	512,73	807,79	512,73
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	497,57	291,97
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	842,41	359,80	842,41	359,80	842,41	359,80
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	656,82	321,22	656,82	321,22	656,82	321,22
27015	1	1560	506,10	299,67	506,10	299,67	506,10	299,67
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	665,90	329,19	665,90	329,19	665,90	329,19
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1184,13	558,82
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	989,72	627,27
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	662,01	453,16

APÊNDICE DD – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 4 kWh e VE

UC	Bateria de 4 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	137,60	189,45	137,60	189,45	137,60	189,45
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,86	166,20	33,86	166,20
20190	271,23	60,95	271,23	60,95	271,23	60,95
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	150,57	28,59	150,57	28,59
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	154,10	23,56	154,10	23,56
19611	236,47	289,35	236,47	289,35	236,47	289,35
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,92	330,87	193,92	330,87
24467	492,45	237,22	492,45	237,22	492,45	237,22
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	161,33	17,11	161,33	17,11
20961	-	-	-	-	266,14	65,59
23568	-	-	-	-	384,03	144,07
27874	68,00	101,77	68,00	101,77	68,00	101,77
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,52	312,66	212,52	312,66
22887	248,20	278,00	248,20	278,00	248,20	278,00
20884	-	-	-	-	-	-
20676	145,22	182,18	145,22	182,18	145,22	182,18
20951	-	-	-	-	193,75	331,03
19606	-	-	-	-	387,87	503,31
21223	-	-	235,41	290,38	235,41	290,38
26483	-	-	416,62	113,73	416,62	113,73
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,34	294,31	231,34	294,31	231,34	294,31
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	160,58	17,60
26636	-	-	-	-	-	-
23548	423,66	107,30	423,66	107,30	423,66	107,30
28502	-	-	-	-	-	-
20456	277,50	55,75	277,50	55,75	277,50	55,75
27015	161,93	16,79	161,93	16,79	161,93	16,79
27632	-	-	-	-	-	-
19612	278,91	54,61	278,91	54,61	278,91	54,61
25735	-	-	-	-	562,54	329,87
27162	-	-	-	-	297,67	429,33
26700	-	-	-	-	145,41	182,00

APÊNDICE EE – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e VE

UC	Bateria de 4 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	70,88	63,90	70,88	63,90	70,88	63,90
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	27,98	25,66	27,98	25,66
20190	65,76	59,14	65,76	59,14	65,76	59,14
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	48,89	44,52	48,89	44,52
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	50,39	45,74	50,39	45,74
19611	71,16	63,56	71,16	63,56	71,16	63,56
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	72,18	64,83	72,18	64,83
24467	69,68	62,40	69,68	62,40	69,68	62,40
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	49,61	44,76	49,61	44,76
20961	-	-	-	-	66,21	59,62
23568	-	-	-	-	68,88	61,86
27874	58,27	53,18	58,27	53,18	58,27	53,18
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	71,79	64,28	71,79	64,28
22887	70,78	63,25	70,78	63,25	70,78	63,25
20884	-	-	-	-	-	-
20676	70,54	63,45	70,54	63,45	70,54	63,45
20951	-	-	-	-	72,19	64,83
19606	-	-	-	-	73,01	63,60
21223	-	-	71,19	63,59	71,19	63,59
26483	-	-	66,63	59,50	66,63	59,50
19614	-	-	-	-	-	-
21121	71,32	63,72	71,32	63,72	71,32	63,72
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	49,86	45,02
26636	-	-	-	-	-	-
23548	66,01	58,94	66,01	58,94	66,01	58,94
28502	-	-	-	-	-	-
20456	64,70	58,11	64,70	58,11	64,70	58,11
27015	49,33	44,50	49,33	44,50	49,33	44,50
27632	-	-	-	-	-	-
19612	64,42	57,80	64,42	57,80	64,42	57,80
25735	-	-	-	-	71,77	62,77
27162	-	-	-	-	72,36	64,79
26700	-	-	-	-	70,53	63,44

**APÊNDICE FF – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 4 kWh e VE**

UC	Bateria de 4 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	436,28	0,00	436,28	0,00	436,28
21317	83,57	333,56	109,61	307,52	109,61	307,52
20967	14,91	73,38	0,00	296,43	0,00	296,43
20190	3,77	283,52	1,27	286,03	1,27	286,03
19916	34,74	195,08	47,31	182,51	47,31	182,51
25509	21,34	148,72	61,34	181,30	61,34	181,30
20088	13,19	118,24	19,51	111,93	19,51	111,93
26272	15,37	175,05	20,00	238,24	20,00	238,24
19611	0,00	521,20	0,00	521,20	0,00	521,20
26723	161,71	419,27	175,19	405,78	177,25	403,72
25664	101,87	342,43	0,00	453,22	0,00	453,22
24467	0,00	397,13	0,00	397,13	0,00	397,13
24240	131,27	950,05	213,93	867,39	223,75	857,58
27136	20,65	213,98	71,15	225,05	71,16	225,05
20961	25,53	293,98	50,57	268,94	18,18	243,23
23568	37,13	394,65	78,65	353,13	0,06	253,49
27874	0,00	335,24	0,00	335,24	0,00	335,24
21577	155,26	372,32	298,43	229,15	170,11	357,47
21202	133,90	357,59	1,23	481,13	0,07	482,29
22887	0,00	540,80	0,00	540,80	0,01	540,80
20884	73,60	276,57	104,93	245,25	90,69	259,49
20676	0,00	452,75	0,00	452,75	0,00	452,75
20951	105,77	338,11	145,79	298,10	0,01	452,96
19606	166,89	885,58	234,16	818,31	4,32	929,78
21223	100,78	449,98	0,00	519,44	0,09	519,35
26483	83,78	463,98	23,40	315,91	29,99	309,32
19614	73,30	641,84	158,55	556,59	186,32	528,81
21121	0,00	512,73	0,00	512,73	0,00	512,73
19613	48,75	716,57	135,45	629,86	166,18	599,13
22028	11,80	218,10	39,46	190,44	101,73	190,24
26636	14,37	262,34	49,27	227,44	60,86	215,84
23548	0,00	359,80	1,56	358,24	16,71	343,10
28502	15,08	321,81	57,94	278,95	73,24	263,65
20456	0,00	321,22	16,86	304,36	45,65	275,57
27015	0,00	299,67	35,87	263,80	84,11	215,56
27632	30,34	691,78	125,90	596,22	165,67	556,45
19612	0,00	329,19	9,92	319,27	40,00	289,18
25735	22,68	893,78	121,68	794,78	1,56	557,26
27162	16,25	705,81	102,09	619,96	0,00	627,27
26700	6,05	388,29	46,99	347,35	0,00	453,16

APÊNDICE GG – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 4 kWh e VE

UC	Bateria de 4 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	32%	68%	32%	68%	32%	68%
21317	20%	80%	26%	74%	26%	74%
20967	17%	83%	17%	83%	17%	83%
20190	54%	46%	54%	46%	54%	46%
19916	15%	85%	21%	79%	21%	79%
25509	13%	87%	59%	41%	59%	41%
20088	10%	90%	15%	85%	15%	85%
26272	8%	92%	48%	52%	48%	52%
19611	37%	63%	37%	63%	37%	63%
26723	28%	72%	30%	70%	31%	69%
25664	23%	77%	36%	64%	36%	64%
24467	58%	42%	58%	42%	58%	42%
24240	12%	88%	20%	80%	21%	79%
27136	9%	91%	55%	45%	55%	45%
20961	8%	92%	16%	84%	59%	41%
23568	9%	91%	18%	82%	64%	36%
27874	27%	73%	27%	73%	27%	73%
21577	29%	71%	57%	43%	32%	68%
21202	27%	73%	37%	63%	36%	64%
22887	37%	63%	37%	63%	37%	63%
20884	21%	79%	30%	70%	26%	74%
20676	32%	68%	32%	68%	32%	68%
20951	24%	76%	33%	67%	36%	64%
19606	16%	84%	22%	78%	30%	70%
21223	18%	82%	37%	63%	37%	63%
26483	15%	85%	61%	39%	62%	38%
19614	10%	90%	22%	78%	26%	74%
21121	37%	63%	37%	63%	37%	63%
19613	6%	94%	18%	82%	22%	78%
22028	5%	95%	17%	83%	62%	38%
26636	5%	95%	18%	82%	22%	78%
23548	57%	43%	57%	43%	59%	41%
28502	4%	96%	17%	83%	22%	78%
20456	51%	49%	54%	46%	58%	42%
27015	41%	59%	48%	52%	57%	43%
27632	4%	96%	17%	83%	23%	77%
19612	51%	49%	52%	48%	57%	43%
25735	2%	98%	13%	87%	53%	47%
27162	2%	98%	14%	86%	37%	63%
26700	2%	98%	12%	88%	32%	68%

