FOTOVOLTAICA UFSC:
Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina
www.fotovoltaica.ufsc.br

Coordenador
Prof. Ricardo Rüther

[P&D ENGIE/UFSC – Relatório de Resultados]

"Relatório de resultados dos sistemas de armazenamento de energia (BESS) em residências da Grande Florianópolis – Santa Catarina."

Junho / 2022

[EQUIPE:

Alexandre de Albuquerque Montenegro	*Eng. Mecânico, Mestre Eng. Civil*
Álvaro Della Justina do Nascimento	*Eng. Eletricista*
Aline Kirsten Vidal de Oliveira	*Eng.ª Eletricista*
Amanda Mendes Ferreira Gomes	*Eng.ª Eletricista*
Andrigo Filippo Gonçalves Antoniolli	*Eng. Civil, Mestre em Eng. Civil*
Anelise Medeiros Pires	*Eng.ª Eletricista*
André Luiz Prado Cechinel	*Eng. Eletricista*
Angélica Paula Caus	*Eng.ª Eletricista*
Carlos Eduardo Possamai	*Eng. De Contr. e Auto., Mestre Eng. Contr. e Automação*
Caroline Bedin	*Engª. Eletricista*
Clarissa Debiazi Zomer	*Arquiteta, Dr. Eng. Civil*
Daniel Odilio dos Santos	*Eng. Eletricista*
Gabriel de Oliveira Assunção	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Elétrica*
Giuliano Luchetta Martins	*Acad. Eng. Mecânica*
Gustavo Xavier de Andrade Pinto	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Prof. Ivo Barbi	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Elétrica*
Prof. Helena Flávia Naspolini	*Eng.ª Eletricista, Dr. Eng. Civil*
Isadora Pauli Custodio	*Arquiteta, Mestre Eng. Civil*
João Martins Junior	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Elétrica*
João Victor Assis da Silveira	*Acad. Eng. Controle e Automação*
Juliane Silva de Almeida	*Eng.ª Eletricista, Mestre Eng. Elétrica*
Julio Boing Neto	*Eng. Eletricista*
Kathlen Schneider	*Eng.ª Civil, Mestre Eng. Civil*
Leonardo Freire Pacheco	*Eng.ª Eletricista, Mestre Eng. Elétrica*
Lucas Parmigiani Zanchetta	*Eng. De Energia*
Lucas Rafael do Nascimento	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Civil*
Manfred Georg Kratzenberg	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Mecânica*
Marília Braga	*Eng.ª Eletricista*
Matheus Hohmann	*Acad. Eng. Elétrica*
Natan Bernardo Nicolli	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Eletrica*
Nikolas dos Santos Barbosa	*Acad. Eng. Civil*
Pedro Henrique Alves Veríssimo	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Rafael Antunes Campos	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Ruany Dolla	*Eng.ª Eletricista*
Sabrina Rodrigues Ebert	*Acad. Eng. Elétrica*
Tallys Lins Almeida Barbosa	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Eletrica*
Vitor Volpato Goulart	*Acad. Eng. Elétrica*
Ygor Pereira Marca	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Eletrica*

*Coordenador: Prof. Ricardo Rüther, Ph.D.**]***

[ELABORAÇÃO:

Amanda Mendes Ferreira Gomes	*Eng.ª Eletricista*

[REVISÃO:

Aline Kirsten Vidal de Oliveira	*Eng. ª Eletricista*
Lucas Nascimento	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Civil*
Marilia Braga	*Eng. ª Eletricista*
Daniel Odilio dos Santos	*Eng. Eletricista*
Prof. Ricardo Rüther	*Ph.D.*

Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar da UFSC
Laboratório FOTOVOLTAICA-UFSC
Sapiens Parque - Av. Luiz Boiteux Piazza, 1302 - Lotes 114/115
Cachoeira do Bom Jesus - Florianópolis/SC - CEP:88056-000
www.fotovoltaica.ufsc.br

1 INTRODUÇÃO 5
2 DESPACHO E SISTEMA TARIFÁRIO BRASILEIRO 5
2.1 SISTEMAS SOLAR FOTOVOLTAICOS E O SISTEMA TARIfáRIO BRASILEIRO 6
2.1.1 Estrutura tarifária básica para consumidores do grupo B 7
2.1.2 Modalidade Tarifária Horária Branca 9
2.2 SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA 10
3 PREMISSAS INICIAIS 13
3.1 AS BUILT E CONEXÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO NA UNIDADE CONSUMIDORA 13
3.2 IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 14
4 METODOLOGIA 14
4.1 AQUISIÇÃO DE DADOS 14
4.2 GERENCIAMENTO DE DEMANDA E CONTROLE PELAS FATURAS DE ENERGIA 15
4.3 MÉTODO 15
4.4 TRATAMENTO DE DADOS 16
5 RESULTADOS PARA CADA UNIDADE CONSUMIDORA 20
5.1 Unidade Consumidora 1 – João Paulo 20
5.2 Unidade Consumidora 2 – Praia de Fora 25
5.3 Unidade Consumidora 3 – Cacupé 30
5.4 Unidade Consumidora 4 – Jurerê Internacional 35
5.5 Unidade Consumidora 5 – Pantanal 40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 45
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

1 INTRODUÇÃO

O Projeto de P&D ENGIE/UFSC, da chamada estratégica P&D 021/2016 da ANEEL tem como um de seus objetivos aplicações em geração distribuída de pequeno porte residencial. No escopo, foram integrados sistemas de acumulação de pequeno porte em 5 (cinco) residências, que já possuem um telhado solar fotovoltaico (FV), com o objetivo de avaliar os benefícios de um sistema de acumulação de energia (*back-up*) em ambiente de tarifa branca, com geração fotovoltaica.

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados proveniente da análise de dados dos meses de operação do sistema, conforme apresentado no Relatório de Operação. Os sistemas operaram continuamente durante um ano e um mês, entre os meses de 01/05/2021 e 31/05/2022.

2 DESPACHO E SISTEMA TARIFÁRIO BRASILEIRO

No Brasil, as hidrelétricas ainda são a principal fonte da matriz energética, representando 56% da geração elétrica do país (SIGA, 2022). Em 2021, devido a pior escassez hídrica em 91 anos, o governo implementou uma nova bandeira Escassez Hídrica que tem uma cobrança de R$ 14,20 a cada 100 kWh consumidos (ANEEL, 2021a). Como alternativa para redução de emissão de CO2 e dos custos elevados com energia elétrica, a implementação de energia fotovoltaica junto à carga se tornou viável e interessante. Este modelo é chamado de geração distribuída. Sua regulamentação e o sistema de compensação de energia foram instaurados através da resolução normativa - REN 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012), e após isso, o Brasil tem se deparado com um aumento constante da penetração de fontes distribuídas de energia em sua rede elétrica.

Sistemas FV integrados em edificações e interligados à rede elétrica pública trazem diversos benefícios para a concessionária e para o consumidor, já que além de produzir energia elétrica de forma distribuída (mini e microgeração), ainda podem atuar como elemento arquitetônico na cobertura de telhados, paredes, fachadas ou janelas (RÜTHER, 2004). Para que a energia FV tenha um contínuo crescimento e incremento na matriz energética brasileira, seja de forma distribuída ou centralizada (usinas), o custo da eletricidade deve ser economicamente competitivo com formas convencionais de geração de energia e é necessário ter mais controle sobre seu despacho, como, por exemplo, por meio da complementariedade FV e sistemas de armazenamento (baterias) (PINTO, 2018).

Sistemas de armazenamento de energia (BESS - *Battery Energy Storage System*) são definidos como uma unidade de armazenamento de energia em suas formas cinética, eletroquímica ou elétrica, juntamente com seus conversores. As baterias eletroquímicas ocupam papel de destaque neste cenário e têm sido extensivamente investigadas para acompanhar a penetração de energias renováveis e veículos elétricos no sistema, visto que apresentam um cenário promissor para sistemas híbridos, já que possibilitam ao usuário realizar a gestão de sua energia de maneira mais eficiente (GALLO, 2016). As vantagens do uso do BESS estão em arbitrar o melhor horário para o despacho da energia acumulada,

aumento de autoconsumo da geração FV, redução das curvas de carga, fornecimento de energia em momentos críticos ou de contingência (MOSELEY, 2015).

Desde 2010, as baterias de íons de lítio tiveram uma redução de 89% em seu custo e a densidade energética triplicou, passando de aproximadamente 100 Wh/kg para 300 Wh/kg. Presume-se uma redução adicional de metade custos de baterias de íons de lítio por kWh, até 2030, devido à grande demanda programada dos mercados de armazenamento estacionário e de veículos elétricos. Atualmente, o custo para a implementação de um BESS comercial tem um alto valor e 50% desse valor se refere à aquisição dos bancos de baterias (GREENER, 2021; BNEF, 2019).

Uma das formas que podem tornar o BESS economicamente competitivos é o sistema de compensação de energia juntamente com a Tarifa Horária Branca. O sistema de compensação de energia trouxe a possibilidade de injeção do excesso de energia gerada de forma distribuída na rede pública e um sistema de créditos proporcionais à quantidade de energia injetada, como forma de retorno financeiro (ANEEL, 2012). Com a Tarifa Branca, o consumo fora ponta ficou atrativo devido a diferença tarifária entre ponta e fora ponta, já que a geração FV acontece em período fora ponta. Neste caso, o preço por kWh de consumo na ponta será mais caro que o valor pago pela injeção de energia. Este novo ambiente de tarifação juntamente com a intermitência das energias renováveis trouxe a possibilidade de tornar realidade o armazenamento da energia durante o dia para uso posterior, geralmente em períodos em que a energia estará mais cara (ESTHER e KUMAR, 2016).

2.1 SISTEMAS SOLAR FOTOVOLTAICOS E O SISTEMA TARIFÁRIO BRASILEIRO

A viabilidade técnica e econômica de uma tecnologia de geração de energia como a solar fotovoltaica num contexto de geração distribuída depende de políticas públicas locais aplicadas. A ANEEL regulamentou por meio da REN 482/2012, as condições gerais para o acesso à rede de sistemas de mini e microgeração. Em 2015, regulamentou também, a REN 687/2015 responsável por compatibilizar o sistema de compensação de energia com a REN 414/2010. A REN 687/2015 é uma revisão da REN 482. Portanto, desde 2012, uma unidade consumidora é autorizada a instalar geradores a partir de fontes renováveis, podendo gerar sua própria energia e fornecer por empréstimo gratuito o excedente de geração para a rede de distribuição local.

Dentre as especificações impostas, a REN 482/2012 e a REN 687/2015 indicam que microgeração é uma central geradora com potência menor ou igual a 75 kW e conectada ao sistema de distribuição secundário (baixa tensão), enquanto a minigeração tem potência instalada maior que 75 kW e menor ou igual a 5 MW e deve ser conectada ao sistema de distribuição primário (alta tensão). Além disso, os sistemas podem estar dispostos sobre telhados, fachadas ou em solo. Já o sistema de compensação é dito como “sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou

minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa" (ANEEL, 2012).

2.1.1 Estrutura tarifária básica para consumidores do grupo B

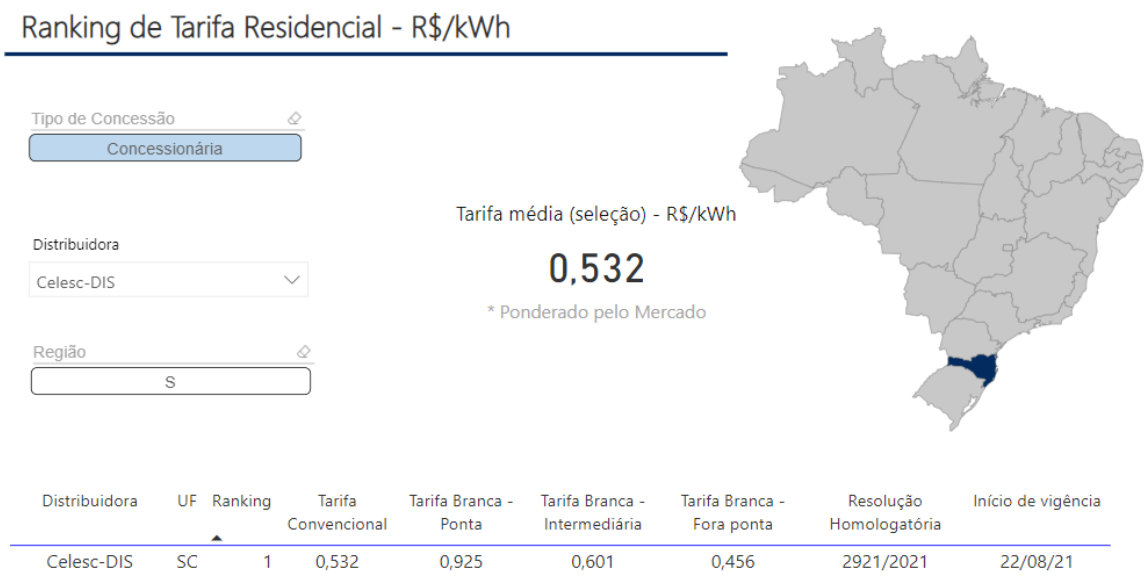
A ANEEL estabelece dois grupos dentro do ambiente de contratação regulado, grupos A e B, que se dividem de acordo com o nível de tensão em que são atendidas as respectivas UCs. Os consumidores desta pesquisa se encontram dentro do grupo B.

Os consumidores do grupo B estão expostos às tarifas aplicáveis somente ao consumo de energia, medido em kWh. Ou seja, o valor da conta de energia elétrica é calculado multiplicando o valor da tarifa e o consumo daquele período de faturamento, que pode variar de mês em mês. Tais consumidores também possuem um custo referente ao consumo mínimo da edificação, o chamado custo de disponibilidade do sistema. Este valor é cobrado de acordo com a ligação elétrica da edificação. Para ligações monofásicas, o custo é de 30 kWh, para ligações bifásicas, o valor é referente a 50 kWh e para ligações trifásicos, é de 100 kWh. Todos esses valores são multiplicados pela tarifa da concessionária local, acrescidos de tributos. O custo de disponibilidade é pago mesmo se a UC não alcançar o valor referência (ANEEL, 2010).

Além da tarifação convencional, desde 2015, os consumidores do grupo B também estão expostos às bandeiras tarifárias; um sistema de modalidade de cobrança tarifária que indica se haverá ou não acréscimo no valor da energia a ser repassada ao consumidor final, em função das condições e do valor da geração de energia elétrica. Existem 4 bandeiras tarifárias vigentes atualmente (ANEEL, 2021c):

- 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$ 1,874 para cada 100 kWh consumidos;
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R$ 3,971 para cada 100 kWh consumidos;
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R$ 9,492 para cada 100 kWh consumidos;
- Bandeira escassez hídrica: criada para custear os custos excepcionais do acionamento de usinas térmicas e da importação de energia. Irá vigorar até abril de 2022. A tarifa sofre acréscimo de R$ 14,20 para cada 100 kWh consumidos.

Na FIGURA 1 é possível observar um exemplo da tarifa residencial sem impostos e tributos para a CELESC-DIS para o ano de 2022.



Distribuidora	UF	Ranking	Tarifa Convencional	Tarifa Branca - Ponta	Tarifa Branca - Intermediária	Tarifa Branca - Fora ponta	Resolução Homologatória	Início de vigência
Celesc-DIS	SC	1	0,532	0,925	0,601	0,456	2921/2021	22/08/21

Figura 1. Tarifa Residencial da CELESC-DIS, em R$/kWh.

Fonte: ANEEL, 2022.

Atualmente somente o estado de Roraima não faz parte do SIN e, portanto, não está sob este sistema tarifário. A tarifa final a ser aplicada no faturamento da UP é calculada de acordo com a Eq. (1).

$$T_f = \frac{T_{homologada}}{1\ (PIS + COFINS + ICMS)} \quad (1)$$

Onde:

T_f = Tarifa final (R$/kWh);

$T_{homologada}$ = Tarifa homologada (R$/kWh);

PIS = Contribuição ao Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público;

$COFINS$ = Contribuição para Financiamento da Seguridade Social;

$ICMS$ = Imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços.

Todas as tarifas possuem os valores homologados na ANEEL e devem ser acrescidas dos impostos para cada estado da federação, neste caso, os impostos são referentes ao estado de Santa Catarina. A TABELA 1 apresenta as informações necessárias para o cálculo da tarifa final.

Tabela 1. Valores percentuais das alíquotas de impostos.

Ano		Exercício 2020-2021			Exercício 2021-2022							
Mês		Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abri	Mai
PIS		0,58%	0,03%	0,07%	0,47%	0,63%	0,67%	0,67%	0,84%	0,51%	0,58%	0,38%	0,56%
COFINS		2,67%	0,15%	0,33%	2,15%	2,92%	3,07%	3,07%	3,89%	2,35%	2,70%	1,76%	2,59%
ICMS até 150 kWh		12%			12%								
ICMS acima de 150 kWh		25%			25%								
Tarifa Homologada Convencional		0,5059 R$/kWh			0,5322 R$/kWh								
Tarifa Homologada Tarifa Branca	Ponta	0,8842 R$/kWh			0,9246 R$/kWh								
	Intermediário	0,5762 R$/kWh			0,6006 R$/kWh								
	Fora Ponta	0,4303 R$/kWh			0,4555 R$/kWh								

Atualmente, a UP está em operação dentro do grupo das UPs faturadas com a Tarifa Convencional.

2.1.2 Modalidade Tarifária Horária Branca

Em 2012, por meio da REN 479/2012, a ANEEL estabeleceu a modalidade Tarifária Horária Branca (também chamada simplesmente de Tarifa Branca), uma nova opção de tarifa do tipo *Time of Use* – TOU (ANEEL, 2012). Com ela, os consumidores novos e antigos do grupo B poderão optar por pagar valores diferentes de acordo com o dia e hora do consumo.

Segundo ANEEL (2020), somente os consumidores das classes abaixo podem aderir à Tarifa Branca:

- Residencial: denominada subgrupo B1;
- Rural: denominada subgrupo B2; e
- Industrial, Comércio, Serviços e outras atividades, Serviço Público, Poder Público e Consumo Próprio: denominada subgrupo B3.

Ainda de acordo com ANEEL (2020), os consumidores da subclasse Residencial Baixa Renda, que já recebem benefício tarifário, e Iluminação Pública (subgrupo B4) não estão aptos a usufruírem deste posto tarifário.

Nos dias úteis, o valor da Tarifa Branca varia de acordo com as revisões tarifárias periódicas de cada distribuidora, mas sempre obedecendo aos três horários pré-estabelecidos: Ponta (aquele com maior demanda de energia e tarifa mais elevada), Intermediário (geralmente, uma hora antes e uma hora depois do horário de ponta, com tarifa em um valor intermediário) e o Fora de Ponta (aquele com menor demanda de energia e tarifa com valor menor). Os sábados, domingos e feriados nacionais operam com a tarifa horária fora de ponta (ANEEL, 2020).

A tarifa de energia varia substancialmente de acordo com cada distribuidora, portanto, na FIGURA 2 é possível observar os valores praticados pela CELESC-DIS no ano de 2022.

