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

Coordenador
Prof. Ricardo Rüther

[FUNCIONALIDADES E DESCRITIVOS – ESS]

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E FLUXOGRAMAS

[EQUIPE:

Alexandre Montenegro	*Eng. Mecânico, Mestre Eng. Civil*
Aline Kirsten Vidal de Oliveira	*Eng.ª Eletricista*
Amanda Mendes Ferreira Gomes	*Eng.ª Eletricista*
André Luiz Prado Cechinel	*Acad. Eng. Elétrica*
Clarissa Debiazi Zomer	*Arquiteta, Dr.ª Eng. Civil*
Giuliano Luchetta Martins	*Acad. Eng. Mecânica*
Glauber de Freitas Lima	*Eng. Eletricista*
Prof.ª Helena Flavia Naspolini	*Eng.ª Eletricista, Dr.ª Eng. Civil*
Isadora Pauli Custodio	*Arquiteta*
Prof. Ivo Barbi	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Elétrica*
Prof.ª Juliane Almeida Silva	*Eng.ª Eletricista, Mestre Eng. Elétrica*
Kathlen Schneider	*Eng.ª Civil*
Lucas Nascimento	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Lucas Parmigiani Zanchetta	*Eng. De Energia*
Marília Braga	*Eng.ª Eletricista*
Manfred Kratzenberg	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Mecânica*
Natan Bernardo Nicolli	*Eng. Eletricista*
Pedro Henrique Alves Veríssimo	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*
Rafael Antunes Campos	*Eng. Eletricista*
Tallys Lins Almeida	*Eng. Eletricista*

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

[ELABORAÇÃO:

Aline Kirsten Vidal de Oliveira	*Eng.ª Eletricista*
Amanda Mendes Ferreira Gomes	*Eng.ª Eletricista*
Lucas Nascimento	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Civil*
Rafael Antunes Campos	*Eng. Eletricista, Mestre Eng. Civil*

[REVISÃO:

Lucas Nascimento	*Eng. Eletricista, Dr. Eng. Civil*

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

Sumário

1. SISTEMA DE AGENDAMENTO E LIMITAÇÃO DE POTÊNCIA 4
2. MEDIDORES DE ENERGIA 4
3. FUNCIONALIDADES 4
3.1. REQUISITOS DE CONTROLE BATERIA E REDE 4
3.1.1. CONTROLADOR DE REDE 5
3.1.2. CONTROLADOR DA BATERIA 9
3.2. MODO ECONOMIA DE ENERGIA 11
3.3. MODO ILHADO E PRIORIZAÇÃO DE CARGAS 12

1. SISTEMA DE AGENDAMENTO E LIMITAÇÃO DE POTÊNCIA

O sistema de agendamento é responsável por agendar uma determinada tarefa, com hora e data para início e fim. O agendamento é importante para que o sistema tenha determinados tipos de operação de forma automática e programada, sem que haja interferência externa no momento da realização da tarefa.

Já o sistema de limitação de potência é responsável por controlar a potência de saída/entrada do sistema, em pontos determinados, garantindo assim a funcionalidade desejada. A limitação de potência é crucial para que o sistema injete ou consuma energia da rede de forma automática, além de ser capaz de controlar os níveis de potência reativa ou capacitiva da rede para garantir os serviços ancilares desejados.

Para todas as funcionalidades apresentadas no presente documento, primeiramente o usuário deve entrar no modo “agendamento”, pois todas as funções devem ter hora e data determinada para começar e terminar, garantindo que ao fim da atividade o sistema retorne ao estado de operação padrão.

Além das opções de agendamento são explanados a seguir exemplos de funcionalidades e modo de operação que o sistema deve obedecer de acordo com os comandos do usuário e o limite físico imposto pelo sistema a ser controlado.

2. MEDIDORES DE ENERGIA

Para as operações de agendamento e limitação de potência, o usuário vai escolher em qual medidor ele quer atuar. Somente os medidores de energia da rede e da bateria podem ser controlados. Os medidores são localizados no sistema conforme FIGURA 1.

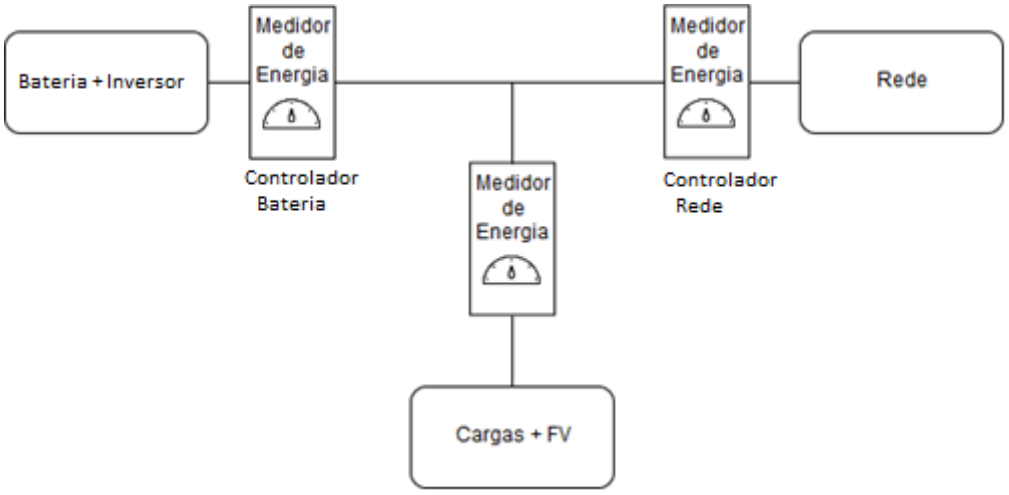


FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DOS MEDIDORES DE ENERGIA NA REDE.

