

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

*ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA
DE ALTERNATIVAS: RELATÓRIO R1*

Estudo de Atendimento à Região Nordeste de Goiás



Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Wellington Moreira Franco

Secretário-Executivo do MME

Márcio Félix Carvalho Bezerra

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Eduardo Azevedo Rodrigues

Secretário de Energia Elétrica

Ildo Wilson Grüdtner

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

João Vicente de Carvalho Vieira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vicente Humberto Lôbo Cruz



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente substituto

Reive Barros dos Santos

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

Esplanada dos Ministérios, Bloco U, Sl. 744
70065-900 – Brasília – DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS: RELATÓRIO R1

Estudo de Atendimento à Região Nordeste de Goiás

Coordenação Geral

Reive Barros dos Santos
Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

José Marcos Bressane

Equipe Técnica:

Estudos Elétricos

Maxwell Cury Júnior (Coordenação)
Armando Leite Fernandes
Bruno Cesar Mota Maçada
Rafael Theodoro Alves e Mello
Rodrigo Rodrigues Cabral


Análise Socioambiental

Bernardo Regis Guimarães de Oliveira
Kátia Gisele Matosinho
Luciana Álvares da Silva

Nº EPE-DEE-RE-048/2018-rev0

Data: 05 de julho de 2018

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

 <p>Empresa de Pesquisa Energética</p>	<p><i>Contrato</i></p> <p><i>Data de assinatura</i></p>						
<p><i>Projeto</i></p>	<p>ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</p>						
<p><i>Área de estudo</i></p>	<p>Estudos do Sistema de Transmissão</p>						
<p><i>Sub-área de estudo</i></p>	<p>Análise Técnico-econômica</p>						
<p><i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i></p>	<p>EPE-DEE-RE-048/2018 Estudo de Atendimento à Região Nordeste de Goiás</p>						
<p><i>Revisões</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Revisões</i></th> <th><i>Data</i></th> <th><i>Descrição sucinta</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>rev0</td> <td>05.07.2018</td> <td>Emissão Original</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>	rev0	05.07.2018	Emissão Original
<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>					
rev0	05.07.2018	Emissão Original					

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

APRESENTAÇÃO

Este estudo tem como objetivo realizar um diagnóstico do sistema elétrico que atende a região nordeste do estado de Goiás e avaliar a necessidade de reforços estruturais de Rede Básica, Rede Básica de Fronteira e Distribuição para o período compreendido entre os anos 2022 e 2031. Tais reforços visam atender tanto as cargas locais como possibilitar o escoamento da energia gerada pelo potencial hidráulico local com base nas premissas deste estudo.

As análises socioambientais foram realizadas e documentadas na Nota Técnica EPE-DEA-012/2018, a qual encontra-se anexa a este documento.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	9
1.2 OBJETIVOS GERAIS.....	9
1.3 ABORDAGEM ADOTADA.....	9
2. CONCLUSÕES	10
3. RECOMENDAÇÕES	11
3.1 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS.....	11
3.2 RECOMENDAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS.....	13
4. PREMISSAS E CRITÉRIOS.....	16
4.1 CRITÉRIOS BÁSICOS.....	16
4.2 CASOS DE TRABALHO	16
4.3 PROJEÇÕES DE MERCADO	17
4.4 NÍVEIS DE INTERCÂMBIO	17
4.5 PLANO DE GERAÇÃO E CRITÉRIO DE DESPACHO	18
4.6 ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS	21
1.1.1 <i>Escolha dos Cenários</i>	21
4.7 LIMITES OPERATIVOS	21
1.1.2 <i>Tensão</i>	21
1.1.3 <i>Carregamento</i>	22
1.1.4 <i>Fator de Potência</i>	22
4.8 PARÂMETROS ECONÔMICOS.....	22
4.9 CLASSIFICAÇÃO DO HORIZONTE DAS OBRAS	23
5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA.....	24
5.1 SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE	24
5.2 DESEMPENHO ELÉTRICO DA REDE	24
1.1.5 <i>Desempenho em Regime Normal de Operação</i>	25
1.1.6 <i>Desempenho em Regime de Emergência</i>	25
5.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	26
1.1.7 <i>Alternativa 1</i>	26
1.1.8 <i>Alternativa 2</i>	26
1.1.9 <i>Alternativa 3</i>	27
1.1.10 <i>Alternativa 4</i>	28
6. ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE	30
6.1 ALTERNATIVA 1.....	30
6.2 ALTERNATIVA 2.....	30
7. CUSTOS DO INVESTIMENTO.....	31
7.1 RENDIMENTOS NECESSÁRIOS.....	31
7.2 CUSTOS DE PERDAS ELÉTRICAS.....	31
7.3 CUSTO GLOBAL.....	32
8. DEFINIÇÃO DA COMPENSAÇÃO SHUNT	34
8.1 ANÁLISE DE ENERGIZAÇÃO E REJEIÇÃO DE CARGA	34

1.1.11	<i>Eixo Iaciara – Rio das Éguas</i>	35
1.1.12	<i>Eixo Rio das Éguas – Iaciara</i>	36
9.	RESTRIÇÕES FÍSICAS DAS INSTALAÇÕES	38
10.	ANÁLISE DE CURTO-CIRCUITO	39
11.	ANÁLISE DO CONDUTOR ÓTIMO	41
11.1	LT 230 kV CD IACIARA 2 – RIO DAS ÉGUAS	41
11.1.1	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DA LINHA DE TRANSMISSÃO RECOMENDADA.....	44
12.	ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL	45
13.	REFERÊNCIAS	46
14.	EQUIPE TÉCNICA	47
15.	ANEXOS	48
15.1	PROGRAMA DE OBRAS E PLANILHA DE CUSTOS	48
15.2	FICHAS PET	50
15.3	DIAGRAMA UNIFILAR BÁSICO	53
15.4	TABELAS DE COMPARAÇÃO COM R1	55
16.	NT DEA 012/2018	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 – Nova SE Iaciara 2: localização de referência	12
Figura 4-1 - Comparação dos patamares de carga leve e pesada na região nordeste de Goiás	17
Figura 4-2 – Histórico de geração das usinas locais (Geração/Capacidade Instalada)	20
Figura 4-3 – Média de geração (Geração/Capacidade Instalada)	20
Figura 5-1 - Mapa com sistema elétrico da região	24
Figura 5-2 – Sistema elétrico: síntese dos problemas identificados	25
Figura 5-4 – Alternativa 1: conjunto de obras	26
Figura 5-5 – Alternativa 2: conjunto de obras	27
Figura 5-6 – Alternativa 3: conjunto de obras	28
Figura 5-7 – Alternativa 4: conjunto de obras	29
Figura 7-1 – Custo global das alternativas (R\$x1000 e %)	33
Figura 8-1 – Tensão na barra emissora na energização: eixo Iaciara – Rio das Éguas	35
Figura 8-2 – Tensão na barra emissora na energização: eixo Rio das Éguas – Iaciara	36
Figura 8-3 – Tensão na barra após rejeição de carga	37
Figura 9-1 – Expansão prevista para 230 e 138kV	38
Figura 1 – Disposição geométrica dos condutores da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas, circuito duplo, dois subcondutores por fase	42
Figura 2 – Custos em função da bitola do cabo condutor da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas, circuito duplo, dois subcondutores por fase	43
Figura 3 - Dados técnicos básicos da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas, circuito duplo, dois subcondutores por fase	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Rede Básica: Obras recomendadas de linhas de transmissão	11
Tabela 3-2 – Rede Básica e Rede Básica de Fronteira: Obras recomendadas de subestações	11
Tabela 3-3 – Rede de Distribuição: Obras recomendadas de linhas de distribuição	12
Tabela 4-1- Níveis de intercâmbio energético no final do horizonte	18
Tabela 4-2- Potência contratada PCHs e CGHs em leilões (2012 a 2016)	18
Tabela 4-3- Empreendimentos com registro de projeto básico na ANEEL	19
Tabela 4-4- PCHs em operação: região nordeste de Goiás	20
Tabela 4-5 – Limites de Tensão Entre Fases.....	21
Tabela 4-6 – Fatores de potência por nível de tensão.....	22
Tabela 7-1 – Demonstração dos rendimentos necessários relativos a cada alternativa	31
Tabela 7-2 – Custo das perdas elétricas por alternativa.....	32
Tabela 7-3 – Custo global das alternativas (R\$x1000 e %)	33
Tabela 8-1 – Análise de tensão no terminal aberto durante a energização	34
Tabela 10-1– Curto-circuito sem obras.....	39
Tabela 10-2 – Curto-circuito com obras	40
Tabela 11-1 - Coordenadas dos condutores (centro do feixe) na torre da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas	41
Tabela 11-2 - Condutores com menor custo total.....	43
Tabela 11-3 - Características elétricas da linha de transmissão em 230 kV	44
Tabela 15-1 – Alternativa 1: Planilha de Custos	48
Tabela 15-2 – Alternativa 2: Planilha de Custos	49

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A Celg Distribuição (atual Enel Distribuição Goiás), através da carta [1], solicitou à EPE a realização de um estudo de suprimento à região nordeste de Goiás, com o objetivo de recomendar um reforço estrutural que propicie tanto a melhoria no perfil de tensão do sistema elétrico que atende a região, como o escoamento do potencial hidrelétrico existente.

1.2 Objetivos Gerais

O objetivo deste estudo é realizar um diagnóstico do sistema elétrico que atende a região nordeste do estado de Goiás e avaliar a necessidade de reforços estruturais de Rede Básica, Rede Básica de Fronteira e Distribuição para o período compreendido entre os anos 2022 e 2031, ou seja, 10 (dez) anos a partir do ano inicial de análise. Tais reforços visam tanto atender as cargas locais como possibilitar margem suficiente para o escoamento da energia de novos empreendimentos de geração, de forma a atender aos critérios de planejamento da expansão (N-1) com qualidade, segurança, economicidade e confiabilidade.

1.3 Abordagem Adotada

- i. Determinação dos cenários críticos e reprodução destes nos casos de trabalho;
- ii. Diagnóstico através de análises em regime permanente e em contingência de unidades transformadoras de Rede Básica de Fronteira e linhas da Rede Básica, e do sistema de distribuição em condição normal de operação;
- iii. Definição de alternativas viáveis sob o ponto de vista técnico e econômico;
- iv. Análise econômica e definição dos custos;
- v. Análise de curto-circuito;
- vi. Análise socioambiental;
- vii. Programa de Obras.

2. CONCLUSÕES

Neste estudo prospectivo foram analisadas alternativas viáveis que pudessem propiciar a expansão do sistema elétrico da região nordeste do estado de Goiás para dotá-lo de margem suficiente para o escoamento da energia de novos empreendimentos de geração, provenientes de potenciais hidrelétricos de pequeno porte existentes na região, além de atender ao mercado local.

Dentre as alternativas estudadas, a mais vantajosa do ponto de vista técnico e econômico é a que define a implantação, em 2023, da segunda linha de distribuição em 138 kV entre as subestações Iaciara e Flores de Goiás, o que já possibilita o escoamento de cerca de 110 MW de potência gerada de novos empreendimentos de geração. Para o ano 2028 definiu-se a implantação das obras de Rede Básica interligando a nova subestação 230/138 KV Iaciara 2 com a subestação 500/230 kV Rio das Éguas.

A data de necessidade das obras de Rede Básica poderá ser antecipada, ficando condicionada à entrada em operação de novas usinas que venham a esgotar a capacidade de escoamento das linhas de distribuição antes do previsto neste estudo.

Ressalta-se, mais uma vez, que a implantação das obras de Rede Básica recomendadas neste estudo está estritamente condicionada à confirmação da conexão dos novos empreendimentos de geração nos montantes considerados, fato que justifica, num primeiro momento, o reforço da rede em 138 kV pela Enel Distribuição Goiás e, somente depois, a execução dos reforços estruturais de Rede Básica.

O programa de obras recomendado exigirá investimentos totais até o final do horizonte do estudo da ordem de R\$ 307,7 milhões, sendo R\$ 270,7 milhões na Rede Básica/Rede Básica de Fronteira e R\$ 37,0 milhões no sistema de Distribuição.

3. RECOMENDAÇÕES

3.1 Recomendações Técnicas

A Tabela 3-1 e a Tabela 3-2 a seguir mostram as obras da alternativa vencedora recomendadas para Rede Básica e Rede Básica de Fronteira. A Tabela 3-3 mostra as obras de distribuição complementares e imprescindíveis ao adequado desempenho da alternativa vencedora.

Aquelas com data de entrada até 2023 são indicadas para execução no curto prazo. As demais estão condicionadas à execução das primeiras, bem como da confirmação da conexão de novos empreendimentos de geração, conforme Capítulo 2 – Conclusões.

Tabela 3-1 – Rede Básica: Obras recomendadas de linhas de transmissão

<u>Origem</u>	<u>Destino</u>	<u>Circuito</u>	<u>Extensão (km)</u>	<u>Tensão (kV)</u>	<u>Ano</u>
Iaciara 2	Rio das Águas	CD	70	230	2028

Tabela 3-2 – Rede Básica e Rede Básica de Fronteira: Obras recomendadas de subestações

<u>Nome</u>	<u>Tensão (kV)</u>	<u>Arranjo de barras</u>	<u>Equipamentos principais</u>		<u>Ano</u>
			<u>Qtde</u>	<u>Descrição</u>	
Iaciara 2	230	BD4	2	Módulos de Conexão de Transformador	2028
			1	Módulo de Infraestrutura Geral	2028
			2	Módulos de Entrada de Linha	2028
			1	Módulo de Infraestrutura de Manobra	2028
			1	Módulo de Interligação de Barras	2028
	230/138	-	7	Unidades de Autotransformador Monofásico de 50 MVA cada (1º e 2º banco)	2028
	138	BD4	2	Módulos de Conexão de Transformador	2028
			2	Módulos de Entrada de Linha	2028
			1	Módulo de Infraestrutura de Manobra	2028
			1	Módulo de Interligação de Barras	2028
Rio das Águas	500	DJM	1	Módulo de Infraestrutura de Manobra	2028
			2	Módulos de Conexão de Transformador	2028
			2	Módulo de Interligação de Barras	2028
	500/230	-	7	Unidades de Autotransformador Monofásico de 100 MVA cada (1º e 2º banco)	2028
	230	BD4	1	Módulo de Infraestrutura de Manobra	2028
			2	Módulos de Conexão de Transformador	2028
			1	Módulo de Interligação de Barras	2028
			1	Módulo de Infraestrutura Geral	2028
			2	Módulos de Entrada de Linha	2028

Tabela 3-3 – Rede de Distribuição: Obras recomendadas de linhas de distribuição

Origem	Destino	Circuito	Extensão (km)	Tensão (kV)	Ano
Iaciara	Flores de Goiás	C2	68	138	2023
Iaciara	Iaciara 2	C1	2	138	2028

A nova SE 230/138 kV Iaciara 2 deverá ter área mínima de 37.520 m² e sua instalação deverá ser estabelecida, preferencialmente, conforme Figura 3-1, havendo flexibilidade em sua localização dentro de um raio de até 2 km.



Figura 3-1 – Nova SE Iaciara 2: localização de referência

Complementarmente, são apresentadas no Anexo 15.4 as tabelas que deverão ser preenchidas quando da elaboração do Relatório R4, de modo a se verificar a conformidade desses relatórios em relação ao indicado no Relatório R1.

Não consideramos necessária a elaboração de estudos de transitórios eletromagnéticos de manobra, previstos para serem realizados no Relatório R2, para os empreendimentos recomendados neste estudo, em particular:

- 2 x Bancos Trifásicos de ATRs 1F 500/230 kV 300 MVA: a rede de transmissão na qual serão inseridos os dois bancos de transformadores em análise possui três bancos de capacitores série conectados à barra de 500 kV da SE Rio das Éguas. Não obstante a presença destes equipamentos, a potência dos bancos de transformadores em questão, observando-se a rede

elétrica adjacente, o desconhecimento do fabricante dos transformadores, e, portanto, a indefinição da curva de saturação na fase planejamento, recomenda-se a dispensa da elaboração do relatório R2. Contudo, recomenda-se que, caso sejam identificadas nos estudos desenvolvidos nas etapas posteriores ao certame licitatório eventuais sobretensões e/ou energias nos para-raios elevadas, bem como algum fenômeno de ressonância, decorrentes da interação entre os bancos de transformadores e a rede de transmissão adjacente, seja considerada a adoção de medidas mitigatórias para redução dos impactos dos transitórios de manobra, dentre as quais resistores de pré-inserção;

- LT 230 kV Rio das Éguas – Iaciara 2, em circuito duplo, C1 e C2, 2 x Hawk (477 MCM): o circuito duplo em destaque não possui compensação em derivação e o comprimento total da LT é de cerca de 70 km. Tendo em vista esse comprimento, e observando-se a rede elétrica adjacente, pode ser sugerida a dispensa da elaboração do relatório R2. Entretanto, recomenda-se que, caso sejam identificadas nos estudos desenvolvidos nas etapas posteriores ao certame licitatório eventuais sobretensões e/ou energias nos para-raios elevadas, decorrentes da interação entre a linha e a rede de transmissão, seja considerada a adoção de medidas mitigatórias para redução dos impactos dos transitórios de manobra, dentre as quais, resistores de pré-inserção;
- 2 x Bancos Trifásicos de ATRs 1F 230/138 kV 150 MVA: Tendo em conta a potência dos transformado e a rede adjacente recomenda-se a dispensa da elaboração do relatório R2, desde que se considere nos estudos desenvolvidos nas etapas posteriores ao certame licitatório a avaliação da necessidade de utilização de resistores de pré-inserção ou outros elementos mitigadores do impacto dos transitórios de manobra.

Entretanto, sugerimos que seja indicada para a especificação do leilão que poderá ser necessário a instalação de dispositivos de controle de manobras nos disjuntores dessas instalações, caso as análises do Projeto Básico assim identifiquem.