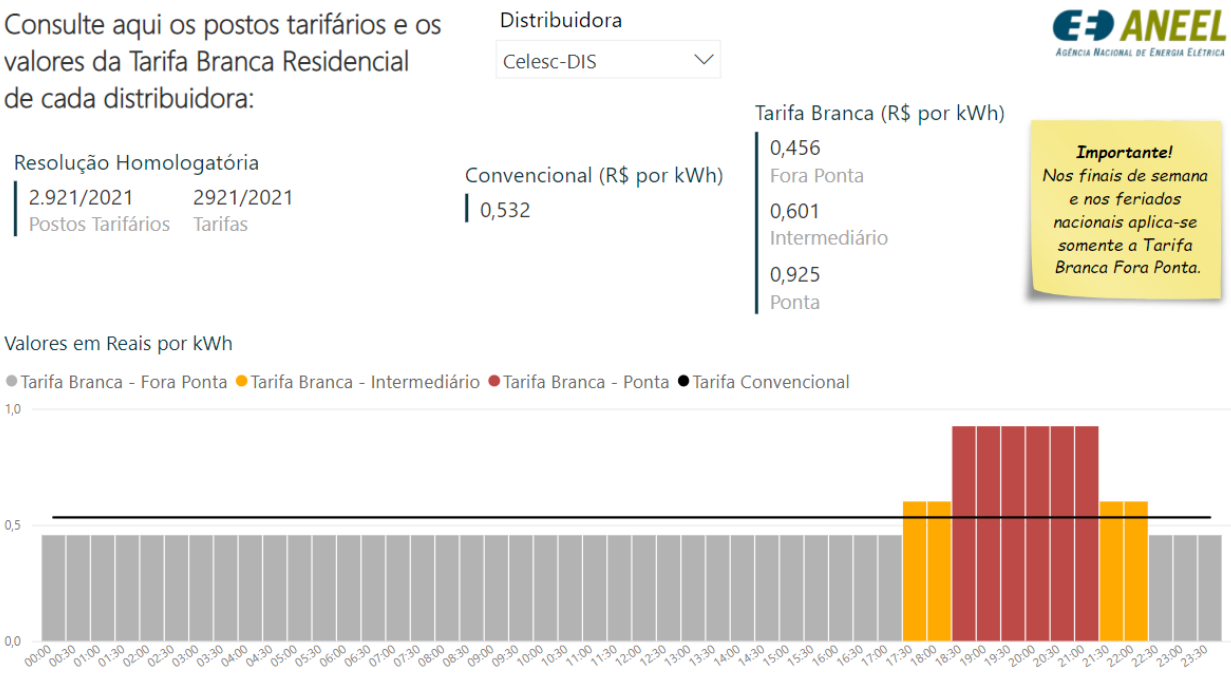


Figura 2. Postos tarifários e valores da Tarifa Branca Residencial para CELESC-DIS.

Fonte: ANEEL, 2022.

Um dos objetivos da criação da Tarifa Horária Branca foi criar condições que incentivem alguns consumidores a deslocarem o consumo dos períodos de ponta para aqueles em que a rede de distribuição de energia elétrica tem capacidade ociosa, pois a Tarifa Fora de Ponta tem um valor inferior ao valor da Tarifa Convencional (ANEEL, 2020).

2.2 SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Sistemas de armazenamento de energia (BESS, do inglês *Battery Energy Storage System*) são definidos como uma unidade de armazenamento de energia em suas formas cinética, eletroquímica ou elétrica, juntamente com seus conversores para a forma elétrica, controladores de carga e inversores.

As baterias eletroquímicas ocupam papel de destaque neste cenário e têm sido extensivamente investigadas para acompanhar a penetração de energias renováveis e veículos elétricos no sistema. As vantagens do uso do BESS estão em arbitrar o melhor horário para o despacho da energia acumulada, aumento de autoconsumo da geração FV, redução das curvas de carga, fornecimento de energia em momentos críticos ou de contingencia (MOSELEY, 2015).

As baterias também poderão fornecer serviços ancilares à rede de distribuição, tais como regulação da frequência e tensão, compensação de reativo, controle do fluxo de potência evitando fluxo reverso, além de evitar perdas por sobreaquecimento nas linhas nos horários de ponta. É possível também postergar investimentos em reforço na rede e troca de transformadores da rede de distribuição devido ao crescimento da demanda (YUNUSOV, 2016).

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (EPE, 2018) indica que tecnologias de armazenamento, tais como usinas hidrelétricas reversíveis e baterias, podem ser utilizadas visando complementação de potência e, consequentemente, amento da capacidade do sistema elétrico nacional.

O BloombergNEF (2019) prevê uma expansão exponencial das instalações de sistemas de armazenamento de energia no mundo, até 2040, como mostra a **FIGURA 3**.

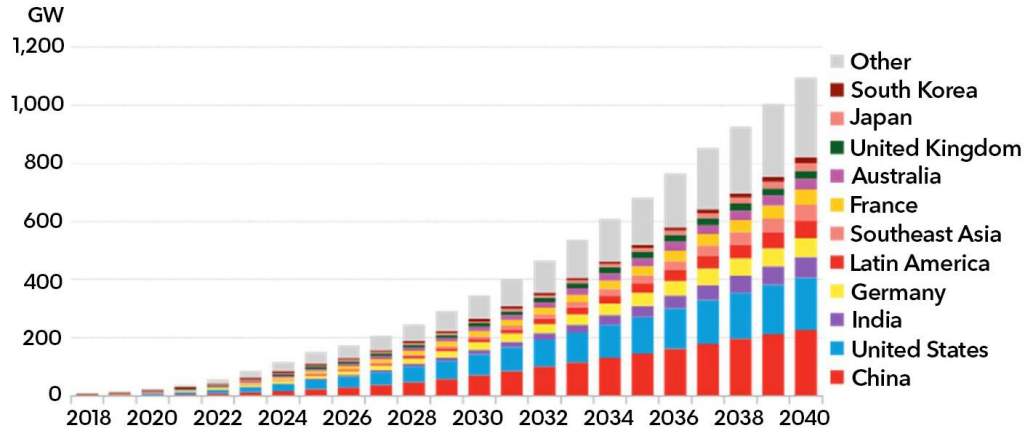


Figura 3. Previsão de Instalações globais de Armazenamento de Energia.

Fonte: BloombergNEF, 2019.

Além disso, presume uma redução de metade dos custos de baterias de íon-lítio por kWh, até 2030, devido à grande demanda programada dos mercados de armazenamento estacionário e veículos elétricos (BNEF, 2019).

Diversos tipos de materiais e composições são explorados para produzir as baterias eletroquímicas, dentre eles pode-se destacar: NaS, íons de Li, chumbo-ácido, vanádio-redox flow, NaNiCl e Zinco-ar. A **TABELA 2** apresenta um comparativo entre as características das principais baterias eletroquímicas.

Tabela 2. Comparativo entre as características das baterias de chumbo ácido, íon de lítio e baterias de fluxo

Característica	Chumbo Ácido	Íon de lítio	Baterias de fluxo
Composição química	Pb + H2SO4	LFP, NMC, NCA...	Redox de vanádio, Ferro-Cromo, Zinco Bromo
Tempo de descarga	Flexível, pode ser otimizado para até 20 horas	Até 4 horas	4 - 10 horas
Vida útil (ciclos)	200 - 800	2,000 - 8,000	10,000 - 15,000
Eficiência total	60%-70%	85%-98%	60%-85%
Densidade energética	Baixa	Alta	Média
Preço baterias (USD)	Até USD 100/kWh	Até USD 200/kWh	USD 200 - 600/kWh
Segurança	Média	Baixa - Média	Não inflamável, mas vazamentos possíveis
Toxicidade	Elevada	Média	Depende. Bromo pode ser muito tóxico

Fonte: IFC e Greener, 2021.

As baterias de íons de Li têm se destacado devido à sua grande densidade de energia, elevada eficiência no ciclo carga-descarga e vida útil, mas ainda desaponta no setor comercial devido ao seu elevado custo, apesar de estar diminuindo com o decorrer dos anos (Nascimento, 2019). A **FIGURA 4** apresenta o valor médio do pack e das células de baterias de íons de lítio segundo o BloombergNEF (2020). O IRENA (2015) diz que é necessário buscar novas formas para substituição do uso de metais raros e caros, pois, por mais que as reservas de lítio estejam seguras para um futuro próximo, o uso excessivo deste recurso pode torná-lo escasso rapidamente, se não controlado.

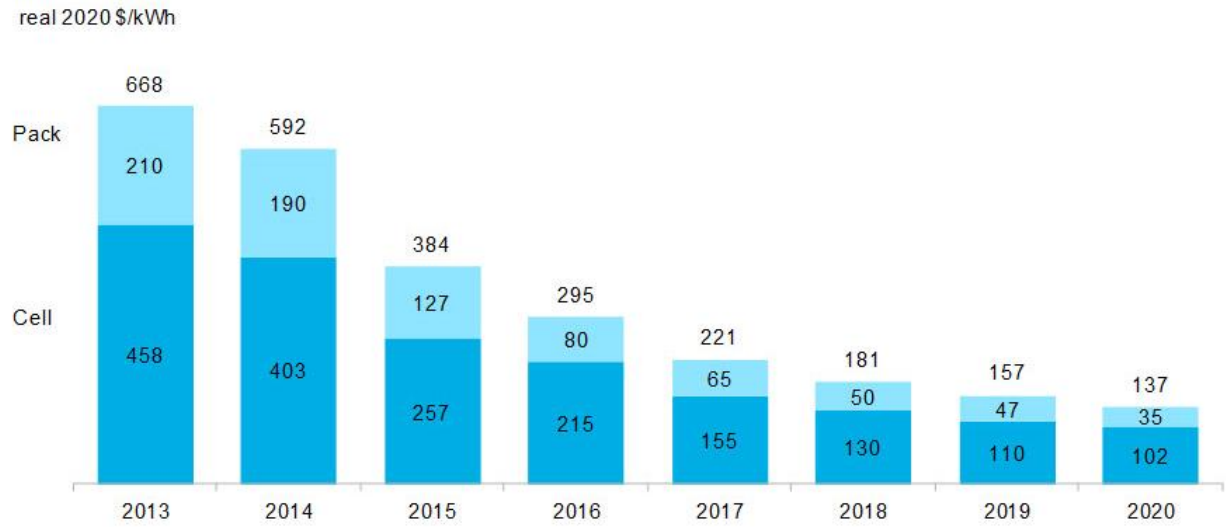


Figura 4. Valor médio do pack e da célula de baterias de íon-lítio.

Fonte: BloombergNEF, 2020.

Atualmente, o custo para a implementação de um BESS comercial tem um alto valor e 50% desse valor se refere à aquisição dos bancos de baterias – formado pelas células, racks, BMS - *Battery Management System*, e os impostos como mostra a **FIGURA 8** (Greener, 2021).

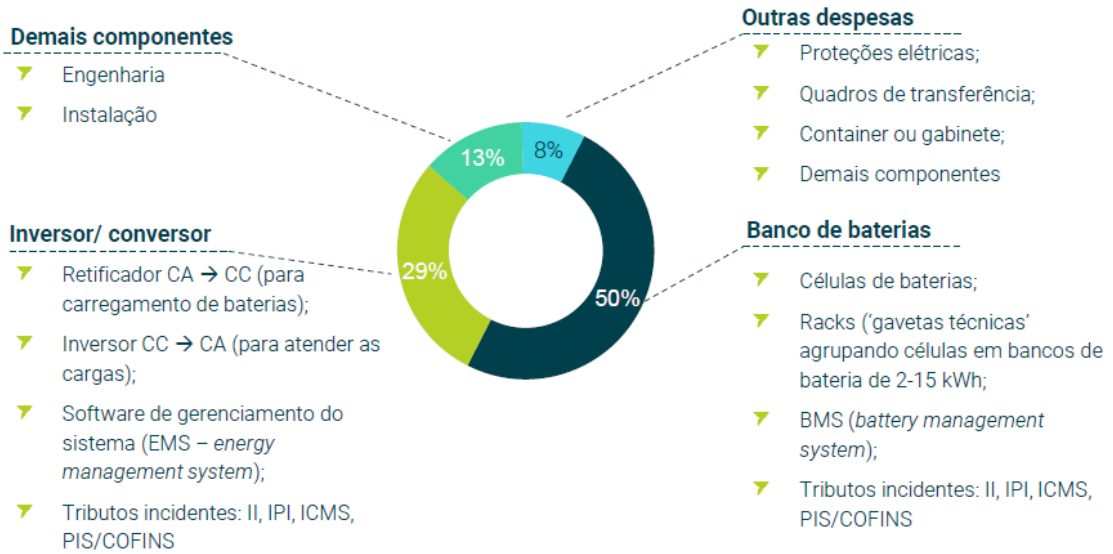


Figura 5. Formação do custo para implementação de um BESS utilizando baterias de íons de lítio no Brasil.

Fonte: Greener, 2021.

Um dos grandes impasses relacionados às baterias eletroquímicas está em sua vida útil, pois os ciclos completos de carga e descarga causam uma degradação irreversível, fazendo com que percam sua capacidade inicial e comprometendo o desempenho para exercer a atividade para qual foi especificada.

Este tipo de degradação é impactado diretamente pelo estado de carga (*State of charge* - SoC), a temperatura de operação e a profundidade de descarga (*Depth of Discharge* – DoD). Geralmente são utilizados 20% de SoC mínimo, 90% de SoC máximo e um DoD de 70% a 80%. O estado de saúde (SoH - *State of health*) indica sua capacidade atual comparado com sua capacidade inicial. É comum uma bateria ter mais de "uma vida"; por exemplo, o final da vida útil de uma bateria do setor automobilístico é alcançado quando o SoH cai para valores entre 70 e 80% e sua segunda vida está relacionada com seu uso como baterias estacionárias, como, por exemplo, utilizar nas aplicações deste estudo (SAEZ-DE-IBARRA *et al*., 2016).

3 PREMISSAS INICIAIS

3.1 AS BUILT E CONEXÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO NA UNIDADE CONSUMIDORA

Todas as UCs possuem uma entrada de energia trifásica com cabos maiores que 25 mm² e os equipamentos que medição e controle (medidor de energia Schneider e SMA Home Manager), que comportam um cabeamento de até 16 mm², devem ser instalados em série com a carga do quadro elétrico. Dessa forma, não foi possível conectar o sistema de armazenamento na entrada de residência de forma a alimentar o quadro de distribuição geral (QDG) que recebe a alimentação geral da concessionária e faz a distribuição para os demais quadros de distribuição (QD). Em cada UC foi selecionado um QD de acordo com as facilidades de instalação e que comportava o cabeamento necessário para a intervenção (menor que 16 mm²).

A mudança de quadro impacta na quantidade de cargas atendidas pelo sistema de armazenamento, visto que dessa forma, ele não está conectado ao barramento central da UC. Com isso, ocorreram dias em que a bateria não fez um ciclo por dia, já que a carga não demandou energia suficiente para uma descarga profunda da bateria (90%-20% de SOC - *State of charge*). Os detalhes para cada UC serão discutidos a seguir.

Mais detalhes sobre o QD e a instalação elétrica do sistema de armazenamento encontram-se nos projetos As Built:

- APÊNDICE I – AS BUILT - UC 01 - JOÃO PAULO
- APÊNDICE II - AS BUILT - UC 02 - PRAIA DE FORA
- APÊNDICE III - AS BUILT - UC 03 - CACUPÉ
- APÊNDICE IV - AS BUILT - UC 04 – JURERÊ
- APÊNDICE V - AS BUILT - UC 05 - PANTANAL

3.2 IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19

O Coronavírus (COVID-19) é uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2, que foi descoberto na China no final de 2019. O coronavírus se espalhou rapidamente pelo mundo causando uma onda de problemas tanto de saúde pública quanto de crise política e econômica. As medidas de proteção e os impactos começaram a serem sentidos no Brasil em março de 2020 e perdurarão até os meses atuais.

A pandemia de COVID-19 alterou o modo de usabilidade das edificações, neste caso, das residências, fazendo com que seu uso fosse mais expressivo durante o período diurno, pois o distanciamento social é uma medida de prevenção à transmissão do novo vírus bem como de outras doenças respiratórias. Então, houve uma redução do uso das edificações comerciais e um aumento no uso das edificações residências, já que escolas, empresas e o setor público alteraram sua forma de trabalho de presencial para remoto.

As UC antes diagnosticadas como de uso expressivo noturno alteraram seu perfil de consumo e, consequentemente, os resultados esperados das simulações e projeções feitas anteriormente à crise sanitária mundial. Os detalhes para cada UC serão discutidos a seguir.

4 METODOLOGIA

4.1 AQUISIÇÃO DE DADOS

Os dados medidos utilizados são obtidos a partir de aferições *in loco* na UP utilizando três diferentes equipamentos. As medições do BESS são feitas utilizando um SMA Home Manager, do fabricante SMA, conectado a um datalogger. Já o consumo da UP é medido com um medidor de energia iEM3165, do fabricante Schneider Electric, também conectado a um datalogger. Os dados do sistema FV são coletados diretamente do portal do inversor, do fabricante Fronius. Todos os dados são coletados considerando os parâmetros em corrente alternada do sistema, ou seja, após o inversor FV ou da bateria.

O datalogger tem intervalo de aquisição de dados de um minuto. Já o portal do inversor FV tem um intervalo de cinco minutos. Portanto, os dados são integrados na resolução de cinco minutos, adequando as duas bases de dados existentes.

Após a aquisição, os dados são tratados com auxílio da linguagem de programação Python e o Excel. Os filtros de *outliers* aplicados são baseados no Método de intervalo interquartil (IQR) e os dados vazios e/ou fundos de escala são excluídos.

Além disso, foi realizado uma entrevista por meio de uma avalição qualitativa em uma visita técnica na UC e preenchimento de um formulário sobre as cargas instaladas, hábitos de consumo e uso da edificação. Este formulário está em anexo ao **RELATÓRIO VISITAS TÉCNICAS PARA SELEÇAO DE UNIDADES CONSUMIDORAS PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DO FOCO III**.

4.2 GERENCIAMENTO DE DEMANDA E CONTROLE PELAS FATURAS DE ENERGIA

O conceito de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) fornece ao usuário final a capacidade de adaptar seu consumo de energia de forma a trazer benefícios financeiros, energéticos e ao sistema de distribuição da concessionária. Este tipo de controle também incentiva o autoconsumo, já que é possível maximizar o consumo residencial instantâneo da geração FV e/ou armazenar energia, por meio de BESS, para uso posterior durante as horas de pico da rede, diminuindo os custos com o consumo de energia no horário de ponta.

Foi realizado uma análise do perfil de consumo da UC, um levantamento de todas as faturas de energia elétrica de cada UC, considerando de 01/2019 a 05/2022 (totalizando 41 faturas de energia), e a produção FV do sistema já instalado. Com esses dados foi possível fazer um mapeamento detalhado do consumo e produção FV da residência.

4.3 MÉTODO

Para analisar o impacto dos BESS instalados em cada uma das UCs do grupo B foram avaliados alguns diferentes cenários. Eles têm o objetivo de contrapor as diferentes perspectivas utilizando as seguintes variáveis: Tarifa Convencional, Tarifa Branca, FV e BESS. Dessa forma, os cenários propostos são:

- Fatura com Tarifa Convencional com FV e com BESS (atual);
- Tarifa convencional com FV e sem BESS;
- Fatura com Tarifa Branca sem FV e sem BESS;
- Fatura com Tarifa Branca com FV e com BESS.