APÊNDICE HH – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e VE

Bateria de 10 kWh e VE								
UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	637,79	411,98	637,79	411,98	637,79	411,98
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	355,96	296,43	355,96	296,43
20190	2	1558	617,66	267,41	617,66	267,41	617,66	267,41
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	437,73	237,55	437,73	237,55
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	458,08	250,74	458,08	250,74
19611	3	1559	821,23	477,09	821,23	477,09	821,23	477,09
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	711,97	428,51	711,97	428,51
24467	4	1559	951,98	344,00	951,98	344,00	951,98	344,00
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	502,30	283,23	502,30	283,23
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	587,18	246,41
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	699,44	230,47
27874	1	1560	456,42	332,51	456,42	332,51	456,42	332,51
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	759,16	448,39	759,16	448,39
22887	3	1560	852,25	492,50	852,25	492,50	852,25	492,50
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	661,43	422,88	661,43	422,88	661,43	422,88
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	711,56	428,34
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1320,13	773,82
21223	3	1560	550,77	550,77	818,43	475,74	818,43	475,74
26483	3	1560	547,76	547,76	815,43	301,42	815,43	301,42
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	807,79	470,59	807,79	470,59	807,79	470,59
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	497,57	279,47
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	842,41	320,40	842,41	320,40	842,41	320,40
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	656,82	296,15	656,82	296,15	656,82	296,15
27015	1	1560	506,10	286,49	506,10	286,49	506,10	286,49
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	665,90	303,23	665,90	303,23	665,90	303,23
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1184,13	471,12
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	989,72	564,35
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	662,01	423,15

APÊNDICE II – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e energia injetada na rede pelos SFCR (EISFCR) com bateria de 10 kWh e VE

UC	Bateria de 10 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)	ESFCR (kWh)	EISFCR (kWh)
19615	137,60	164,14	137,60	164,14	137,60	164,14
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	33,86	166,02	33,86	166,02
20190	271,23	40,28	271,23	40,28	271,23	40,28
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	150,57	23,26	150,57	23,26
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	154,10	15,73	154,10	15,73
19611	236,47	242,93	236,47	242,93	236,47	242,93
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	193,92	305,35	193,92	305,35
24467	492,45	180,45	492,45	180,45	492,45	180,45
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	161,33	3,63	161,33	3,63
20961	-	-	-	-	266,14	50,26
23568	-	-	-	-	384,03	120,17
27874	68,00	99,08	68,00	99,08	68,00	99,08
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	212,52	277,22	212,52	277,22
22887	248,20	226,90	248,20	226,90	248,20	226,90
20884	-	-	-	-	-	-
20676	145,22	150,92	145,22	150,92	145,22	150,92
20951	-	-	-	-	193,75	305,61
19606	-	-	-	-	387,87	399,65
21223	-	-	235,41	244,41	235,41	244,41
26483	-	-	416,62	73,74	416,62	73,74
19614	-	-	-	-	-	-
21121	231,34	250,06	231,34	250,06	231,34	250,06
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	160,58	4,62
26636	-	-	-	-	-	-
23548	423,66	65,55	423,66	65,55	423,66	65,55
28502	-	-	-	-	-	-
20456	277,50	29,38	277,50	29,38	277,50	29,38
27015	161,93	3,11	161,93	3,11	161,93	3,11
27632	-	-	-	-	-	-
19612	278,91	27,32	278,91	27,32	278,91	27,32
25735	-	-	-	-	562,54	234,55
27162	-	-	-	-	297,67	361,96
26700	-	-	-	-	145,41	150,60

APÊNDICE JJ – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e VE

UC	Bateria de 10 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	96,20	88,21	96,20	88,21	96,20	88,21
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	28,17	25,66	28,17	25,66
20190	86,43	79,02	86,43	79,02	86,43	79,02
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	54,22	49,61	54,22	49,61
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	58,22	53,25	58,22	53,25
19611	117,57	107,67	117,57	107,67	117,57	107,67
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	97,71	89,54	97,71	89,54
24467	126,46	115,53	126,46	115,53	126,46	115,53
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	63,09	57,73	63,09	57,73
20961	-	-	-	-	81,54	74,63
23568	-	-	-	-	92,77	84,95
27874	60,97	55,91	60,97	55,91	60,97	55,91
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	107,23	98,25	107,23	98,25
22887	121,87	111,55	121,87	111,55	121,87	111,55
20884	-	-	-	-	-	-
20676	101,79	93,33	101,79	93,33	101,79	93,33
20951	-	-	-	-	97,61	89,46
19606	-	-	-	-	176,66	158,44
21223	-	-	117,16	107,29	117,16	107,29
26483	-	-	106,62	97,39	106,62	97,39
19614	-	-	-	-	-	-
21121	115,57	105,85	115,57	105,85	115,57	105,85
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	62,84	57,51
26636	-	-	-	-	-	-
23548	107,76	98,34	107,76	98,34	107,76	98,34
28502	-	-	-	-	-	-
20456	91,06	83,17	91,06	83,17	91,06	83,17
27015	63,01	57,68	63,01	57,68	63,01	57,68
27632	-	-	-	-	-	-
19612	91,71	83,76	91,71	83,76	91,71	83,76
25735	-	-	-	-	167,09	150,47
27162	-	-	-	-	139,73	127,70
26700	-	-	-	-	101,93	93,45

**APÊNDICE KK – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 10 kWh e VE**

UC	Bateria de 10 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	411,98	0,00	411,98	0,00	411,98
21317	70,97	346,17	108,13	309,01	108,13	309,01
20967	12,63	75,67	0,00	296,43	0,00	296,43
20190	2,94	264,47	0,90	266,51	0,90	266,51
19916	29,24	200,58	44,83	184,99	44,83	184,99
25509	17,80	152,26	51,05	186,50	51,05	186,50
20088	11,05	120,38	17,41	114,02	17,41	114,02
26272	12,50	177,91	15,90	234,83	15,90	234,83
19611	0,00	477,09	0,00	477,09	0,00	477,09
26723	135,00	445,98	160,74	420,23	162,42	418,55
25664	83,07	361,24	0,00	428,51	0,00	428,51
24467	0,00	344,00	0,00	344,00	0,00	344,00
24240	101,96	979,37	184,90	896,43	193,68	887,65
27136	15,20	219,44	56,02	227,22	56,02	227,22
20961	19,18	300,33	42,93	276,58	13,52	232,89
23568	29,26	402,51	66,30	365,48	0,04	230,42
27874	0,00	332,51	0,00	332,51	0,00	332,51
21577	131,40	396,18	279,83	247,75	152,99	374,59
21202	110,29	381,20	1,23	447,16	0,04	448,34
22887	0,00	492,50	0,00	492,50	0,00	492,50
20884	59,80	290,38	101,25	248,93	79,73	270,45
20676	0,00	422,88	0,00	422,88	0,00	422,88
20951	87,98	355,91	132,17	311,72	0,00	428,34
19606	135,72	916,74	196,23	856,23	2,24	771,58
21223	83,00	467,77	0,00	475,74	0,06	475,68
26483	67,64	480,12	16,03	285,39	21,39	280,03
19614	56,91	658,23	131,31	583,83	162,03	553,11
21121	0,00	470,59	0,00	470,59	0,00	470,59
19613	35,61	729,70	110,06	655,25	141,42	623,90
22028	7,87	222,03	32,69	197,21	76,33	203,14
26636	9,09	267,61	40,13	236,57	51,56	225,15
23548	0,00	320,40	1,33	319,07	10,37	310,03
28502	9,44	327,44	46,99	289,90	61,60	275,29
20456	0,00	296,15	13,36	282,79	31,57	264,59
27015	0,00	286,49	28,58	257,91	61,85	224,64
27632	18,29	703,83	102,12	620,00	139,40	582,72
19612	0,00	303,23	7,69	295,54	27,90	275,33
25735	12,47	903,99	96,93	819,53	1,44	469,67
27162	8,64	713,41	81,98	640,07	0,00	564,35
26700	3,08	391,26	37,60	356,74	0,00	423,15