3. FUNCIONALIDADES

3.1. REQUISITOS DE CONTROLE BATERIA E REDE

Na operação na qual o usuário deseja controlar tanto o fluxo de potência da bateria quanto o fluxo de potência da rede, o principal ponto de atenção é que a lógica desenvolvida respeite os fluxos de potência possíveis fisicamente. Portanto, para cada escolha combinada dos comandos apresentados anteriormente, é necessário que o software faça uma verificação da possibilidade física de implantação do comando, conforme FIGURA 2.

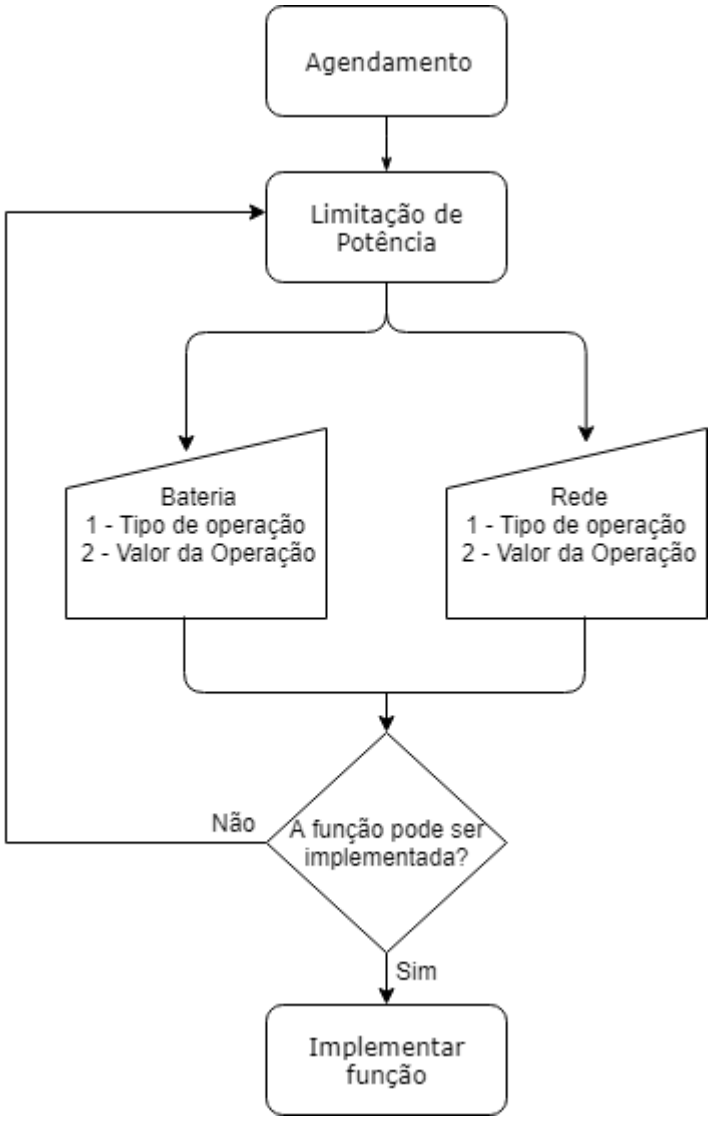


FIGURA 2 – FLUXO DE DECISÃO PARA O CONTROLE DO CONTROLADOR BATERIA E REDE.

3.1.1. CONTROLADOR DE REDE

Caso o usuário escolha por atuar no medidor da rede, ele terá que escolher entre dois modos de operação:

- Injeção de energia na rede;
- Consumo de energia da rede.

Após essa escolha, o usuário definirá qual tipo de controle ele deseja implementar:

- Impor uma potência fixa;
- Impor uma faixa de potência aceitável.

Além de escolher os valores de potência a serem controlados no ponto de medida, o usuário deve escolher o fator de potência e seu respectivo tipo:

- Capacitivo;
- Indutivo.

Esses passos estão resumidos na FIGURA 3.