3.2 Recomendações Socioambientais

O corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD apresenta sensibilidades socioambientais, principalmente pela proximidade com terra quilombola, unidades de conservação e concentração de cavernas. A seguir, são apresentadas as principais recomendações para definição da diretriz da linha de transmissão planejada:

- Evitar interferência na TQ Baco Pari e consultar a Fundação Palmares para averiguar a localização das comunidades quilombolas Povoado Levantado e Extrema (certificadas em 2013 e 2014, respectivamente) que podem estar sobrepostas pelo corredor.
- Evitar interferência na APA Recanto das Aroeiras.
- Atentar para a presença de cavernas dentro do corredor, entre os municípios de Iaciara e Guarani, e verificar a ocorrência de cavernas não cadastradas, tendo em vista que o corredor atravessa áreas classificadas com potencial muito alto para a ocorrência de cavidades subterrâneas.
- Evitar interferência nos sítios arqueológicos e entrar em contato com o Iphan para obter a localização exata dos sítios arqueológicos cadastrados nos municípios de Iaciara e Posse (GO) e Correntina (BA), que podem estar localizados dentro da área do corredor, para que a diretriz da LT planejada não tenha qualquer interferência nesses sítios.
- Atentar para a presença de APCBs no corredor, tendo em vista que a maioria apresenta ação prioritária para a criação de unidades de conservação.
- Atentar para a travessia da Serra Geral de Goiás e estudar criteriosamente o traçado da futura linha de transmissão em áreas de relevante beleza cênica e em áreas utilizadas para turismo e lazer, especificando no R3 quais são essas áreas e sua localização.
- Evitar interferência nos projetos de assentamentos Santa Rita e Sumidouro localizados entre Iaciara e Guarani de Goiás.
- Evitar sobreposição com os processos minerários abrangidos pelo corredor, e desviar daqueles que se encontram em estágio mais avançado.
- Verificar o melhor ponto de passagem da LT, tendo em vista que o corredor engloba parte das áreas urbanas e de expansão de Iaciara e Guarani de Goiás (GO) e Vila Rosário (Correntina - BA).
- Atentar para o cruzamento com as linhas de transmissão na chegada à SE 500/230 kV Rio das Éguas.

- Atentar para a presença do aeródromo de Iaciara, em Iaciara - Goiás, cujo cone de aproximação deverá ser observado ao se definir a diretriz da linha de transmissão.

4. PREMISSAS E CRITÉRIOS

4.1 Critérios Básicos

As análises elétricas foram elaboradas em conformidade com os critérios de planejamento da expansão da transmissão definidos no documento "*Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão*" [2], com os seguintes destaques:

- Conceito de mínimo custo global para a escolha da alternativa;
- Será considerado empate econômico entre alternativas quando a diferença percentual no custo global não for maior do que 5%.
- Variação máxima de 5% da tensão do barramento decorrente da manobra de equipamentos;
- Atendimento ao critério N-1, sem corte automático de geração;
- As linhas CA deverão estar aptas para utilização de religamento monopolar;
- Para os carregamentos máximos de linhas de transmissão e transformadores, foram seguidas, para as instalações existentes, as informações das empresas conforme apresentadas nos casos do Plano Decenal de Energia 2026. Para as transformações futuras, foram admitidas sobrecargas de 20% em emergência.

Quando aplicável, foram respeitados, ainda, os requisitos constantes do Submódulo 23.3 dos Procedimentos de Rede – "*Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos*" do ONS [3], e os requisitos constantes dos Procedimentos de Distribuição da ANEEL.

4.2 Casos de Trabalho

Foram utilizados os casos de trabalho do Plano Decenal da Transmissão 2026 [4].

Foram analisados os casos de fluxo de potência referentes ao período de Janeiro de 2022 a Dezembro de 2026. Foi considerado, portanto, o ano 2022 como ano inicial para recomendação de obras por se tratar do prazo mínimo condizente entre a recomendação de reforços estruturais e a entrada em operação comercial (considerando-se prazos médios concedidos pela ANEEL). O horizonte escolhido representa o último ano do PD 2026 [4].

Estendeu-se o horizonte até o ano 2031 – um horizonte de 10 anos a partir de 2022 – aplicando-se, no quadriênio 2027-2031 fora do horizonte decenal, um crescimento de carga apenas na região nordeste do estado de Goiás, compatível com o incremento anual dos períodos anteriores.

4.3 Projeções de Mercado

Foram utilizados os patamares de carga leve e pesada, uma vez que esses são os patamares de maior fluxo no sistema elétrico da região de interesse. A escolha se justifica, pois em cenários de geração máxima local e, conseqüentemente exportação máxima de energia, o patamar de carga leve é o mais adequado, enquanto em cenários de maior fluxo durante a contingência da LT 500kV Rio das Éguas – Luziânia e, conseqüentemente maior carregamento do eixo em 138 kV entre as subestações de São João D´Aliança – Flores de Goiás – Iaciara, o patamar de carga pesada é o mais adequado.

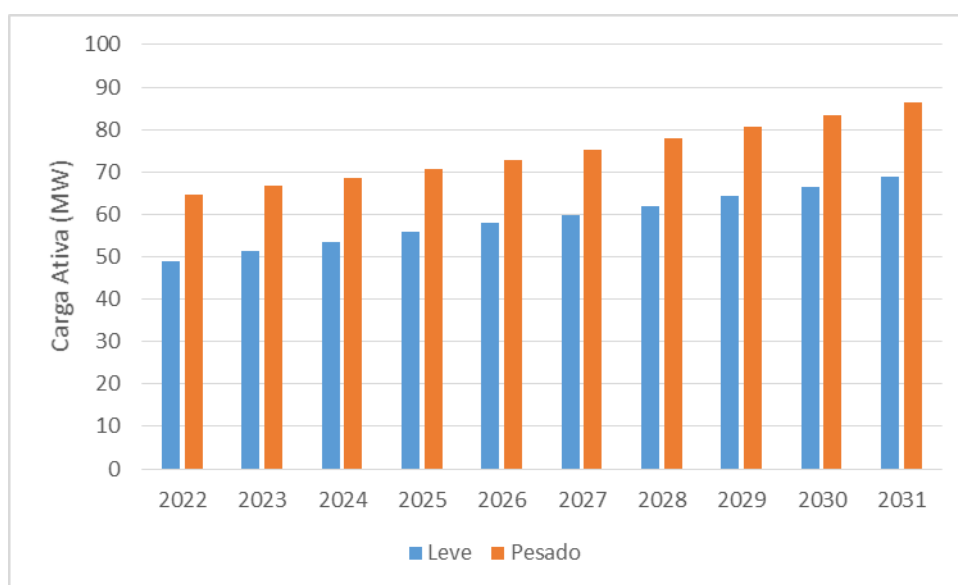


Figura 4-1 - Comparação dos patamares de carga leve e pesada na região nordeste de Goiás

Além disso, os valores mais críticos de carregamento nas transformações de fronteira da região são observados para esses patamares de carga.

4.4 Níveis de Intercâmbio

Os intercâmbios praticados foram definidos com o objetivo de maximizar o carregamento do eixo em 138 kV entre as subestações de São João D´Aliança – Flores de Goiás – Iaciara, sendo este o subsistema de interesse do presente estudo. Os níveis de intercâmbio estão apresentados na Tabela 4-1 a seguir e refletiram as condições críticas necessárias para as análises.

Tabela 4-1- Níveis de intercâmbio energético no final do horizonte

Intercâmbios Energéticos (Balanço Estático)		
SE/CO --> SUL	11174,7	MW
N/NE --> SE/CO	23284,2	MW
EXPORTAÇÃO_N	11928,7	MW
EXPORTAÇÃO_NE	11355,6	MW

4.5 Plano de Geração e Critério de Despacho

Por se tratar de estudo de expansão com viés prospectivo em relação ao potencial de energia hidráulica local, faz-se necessária a definição de premissas quanto à capacidade instalada entrante em cada ano. Para isso, foram levantados os montantes contratados de PCHs e CGHs nos leilões regulados¹ em que houve participação dessa fonte nos últimos cinco anos, ou seja, entre os anos de 2012 e 2016, conforme apresentado na Tabela 4-2.

Tabela 4-2- Potência contratada PCHs e CGHs em leilões (2012 a 2016)

Ano	Potência Contratada (MW)			
	PCH		CGH	
	Total	Goiás	Total	Goiás
2012	0		0	
2013	481,0	119,0	0	
2014	43,9	0	0	
2015	230,5	0	0	
2016	313,0	16,0	15,9	0

Como pôde ser observado, as contratações de projetos de PCHs e CGHs no estado de Goiás perfizeram uma média de 27,0 MW de potência instalada por ano. Assim, considerou-se como premissa do estudo que será realizado um leilão de energia regulado por ano, durante o horizonte de análise, com participação de fontes hidráulicas de pequeno porte e contratação média anual no estado de Goiás igual à verificada na Tabela 4-2, ou seja, 27 MW por ano. O montante total considerado foi, portanto, 270 MW de 2022 a 2031. A representação dessas usinas nos casos de trabalho foi feita através da injeção de potência diretamente na barra em 138 kV da SE Iaciara da Enel Distribuição Goiás.

Para a seleção dos projetos num total de 270 MW de capacidade instalada, consideraram-se todos os empreendimentos cadastrados na ANEEL [8] que tenham, no mínimo, projeto básico entregue.

¹ Leilão 13-A5 e Leilão 16-ER.

Os empreendimentos nessas condições totalizaram 265,6 MW, estão apresentados na Tabela 4-3 e foram todos considerados.

Tabela 4-3- Empreendimentos com registro de projeto básico na ANEEL

Empreendimento	Potência	Curso D'água
Água Limpa I	20,10	Corrente
Alvorada	12,00	Corrente
Alvorada I	24,00	Corrente
Araras	6,60	das Almas
Boa Vista	5,10	Mosquito
Cachoeira	21,00	Piracanjuba
Cachoeirinha	13,50	Piracanjuba
Ceres	26,00	Das Almas
Foz do Corrente Baixo	19,00	Corrente
Foz do Corrente I	26,00	Corrente
Mosquito	6,60	Mosquito
Ranchinho I	14,00	Corrente
Rialma	15,50	Das Almas
Salto	22,00	Piracanjuba
Santa Bárbara	14,00	Piracanjuba
São Bartolomeu	5,80	Mosquito
Taperão	8,20	Piracanjuba
Toco Preto	6,20	Mosquito
TOTAL	265,60 MW	

A partir dessa definição, estimou-se a geração média dessas futuras usinas utilizando o histórico de geração, de 2011 a 2015, das PCHs em operação na região (Tabela 4-4) e obtiveram-se as curvas de geração média mensal individual e geral mostradas nos gráficos da Figura 4-2 e Figura 4-3, respectivamente. Como é inerente a esse tipo de fonte, esses dados nos apresentam uma sazonalidade no fator de capacidade, tendo como valor máximo de 68% no período úmido e mínimo de 47% no período seco.

Tabela 4-4- PCHs em operação: região nordeste de Goiás

Usina	Tipo	Potência (MW)
Santa Edwiges I	PCH	13,4
Santa Edwiges II	PCH	13
Santa Edwiges III	PCH	11,6
Mambai II	PCH	12
São Domingos	PCH	12
São Domingos II	PCH	24,7
Galheiros I	PCH	12,1

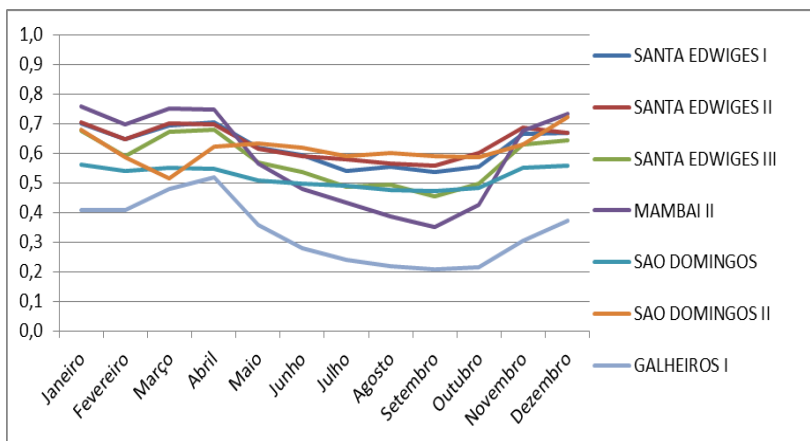


Figura 4-2 – Histórico de geração das usinas locais (Geração/Capacidade Instalada)

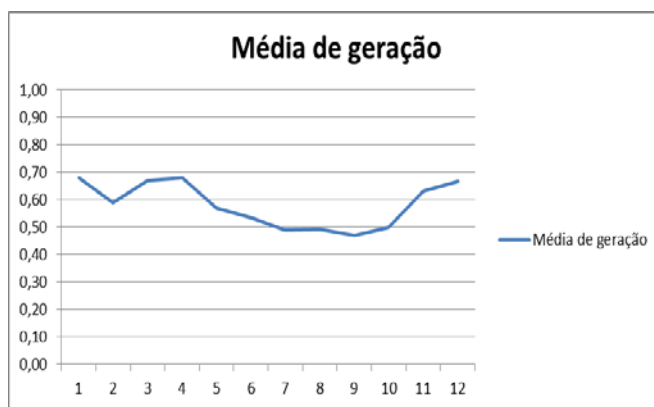


Figura 4-3 – Média de geração (Geração/Capacidade Instalada)

A partir desse levantamento, todo potencial hidráulico registrado na ANEEL para essa região foi adicionado aos casos de trabalho de forma escalonada, 26,56 MW de potência instalada por ano, ao longo dos 10 anos do horizonte do estudo.

4.6 Elaboração dos Cenários

4.6.1 Escolha dos Cenários

O cenário escolhido foi o Norte Úmido, patamar de carga leve, de forma a simular o cenário de maior estresse para o sistema elétrico de interesse. Ao representar esse cenário, teremos a maior geração local coincidindo com a menor carga na área de influência, resultando em maiores exportações de energia e carregamento nas linhas e transformações.

Outro cenário considerado foi o Norte Seco, patamar de carga pesada, por este apresentar maiores importações de energia e carregamento nas linhas de transmissão em 500 kV da interligação Norte-Sul, permitindo analisar o impacto que uma contingência na LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia causaria na interligação entre as subestações de Iaciara e Rio das Éguas, conforme proposto na alternativa 2.

4.7 Limites Operativos

4.7.1 Tensão

Foram considerados os limites de tensão da Tabela 4-5, de acordo com o Submódulo 23.3 dos Procedimentos de Rede do ONS [3]. Para barras de conexão à Rede Básica de agentes de distribuição e de consumidores livres ou potencialmente livres foram adotados, em contingência, os mesmos limites de operação normal.

Tabela 4-5 – Limites de Tensão Entre Fases

<i>Tensão Nominal de Operação</i>	<i>Condição Normal de Operação</i>		<i>Condição Operativa de Emergência</i>	
	<i>(kV)</i>	<i>(pu)</i>	<i>(kV)</i>	<i>(pu)</i>
<i><230</i>	-	0,95 a 1,05	-	0,90 a 1,05
<i>230</i>	218 a 242	0,95 a 1,05	207 a 242	0,90 a 1,05
<i>345</i>	328 a 362	0,95 a 1,05	311 a 362	0,90 a 1,05
<i>440</i>	418 a 460	0,95 a 1,046	396 a 460	0,90 a 1,046
<i>500</i>	500 a 550	1,00 a 1,10	475 a 550	0,95 a 1,10
<i>525</i>	500 a 550	0,95 a 1,05	475 a 550	0,90 a 1,05
<i>765</i>	690 a 800	0,90 a 1,046	690 a 800	0,90 a 1,046

4.7.2 Carregamento

O carregamento das linhas de transmissão em condição normal de operação não deve exceder os limites térmicos dos condutores e a flecha máxima de projeto, em conformidade com valores estabelecidos nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão - CPST.

Para linhas de transmissão futuras, foram utilizados os valores definidos no processo de concessão (licitação/autorização) e informados pelos Agentes de Transmissão, ou valores típicos usuais, observando o que estabelece a Resolução Normativa nº 191/2005 da ANEEL.

No caso de transformadores novos, foi considerada a capacidade operativa de curta duração (4 horas), correspondente a 120% da capacidade nominal do equipamento.

4.7.3 Fator de Potência

Nos pontos de conexão à Rede Básica e nos barramentos de fronteira, os acessantes devem manter o fator de potência nas faixas especificadas na tabela a seguir, de acordo com o Submódulo 3.6 dos Procedimentos de Rede do ONS [3].

Tabela 4-6 – Fatores de potência por nível de tensão

Tensão nominal do ponto de conexão	Faixa de fator de potência
$V_n \geq 345 \text{ kV}$	0,98 indutivo a 1,0
$69 \text{ kV} \leq V_n < 345 \text{ kV}$	0,95 indutivo a 1,0
$V_n < 69 \text{ kV}$	0,92 indutivo a 1,0 0,92 capacitivo a 1,0

O programa previsto de instalação de bancos capacitores pela Distribuidora foi considerado executado na ocorrência de violações de fator de potência das transformações de fronteira nos limites especificados, no mínimo.

4.8 Parâmetros Econômicos

Para comparação dos custos entre as alternativas analisadas foi utilizada a “Base de Referência de Preços ANEEL – Junho/2017” [5], e o método dos rendimentos necessários, com o truncamento das séries temporais no ano 2031.

Consideraram-se os seguintes valores para os parâmetros econômicos:

- Custo marginal de expansão da geração (valorização custo de perdas): R\$ 217/MWh conforme [6];

- Taxa de desconto: 8% a.a;
- Ano de referência: 2022;
- Tempo de vida útil das instalações: 30 anos;
- Ano horizonte: 2031.

4.9 Classificação do Horizonte das Obras

Foram consideradas como determinativas as obras definidas dentro do horizonte do Programa de Expansão da Transmissão da EPE – PET, ou seja, ano 2024. As demais obras foram definidas como indicativas, e serão incorporadas ao Programa de Expansão de Longo Prazo da EPE – PELP.

Cumprir notar que tanto as obras determinativas quanto as indicativas fazem parte das recomendações do estudo, contudo, as obras indicativas poderão ser reavaliadas nos ciclos de planejamento subsequentes. Por outro lado, caso não sejam vislumbrados novos problemas que justifiquem análises adicionais para as regiões envolvidas, essas obras se tornarão determinativas à medida que o horizonte do PET for sendo incrementado.

Estendeu-se o horizonte até o ano 2031 – um horizonte de 10 anos a partir de 2022 – aplicando-se, no quinquênio 2027-2031 fora do horizonte decenal, um crescimento de carga apenas na região nordeste do estado de Goiás, compatível com o incremento anual dos períodos anteriores. A medida tem por objetivo verificar o desempenho de mais longo prazo principalmente no que se refere ao atendimento da malha de distribuição, visando o dimensionamento adequado da modulação de novas transformações de fronteira.