APÊNDICE LL – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 10 kWh e VE

UC	Bateria de 10 kWh e VE					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	35%	65%	35%	65%	35%	65%
21317	17%	83%	26%	74%	26%	74%
20967	14%	86%	17%	83%	17%	83%
20190	57%	43%	57%	43%	57%	43%
19916	13%	87%	20%	80%	20%	80%
25509	10%	90%	57%	43%	57%	43%
20088	8%	92%	13%	87%	13%	87%
26272	7%	93%	49%	51%	49%	51%
19611	42%	58%	42%	58%	42%	58%
26723	23%	77%	28%	72%	28%	72%
25664	19%	81%	40%	60%	40%	60%
24467	64%	36%	64%	36%	64%	36%
24240	9%	91%	17%	83%	18%	82%
27136	6%	94%	55%	45%	55%	45%
20961	6%	94%	13%	87%	60%	40%
23568	7%	93%	15%	85%	67%	33%
27874	27%	73%	27%	73%	27%	73%
21577	25%	75%	53%	47%	29%	71%
21202	22%	78%	41%	59%	41%	59%
22887	42%	58%	42%	58%	42%	58%
20884	17%	83%	29%	71%	23%	77%
20676	36%	64%	36%	64%	36%	64%
20951	20%	80%	30%	70%	40%	60%
19606	13%	87%	19%	81%	42%	58%
21223	15%	85%	42%	58%	42%	58%
26483	12%	88%	65%	35%	66%	34%
19614	8%	92%	18%	82%	23%	77%
21121	42%	58%	42%	58%	42%	58%
19613	5%	95%	14%	86%	18%	82%
22028	3%	97%	14%	86%	59%	41%
26636	3%	97%	15%	85%	19%	81%
23548	62%	38%	62%	38%	63%	37%
28502	3%	97%	14%	86%	18%	82%
20456	55%	45%	57%	43%	60%	40%
27015	43%	57%	49%	51%	56%	44%
27632	3%	97%	14%	86%	19%	81%
19612	54%	46%	56%	44%	59%	41%
25735	1%	99%	11%	89%	60%	40%
27162	1%	99%	11%	89%	43%	57%
26700	1%	99%	10%	90%	36%	64%

APÊNDICE MM – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com V2G

UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	905,45	675,03	905,45	675,03	905,45	675,03
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	623,62	560,33	623,62	560,33
20190	2	1558	885,33	666,17	885,33	666,17	885,33	666,17
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	705,40	592,55	705,40	592,55
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	725,75	600,88	725,75	600,88
19611	3	1559	1088,90	728,00	1088,90	728,00	1088,90	728,00
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	979,64	683,25	979,64	683,25
24467	4	1559	1219,65	803,44	1219,65	803,44	1219,65	803,44
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	769,97	619,38	769,97	619,38
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	854,84	652,87
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	967,11	678,22
27874	1	1560	724,09	600,19	724,09	600,19	724,09	600,19
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	1026,82	702,39	1026,82	702,39
22887	3	1560	1119,92	741,00	1119,92	741,00	1119,92	741,00
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	929,09	685,54	929,09	685,54	929,09	685,54
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	979,22	683,08
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1587,80	932,16
21223	3	1560	550,77	550,77	1086,10	726,83	1086,10	726,83
26483	3	1560	547,76	547,76	1083,09	725,58	1083,09	725,58
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	1075,46	722,40	1075,46	722,40	1075,46	722,40
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	765,24	617,37
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	1110,07	736,86	1110,07	736,86	1110,07	736,86
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	924,49	683,48	924,49	683,48	924,49	683,48
27015	1	1560	773,77	621,00	773,77	621,00	773,77	621,00
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	933,57	687,54	933,57	687,54	933,57	687,54
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1451,80	860,12
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	1257,39	822,35
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	929,67	685,80

APÊNDICE NN – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com V2G

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)
19615	138,94	91,49	138,94	91,49	138,94	91,49
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	38,33	24,96	38,33	24,96
20190	132,63	86,53	132,63	86,53	132,63	86,53
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	64,52	48,32	64,52	48,32
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	70,73	54,14	70,73	54,14
19611	241,60	119,29	241,60	119,29	241,60	119,29
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	200,83	95,57	200,83	95,57
24467	287,42	128,79	287,42	128,79	287,42	128,79
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	83,81	66,77	83,81	66,77
20961	-	-	-	-	122,96	79,01
23568	-	-	-	-	196,05	92,85
27874	70,23	53,67	70,23	53,67	70,23	53,67
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	218,62	105,81	218,62	105,81
22887	252,89	126,03	252,89	126,03	252,89	126,03
20884	-	-	-	-	-	-
20676	146,24	97,31	146,24	97,31	146,24	97,31
20951	-	-	-	-	200,67	95,48
19606	-	-	-	-	387,49	268,15
21223	-	-	240,58	118,69	240,58	118,69
26483	-	-	239,48	118,03	239,48	118,03
19614	-	-	-	-	-	-
21121	236,68	116,38	236,68	116,38	236,68	116,38
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	82,44	65,42
26636	-	-	-	-	-	-
23548	249,32	123,89	249,32	123,89	249,32	123,89
28502	-	-	-	-	-	-
20456	144,83	96,18	144,83	96,18	144,83	96,18
27015	84,90	67,86	84,90	67,86	84,90	67,86
27632	-	-	-	-	-	-
19612	147,61	98,41	147,61	98,41	147,61	98,41
25735	-	-	-	-	347,80	243,87
27162	-	-	-	-	300,31	134,73
26700	-	-	-	-	146,42	97,45

APÊNDICE OO – Energia injetada na rede dos SFCR (ESFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com V2G

UC	30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)
19615	256,98	209,64	466,62	256,98	209,64	466,62	256,98	209,64	466,62
21317	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	-	189,61	276,17	465,78	189,61	276,17	465,78
20190	263,28	214,60	477,88	263,28	214,60	477,88	263,28	214,60	477,88
19916	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	-	163,43	252,80	416,23	163,43	252,80	416,23
20088	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	-	157,22	246,99	404,20	157,22	246,99	404,20
19611	355,18	181,83	537,01	355,18	181,83	537,01	355,18	181,83	537,01
26723	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	-	395,95	205,56	601,51	395,95	205,56	601,51
24467	509,99	172,34	682,32	509,99	172,34	682,32	509,99	172,34	682,32
24240	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	-	144,14	234,35	378,49	144,14	234,35	378,49
20961	-	-	-	-	-	-	272,96	222,11	495,07
23568	-	-	-	-	-	-	400,73	208,28	609,01
27874	157,72	247,46	405,18	157,72	247,46	405,18	157,72	247,46	405,18
21577	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	-	378,16	195,31	573,47	378,16	195,31	573,47
22887	343,89	175,09	518,98	343,89	175,09	518,98	343,89	175,09	518,98
20884	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20676	249,67	203,81	453,48	249,67	203,81	453,48	249,67	203,81	453,48
20951	-	-	-	-	-	-	396,11	205,65	601,76
19606	-	-	-	-	-	-	574,85	32,97	607,82
21223	-	-	-	356,20	182,44	538,64	356,20	182,44	538,64
26483	-	-	-	357,30	183,09	540,39	357,30	183,09	540,39
19614	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21121	360,10	184,75	544,85	360,10	184,75	544,85	360,10	184,75	544,85
19613	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	-	-	145,51	235,70	381,21
26636	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23548	347,46	177,23	524,69	347,46	177,23	524,69	347,46	177,23	524,69
28502	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20456	251,08	204,95	456,03	251,08	204,95	456,03	251,08	204,95	456,03
27015	-	-	376,31	143,05	233,26	376,31	143,05	233,26	376,31
27632	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19612	248,30	202,71	451,01	248,30	202,71	451,01	248,30	202,71	451,01
25735	-	-	-	-	-	-	614,53	57,25	671,79
27162	-	-	-	-	-	-	497,10	166,39	663,49
26700	-	-	-	-	-	-	249,49	203,67	453,16

**APÊNDICE PP – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com V2G**

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	675,03	0,00	675,03	0,00	675,03
21317	223,97	193,16	235,80	181,34	235,80	181,34
20967	42,16	46,13	0,00	560,33	0,00	560,33
20190	0,00	666,17	0,00	666,17	0,00	666,17
19916	106,41	123,40	129,74	100,08	129,74	100,08
25509	75,34	94,72	0,00	592,55	0,00	592,55
20088	56,60	74,83	73,24	58,19	73,24	58,19
26272	77,76	112,65	0,00	600,88	0,00	600,88
19611	0,00	728,00	0,00	728,00	0,00	728,00
26723	308,37	272,60	337,19	243,78	342,77	238,20
25664	214,25	230,06	0,00	683,25	0,00	683,25
24467	0,00	803,44	0,00	803,44	0,00	803,44
24240	398,85	682,47	551,15	530,18	595,12	486,20
27136	44,48	190,15	0,00	619,38	0,01	619,38
20961	58,31	261,20	142,01	177,50	0,00	652,87
23568	78,24	353,54	195,45	236,32	0,00	678,22
27874	0,00	600,19	0,00	600,19	0,00	600,19
21577	307,73	219,85	309,90	217,67	313,86	213,72
21202	277,44	214,05	0,00	702,39	0,24	702,15
22887	0,00	741,00	0,00	741,00	0,01	740,98
20884	184,78	165,40	194,55	155,63	197,57	152,61
20676	0,00	685,54	0,00	685,54	0,00	685,54
20951	224,53	219,36	251,85	192,03	0,04	683,04
19606	516,10	536,36	569,22	483,24	33,74	898,41
21223	248,73	302,04	0,00	726,83	0,35	726,48
26483	239,08	308,68	0,00	725,58	0,27	725,31
19614	267,11	448,03	322,28	392,86	374,34	340,79
21121	0,00	722,40	0,00	722,40	0,00	722,40
19613	315,33	449,99	372,52	392,79	420,59	344,73
22028	79,06	150,84	103,31	126,59	0,03	617,35
26636	88,18	188,53	121,87	154,84	136,09	140,62
23548	0,00	736,86	0,00	736,86	0,01	736,85
28502	104,72	232,16	146,69	190,20	164,91	171,97
20456	0,00	683,48	0,00	683,48	0,00	683,48
27015	0,00	621,00	0,00	621,00	0,01	620,99
27632	203,35	518,77	291,81	430,31	334,96	387,16
19612	0,00	687,54	0,00	687,54	0,00	687,54
25735	234,57	681,89	406,88	509,58	0,89	859,23
27162	132,93	589,13	269,99	452,07	0,00	822,35
26700	60,86	333,48	153,96	240,38	0,00	685,80

