

Integração de BESS ao Planejamento da Transmissão

Aumento da Confiabilidade de Feijó e Cruzeiro do Sul

Lucas Simões de Oliveira

Consultor Técnico – EPE/STE



Sobre a EPE – Empresa de Pesquisa Energética



Empresa pública federal vinculada ao
Ministério de Minas e Energia



Desenvolvemos estudos e estatísticas
energéticas para subsidiar a formulação,
implementação e avaliação da política
energética nacional

Sumário

- Histórico e Contexto Local
- Desafios atuais
- O Estudo de Planejamento
 - Horizonte Estrutural
 - Horizonte Conjuntural
- Principais Mensagens

Histórico e situação atual

Integração do Acre ao SIN em **2002** (C1 Rio Branco – Abunã);

Em 2008, foi recomendado o C2 Rio Branco – Abunã;

Em **2011** a integração de Cruzeiro do Sul e Feijó foi recomendada;

Após um certame vazio em 2012 e a caducidade do contrato de 2014,

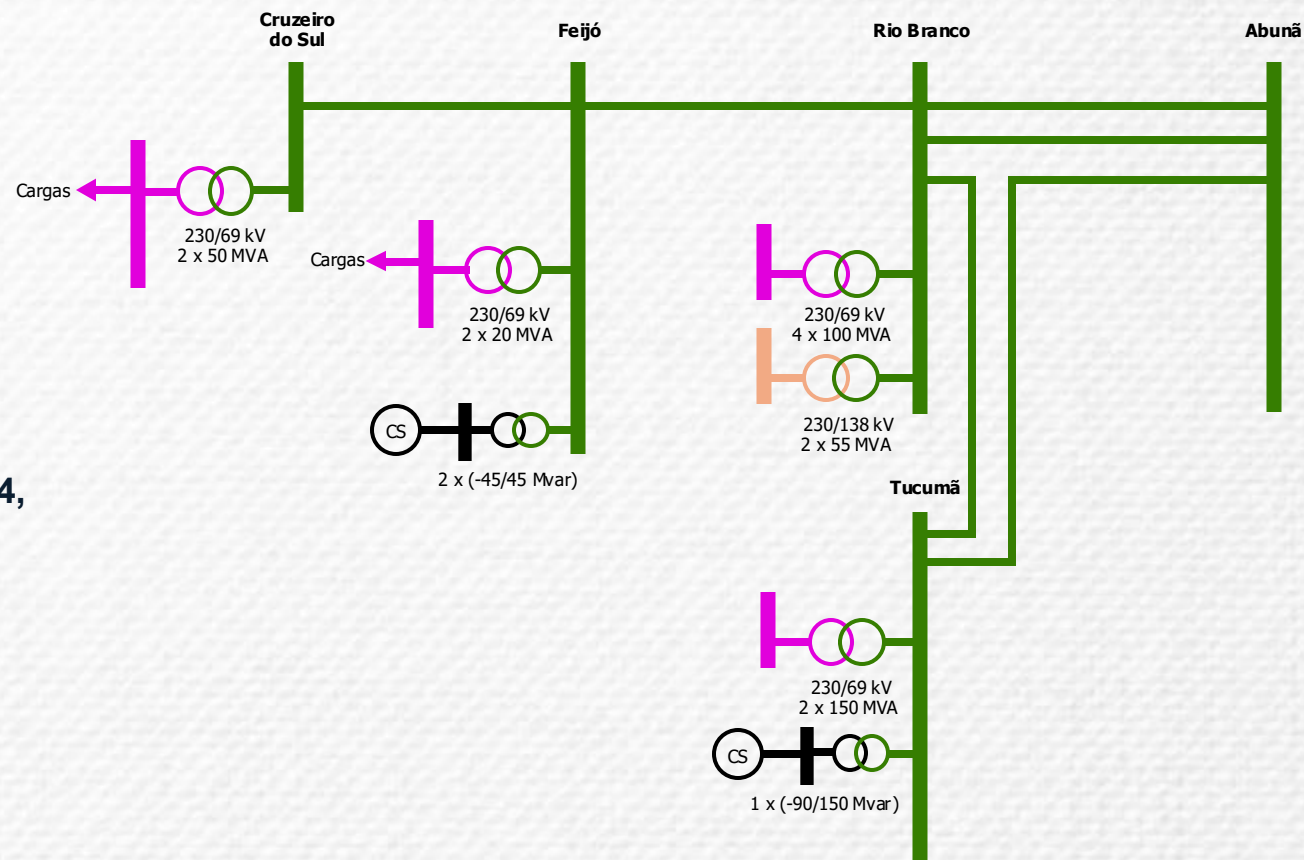
em **2019** a integração de Cruzeiro do Sul e Feijó foi relicitada

LOTE 11

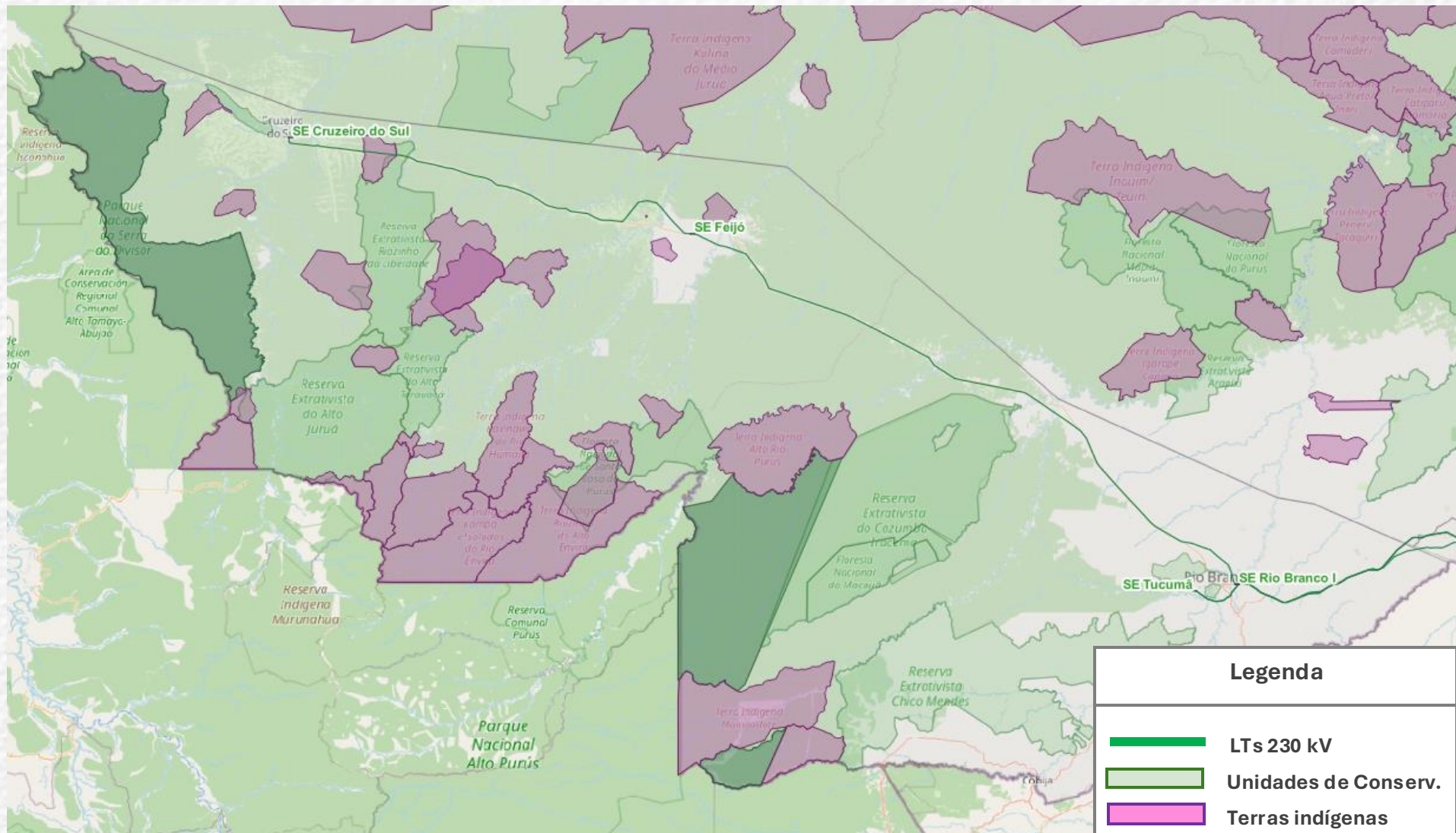
- LT 230 kV Rio Branco I - Feijó, 392 km;
- LT 230 kV Feijó - Cruzeiro do Sul, 280 km;
- SE 230/69 kV Feijó - 2 x 20 MVA;
- SE 230/69 kV Cruzeiro do Sul - 2 x 50 MVA.