5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

5.1 Sistema Elétrico de Interesse

A Figura 5-1 mostra o sistema elétrico da região nordeste de Goiás que tem seu atendimento feito radialmente através de uma linha em 138 kV que se estende desde a subestação Sobradinho (CEB – Companhia Energética de Brasília) até a subestação Iaciara (Enel Distribuição Goiás), além de uma vasta rede em 69 kV. Essa região é caracterizada por grandes vazios demográficos e incipiente atividade econômica, porém possui grande potencial hidráulico passível de exploração.

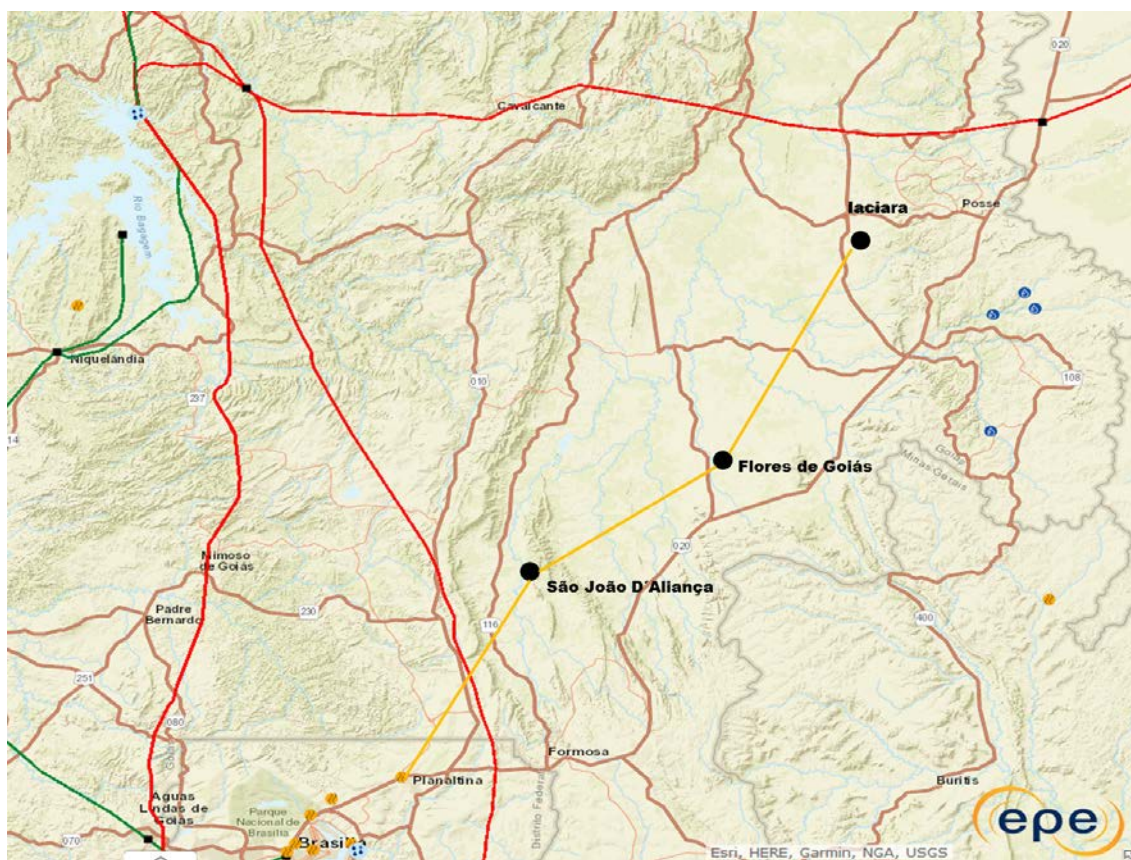


Figura 5-1 - Mapa com sistema elétrico da região

5.2 Desempenho Elétrico da Rede

Foram verificados os carregamentos das linhas de distribuição e de Rede Básica, bem como transformações de Rede Básica de Fronteira que atendem às cargas regionais, e os níveis de tensão em regime normal e emergência das barras de subestações locais.

5.2.1 Desempenho em Regime Normal de Operação

Em análise feita na região com a entrada de todo potencial de geração hidráulica escalonado ao longo dos 10 anos do estudo, foram identificados problemas de sobrecarga na LD 138 kV Iaciara – Flores de Goiás em 2023, subtensão nas subestações 138 kV Flores de Goiás, São João D´Aliança e Alvorada do Norte em 2026, e nas subestações 138kV Planaltina e Itiquira em 2029. Caso nenhuma obra de reforço estrutural seja implementada o sistema elétrico da região entra em colapso de tensão em 2030. O esquema da Figura 5-2 abaixo ilustra os problemas levantados:

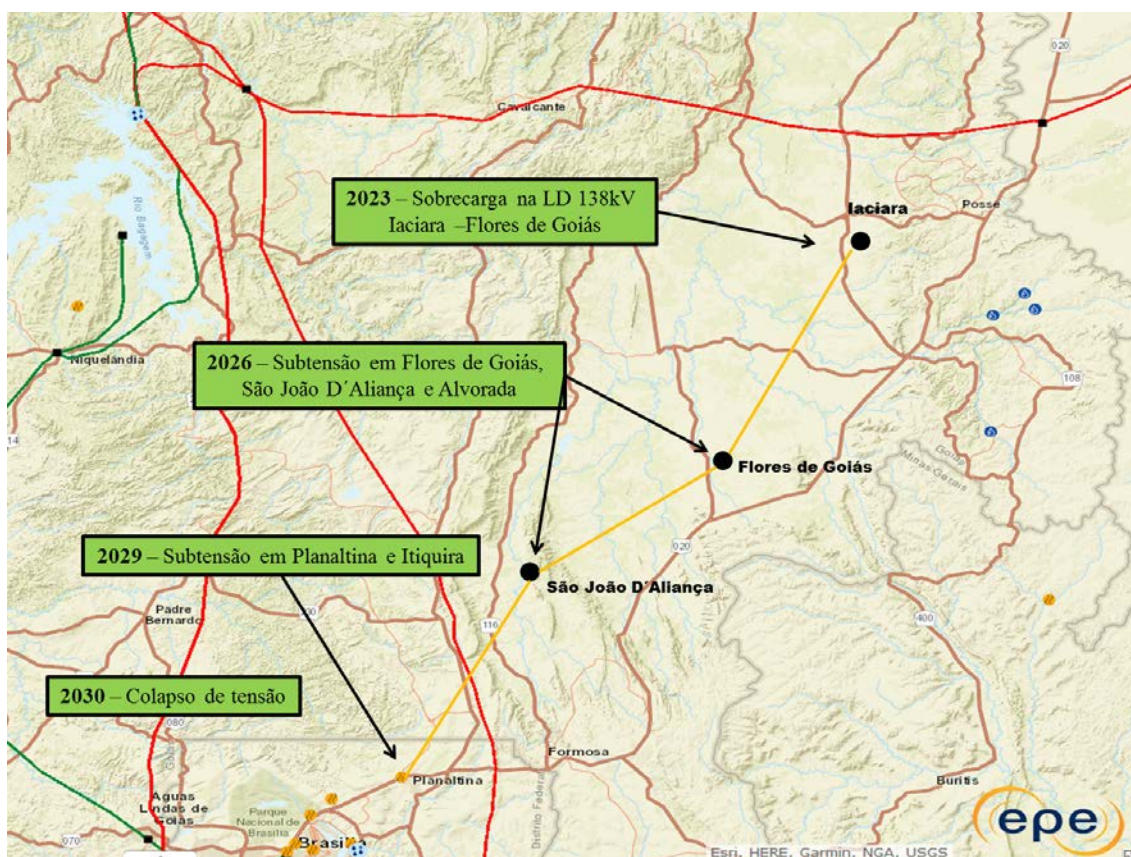


Figura 5-2 – Sistema elétrico: síntese dos problemas identificados

5.2.2 Desempenho em Regime de Emergência

A abordagem adotada no presente estudo considerou análise de contingências de unidades transformadoras e linhas da rede básica e DIT e, para o sistema de distribuição, análises apenas em condições normais de operação. Como o sistema de interesse é um longo radial em tensão de distribuição, não houve necessidade de análises em regime de emergência.

5.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Visando solucionar os problemas de esgotamento do sistema elétrico em estudo, permitir a entrada de novas usinas e melhorar o atendimento às cargas pelo sistema distribuidor local, foram elaboradas quatro alternativas.

Para fins didáticos, ficam definidos os anos 2022, 2023 e 2024 como curto prazo, 2025, 2026 e 2027 como médio prazo e os demais como longo prazo.

5.3.1 Alternativa 1

A Alternativa 1 consiste na construção da linha de distribuição 138 kV Iaciara – Flores de Goiás, C2 no curto prazo, o que permitirá escoar a geração das usinas que se conectarem ao sistema nos primeiros anos do horizonte de estudo. Com a entrada de novos empreendimentos nos anos subsequentes, haverá a necessidade da construção da linha de distribuição 138 kV Iaciara – Flores de Goiás, C3 em 2028 e a LD 138 kV Flores de Goiás – São João D`Aliança, C2 em 2029. No final do horizonte de estudo, ano 2031, há também a necessidade de reforços, com a instalação de um banco de capacitores com capacidade de 30 MVAR na subestação 138 kV São João D´Aliança, para mitigar o problema com o fluxo de potência reativa que sobrecarrega as linhas próximas a esta subestação. A Figura 5-3 ilustra as recomendações da Alternativa 1.

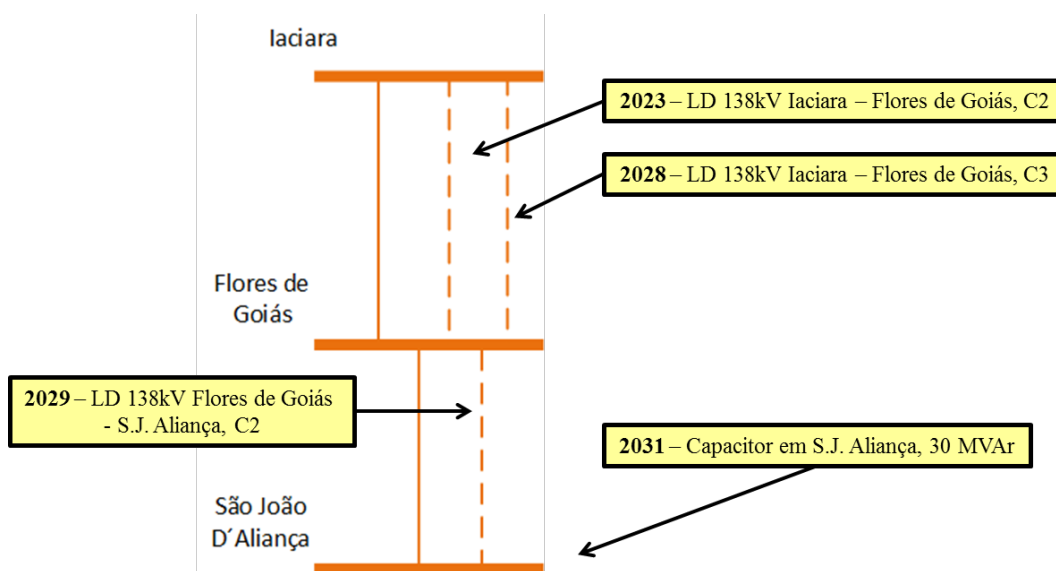


Figura 5-3 – Alternativa 1: conjunto de obras

5.3.2 Alternativa 2

A Alternativa 2 consiste na construção da linha de distribuição 138 kV Iaciara – Flores de Goiás, C2 no curto prazo, o que permitirá escoar a energia gerada pelas usinas que se conectarem ao

sistema nos primeiros anos do horizonte de estudo. Com a entrada de novos empreendimentos nos anos subsequentes, haverá a necessidade de um reforço estrutural de Rede Básica para escoar os excedentes da geração a partir do ano 2028. Este reforço é interligado ao sistema elétrico que antes era radial em 138 kV, através da construção de um novo pátio de 230 kV na subestação existente em 500 kV Rio das Águas com instalação de 2 bancos de autotransformadoras monofásicos 500/230 kV, com capacidade nominal de 300 MVA e capacidade de sobrecarga de 20% em emergência (360 MVA) cada. O novo pátio em 230 kV da SE Rio das Águas é interligado à nova subestação 230/138 kV Iaciara 2, dotada de 2 bancos de autotransformadoras monofásicos, com capacidade nominal de 150 MVA e capacidade de sobrecarga de 20% em emergência (180 MVA) cada. A Figura 5-4 ilustra as recomendações da Alternativa 2.

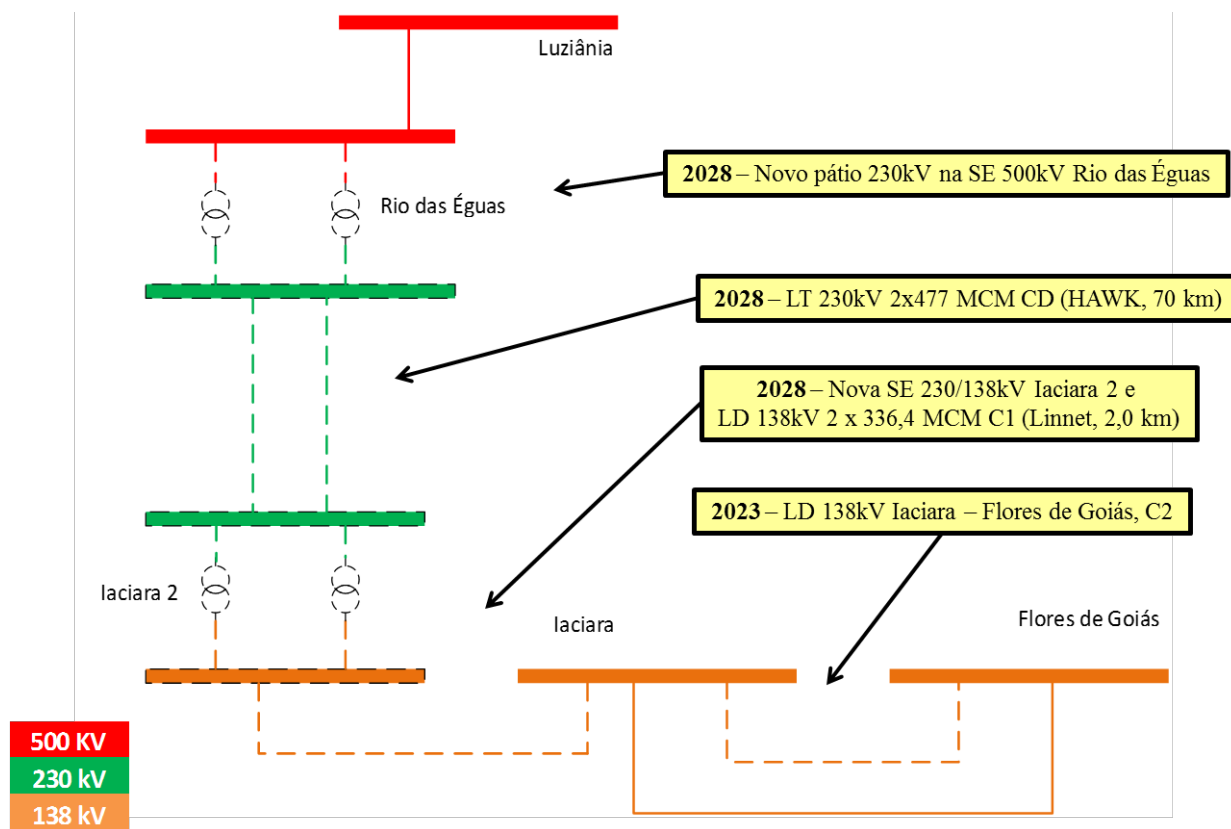


Figura 5-4 – Alternativa 2: conjunto de obras

5.3.3 Alternativa 3

A Alternativa 3 foi elaborada com o propósito de interligar o sistema de interesse com a Rede Básica em 230kV mais próxima, consistindo, portanto, num novo pátio 230kV na SE 138 kV São João da Aliança, a qual se interligaria na SE 230 kV Niquelândia. Contudo, as análises preliminares comprovaram a sua ineficiência em escoar o potencial de geração e aliviar as sobrecargas do

sistema elétrico entre as SEs 138 kV Iaciara e Flores de Goiás, por estar distante das áreas que são mais afetadas com a injeção de potência das usinas. Esta alternativa, portanto, foi descartada.

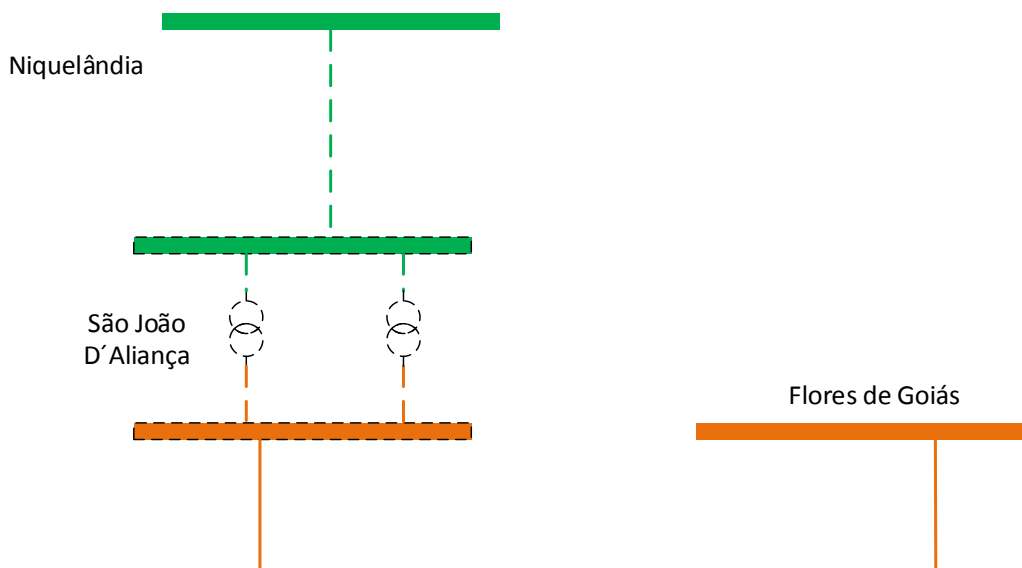


Figura 5-5 – Alternativa 3: conjunto de obras

5.3.4 Alternativa 4

A Alternativa 4 foi elaborada com o propósito de interligar a SE 138kV Iaciara à Rede Básica em 230kV mais próxima, semelhantemente à Alternativa 3. Esta alternativa consiste em um novo pátio 230kV na SE 138kV Iaciara, com a interligação com a SE 230 kV Serra da Mesa. Contudo, as análises econômicas preliminares comprovaram que esta alternativa é mais onerosa, de perdas elétricas mais elevadas do que a Alternativa 2, além de a nova LT 230kV Serra da Mesa – Iaciara ter elevado potencial de enfrentar problemas no traçado por atravessar área de proteção ambiental (Chapada dos Veadeiros). Esta alternativa, portanto, foi descartada.