APÊNDICE QQ – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com V2G

UC	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	25%	75%	25%	75%	25%	75%
21317	54%	46%	57%	43%	57%	43%
20967	48%	52%	10%	90%	10%	90%
20190	25%	75%	25%	75%	25%	75%
19916	46%	54%	56%	44%	56%	44%
25509	44%	56%	16%	84%	16%	84%
20088	43%	57%	56%	44%	56%	44%
26272	41%	59%	17%	83%	17%	83%
19611	33%	67%	33%	67%	33%	67%
26723	53%	47%	58%	42%	59%	41%
25664	48%	52%	30%	70%	30%	70%
24467	34%	66%	34%	66%	34%	66%
24240	37%	63%	51%	49%	55%	45%
27136	19%	81%	20%	80%	20%	80%
20961	18%	82%	44%	56%	24%	76%
23568	18%	82%	45%	55%	30%	70%
27874	17%	83%	17%	83%	17%	83%
21577	58%	42%	59%	41%	59%	41%
21202	56%	44%	32%	68%	32%	68%
22887	34%	66%	34%	66%	34%	66%
20884	53%	47%	56%	44%	56%	44%
20676	26%	74%	26%	74%	26%	74%
20951	51%	49%	57%	43%	30%	70%
19606	49%	51%	54%	46%	43%	57%
21223	45%	55%	33%	67%	33%	67%
26483	44%	56%	33%	67%	33%	67%
19614	37%	63%	45%	55%	52%	48%
21121	33%	67%	33%	67%	33%	67%
19613	41%	59%	49%	51%	55%	45%
22028	34%	66%	45%	55%	19%	81%
26636	32%	68%	44%	56%	49%	51%
23548	34%	66%	34%	66%	34%	66%
28502	31%	69%	44%	56%	49%	51%
20456	26%	74%	26%	74%	26%	74%
27015	20%	80%	20%	80%	20%	80%
27632	28%	72%	40%	60%	46%	54%
19612	26%	74%	26%	74%	26%	74%
25735	26%	74%	44%	56%	41%	59%
27162	18%	82%	37%	63%	35%	65%
26700	15%	85%	39%	61%	26%	74%

**APÊNDICE RR – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 2 kWh
e V2G**

Bateria de 2 kWh e V2G								
UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	905,45	667,91	905,45	667,91	905,45	667,91
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	623,62	555,46	623,62	555,46
20190	2	1558	885,33	659,51	885,33	659,51	885,33	659,51
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	705,40	590,38	705,40	590,38
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	725,75	598,30	725,75	598,30
19611	3	1559	1088,90	723,84	1088,90	723,84	1088,90	723,84
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	979,64	680,27	979,64	680,27
24467	4	1559	1219,65	790,69	1219,65	790,69	1219,65	790,69
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	769,97	615,88	769,97	615,88
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	854,84	646,91
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	967,11	675,36
27874	1	1560	724,09	597,65	724,09	597,65	724,09	597,65
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	1026,82	698,90	1026,82	698,90
22887	3	1560	1119,92	736,49	1119,92	736,49	1119,92	736,49
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	929,09	677,87	929,09	677,87	929,09	677,87
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	979,22	680,10
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1587,80	369,96
21223	3	1560	550,77	550,77	1086,10	722,70	1086,10	722,70
26483	3	1560	547,76	547,76	1083,09	721,48	1083,09	721,48
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	1075,46	718,38	1075,46	718,38	1075,46	718,38
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	765,24	613,97
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	1110,07	732,47	1110,07	732,47	1110,07	732,47
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	924,49	675,92	924,49	675,92	924,49	675,92
27015	1	1560	773,77	617,42	773,77	617,42	773,77	617,42
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	933,57	679,76	933,57	679,76	933,57	679,76
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1451,80	835,18
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	1257,39	808,52
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	929,67	678,11

APÊNDICE SS – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 2 kWh e V2G

UC	Bateria de 2 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)
19615	140,96	63,28	140,96	63,28	140,96	63,28
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	38,43	4,07	38,43	4,07
20190	134,66	57,70	134,66	57,70	134,66	57,70
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	64,62	17,04	64,62	17,04
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	70,83	23,49	70,83	23,49
19611	241,80	90,22	241,80	90,22	241,80	90,22
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	201,02	64,89	201,02	64,89
24467	289,37	106,34	289,37	106,34	289,37	106,34
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	83,91	37,68	83,91	37,68
20961	-	-	-	-	124,98	49,35
23568	-	-	-	-	196,24	61,97
27874	70,33	22,97	70,33	22,97	70,33	22,97
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	218,81	75,81	218,81	75,81
22887	253,09	97,48	253,09	97,48	253,09	97,48
20884	-	-	-	-	-	-
20676	148,27	69,88	148,27	69,88	148,27	69,88
20951	-	-	-	-	200,86	64,79
19606	-	-	-	-	387,87	262,11
21223	-	-	240,77	89,56	240,77	89,56
26483	-	-	239,67	88,85	239,67	88,85
19614	-	-	-	-	-	-
21121	236,87	87,07	236,87	87,07	236,87	87,07
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	82,54	36,14
26636	-	-	-	-	-	-
23548	249,52	95,18	249,52	95,18	249,52	95,18
28502	-	-	-	-	-	-
20456	146,86	68,61	146,86	68,61	146,86	68,61
27015	85,00	38,91	85,00	38,91	85,00	38,91
27632	-	-	-	-	-	-
19612	149,64	71,12	149,64	71,12	149,64	71,12
25735	-	-	-	-	349,65	234,19
27162	-	-	-	-	302,26	113,48
26700	-	-	-	-	148,45	70,04

APÊNDICE TT – Energia injetada na rede dos SFCR (ESFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 2 kWh e V2G

UC	Bateria de 2 kWh e V2G								
	30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)
19615	219,52	209,92	429,45	219,52	209,92	429,45	219,52	209,92	429,45
21317	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	-	161,49	275,90	437,39	161,49	275,90	437,39
20190	225,71	214,88	440,60	225,71	214,88	440,60	225,71	214,88	440,60
19916	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	-	126,28	252,53	378,81	126,28	252,53	378,81
20088	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	-	120,25	246,72	366,97	120,25	246,72	366,97
19611	317,81	180,91	498,72	317,81	180,91	498,72	317,81	180,91	498,72
26723	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	-	358,10	204,64	562,74	358,10	204,64	562,74
24467	472,00	171,78	643,78	472,00	171,78	643,78	472,00	171,78	643,78
24240	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	-	107,70	234,08	341,78	107,70	234,08	341,78
20961	-	-	-	-	-	-	235,25	222,39	457,65
23568	-	-	-	-	-	-	362,82	207,36	570,18
27874	120,74	247,19	367,93	120,74	247,19	367,93	120,74	247,19	367,93
21577	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	-	340,52	194,39	534,92	340,52	194,39	534,92
22887	306,68	174,18	480,86	306,68	174,18	480,86	306,68	174,18	480,86
20884	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20676	212,34	204,10	416,43	212,34	204,10	416,43	212,34	204,10	416,43
20951	-	-	-	-	-	-	358,26	204,73	562,99
19606	-	-	-	-	-	-	538,20	31,58	569,78
21223	-	-	-	318,82	181,52	500,34	318,82	181,52	500,34
26483	-	-	-	319,90	182,17	502,08	319,90	182,17	502,08
19614	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21121	322,68	183,83	506,51	322,68	183,83	506,51	322,68	183,83	506,51
19613	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	-	-	109,00	235,43	344,44
26636	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23548	310,20	176,32	486,52	310,20	176,32	486,52	310,20	176,32	486,52
28502	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20456	213,73	205,23	418,96	213,73	205,23	418,96	213,73	205,23	418,96
27015	106,65	232,99	339,64	106,65	232,99	339,64	106,65	232,99	339,64
27632	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19612	210,99	203,00	413,99	210,99	203,00	413,99	210,99	203,00	413,99
25735	-	-	-	-	-	-	576,31	56,20	632,51
27162	-	-	-	-	-	-	459,19	165,72	624,91
26700	-	-	-	-	-	-	212,16	203,96	416,12