As diferentes faturas foram organizadas entre quatros cenários comparativos:

- Tarifa convencional com FV e com BESS e Tarifa Convencional sem FV e sem BESS: Este cenário tem o objetivo de comparar a inserção de sistemas FV e BESS na residência, mantendo a tarifa convencional.
- Tarifa convencional com FV e sem BESS e Tarifa Convencional com FV e com BESS: Este cenário tem o objetivo de comparar a inserção de BESS na residência, mantendo a tarifa convencional.
- Tarifa Convencional com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: O cenário tem o objetivo de avaliar os benefícios com a troca de tarifa de Convencional para Branca.
- Tarifa Branca com FV e sem BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Este cenário tem o objetivo de comparar a inserção de BESS na residência, considerando FV e Tarifa Branca.

O método utilizado para avaliar a viabilidade econômica de troca tarifária e implementação do BESS consiste em:

1. Aquisição dos dados;

2. Tratamento dos dados medidos em Python, utilizando a resolução temporal de cinco minutos;
3. Cálculo do valor da fatura de energia considerando os cenários propostos.

O método utilizado realiza o cálculo de uma fatura de energia simulada dentro dos cenários desejados, tais como alterar a inserção de FV, do BESS e a mudança tarifária.

A metodologia apresentada foi aplicada para todas as UCs que receberam os BESSs. As mudanças de despacho, conforme apresentadas no Relatório de Operação, e as características técnicas de cada UC implicam nas diferenças de resultados que serão apresentadas na sequência.

4.4 TRATAMENTO DE DADOS

O tratamento de dados em Python foi feito com o código em Python desenvolvido no Laboratório Fotovoltaica-USFC. O código fonte é apresentado a seguir.

Para utilização do código é necessário a instalação do Python 3.9, pandas e numpy. Os dados de entrada são os dados baixados descritos no RELATÓRIO DE OPERAÇÃO.

```
import pandas as pd #importa a biblioteca pandas de funções para tratamento de dados
import os #importa os parâmetros do sistema operacional
import numpy as np

# ----------------------------------------
# leitura arquivos do inversor FV
names_files = os.listdir('./data-base/Dados Sistema FV - Inversor FV') # ler o nome dos
arquivos na pasta
names_files_tamanho = len(names_files)    # ler a quantidade de arquivos na pasta

primeiro = 1
for i in range(0, names_files_tamanho): # lopping para ler os arquivos
    if primeiro == 1:
  address = './data-base/Dados Sistema FV - Inversor FV/' + names_files[i-1] # endereço do
arquivo a ser lido
  df_file_FV = pd.read_csv(address, sep = ",", index_col=None, header=0, encoding='latin-1')

  if 'Producao-fotovoltaica' in df_file_FV.columns:
      df_file_FV.drop([0], axis=0, inplace=True)
      df_file_FV["Data-e-horario"] = pd.to_datetime(df_file_FV["Data-e-horario"], format =
'%d.%m.%Y %H:%M')
      df_FV = df_file_FV[['Data-e-horario' , 'Producao-fotovoltaica']] # salva no arquivo novo
somente as colunas desejadas
      primeiro = 0

    else: # segunda iteração para incrementar o arquivo com os dados dos demais arquivos da
pasta
  address = './data-base/Dados Sistema FV - Inversor FV/' + names_files[i-1]
  df_temp = pd.read_csv(address, sep = ",", index_col=None, header=0, encoding='latin-1') #
df_temp = arquivo temporário para armazenamento do arquivo a ser aberto naquela iteração

  if 'Producao-fotovoltaica' in df_temp.columns:
      df_temp.drop([0], axis=0, inplace=True)
```

```
      df_temp["Data-e-horario"] = pd.to_datetime(df_temp["Data-e-horario"], format = '%d.%m.%Y
%H:%M')
      df_temp2 = df_temp[['Data-e-horario' , 'Producao-fotovoltaica']]
      df_FV = df_FV.append(df_temp2) # incremento do arquivo
  else:
      continue
    continue

df_FV = df_FV.rename(columns = {'Producao-fotovoltaica': 'FV - Energia'}, inplace = False)
df_FV['FV - Energia'] = df_FV['FV - Energia'].astype(float)
df_FV = df_FV.rename(columns = {'Data-e-horario': 'Time'}, inplace = False)
df_FV['FV - Energia'] = df_FV['FV - Energia']*(1/1000)

# ----------------------------------------
# Filtros -Inversor FV: tirar valores vazios
df_FV = df_FV.dropna()

# ----------------------------------------
# leitura arquivos do medidor schneider

names_files = os.listdir('./data-base/Dados Bluelog/Sensores') # ler o nome dos arquivos na
pasta
names_files_tamanho = len(names_files)     # ler a quantidade de arquivos na pasta

primeiro = 1
for i in range(0, names_files_tamanho): # lopping para ler os arquivos
    if primeiro == 1: # condição para a primeira iteração, onde se cria o primeiro arquivo que
será incrementado posteriormente
  address = './data-base/Dados Bluelog/Sensores/' + names_files[i-1] # endereço do arquivo a
ser lido
  df_Schneider_temp1 = pd.read_csv(address, sep = ";", index_col=None, header=0,
dtype={"Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 1 W": float}) # leitura do arquivo

  if 'Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC W' in df_Schneider_temp1.columns: # Salva a
coluna com nome Schneider Electric iEM3155 19194118:Power AC W do arquivo aberto
      df_Schneider_temp1["Time"] = pd.to_datetime(df_Schneider_temp1["Time"], format =
"%Y/%m/%d %H:%M:%S")
      df_Schneider = df_Schneider_temp1[['Time' , 'Schneider Electric iEM3155 19024453:Power
AC phase 1 W', 'Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 2 W', 'Schneider Electric
iEM3155 19024453:Power AC phase 3 W']] # salva no arquivo novo somente as colunas desejadas
      primeiro = 0

    else: # segunda iteração para incrementar o arquivo com os dados dos demais arquivos da
pasta
  address = './data-base/Dados Bluelog/Sensores/' + names_files[i-1]
  df_Schneider_temp2 = pd.read_csv(address, sep = ";", index_col=None, header=0) # df_temp =
arquivo temporário para armazenamento do arquivo a ser aberto naquela iteração

  if 'Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC W' in df_Schneider_temp2.columns:
      df_Schneider_temp2["Time"] = pd.to_datetime(df_Schneider_temp2["Time"], format =
"%Y/%m/%d %H:%M:%S")
      df_Schneider_temp3 = df_Schneider_temp2[['Time' , 'Schneider Electric iEM3155
19024453:Power AC phase 1 W', 'Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 2 W',
'Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 3 W']]
      df_Schneider = df_Schneider.append(df_Schneider_temp3) # incremento do arquivo
  else:
      continue
```

```
    continue

df_Schneider['Energia - Phase 1'] = df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC
phase 1 W'].astype(float)
df_Schneider['Energia - Phase 2'] = df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC
phase 2 W'].astype(float)
df_Schneider['Energia - Phase 2'] = df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC
phase 2 W'].astype(float)

df_Schneider['Energia - Phase 1'] = df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC
phase 1 W']*(1/60000) # passa de W para kWh
df_Schneider['Energia - Phase 2'] = df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC
phase 2 W']*(1/60000) # passa de W para kWh
df_Schneider['Energia - Phase 3'] = df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC
phase 3 W']*(-1/60000) # passa de W para kWh

df_Schneider['Schneider - Energia 3F'] = df_Schneider['Energia - Phase 1'] +
df_Schneider['Energia - Phase 2'] + df_Schneider['Energia - Phase 3']

del df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 1 W']
del df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 2 W']
del df_Schneider['Schneider Electric iEM3155 19024453:Power AC phase 3 W']

del df_Schneider['Energia - Phase 1']
del df_Schneider['Energia - Phase 2']
del df_Schneider['Energia - Phase 3']

df_Schneider = df_Schneider.resample('5T', on='Time').sum()

# ----------------------------------------
# Filtros - schneider: tirar os zeros
indexNames = df_Schneider[df_Schneider['Schneider - Energia 3F'] == 0 ].index
df_Schneider.drop(indexNames , inplace=True) # Delete these row indexes from dataFrame

# ----------------------------------------
# leitura arquivos do inversor SMA
names_files = os.listdir('./data-base/Dados Bluelog/Inversores_e_medidores') # ler o nome dos
arquivos na pasta
names_files_tamanho = len(names_files)    # ler a quantidade de arquivos na pasta

primeiro = 1
for i in range(0, names_files_tamanho): # lopping para ler os arquivos
    if primeiro == 1: # condição para a primeira iteração, onde se cria o primeiro arquivo que
será incrementado posteriormente
  address = './data-base/Dados Bluelog/Inversores_e_medidores/' + names_files[i-1] # endereço
do arquivo a ser lido
  df_file_SMA = pd.read_csv(address, sep = ";", index_col=None, header=0) # leitura do arquivo

  if 'SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W' in df_file_SMA.columns: # Salva a coluna com
nome Schneider Electric iEM3155 19194118:Power AC W do arquivo aberto
      df_file_SMA["Time"] = pd.to_datetime(df_file_SMA["Time"], format = "%Y/%m/%d %H:%M:%S")
      df_SMA = df_file_SMA[['Time' , 'SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W']] # salva no
arquivo novo somente as colunas desejadas
      primeiro = 0

    else: # segunda iteração para incrementar o arquivo com os dados dos demais arquivos da
pasta
```

```
  address = './data-base/Dados Bluelog/Inversores_e_medidores/' + names_files[i-1]
  df_temp = pd.read_csv(address, sep = ";", index_col=None, header=0) #

  if 'SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W' in df_temp.columns:
      df_temp["Time"] = pd.to_datetime(df_temp["Time"], format = "%Y/%m/%d %H:%M:%S")
      df_temp2 = df_temp[['Time' , 'SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W']]
      df_SMA = df_SMA.append(df_temp2) # incremento do arquivo
  else:
      continue
    continue

df_SMA['SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W'] = df_SMA['SMA Solar Inverter 3007145316
1:Power AC W'].astype(float)
df_SMA['SMA - Energia'] = df_SMA['SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W']*(1/60000) #
passa de W para kWh
del df_SMA['SMA Solar Inverter 3007145316 1:Power AC W']
df_SMA = df_SMA.reset_index(drop=True)

df_SMA_day = df_SMA
df_SMA_day['SMA - Energia ABS - Day'] = abs(df_SMA['SMA - Energia']) # faz o valor absoluto
df_SMA_day["Time"] = pd.to_datetime(df_SMA_day["Time"], format = "%Y/%m/%d %H:%M:%S")
df_SMA_day = df_SMA_day.resample('1d', on='Time').sum() # transforma em dia, somando todos os
valores do dia
df_SMA_day = df_SMA_day.reset_index(drop=False)

#SMA: soma da energia absoluta dos dias, se igual a 0 tira o dia
indexNames = df_SMA_day[df_SMA_day['SMA - Energia ABS - Day'] == 0 ].index
df_SMA_day.drop(indexNames , inplace=True) # Delete these row indexes from dataFrame
df_SMA_day['just_date'] = df_SMA_day['Time'].dt.date

df_SMA['just_date'] = df_SMA['Time'].dt.date
df_SMA = df_SMA.rename(columns = {'SMA - Energia': 'SMA - Energia - Seg'}, inplace = False)

df_SMA_filter = df_SMA.merge(df_SMA_day, left_on = 'just_date', right_on = 'just_date')
df_SMA_filter = df_SMA_filter.reset_index(drop=False)
df_SMA_filter = df_SMA_filter.rename(columns = {'Time_x': 'Time'}, inplace = False)
df_SMA_filter = df_SMA_filter.resample('5T', on='Time').sum()
df_SMA_filter = df_SMA_filter.reset_index(drop=False)

del df_SMA_filter['SMA - Energia']
del df_SMA_filter['SMA - Energia ABS - Day_x']
del df_SMA_filter['SMA - Energia ABS - Day_y']
del df_SMA_filter['index']

# ----------------------------------------
# Agrupa tudo
df_Schneider_FV = pd.merge(df_Schneider, df_FV, on = 'Time', how = 'outer')
df_Schneider_FV_SMA = pd.merge(df_Schneider_FV, df_SMA_filter, on = 'Time', how = 'outer')
df_Schneider_FV_SMA['FV - Energia'] = df_Schneider_FV_SMA['FV - Energia'] * (-1) # inverte o
valor da geracao FV

df_Schneider_FV_SMA = df_Schneider_FV_SMA.resample('5T', on='Time').sum()

#schneider: tirar os zeros
indexNames_2 = df_Schneider_FV_SMA[df_Schneider_FV_SMA['Schneider - Energia 3F'] == 0 ].index
df_Schneider_FV_SMA.drop(indexNames_2 , inplace=True) # Delete these row indexes from
dataFrame
```

```
df_Schneider_FV_SMA = df_Schneider_FV_SMA[['Schneider - Energia 3F', 'SMA - Energia - Seg',
'FV - Energia']] #muda a ordem das colunas

# ----------------------------------------
# filtro outliers - Método de intervalo interquartil (IQR)

def remove_outlier_IQR(df): #funcao do IQR
    Q1 = df.quantile(0.25)
    Q3 = df.quantile(0.75)
    IQR = Q3-Q1
    df_final = df[~((df<(Q1-1.5*IQR)) | (df>(Q3+1.5*IQR)))]
    return df_final

# ----------------------------------------
# filtro outliers - FV
df_outlier_removed = remove_outlier_IQR(df_Schneider_FV_SMA['Schneider - Energia 3F'])
df_outlier_removed = pd.DataFrame(df_outlier_removed)
ind_diff_Schneider = df_Schneider_FV_SMA.index.difference(df_outlier_removed.index)

for i in range(0, len(ind_diff_Schneider),1):
    df_final = df_Schneider_FV_SMA.drop([ind_diff_Schneider[i]])
    df_Schneider_FV_SMA = df_final

# ----------------------------------------
# exporta arquivo final
df_Schneider_FV_SMA.to_csv("./data-saida/dados_projeto_UC_xx.csv")
```

5 RESULTADOS PARA CADA UNIDADE CONSUMIDORA

Nesta sessão serão apresentados os resultados individuais de cada UC.

5.1 UNIDADE CONSUMIDORA 1 – JOÃO PAULO

O perfil de consumo da UC varia de acordo com o uso da edificação, resultando em períodos de maior ou menor consumo energético, variações sazonais e hábitos rotineiros. A UC 1 possui as características básicas de consumo e usabilidade apresentadas na TABELA 3.

Tabela 3. Informações de consumo médio e qualitativas da UC 1

INFORMAÇÕES DA UC 1	
Consumo médio mensal	672 kWh/mês
Consumo médio diário	22,09 kWh/dia
N° de pessoas	5, com redução para 4 em 2022
Principais cargas	Cervejeira, piso térmico, forno elétrico, 3 motores de portão, bomba de água, 5 ap. ar cond.

A UP possui cargas elétricas tais como tomadas de uso geral e específico, sistema de iluminação em LED, sistemas de ar-condicionado e máquinas de lavar e secar roupa. Durante o período deste projeto a residência passou por uma redução de número de pessoas, o que impacta nos resultados apresentados a seguir.

A FIGURA 6 apresenta o perfil de consumo da UC 1. O perfil de consumo determinou a parametrização do despacho do BESS. Após a pandemia, o perfil de consumo médio da UC mudou de noturno para diurno, o que impacta no desempenho do BESS.

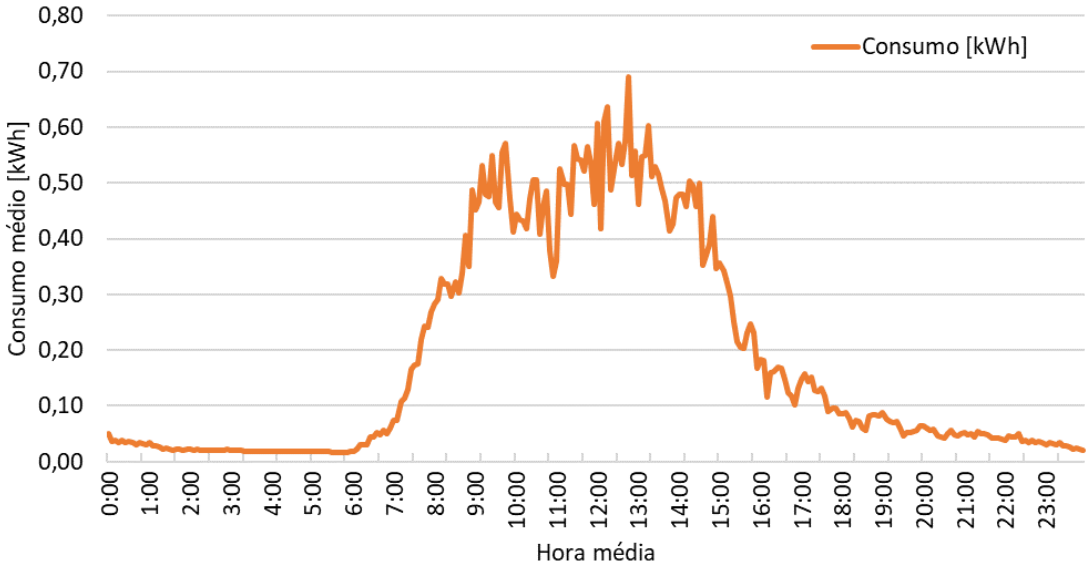


Figura 6. Perfil de consumo da UC 1 atualizado com o impacto da pandemia COVID-19

Um resumo das principais informações da fatura, tais como datas de leitura e número de dias faturados, é apresentado na TABELA 4. As próximas tabelas apresentarão linhas verdes nos meses de 05/2021 a 05/2022. Estas linhas verdes representam os meses em que o BESS já foi instalado. O BESS entrou em operação no mês de 05/2021.

Tabela 4. Faturas analisadas para a UC 1

MÊS REFERÊNCIA	DATA DA LEITURA ANTERIOR	DATA DA LEITURA ATUAL	NÚMERO DE DIAS FATURADOS
01/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
02/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
03/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
04/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
05/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
06/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
07/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
08/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
09/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
10/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
11/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
12/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
01/2020	18/12/2019	17/01/2020	30
02/2020	17/01/2020	18/02/2020	32
03/2020	18/02/2020	18/03/2020	29
04/2020	18/03/2020	17/04/2020	30
05/2020	17/04/2020	19/05/2020	32
06/2020	19/05/2020	18/06/2020	30
07/2020	18/06/2020	20/07/2020	32
08/2020	20/07/2020	18/08/2020	29
09/2020	18/08/2020	18/09/2020	31
10/2020	18/09/2020	20/10/2020	32
11/2020	20/10/2020	18/11/2020	29
12/2020	18/11/2020	18/12/2020	30
01/2021	18/12/2020	19/01/2021	32
02/2021	19/01/2021	17/02/2021	29
03/2021	17/02/2021	18/03/2021	29

04/2021	18/03/2021	19/04/2021	32
05/2021	19/04/2021	18/05/2021	29
06/2021	18/05/2021	17/06/2021	30
07/2021	17/06/2021	19/07/2021	32
08/2021	19/07/2021	18/08/2021	30
09/2021	18/08/2021	17/09/2021	30
10/2021	17/09/2021	19/10/2021	32
11/2021	19/10/2021	18/11/2021	30
12/2021	18/11/2021	17/12/2021	29
01/2022	17/12/2021	18/01/2022	32
02/2022	18/01/2022	16/02/2022	29
03/2022	16/02/2022	18/03/2022	30
04/2022	18/03/2022	19/04/2022	32
05/2022	19/04/2022	19/05/2022	30

A **TABELA 5** apresenta os dados expandidos das faturas de energia analisados, considerando o consumo, a energia injetada e as tarifas praticadas pela concessionaria local (CELESC) para os meses analisados.