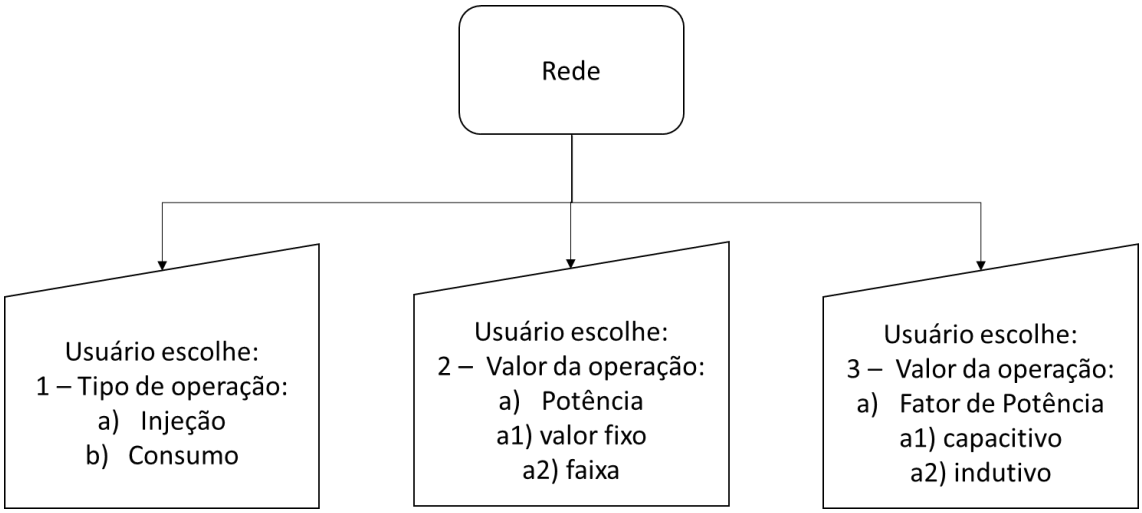


FIGURA 3 – FLUXO DE DECISÃO PARA O CONTROLE DO CONTROLADOR REDE.

Uma vez que o usuário selecionou as opções e valores desejados, o sistema de armazenamento deve garantir as condições especificadas desde que não ultrapasse os valores limites de sua operação, como por exemplo, seu estado de carga.

Exemplo 1: Caso o usuário queira garantir uma injeção de 5 kW para a rede durante uma hora, ele fará o agendamento escolhendo os parâmetros:

Tipo de operação – Injeção;

Valor fixo – 5 kW;

Fator de potência – 1,00.

Dessa forma, o sistema de baterias deve garantir, através da sua carga ou descarga, que os 5 kW serão injetados na rede durante o período especificado no agendamento. A FIGURA 4 ilustra este exemplo para os casos nos quais os sistemas fotovoltaicos geram mais ou menos energia do que a carga consome.

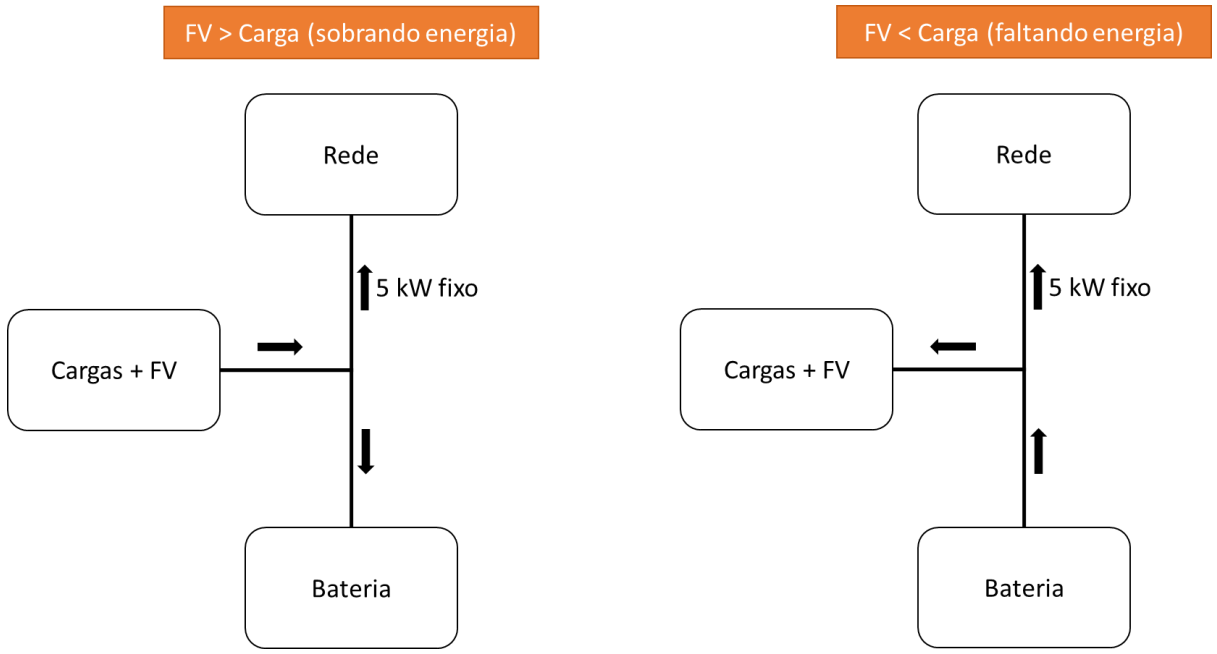


FIGURA 4 - ILUSTRAÇÃO DO EXEMPLO 1: POTÊNCIA FIXA NA REDE PARA CASOS NOS QUAIS HAJA ENERGIA EM EXCESSO E EM FALTA.