APÊNDICE UU – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 2 kWh e V2G

UC	Bateria de 2 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	37,45	33,30	37,45	33,30	37,45	33,30
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	28,12	25,66	28,12	25,66
20190	37,57	33,45	37,57	33,45	37,57	33,45
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	37,15	33,36	37,15	33,36
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	36,96	33,13	36,96	33,13
19611	37,37	33,04	37,37	33,04	37,37	33,04
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	37,85	33,47	37,85	33,47
24467	37,99	33,25	37,99	33,25	37,99	33,25
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	36,44	32,50	36,44	32,50
20961	-	-	-	-	37,70	33,60
23568	-	-	-	-	37,92	33,54
27874	36,98	33,14	36,98	33,14	36,98	33,14
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	37,64	33,29	37,64	33,29
22887	37,20	32,86	37,20	32,86	37,20	32,86
20884	-	-	-	-	-	-
20676	37,33	33,08	37,33	33,08	37,33	33,08
20951	-	-	-	-	37,86	33,47
19606	-	-	-	-	38,12	32,52
21223	-	-	37,38	33,06	37,38	33,06
26483	-	-	37,40	33,09	37,40	33,09
19614	-	-	-	-	-	-
21121	37,43	33,13	37,43	33,13	37,43	33,13
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	36,50	32,58
26636	-	-	-	-	-	-
23548	37,25	32,91	37,25	32,91	37,25	32,91
28502	-	-	-	-	-	-
20456	37,36	33,11	37,36	33,11	37,36	33,11
27015	36,40	32,44	36,40	32,44	36,40	32,44
27632	-	-	-	-	-	-
19612	37,30	33,04	37,30	33,04	37,30	33,04
25735	-	-	-	-	38,22	32,77
27162	-	-	-	-	37,91	33,13
26700	-	-	-	-	37,33	33,07

**APÊNDICE VV – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada (ERA)
com bateria de 2 kWh e V2G**

UC	Bateria de 2 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	667,91	0,00	667,91	0,00	667,91
21317	203,40	213,73	213,29	203,85	213,29	203,85
20967	38,27	50,02	0,00	555,46	0,00	555,46
20190	0,00	659,51	0,00	659,51	0,00	659,51
19916	96,95	132,87	118,35	111,47	118,35	111,47
25509	68,95	101,11	0,00	590,38	0,00	590,38
20088	52,10	79,34	66,77	64,67	66,77	64,67
26272	72,15	118,26	0,00	598,30	0,00	598,30
19611	0,00	723,84	0,00	723,84	0,00	723,84
26723	290,79	290,18	318,30	262,67	323,13	257,84
25664	202,22	242,09	0,00	680,27	0,00	680,27
24467	0,00	790,69	0,00	790,69	0,00	790,69
24240	367,28	714,04	506,57	574,75	546,62	534,71
27136	40,49	194,14	0,00	615,88	0,01	615,87
20961	54,61	264,90	133,24	186,27	0,00	646,91
23568	74,30	357,48	185,11	246,66	0,00	675,36
27874	0,00	597,65	0,00	597,65	0,00	597,65
21577	286,30	241,28	289,69	237,89	296,55	231,03
21202	257,88	233,61	0,00	698,90	0,22	698,68
22887	0,00	736,49	0,00	736,49	0,01	736,49
20884	170,92	179,26	181,02	169,16	184,79	165,39
20676	0,00	677,87	0,00	677,87	0,00	677,87
20951	207,47	236,42	235,53	208,36	0,02	680,08
19606	465,48	586,98	517,74	534,72	29,06	340,90
21223	229,61	321,16	0,00	722,70	0,22	722,48
26483	221,11	326,65	0,00	721,48	0,18	721,30
19614	240,01	475,13	291,95	423,19	345,39	369,75
21121	0,00	718,38	0,00	718,38	0,00	718,38
19613	287,52	477,79	338,39	426,92	386,35	378,96
22028	73,91	155,99	95,95	133,95	0,03	613,94
26636	81,03	195,67	112,99	163,71	126,66	150,05
23548	0,00	732,47	0,00	732,47	0,00	732,46
28502	96,62	240,27	136,00	200,88	153,39	183,50
20456	0,00	675,92	0,00	675,92	0,00	675,92
27015	0,00	617,42	0,00	617,42	0,01	617,41
27632	185,07	537,05	264,40	457,72	305,60	416,52
19612	0,00	679,76	0,00	679,76	0,00	679,76
25735	217,43	699,03	373,99	542,47	0,85	834,34
27162	123,60	598,45	247,01	475,05	0,00	808,52
26700	57,36	336,98	144,27	250,07	0,00	678,11

**APÊNDICE WW – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede
(PRE) com bateria de 2 kWh e V2G**

UC	Bateria de 2 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	26%	74%	26%	74%	26%	74%
21317	49%	51%	51%	49%	51%	49%
20967	43%	57%	11%	89%	11%	89%
20190	26%	74%	26%	74%	26%	74%
19916	42%	58%	51%	49%	51%	49%
25509	41%	59%	16%	84%	16%	84%
20088	40%	60%	51%	49%	51%	49%
26272	38%	62%	18%	82%	18%	82%
19611	34%	66%	34%	66%	34%	66%
26723	50%	50%	55%	45%	56%	44%
25664	46%	54%	31%	69%	31%	69%
24467	35%	65%	35%	65%	35%	65%
24240	34%	66%	47%	53%	51%	49%
27136	17%	83%	20%	80%	20%	80%
20961	17%	83%	42%	58%	24%	76%
23568	17%	83%	43%	57%	30%	70%
27874	17%	83%	17%	83%	17%	83%
21577	54%	46%	55%	45%	56%	44%
21202	52%	48%	32%	68%	32%	68%
22887	34%	66%	34%	66%	34%	66%
20884	49%	51%	52%	48%	53%	47%
20676	27%	73%	27%	73%	27%	73%
20951	47%	53%	53%	47%	31%	69%
19606	44%	56%	49%	51%	79%	21%
21223	42%	58%	33%	67%	33%	67%
26483	40%	60%	33%	67%	33%	67%
19614	34%	66%	41%	59%	48%	52%
21121	33%	67%	33%	67%	33%	67%
19613	38%	62%	44%	56%	50%	50%
22028	32%	68%	42%	58%	20%	80%
26636	29%	71%	41%	59%	46%	54%
23548	34%	66%	34%	66%	34%	66%
28502	29%	71%	40%	60%	46%	54%
20456	27%	73%	27%	73%	27%	73%
27015	20%	80%	20%	80%	20%	80%
27632	26%	74%	37%	63%	42%	58%
19612	27%	73%	27%	73%	27%	73%
25735	24%	76%	41%	59%	43%	57%
27162	17%	83%	34%	66%	36%	64%
26700	15%	85%	37%	63%	27%	73%

**APÊNDICE XX – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 4 kWh
e V2G**

Bateria de 4 kWh e V2G								
UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	905,45	667,87	905,45	667,87	905,45	667,87
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	623,62	555,46	623,62	555,46
20190	2	1558	885,33	658,96	885,33	658,96	885,33	658,96
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	705,40	583,11	705,40	583,11
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	725,75	591,10	725,75	591,10
19611	3	1559	1088,90	723,84	1088,90	723,84	1088,90	723,84
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	979,64	680,14	979,64	680,14
24467	4	1559	1219,65	790,68	1219,65	790,68	1219,65	790,68
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	769,97	610,74	769,97	610,74
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	854,84	644,14
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	967,11	674,92
27874	1	1560	724,09	590,40	724,09	590,40	724,09	590,40
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	1026,82	698,90	1026,82	698,90
22887	3	1560	1119,92	736,49	1119,92	736,49	1119,92	736,49
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	929,09	677,87	929,09	677,87	929,09	677,87
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	979,22	679,97
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1587,80	367,57
21223	3	1560	550,77	550,77	1086,10	722,70	1086,10	722,70
26483	3	1560	547,76	547,76	1083,09	721,48	1083,09	721,48
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	1075,46	718,38	1075,46	718,38	1075,46	718,38
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	765,24	608,26
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	1110,07	732,47	1110,07	732,47	1110,07	732,47
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	924,49	675,92	924,49	675,92	924,49	675,92
27015	1	1560	773,77	612,80	773,77	612,80	773,77	612,80
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	933,57	679,76	933,57	679,76	933,57	679,76
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1451,80	834,79
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	1257,39	808,52
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	929,67	678,11