Em junho de **2023** a SE Feijó é interligada ao SIN

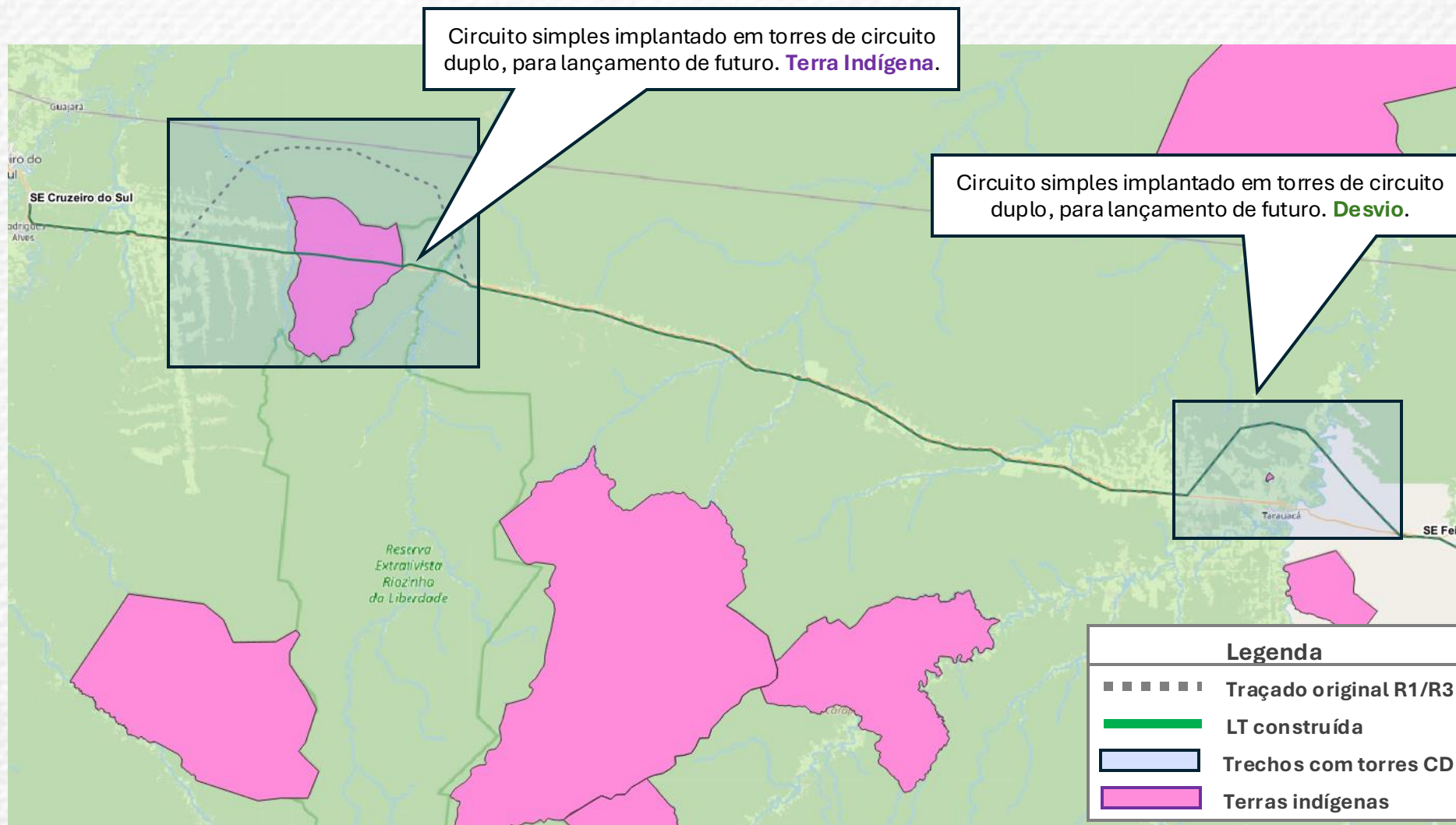
Em dezembro de **2024** a SE Cruzeiro do Sul é interligada ao SIN



Aspectos Físicos – Estado do Acre



Aspectos Físicos – LT 230 kV Feijó – Cruzeiro do Sul



Aspectos socioambientais no corredor SE Feijó – SE Cruzeiro do Sul

Histórico de ocorrências e desligamentos

Tabela 1: Histórico de ocorrências nas LT 230 kV Rio Branco I – Feijó – Cruzeiro do Sul

Data	Causa	Corte de Carga [MW]	Duração da Interrupção	Geração Térmica [MW]
04/10/2024	Indeterminada	9,22	31min	0
08/10/2024	Descarga atmosférica	9,98	25min	0
13/10/2024	Descarga atmosférica	8,27	34min	0
19/10/2024	Acidental durante intervenção	7,86	1h16min	0
29/11/2024	Descarga atmosférica	7,55	31min	0
22/01/2025	Ninho de pássaros	19,97	59min	0
28/01/2025	Acidental durante intervenção	8,9	8min	0
16/02/2025	Acidental durante intervenção	33,08	1h20min	0
16/02/2025	Acidental durante intervenção	33,16	1h13min	0
20/02/2025	Incêndio no reator	34,32	42min	0
20/02/2025	Acidental durante intervenção	22,4	44min	0

- Ocorrências mitigáveis
- Ocorrências imprevisíveis

Tabela 2: Desligamentos programados nas LT 230 kV Rio Branco I – Feijó – Cruzeiro do Sul

Data	Causa	Duração da Intervenção	Corte de Carga [MW]	Geração Térmica [MW]	Duração do Despacho ⁽¹⁾
16/04/2025	Desconexão do reator 1 fixo da SE Feijó	53min	0	32,5	5h32min
26/04/2025	Conexão do reator 1 fixo da SE Feijó	35min	0	32,5	6h40min
05/06/2025	Desconexão do reator 2 fixo da SE Feijó	7min	0	30,0	5h46min
16/06/2025	Conexão do reator 2 fixo da SE Feijó	6min	0	24,4	5h38min

(1) Informações encaminhadas pela distribuidora Energisa Acre

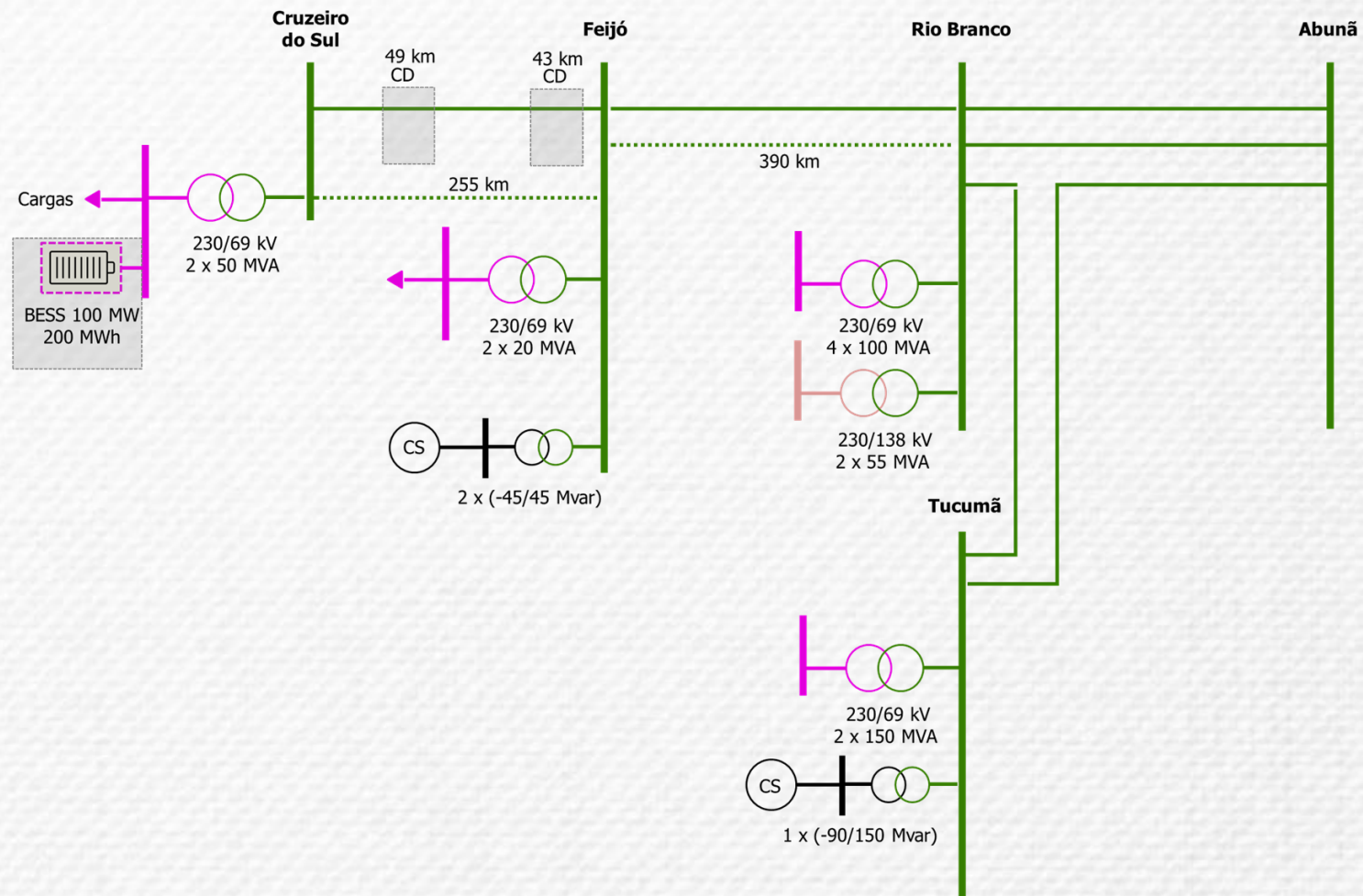
Em **2024** houve cinco ocorrências com cortes de cargas, totalizando 2h46 minutos

Até julho de **2025** houve 6 ocorrências com cortes de cargas, totalizando 3h06 minutos