Tabela 5. Faturas analisadas para a UC 1 com valores consumo e tarifa

MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA		ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA	
	TOTAL	150	> 150	150	> 150	TOTAL	150	> 150	150	> 150
01/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos..									
02/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
03/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
04/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
05/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
06/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
07/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
08/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
09/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
10/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
11/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
12/2019	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
01/2020	285	285	-	R$ 0,66	-	185	185	-	R$ 0,49	-
02/2020	397	397	-	R$ 0,69	-	297	297	-	R$ 0,50	-
03/2020	329	329	-	R$ 0,70	-	229	229	-	R$ 0,51	-
04/2020	459	459	-	R$ 0,68	-	279	279	-	R$ 0,50	-
05/2020	512	512	-	R$ 0,65	-	250	250	-	R$ 0,48	-
06/2020	622	622	-	R$ 0,64	-	160	160	-	R$ 0,48	-
07/2020	973	973	-	R$ 0,65	-	129	129	-	R$ 0,48	-
08/2020	705	705	-	R$ 0,67	-	171	171	-	R$ 0,49	-
09/2020	948	948	-	R$ 0,69	-	196	196	-	R$ 0,51	-
10/2020	566	566	-	R$ 0,69	-	268	268	-	R$ 0,51	-
11/2020	484	484	-	R$ 0,73	-	331	331	-	R$ 0,53	-
12/2020	442	442	-	R$ 0,69	-	256	256	-	R$ 0,51	-
01/2021	383	383	-	R$ 0,70	-	264	264	-	R$ 0,52	-
02/2021	430	430	-	R$ 0,72	-	113	113	-	R$ 0,53	-
03/2021	398	398	-	R$ 0,74	-	252	252	-	R$ 0,54	-
04/2021	517	517	-	R$ 0,74	-	192	192	-	R$ 0,54	-
05/2021	573	573	-	R$ 0,74	-	124	124	-	R$ 0,54	-
06/2021	792	792	-	R$ 0,71	-	111	111	-	R$ 0,52	-
07/2021	928	928	-	R$ 0,68	-	93	93	-	R$ 0,51	-
08/2021	762	762	-	R$ 0,68	-	129	129	-	R$ 0,51	-
09/2021	679	679	-	R$ 0,73	-	183	183	-	R$ 0,54	-
10/2021	691	691	-	R$ 0,74	-	234	234	-	R$ 0,55	-
11/2021	563	563	-	R$ 0,74	-	297	297	-	R$ 0,55	-
12/2021	537	150	387	R$ 0,63	R$ 0,74	366	150	216	R$ 0,55	R$ 0,55
01/2022	528	150	378	R$ 0,63	R$ 0,74	428	150	278	R$ 0,56	R$ 0,56
02/2022	500	150	350	R$ 0,62	R$ 0,73	400	150	250	R$ 0,55	R$ 0,55
03/2022	416	150	266	R$ 0,63	R$ 0,73	316	150	166	R$ 0,55	R$ 0,55
04/2022	547	150	397	R$ 0,62	R$ 0,73	215	215		R$ 0,54	R$ 0,54
05/2022	444	150	294	R$ 0,62	R$ 0,73	184	150	34	R$ 0,55	R$ 0,55

Os meses indicados como “Fatura não entregue. Sem dados completos.” mostram que a UC 1 não entregou para os pesquisadores do Laboratório Fotovoltaica-UFSC algumas faturas especificas. Essas faturas foram no início da análise e não impactaram nos estudos para implementação do BESS.

A TABELA 6 apresenta os valores de energia consumida, energia gerada pelo sistema FV instalado, o autoconsumo e as porcentagens de autossuficiência (consumo sobre a carga) e autoconsumo (consumo sobre a geração FV).

Tabela 6. Análise de consumo, autoconsumo e autossuficiência para a UC 1

MÊS REFERÊNCIA	ENERGIA TOTAL CONSUMIDA [kWh]	ENERGIA GERADA [kWh]	AUTOCONSUMO [kWh]	% AUTOSSUFICIÊNCIA SOBRE A CARGA	% AUTOCONSUMO SOBRE O FV
01/2019	459	487	80	17%	16%
02/2019	446	437	64	14%	15%
03/2019	556	456	149	27%	33%
04/2019	569	399	125	22%	31%
05/2019	605	323	134	22%	41%
06/2019	664	185	125	19%	68%
07/2019	718	210	130	18%	62%
08/2019	761	324	181	24%	56%
09/2019	447	289	39	9%	14%
10/2019	502	404	80	16%	20%
11/2019	608	434	197	32%	45%
12/2019	943	524	377	40%	72%
01/2020	587	487	302	51%	62%
02/2020	537	437	140	26%	32%
03/2020	556	456	227	41%	50%
04/2020	579	399	120	21%	30%
05/2020	585	323	73	12%	23%
06/2020	675	213	53	8%	25%
07/2020	1079	235	106	10%	45%
08/2020	869	335	164	19%	49%
09/2020	1048	296	100	10%	34%
10/2020	721	423	155	21%	37%
11/2020	613	460	129	21%	28%
12/2020	616	430	174	28%	40%
01/2021	501	382	118	23%	31%
02/2021	641	324	211	33%	65%
03/2021	548	402	150	27%	37%
04/2021	661	336	144	22%	43%
05/2021	723	274	150	21%	55%
06/2021	902	221	110	12%	50%
07/2021	1145	310	217	19%	70%
08/2021	903	270	141	16%	52%
09/2021	817	321	138	17%	43%
10/2021	787	330	96	12%	29%
11/2021	680	414	117	17%	28%
12/2021	665	494	128	19%	26%
01/2022	625	525	97	15%	18%
02/2022	551	451	51	9%	11%
03/2022	467	367	51	11%	14%
04/2022	647	315	100	15%	32%
05/2022	524	264	80	15%	30%

Anteriormente a instalação do BESS a UC 1 possuía uma autossuficiência de 23% e 39% sobre a produção FV. A instalação do BESS apresentou valores de 15% de autossuficiência e 35% de autoconsumo.

A redução dos valores após a instalação do BESS se dá pelo aumento do consumo da UC, variando de 646 kWh médio antes da instalação para 726 kWh médio depois da instalação. Esse aumento pode ser decorrente do uso mais expressivo da residência durante o período diurno, assim, com um consumo

maior e um mesmo sistema FV, o sistema FV se tornou insuficiente para alimentar todo consumo da UC. Além disso, o BESS não está alimentando toda UC, ou seja, não faz um ciclo por dia.

A **TABELA 7** apresenta os cenários comparativos da análise de troca tarifária para a UC 1. Conforme o **RELATÓRIO DE OPERAÇÃO** a UC 1 permaneceu alguns meses sem a coleta de dados devido a um problema no datalogger. Devido a isso, foram analisados somente oito meses de dados da UC 1.

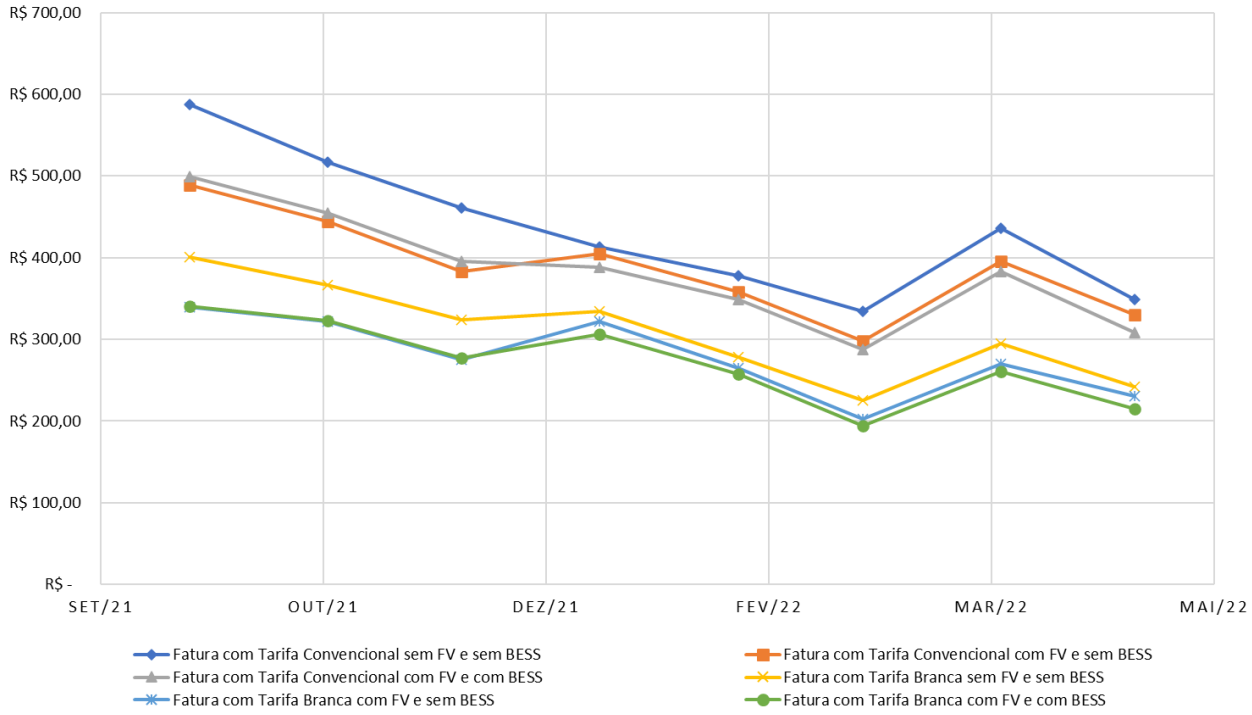
Tabela 7. Cenários comparativos para as diferentes faturas de energia para a UC 1.

TIPO DE TARIFA	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22	Mai/22
Fatura com Tarifa Convencional sem FV e sem BESS	R$ 587,21	R$ 516,44	R$ 461,29	R$ 412,73	R$ 377,63	R$ 334,55	R$ 436,10	R$ 348,61
Fatura com Tarifa Convencional com FV e sem BESS	R$ 488,49	R$ 444,67	R$ 383,35	R$ 404,48	R$ 357,94	R$ 298,41	R$ 395,79	R$ 329,96
Fatura com Tarifa Convencional com FV e com BESS	R$ 499,57	R$ 454,69	R$ 395,10	R$ 388,48	R$ 349,04	R$ 287,68	R$ 383,37	R$ 308,13
Fatura com Tarifa Branca sem FV e sem BESS	R$ 400,89	R$ 366,54	R$ 323,91	R$ 334,65	R$ 277,90	R$ 224,87	R$ 295,22	R$ 242,18
Fatura com Tarifa Branca com FV e sem BESS	R$ 339,60	R$ 321,86	R$ 275,26	R$ 321,99	R$ 265,31	R$ 202,15	R$ 269,97	R$ 230,51
Fatura com Tarifa Branca com FV e com BESS	R$ 340,83	R$ 322,57	R$ 277,37	R$ 306,56	R$ 257,62	R$ 194,71	R$ 260,42	R$ 214,86

- Tarifa convencional com FV e com BESS e Tarifa Convencional sem FV e sem BESS: Para os meses analisados, a economia com as despesas de energia elétrica chegam a 12%.
- Tarifa convencional com FV e sem BESS e Tarifa Convencional com FV e com BESS: Para os meses analisados, a inserção de sistema apresentou uma redução de 2% nas despesas de energia elétrica. Este baixo impacto se dá devido ao perfil de consumo da UC que não está alinhado com a parametrização do BESS.
- Tarifa Convencional com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Comparando os cenários da residência com consumo total com FV e BESS na tarifa convencional, e com FV e BESS na tarifa branca é possível observar uma grande queda no valor pago no consumo da concessionária. Para os meses, poderia ser observado uma redução tarifaria de 29%.
- Tarifa Branca com FV e sem BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Para os meses, o BESS apresentou pequenos ganhos com relação ao cenário sem BESS. Esse cenário poderia ser diferente caso o despacho da bateria fosse parametrizado para acompanhar o perfil tarifário, considerando carga total no BESS quando o período de ponta se iniciasse.

A **FIGURA 7** apresenta a evolução das despesas com energia elétrica para a UC 1. É possível observar que os menores valores de faturas são alcançados no cenário Tarifa Branca com FV e com BESS.

Figura 7. Evolução das despesas com energia elétrica para a UC 1



5.2 UNIDADE CONSUMIDORA 2 – PRAIA DE FORA

O perfil de consumo da UP varia de acordo com o uso da edificação, resultando em períodos de maior ou menor consumo energético, variações sazonais e hábitos rotineiros. A UC 2 possui as características básicas de consumo e usabilidade apresentadas na TABELA 8.

Tabela 8. Informações de consumo médio e qualitativas da UC 2

INFORMAÇÕES DA UC 2	
Consumo médio mensal	1164 kWh/mês
Consumo médio diário	38,8 kWh/dia
N°de pessoas	2 com variações aos finais de semana
Principais cargas	Cervejeira, piso térmico, forno elétrico, 3 motores de portão, bomba de água 5 ap. ar cond.

A UC possui cargas elétricas tais como tomadas de uso geral e específico, sistema de iluminação em LED, sistemas de ar-condicionado, piso aquecido, cervejeira e máquinas de lavar e secar roupa. Durante o período deste projeto a residência passou por um aumento do uso da residência, visto que inicialmente a edificação era mais utilizada como casa de verão e/ou finais de semana, o que impacta nos resultados apresentados a seguir.

A FIGURA 8 apresenta o perfil de consumo da UC 2. O perfil de consumo determinou a parametrização do despacho do BESS. Após a pandemia, o perfil de consumo médio da residência continuou diurno, com picos de consumo durante a madruga e a noite, ocasionados pelo uso de ares-condicionados (no verão e inverno) e piso aquecido (no inverno), o que impacta no desempenho do BESS.

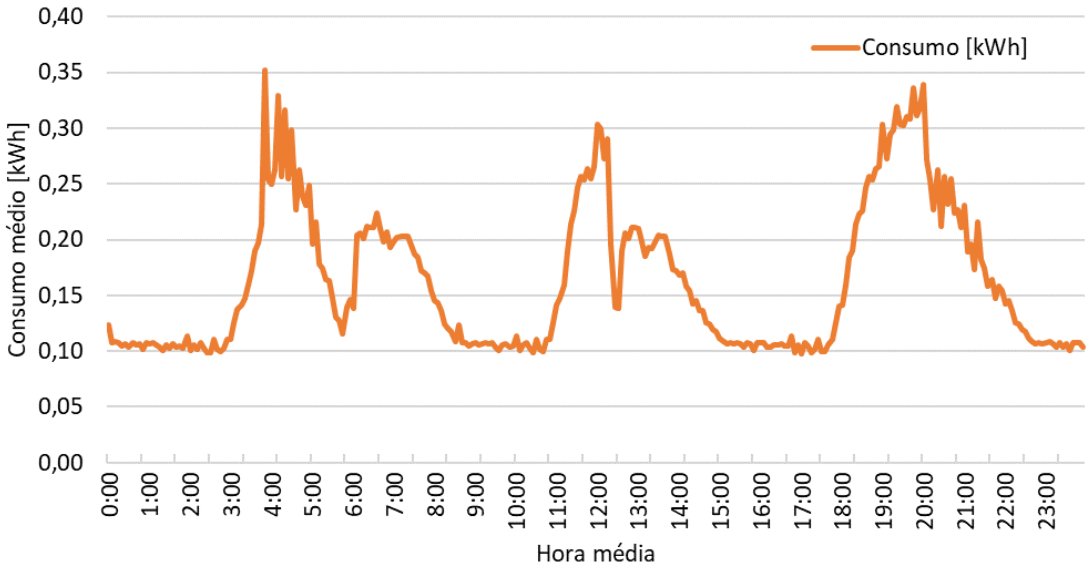


Figura 8. Perfil de consumo da UC 2 atualizado com o impacto da pandemia COVID-19

Um resumo das principais informações da fatura, tais como datas de leitura e número de dias faturados, é apresentado na **TABELA 9**. As próximas tabelas apresentarão linhas verdes nos meses de 05/2021 a 05/2022. Estas linhas verdes representam os meses em que o BESS já foi instalado. O BESS entrou em operação no mês de 05/2021.

Tabela 9. Faturas analisadas para a UC 2

MÊS REFERÊNCIA	DATA DA LEITURA ANTERIOR	DATA DA LEITURA ATUAL	NÚMERO DE DIAS FATURADOS
01/2019	18/12/2018	18/01/2019	31
02/2019	18/01/2019	19/02/2019	32
03/2019	19/02/2019	20/03/2019	29
04/2019	20/03/2019	18/04/2019	29
05/2019	18/04/2019	20/05/2019	32
06/2019	20/05/2019	18/06/2019	29
07/2019	18/06/2019	17/07/2019	29
08/2019	17/07/2019	16/08/2019	30
09/2019	16/08/2019	17/09/2019	32
10/2019	17/09/2019	18/10/2019	31
11/2019	18/10/2019	19/11/2019	32
12/2019	19/11/2019	18/12/2019	29
01/2020	18/12/2019	17/01/2020	30
02/2020	17/01/2020	18/02/2020	32
03/2020	18/02/2020	18/03/2020	29
04/2020	18/03/2020	17/04/2020	30
05/2020	17/04/2020	19/05/2020	32
06/2020	19/05/2020	18/06/2020	30
07/2020	18/06/2020	20/07/2020	32
08/2020	20/07/2020	18/08/2020	29
09/2020	18/08/2020	18/09/2020	31
10/2020	18/09/2020	20/10/2020	32
11/2020	20/10/2020	18/11/2020	29
12/2020	18/11/2020	18/12/2020	30
01/2021	18/12/2020	19/01/2021	32
02/2021	19/01/2021	17/02/2021	29
03/2021	17/02/2021	18/03/2021	29
04/2021	18/03/2021	19/04/2021	32
05/2021	19/04/2021	18/05/2021	29
06/2021	18/05/2021	17/06/2021	30
07/2021	17/06/2021	19/07/2021	32
08/2021	19/07/2021	18/08/2021	30
09/2021	18/08/2021	17/09/2021	30

10/2021	17/09/2021	19/10/2021	32
11/2021	19/10/2021	18/11/2021	30
12/2021	18/11/2021	17/12/2022	29
01/2022	17/12/2021	18/01/2022	32
02/2022	17/12/2022	16/02/2022	29
03/2022	16/02/2022	18/03/2022	30
04/2022	18/03/2022	19/04/2022	32
05/2022	19/04/2022	19/05/2022	30

A TABELA 10 apresenta os dados expandidos das faturas de energia analisados, considerando o consumo, a energia injetada e as tarifas praticadas pela concessionaria local (CELESC) para os meses analisados.