Exemplo 2: Caso o usuário queira garantir um consumo da rede com um valor máximo de 100 kW para, por exemplo, não ultrapassar a demanda contratada (aplicável para consumidores do grupo A):

Tipo de Operação – Consumo;

Faixa – -100kW a 100 kW;

Fator de potência – 1,00.

Quando o usuário escolher a funcionalidade de faixa de potência, o sistema de baterias deve agir para que os valores de consumo ou a injeção vistos pela rede não ultrapassem aqueles limites.

Está implementação será feita da seguinte forma: se o fluxo de potência ultrapassar o limite parametrizado, a bateria deve agir para compensar este excedente. Caso o fluxo esteja dentro do limite especificado, a bateria deve permanecer em stand by. A FIGURA 5 ilustra o funcionamento esperado do sistema para o Exemplo 2.

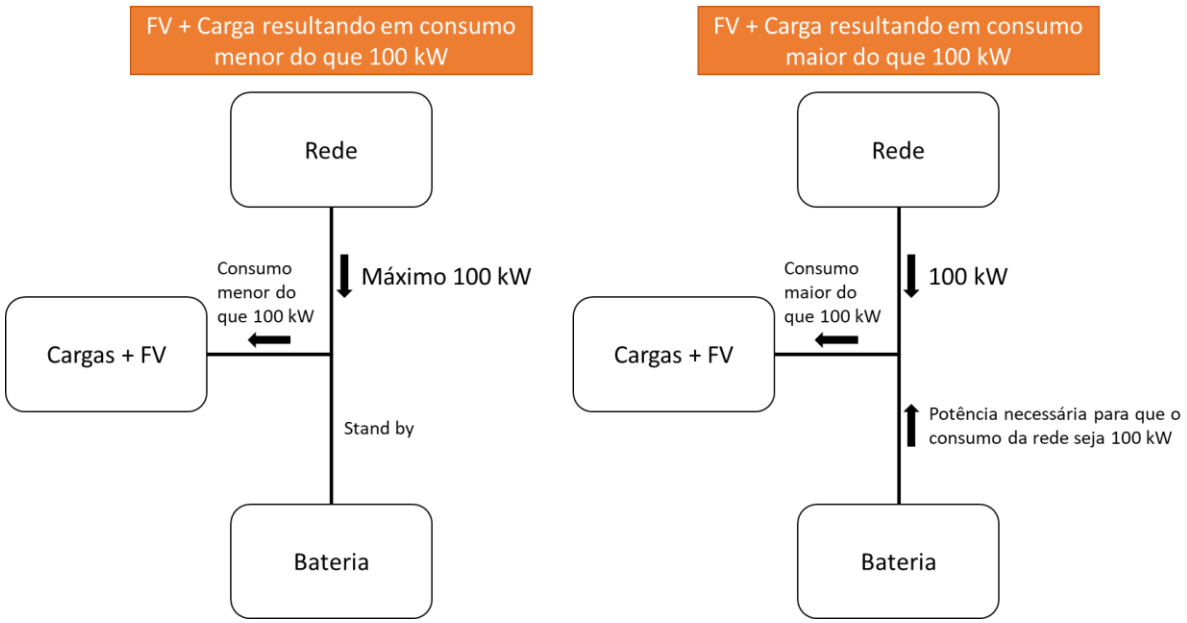


FIGURA 5 – ILUSTRAÇÃO DO EXEMPLO 2 – LIMITE DE POTÊNCIA DA REDE POR FAIXA (ILUSTRAÇÃO É CASO O CONSUMO PASSE DO LIMITE SUPERIOR PARAMETRIZADO PELO USUÁRIO).

A FIGURA 6 ilustra o esquema geral esperado para o funcionamento desta modalidade de operação, e a FIGURA 7 apresenta o diagrama de decisões simplificado desta operação, Prede é a potência instantânea consumida da rede, Pmax é limite máximo de potência e Pmin é o limite mínimo de potência parametrizado.