Alternativas

Período estrutural

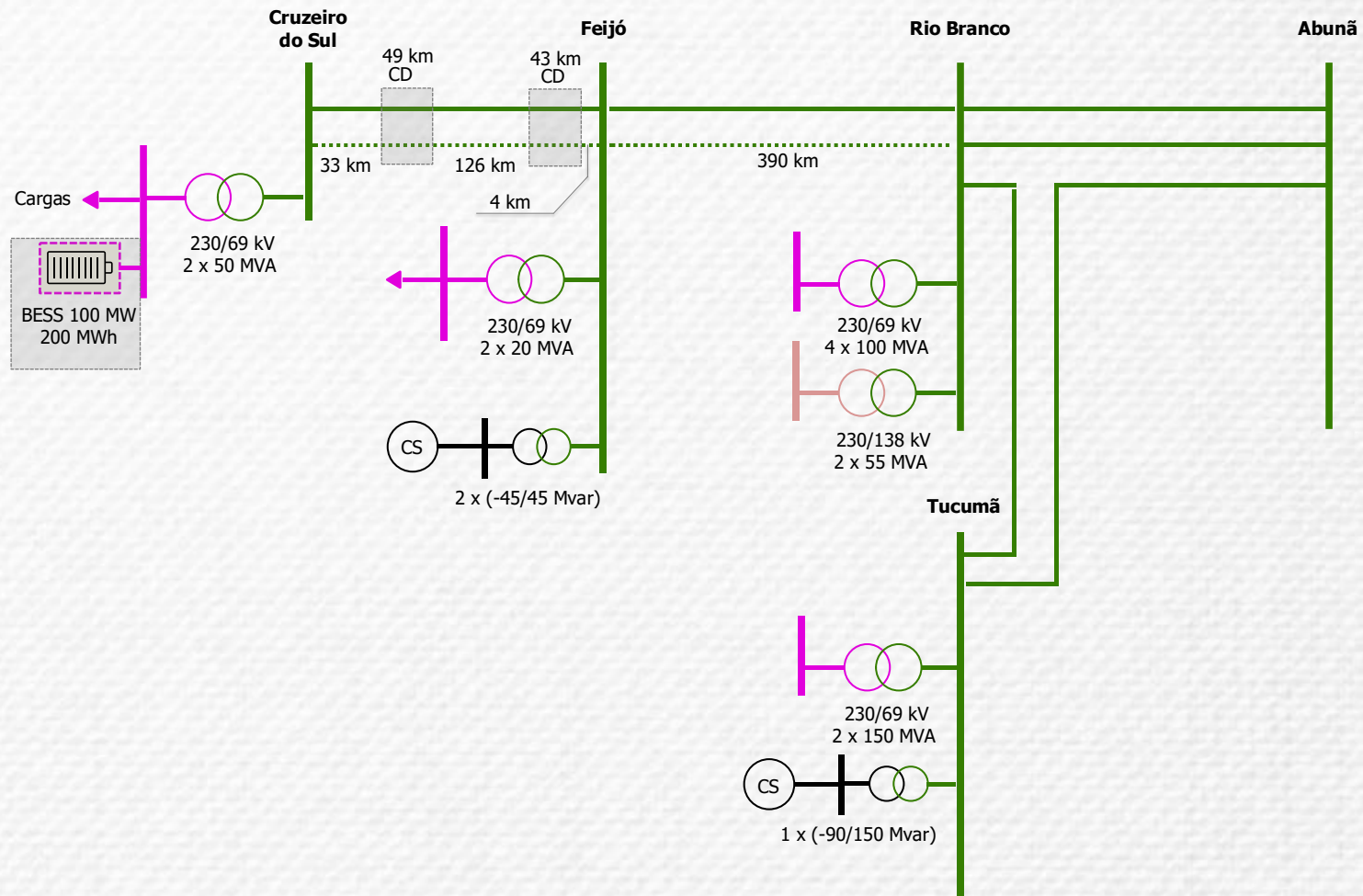
- 1 – Via Rio Branco – Sem usar torres CD
- 2 – Via Rio Branco – Fazendo uso torres CD
- 3 – Via Tucumã – Sem usar torres CD
- 4 – Via Tucumã – Fazendo uso torres CD



Alternativas

Período estrutural

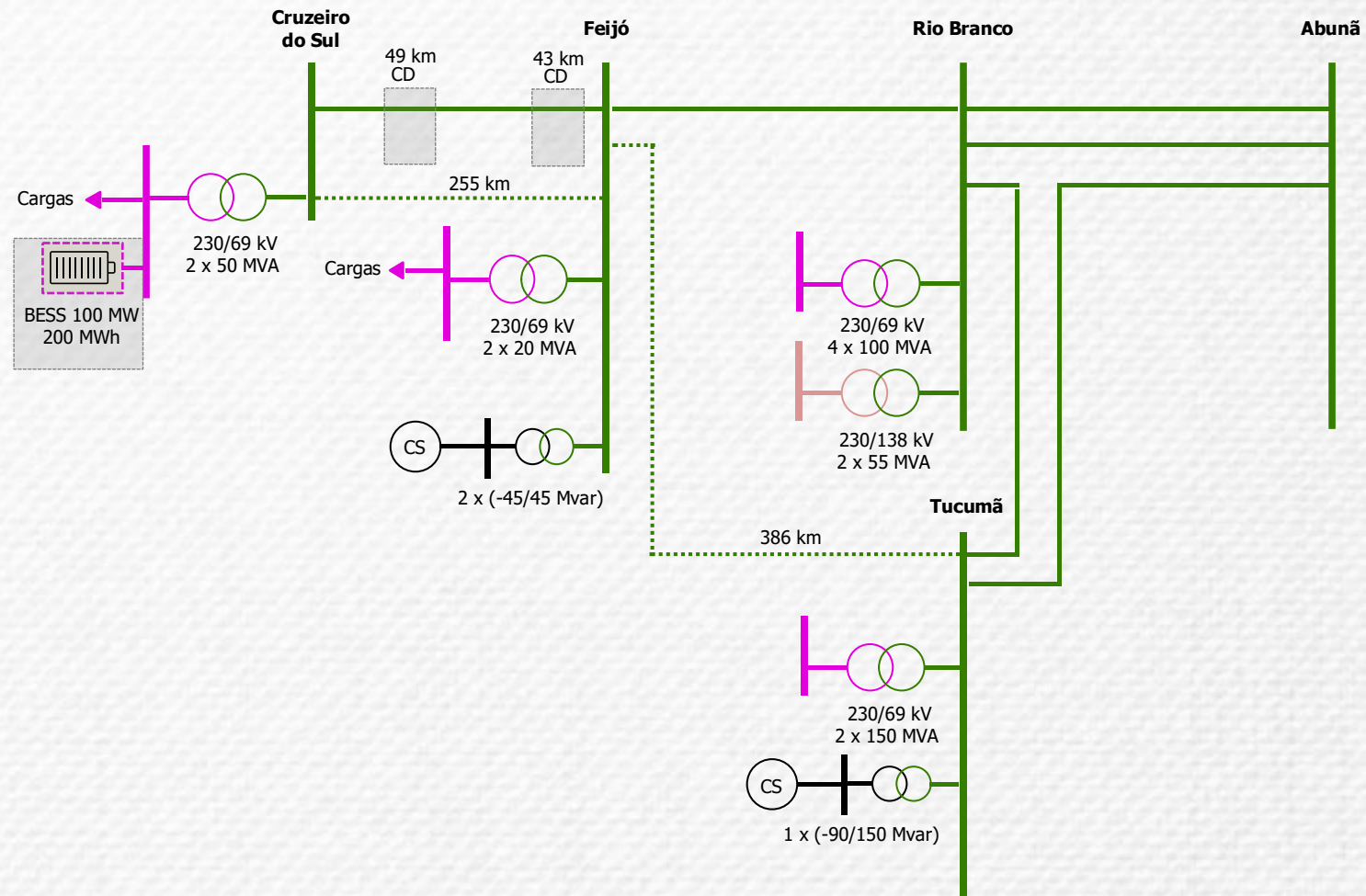
- 1 – Via Rio Branco – Sem usar torres CD
- 2 – Via Rio Branco – Fazendo uso torres CD**
- 3 – Via Tucumã – Sem usar torres CD
- 4 – Via Tucumã – Fazendo uso torres CD



Alternativas

Período estrutural

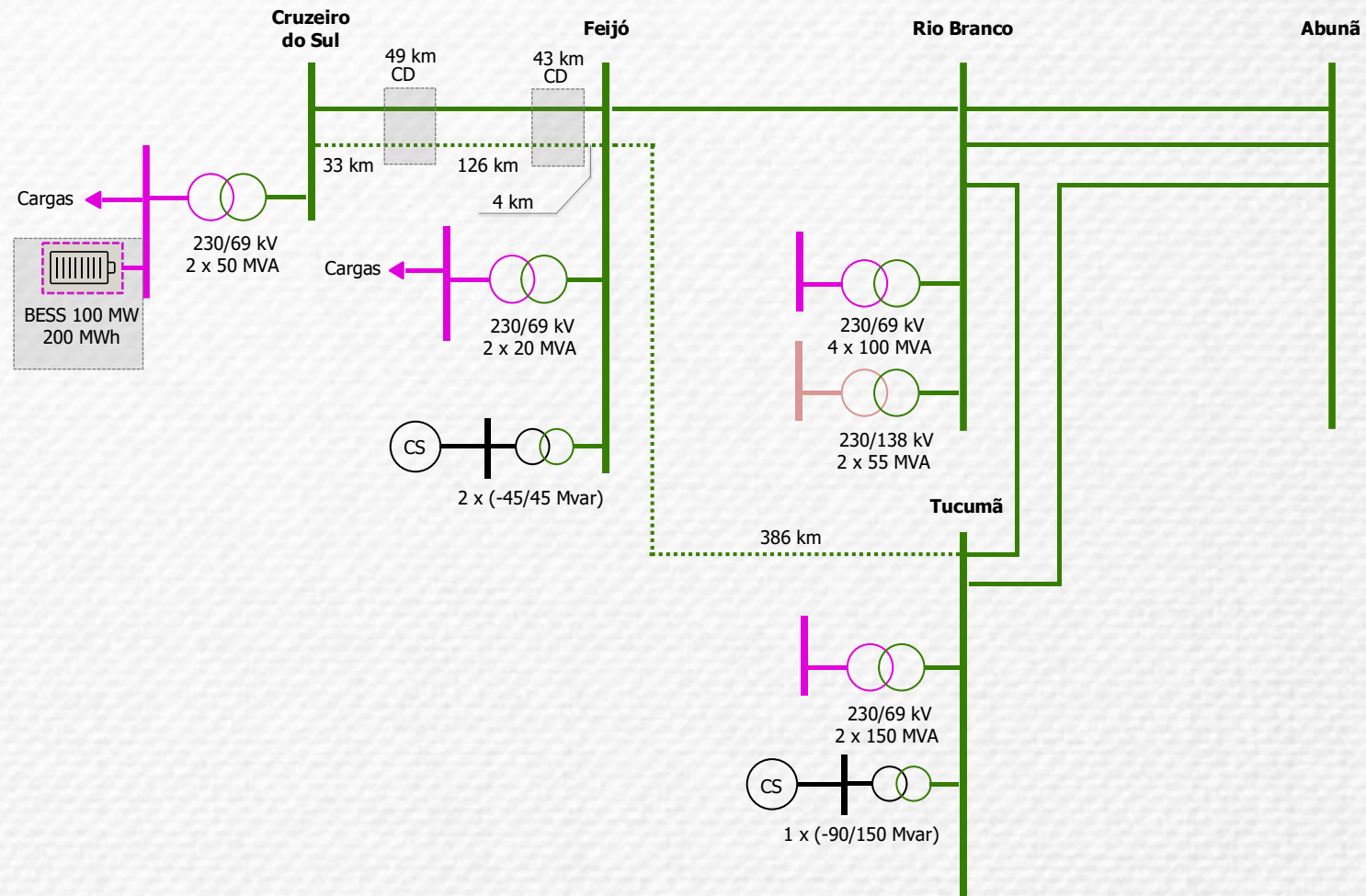
- 1 – Via Rio Branco – Sem usar torres CD
- 2 – Via Rio Branco – Fazendo uso torres CD
- 3 – Via Tucumã – Sem usar torres CD**
- 4 – Via Tucumã – Fazendo uso torres CD