APÊNDICE YY – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 4 kWh e V2G

UC	Bateria de 4 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)
19615	140,96	32,74	140,96	32,74	140,96	32,74
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	38,43	4,07	38,43	4,07
20190	134,66	27,55	134,66	27,55	134,66	27,55
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	64,62	8,56	64,62	8,56
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	70,83	10,35	70,83	10,35
19611	241,80	59,72	241,80	59,72	241,80	59,72
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	201,02	33,66	201,02	33,66
24467	289,37	74,59	289,37	74,59	289,37	74,59
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	83,91	16,35	83,91	16,35
20961	-	-	-	-	124,98	21,43
23568	-	-	-	-	196,24	31,02
27874	70,33	10,19	70,33	10,19	70,33	10,19
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	218,81	44,83	218,81	44,83
22887	253,09	67,10	253,09	67,10	253,09	67,10
20884	-	-	-	-	-	-
20676	148,27	39,52	148,27	39,52	148,27	39,52
20951	-	-	-	-	200,86	33,57
19606	-	-	-	-	387,87	233,42
21223	-	-	240,77	59,05	240,77	59,05
26483	-	-	239,67	58,33	239,67	58,33
19614	-	-	-	-	-	-
21121	236,87	56,50	236,87	56,50	236,87	56,50
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	82,54	15,66
26636	-	-	-	-	-	-
23548	249,52	64,76	249,52	64,76	249,52	64,76
28502	-	-	-	-	-	-
20456	146,86	38,17	146,86	38,17	146,86	38,17
27015	85,00	16,92	85,00	16,92	85,00	16,92
27632	-	-	-	-	-	-
19612	149,64	40,81	149,64	40,81	149,64	40,81
25735	-	-	-	-	349,65	203,17
27162	-	-	-	-	302,26	81,84
26700	-	-	-	-	148,45	39,69

APÊNDICE ZZ – Energia injetada na rede dos SFCR (ESFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 4 kWh e V2G

UC	Bateria de 4 kWh e V2G								
	30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)
19615	186,05	209,92	395,97	186,05	209,92	395,97	186,05	209,92	395,97
21317	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	-	161,62	275,90	437,52	161,62	275,90	437,52
20190	192,06	214,88	406,95	192,06	214,88	406,95	192,06	214,88	406,95
19916	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	-	109,71	252,53	362,24	109,71	252,53	362,24
20088	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	-	98,60	246,72	345,32	98,60	246,72	345,32
19611	283,93	180,91	464,84	283,93	180,91	464,84	283,93	180,91	464,84
26723	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	-	323,65	204,64	528,29	323,65	204,64	528,29
24467	437,29	171,78	609,08	437,29	171,78	609,08	437,29	171,78	609,08
24240	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	-	79,02	234,08	313,10	79,02	234,08	313,10
20961	-	-	-	-	-	-	201,64	222,39	424,03
23568	-	-	-	-	-	-	328,31	207,36	535,67
27874	99,44	247,19	346,63	99,44	247,19	346,63	99,44	247,19	346,63
21577	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	-	306,26	194,39	500,65	306,26	194,39	500,65
22887	273,02	174,18	447,20	273,02	174,18	447,20	273,02	174,18	447,20
20884	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20676	179,09	204,10	383,18	179,09	204,10	383,18	179,09	204,10	383,18
20951	-	-	-	-	-	-	323,81	204,73	528,54
19606	-	-	-	-	-	-	503,31	31,58	534,89
21223	-	-	-	284,92	181,52	466,44	284,92	181,52	466,44
26483	-	-	-	285,98	182,17	468,15	285,98	182,17	468,15
19614	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21121	288,69	183,83	472,53	288,69	183,83	472,53	288,69	183,83	472,53
19613	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	-	-	80,65	235,43	316,08
26636	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23548	276,46	176,32	452,78	276,46	176,32	452,78	276,46	176,32	452,78
28502	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20456	180,43	205,23	385,67	180,43	205,23	385,67	180,43	205,23	385,67
27015	77,81	232,99	310,81	77,81	232,99	310,81	77,81	232,99	310,81
27632	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19612	177,78	203,00	380,78	177,78	203,00	380,78	177,78	203,00	380,78
25735	-	-	-	-	-	-	541,03	56,20	597,23
27162	-	-	-	-	-	-	424,67	165,72	590,39
26700	-	-	-	-	-	-	178,92	203,96	382,87

APÊNDICE AAA – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 4 kWh e V2G

UC	Bateria de 4 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	70,93	63,88	70,93	63,88	70,93	63,88
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	27,99	25,66	27,99	25,66
20190	71,22	64,16	71,22	64,16	71,22	64,16
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	53,72	49,11	53,72	49,11
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	58,61	53,46	58,61	53,46
19611	71,25	63,55	71,25	63,55	71,25	63,55
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	72,30	64,82	72,30	64,82
24467	72,69	65,01	72,69	65,01	72,69	65,01
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	65,12	58,97	65,12	58,97
20961	-	-	-	-	71,32	64,29
23568	-	-	-	-	72,42	64,93
27874	58,28	53,17	58,28	53,17	58,28	53,17
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	71,90	64,28	71,90	64,28
22887	70,87	63,24	70,87	63,24	70,87	63,24
20884	-	-	-	-	-	-
20676	70,58	63,44	70,58	63,44	70,58	63,44
20951	-	-	-	-	72,31	64,82
19606	-	-	-	-	73,01	63,60
21223	-	-	71,28	63,58	71,28	63,58
26483	-	-	71,32	63,62	71,32	63,62
19614	-	-	-	-	-	-
21121	71,41	63,70	71,41	63,70	71,41	63,70
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	64,86	58,78
26636	-	-	-	-	-	-
23548	70,99	63,34	70,99	63,34	70,99	63,34
28502	-	-	-	-	-	-
20456	70,65	63,55	70,65	63,55	70,65	63,55
27015	65,23	59,04	65,23	59,04	65,23	59,04
27632	-	-	-	-	-	-
19612	70,51	63,36	70,51	63,36	70,51	63,36
25735	-	-	-	-	73,50	64,18
27162	-	-	-	-	72,43	64,77
26700	-	-	-	-	70,57	63,43

**APÊNDICE BBB – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada
(ERA) com bateria de 4 kWh e V2G**

UC	Bateria de 4 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	667,87	0,00	667,87	0,00	667,87
21317	187,61	229,53	210,07	207,07	210,07	207,07
20967	35,57	52,72	0,00	555,46	0,00	555,46
20190	0,00	658,96	0,00	658,96	0,00	658,96
19916	90,18	139,64	113,55	116,27	113,55	116,27
25509	64,49	105,57	0,00	583,11	0,00	583,11
20088	48,87	82,57	63,55	67,89	63,55	67,89
26272	67,81	122,60	0,00	591,10	0,00	591,10
19611	0,00	723,84	0,00	723,84	0,00	723,84
26723	276,99	303,98	303,62	277,35	307,92	273,05
25664	191,42	252,88	0,00	680,14	0,00	680,14
24467	0,00	790,68	0,00	790,68	0,00	790,68
24240	344,10	737,22	477,01	604,31	515,31	566,01
27136	37,51	197,12	0,00	610,74	0,00	610,73
20961	50,13	269,38	126,21	193,30	0,00	644,14
23568	69,41	362,36	175,71	256,07	0,00	674,92
27874	0,00	590,40	0,00	590,40	0,00	590,40
21577	268,11	259,47	272,22	255,36	284,27	243,31
21202	242,31	249,18	0,00	698,90	0,16	698,74
22887	0,00	736,49	0,00	736,49	0,01	736,49
20884	161,39	188,79	170,10	180,08	176,65	173,53
20676	0,00	677,87	0,00	677,87	0,00	677,87
20951	193,48	250,41	221,27	222,62	0,01	679,96
19606	433,77	618,69	486,15	566,31	28,76	338,81
21223	211,44	339,32	0,00	722,70	0,13	722,56
26483	203,12	344,64	0,00	721,48	0,12	721,36
19614	219,31	495,82	270,58	444,56	324,48	390,66
21121	0,00	718,38	0,00	718,38	0,00	718,38
19613	269,05	496,27	317,62	447,69	365,22	400,09
22028	69,51	160,39	90,81	139,09	0,03	608,24
26636	74,68	202,02	106,04	170,67	120,03	156,68
23548	0,00	732,47	0,00	732,47	0,00	732,46
28502	89,04	247,85	127,58	209,31	145,30	191,59
20456	0,00	675,92	0,00	675,92	0,00	675,92
27015	0,00	612,80	0,00	612,80	0,00	612,79
27632	169,03	553,09	244,06	478,06	285,55	436,57
19612	0,00	679,76	0,00	679,76	0,00	679,76
25735	199,86	716,61	349,87	566,60	0,85	833,94
27162	111,94	610,11	227,45	494,61	0,00	808,52
26700	52,19	342,16	134,73	259,61	0,00	678,11