Tabela 10. Faturas analisadas para a UC2 com valores consumo e tarifa

MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA		ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA	
	TOTAL	150	> 150	150	> 150	TOTAL	150	> 150	150	> 150
01/2019	409	150	259	R$ 0,65	R$ 0,78	309	309	-	R$ 0,57	R$ 0,57
02/2019	495	150	345	R$ 0,63	R$ 0,75	395	395	-	R$ 0,55	R$ 0,55
03/2019	416	150	266	R$ 0,60	R$ 0,71	316	316	-	R$ 0,53	R$ 0,53
04/2019	272	150	122	R$ 0,59	R$ 0,69	172	172	-	R$ 0,52	R$ 0,52
05/2019	442	150	292	R$ 0,60	R$ 0,70	342	342	-	R$ 0,52	R$ 0,52
06/2019	459	150	309	R$ 0,62	R$ 0,74	359	359	-	R$ 0,55	R$ 0,55
07/2019	632	150	482	R$ 0,66	R$ 0,78	297	297	-	R$ 0,57	-
08/2019	663	150	513	R$ 0,66	R$ 0,79	330	330	-	R$ 0,57	-
09/2019	568	150	418	R$ 0,58	R$ 0,69	363	363	-	R$ 0,51	-
10/2019	339	150	189	R$ 0,55	R$ 0,65	239	150	89	R$ 0,49	R$ 0,49
11/2019	319	150	169	R$ 0,54	R$ 0,63	219	150	69	R$ 0,47	R$ 0,47
12/2019	285	150	135	R$ 0,54	R$ 0,64	185	150	35	R$ 0,48	R$ 0,48
01/2020	699	150	549	R$ 0,56	R$ 0,66	599	150	449	R$ 0,49	R$ 0,49
02/2020	290	150	140	R$ 0,58	R$ 0,69	190	150	40	R$ 0,50	R$ 0,50
03/2020	269	150	119	R$ 0,58	R$ 0,70	169	150	19	R$ 0,51	R$ 0,51
04/2020	546	150	396	R$ 0,57	R$ 0,68	446	150	296	R$ 0,50	R$ 0,50
05/2020	510	150	360	R$ 0,55	R$ 0,65	410	150	260	R$ 0,48	R$ 0,48
06/2020	807	150	657	R$ 0,54	R$ 0,64	250	250	-	R$ 0,48	-
07/2020	1152	150	1002	R$ 0,55	R$ 0,65	224	224	-	R$ 0,48	-
08/2020	842	150	692	R$ 0,57	R$ 0,67	344	344	-	R$ 0,49	-
09/2020	1110	150	960	R$ 0,58	R$ 0,69	299	299	-	R$ 0,51	-
10/2020	691	150	541	R$ 0,58	R$ 0,69	446	150	296	R$ 0,51	R$ 0,51
11/2020	464	150	314	R$ 0,61	R$ 0,73	364	150	214	R$ 0,54	R$ 0,54
12/2020	533	150	383	R$ 0,59	R$ 0,69	433	150	283	R$ 0,51	R$ 0,51
01/2021	1345	150	1195	R$ 0,59	R$ 0,70	258	43	215	R$ 0,52	R$ 0,52
02/2021	772	150	622	R$ 0,61	R$ 0,72	326	150	176	R$ 0,53	R$ 0,53
03/2021	824	150	674	R$ 0,62	R$ 0,74	289	150	139	R$ 0,54	R$ 0,54
04/2021	769	150	619	R$ 0,63	R$ 0,74	218	150	68	R$ 0,54	R$ 0,54
05/2021	683	150	533	R$ 0,62	R$ 0,74	223	150	73	R$ 0,54	R$ 0,54
06/2021	1037	150	887	R$ 0,60	R$ 0,71	157	150	7	R$ 0,52	R$ 0,52
07/2021	1220	150	1070	R$ 0,58	R$ 0,68	81	81	-	R$ 0,51	-
08/2021	1127	150	977	R$ 0,58	R$ 0,68	97	97	-	R$ 0,51	-
09/2021	521	150	371	R$ 0,62	R$ 0,73	194	150	44	R$ 0,54	R$ 0,54
10/2021	638	150	488	R$ 0,63	R$ 0,74	185	150	35	R$ 0,55	R$ 0,55
11/2021	546	150	396	R$ 0,63	R$ 0,74	308	150	158	R$ 0,55	R$ 0,55
12/2021	395	150	245	R$ 0,63	R$ 0,74	295	150	145	R$ 0,55	R$ 0,55
01/2022	1022	150	872	R$ 0,63	R$ 0,74	384	50	334	R$ 0,56	R$ 0,56
02/2022	856	150	706	R$ 0,62	R$ 0,73	401	150	251	R$ 0,55	R$ 0,55
03/2022	816	150	666	R$ 0,63	R$ 0,73	263	150	113	R$ 0,55	R$ 0,55
04/2022	573	150	423	R$ 0,62	R$ 0,73	212	150	62	R$ 0,54	R$ 0,54
05/2022	437	150	287	R$ 0,62	R$ 0,73	56	56	-	R$ 0,55	-

A TABELA 11 apresenta os valores de energia consumida, energia gerada pelo sistema FV instalado, o autoconsumo e as porcentagens de autossuficiência (consumo sobre a carga) e autoconsumo (consumo sobre a geração FV).

Tabela 11. Análise de consumo, autoconsumo e autossuficiência para a UC 2

MÊS REFERÊNCIA	ENERGIA TOTAL CONSUMIDA [kWh]	ENERGIA GERADA [kWh]	AUTOCONSUMO [kWh]	% AUTOSSUFICIÊNCIA SOBRE A CARGA	% AUTOCONSUMO SOBRE O FV
01/2019	988	888	579	59%	65%
02/2019	802	702	307	38%	44%
03/2019	880	780	464	53%	59%
04/2019	748	648	476	64%	73%
05/2019	578	478	136	24%	28%
06/2019	671	571	212	32%	37%
07/2019	849	514	217	26%	42%
08/2019	989	656	326	33%	50%
09/2019	785	580	217	28%	37%
10/2019	980	791	641	65%	81%
11/2019	981	812	662	67%	82%
12/2019	1145	1010	860	75%	85%
01/2020	1455	906	756	52%	83%
02/2020	950	810	660	69%	81%
03/2020	1049	930	780	74%	84%
04/2020	1224	828	678	55%	82%
05/2020	1043	683	533	51%	78%
06/2020	991	434	184	19%	42%
07/2020	1449	521	297	20%	57%
08/2020	1214	716	372	31%	52%
09/2020	1373	562	263	19%	47%
10/2020	1369	828	678	50%	82%
11/2020	1118	804	654	58%	81%
12/2020	1099	716	566	51%	79%
01/2021	2002	700	657	33%	94%
02/2021	1453	831	681	47%	82%
03/2021	1395	721	571	41%	79%
04/2021	1334	715	565	42%	79%
05/2021	1113	580	430	39%	74%
06/2021	1329	442	292	22%	66%
07/2021	1833	694	613	33%	88%
08/2021	1612	582	485	30%	83%
09/2021	1015	644	494	49%	77%
10/2021	1100	612	462	42%	76%
11/2021	1244	848	698	56%	82%
12/2021	1268	1023	873	69%	85%
01/2022	1544	838	688	45%	82%
02/2022	1587	921	771	49%	84%
03/2022	1181	758	608	51%	80%
04/2022	1003	622	566	56%	91%
05/2022	997	616	560	56%	91%

Anteriormente a instalação do BESS a UC 2 possuía uma autossuficiência de 46% e um autoconsumo de 67% 39%. Após a instalação do BESS os valores para autossuficiência permaneceram iguais, porém os valores de autoconsumo aumentaram para 82%.

Os valores de autossuficiência sobre a carga permaneceram iguais pois a UC 2 passou a ter um consumo médio de 1294 kWh contra 1104 kWh antes da instalação do BESS.

A **TABELA 7** apresenta os cenários comparativos da análise de troca tarifária para a UC 2.

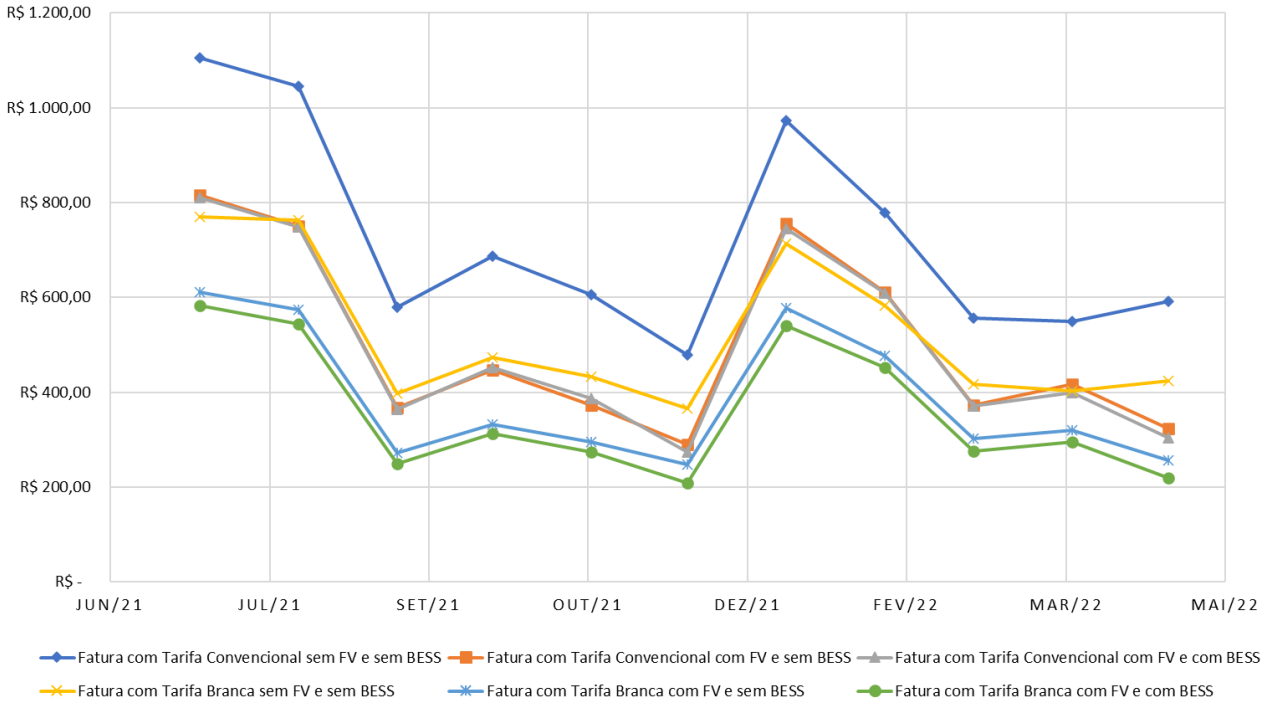
Tabela 12. Cenários comparativos para as diferentes faturas de energia para a UC 2.

TIPO DE TARIFA	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22	Mai/22
Fatura com Tarifa Convencional sem FV e sem BESS	R$ 868,48	R$ 1.104,49	R$ 1.045,20	R$ 578,74	R$ 687,65	R$ 606,32	R$ 478,08	R$ 972,15	R$ 778,39	R$ 556,92	R$ 549,51	R$ 592,35
Fatura com Tarifa Convencional com FV e sem BESS	R$ 776,43	R$ 815,16	R$ 750,04	R$ 368,14	R$ 47,08	R$ 372,80	R$ 289,38	R$ 754,91	R$ 610,23	R$ 372,85	R$ 416,84	R$ 322,90
Fatura com Tarifa Convencional com FV e com BESS	R$ 770,81	R$ 810,00	R$ 749,27	R$ 364,49	R$ 453,10	R$ 386,15	R$ 274,84	R$ 744,73	R$ 609,13	R$ 371,11	R$ 399,41	R$ 303,92
Fatura com Tarifa Branca sem FV e sem BESS	R$ 575,68	R$ 769,80	R$ 762,23	R$ 396,84	R$ 474,03	R$ 432,26	R$ 365,87	R$ 713,08	R$ 583,14	R$ 416,91	R$ 403,36	R$ 424,07
Fatura com Tarifa Branca com FV e sem BESS	R$ 519,36	R$ 611,88	R$ 574,49	R$ 272,65	R$ 332,93	R$ 295,25	R$ 248,06	R$ 578,31	R$ 477,11	R$ 302,22	R$ 319,78	R$ 256,09
Fatura com Tarifa Branca com FV e com BESS	R$ 511,04	R$ 582,89	R$ 544,19	R$ 249,87	R$ 313,24	R$ 274,88	R$ 209,09	R$ 540,44	R$ 452,06	R$ 276,44	R$ 294,95	R$ 219,83

- Tarifa convencional com FV e com BESS e Tarifa Convencional sem FV e sem BESS: Para os meses analisados, a economia com as despesas de energia elétrica chegam a 33%.
- Tarifa convencional com FV e sem BESS e Tarifa Convencional com FV e com BESS: Para os meses analisados, a inserção de sistema apresentou uma redução de 1% nas despesas de energia elétrica. a inserção de sistema não impactou, pois, a Tarifa Convencional não é a mais adequada.
- Tarifa Convencional com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Comparando os cenários da residência com consumo total com FV e BESS na tarifa convencional, e com FV e BESS na tarifa branca é possível observar uma grande queda no valor pago no consumo da concessionária. Para os meses, poderia ser observado uma redução tarifaria de 28%.
- Tarifa Branca com FV e sem BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Para os meses, o BESS apresentou ganhos em torno de 8% com relação ao cenário sem BESS.

A FIGURA 9 apresenta a evolução das despesas com energia elétrica para a UC 2. É possível observar que os menores valores de faturas são alcançados no cenário Tarifa Branca com FV e com BESS.

Figura 9. Evolução das despesas com energia elétrica para a UC 2



5.3 UNIDADE CONSUMIDORA 3 – CACUPÉ

O perfil de consumo da UP varia de acordo com o uso da edificação, resultando em períodos de maior ou menor consumo energético, variações sazonais e hábitos rotineiros. A UC 3 possui as características básicas de consumo e usabilidade apresentadas na TABELA 13.

Tabela 13. Informações de consumo médio e qualitativas da UC 3

INFORMAÇÕES DA UC 3	
Consumo médio mensal	1189 kWh/mês
Consumo médio diário	39,6 kWh/dia
N°de pessoas	4
Principais cargas	Máquina de lavar, frigobar, motor de piscina e hidromassagem, forno elétrico 7 ap. ar cond.

A UC possui cargas elétricas tais como tomadas de uso geral e específico, sistema de iluminação em LED, sistemas de ar-condicionado, frigobar, forno elétrico, máquinas de lavar e secar roupa, motor pra piscina e aparelhos de ares-condicionados. Durante o período deste projeto a edificação passou a ser mais utilizada durante o dia, considerando os reflexos da pandemia de COVID-19 apresentados anteriormente.

A FIGURA 13 apresenta o perfil de consumo da UC 3. O perfil de consumo determinou a parametrização do despacho do BESS. Após a pandemia, o perfil de consumo médio da UC continuou noturno, com picos de consumo durante a madruga e pela manhã, ocasionados pelo uso de ares-condicionados e banhos diurnos, o que impacta no desempenho do BESS.

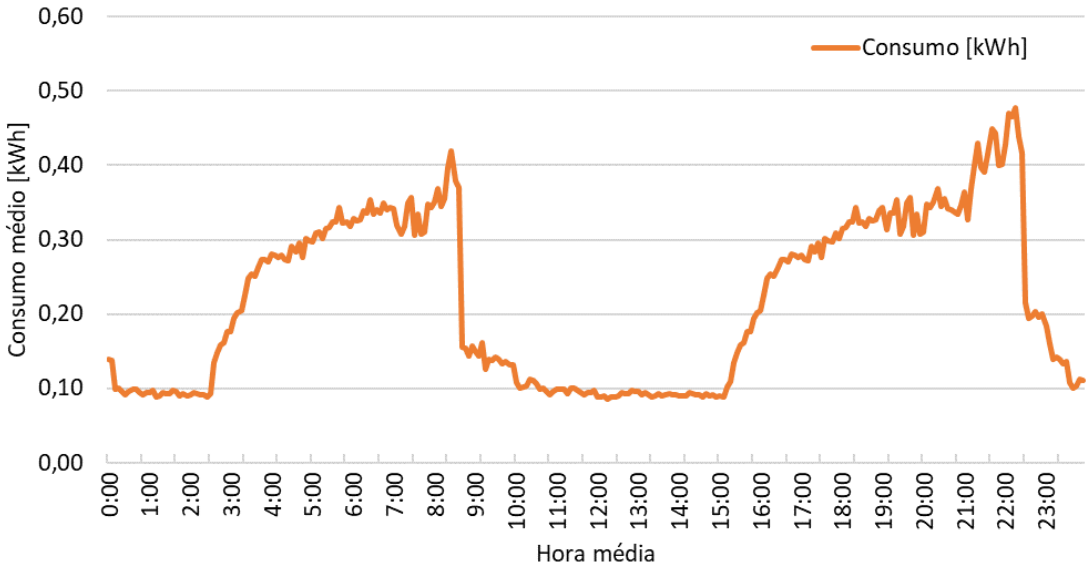


Figura 10. Perfil de consumo da UC 5 atualizado com o impacto da pandemia COVID-19

Um resumo das principais informações da fatura, tais como datas de leitura e número de dias faturados, é apresentado na **TABELA 14**. As próximas tabelas apresentarão linhas verdes nos meses de 05/2021 a 05/2022. Estas linhas verdes representam os meses em que o BESS já foi instalado. O BESS entrou em operação no mês de 05/2021.

Tabela 14. Faturas analisadas para a UC 3

MÊS REFERÊNCIA	DATA DA LEITURA ANTERIOR	DATA DA LEITURA ATUAL	N DIAS FATURADOS
01/2019	18/12/2018	18/01/2019	31
02/2019	18/01/2019	19/02/2019	32
03/2019	19/02/2019	20/03/2019	29
04/2019	20/03/2019	18/04/2019	29
05/2019	18/04/2019	20/05/2019	32
06/2019	20/05/2019	18/06/2019	29
07/2019	18/06/2019	17/07/2019	29
08/2019	17/07/2019	16/08/2019	30
09/2019	16/08/2019	17/09/2019	32
10/2019	17/09/2019	18/10/2019	31
11/2019	18/10/2019	19/11/2019	32
12/2019	19/11/2019	18/12/2019	29
01/2020	18/12/2019	17/01/2020	30
02/2020	17/01/2020	18/02/2020	32
03/2020	18/02/2020	18/03/2020	29
04/2020	18/03/2020	17/04/2020	30
05/2020	17/04/2020	19/05/2020	32
06/2020	19/05/2020	18/06/2020	30
07/2020	18/06/2020	20/07/2020	32
08/2020	20/07/2020	18/08/2020	29
09/2020	18/08/2020	18/09/2020	31
10/2020	18/09/2020	20/10/2020	32
11/2020	20/10/2020	18/11/2020	29
12/2020	18/11/2020	18/12/2020	30
01/2021	18/12/2020	19/01/2021	32
02/2021	19/01/2021	17/02/2021	29
03/2021	17/02/2021	18/03/2021	29
04/2021	18/03/2021	19/04/2021	32
05/2021	19/04/2021	18/05/2021	29
06/2021	18/05/2021	17/06/2021	30
07/2021	17/06/2021	19/07/2021	32
08/2021	19/07/2021	18/08/2021	30
09/2021	18/08/2021	17/09/2021	30

10/2021	17/09/2021	19/10/2021	32
11/2021	19/10/2021	18/11/2021	30
12/2021	18/11/2021	17/12/2021	29
01/2022	17/12/2021	18/01/2022	32
02/2022	18/01/2022	16/02/2022	29
03/2022	16/02/2022	18/03/2022	30
04/2022	18/03/2022	19/04/2022	32
05/2022	Fatura não entregue. Sem dados completos.		