Alternativas

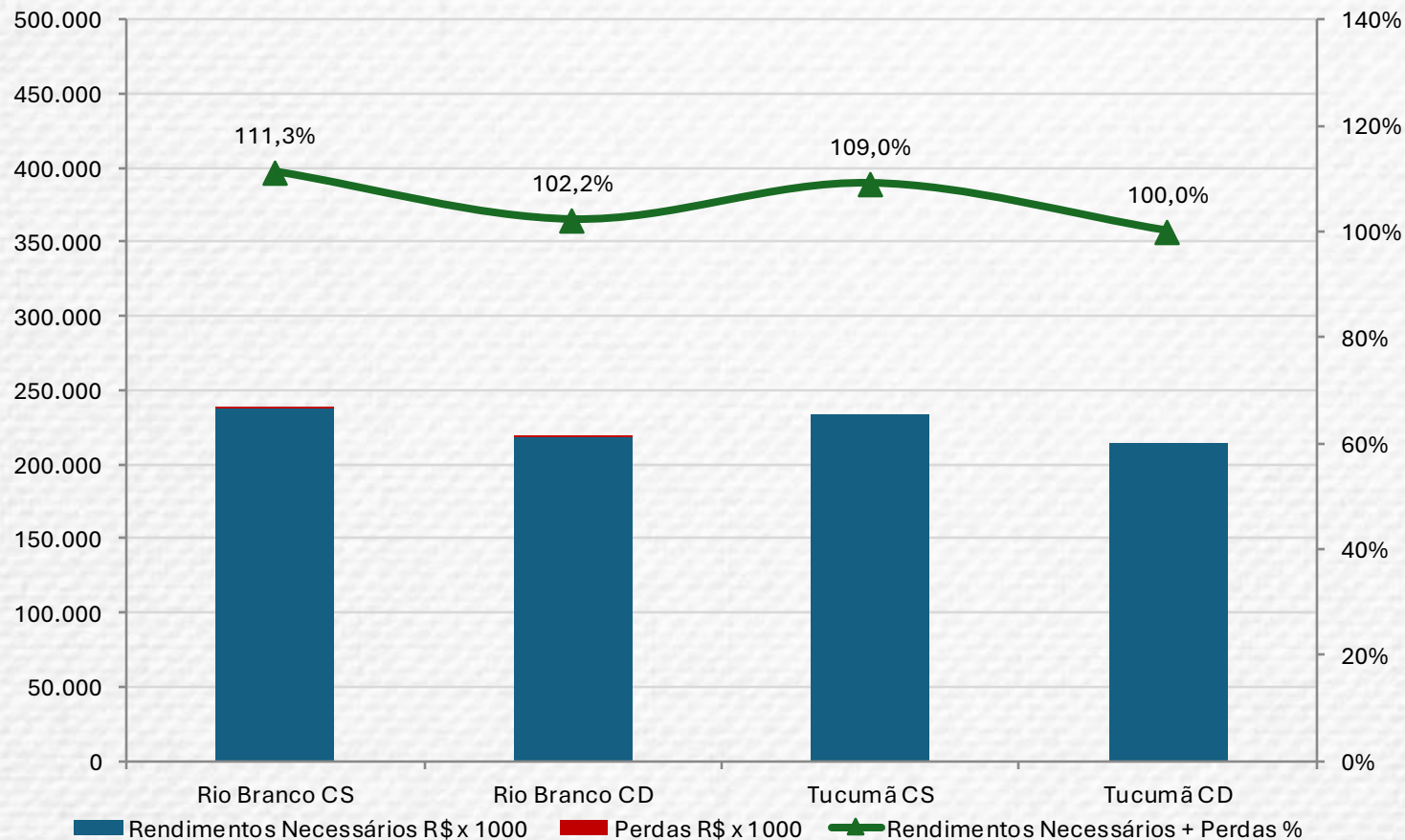
Período estrutural

- 1 – Via Rio Branco – Sem usar torres CD
- 2 – Via Rio Branco – Fazendo uso torres CD
- 3 – Via Tucumã – Sem usar torres CD
- 4 – Via Tucumã – Fazendo uso torres CD



Comparação Econômica

Período estrutural



Alternativas que fazem uso da infraestrutura já existente são mais baratas.

Possuem a desvantagem natural de terem alguns trechos em mesma torre, logo mais sujeitos a contingências múltiplas

Medidas mitigadoras foram adotadas no projeto das LTs já implantadas.

Envie suas Perguntas



Link também disponível na descrição do evento e no chat

Formulário para Perguntas do Workshop - Integração de BESS ao Planejamento da Transmissão

Aumento da Confiabilidade de Feijó e Cruzeiro do Sul

Quando você enviar este formulário, ele não coletará automaticamente seus detalhes, como nome e endereço de email, a menos que você mesmo o forneça.

* Obrigatória

1. Nome *

2. Empresa/Instituição *



Escaneie o QrCode e preencha o formulário

Alternativas

Período conjuntural – Dimensionamento BESS

As cargas prioritárias nesses municípios, não se encontram concentradas em uma única região, estando dispersas pelas redes de média tensão existentes, não sendo possível a segregação e atendimento exclusivo das cargas prioritárias

- Montante de cargas críticas, em MW e MWh respectivamente e estimativas de crescimento até o ano de 2032

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
SUBESTAÇÃO	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
CRUZEIRO DO SUL	2,19	2,25	2,31	2,38	2,46	2,53	2,60	2,68	2,76	2,84
FEIJÓ	0,85	0,87	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,07	1,10	1,14

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
SUBESTAÇÃO	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
CRUZEIRO DO SUL	1.051,20	1.076,44	1.108,45	1.142,78	1.178,06	1.212,74	1.247,65	1.284,57	1.323,06	1.360,90
FEIJÓ	407,16	418,58	433,62	448,66	464,17	479,36	494,88	511,10	528,12	545,32

energisa
LUCRA NA SUA ENERGIA

Ofício N° 0026/2023/ENERGISA AC
Rio Branco, 29 de dezembro de 2023.

Ao Senhor:
THIAGO GUILHERME FERREIRA PRADO
Presidente
Empresa de Pesquisa Energética
Praça Pio X, n°54 - Centro
Rio de Janeiro – RJ

Assunto: **Levantamento das cargas críticas das localidades de Feijó e Cruzeiro do Sul**

Senhor Presidente,

Com nossos cordiais cumprimentos, a Energisa Acre – EAC vem por meio deste, atender ao ofício de nº0043/2023/PP/EPE, informando a relação de cargas consideradas críticas, supridas pelas localidades de Feijó e Cruzeiro do Sul.

- Caracterização e descrição da natureza das cargas consideradas críticas pela Distribuidora
- As cargas críticas são de serviços ou atividades essenciais, caracterizadas conforme o inciso XLIV do Art. 2º da Resolução Normativa ANEEL N° 1000.
- Montante de cargas críticas, em MW e MWh respectivamente e estimativas de crescimento até o ano de 2032

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
SUBESTAÇÃO	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
CRUZEIRO DO SUL	2,19	2,25	2,31	2,38	2,46	2,53	2,60	2,68	2,76	2,84
FEIJÓ	0,85	0,87	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,07	1,10	1,14

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
SUBESTAÇÃO	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
CRUZEIRO DO SUL	1.051,20	1.076,44	1.108,45	1.142,78	1.178,06	1.212,74	1.247,65	1.284,57	1.323,06	1.360,90
FEIJÓ	407,16	418,58	433,62	448,66	464,17	479,36	494,88	511,10	528,12	545,32

- Descrição do sistema de distribuição das localidades, com foco no atendimento atual às referidas cargas.

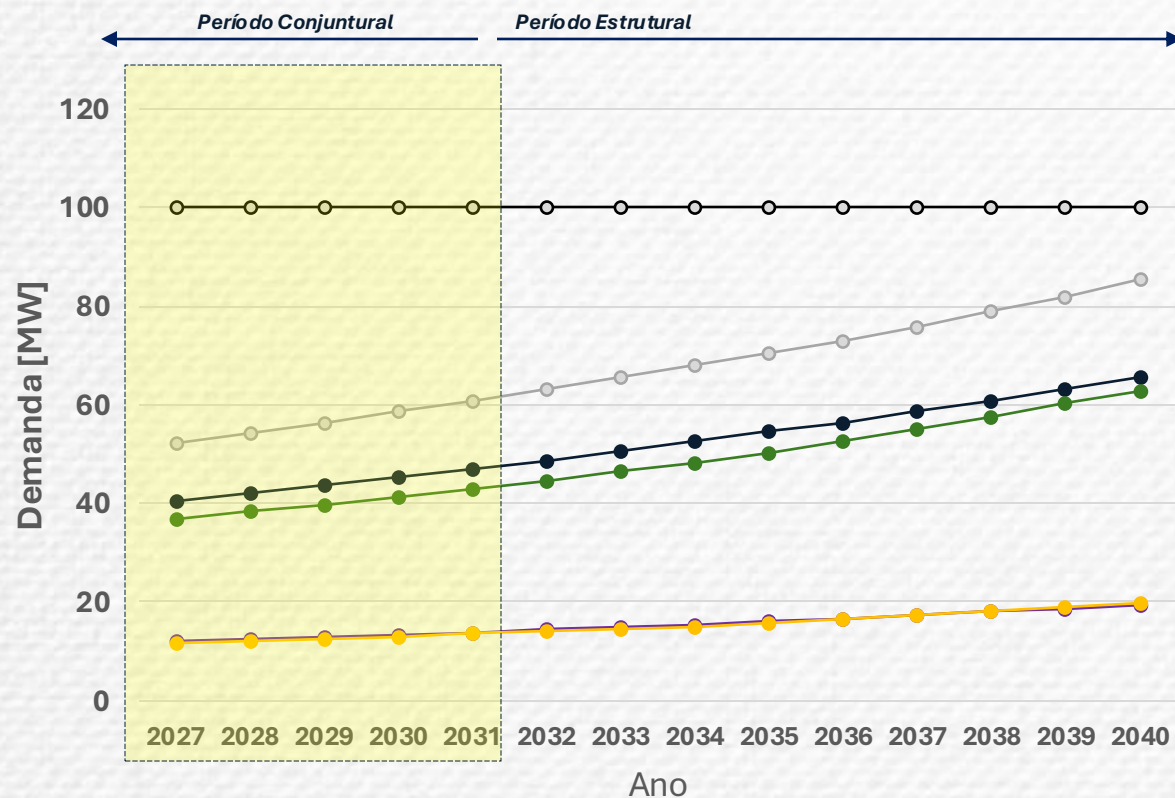
A SE Feijó, finalizada em 2023, interliga as subestações Envira e Tarauacá ao SIN através de linhas de 69 kV. Realiza o fornecimento de energia para 20 mil clientes onde 1% tem a característica de carga prioritária.