**APÊNDICE CCC – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede
(PRE) com bateria de 4 kWh e V2G**

UC	Bateria de 4 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	26%	74%	26%	74%	26%	74%
21317	45%	55%	50%	50%	50%	50%
20967	40%	60%	11%	89%	11%	89%
20190	26%	74%	26%	74%	26%	74%
19916	39%	61%	49%	51%	49%	51%
25509	38%	62%	17%	83%	17%	83%
20088	37%	63%	48%	52%	48%	52%
26272	36%	64%	19%	81%	19%	81%
19611	34%	66%	34%	66%	34%	66%
26723	48%	52%	52%	48%	53%	47%
25664	43%	57%	31%	69%	31%	69%
24467	35%	65%	35%	65%	35%	65%
24240	32%	68%	44%	56%	48%	52%
27136	16%	84%	21%	79%	21%	79%
20961	16%	84%	40%	60%	25%	75%
23568	16%	84%	41%	59%	30%	70%
27874	18%	82%	18%	82%	18%	82%
21577	51%	49%	52%	48%	54%	46%
21202	49%	51%	32%	68%	32%	68%
22887	34%	66%	34%	66%	34%	66%
20884	46%	54%	49%	51%	50%	50%
20676	27%	73%	27%	73%	27%	73%
20951	44%	56%	50%	50%	31%	69%
19606	41%	59%	46%	54%	79%	21%
21223	38%	62%	33%	67%	33%	67%
26483	37%	63%	33%	67%	33%	67%
19614	31%	69%	38%	62%	45%	55%
21121	33%	67%	33%	67%	33%	67%
19613	35%	65%	42%	58%	48%	52%
22028	30%	70%	39%	61%	21%	79%
26636	27%	73%	38%	62%	43%	57%
23548	34%	66%	34%	66%	34%	66%
28502	26%	74%	38%	62%	43%	57%
20456	27%	73%	27%	73%	27%	73%
27015	21%	79%	21%	79%	21%	79%
27632	23%	77%	34%	66%	40%	60%
19612	27%	73%	27%	73%	27%	73%
25735	22%	78%	38%	62%	43%	57%
27162	16%	84%	32%	68%	36%	64%
26700	13%	87%	34%	66%	27%	73%

APÊNDICE DDD – Consumo mensal (CM) e energia da rede (ER) com bateria de 10 kWh e V2G

Bateria de 10 kWh e V2G								
UC	Classe	TRF	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
			CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)	CM (kWh)	ER (kWh)
19615	2	1558	905,45	653,28	905,45	653,28	905,45	653,28
21317	2	1558	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13	417,13
20967	1	1558	88,29	88,29	623,62	555,46	623,62	555,46
20190	2	1558	885,33	645,40	885,33	645,40	885,33	645,40
19916	1	1558	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82	229,82
25509	1	1558	170,06	170,06	705,40	582,63	705,40	582,63
20088	1	1558	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44
26272	1	1558	190,41	190,41	725,75	589,63	725,75	589,63
19611	3	1559	1088,90	704,50	1088,90	704,50	1088,90	704,50
26723	3	1559	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97	580,97
25664	3	1559	444,31	444,31	979,64	662,45	979,64	662,45
24467	4	1559	1219,65	771,40	1219,65	771,40	1219,65	771,40
24240	5	1559	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32	1081,32
27136	1	1559	234,63	234,63	769,97	605,51	769,97	605,51
20961	2	1559	319,51	319,51	319,51	319,51	854,84	633,88
23568	3	1559	431,78	431,78	431,78	431,78	967,11	658,04
27874	1	1560	724,09	589,05	724,09	589,05	724,09	589,05
21577	3	1560	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58	527,58
21202	3	1560	491,49	491,49	1026,82	679,98	1026,82	679,98
22887	3	1560	1119,92	717,53	1119,92	717,53	1119,92	717,53
20884	2	1560	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
20676	2	1560	929,09	662,57	929,09	662,57	929,09	662,57
20951	3	1560	443,89	443,89	443,89	443,89	979,22	662,30
19606	5	1560	1052,46	1052,46	1052,46	1052,46	1587,80	363,92
21223	3	1560	550,77	550,77	1086,10	703,35	1086,10	703,35
26483	3	1560	547,76	547,76	1083,09	702,11	1083,09	702,11
19614	4	1560	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14	715,14
21121	3	1560	1075,46	698,97	1075,46	698,97	1075,46	698,97
19613	5	1560	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32	765,32
22028	1	1560	229,90	229,90	229,90	229,90	765,24	603,74
26636	2	1560	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71	276,71
23548	3	1560	1110,07	713,34	1110,07	713,34	1110,07	713,34
28502	2	1560	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89	336,89
20456	2	1560	924,49	660,75	924,49	660,75	924,49	660,75
27015	1	1560	773,77	606,96	773,77	606,96	773,77	606,96
27632	4	1560	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12	722,12
19612	2	1560	933,57	664,35	933,57	664,35	933,57	664,35
25735	5	1560	916,46	916,46	916,46	916,46	1451,80	834,78
27162	4	1560	722,06	722,06	722,06	722,06	1257,39	788,48
26700	2	1560	394,34	394,34	394,34	394,34	929,67	662,79

APÊNDICE EEE – Energia consumida instantaneamente dos SFCR (ESFCR) e a energia consumida instantaneamente do veículo elétrico (EVE) com bateria de 10 kWh e V2G

UC	Bateria de 10 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)	ESFCR (kWh)	EVE (kWh)
19615	140,96	23,00	140,96	23,00	140,96	23,00
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	38,43	4,07	38,43	4,07
20190	134,66	21,45	134,66	21,45	134,66	21,45
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	64,62	7,91	64,62	7,91
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	70,83	8,87	70,83	8,87
19611	241,80	34,94	241,80	34,94	241,80	34,94
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	201,02	26,63	201,02	26,63
24467	289,37	36,20	289,37	36,20	289,37	36,20
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	83,91	11,43	83,91	11,43
20961	-	-	-	-	124,98	19,41
23568	-	-	-	-	196,24	25,83
27874	70,33	8,79	70,33	8,79	70,33	8,79
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	218,81	29,78	218,81	29,78
22887	253,09	37,75	253,09	37,75	253,09	37,75
20884	-	-	-	-	-	-
20676	148,27	24,93	148,27	24,93	148,27	24,93
20951	-	-	-	-	200,86	26,60
19606	-	-	-	-	387,87	142,23
21223	-	-	240,77	34,69	240,77	34,69
26483	-	-	239,67	34,43	239,67	34,43
19614	-	-	-	-	-	-
21121	236,87	33,76	236,87	33,76	236,87	33,76
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	82,54	11,11
26636	-	-	-	-	-	-
23548	249,52	36,84	249,52	36,84	249,52	36,84
28502	-	-	-	-	-	-
20456	146,86	24,56	146,86	24,56	146,86	24,56
27015	85,00	11,71	85,00	11,71	85,00	11,71
27632	-	-	-	-	-	-
19612	149,64	25,29	149,64	25,29	149,64	25,29
25735	-	-	-	-	349,65	106,91
27162	-	-	-	-	302,26	38,96
26700	-	-	-	-	148,45	24,98

APÊNDICE FFF – Energia injetada na rede dos SFCR (ESFCR), energia injetada na rede do veículo elétrico (EIVE) e energia injetada na rede (EI) com bateria de 10 kWh e V2G

UC	Bateria de 10 kWh e V2G								
	30% de SFCR			50% de SFCR			70% de SFCR		
	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)	EISFCR (kWh)	EIVE (kWh)	EI (kWh)
19615	160,77	209,92	370,69	160,77	209,92	370,69	160,77	209,92	370,69
21317	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	-	161,44	275,90	437,34	161,44	275,90	437,34
20190	171,88	214,88	386,76	171,88	214,88	386,76	171,88	214,88	386,76
19916	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	-	108,63	252,53	361,16	108,63	252,53	361,16
20088	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	-	95,70	246,72	342,41	95,70	246,72	342,41
19611	237,58	180,91	418,49	237,58	180,91	418,49	237,58	180,91	418,49
26723	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	-	298,23	204,64	502,87	298,23	204,64	502,87
24467	375,81	171,78	547,60	375,81	171,78	547,60	375,81	171,78	547,60
24240	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	-	68,76	234,08	302,84	68,76	234,08	302,84
20961	-	-	-	-	-	-	189,49	222,39	411,89
23568	-	-	-	-	-	-	305,82	207,36	513,18
27874	96,75	247,19	343,94	96,75	247,19	343,94	96,75	247,19	343,94
21577	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	-	270,91	194,39	465,30	270,91	194,39	465,30
22887	221,99	174,18	396,17	221,99	174,18	396,17	221,99	174,18	396,17
20884	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20676	147,87	204,10	351,96	147,87	204,10	351,96	147,87	204,10	351,96
20951	-	-	-	-	-	-	298,48	204,73	503,21
19606	-	-	-	-	-	-	399,65	31,58	431,23
21223	-	-	-	239,02	181,52	420,54	239,02	181,52	420,54
26483	-	-	-	240,57	182,17	422,74	240,57	182,17	422,74
19614	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21121	244,51	183,83	428,35	244,51	183,83	428,35	244,51	183,83	428,35
19613	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	-	-	71,52	235,43	306,95
26636	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23548	226,85	176,32	403,17	226,85	176,32	403,17	226,85	176,32	403,17
28502	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20456	150,37	205,23	355,61	150,37	205,23	355,61	150,37	205,23	355,61
27015	66,60	232,99	299,59	66,60	232,99	299,59	66,60	232,99	299,59
27632	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19612	145,44	203,00	348,44	145,44	203,00	348,44	145,44	203,00	348,44
25735	-	-	-	-	-	-	436,20	56,20	492,39
27162	-	-	-	-	-	-	357,34	165,72	523,06
26700	-	-	-	-	-	-	147,55	203,96	351,51