A **TABELA 15** apresenta os dados expandidos das faturas de energia analisados, considerando o consumo, a energia injetada e as tarifas praticadas pela concessionaria local (CELESC) para os meses analisados.

Tabela 15. Faturas analisadas para a UC3 com valores consumo e tarifa

MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA		ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA	
	TOTAL	150	> 150	150	> 150	TOTAL	150	> 150	150	> 150
01/2019	1000	150	850	R$ 0,65	R$ 0,78	131	131	-	R$ 0,57	-
02/2019	972	150	822	R$ 0,63	R$ 0,75	155	155	-	R$ 0,55	R$ 0,55
03/2019	825	150	675	R$ 0,60	R$ 0,71	132	132	-	R$ 0,53	-
04/2019	679	150	529	R$ 0,59	R$ 0,69	130	130	-	R$ 0,52	-
05/2019	805	150	655	R$ 0,60	R$ 0,70	91	91	-	R$ 0,52	-
06/2019	726	150	576	R$ 0,62	R$ 0,74	76	76	-	R$ 0,55	-
07/2019	801	150	651	R$ 0,66	R$ 0,78	85	85	-	R$ 0,57	-
08/2019	910	150	760	R$ 0,66	R$ 0,79	107	107	-	R$ 0,57	-
09/2019	878	150	728	R$ 0,58	R$ 0,69	154	154	-	R$ 0,51	R$ 0,51
10/2019	800	150	650	R$ 0,55	R$ 0,65	148	148	-	R$ 0,49	-
11/2019	742	150	592	R$ 0,54	R$ 0,63	157	157	-	R$ 0,47	R$ 0,47
12/2019	593	150	443	R$ 0,54	R$ 0,64	205	205	-	R$ 0,48	R$ 0,48
01/2020	741	150	591	R$ 0,56	R$ 0,66	169	169	-	R$ 0,49	R$ 0,49
02/2020	893	150	743	R$ 0,58	R$ 0,69	129	129	-	R$ 0,50	-
03/2020	838	150	688	R$ 0,58	R$ 0,70	133	133	-	R$ 0,51	-
04/2020	872	150	722	R$ 0,57	R$ 0,68	88	88	-	R$ 0,50	-
05/2020	828	150	678	R$ 0,55	R$ 0,65	73	73	-	R$ 0,48	-
06/2020	934	150	784	R$ 0,54	R$ 0,64	38	38	-	R$ 0,48	-
07/2020	1117	150	967	R$ 0,55	R$ 0,65	35	35	-	R$ 0,48	-
08/2020	1046	150	896	R$ 0,57	R$ 0,67	27	27	-	R$ 0,49	-
09/2020	1184	150	1034	R$ 0,58	R$ 0,69	85	85	-	R$ 0,51	-
10/2020	927	150	777	R$ 0,58	R$ 0,69	100	100	-	R$ 0,51	-
11/2020	790	150	640	R$ 0,61	R$ 0,73	100	100	-	R$ 0,53	-
12/2020	868	150	718	R$ 0,59	R$ 0,69	65	65	-	R$ 0,51	-
01/2021	1118	150	968	R$ 0,59	R$ 0,70	31	31	-	R$ 0,52	-
02/2021	1119	150	969	R$ 0,61	R$ 0,72	27	27	-	R$ 0,53	-
03/2021	1075	150	925	R$ 0,62	R$ 0,74	28	28	-	R$ 0,54	-
04/2021	1011	150	861	R$ 0,63	R$ 0,74	6	6	-	R$ 0,54	-
05/2021	743	150	593	R$ 0,62	R$ 0,74	3	3	-	R$ 0,54	-
06/2021	741	150	591	R$ 0,60	R$ 0,71	4	4	-	R$ 0,52	-
07/2021	739	150	589	R$ 0,58	R$ 0,68	9	9	-	R$ 0,50	-
08/2021	744	150	594	R$ 0,58	R$ 0,68	3	3	-	R$ 0,50	-
09/2021	749	150	599	R$ 0,62	R$ 0,73	11	11	-	R$ 0,54	-
10/2021	618	150	468	R$ 0,63	R$ 0,74	19	19	-	R$ 0,55	-
11/2021	680	150	530	R$ 0,63	R$ 0,74	41	41	-	R$ 0,55	-
12/2021	731	150	581	R$ 0,63	R$ 0,74	32	32	-	R$ 0,55	-
01/2022	844	150	694	R$ 0,63	R$ 0,74	50	50	-	R$ 0,56	-
02/2022	1173	150	1023	R$ 0,62	R$ 0,73	14	14	-	R$ 0,55	-
03/2022	1198	150	1048	R$ 0,63	R$ 0,73	11	11	-	R$ 0,55	-
04/2022	946	150	796	R$ 0,62	R$ 0,73	6	6	-	R$ 0,54	-
05/2022	Fatura não entregue. Sem dados completos.									

A **TABELA 16** apresenta os valores de energia consumida, energia gerada pelo sistema FV instalado, o autoconsumo e as porcentagens de autossuficiência (consumo sobre a carga) e autoconsumo (consumo sobre a geração FV).

Tabela 16. Análise de consumo, autoconsumo e autossuficiência para a UC 3

MÊS REFERÊNCIA	ENERGIA TOTAL CONSUMIDA [kWh]	ENERGIA GERADA [kWh]	AUTOCONSUMO [kWh]	% AUTOSSUFICIÊNCIA SOBRE A CARGA	% AUTOCONSUMO SOBRE O FV
01/2019	1392	523	392	28%	75%
02/2019	1222	405	250	20%	62%
03/2019	1115	422	290	26%	69%
04/2019	899	350	220	24%	63%
05/2019	971	257	166	17%	65%
06/2019	964	314	238	25%	76%
07/2019	968	252	167	17%	66%
08/2019	1165	362	255	22%	70%
09/2019	1032	308	154	15%	50%
10/2019	1077	425	277	26%	65%
11/2019	1048	463	306	29%	66%
12/2019	953	565	360	38%	64%
01/2020	1087	515	346	32%	67%
02/2020	1207	443	314	26%	71%
03/2020	1170	465	332	28%	71%
04/2020	1219	435	347	28%	80%
05/2020	1114	359	286	26%	80%
06/2020	1143	247	209	18%	85%
07/2020	1347	265	230	17%	87%
08/2020	1306	287	260	20%	91%
09/2020	1397	298	213	15%	71%
10/2020	1250	423	323	26%	76%
11/2020	1163	473	373	32%	79%
12/2020	1248	445	380	30%	85%
01/2021	1475	388	357	24%	92%
02/2021	1559	467	440	28%	94%
03/2021	1469	422	394	27%	93%
04/2021	1364	359	353	26%	98%
05/2021	1056	316	313	30%	99%
06/2021	980	243	239	24%	98%
07/2021	1074	344	335	31%	97%
08/2021	1024	283	280	27%	99%
09/2021	1061	323	312	29%	97%
10/2021	924	325	306	33%	94%
11/2021	1029	390	349	34%	89%
12/2021	1176	477	445	38%	93%
01/2022	1304	510	460	35%	90%
02/2022	1806	647	633	35%	98%
03/2022	1564	377	366	23%	97%
04/2022	1237	297	291	24%	98%
05/2022	Fatura não entregue. Sem dados completos.				

Anteriormente a instalação do BESS a UC 3 possuía uma autossuficiência média de 25% e um autoconsumo médio de 75%. A instalação do BESS apresentou elevação dos valores médios para 30% de autossuficiência e 96% de autoconsumo.

O aumento da autossuficiência e do autoconsumo mostra um consumo maior durante o dia, onde as cargas ou o BESS consomem instantaneamente a energia produzida pelo sistema FV.

A TABELA 17 apresenta os cenários comparativos da análise de troca tarifária para a UC 3.

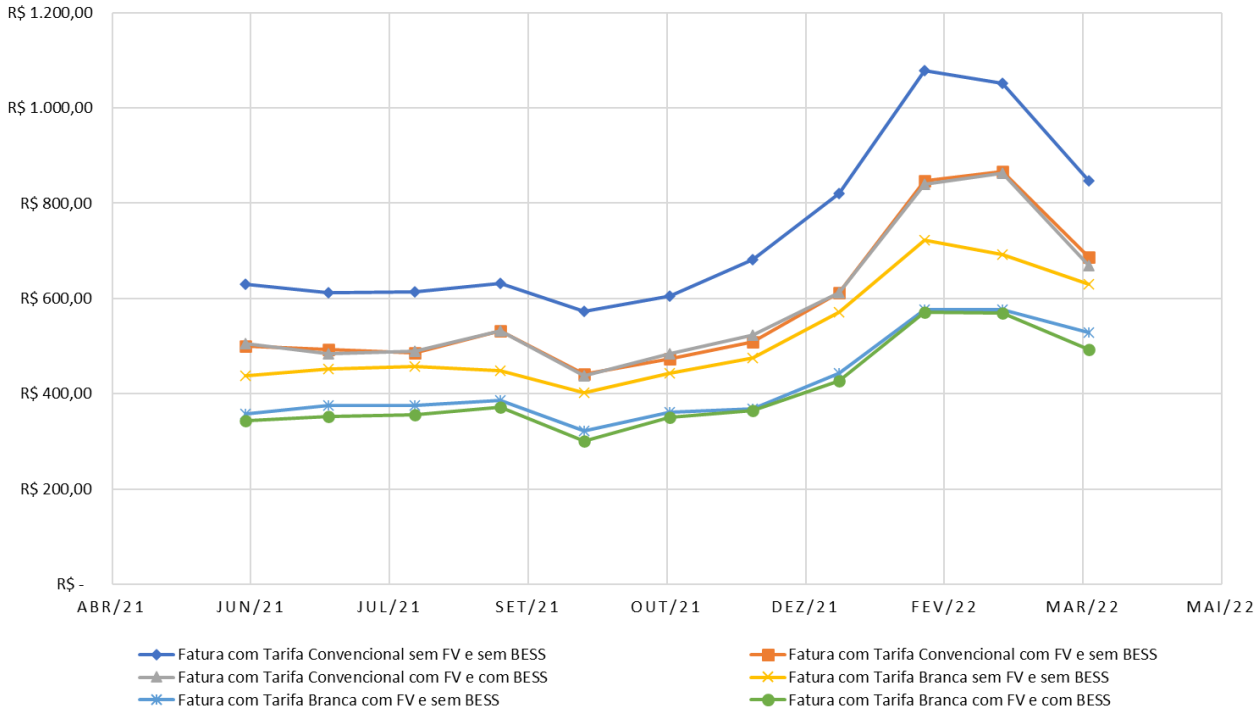
Tabela 17. Cenários comparativos para as diferentes faturas de energia para a UC 3.

TIPO DE TARIFA	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22
Fatura com Tarifa Convencional sem FV e sem BESS	R$ 630,26	R$ 612,92	R$ 614,91	R$ 632,26	R$ 572,57	R$ 605,46	R$ 681,63	R$ 820,95	R$ 1.078,23	R$ 1.051,73	R$ 846,44
Fatura com Tarifa Convencional com FV e sem BESS	R$ 499,67	R$ 493,28	R$ 486,62	R$ 532,15	R$ 441,85	R$ 473,18	R$ 508,48	R$ 612,56	R$ 847,43	R$ 867,22	R$ 686,69
Fatura com Tarifa Convencional com FV e com BESS	R$ 506,29	R$ 484,70	R$ 489,51	R$ 531,32	R$ 438,37	R$ 484,94	R$ 522,56	R$ 612,14	R$ 840,70	R$ 862,71	R$ 669,92
Fatura com Tarifa Branca sem FV e sem BESS	R$ 437,74	R$ 452,12	R$ 457,98	R$ 448,61	R$ 402,93	R$ 443,16	R$ 475,51	R$ 571,45	R$ 722,00	R$ 691,83	R$ 629,29
Fatura com Tarifa Branca com FV e sem BESS	R$ 357,81	R$ 375,81	R$ 376,39	R$ 386,12	R$ 321,77	R$ 361,03	R$ 367,92	R$ 442,80	R$ 577,43	R$ 576,96	R$ 528,67
Fatura com Tarifa Branca com FV e com BESS	R$ 343,22	R$ 351,80	R$ 356,47	R$ 372,04	R$ 301,81	R$ 351,39	R$ 364,51	R$ 427,77	R$ 571,60	R$ 569,86	R$ 493,71

- Tarifa convencional com FV e com BESS e Tarifa Convencional sem FV e sem BESS: Para os meses analisados, a economia com as despesas de energia elétrica chegam a 21%;
- Tarifa convencional com FV e sem BESS e Tarifa Convencional com FV e com BESS: Para os meses analisados, a inserção de sistema não apresentou uma redução nas despesas de energia elétrica.
- Tarifa Convencional com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Comparando os cenários da residência com consumo total com FV e BESS na tarifa convencional, e com FV e BESS na tarifa branca é possível observar uma grande queda no valor pago no consumo da concessionária. Para os meses, poderia ser observado uma redução tarifaria de 30%.
- Tarifa Branca com FV e sem BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Para os meses, o BESS apresentou pequenos ganhos em torno de 4% com relação ao cenário sem BESS.

A FIGURA 7 apresenta a evolução das despesas com energia elétrica para a UC 3. É possível observar que os menores valores de faturas são alcançados no cenário Tarifa Branca com FV e com BESS.

Figura 11. Evolução das despesas com energia elétrica para a UC 3



5.4 UNIDADE CONSUMIDORA 4 – JURERÊ INTERNACIONAL

O perfil de consumo da UC varia de acordo com o uso da edificação, resultando em períodos de maior ou menor consumo energético, variações sazonais e hábitos rotineiros. A UC 4 possui as características básicas de consumo e usabilidade apresentadas na TABELA 18.

Tabela 18. Informações de consumo médio e qualitativas da UC 4

INFORMAÇÕES DA UC 4	
Consumo médio mensal	1007 kWh/mês
Consumo médio diário	33,5 kWh/dia
N° de pessoas	4
Principais cargas	Freezer, 2 geladeiras, motor piscina, cervejeira, máquina de lavar/secar, forno elétrico 3 ap. ar cond.

A UC possui cargas elétricas tais como tomadas de uso geral e específico, sistema de iluminação em LED, sistemas de ar-condicionado, motor de piscina, forno elétrico e máquinas de lavar e secar roupa. Durante o período deste projeto a residência passou por uma redução de número de pessoas, o que impacta nos resultados apresentados a seguir.

A FIGURA 12 apresenta o perfil de consumo da UC 3. O perfil de consumo determinou a parametrização do despacho do BESS. Após a pandemia, o perfil de consumo médio da residência continuou diurno, com grandes picos durante do dia.

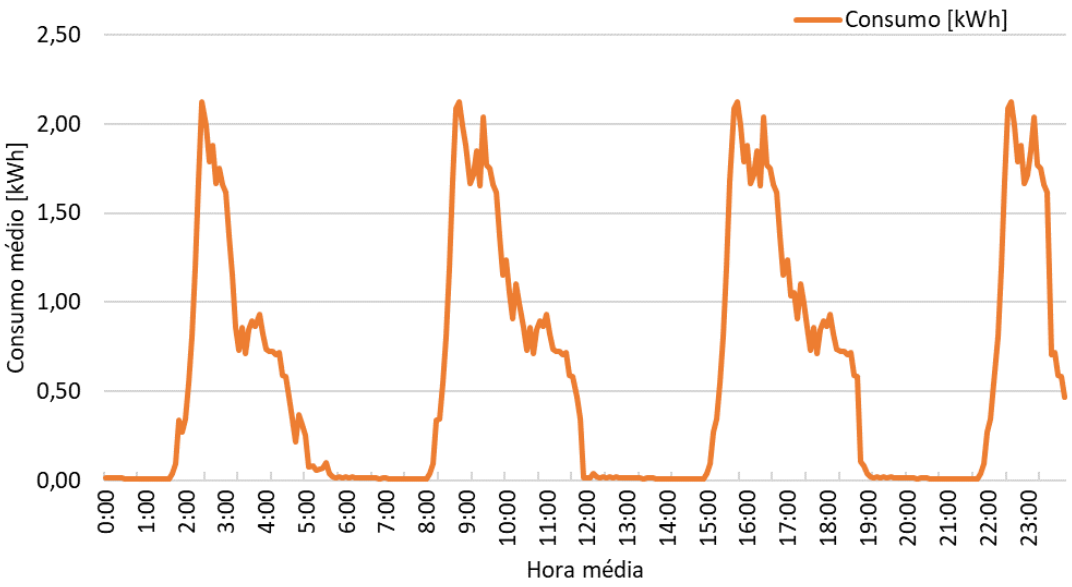


Figura 12. Perfil de consumo da UC 4 atualizado com o impacto da pandemia COVID-19

A UC possui alguns fatores limitantes para o BESS, como por exemplo, o quadro elétrico onde ele está interligado e os medidores de energia estão lendo somente uma fase (a UC é trifásica).

Um resumo das principais informações da fatura, tais como datas de leitura e número de dias faturados, é apresentado na **TABELA 19**. As próximas tabelas apresentarão linhas verdes nos meses de 05/2021 a 05/2022. Estas linhas verdes representam os meses em que o BESS já foi instalado. O BESS entrou em operação no mês de 05/2021.