A UTS Cruzeiro do Sul tem a previsão de ser desativada em 2025, o ano da interligação do município de Cruzeiro do Sul e adjacentes ao SIN. Realiza o

ENERGISA ACRE – DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.
Rua Valério Magalhães, N° 226 | Barra Bonfim
Rio Branco | AC. CEP 69.000-000
CNPJ 04.065.033/0001-70, Inscrição Estadual 01.004.143.0001-46
RFB 3302.0700 ou 3770 | www.energisa.com.br

Alternativas

Período conjuntural – Dimensionamento BESS



Considerando:

$$CAP = \frac{D_{1h} \cdot \tau_{autonomia}}{DoD \cdot \eta_{bateria}}$$

CB (MWh) - capacidade da bateria;

D_{1h} (MWh) - energia média demandada em 1h;

$\tau_{autonomia}$ (h) - horas de autonomia;

$\eta_{bateria}$ - eficiência da bateria= 98%

DoD - profundidade de descarga= 90%

Demanda Máxima

2032: Autonomia de \cong 2,8 horas

2040: Autonomia de \cong 2 horas

Apenas cargas críticas (conforme Art 2º ReN nº 1.000):

2032: Autonomia de 44 horas



O sistema **pode suportar interrupções mais longas**, pois o dimensionamento considerou demanda máxima constante, enquanto na prática a carga varia ao longo do dia e do ano.

Alternativas

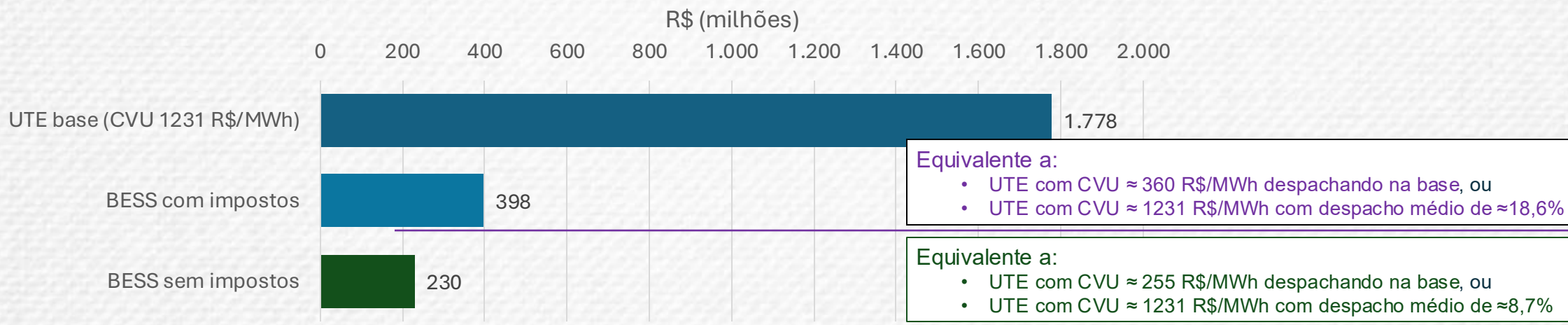
Período conjuntural – Comparação Econômica

Contexto e Objetivo

- Avaliar o CVU ou Fator de Despacho (FD) que torna o custo total da UTE equivalente ao de um sistema BESS 100 MW / 200 MWh.
- Horizonte de análise: 2027–2032, valores referentes a 2025.
- Dois cenários para o BESS:
 - *Sem impostos*
 - *Com impostos (cenário crítico) – II 18%, ICMS 20%, IPI 11,25%, PIS/COFINS 11,75%*

Alternativas

Período conjuntural – Comparação Econômica



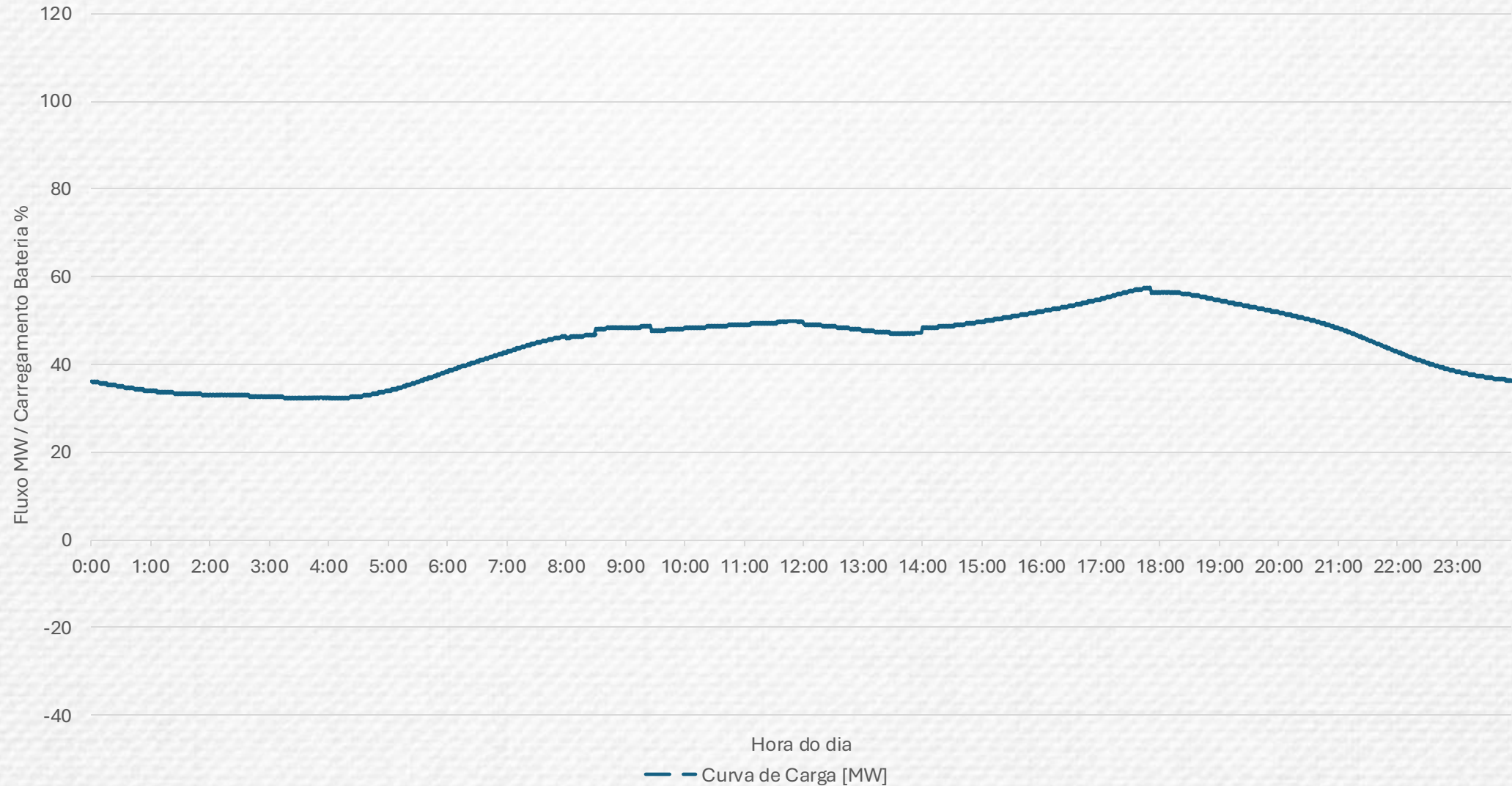
* Valores expressos em R\$ de 2025 corrigidos.