APÊNDICE GGG – Energia armazenada na bateria (EB), e energia descarregada na carga (EBC) com bateria de 10 kWh e V2G

UC	Bateria de 10 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)	EB (kWh)	EBC (kWh)
19615	96,21	88,21	96,21	88,21	96,21	88,21
21317	-	-	-	-	-	-
20967	-	-	28,17	25,66	28,17	25,66
20190	91,40	83,82	91,40	83,82	91,40	83,82
19916	-	-	-	-	-	-
25509	-	-	54,80	50,23	54,80	50,23
20088	-	-	-	-	-	-
26272	-	-	61,52	56,42	61,52	56,42
19611	117,59	107,67	117,59	107,67	117,59	107,67
26723	-	-	-	-	-	-
25664	-	-	97,72	89,54	97,72	89,54
24467	134,17	122,68	134,17	122,68	134,17	122,68
24240	-	-	-	-	-	-
27136	-	-	75,38	69,12	75,38	69,12
20961	-	-	-	-	83,46	76,57
23568	-	-	-	-	94,91	86,99
27874	60,97	55,91	60,97	55,91	60,97	55,91
21577	-	-	-	-	-	-
21202	-	-	107,25	98,25	107,25	98,25
22887	121,90	111,55	121,90	111,55	121,90	111,55
20884	-	-	-	-	-	-
20676	101,80	93,33	101,80	93,33	101,80	93,33
20951	-	-	-	-	97,63	89,46
19606	-	-	-	-	176,66	158,44
21223	-	-	117,18	107,29	117,18	107,29
26483	-	-	116,73	106,88	116,73	106,88
19614	-	-	-	-	-	-
21121	115,59	105,85	115,59	105,85	115,59	105,85
19613	-	-	-	-	-	-
22028	-	-	-	-	73,99	67,85
26636	-	-	-	-	-	-
23548	120,60	110,38	120,60	110,38	120,60	110,38
28502	-	-	-	-	-	-
20456	100,71	92,33	100,71	92,33	100,71	92,33
27015	76,45	70,10	76,45	70,10	76,45	70,10
27632	-	-	-	-	-	-
19612	102,85	94,29	102,85	94,29	102,85	94,29
25735	-	-	-	-	178,34	160,45
27162	-	-	-	-	139,76	127,70
26700	-	-	-	-	101,94	93,45

**APÊNDICE HHH – Energia alocada (EA) e energia da rede após a energia alocada
(ERA) com bateria de 10 kWh e V2G**

UC	Bateria de 10 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)	EA (kWh)	ERA (kWh)
19615	0,00	653,28	0,00	653,28	0,00	653,28
21317	177,08	240,06	209,21	207,92	209,21	207,92
20967	33,66	54,63	0,00	555,46	0,00	555,46
20190	0,00	645,40	0,00	645,40	0,00	645,40
19916	85,34	144,48	111,95	117,87	111,95	117,87
25509	61,25	108,82	0,00	582,63	0,00	582,63
20088	46,31	85,12	62,11	69,33	62,11	69,33
26272	64,22	126,19	0,00	589,63	0,00	589,63
19611	0,00	704,50	0,00	704,50	0,00	704,50
26723	253,51	327,46	285,60	295,37	292,12	288,85
25664	174,88	269,42	0,00	662,45	0,00	662,45
24467	0,00	771,40	0,00	771,40	0,00	771,40
24240	313,42	767,90	449,05	632,28	491,44	589,89
27136	32,60	202,03	0,00	605,51	0,00	605,51
20961	42,49	277,02	117,40	202,11	0,00	633,88
23568	59,75	372,03	161,89	269,89	0,00	658,04
27874	0,00	589,05	0,00	589,05	0,00	589,05
21577	244,12	283,46	252,83	274,75	264,92	262,66
21202	218,27	273,22	0,00	679,98	0,12	679,86
22887	0,00	717,53	0,00	717,53	0,00	717,53
20884	147,04	203,14	157,76	192,42	164,52	185,66
20676	0,00	662,57	0,00	662,57	0,00	662,57
20951	173,03	270,86	202,57	241,32	0,01	662,29
19606	400,28	652,18	450,47	601,99	24,96	338,96
21223	191,37	359,39	0,00	703,35	0,10	703,24
26483	184,40	363,36	0,00	702,11	0,10	702,01
19614	200,93	514,21	243,60	471,54	297,88	417,26
21121	0,00	698,97	0,00	698,97	0,00	698,97
19613	253,42	511,90	292,55	472,77	339,29	426,03
22028	65,25	164,66	84,00	145,90	0,01	603,72
26636	68,76	207,95	96,59	180,12	110,38	166,33
23548	0,00	713,34	0,00	713,34	0,00	713,34
28502	82,14	254,75	116,36	220,53	133,51	203,38
20456	0,00	660,75	0,00	660,75	0,00	660,75
27015	0,00	606,96	0,00	606,96	0,00	606,96
27632	155,58	566,54	221,02	501,10	258,69	463,43
19612	0,00	664,35	20,09	669,55	0,00	664,35
25735	188,23	728,24	325,71	590,76	0,85	833,94
27162	105,30	616,76	207,74	514,32	0,00	788,48
26700	49,36	344,98	124,87	269,47	0,00	662,79

APÊNDICE III – Porcentagem de energia consumida dos SFCR (PSFCR) e da rede (PRE) com bateria de 10 kWh e V2G

UC	Bateria de 10 kWh e V2G					
	30% de SFCR		50% de SFCR		70% de SFCR	
	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE	PSFCR	PRE
19615	28%	72%	28%	72%	28%	72%
21317	42%	58%	50%	50%	50%	50%
20967	38%	62%	11%	89%	11%	89%
20190	27%	73%	27%	73%	27%	73%
19916	37%	63%	49%	51%	49%	51%
25509	36%	64%	17%	83%	17%	83%
20088	35%	65%	47%	53%	47%	53%
26272	34%	66%	19%	81%	19%	81%
19611	35%	65%	35%	65%	35%	65%
26723	44%	56%	49%	51%	50%	50%
25664	39%	61%	32%	68%	32%	68%
24467	37%	63%	37%	63%	37%	63%
24240	29%	71%	42%	58%	45%	55%
27136	14%	86%	21%	79%	21%	79%
20961	13%	87%	37%	63%	26%	74%
23568	14%	86%	37%	63%	32%	68%
27874	19%	81%	19%	81%	19%	81%
21577	46%	54%	48%	52%	50%	50%
21202	44%	56%	34%	66%	34%	66%
22887	36%	64%	36%	64%	36%	64%
20884	42%	58%	45%	55%	47%	53%
20676	29%	71%	29%	71%	29%	71%
20951	39%	61%	46%	54%	32%	68%
19606	38%	62%	43%	57%	79%	21%
21223	35%	65%	35%	65%	35%	65%
26483	34%	66%	35%	65%	35%	65%
19614	28%	72%	34%	66%	42%	58%
21121	35%	65%	35%	65%	35%	65%
19613	33%	67%	38%	62%	44%	56%
22028	28%	72%	37%	63%	21%	79%
26636	25%	75%	35%	65%	40%	60%
23548	36%	64%	36%	64%	36%	64%
28502	24%	76%	35%	65%	40%	60%
20456	29%	71%	29%	71%	29%	71%
27015	22%	78%	22%	78%	22%	78%
27632	22%	78%	31%	69%	36%	64%
19612	29%	71%	28%	72%	29%	71%
25735	21%	79%	36%	64%	43%	57%
27162	15%	85%	29%	71%	37%	63%
26700	13%	87%	32%	68%	29%	71%