Tabela 19. Faturas analisadas para a UC 4

MÊS REFERÊNCIA	DATA DA LEITURA ANTERIOR	DATA DA LEITURA ATUAL	N DIAS FATURADOS
01/2019	17/12/2018	17/01/2019	31
02/2019	17/01/2019	18/02/2019	32
03/2019	18/02/2019	19/03/2019	29
04/2019	19/03/2019	17/04/2019	29
05/2019	17/04/2019	17/05/2019	30
06/2019	17/05/2019	17/06/2019	31
07/2019	17/06/2019	16/07/2019	29
08/2019	16/07/2019	15/08/2019	30
09/2019	15/08/2019	16/09/2019	32
10/2019	16/09/2019	17/10/2019	31
11/2019	17/10/2019	18/11/2019	32
12/2019	18/11/2019	17/12/2019	29
01/2020	17/12/2019	16/01/2020	30
02/2020	16/01/2020	17/02/2020	32
03/2020	17/02/2020	17/03/2020	29
04/2020	17/03/2020	16/04/2020	30
05/2020	16/04/2020	18/05/2020	32
06/2020	18/05/2020	17/06/2020	30
07/2020	17/06/2020	17/07/2020	30
08/2020	17/07/2020	17/08/2020	31
09/2020	17/08/2020	04/09/2020	30
10/2020	04/09/2020	19/10/2020	32
11/2020	19/10/2020	17/11/2020	29
12/2020	17/11/2020	17/12/2020	30
01/2021	17/12/2020	18/01/2021	32
02/2021	18/01/2021	15/02/2021	28
03/2021	15/02/2021	17/03/2021	30
04/2021	17/03/2021	16/04/2021	30
05/2021	16/04/2021	17/05/2021	31

06/2021	17/05/2021	16/06/2021	30
07/2021	16/06/2021	16/07/2021	30
08/2021	16/07/2021	17/08/2021	32
09/2021	17/08/2021	16/09/2021	30
10/2021	16/09/2021	18/10/2021	32
11/2021	18/10/2021	17/11/2021	30
12/2021	17/11/2021	16/12/2021	29
01/2022	16/12/2021	17/01/2022	32
02/2022	17/01/2022	15/02/2022	29
03/2022	15/02/2022	17/03/2022	30
04/2022	17/03/2022	18/04/2022	32
05/2022	18/04/2022	18/05/2022	30

A **TABELA 20** apresenta os dados expandidos das faturas de energia analisados, considerando o consumo, a energia injetada e as tarifas praticadas pela concessionaria local (CELESC) para os meses analisados.

Tabela 20. Faturas analisadas para a UC 4 com valores consumo e tarifa

MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA		ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA	
	TOTAL	150	> 150	150	> 150	TOTAL	150	> 150	150	> 150
01/2019	791	150	641	R$ 0,65	R$ 0,78	250	250	-	R$ 0,57	R$ 0,57
02/2019	582	150	432	R$ 0,63	R$ 0,75	319	319	-	R$ 0,55	R$ 0,55
03/2019	424	150	274	R$ 0,60	R$ 0,71	310	310	-	R$ 0,53	R$ 0,53
04/2019	411	150	261	R$ 0,59	R$ 0,69	306	306	-	R$ 0,52	R$ 0,52
05/2019	558	150	408	R$ 0,60	R$ 0,70	222	222	-	R$ 0,52	R$ 0,52
06/2019	477	150	327	R$ 0,62	R$ 0,74	248	248	-	R$ 0,55	R$ 0,55
07/2019	488	150	338	R$ 0,66	R$ 0,78	294	294	-	R$ 0,57	R$ 0,57
08/2019	476	150	326	R$ 0,66	R$ 0,79	262	262	-	R$ 0,57	R$ 0,57
09/2019	574	150	424	R$ 0,58	R$ 0,69	227	227	-	R$ 0,51	R$ 0,51
10/2019	496	150	346	R$ 0,55	R$ 0,66	396	396	-	R$ 0,49	R$ 0,49
11/2019	440	150	290	R$ 0,54	R$ 0,63	340	340	-	R$ 0,47	R$ 0,47
12/2019	365	150	215	R$ 0,54	R$ 0,64	265	265	-	R$ 0,48	R$ 0,48
01/2020	568	150	418	R$ 0,56	R$ 0,66	467	467	-	R$ 0,49	-
02/2020	549	150	399	R$ 0,58	R$ 0,69	449	449	-	R$ 0,54	R$ 0,60
03/2020	437	150	287	R$ 0,58	R$ 0,70	337	337	-	R$ 0,55	R$ 0,61
04/2020	401	150	251	R$ 0,57	R$ 0,68	301	301	-	R$ 0,54	R$ 0,59
05/2020	439	150	289	R$ 0,55	R$ 0,65	339	339	-	R$ 0,52	R$ 0,57
06/2020	543	150	393	R$ 0,54	R$ 0,64	425	425	-	R$ 0,51	R$ 0,56
07/2020	555	150	405	R$ 0,55	R$ 0,65	362	362	-	R$ 0,52	R$ 0,57
08/2020	530	150	380	R$ 0,57	R$ 0,67	430	430	-	R$ 0,53	R$ 0,59
09/2020	452	150	302	R$ 0,60	R$ 0,72	104	104	-	R$ 0,57	-
10/2020	548	150	398	R$ 0,58	R$ 0,69	448	448	-	R$ 0,55	R$ 0,61
11/2020	549	150	399	R$ 0,61	R$ 0,73	449	449	-	R$ 0,58	R$ 0,64
12/2020	671	150	521	R$ 0,59	R$ 0,69	517	517	-	R$ 0,55	R$ 0,61
01/2021	822	150	672	R$ 0,59	R$ 0,70	405	405	-	R$ 0,62	-
02/2021	766	150	616	R$ 0,61	R$ 0,72	349	349	-	R$ 0,63	-
03/2021	654	150	504	R$ 0,62	R$ 0,74	554	554	-	R$ 0,59	R$ 0,65
04/2021	622	150	472	R$ 0,63	R$ 0,74	438	438	-	R$ 0,59	R$ 0,65
05/2021	655	150	505	R$ 0,62	R$ 0,74	380	380	-	R$ 0,65	-
06/2021	627	150	477	R$ 0,60	R$ 0,71	347	347	-	R$ 0,62	-
07/2021	727	150	577	R$ 0,58	R$ 0,68	259	259	-	R$ 0,60	-
08/2021	528	150	378	R$ 0,58	R$ 0,68	428	428	-	R$ 0,55	R$ 0,60
09/2021	510	150	360	R$ 0,62	R$ 0,73	349	349	-	R$ 0,58	R$ 0,64
10/2021	599	150	449	R$ 0,63	R$ 0,74	233	233	-	R$ 0,59	R$ 0,65
11/2021	398	150	248	R$ 0,63	R$ 0,74	298	150	148	R$ 0,59	R$ 0,65
12/2021	360	150	210	R$ 0,63	R$ 0,74	260	150	110	R$ 0,59	R$ 0,65
01/2022	466	150	316	R$ 0,63	R$ 0,74	366	150	216	R$ 0,60	R$ 0,66
02/2022	381	150	231	R$ 0,62	R$ 0,73	281	150	131	R$ 0,59	R$ 0,65
03/2022	419	150	269	R$ 0,63	R$ 0,73	319	150	169	R$ 0,59	R$ 0,65
04/2022	414	150	264	R$ 0,62	R$ 0,73	314	150	164	R$ 0,58	R$ 0,64
05/2022	390	150	240	R$ 0,62	R$ 0,73	290	150	140	R$ 0,59	R$ 0,65

A TABELA 21 apresenta os valores de energia consumida, energia gerada pelo sistema FV instalado, o autoconsumo e as porcentagens de autossuficiência (consumo sobre a carga) e autoconsumo (consumo sobre a geração FV).

Tabela 21. Análise de consumo, autoconsumo e autossuficiência para a UC 4

MÊS REFERÊNCIA	ENERGIA TOTAL CONSUMIDA [kWh]	ENERGIA GERADA [kWh]	AUTOCONSUMO [kWh]	% AUTOSSUFICIÊNCIA SOBRE A CARGA	% AUTOCONSUMO SOBRE O FV
01/2019	1294	753	503	39%	67%
02/2019	870	607	288	33%	47%
03/2019	752	638	328	44%	51%
04/2019	690	585	279	40%	48%
05/2019	773	437	215	28%	49%
06/2019	796	567	319	40%	56%
07/2019	695	501	207	30%	41%
08/2019	805	591	329	41%	56%
09/2019	819	472	245	30%	52%
10/2019	921	821	425	46%	52%
11/2019	1015	915	575	57%	63%
12/2019	1202	1102	837	70%	76%
01/2020	1087	986	519	48%	53%
02/2020	1010	910	461	46%	51%
03/2020	1193	1093	756	63%	69%
04/2020	1097	997	696	63%	70%
05/2020	975	875	536	55%	61%
06/2020	724	606	181	25%	30%
07/2020	844	651	289	34%	44%
08/2020	958	858	428	45%	50%
09/2020	1000	652	548	55%	84%
10/2020	1013	913	465	46%	51%
11/2020	1030	930	481	47%	52%
12/2020	817	663	146	18%	22%
01/2021	1393	976	571	41%	59%
02/2021	1332	915	566	43%	62%
03/2021	1191	1091	537	45%	49%
04/2021	1191	1007	569	48%	57%
05/2021	1155	880	500	43%	57%
06/2021	886	606	259	29%	43%
07/2021	1119	651	392	35%	60%
08/2021	958	858	430	45%	50%
09/2021	813	652	303	37%	46%
10/2021	1279	913	680	53%	74%
11/2021	1178	930	780	66%	84%
12/2021	873	663	513	59%	77%
01/2022	1329	1013	863	65%	85%
02/2022	1198	967	817	68%	84%
03/2022	1078	809	659	61%	81%
04/2022	957	693	543	57%	78%
05/2022	964	724	574	60%	79%

Anteriormente a instalação do BESS, a UC 3 possuía uma autossuficiência de 43% e um autoconsumo de 54%. A instalação do BESS apresentou elevação dos valores médios para 52% de autossuficiência e 69% de autoconsumo.

O aumento da autossuficiência e do autoconsumo mostra um consumo maior durante o dia, onde as cargas ou o BESS consomem instantaneamente a energia produzida pelo sistema FV. Apesar disso, o BESS não está alimentando toda UC e, consequentemente, não faz um ciclo por dia.

A TABELA 22 apresenta os cenários comparativos da análise de troca tarifária para a UC 4.

Tabela 22. Cenários comparativos para as diferentes faturas de energia para a UC 4

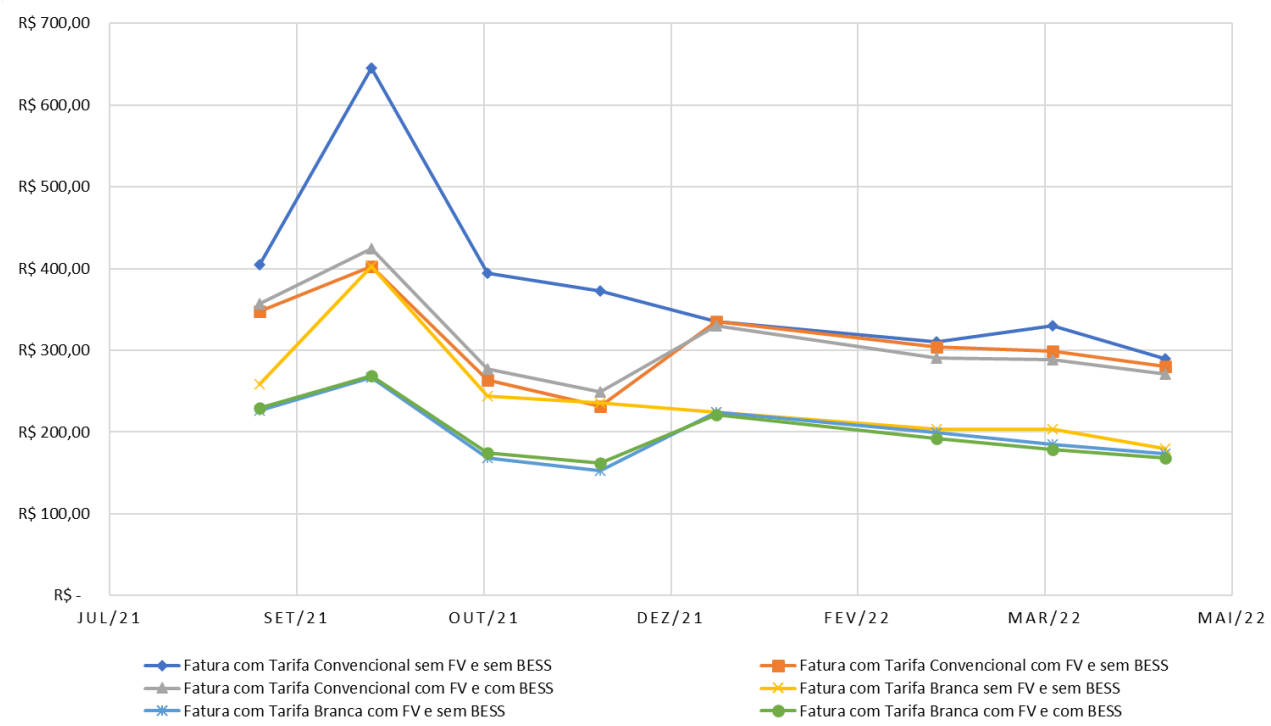
TIPO DE TARIFA	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Mar/22	Abr/22	Mai/22

Fatura com Tarifa Convencional sem FV e sem BESS	R$ 405,03	R$ 645,68	R$ 394,74	R$ 372,10	R$ 335,71	R$ 310,11	R$ 330,32	R$ 289,14
Fatura com Tarifa Convencional com FV e sem BESS	R$ 348,14	R$ 402,40	R$ 263,76	R$ 231,76	R$ 335,57	R$ 303,83	R$ 298,55	R$ 280,53
Fatura com Tarifa Convencional com FV e com BESS	R$ 357,48	R$ 424,39	R$ 277,06	R$ 249,04	R$ 330,58	R$ 291,13	R$ 288,85	R$ 271,16
Fatura com Tarifa Branca sem FV e sem BESS	R$ 258,19	R$ 402,67	R$ 244,49	R$ 236,10	R$ 224,31	R$ 203,72	R$ 203,39	R$ 179,23
Fatura com Tarifa Branca com FV e sem BESS	R$ 226,14	R$ 267,11	R$ 167,91	R$ 152,64	R$ 223,86	R$ 199,26	R$ 184,37	R$ 173,54
Fatura com Tarifa Branca com FV e com BESS	R$ 229,20	R$ 269,06	R$ 174,72	R$ 161,83	R$ 221,04	R$ 191,87	R$ 179,06	R$ 168,70

- Tarifa convencional com FV e com BESS e Tarifa Convencional sem FV e sem BESS: Para os meses analisados, a economia com as despesas de energia elétrica chegam a 17%.
- Tarifa convencional com FV e sem BESS e Tarifa Convencional com FV e com BESS: Para os meses analisados, a inserção de sistema apresentou não apresentou redução nas despesas de energia elétrica. Este baixo impacto se dá devido ao perfil de consumo da UC que não está alinhado com a parametrização do BESS.
- Tarifa Convencional com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Comparando os cenários da residência com consumo total com FV e BESS na tarifa convencional, e com FV e BESS na tarifa branca é possível observar uma grande queda no valor pago no consumo da concessionária. Para os meses, poderia ser observado uma redução tarifaria de 36%.
- Tarifa Branca com FV e sem BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Para os meses, o BESS não apresentou ganhos com relação ao cenário sem BESS. Esse cenário poderia ser diferente caso o despacho da bateria fosse parametrizado para acompanhar o perfil tarifário, considerando carga total no BESS quando o período de ponta se iniciasse.

A FIGURA 7 apresenta a evolução das despesas com energia elétrica para a UC 4. É possível observar que os menores valores de faturas são alcançados no cenário Tarifa Branca com FV e com BESS.

Figura 13. Evolução das despesas com energia elétrica para a UC 4



5.5 UNIDADE CONSUMIDORA 5 – PANTANAL

O perfil de consumo da UC varia de acordo com o uso da edificação, resultando em períodos de maior ou menor consumo energético, variações sazonais e hábitos rotineiros. A UC 5 possui as características básicas de consumo e usabilidade apresentadas na TABELA 23.

Tabela 23. Informações de consumo médio e qualitativas da UC 5

INFORMAÇÕES DA UC 5	
Consumo médio mensal	603 kWh/mês
Consumo médio diário	20,1 kWh/dia
N° de pessoas	2
Principais cargas	Máquina de lavar louça, lavar roupas/seca, adega, cervejeira, motor da piscina e 5 ap. ar cond.

A UC possui cargas elétricas tais como tomadas de uso geral e específico, sistema de iluminação em LED, sistemas de ar-condicionado, máquinas de lavar e secar roupa e aparelhos de ar-condicionado. Durante o período deste projeto a residência passou reformas que alteram seu consumo.

A FIGURA 14 apresenta o perfil de consumo da UC 5. O perfil de consumo determinou a parametrização do despacho do BESS. Após a pandemia, o perfil de consumo médio da UC continuou noturno, com também um consumo expressivo a noite, devido ao uso de ares-condicionados. A residência passou por reformas durante o mês de outubro, por isso, o perfil de consumo não é representativo.

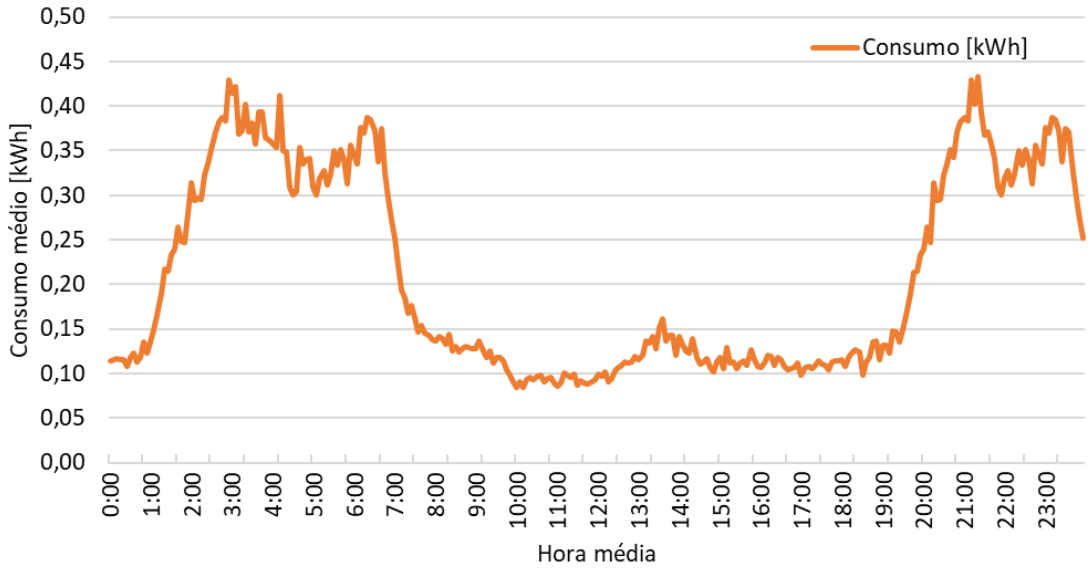


Figura 14. Perfil de consumo da UC 5 atualizado com o impacto da pandemia COVID-19

Um resumo das principais informações da fatura, tais como datas de leitura e número de dias faturados, é apresentado na **TABELA 24**. As próximas tabelas apresentarão linhas verdes nos meses de 05/2021 a 05/2022. Estas linhas verdes representam os meses em que o BESS já foi instalado. O BESS entrou em operação no mês de 05/2021.