** Custos totais incluem CAPEX, O&M e substituições (onde aplicável).

*** Resultados sujeitos a revisão conforme estrutura tributária e tratamentos regulatórios.

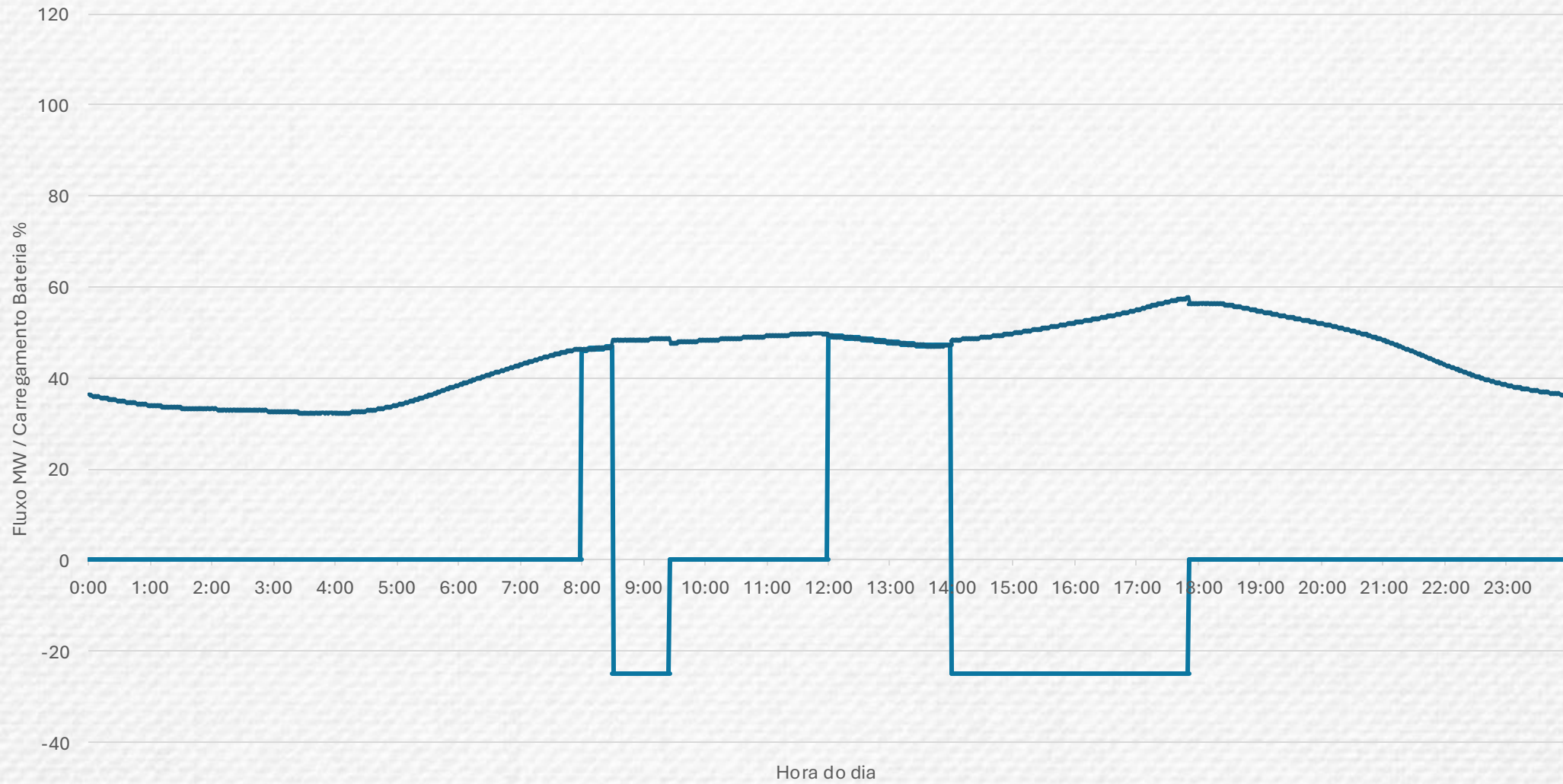
Simulação Horária – Exemplo

Curva de carga



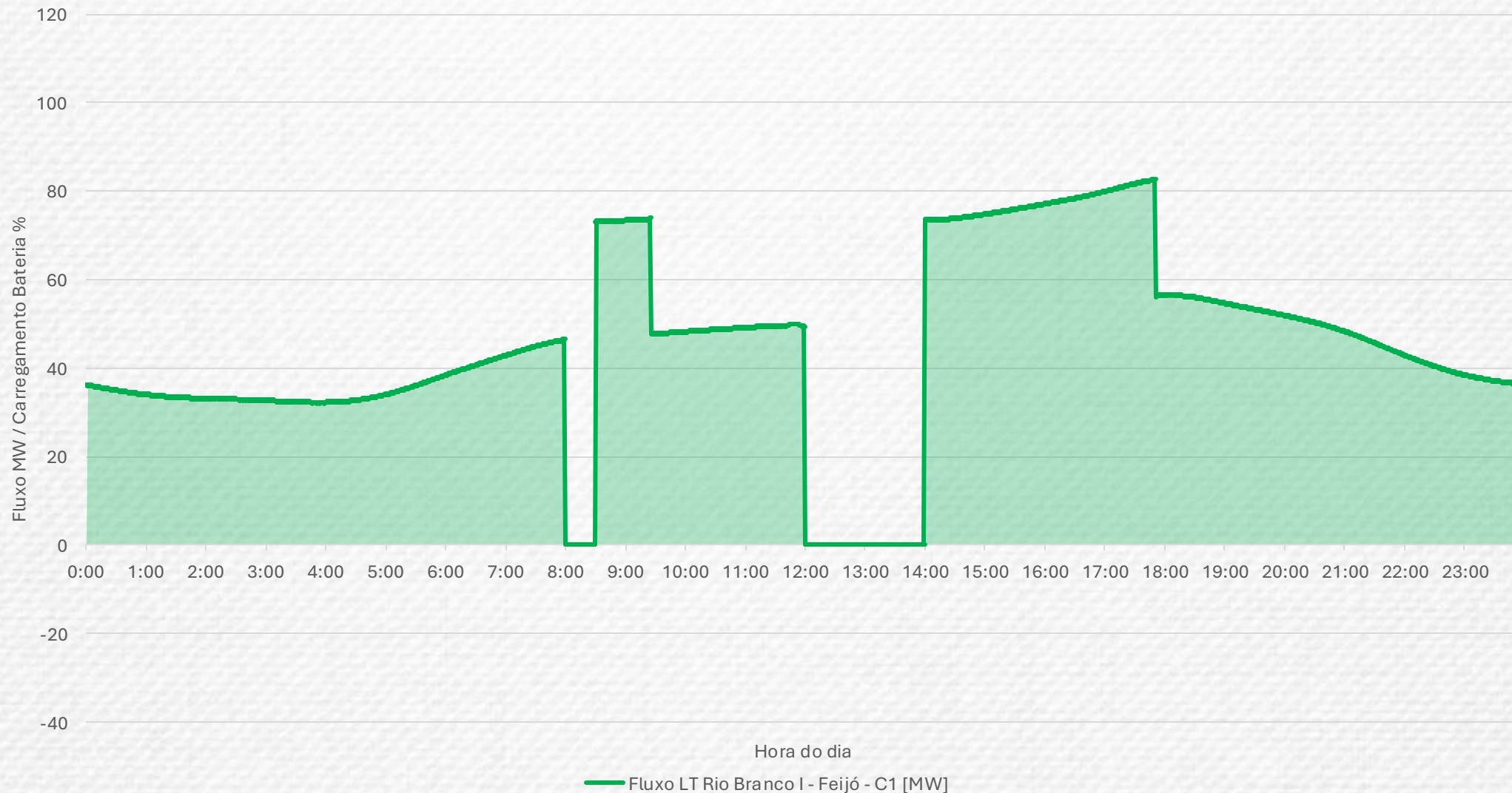
Simulação Horária – Exemplo

Curva de carga atendida e fluxo na bateria