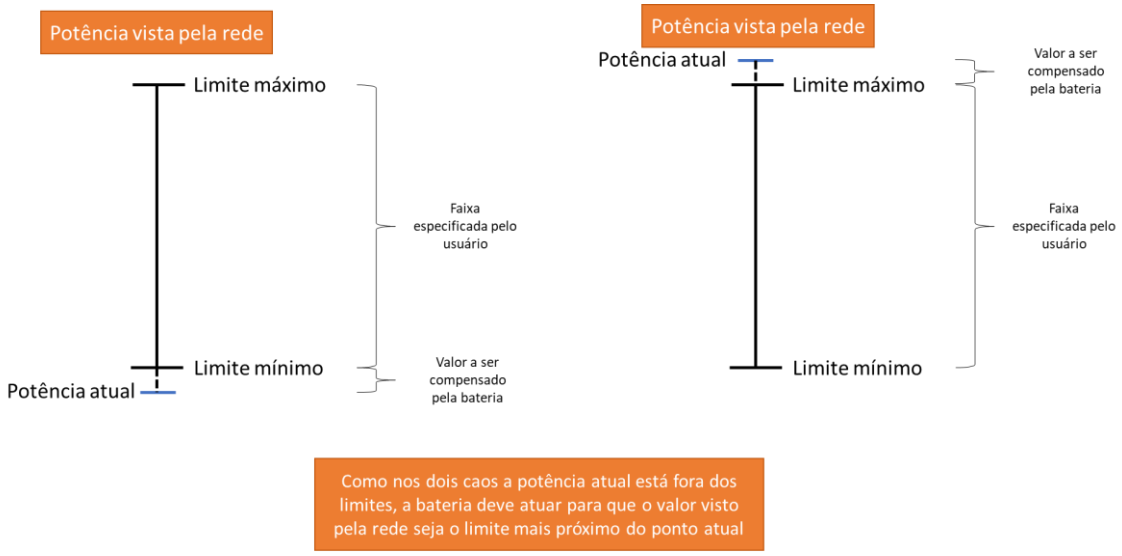


FIGURA 6 – ESQUEMA GERAL DA FUNCIONALIDADE DE CONTROLE DE REDE MODO LIMITAÇÃO DE FAIXA DE POTÊNCIA.

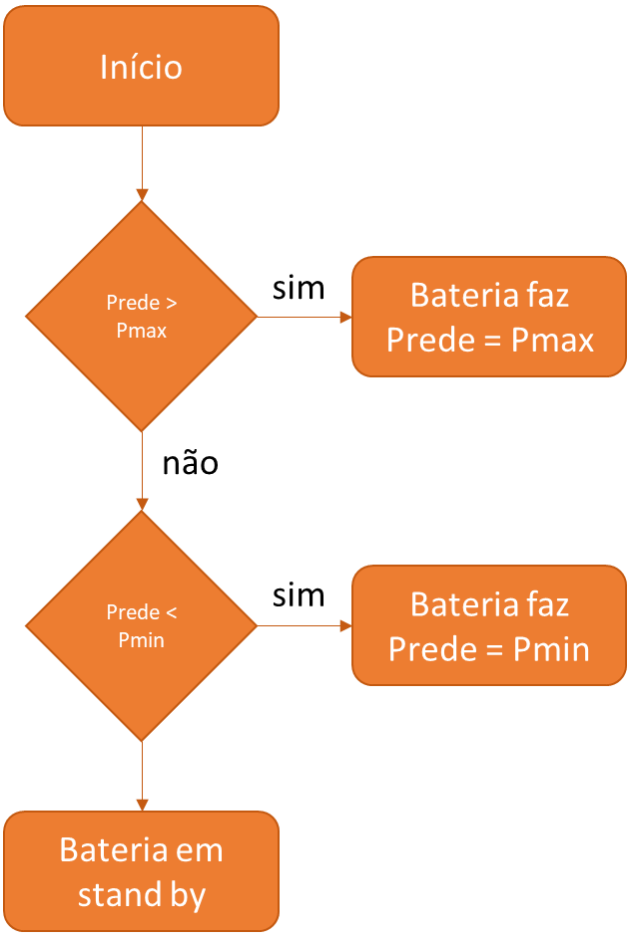


FIGURA 7 – DIAGRAMA DE DECISÃO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE BATERIA NA MODALIDADE CONTROLE FAIXA DE REDE.

Exemplo 3: Caso o usuário queira garantir que nada seja injetado ou consumido da rede (0 kW no medidor da rede), ele fará as seguintes escolhas:

Tipo de Operação – Consumo ou Injeção;

Fixo – 0 kW;

Fator de potência – 1,00.

3.1.2. CONTROLADOR DA BATERIA

Se o usuário quiser atuar no controlador da bateria, ele terá que escolher entre dois modos de operação:

- Carregar;
- Descarregar.

Após essa escolha, o usuário definirá qual tipo de controle ele deseja implementar:

- Impor uma potência fixa;

Além de escolher os valores de potência a ser controlado no ponto de medida, o usuário deve escolher o fator de potência e seu respectivo tipo:

- Capacitivo;

- Indutivo.

Esses passos estão resumidos na FIGURA 8.