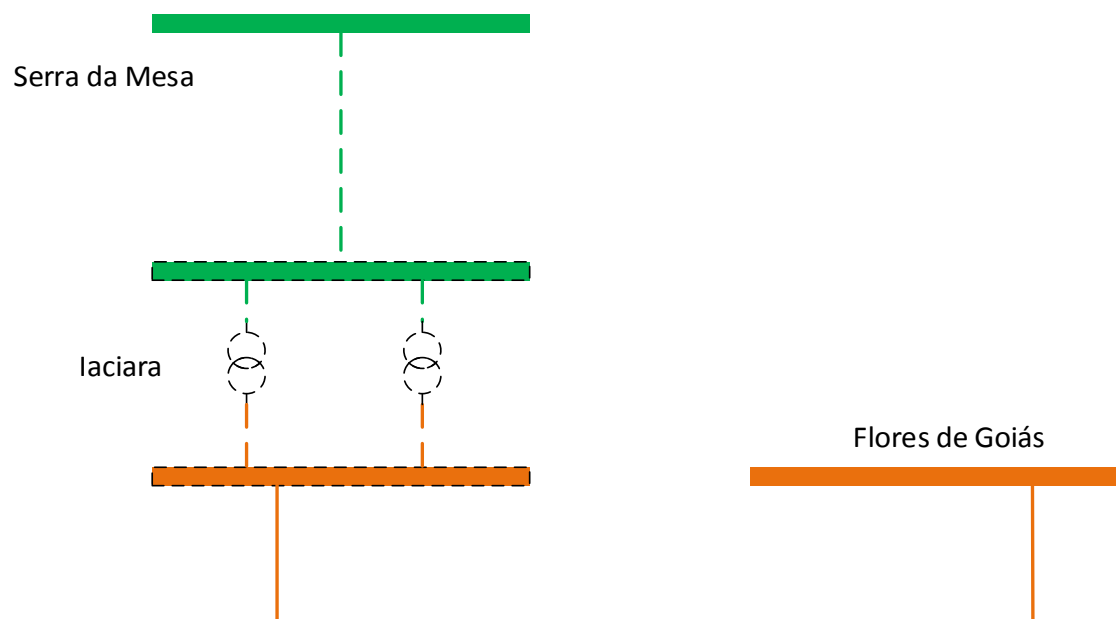


Figura 5-6 – Alternativa 4: conjunto de obras

6. ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

De forma a comprovar a eficácia das alternativas propostas e apresentadas no Capítulo 5, foram simuladas as mesmas contingências da etapa de diagnóstico e listados os carregamentos nos pontos do sistema nos quais haviam sido identificadas violações.

6.1 Alternativa 1

- As LDs 138 kV Iaciara – Flores de Goiás C2 e C3 e a LD 138kV Flores de Goiás – São João da Aliança C2 permitem eliminar a sobrecarga identificada na rede de distribuição local após a entrada das usinas hidráulicas, na região de Iaciara, ao longo dos 10 anos do horizonte de estudo;
- A instalação do banco de capacitores na subestação 138kV São João da Aliança fornece o reforço de potência reativa necessário para eliminar a sobrecarga que aparece nas linhas de distribuição, que trabalham com baixo fator de potência por causa da grande extensão da rede.

6.2 Alternativa 2

- A LD 138 kV Iaciara – Flores de Goiás C2 permite eliminar a sobrecarga identificada na rede de distribuição local após a entrada das primeiras usinas hidráulicas na região de Iaciara;
- A nova SE 230/138 kV Iaciara 2 , conectada à SE 138kV Iaciara e ao novo pátio 230kV da SE 500kV Rio das Águas, permite a chegada da Rede Básica em Iaciara fornecendo o reforço estrutural necessário para escoar todo potencial hidráulico cadastrado para região, além de melhorar os níveis de tensão.

7. CUSTOS DO INVESTIMENTO

Para a avaliação econômica, foi feita uma análise dos custos de investimentos e perdas para cada alternativa até 2031, que é o último ano de análise, ou seja, 10 anos a partir do ano de referência.

7.1 Rendimentos Necessários

A avaliação econômica das alternativas tem como base o Método dos Investimentos Necessários ou Método do Valor Presente dos Custos Anuais Equivalentes. Neste método os investimentos totais anuais são convertidos em uma série de “n” termos de valor constante. O número “n” é igual ao prazo de concessão concedido pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

Para fins de comparação econômica, no final do período em estudo, as séries temporais correspondentes a cada alternativa são truncadas, sendo considerado o valor atual do fluxo de caixa referido ao ano base da análise econômica.

O truncamento das séries de custos anuais equivalentes leva em conta o valor que é proporcional à vida útil dos equipamentos até o ano analisado. Assim, o truncamento da série em um período inferior à vida útil de um determinado equipamento, resulta em um valor presente menor que o investimento inicial, o que está de acordo com a consideração de que o valor proporcional à vida útil deve ser descontado do custo, por representar ainda um patrimônio naquela data.

Na Tabela 7-1 temos a comparação financeira entre os investimentos das alternativas, utilizando os valores referenciais da ANEEL de junho de 2017 [5].

Tabela 7-1 – Demonstração dos rendimentos necessários relativos a cada alternativa

Rendimentos Necessários			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
1	20.037,05	100,0%	1º
2	53.597,10	267,5%	2º

Os investimentos associados às alternativas estão mostrados detalhadamente nas planilhas de custos do Anexo 15.1.

7.2 Custos de Perdas Elétricas

Para contabilização dos custos de perdas elétricas, foram consideradas as seguintes premissas:

- Tempo de permanência Norte Úmido: 60%
- Tempo de permanência Norte Seco: 40%

- Valor do Custo Marginal de Expansão da Geração: R\$ 217,00/MWh
- Taxa de retorno: 8%
- Por fim, foram considerados para os patamares de carga um tempo de permanência de 9 horas para a carga leve, 12 horas para a carga média e 3 horas para a carga pesada.

Desta forma, os valores referentes ao custo das perdas elétricas estão demonstrados na Tabela 7-2.

Tabela 7-2 – Custo das perdas elétricas por alternativa

Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	Diferencial	Ordem
1	44.599,84	44.599,84	2º
2	0,00	0,00	1º

Observamos na Tabela 7-1 que a Alternativa 1 possui custo de investimento significativamente menor do que a Alternativa 2. Porém, na análise de perdas elétricas apresentada na Tabela 7-2, a Alternativa 2 obtém vantagem ao propiciar menores perdas elétricas no sistema o que a torna mais atrativa do que a Alternativa 1, nesse quesito.

7.3 Custo Global

A Figura 7-1 e a Tabela 7-3 abaixo apresentam o gráfico e a tabela resultantes da análise de mínimo custo global, ou seja, considerando tanto o custo de investimentos quanto o custo de perdas elétricas.

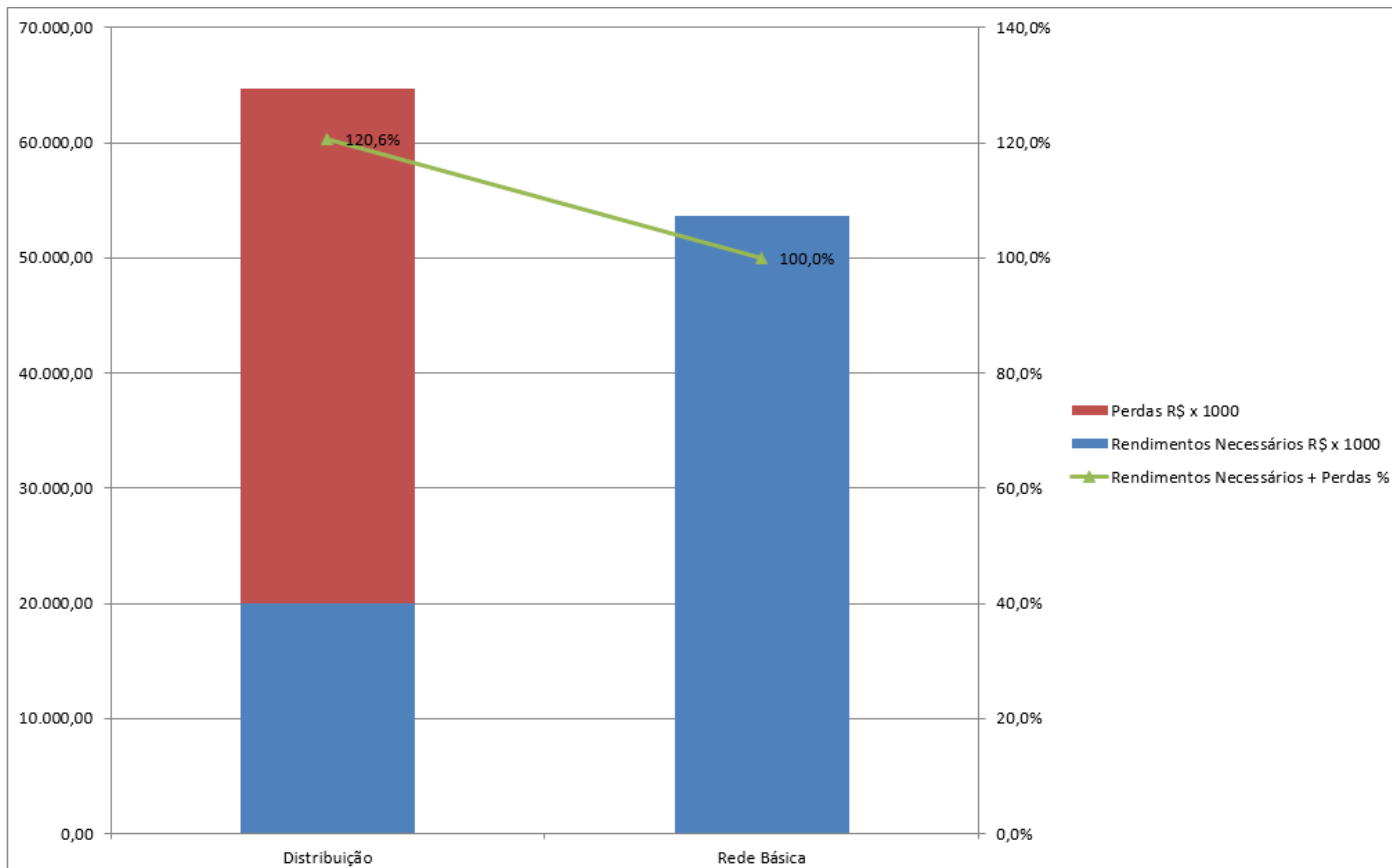


Figura 7-1 – Custo global das alternativas (R\$x1000 e %)

Tabela 7-3 – Custo global das alternativas (R\$x1000 e %)

Rendimentos Necessários + Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
1	64.636,88	120,6%	2º
2	53.597,10	100,0%	1º

Podemos constatar que a Alternativa 2 apesar de possuir maior valor de investimento inicial, possui menores perdas elétricas no sistema ao longo dos anos, se apresentando como a alternativa de menor custo global. Adicionalmente, ao conter obras de Rede Básica em sua composição, apresenta-se como uma solução estrutural mais robusta para o sistema elétrico regional por estabelecer o novo patamar de tensão, em 230kV, e permitir futuras expansões.

Desta forma, a análise técnico-econômica indica que a Alternativa 2 é a solução de mínimo custo global sendo, portanto, a mais adequada para ampliar o atendimento da região nordeste de Goiás no médio e longo prazo.

8. DEFINIÇÃO DA COMPENSAÇÃO SHUNT

Nesse capítulo, será analisada a necessidade de compensação shunt para as linhas em 230 kV indicados na Alternativa 2 (recomendada), com data de entrada em operação de seu conjunto de obras para 2028. O resultado final dessa análise consistirá na recomendação dos seguintes itens:

1. Necessidade ou não de reatores de linha e definição dos valores em Mvar;
2. Definição da forma de conexão dos reatores de linha: fixos ou manobráveis;
3. Montante de compensação shunt nas barras e a modulação dos reatores de barra.

Para chegar a essas definições foram necessárias 2 tipos de análises, a saber:

- a. Análise em regime permanente e em contingência, nos cenários de carregamento máximo e de carregamento mínimo, de forma a manter os critérios de limite de tensão;
- b. Análise de energização e rejeição de carga, de forma a atender os critérios de tensão máxima de terminal aberto e delta de tensão após chaveamento.

8.1 Análise de Energização e Rejeição de Carga

Foi analisada a energização inicial dos eixos de transmissão que compõem a alternativa vencedora, com o intuito de prover recursos para controle de tensão durante as manobras. Já nas análises de rejeição foram considerados todos os eixos energizados e feita a abertura de cada um dos terminais de todos os circuitos, um a um.

Para energização, utilizou-se apenas o caso de carga leve e intercâmbio minimizado, em que é verificada maior dificuldade para se controlar as sobretensões decorrentes das manobras. Já para a rejeição, foi simulado o caso de carga pesada.

Energização

Para verificar possíveis violações de tensão no terminal aberto, a tensão no terminal emissor foi ajustada em 1,05 pu, de forma a simular o pior cenário possível de tensão no terminal emissor. A Tabela 8-1 mostra os resultados obtidos para a análise de tensão de terminal aberto para as LTs 230 kV indicadas neste estudo.

Tabela 8-1 – Análise de tensão no terminal aberto durante a energização

Linha de Transmissão	Tensão (pu)	
	Terminal Emissor	Terminal Aberto
LT 230 kV Iaciara – Rio das Éguas (Rio das Éguas Aberto)	1,05	1,054
LT 230 kV Rio das Éguas – Iaciara (Iaciara Aberto)	1,05	1,054

O aumento da tensão no terminal aberto é irrelevante mesmo considerando o maior valor possível de tensão para o terminal emissor e não necessita qualquer tipo de compensação.

Numa segunda etapa, visamos identificar o impacto no valor de tensão da barra emissora após o fechamento do disjuntor emissor. Os potenciais de geração não foram incluídos nessa simulação, em específico, de forma a não contribuírem para o controle de tensão na barra. A Figura 8-1 ilustra os valores de tensão para energização do novo eixo desta interligação.

8.1.1 Eixo Iaciara – Rio das Águas

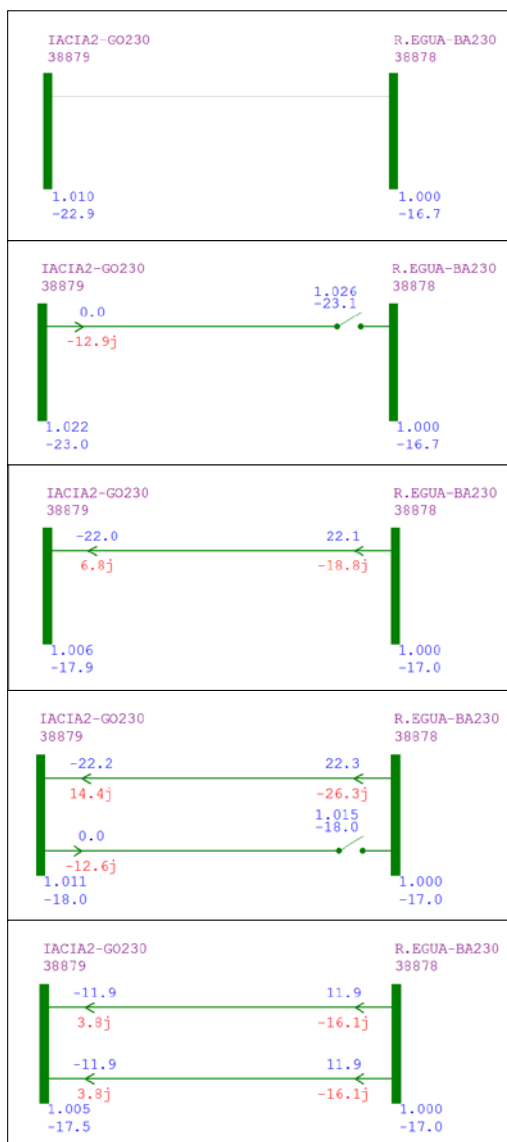


Figura 8-1 – Tensão na barra emissora na energização: eixo Iaciara – Rio das Águas

Este eixo é composto pelas LTs 230 kV Iaciara - Rio das Águas C1 e C2 com data de entrada em operação em 2028. As análises de energização mostraram que não se faz necessária a compensação de potência reativa devido ao baixo impacto da capacitância shunt da linha na

variação de tensão na barra emissora, expressando valores abaixo do limite de 5%, o que permite a sua energização com facilidade.

A seguir, a Figura 8-2 mostra a manobra para energização do eixo no sentido Rio das Éguas – Iaciara, onde obtivemos a mesma conclusão do eixo anterior em que não há violação dos níveis de tensão.