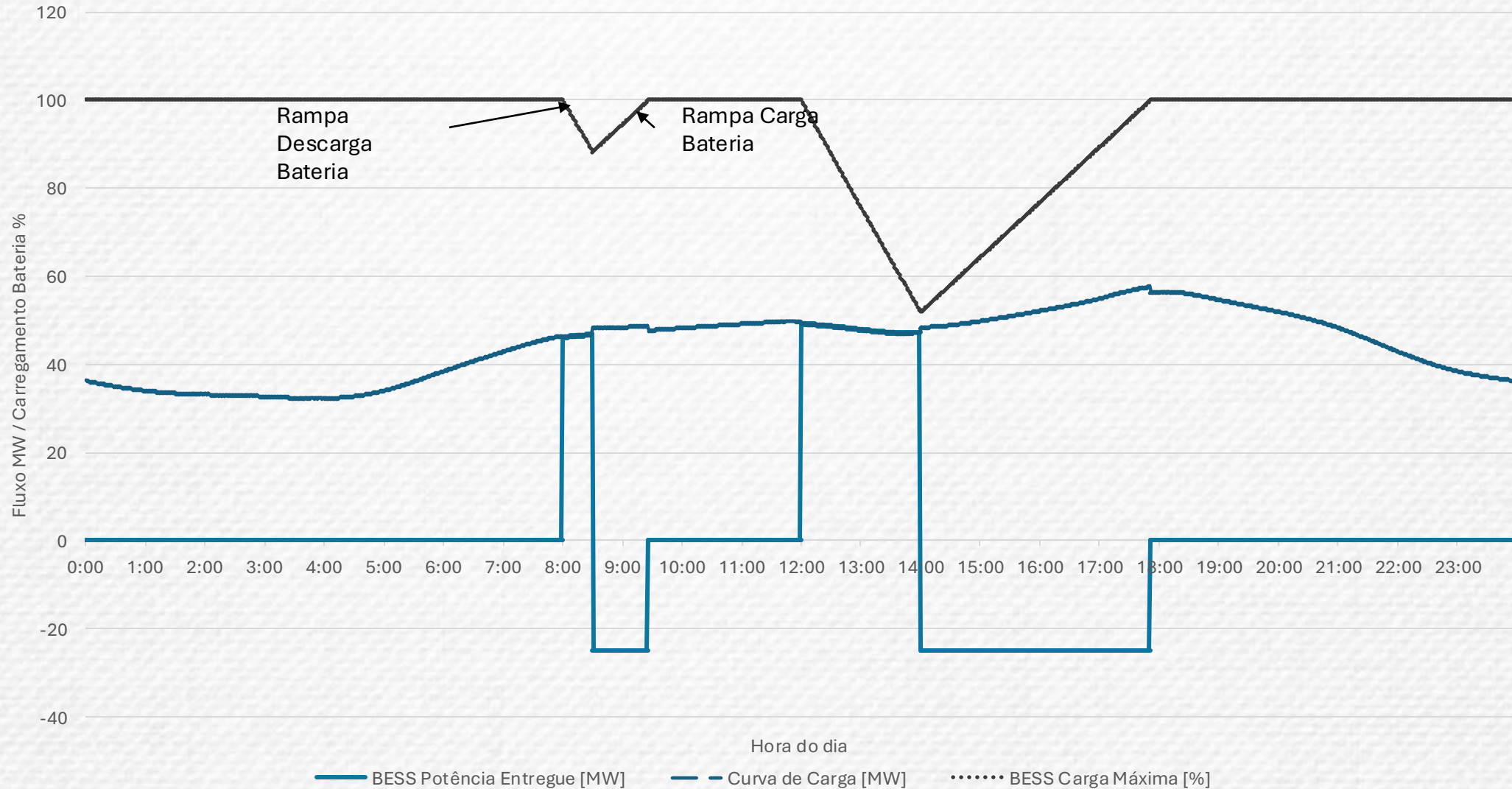
Simulação Horária – Exemplo

Fluxo na LT 230 kV Rio Branco I – Feijó



Simulação Horária – Exemplo

Curva de carga atendida, fluxo na bateria e estado de carga



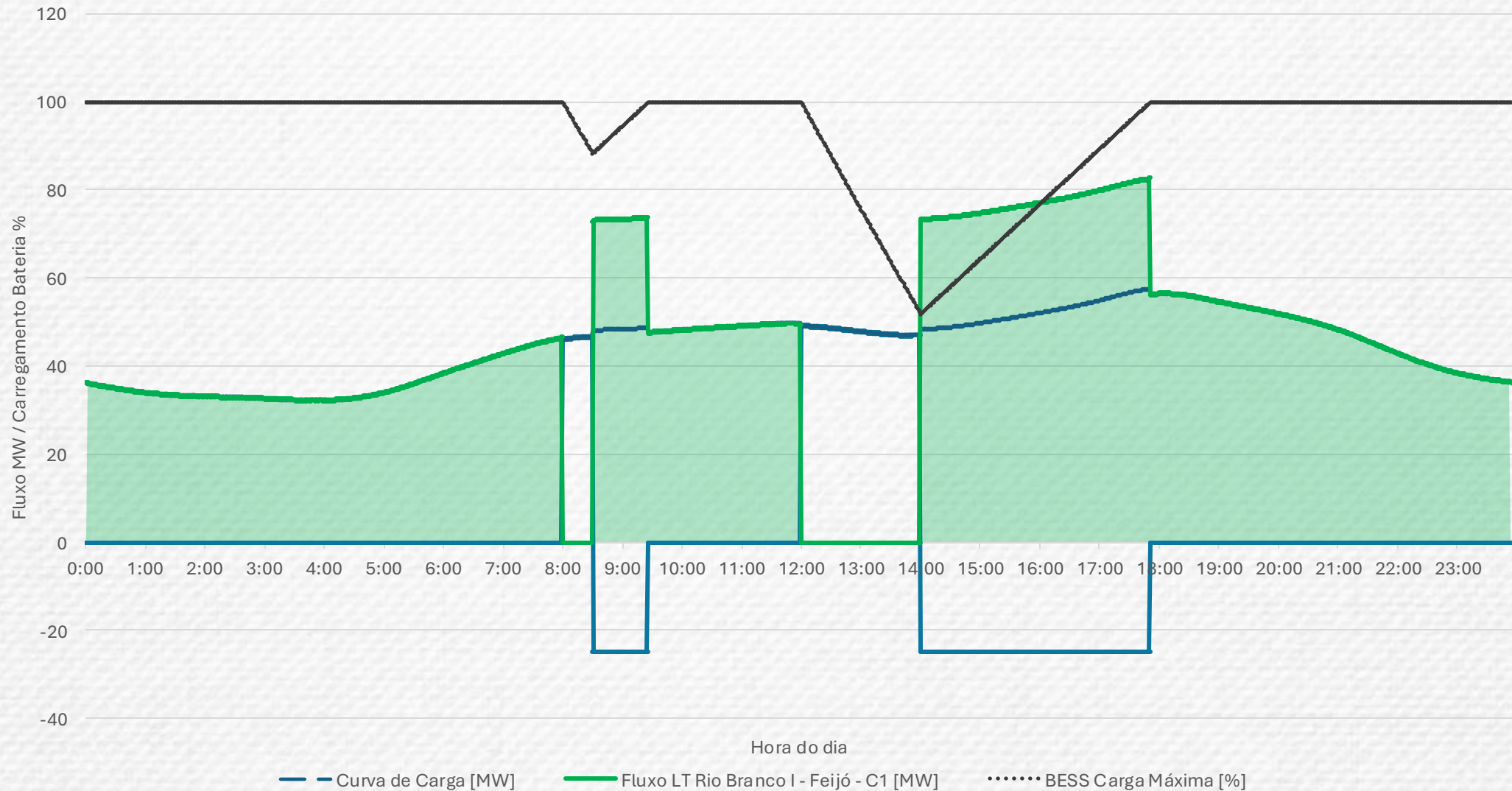
Simulação Horária – Exemplo

Fluxo na LT 230kV e curva de cargas locais (sem BESS)