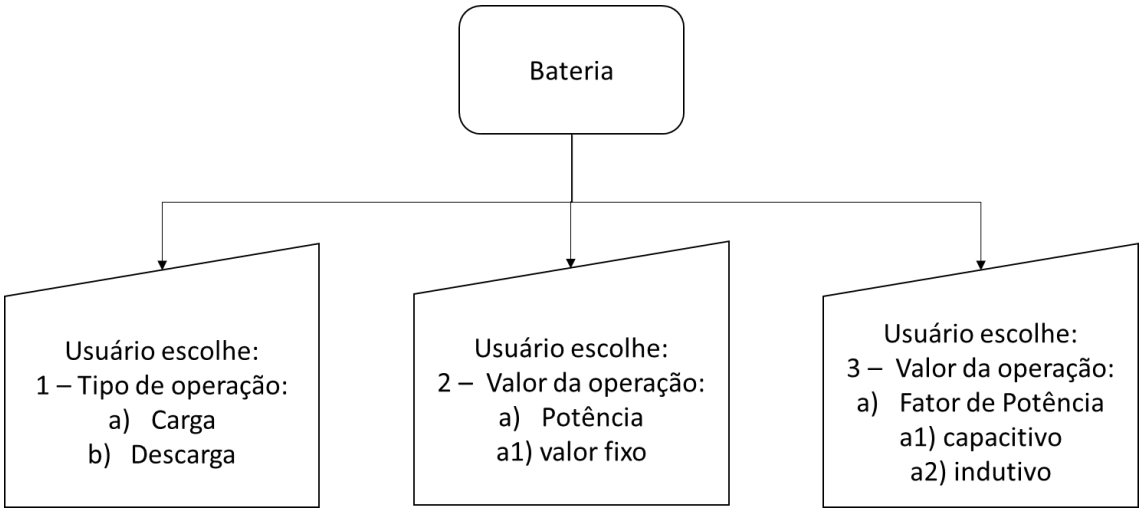


FIGURA 8 – FLUXO DE DECISÃO PARA O CONTROLE DO CONTROLADOR BATERIA.

Uma vez que o usuário selecionou as opções e valores desejados, o sistema de armazenamento deve garantir as condições especificadas desde que não ultrapasse os valores limites de sua operação, como por exemplo, o fator de potência.

Exemplo 1: Caso o usuário queira garantir uma carga da bateria de 5 kW, ele fará o agendamento escolhendo os parâmetros:

Tipo de Operação – Carga;

Valor fixo – 5 kW;

Fator de potência – 1,00.

Dessa forma, o sistema de baterias deve garantir que os 5 kW serão carregados na bateria durante o período especificado no agendamento.

3.1.3. CONTROLE SIMULTÂNEO REDE E BATERIA

Eventualmente, pode ser necessário implementar um setpoint fixo na rede e, mesmo assim, limitar uma faixa de operação para bateria. Neste caso é necessário então que o sistema controle tanto o setpoint da rede, quanto os limites de operação da bateria. A FIGURA 9 ilustra o funcionamento básico desta funcionalidade, e o diagrama apresentado na FIGURA 10 representa a tomada de decisão do sistema.

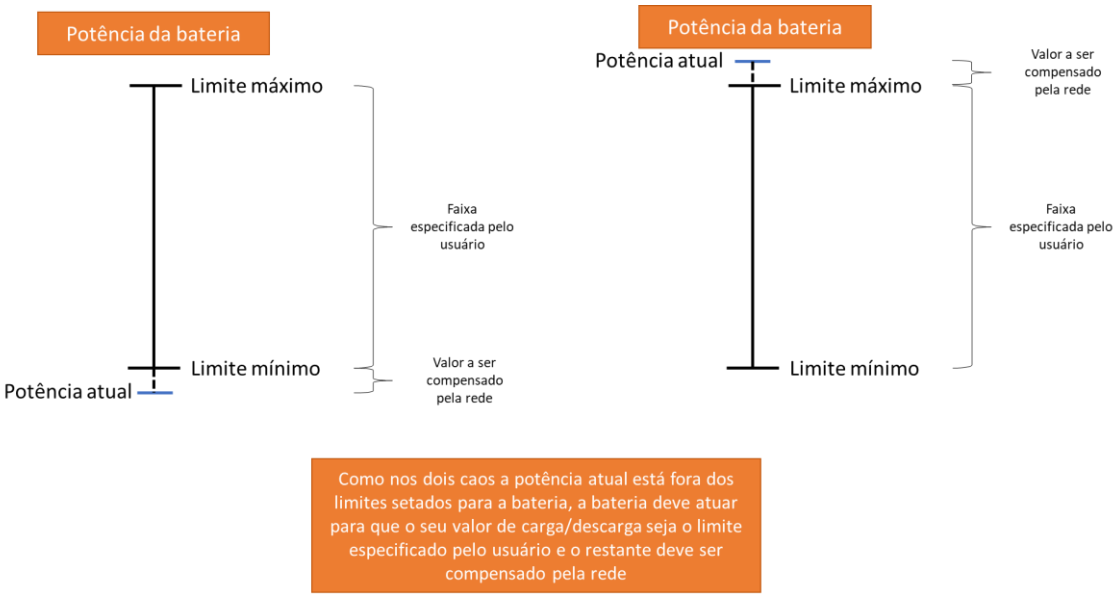


FIGURA 9 - ESQUEMA GERAL DA FUNCIONALIDADE DE CONTROLE SIMULTÂNEO DE REDE E BATERIA.