8.1.2 Eixo Rio das Éguas – Iaciara

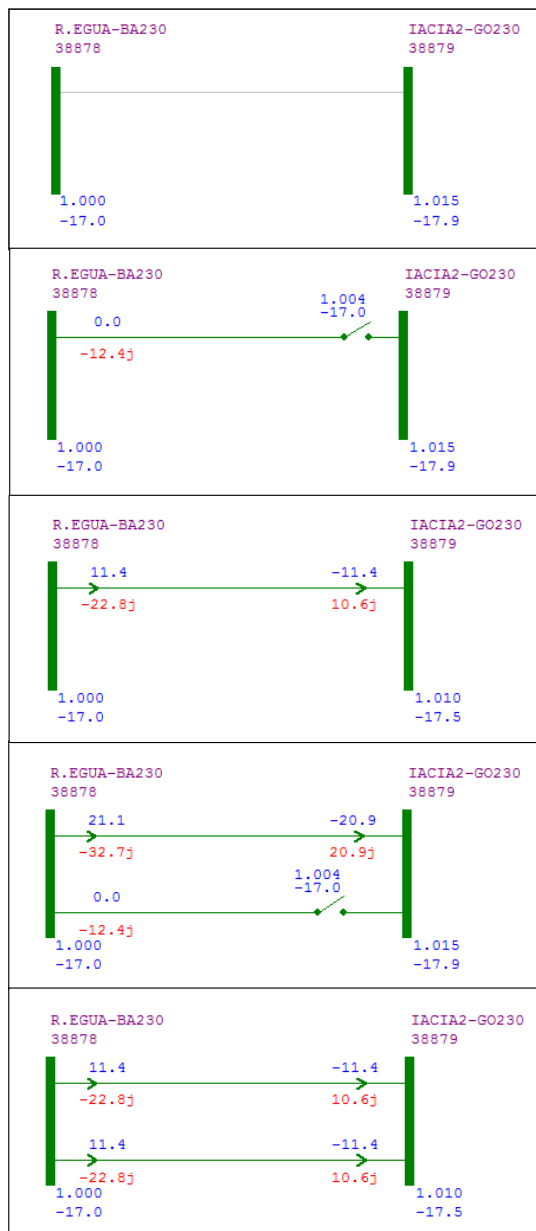


Figura 8-2 – Tensão na barra emissora na energização: eixo Rio das Éguas – Iaciara

Rejeição

A Figura 8-3 mostra a rejeição de carga na LT 230 kV Rio das Éguas – Iaciara, em cada um de seus terminais. Essa análise foi realizada no último ano do horizonte de estudo, no patamar de carga pesada, simulando assim o maior fluxo previsto nas linhas. Observa-se o atendimento aos critérios de tensão em todos os casos.

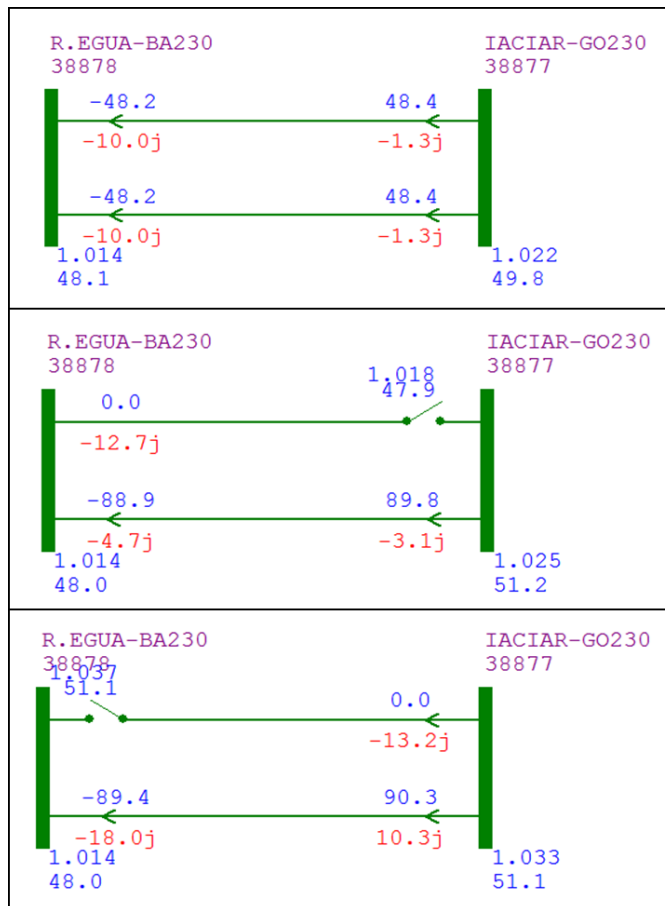


Figura 8-3 – Tensão na barra após rejeição de carga

9. RESTRIÇÕES FÍSICAS DAS INSTALAÇÕES

Foi realizada consulta à Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A., proprietária da SE Rio das Éguas 500 kV, através do ofício TAESA 062/2018 [7], sobre a viabilidade de expansão desta subestação de modo a comportar a obra prevista neste estudo. Foi confirmada a viabilidade de expansão, bem como a possibilidade de adquirir espaço físico nas proximidades que viabilize novos pátios com a inclusão de transformações para os níveis de tensão em 230 e 138 kV.

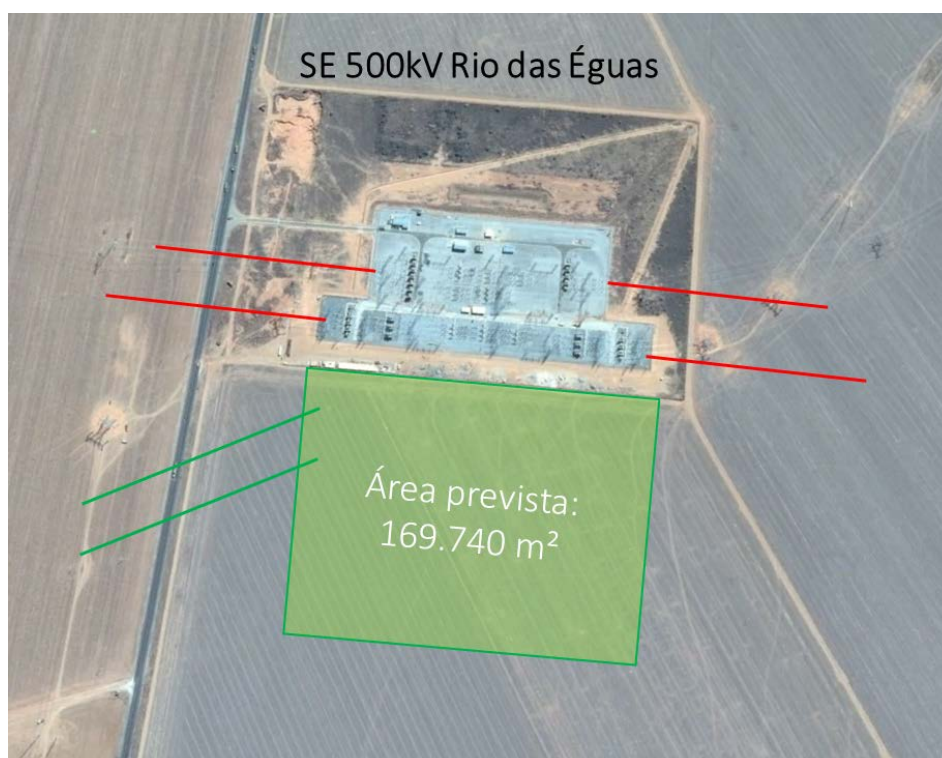


Figura 9-1 – Expansão prevista para 230 e 138kV

10. ANÁLISE DE CURTO-CIRCUITO

A análise foi feita considerando os barramentos mais suscetíveis ao curto-circuito. Os valores de níveis de curto-circuito antes das obras recomendadas estão listados nas Tabela 10-1:

Tabela 10-1 – Curto-circuito sem obras

Topologia sem Obras							Capacidade dos Disjuntores (kA)
Identificação do Barramento			Curto Circuito Máx em 2026				
Número	Subestação	Tensão (kV)	3 Φ	Ângulo	1 Φ	Ângulo	
587	R. EGUA-BA500	500	19,61	-84,16	11,66	-81,5	40
1208	PLANA--GO138	138	4,64	-71,33	2,96	-74,18	20
1227	SJALIA-GO138	138	2,18	-73,26	1,36	-75,3	20
1228	FLORES-GO138	138	2,51	-76,08	1,75	-76,87	20
1229	IACIAR-GO138	138	2,35	-82,37	2,73	-83,87	31,5
4300	LUZIAN-GO500	500	23,18	-84,6	17,71	-83,62	40
23346	CPX----GO138	138	3,15	-74,18	1,83	-75,68	40
23406	ALVORA-GO138	138	1,23	-73,48	0,73	-75,39	25

A mesma análise foi feita com a topologia modificada através da implementação da alternativa vencedora. Os valores de níveis de curto-circuito esperados após a entrada das obras da alternativa vencedora, considerando o último ano do horizonte de estudo, estão listados na Tabela 10-2:

Tabela 10-2 – Curto-circuito com obras

Topologia com Obras							Capacidade dos Disjuntores (kA)
Identificação do Barramento			Curto Circuito Máx em 2031				
Número	Subestação	Tensão (kV)	3 Φ	Ângulo	1 Φ	Ângulo	
587	R. EGUA-BA500	500	17,68	-84,7	11,61	-82,12	40
1208	PLANA--GO138	138	4,93	-70,89	3,09	-73,98	20
1227	SJALIA-GO138	138	2,73	-72,31	1,61	-74,86	20
1228	FLORES-GO138	138	4,86	-75,46	3,06	-76,39	20
1229	IACIAR-GO138	138	10,12	-85,85	11,04	-86,35	31,5
4300	LUZIAN-GO500	500	22,49	-84,85	17,3	-83,67	40
23346	CPX----GO138	138	3,51	-73,44	1,97	-75,35	40
23406	ALVORA-GO138	138	1,6	-72,48	0,89	-74,93	25
38877	IACIAR-GO230	230	6,69	-84,9	6,26	-85,27	40
38878	R. EGUA-BA230	230	12,27	-88,09	10,71	-86,39	40

Diante do exposto, observamos que a implantação da alternativa não implicará em violação dos equipamentos das subestações mais afetadas.

11. ANÁLISE DO CONDUTOR ÓTIMO

A seguir são apresentadas as análises para as definições da otimização da linha de transmissão em circuito duplo:

- LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas, C1 e C2

Os resultados obtidos nas análises realizadas foram extraídos diretamente do programa ELEKTRA, desenvolvido pelo CEPEL. As simulações foram realizadas com base nas seguintes premissas:

- 100 % das estruturas consideradas são autoportantes;
- resistividade do solo igual a 1000 $\Omega.m$;
- feixes simétricos com 0,457 m de espaçamento entre condutores;
- custo marginal de expansão (CME): 217,00 R\$/MWh;
- taxa de desconto anual: 8%;
- banco de custos ANEEL/2017;
- fluxos de potência para cenários de carga leve, média e pesada e suas respectivas permanências, bem como fluxos em situações de emergência.

Além dos critérios listados, foram observadas as restrições relativas aos campos magnético e elétrico bem como níveis de ruído audível, radio interferência e balanço máximo dos condutores, de forma a definir a faixa de passagem.

11.1 LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas

A seguir é apresentada a análise para a definição do condutor ótimo da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas. A referida linha tem comprimento estimado de 70 km. Os resultados apresentados nessa análise foram extraídos diretamente do programa ELEKTRA, desenvolvido pelo CEPEL. Figura 11-1 Avaliou-se configurações de circuito duplo com um e dois subcondutores por fase, com disposição geométrica apresentada na Tabela 11-1, e silhueta de torre ilustrada na Figura 1.

Tabela 11-1 - Coordenadas dos condutores (centro do feixe) na torre da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas

	Circuito 1		Circuito 2	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
Feixe A	-3,50	20,70	3,50	20,70
Feixe B	-3,50	24,51	3,50	24,51
Feixe C	-3,50	28,32	3,50	28,32
Pára-raios 1	-3,50		33,32	
Pára-raios 2	3,50		33,32	

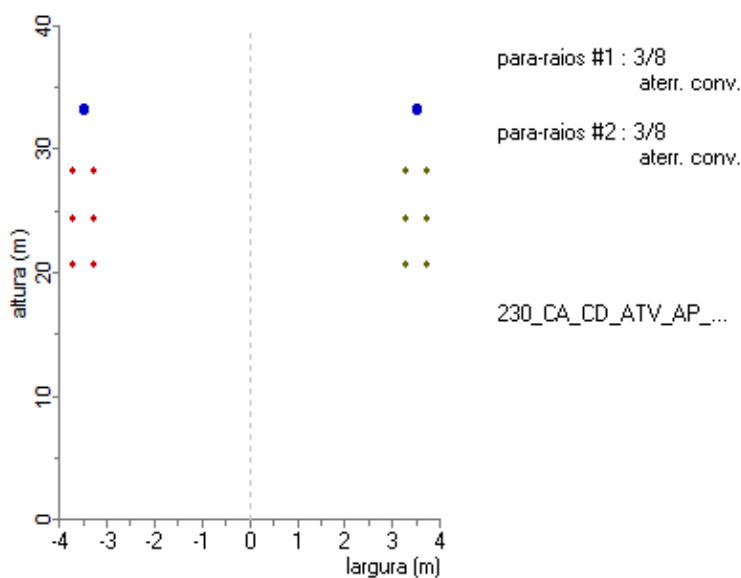
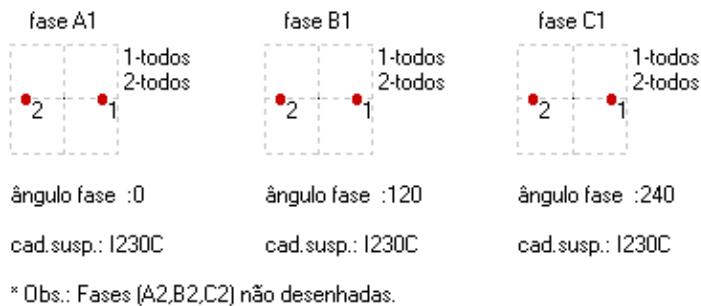


Figura 11-1 – Disposição geométrica dos condutores da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Águas, circuito duplo, dois subcondutores por fase

A Figura 11-1 apresenta os custos (R\$/km) totais, da instalação e das perdas, em função da bitola do cabo condutor (MCM), resultantes da otimização técnico-econômica da linha para o universo de condutores candidatos, tipo CAA, tecnicamente viáveis.

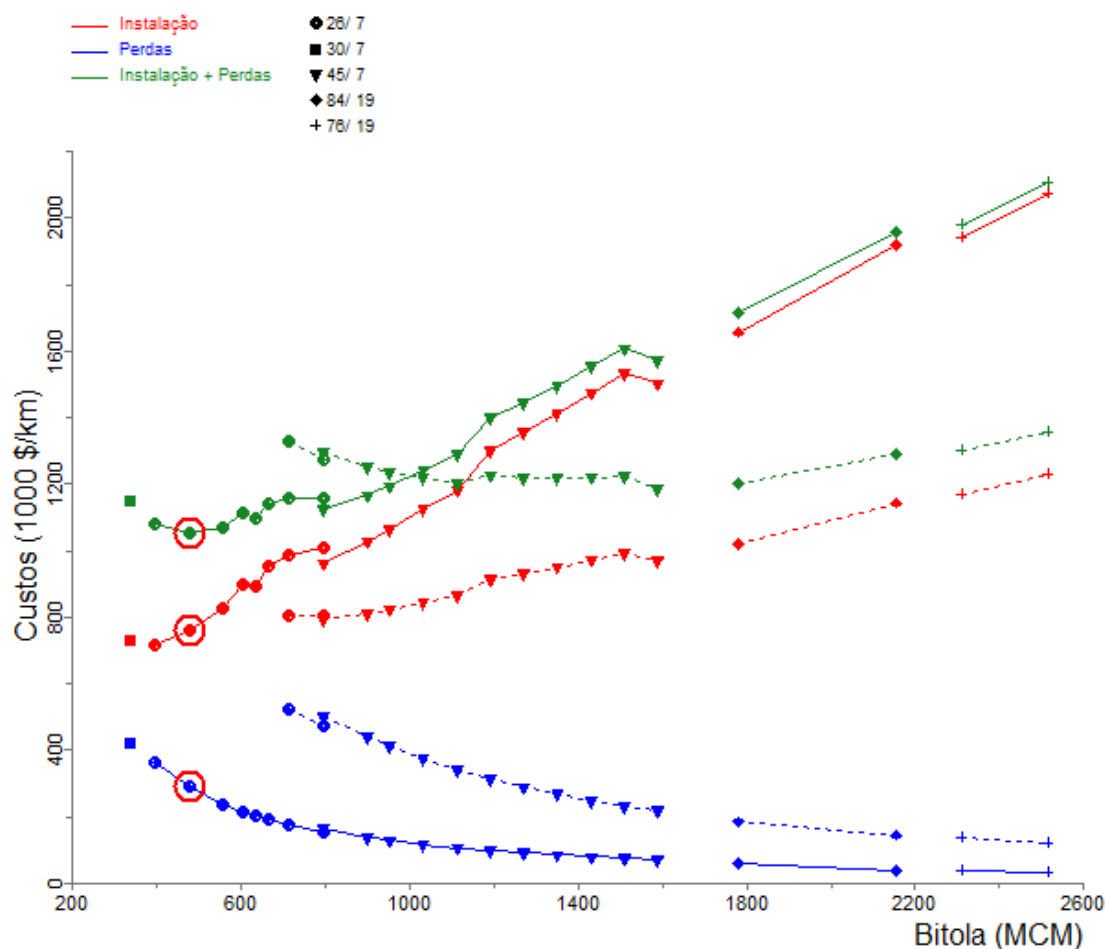


Figura 11-2 – Custos em função da bitola do cabo condutor da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Águas, circuito duplo, dois subcondutores por fase

Como mostrado na Figura 11-2, o condutor de 477 MCM (HAWK) é o que possui menor custo total para a LT avaliada. Após as análises realizadas pelo programa ELEKTRA, identificou-se que as soluções de menor custo total, considerando uma margem de menor que 3 % entre as soluções candidatas, são aquelas apresentadas na Tabela 11-2.

A Figura 11-3, extraída do ELEKTRA, apresenta um sumário dos resultados técnicos para essa linha com feixe de condutores 2 x Hawk por fase.