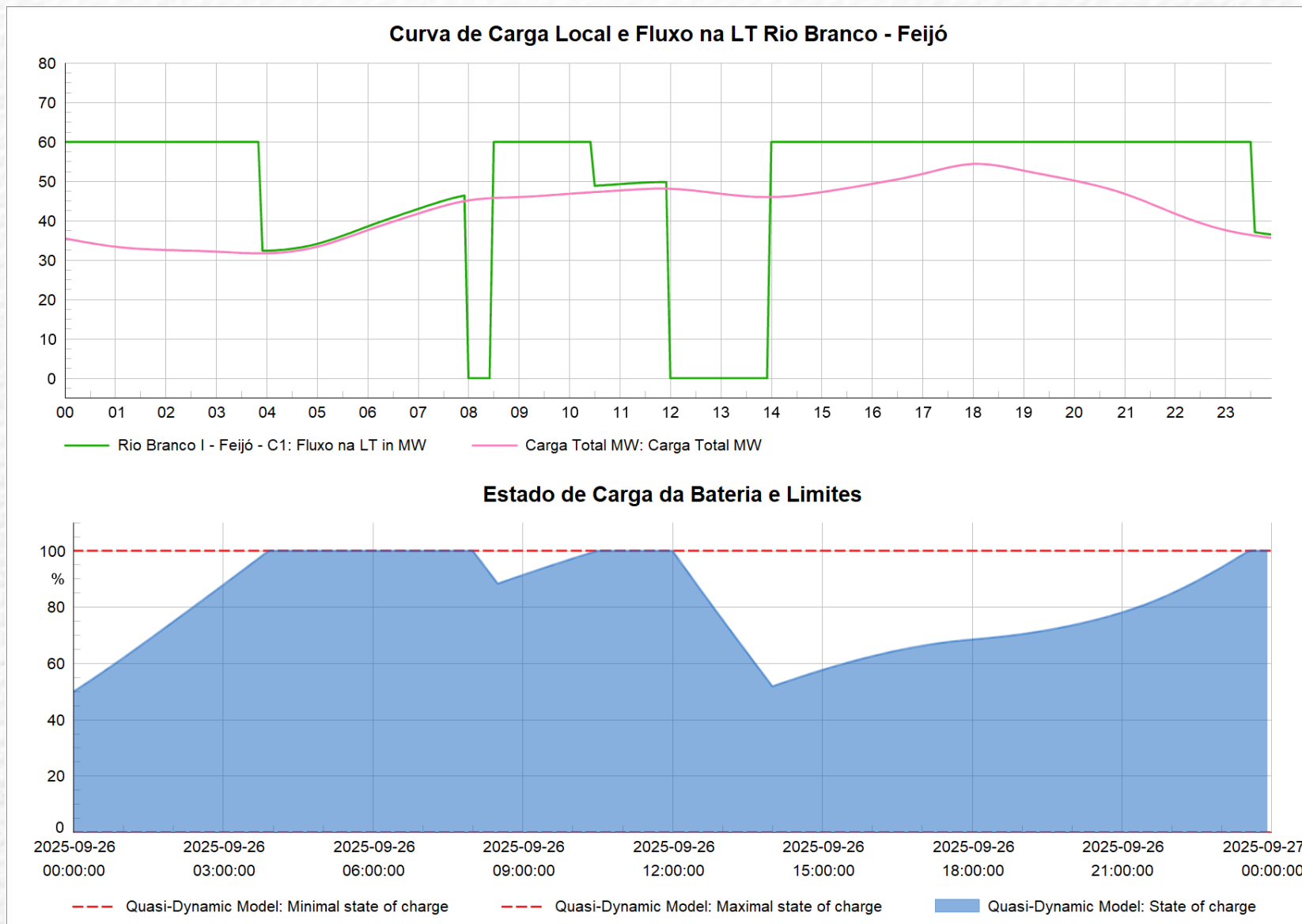
Simulação Horária – Exemplo

Sobreposição de todas as curvas

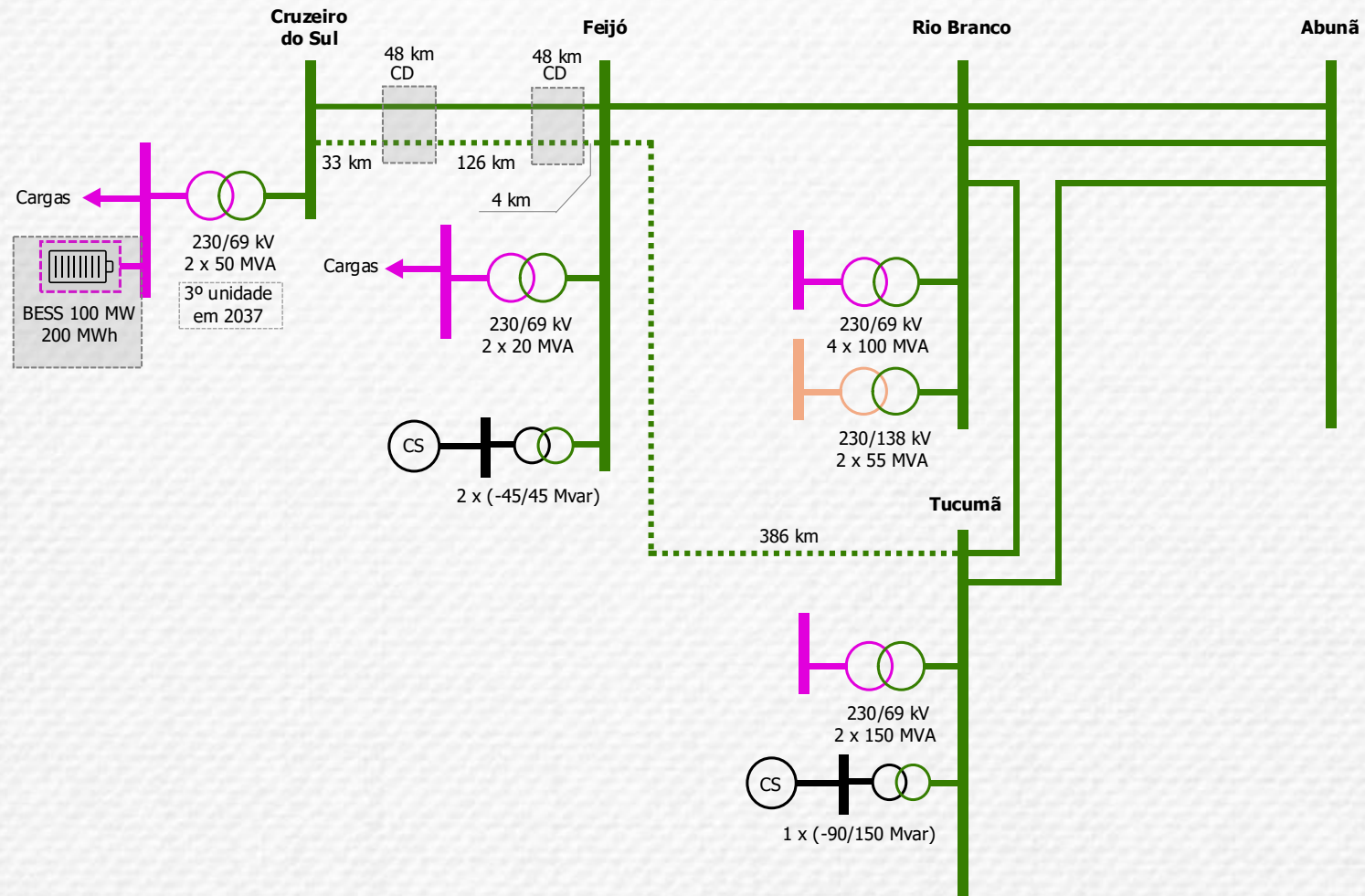


Simulações de contingências e resposta da bateria

Modo de controle de fluxo



Solução Conjuntural e Estrutural



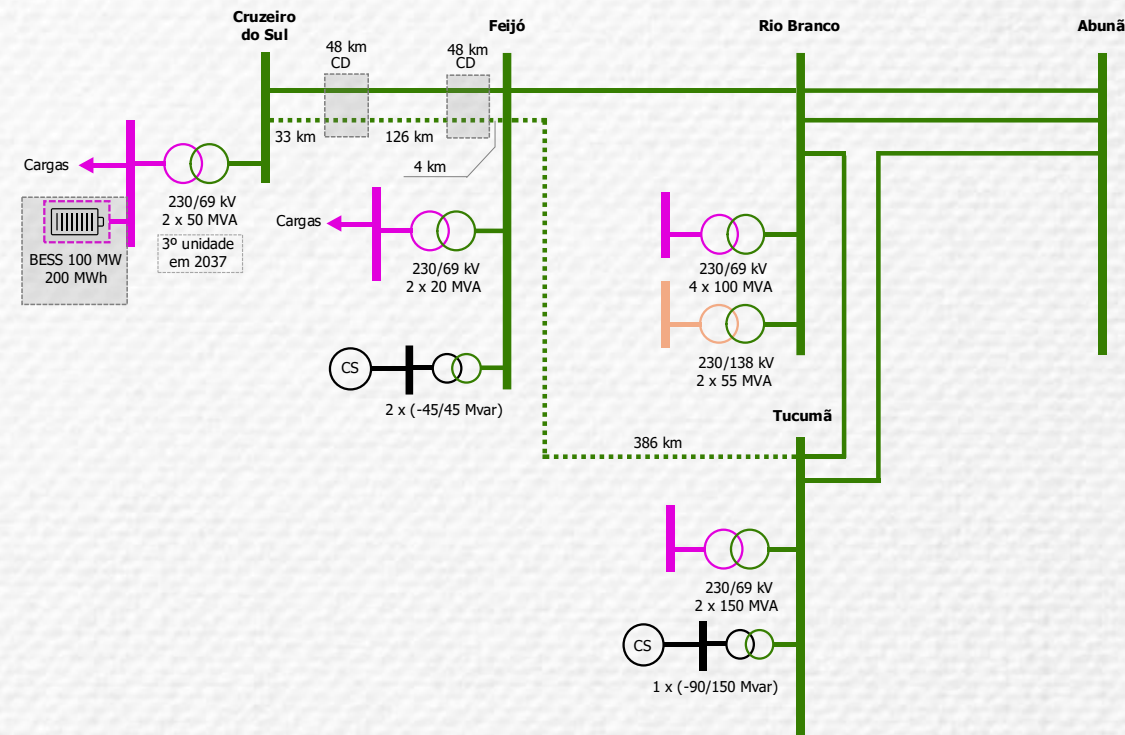
Solução Conjuntural e Estrutural

Instalação	Descrição	Ano
SE Cruzeiro do Sul 230/69kV	Implantação de um SAEB ⁽²⁾ ⁽³⁾ <i>grid-forming</i> de 100 MW / 200 MWh, conectado ao barramento de 69 kV.	2028

- (1) O sistema de armazenamento deve ser capaz de detectar contingências nas LTs que suprem ambas as localidades (Rio Branco – Feijó, Tucumã – Feijó, Feijó – Cruzeiro do Sul, C1 e C2) e assumir o modo de operação de suprimento de Cruzeiro do Sul e/ou Feijó, considerando a configuração da rede 230kV.
- (2) Os sistemas deverão ter vida útil mínima de 15 anos, com pelo menos 8.000 ciclos a 60% de profundidade de descarga e eficiência *round-trip* superior a 85%².

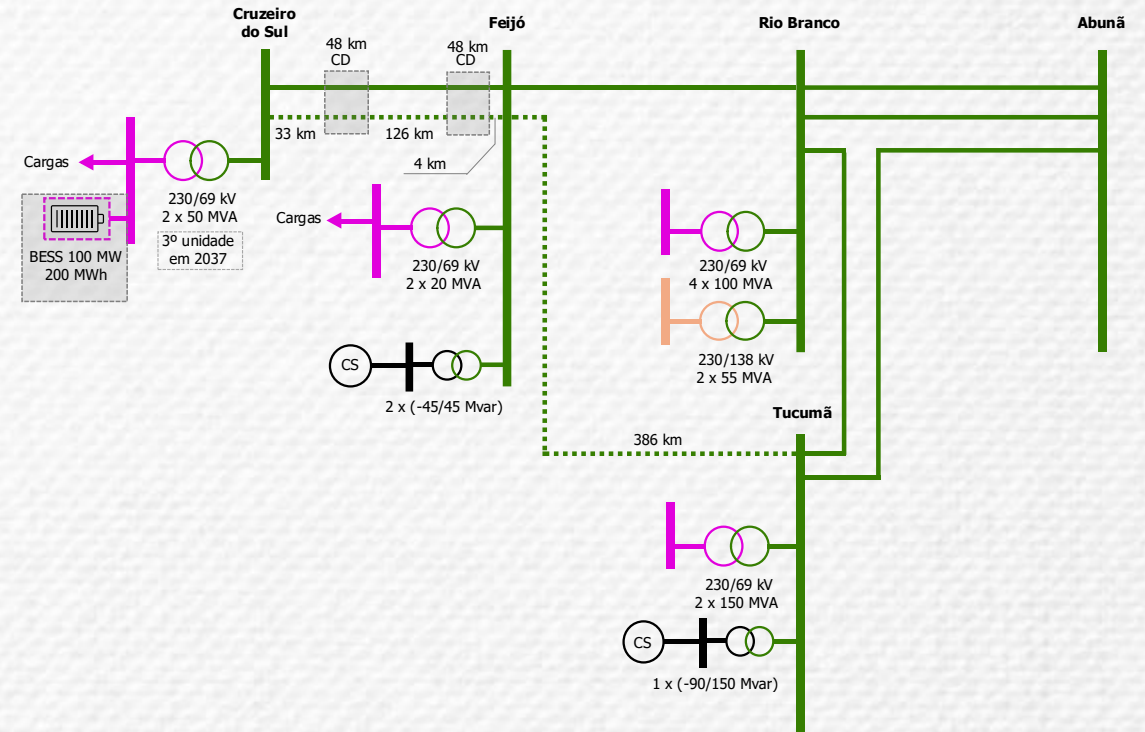
Linha de Transmissão	Descrição	Ano
LT 230 kV Tucumã – Feijó, C1	Circuito Simples 230 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 386 km Reator de Linha Fixo 230 kV, 3 +1R x 6,67 Mvar 1Φ Reator de Linha Fixo 230 kV, 3 +1R x 6,67 Mvar 1Φ	2032
LT 230 kV Feijó – Cruzeiro do Sul, C2	Circuito Simples 230 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 158 km Circuito Duplo ⁽¹⁾ 230 kV, instalação do segundo circuito, 1 x 795 MCM (TERN), 96 km Reator de Linha Fixo 230 kV, 3 +1R x 4,33 Mvar 1Φ – Terminal Feijó Reator de Linha Fixo 230 kV, 3 +1R x 4,33 Mvar 1Φ – Cruzeiro do Sul	2032

- (1) A LT Feijó – Cruzeiro do Sul, C1, recomendada no relatório [3], foi implantada com parte das estruturas autoportantes em circuito duplo, já preparadas para a instalação do segundo circuito.



Principais Mensagens

- A diferença de **4 a 8 vezes no custo total em relação à UTE na base** reforça o potencial econômico da solução de armazenamento para atendimento ao critério N-1 de forma mais ágil e eficiente.
- A instalação do BESS **amplia os recursos operativos do sistema Acre** de maneira estratégica e estruturante, atualmente sem nenhuma usina despachável pelo ONS.
- Além de prover suporte conjuntural, o sistema **BESS é tecnicamente adequado ao perfil de carga regional**, podendo ainda oferecer serviços ancilares como controle de tensão, *peak shaving* e **aumento da confiabilidade, inclusive sob condições de N-2**, após a entrada em operação das soluções estruturais.





Obrigado

Lucas Simões de Oliveira

Consultor Técnico – EPE/STE