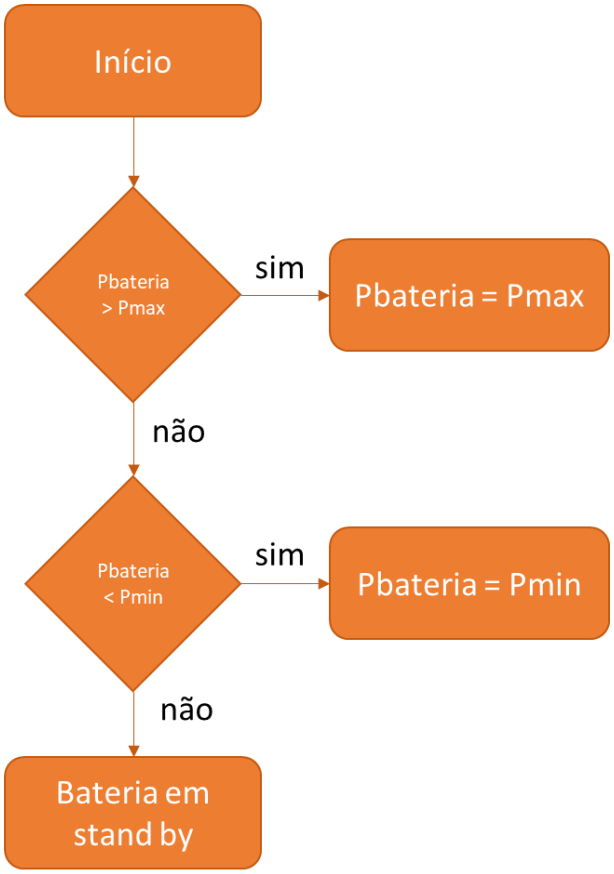


FIGURA 10 – DIAGRAMA DE DECISÃO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE BATERIA NA MODALIDADE CONTROLE SIMULTÂNEO REDE E BATERIA.

3.2. MODO ECONOMIA DE ENERGIA

No modo “Economia de Energia” é possível suprir todas as cargas conectadas ao barramento e ainda:

- Recarregar a bateria em caso de energia gerada maior que a carga;

- Selecionar qual a melhor opção para alimentar a carga, no caso de a geração fotovoltaica ser inferior a potência consumida: rede ou bateria.

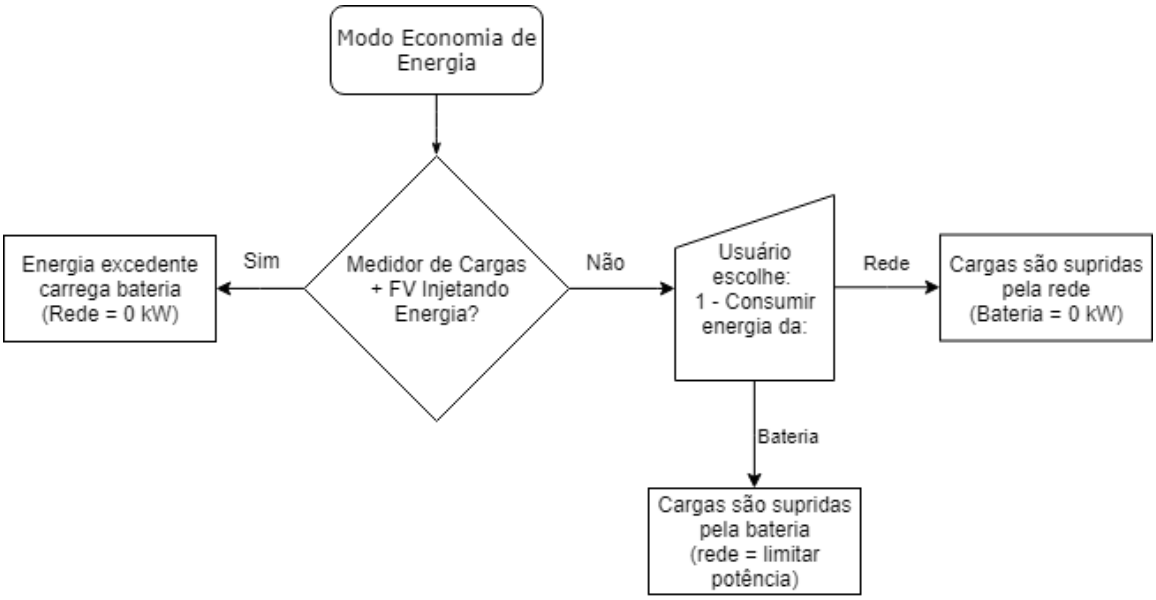


FIGURA 11 – FLUXOGRAMA PARA O MODO ECONOMIA DE ENERGIA

3.3. MODO ILHADO E PRIORIZAÇÃO DE CARGAS

Quando a rede da concessionária falhar, o controlador deve:

- Desligar os todos os sistemas de geração FV;
- Alimentar as cargas com a bateria até que a rede esteja estável novamente;
- Desativar a bateria em caso de carga mínima;
- Controlar o fluxo de carga;
- Controlar o desligamento de cargas prioritárias.