Tabela 24. Faturas analisadas para a UC5

MÊS REFERÊNCIA	DATA DA LEITURA ANTERIOR	DATA DA LEITURA ATUAL	N DIAS FATURADOS
01/2019	05/12/2018	07/01/2019	33
02/2019	07/01/2019	05/02/2019	29
03/2019	05/02/2019	07/03/2019	30
04/2019	07/03/2019	05/04/2019	29
05/2019	05/04/2019	07/05/2019	32
06/2019	07/05/2019	05/06/2019	29
07/2019	05/06/2019	04/07/2019	29
08/2019	04/07/2019	05/08/2019	32
09/2019	05/08/2019	04/09/2019	30
10/2019	04/09/2019	04/10/2019	30
11/2019	04/10/2019	05/11/2019	32
12/2019	05/11/2019	05/12/2019	30
01/2020	05/12/2019	06/01/2020	32
02/2020	06/01/2020	05/02/2020	30
03/2020	05/02/2020	05/03/2020	29
04/2020	05/03/2020	03/04/2020	29
05/2020	03/04/2020	06/05/2020	33
06/2020	06/05/2020	04/06/2020	29
07/2020	04/06/2020	07/07/2020	33
08/2020	07/07/2020	05/08/2020	29
09/2020	05/08/2020	04/09/2020	30
10/2020	04/09/2020	06/10/2020	32
11/2020	06/10/2020	05/11/2020	30
12/2020	05/11/2020	07/12/2020	32
01/2021	07/12/2020	06/01/2021	30
02/2021	06/01/2021	03/02/2021	28
03/2021	03/02/2021	05/03/2021	30
04/2021	05/03/2021	06/04/2021	32
05/2021	06/04/2021	05/05/2021	29
06/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
07/2021	04/06/2021	06/07/2021	32
08/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
09/2021	03/09/2021	03/09/2021	29

10/2021	A UC passou por reformas neste mês e os circuitos ligados ao BESS não foram utilizados. Os moradores ficaram ausentes entre os dias 06 à 29/10, por isso, o perfil de consumo não é representativo.		
11/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.		
12/2021	04/11/2021	06/12/2021	32
01/2022	06/12/2021	05/01/2022	30
02/2022	05/01/2022	03/02/2022	29
03/2022	03/02/2022	07/03/2022	32
04/2022	07/03/2022	05/04/2022	29
05/2022	05/04/2022	05/05/2022	30

A **TABELA 25** apresenta os dados expandidos das faturas de energia analisados, considerando o consumo, a energia injetada e as tarifas praticadas pela concessionaria local (CELESC) para os meses analisados.

Tabela 25. Faturas analisadas para a UC 5 com valores consumo e tarifa

MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA		ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA [kWh]			TARIFA ENERGIA INJETADA NA REDE DA CONCESSIONÁRIA	
	TOTAL	150	> 150	150	> 150	TOTAL	150	> 150	150	> 150
01/2019	594	150	444	R$ 0,65	R$ 0,78	238	238	-	R$ 0,57	-
02/2019	568	150	418	R$ 0,63	R$ 0,75	180	180	-	R$ 0,55	R$ 0,55
03/2019	434	150	284	R$ 0,60	R$ 0,71	185	185	-	R$ 0,53	R$ 0,53
04/2019	382	150	232	R$ 0,59	R$ 0,69	146	146	-	R$ 0,52	-
05/2019	429	150	279	R$ 0,60	R$ 0,70	140	140	-	R$ 0,52	-
06/2019	349	150	199	R$ 0,62	R$ 0,74	72	72	-	R$ 0,55	-
07/2019	230	150	80	R$ 0,66	R$ 0,78	123	123	-	R$ 0,57	-
08/2019	463	150	313	R$ 0,66	R$ 0,79	114	114	-	R$ 0,57	-
09/2019	339	150	189	R$ 0,60	R$ 0,72	119	119	-	R$ 0,53	-
10/2019	386	150	236	R$ 0,55	R$ 0,66	164	164	-	R$ 0,49	R$ 0,49
11/2019	409	150	259	R$ 0,54	R$ 0,63	248	248	-	R$ 0,51	R$ 0,56
12/2019	403	150	253	R$ 0,54	R$ 0,64	201	201	-	R$ 0,51	R$ 0,56
01/2020	504	150	354	R$ 0,56	R$ 0,66	221	221	-	R$ 0,52	R$ 0,58
02/2020	548	150	398	R$ 0,58	R$ 0,69	215	215	-	R$ 0,54	R$ 0,60
03/2020	394	150	244	R$ 0,58	R$ 0,70	158	158	-	R$ 0,55	R$ 0,61
04/2020	454	150	304	R$ 0,57	R$ 0,68	141	141	-	R$ 0,54	-
05/2020	432	150	282	R$ 0,55	R$ 0,65	150	150	-	R$ 0,52	-
06/2020	409	150	259	R$ 0,54	R$ 0,64	116	116	-	R$ 0,51	-
07/2020	541	150	391	R$ 0,55	R$ 0,65	75	75	-	R$ 0,52	-
08/2020	603	150	453	R$ 0,57	R$ 0,67	101	101	-	R$ 0,53	-
09/2020	452	150	302	R$ 0,60	R$ 0,72	104	104	-	R$ 0,57	-
10/2020	433	150	283	R$ 0,58	R$ 0,69	76	76	-	R$ 0,55	-
11/2020	362	150	212	R$ 0,61	R$ 0,73	155	155	-	R$ 0,58	R$ 0,64
12/2020	393	150	243	R$ 0,59	R$ 0,69	174	174	-	R$ 0,55	R$ 0,61
01/2021	487	150	337	R$ 0,59	R$ 0,70	136	136	-	R$ 0,56	-
02/2021	612	150	462	R$ 0,61	R$ 0,72	114	114	-	R$ 0,57	-
03/2021	487	150	337	R$ 0,62	R$ 0,74	134	134	-	R$ 0,59	-
04/2021	546	150	396	R$ 0,63	R$ 0,74	99	99	-	R$ 0,59	-
05/2021	421	150	271	R$ 0,62	R$ 0,74	55	55	-	R$ 0,58	-
06/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
07/2021	551	150	401	R$ 0,58	R$ 0,68	110	110	-	R$ 0,54	-
08/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
09/2021	389	150	239	R$ 0,61	R$ 0,72	19	19	-	R$ 0,57	-
10/2021	A UC passou por reformas neste mês e os circuitos ligados ao BESS não foram utilizados. Os moradores ficaram ausentes entre os dias 06 à 29/10, por isso, o perfil de consumo não é representativo.									
11/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.									
12/2021	545	150	395	R$ 0,63	R$ 0,74	233	233	-	R$ 0,59	R$ 0,65
01/2022	682	150	532	R$ 0,63	R$ 0,74	207	150	57	R$ 0,60	R$ 0,66
02/2022	760	150	610	R$ 0,62	R$ 0,73	137	137	-	R$ 0,59	-
03/2022	593	150	443	R$ 0,63	R$ 0,73	125	125	-	R$ 0,59	-
04/2022	511	150	361	R$ 0,62	R$ 0,73	74	74	-	R$ 0,58	-
05/2022	480	150	330	R$ 0,62	R$ 0,73	69	69	-	R$ 0,59	-

A **TABELA 26** apresenta os valores de energia consumida, energia gerada pelo sistema FV instalado, o autoconsumo e as porcentagens de autossuficiência (consumo sobre a carga) e autoconsumo (consumo sobre a geração FV).

Tabela 26. Análiise de consumo, autoconsumo e autossuficiência para a UC 5

MÊS REFERÊNCIA	ENERGIA TOTAL CONSUMIDA [kWh]	ENERGIA GERADA [kWh]	AUTOCONSUMO [kWh]	% AUTOSSUFICIÊNCIA SOBRE A CARGA	% AUTOCONSUMO SOBRE O FV
01/2019	705	349	111	16%	32%
02/2019	688	300	120	17%	40%
03/2019	546	297	112	20%	38%
04/2019	492	256	110	22%	43%
05/2019	466	177	37	8%	21%
06/2019	489	212	140	29%	66%
07/2019	290	183	60	21%	33%
08/2019	592	243	129	22%	53%
09/2019	429	209	90	21%	43%
10/2019	517	295	131	25%	44%
11/2019	471	310	62	13%	20%
12/2019	580	378	177	31%	47%
01/2020	634	351	130	20%	37%
02/2020	652	319	104	16%	33%
03/2020	581	345	187	32%	54%
04/2020	620	307	166	27%	54%
05/2020	531	249	99	19%	40%
06/2020	459	166	50	11%	30%
07/2020	643	177	102	16%	58%
08/2020	743	241	140	19%	58%
09/2020	564	216	112	20%	52%
10/2020	658	301	225	34%	75%
11/2020	518	311	156	30%	50%
12/2020	521	302	128	25%	42%
01/2021	623	272	136	22%	50%
02/2021	824	326	212	26%	65%
03/2021	651	298	164	25%	55%
04/2021	651	204	105	16%	52%
05/2021	566	200	145	26%	72%
06/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.				
07/2021	670	229	119	18%	52%
08/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.				
09/2021	591	221	202	34%	91%
10/2021	A UC passou por reformas neste mês e os circuitos ligados ao BESS não foram utilizados. Os moradores ficaram ausentes entre os dias 06 à 29/10, por isso, o perfil de consumo não é representativo.				
11/2021	Fatura não entregue. Sem dados completos.				
12/2021	638	326	93	15%	29%
01/2022	869	337	187	21%	55%
02/2022	914	291	154	17%	53%
03/2022	709	241	116	16%	48%
04/2022	622	185	111	18%	60%
05/2022	585	174	105	18%	60%

Anteriormente a instalação do BESS a UC 5 possuía uma autossuficiência de 22% e autoconsumo de 46%. A instalação do BESS alterou os valores para 20% de autossuficiência e 58% de autoconsumo.

A redução dos valores de autossuficiência após a instalação do BESS se dá pelo aumento do consumo da UC, variando de 576 kWh médio antes da instalação para 685 kWh médio depois da instalação. O mês de outubro e os meses em que as faturas foram desconsideradas.

A **TABELA 27** apresenta os cenários comparativos da análise de troca tarifária para a UC 5. Devido as faturas não entregues e os meses de consumo fora do padrão, não foi realizada de todos os meses entre 05/2021 e 05/2022. Foram analisados somente oito meses de dados da UC 5.

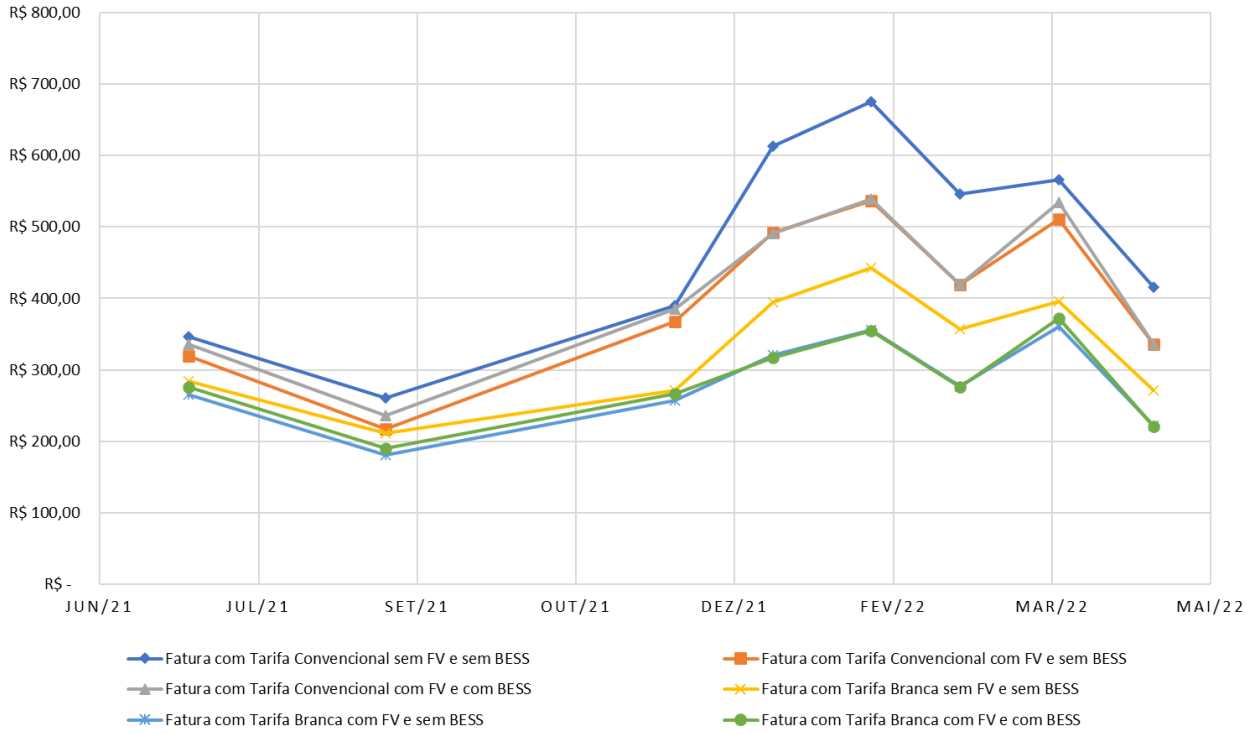
Tabela 27. Cenários comparativos para as diferentes faturas de energia para a UC 5.

TIPO DE TARIFA	Jul/21	Set/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22	Mai/22
Fatura com Tarifa Convencional sem FV e sem BESS	R$ 347,04	R$ 261,03	R$ 390,55	R$ 613,04	R$ 675,29	R$ 546,59	R$ 566,31	R$ 415,38
Fatura com Tarifa Convencional com FV e sem BESS	R$ 319,71	R$ 217,70	R$ 367,65	R$ 492,59	R$ 537,24	R$ 419,70	R$ 510,93	R$ 335,75
Fatura com Tarifa Convencional com FV e com BESS	R$ 335,80	R$ 235,85	R$ 385,42	R$ 491,46	R$ 538,98	R$ 418,79	R$ 535,01	R$ 35,43
Fatura com Tarifa Branca sem FV e sem BESS	R$ 284,72	R$ 211,35	R$ 271,30	R$ 394,82	R$ 43,33	R$ 356,66	R$ 395,86	R$ 271,55
Fatura com Tarifa Branca com FV e sem BESS	R$ 265,77	R$ 180,51	R$ 256,91	R$ 320,30	R$ 55,97	R$ 277,47	R$ 360,95	R$ 221,92
Fatura com Tarifa Branca com FV e com BESS	R$ 275,68	R$ 190,85	R$266,17	R$ 317,73	R$ 355,27	R$ 275,58	R$ 372,95	R$ 221,28

- Tarifa convencional com FV e com BESS e Tarifa Convencional sem FV e sem BESS: Para os meses analisados, a economia com as despesas de energia elétrica chegam a 13%.
- Tarifa convencional com FV e sem BESS e Tarifa Convencional com FV e com BESS: Para os meses analisados, a inserção de sistema não foi benéfica sob a ótica das despesas de energia elétrica. Este baixo impacto se dá devido ao perfil de consumo da UC que não está alinhado com a parametrização do BESS.
- Tarifa Convencional com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Comparando os cenários da residência com consumo total com FV e BESS na tarifa convencional, e com FV e BESS na tarifa branca é possível observar uma grande queda no valor pago no consumo da concessionária. Para os meses, poderia ser observado uma redução tarifaria de 29%.
- Tarifa Branca com FV e sem BESS e Tarifa Branca com FV e com BESS: Para os meses, o BESS apresentou não apresentou ganhos com relação ao cenário sem BESS. Esse cenário poderia ser diferente caso o despacho da bateria fosse parametrizado para acompanhar o perfil tarifário, considerando carga total no BESS quando o período de ponta se iniciasse

A FIGURA 15 apresenta a evolução das despesas com energia elétrica para a UC 5. É possível observar que os menores valores de faturas são alcançados nos cenários Tarifa Branca com FV e com BESS e Tarifa Branca com FV e sem BESS.

Figura 15. Evolução das despesas com energia elétrica para a UC 5



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório teve como objetivo avaliar a os impactos energéticos da inserção de um sistema de armazenamento de energia em uma Unidade Consumidora, localizada na região da Grande Florianópolis, do Grupo B que já possui sistema fotovoltaico, e adicionalmente, avaliar a mudança tarifaria para a Tarifa Branca, visto que a partir de janeiro de 2020, essa opção passou a estar disponível para todos os consumidores do grupo B.

Foram analisados os impactos proporcionados pela inserção do BESS na UP sobre seu consumo de energia e, consequentemente, o custo da energia elétrica para o consumidor em diferentes modalidades tarifarias. Quanto maior a diferença entre os postos tarifários, mais viável é armazenar a energia no período fora ponta (período diurno) para consumir no período de ponta (período noturno). Com o uso do BESS atrelado a produção FV, o custo para produzir a energia pode ser mais barato que o posto tarifário fora ponta, o que pode potencializar esse ganho financeiro e viabilizar o uso de BESS. Nos últimos anos, as baterias passaram por uma redução significativa de custos, mas ainda permanecem caras para este tipo de aplicação. Para que sistemas residências sejam viáveis, essa redução precisa ser mais acentuada.

A inserção de um BESS na residência, causou diminuições pequenas nas tarifas de energia elétrica das UCs nos meses analisados. Os principais motivos para estes valores é a pequena diferença entre os valores dos postos tarifários e o tamanho o BESS, quando comparado com o consumo da residência.

Apesar do BESS estar dentro dos parâmetros estabelecidos por Luthander et al. (2015) observa-se que seria possível aumentar o autoconsumo da UP. Para potencializar este ganho, seria possível analisar formas de controle de demanda para que a UP transfira ainda mais consumo para os horários fora ponta, onde a tarifa é a mais barata.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, 2021a. Dados disponíveis em <www.aneel.gov.br>

Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, 20222. Dados disponíveis em <www.aneel.gov.br>

Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, 2012. Resolução Normativa n° 482 de 17 de abril de 2012. ANEEL, n. D, p. 1, 2012.

Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL. Tarifas Consumidores. 2021b. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores.

Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, 2010. Resolução Normativa Nº 414, de 9 de setembro de 2010.

Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL. **Tarifas Consumidores**. 2021c. [Online] Disponivel em: https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores. [Acesso em: fevereiro, 2021].

BNEF, 2018. Energy Storage Outlook 2019. Bloomberg New Energy Finance.

Ester, B. PRIYA, Kumar, K. Sathish, 2016. A survey on residential Demand Side Management architecture, approaches, optimization models and methods. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 59, p. 342-351.

GALLO, A. B. et al., 2016. Energy storage in the energy transition context: A technology review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 65, p. 800–822.

Greener, 2021. Estudo estratégico – Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída – 1º Trimestre de 2021. Grenner, São Paulo.

Greener, 2021. Estudo Estratégico – Mercado de Armazenamento: Aplicações, Tecnologias e Análises Financeiras. Grenner e NewCharge, São Paulo.

Luthander, R. et al, 2015. Photovoltaic self-consumption in buildings: A review. Applied Energy, v. 142, p. 80–94.

Moseley, P. T., Garche, J., 2015. Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing, ISBN: 978-0-444-62616-5, Elsevier B.V.

Pinto, G. X. de A., 2018. Impactos da geração solar fotovoltaica e da modalidade de contratação da energia elétrica sobre as despesas com energia elétrica em campus universitário, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis.

Rüther, R., 2004. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil.

Sistema de Informações de Geração da ANEEL, SIGA. [Online] Disponivel em: https://bit.ly/2IGf4Q0.