Todos os disjuntores da planta FV-UFSC estão listados abaixo:

Área	Corrente (A)	Icc (kA)
Disjuntores Previstos		
Bloco A e B	100	15
Bloco C	100	15
Carregador eBus	160	15
Sist. Fotovoltaico Bl. A e B	250	15
Sist. Fotovoltaico Bl. C	250	15
Espaços Reservas (Sem necessidade do seccionador)		
Reserva eBus	160	15
Reserva Baterias 2 vida	160	15
Reserva	160	15

Os seguintes disjuntores serão desligados imediatamente quando CELESC estiver em falta:

- Sist. FV Bl. A e B
- Sist. FV Bl. C

A partir disso, a ordem de prioridade de desligamento deve ser:

- **Cargas Prioritárias 1:** Reserva eBus e Reserva – Primeiros a serem desligados – SOC 80%
- **Cargas Prioritárias 2:** Carregador eBus – Segundo a ser desligado – SOC 60%
- **Cargas Prioritárias 3:** Bloco C – Terceiro a ser desligado – SOC 40%
- **Cargas Prioritárias 4:** Bloco A e B – Quarto a ser desligado – 20%
- **Cargas Prioritárias 5:** Reserva baterias 2 vida – não precisa ser desligado

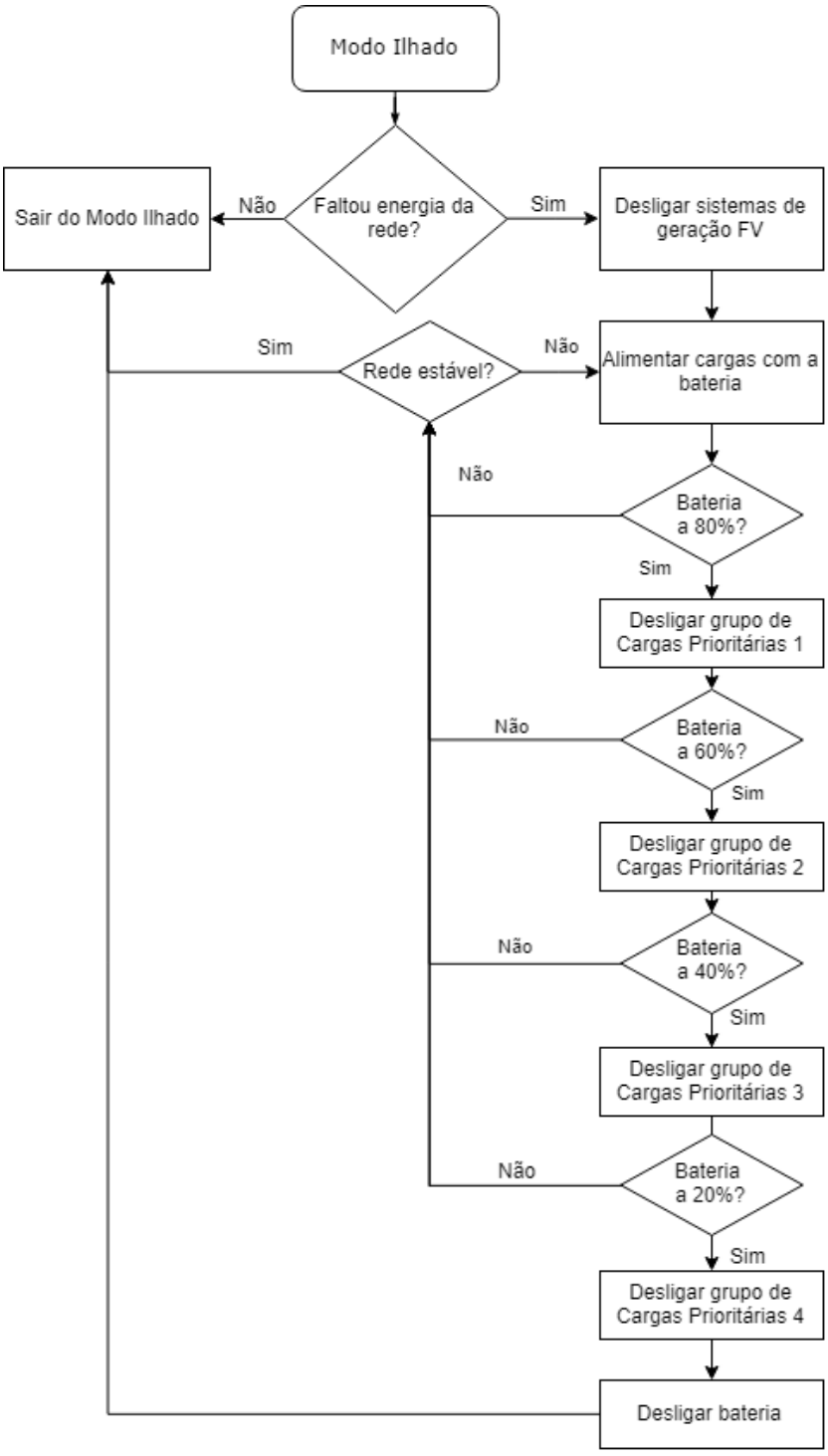


FIGURA 12 – FLUXOGRAMA PARA MODO ILHADO COM PRIORIZAÇÃO DE CARGAS