Tabela 11-2 - Condutores com menor custo total

Condutor				Custo (1000 R\$/km)			Relação entre o custo total e o de menor custo total (%)
Nome Código	Número de subcond. por fase	Bitola (MCM)	Formação Al/Aço	Instalação	Perdas	Total	
IBIS	2	397,5	26/ 7	714,70	363,41	1078,12	102,27
HAWK	2	477,0	26/ 7	762,77	291,39	1054,16	100,00
DOVE	2	556,5	26/ 7	828,12	238,90	1067,02	101,22

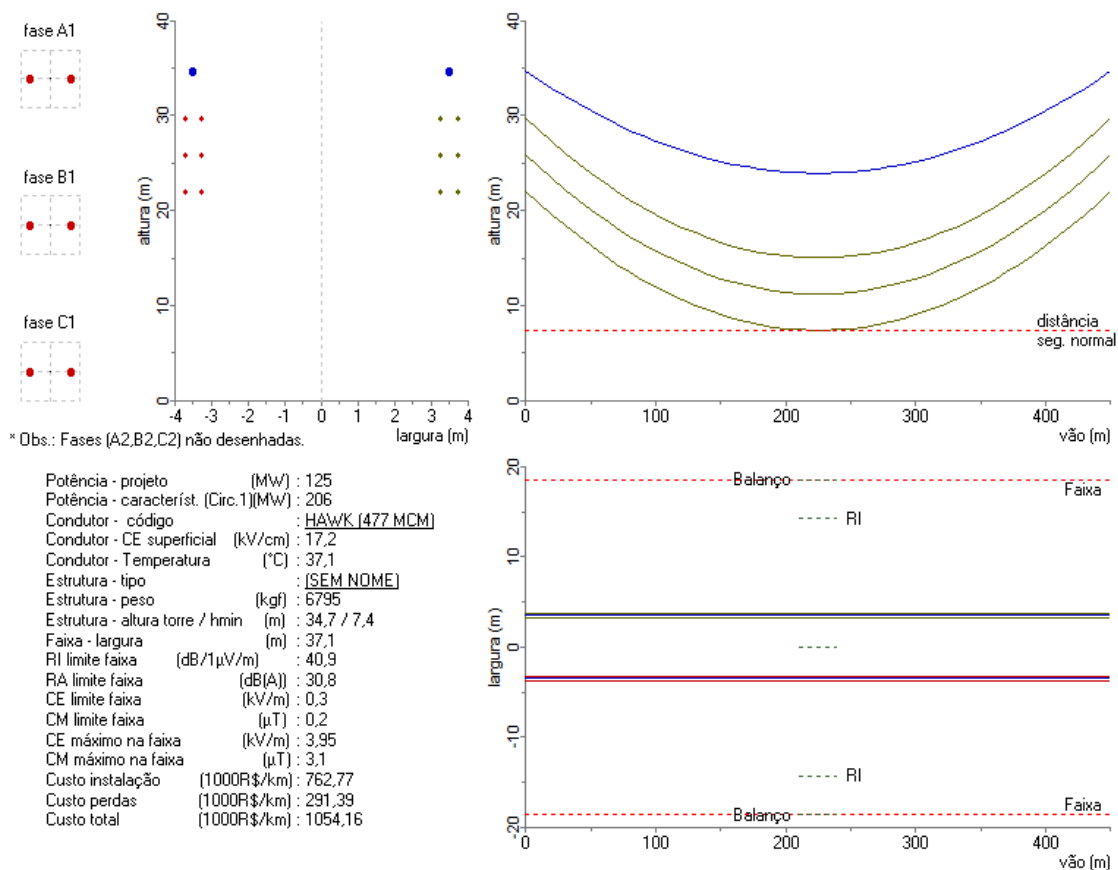


Figura 11-3 - Dados técnicos básicos da LT 230 kV CD Iaciara 2 – Rio das Éguas, circuito duplo, dois subcondutores por fase

11.2 Características elétricas da linha de transmissão recomendada

Os parâmetros elétricos da linha de transmissão considerada, bem como os níveis de carregamentos limitados pelo cálculo ampacidade, estão sumarizados na tabela abaixo.

Tabela 11-3 - Características elétricas da linha de transmissão em 230 kV

Circuito tipo	Potência por circuito [MVA]			Cabo condutor por fase	Parâmetros de seq. pos/zero (50° C)			
	Nom [MVA] (65° C)	Emerg. [MVA] (90° C)	Natural (MW)		Se q	R (Ω/k m)	X (Ω/k m)	B (µS/k m)
Circuito Duplo, 2xsubcondutores por fase.	475	630	206	2xHawk	+	0,0676	0,3263	5,0880
					0	0,4042	1,6366	2,7052

12. ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

A análise socioambiental preliminar das obras recomendadas nesse estudo foi feita através da NT EPE-DEA 012/2018, anexa a este relatório.

13. REFERÊNCIAS

- [1]. Carta CELG D PR-0991/2015, de 19 de maio de 2015;
- [2]. CCPE. Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos, novembro de 2002. Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão- Volume 2;
- [3]. ONS - Procedimentos de Rede;
- [4]. Plano Decenal de Energia 2026 – Transmissão” EPE – Agosto/2017;
- [5]. Base de Referência de Preços ANEEL – Junho/2017;
- [6]. “Custo marginal de expansão - Metodologia de cálculo 2015,” EPE-DEE-RE-043/2015-r0, EPE, março de 2015;
- [7]. Ofício TAESA 062/2018 de 15 de março de 2018;
- [8]. “Relatório de Acompanhamento de Estudos e Projetos de Usinas Hidrelétricas” ANEEL – 04 de agosto de 2017.

14. EQUIPE TÉCNICA

Análise técnico-econômica:

Armando Leite Fernandes – EPE – Superintendência de Transmissão de Energia

Bruno Cesar Mota Maçada – EPE – Superintendência de Transmissão de Energia

Maxwell Cury Júnior – EPE – Superintendência de Transmissão de Energia

Rafael Theodoro Alves e Mello – EPE – Superintendência de Transmissão de Energia

Rodrigo Rodrigues Cabral – EPE – Superintendência de Transmissão de Energia

Fabiano Schmidt – EPE – Superintendência de Transmissão de Energia

Renata Keli Soares Silva – Enel Distribuição Goiás

Análise Socioambiental:

Bernardo Regis Guimarães de Oliveira – EPE – Superintendência de Meio Ambiente

Kátia Gisele Matosinho – EPE – Superintendência de Meio Ambiente

Luciana Álvares da Silva – EPE – Superintendência de Meio Ambiente

15. ANEXOS

15.1 Programa de Obras e Planilha de Custos

Tabela 15-1 – Alternativa 1: Planilha de Custos

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário x Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						91.712,16	63.924,73	8.146,56	20.037,05
LD 138 kV IACIARA - FLORES DE GOIÁS, C2 (Ampliação/Adequação)						28.017,70	25.942,31	2.488,74	13.242,49
Circuito Simples 138 kV, 1 x 336,4 MCM (LINNET), 68 km		2023	68,0	1,0	294,36	20.016,48	18.533,78	1.778,01	9.460,74
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Iaciara	2023	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	3.503,76	336,13	1.788,53
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Flores de Goiás	2023	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	3.503,76	336,13	1.788,53
MIM - 138 kV	Iaciara	2023	1,0	1,0	216,55	216,55	200,51	19,24	102,35
MIM - 138 kV	Flores de Goiás	2023	1,0	1,0	216,55	216,55	200,51	19,24	102,35
LD 138 kV IACIARA - FLORES DE GOIÁS, C3 (Ampliação/Adequação)						28.017,70	17.655,90	2.488,74	4.041,73
Circuito Simples 138 kV, 1 x 336,4 MCM (LINNET), 68 km		2028	68,0	1,0	294,36	20.016,48	12.613,78	1.778,01	2.887,51
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Iaciara	2028	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	2.384,60	336,13	545,88
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Flores de Goiás	2028	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	2.384,60	336,13	545,88
MIM - 138 kV	Iaciara	2028	1,0	1,0	216,55	216,55	136,46	19,24	31,24
MIM - 138 kV	Flores de Goiás	2028	1,0	1,0	216,55	216,55	136,46	19,24	31,24
LD 138 kV FLORES DE GOIÁS - SÃO JOÃO DA ALIANÇA, C2 (Ampliação/Adequação)						29.783,86	17.378,60	2.645,62	2.752,82
Circuito Simples 138 kV, 1 x 336,4 MCM (LINNET), 74 km		2029	74,0	1,0	294,36	21.782,64	12.709,96	1.934,90	2.013,29
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Flores de Goiás	2029	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	2.207,96	336,13	349,75
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	São João da Aliança	2029	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	2.207,96	336,13	349,75
MIM - 138 kV	Flores de Goiás	2029	1,0	1,0	216,55	216,55	126,35	19,24	20,01
MIM - 138 kV	São João da Aliança	2029	1,0	1,0	216,55	216,55	126,35	19,24	20,01
SE 138 kV SÃO JOÃO DA ALIANÇA (Ampliação/Adequação)						5.892,90	2.947,92	523,45	
1º Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 30 Mvar 3Φ		2031	1,0	1,0	3042,86	3.042,86	1.522,19	270,29	
CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT		2031	1,0	1,0	2633,49	2.633,49	1.317,40	233,93	
MIM - 138 kV		2031	1,0	1,0	216,55	216,55	108,33	19,24	

Tabela 15-2 – Alternativa 2: Planilha de Custos

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário x Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						307.759,76	202.227,26	27.337,51	53.597,10
LD 138 kV IACIARA - FLORES DE GOIÁS, C2 (Ampliação/Adequação)						28.017,70	25.942,31	2.488,74	13.242,49
Circuito Simples 138 kV, 1 x 336,4 MCM (LINNET), 68 km		2023	68,0	1,0	294,36	20.016,48	18.533,78	1.778,01	9.460,74
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Iaciara	2023	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	3.503,76	336,13	1.788,53
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Flores de Goiás	2023	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	3.503,76	336,13	1.788,53
MIM - 138 kV	Iaciara	2023	1,0	1,0	216,55	216,55	200,51	19,24	102,35
MIM - 138 kV	Flores de Goiás	2023	1,0	1,0	216,55	216,55	200,51	19,24	102,35
SE 500/230 kV RIO DAS ÉGUAS (Ampliação/Adequação)						140.476,37	88.523,94	12.478,16	20.264,63
1° e 2° ATF 500/230 kV, (6+1R) x 100 MVA 1Φ		2028	7,0	1,0	10645,66	74.519,62	46.960,00	6.619,39	10.749,94
CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM		2028	2,0	1,0	9249,64	18.499,28	11.657,68	1.643,24	2.668,64
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4		2028	2,0	1,0	3504,27	7.008,54	4.416,57	622,55	1.011,03
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM		2028	2,0	1,0	9697,13	19.394,26	12.221,67	1.722,74	2.797,75
IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4		2028	1,0	1,0	3007,43	3.007,43	1.895,19	267,14	433,84
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4					2,0				
MIG (Terreno Rural)		2028	1,0	1,0	12760,27	12.760,27	8.041,13	1.133,46	1.840,75
MIM - 230 kV		2028	1,0	1,0	1136,68	1.136,68	716,30	100,97	163,97
MIM - 500 kV		2028	1,0	1,0	4150,29	4.150,29	2.615,39	368,66	598,71
LT 230 kV RIO DAS ÉGUAS - IACIARA, C1 (Nova)						71.448,86	45.024,90	6.346,62	10.306,96
Circuito Duplo 230 kV, 2 x 477 MCM (HAWK), 70 km		2028	70,0	1,0	868,11	60.767,70	38.293,96	5.397,84	8.766,13
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4	Rio das Éguas	2028	1,0	1,0	4961,69	4.961,69	3.126,71	440,73	715,76
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4	Iaciara	2028	1,0	1,0	4961,69	4.961,69	3.126,71	440,73	715,76
MIM - 230 kV	Rio das Éguas	2028	1,0	1,0	378,89	378,89	238,76	33,66	54,66
MIM - 230 kV	Iaciara	2028	1,0	1,0	378,89	378,89	238,76	33,66	54,66
SE 230/138 kV IACIARA 2 (Nova)						58.827,69	37.071,42	5.225,51	8.486,28
1° e 2° ATF 230/138 kV, (6+1R) x 50 MVA 1Φ		2028	7,0	1,0	4588,35	32.118,45	20.240,07	2.853,00	4.633,29
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4		2028	2,0	1,0	3466,78	6.933,56	4.369,32	615,89	1.000,21
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT		2028	2,0	1,0	2543,69	5.087,38	3.205,91	451,90	733,89
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT					2,0				
EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4					2,0				
IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4		2028	1,0	1,0	2975,09	2.975,09	1.874,81	264,27	429,18
IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT		2028	1,0	1,0	1953,41	1.953,41	1.230,98	173,52	281,79
MIG (Terreno Rural)		2028	1,0	1,0	8029,28	8.029,28	5.059,81	713,22	1.158,28
MIM - 230 kV		2028	1,0	1,0	1080,86	1.080,86	681,13	96,01	155,92
MIM - 138 kV		2028	1,0	1,0	649,66	649,66	409,40	57,71	93,72
LT 138 kV IACIARA - IACIARA 2, C1 (Nova)						8.989,14	5.664,68	798,48	1.296,74
Circuito Simples 138 kV, 2 x 336,4 MCM (LINNET), 2 km		2028	2,0	1,0	493,96	987,92	622,56	87,75	142,51
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Iaciara	2028	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	2.384,60	336,13	545,88
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Iaciara 2	2028	1,0	1,0	3784,06	3.784,06	2.384,60	336,13	545,88
MIM - 138 kV	Iaciara	2028	1,0	1,0	216,55	216,55	136,46	19,24	31,24
MIM - 138 kV	Iaciara 2	2028	1,0	1,0	216,55	216,55	136,46	19,24	31,24

15.2 Fichas PET

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região NORDESTE

Empreendimento:	UF: BA
SE 500/230 kV RIO DAS ÉGUAS (AMPLIAÇÃO/ADEQUAÇÃO)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2028
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 48 meses

Justificativa:

Reforços no sistema para escoamento da geração

Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

1° e 2° ATF 500/230 kV, (6+1R) x 100 MVA 1Φ	74.519,62
2 CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM	18.499,28
2 CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4	7.008,54
2 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM	19.394,26
1 IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4	3.007,43
MIG (Terreno Rural)	12.760,27
MIM - 230 kV	1.136,68
MIM - 500 kV	4.150,29

Total de Investimentos Previstos: **140.476,37**

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

Custos Modulares da ANEEL – Junho de 2017.

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região NORDESTE / CENTRO-OESTE

Empreendimento:	UF: BA / GO
LT 230 kV RIO DAS ÉGUAS – IACIARA 2, C1 (Nova)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2028
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 48 meses

Justificativa:

Reforços no sistema para escoamento da geração

Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

Circuito Duplo 230 kV, 2 x 477 MCM (HAWK), 70 km	60.767,70
1 EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4	4.961,69
1 EL (Entrada de Linha) 230 kV, Arranjo BD4	4.961,69
MIM - 230 kV	378,89
MIM - 230 kV	378,89

Total de Investimentos Previstos: 71.448,86

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

Custos Modulares da ANEEL – Junho de 2017.

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região CENTRO-OESTE

Empreendimento:	UF: GO
SE 230/138 kV IACIARA 2 (Nova)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2028
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 48 meses

Justificativa:

Reforços no sistema para escoamento da geração

Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

1° e 2° ATF 230/138 kV, (6+1R) x 50 MVA 1Φ	32.118,45
2 CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4	6.933,56
2 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BPT	5.087,38
1 IB (Interligação de Barras) 230 kV, Arranjo BD4	2.975,09
1 IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT	1.953,41
MIG (Terreno Rural)	8.029,28
MIM - 230 kV	1.080,86
MIM - 138 kV	649,66

Total de Investimentos Previstos: **58.827,69**

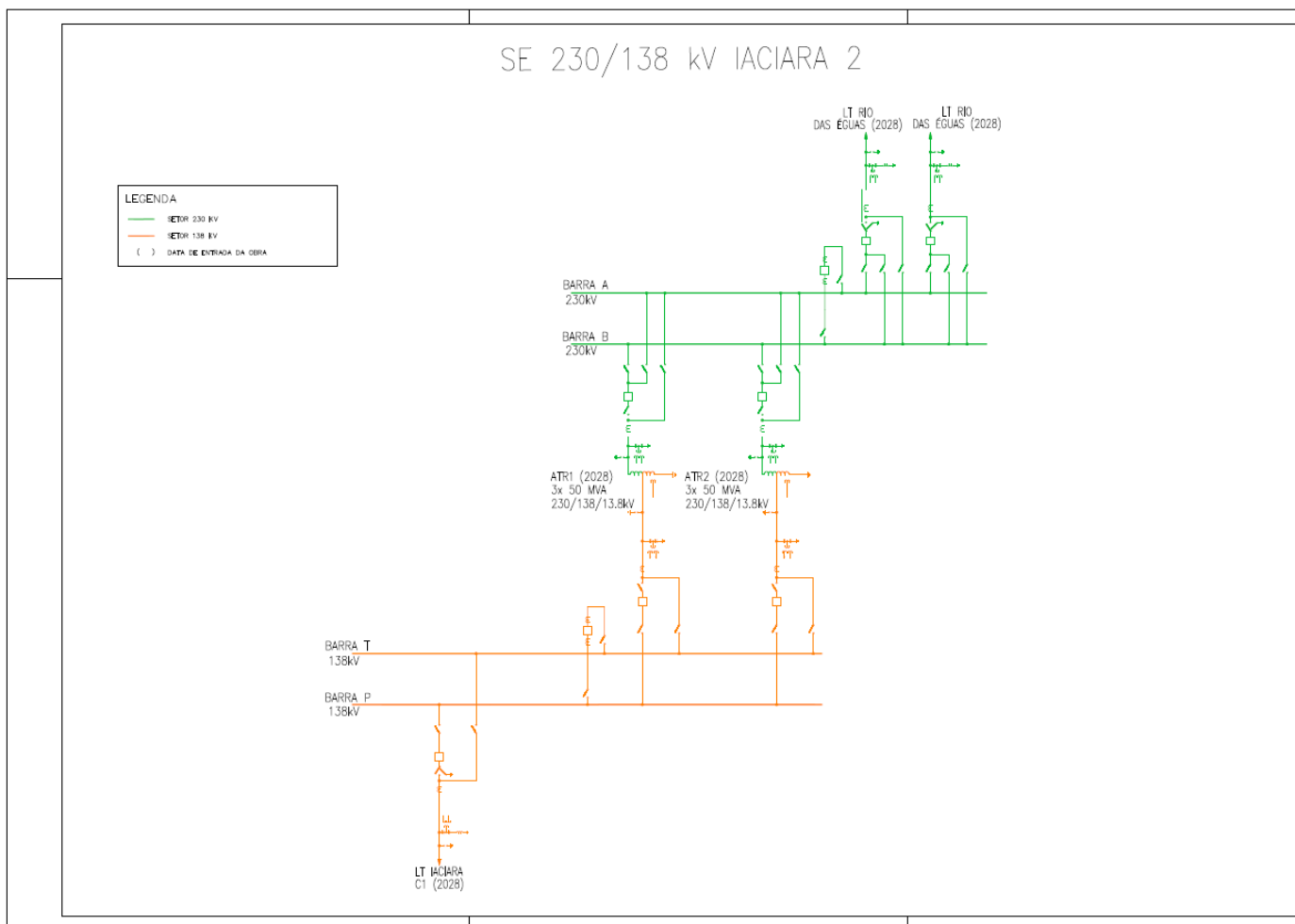
Situação atual:

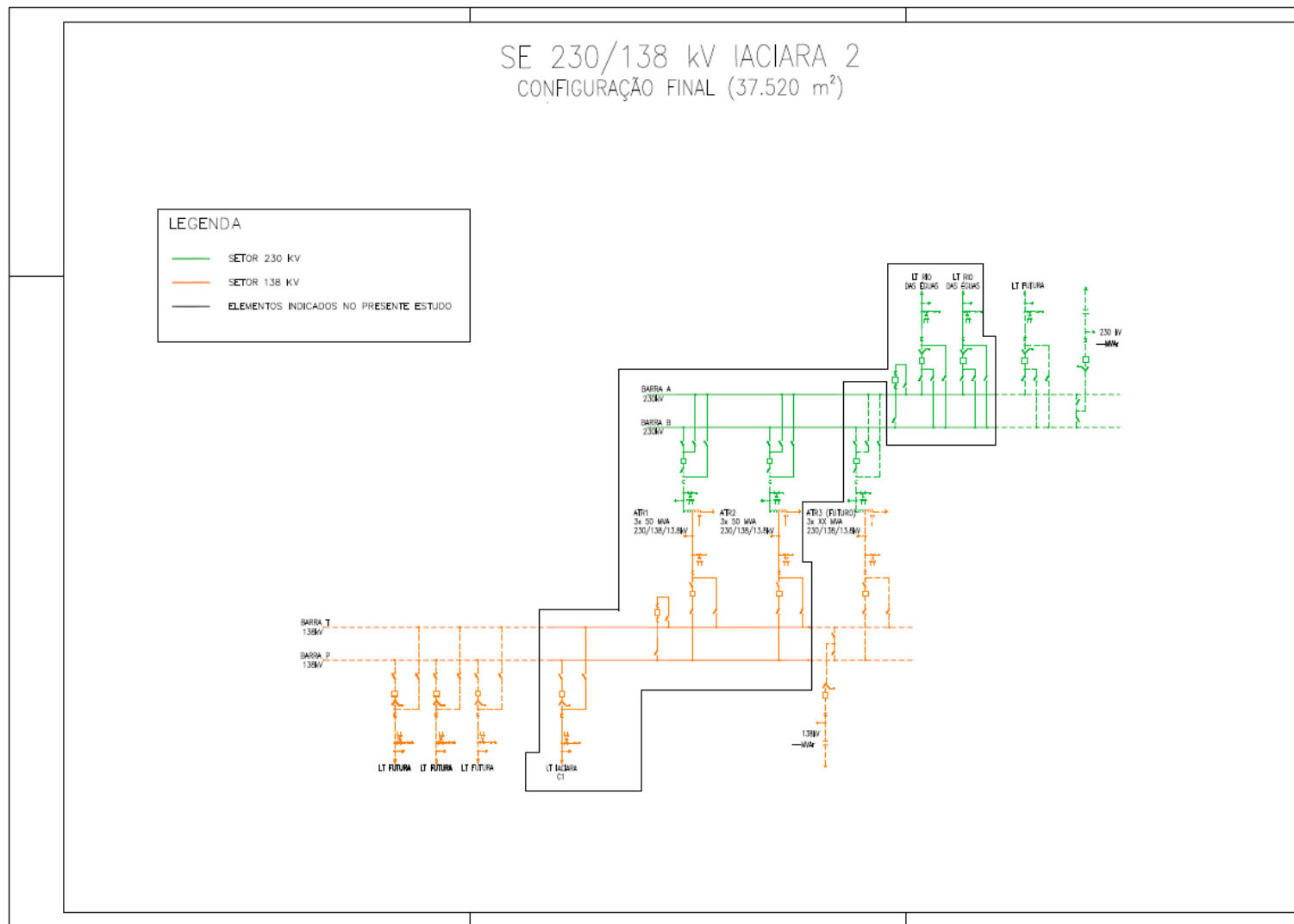
Observações:

Documentos de referência:

Custos Modulares da ANEEL – Junho de 2017.

15.3 Diagrama Unifilar Básico





SE 230/138 kV Iaciara 2 - Expansão Futura (indicativas)

15.4 Tabelas de comparação com R1

FICHAS PARA VERIFICAÇÃO DE ADEQUAÇÃO DOS RELATÓRIOS R2 EM RELAÇÃO AO R1 (LINHA DE TRANSMISSÃO)

ANÁLISE CRÍTICA DO RELATÓRIO R2			
Empreendimento: LT 230kV Rio das Éguas – Iaciara 2, CD			
Característica da Instalação	Recomendações R1	Considerações do R2	Justificativas em Caso de Alterações no R2
Comprimento do circuito (km)	70		
Condutor utilizado (tipo e número por fase)	HAWK – 2 X 477 MCM		
Capacidade operativa de longa duração (A)	1193 A		
Capacidade operativa de curta duração (A)	1583 A		
<i>Parâmetros de sequência positiva, 60 Hz</i>			
Resistência, a 50° C (Ω/km)	0,0676		
Reatância (Ω/km)	0,3263		
Susceptância (μS/km)	5,0880 E-06		
Cenário(s) utilizado(s) no cálculo do equivalente de rede	---		
Fluxo máximo na linha considerado no estudo (MVA)	279 MVA – Normal 349 MVA – Emergência		
OBSERVAÇÕES			

PLANILHA DE RECOMENDAÇÕES DO R1 PARA VERIFICAÇÃO DO R2 (SUBESTAÇÃO)

ANÁLISE CRÍTICA DO RELATÓRIO R2			
Empreendimento: SE 230/138 kV Iaciara 2, 7 x 50 MVA 1 ϕ			
Característica da instalação	Recomendações R1	Considerações R2	Justificativas em Caso de Alterações no R2
Potência nominal (MVA)	150		
Tipo (trifásico ou monofásico; autotransformador ou transformador)	Autotransformador monofásico		
Resistência de sequência positiva, 60 Hz (Ω)	-		
Reatância, 60 Hz (%)	12 (Base 100 MVA)		
Ligação dos enrolamentos	Y - Y		
Defasador	-		
Faixa de Steps	0,9/1,1		
OBSERVAÇÕES			

ANÁLISE CRÍTICA DO RELATÓRIO R4
Empreendimento (Tipo A): SE Iaciara 2 230/138 kV

Característica da Instalação	Recomendações R1	Considerações do R4	Justificativas em Caso de Alterações no R4
Área mínima do terreno da subestação (m ²)	37.520 m ²		
Quantitativo de bays planejados por nível de tensão	4 vãos completos de 138kV e 5 vãos completos de 230kV		
Quantitativo de bays futuros por nível de tensão	5 vãos completos de 138kV; 3 vãos completos de 230kV		
Capacidade de interrupção simétrica nominal dos disjuntores (kA)	230 kV – 40 kA		
OBSERVAÇÕES			

16.NT DEA 012/2018

Série
MEIO AMBIENTE: TRANSMISSÃO

NOTA TÉCNICA DEA 012/18

Análise socioambiental do estudo de
atendimento à **Região Nordeste de Goiás**
(Relatório R1)

Rio de Janeiro
Junho de 2018



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - "*double sided*")



Governo Federal

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Wellington Moreira Franco

Secretário Executivo

Márcio Félix Carvalho Bezerra

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Eduardo Azevedo Rodrigues

Série
MEIO AMBIENTE: TRANSMISSÃO

NOTA TÉCNICA DEA 012/18
Análise socioambiental do estudo de
atendimento à Região
Nordeste de Goiás
(Relatório R1)



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Reive Barros dos Santos

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretoria de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

Coordenação Geral

Reive Barros dos Santos
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Coordenação Executiva

Elisângela Medeiros de Almeida

Equipe Técnica

Bernardo Regis Guimarães de Oliveira
Kátia Gisele Matosinho
Luciana Álvares da Silva

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

Esplanada dos Ministérios
Bloco "U" Sala 744
70065-900 – Brasília – DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, nº 01 – 11º Andar
20090-003 – Rio de Janeiro – RJ

Rio de Janeiro
Junho de 2018

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso – “*double sided*”)

Série
MEIO AMBIENTE: TRANSMISSÃO

NOTA TÉCNICA DEA 012/18
**Análise socioambiental do estudo de atendimento à
Região Nordeste de Goiás
(Relatório R1)**

SUMÁRIO

SIGLÁRIO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. PROCEDIMENTOS ADOTADOS	9
2.1. DELIMITAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES E DO CORREDOR PARA A LINHA TRANSMISSÃO PLANEJADA	9
2.2. BASE DE DADOS UTILIZADA	10
3. ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL	11
3.1 LOCALIZAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES	11
3.2 SUBESTAÇÃO 230/138 kV IACIARA 2	11
3.3 CORREDOR DA LT 230 kV IACIARA 2 – RIO DAS ÉGUAS CD	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
APÊNDICE A – TABELA DE COMPARAÇÃO DA SE 230/138 KV IACIARA 2	23
APÊNDICE B – TABELA DE COMPARAÇÃO DA DIRETRIZ DA LT 230 KV SE IACIARA 2 – SE RIO DAS ÉGUAS CD	24

SIGLÁRIO

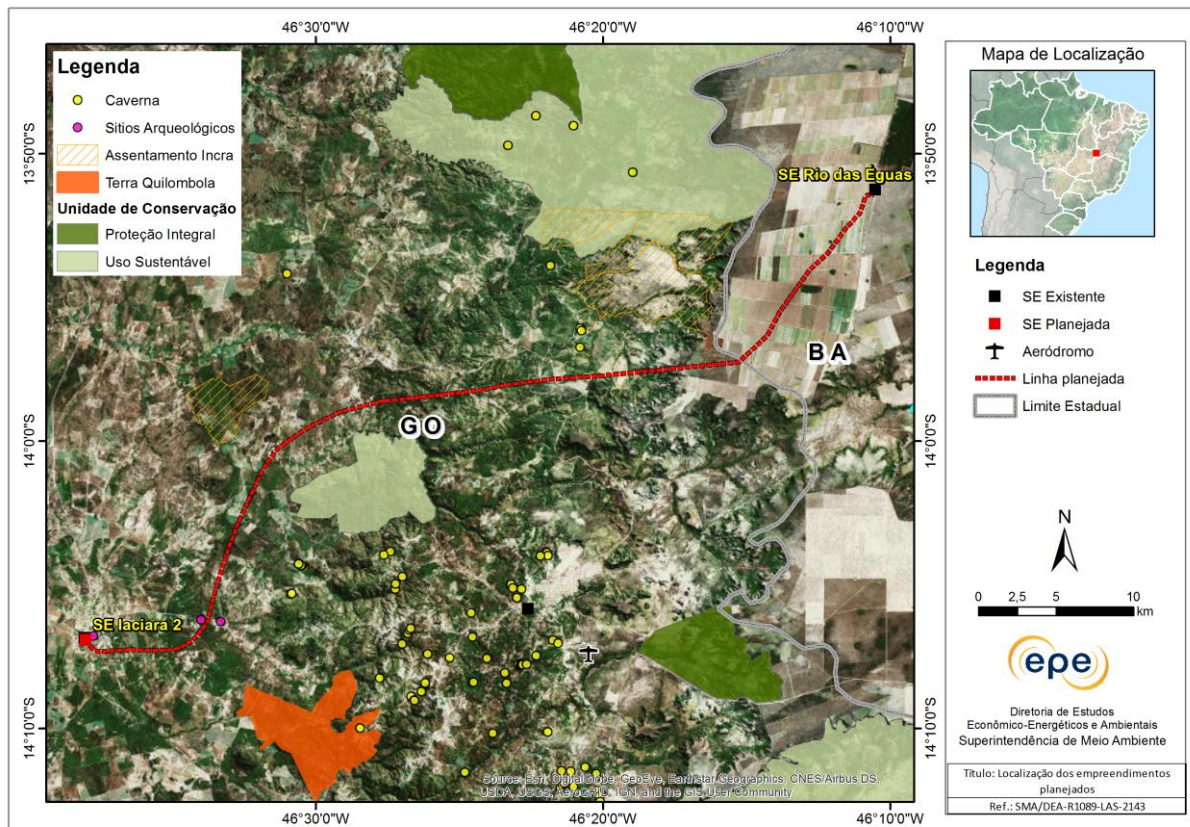
ANM	Agência Nacional de Mineração
APA	Área de Proteção Ambiental
APCB	Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade
Cecav	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CD	Circuito Duplo
Eletrobras	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FCP	Fundação Cultural Palmares
Funai	Fundação Nacional do Índio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Incra	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Iphan	Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
kV	Quilovolt
LT	Linha de Transmissão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PA	Projeto de Assentamento
PNM	Parque Natural Municipal
R1	Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Socioambiental
R3	Relatório de Definição do Traçado e Caracterização Socioambiental
SE	Subestação
Secima	Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos de Goiás
SIG	Sistema de Informações Geográficas
TQ	Terra Quilombola
UC	Unidade de Conservação

1. INTRODUÇÃO

A presente Nota Técnica apresenta a análise socioambiental do conjunto de empreendimentos que constituem a alternativa de transmissão recomendada no “Estudo de Atendimento à Região Nordeste de Goiás”, que compreende a implantação de uma nova subestação (SE), no município de Iaciara - GO, novo pátio de 230 kV na SE 500 kV Rio das Águas e uma linha de transmissão (LT) de 230 kV, em circuito duplo, para atendimento às cargas locais, bem como para o escoamento da energia de novos empreendimentos de geração, a saber:

- SE 230/138 kV Iaciara 2 (nova);
- SE 500/230 kV Rio das Águas (ampliação);
- LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Águas CD, com extensão de 65 km.

A Figura 1 a seguir apresenta o traçado esquemático da linha de transmissão planejada, a localização das subestações existentes e os pontos referenciais para implantação da subestação planejada Iaciara 2 e do novo pátio de 230 kV na SE 500 kV Rio das Águas, com destaque para os principais aspectos socioambientais na região.



(Fonte: Cecav, 2018; Digital Globe: imagens de 2012 e 2013; EPE, 2018; IBGE, 2016; Incra, 2018 a e b; Iphan, 2018b; MMA, 2018; Secima, 2017a)

Figura 1 – Localização esquemática da linha de transmissão e subestações planejadas

A área de estudo está inserida no bioma Cerrado, englobando as mesorregiões do Extremo Oeste Baiano e do Leste Goiano. Destaca-se a presença de áreas ambientalmente sensíveis, tais como grande concentração de cavernas entre os municípios de Iaciara e Posse, proximidade com unidades de conservação e terra quilombola e transposição da Serra Geral de Goiás. Ressalta-se, também, a travessia de áreas com potencial muito alto para a ocorrência de cavidades subterrâneas.

Tendo em vista a sensibilidade da área em estudo, é importante uma análise mais detalhada nas etapas posteriores de planejamento, considerando-se tanto os aspectos socioambientais quanto os aspectos construtivos das linhas de transmissão planejadas, a fim de propor um traçado mais adequado às peculiaridades da região.

Na primeira parte desta Nota Técnica são apresentados os procedimentos adotados na análise socioambiental (item 2); na sequência, a localização das subestações e as análises socioambientais da subestação planejada Iaciara 2 e do corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD, com as suas respectivas conclusões e recomendações para a fase de elaboração do Relatório R3 (item 3); e, ao final, as Referências Bibliográficas (item 4) e os Apêndices (tabelas de comparação da diretriz de traçado do Relatório R3 com o proposto no Relatório R1).

2. PROCEDIMENTOS ADOTADOS

2.1. Delimitação das subestações e do corredor para a linha transmissão planejada

Inicialmente, com o auxílio de imagens do Google Earth Pro e de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG), foram localizadas as subestações e as linhas de transmissão e de distribuição existentes que compõem a alternativa de transmissão selecionada, bem como levantada a área promissora para implantação da subestação planejada (SE Iaciara 2).

Em seguida, para definição da SE 230/138 kV Iaciara 2, por meio do software ArcGIS 10.5.1, foi definida uma área circular com raio de 5 km no entorno do ponto referencial localizado ao lado da SE 138 kV (existente). O novo pátio de 230 kV na SE 500 kV Rio das Águas foi definido ao lado dessa SE.

Na sequência, utilizando-se as bases cartográficas dos temas mais relevantes do ponto de vista socioambiental, foi delineado um traçado de referência entre as subestações 230/138 kV Iaciara 2 e o novo pátio de 230 kV na SE Rio das Águas. A partir desse traçado, por meio do software ArcGIS 10.5.1, o corredor foi obtido acrescentando-se uma faixa de 5 km para cada lado, resultando em 10 km de largura.

Ao delimitar a área da subestação planejada e do corredor, procurou-se desviá-los, quando possível, das áreas com sensibilidade socioambiental, tais como terra quilombola (TQ), unidade de conservação (UC), caverna e assentamento rural (PA). Ao mesmo tempo, buscou-se proximidade com rodovias e vias de acesso.

A descrição da área sugerida para a subestação e do corredor é apresentada na sequência de seu percurso, apontando-se os principais aspectos socioambientais. Visando complementar a descrição, são apresentadas as figuras de infraestrutura do corredor (com os principais núcleos urbanos e a malha viária) e das áreas de interesse socioambiental (que engloba TQ, UC, cavernas, sítios arqueológicos, áreas prioritárias para conservação da biodiversidade - APCB e assentamento rural).

Ao final da descrição da subestação planejada e do corredor, são apresentadas as conclusões e as principais recomendações para definição das respectivas diretrizes quando da elaboração do Relatório R3.

2.2. Base de Dados Utilizada

Na delimitação da área das subestações planejadas e do corredor da linha de transmissão planejada e para elaboração das figuras e tabelas, foram consultadas e/ou utilizadas as seguintes bases de dados:

- Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA, 2007a);
- Banco de Dados do Sistema de Gerenciamento do Patrimônio Arqueológico (Iphan, 2018a);
- Base Cartográfica Integrada do Brasil ao Milionésimo Digital, incluindo hidrografia, divisão territorial e sistema viário (IBGE, 2009);
- Cadastro Estadual de Unidades de Conservação de Goiás (Secima, 2017a).
- Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Cecav, 2018);
- Comunidades Remanescentes de Quilombos (FCP, 2018);
- Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros (MMA, 2007b);
- Mapa de Geodiversidade Estadual (CPRM, 2010);
- Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000 (Cecav, 2012);
- Processos Minerários (ANM, 2018);
- Projetos de Assentamento (Incra, 2018a);
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (ICMBio, 2018);
- Sítios Arqueológicos Georreferenciados (Iphan, 2018b);
- Terras Indígenas (Funai, 2018);
- Territórios Quilombolas (Incra, 2018b);
- Traçado georreferenciado de linhas de transmissão e subestações existentes e planejadas (EPE, 2018);
- Unidades de Conservação Federais e Estaduais (MMA, 2018; Eletrobras, 2011).

3. ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

A análise socioambiental apresenta a localização das subestações e a descrição dos principais aspectos a serem considerados na escolha da área para implantação da subestação planejada Iaciara 2 e do corredor proposto para a LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Águas CD.

3.1 Localização das subestações

A alternativa de transmissão selecionada envolve três subestações, sendo uma existente e duas planejadas, cujas coordenadas são apresentadas na Tabela 1. As coordenadas da subestação planejada Iaciara 2 referem-se ao ponto central de uma área com raio de 5 km, dentro da qual deverão ser aprofundados os estudos no relatório R3, objetivando a indicação do local da subestação.

Tabela 1 – Coordenadas das subestações

Subestação (kV)	Status	Coordenadas		Município	Estado
		Latitude	Longitude		
Iaciara 2 (230 kV)	Planejada ¹	14°6'54.93"S	46°38'0.70"O	Iaciara	GO
Rio das Águas (novo pátio de 230 kV)	Planejada ²	13°51'25.73"S	46°10'33.01"O	Correntina	BA
Rio das Águas (500 kV)	Existente	13°51'15.19"S	46°10'31.04"O	Correntina	BA

¹As coordenadas da subestação planejada referem-se ao ponto central da área de estudo proposta.

²As coordenadas do novo pátio de 230 kV referem-se ao ponto central ao lado da SE 500 kV Rio das Águas (existente).

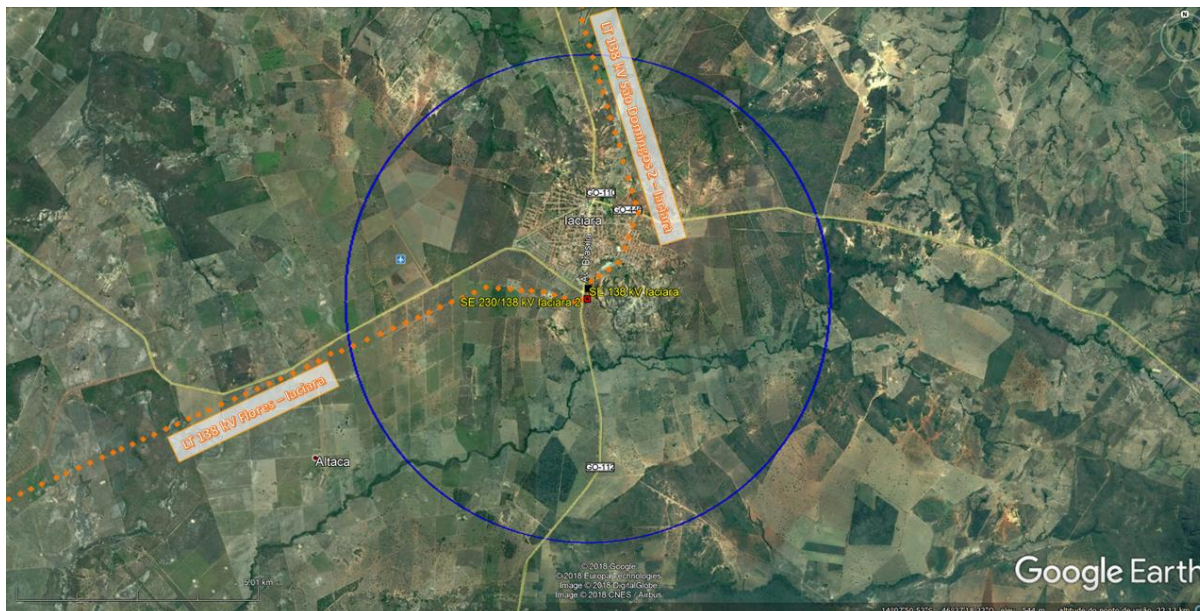
3.2 Subestação 230/138 kV Iaciara 2

A nova SE 230/138kV Iaciara 2 está planejada para escoar o potencial hidrelétrico na região nordeste de Goiás, bem como para atendimento às cargas locais. A interligação ao novo pátio de 230 kV na SE 500 kV Rio das Águas será por meio de um circuito duplo de 230 kV.

Para seleção da área da SE 230/138 kV Iaciara 2, preliminarmente, por meio de imagens do Google Earth Pro, foi localizada a subestação de distribuição SE 138 kV Iaciara. Segundo informações disponíveis no Plano Municipal de Habitação de Interesse Social de Iaciara (Agehab, 2013), a SE 138kV Iaciara está localizada fora da zona urbana, no entroncamento da Avenida Brasília com a rodovia GO-112, no limite dos bairros Alto da Boa Vista e Califórnia.

Tendo em vista que a nova SE 230/138 kV Iaciara 2 visa, também, atender às cargas locais, foi selecionado um ponto referencial ao lado da subestação de distribuição existente (SE 138 kV Iaciara), considerando-se a proximidade com estradas e/ou acessos e dimensão suficiente para comportar a subestação e futuras expansões. A área estimada para a SE 230 kV/138 Iaciara 2 é de 37.520 m², considerando 33.040 m² para a expansão planejada e 4.480 m² para a expansão futura.

Dessa forma, para implantação da SE 230/138 kV Iaciara 2, sugere-se avaliar in loco, quando da elaboração do Relatório R3, uma área com raio de 5 km no entorno do ponto de coordenadas 14°6'54.93"S e 46°38'0.70"O (Figura 2).



(Fonte: Google Earth Pro, 2018 - imagem de 2016; Sieg, 2015)

Figura 2- Área sugerida para implantação da SE 230/138 kV Iaciara 2

A área sugerida para implantação da SE 230/138 kV Iaciara 2 engloba os municípios de Iaciara e Posse, no estado de Goiás. Na análise das imagens de satélite disponíveis, verifica-se que a área engloba todo o perímetro urbano de Iaciara (trecho centro norte), o aeródromo (ao noroeste), o riacho da Areia (ao norte) e o ribeirão Macambira (ao sul). Essa área é cortada pelas rodovias GO-110, GO-112 e GO-446 e pelas LTs 138 kV São Domingos 2 – Iaciara e Flores – Iaciara.

Segundo a base de dados consultada, nessa área não há registro de unidade de conservação, terra indígena, terra quilombola, caverna e projeto de assentamento do Incra. No entanto, a área sugerida para implantação da SE 230/138 kV Iaciara 2 está inserida na APCB Vão do Paranã, classificada como de importância extremamente alta, com ação prioritária para criação de unidade de conservação (MMA, 2007a). Vale destacar, também, a presença do sítio arqueológico Iaciara 1, localizado ao lado da área urbana de Iaciara (Iphan, 2018b).

Observa-se nas imagens do Google Earth Pro, que a área está antropizada, com remanescentes esparsos de vegetação nativa das fitofisionomias Floresta Estacional Semidecidual e Savana, principalmente ao longo do riacho da Areia (ao norte) e do ribeirão Macambira (ao sul).

Em consulta à base de dados da ANM (2018), não há registro de processos minerários na área. As unidades de relevo predominantes são as colinas amplas e suaves e os tabuleiros com altitudes médias variando de 550 a 600 m (CPRM, 2010).

Conclusão e Recomendações para o Relatório R3 da SE 230/138 kV Iaciara 2

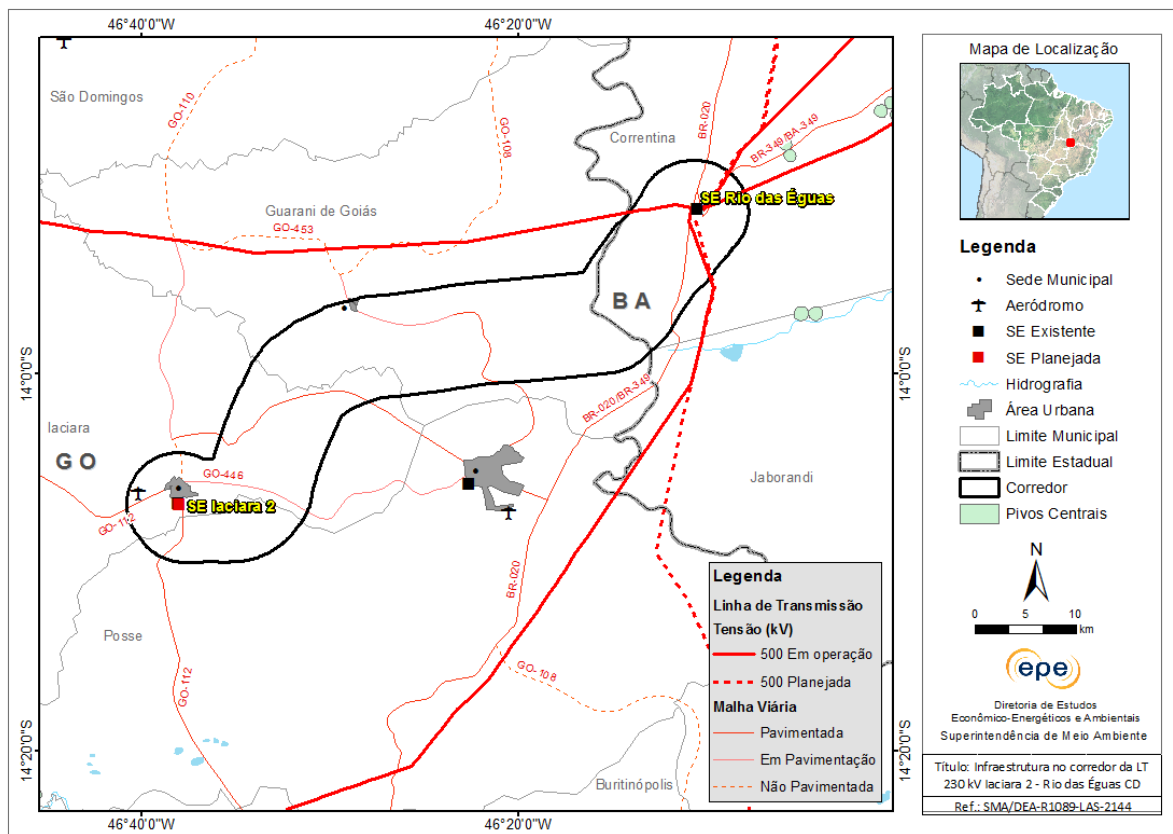
A área sugerida para implantação da subestação 230/138 kV Iaciara 2 não apresenta sensibilidade socioambiental significativa, com exceção da proximidade com a área urbana de Iaciara. A seguir, são apresentadas as principais recomendações para definição da localização da subestação planejada:

- Avaliar na área de estudo um terreno com aproximadamente 37.520 m² para implantação da Subestação 230/138 kV Iaciara 2, de forma que não apresente restrições para a chegada e saída de futuras linhas.
- Levantar, junto à Prefeitura de Iaciara, a legislação municipal de uso e ocupação do solo e eventuais restrições locais à futura Subestação 230/138 kV Iaciara 2.
- Evitar interferência em áreas com vegetação nativa, tendo em vista que existem poucos remanescentes na área.
- Atentar para a presença do aeródromo de Iaciara, cujo cone de aproximação deverá ser observado ao se definir a localização da subestação.

3.3 Corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

O corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD, com 10 km de largura e eixo de aproximadamente 65 km de extensão, atravessa as mesorregiões do Extremo Oeste Baiano, no estado da Bahia, e do Leste Goiano, em Goiás (Figura 3). As principais inflexões no corredor foram para evitar interferência na TQ Baco Pari e em área com concentração de cavernas entre os municípios de Iaciara e Posse – GO. A linha de transmissão será constituída de um circuito duplo de 230 kV.

A partir da SE 230/138 kV Iaciara 2, subestação planejada para ser instalada ao lado da SE 138 kV Iaciara, no município de Iaciara – GO, o corredor segue no sentido leste até a rodovia GO-446 (Figura 4). Em seguida, deflete à esquerda para evitar interferência na TQ Baco Pari e em área com concentração de cavernas, atravessa o rio Água Quente entre Iaciara e Guarani de Goiás e segue no sentido nordeste rumo à rodovia GO-453. Após o cruzamento, deflete à direita para minimizar a interferência em área de afloramentos calcários com Floresta Estacional Decidual (mata seca), passa entre a APA Recanto das Aroeiras e o PA Santa Rita e segue até a rodovia GO-108.



(Fonte: Embrapa, 2017; EPE, 2018; IBGE, 2009 e 2016)

Figura 3 – Infraestrutura e municípios no corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

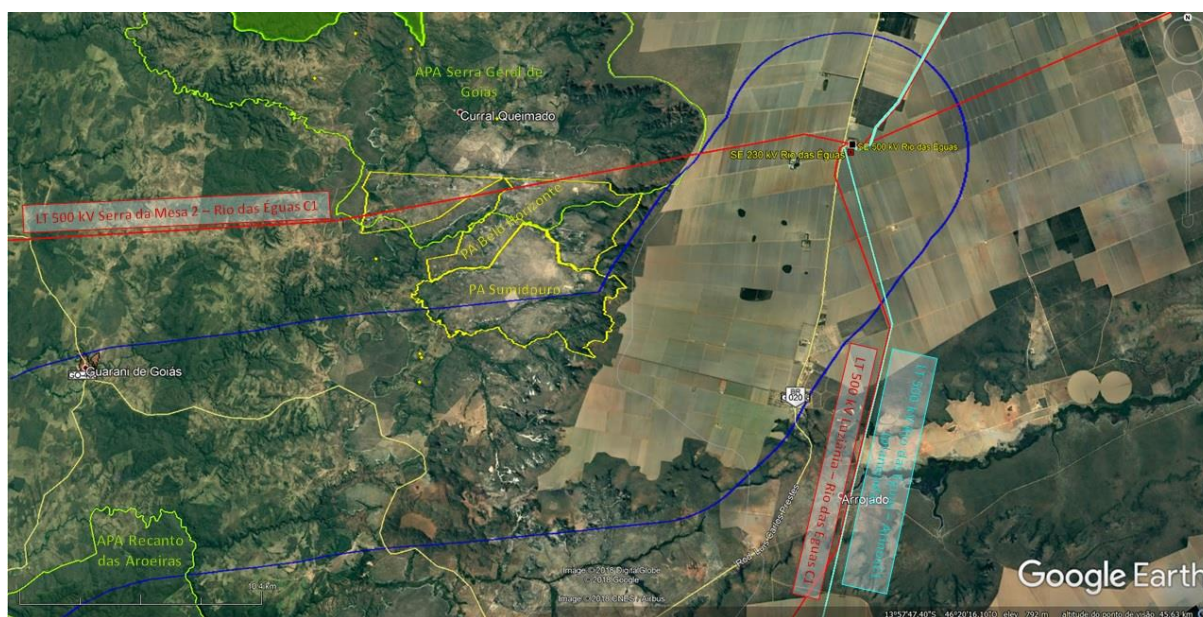


(Fonte: Cecav, 2018; Embrapa, 2017; EPE, 2018; Google Earth Pro, 2018 – imagem de 2017; Inkra 2018 a e b; MMA, 2018; Secima, 2017a)

Figura 4 – Trecho inicial do corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

Nesse trecho, o corredor engloba as áreas urbanas de Iaciara e Guarani de Goiás, o aeródromo, o lixão (próximo à rodovia GO-446), uma estreita faixa da TQ Baco Pari, cinco cavernas (Gruta do Valdemar, Lapa João Preto, Caverna Larga I, Caverna Larga II e Gruta do Luiz), e parte da APA Recanto das Aroeiras e do PA Santa Rita. No corredor há espaço para a futura LT evitar interferência direta nessas áreas. O uso do solo é predominantemente para pecuária (pastagem), com remanescentes de vegetação nativa das fitofisionomias Floresta Estacional Semidecidual, Savana e Floresta Estacional Decidual (associada a afloramentos calcários). Segundo dados disponíveis, a economia da região é voltada predominantemente para a produção de gado bovino de corte (PMI, 2018).

Após atravessar a rodovia GO-108, o corredor segue rumo à Serra Geral de Goiás, entre os municípios de Guarani de Goiás e Correntina, na divisa dos estados de Goiás e Bahia (Figura 5). Após subir a serra, o corredor deflete à esquerda, atravessa áreas com cultivo de soja e segue no sentido nordeste rumo à SE 230 kV Rio das Águas (novo pátio de 230 kV na SE 500 kV Rio das Águas). Na chegada à SE 500/230 kV Rio das Águas, o corredor cruza a LT 500 kV Luziânia - Rio das Águas C1 e LT 500 kV Serra da Mesa 2 - Rio das Águas C1.



(Fonte: Cecav, 2018; EPE, 2018; Google Earth Pro, 2018 – imagem de 2017; Incra 2018 a e b; MMA, 2018; Secima, 2017a)

Figura 5 – Trecho final do corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Águas CD

O corredor engloba as cavernas Cabeceira da Baixa, do Agemiro e Agemiro II e parte do PA Sumidouro (em Guarani de Goiás); e a área urbana de Vila Rosário (em Correntina), mas há espaço para evitar interferência direta nessas áreas. O uso do solo em Guarani de Goiás é para pecuária (pastagem), com remanescentes de vegetação nativa das fitofisionomias Floresta Estacional Decidual (associada a afloramentos calcários) e Savana. Segundo dados disponíveis, a agricultura e a pecuária podem ser consideradas a base da economia em Guarani de Goiás (PMGG, 2018). No trecho em Correntina, o uso do solo é predominantemente para agricultura (soja).

O corredor está inserido na região denominada Vão do Paranã, depressão localizada entre a Chapada dos Veadeiros e a Serra Geral de Goiás, com altitude oscilando entre 500 e 1.000 m. As unidades de relevo predominantes são formadas por colinas amplas e suaves e tabuleiros (em Iaciara); domínio de morros e de serras baixas e escarpas serranas (em Guarani de Goiás); e chapadas e platôs (em Correntina) (CPRM, 2010). Entre Iaciara e Guarani de Goiás a altitude média varia de 500 a 700 m (Vão do Paranã); entre Guarani de Goiás e Correntina a altitude média varia de 500 a 1.000m (Serra Geral de Goiás).

Entre os municípios de Iaciara e Guarani de Goiás (GO), o corredor engloba 14 processos minerários (ANM, 2018). A maioria desses processos está em fase de autorização de pesquisa para extração, principalmente, de calcário. Destacam-se, também, processos em fases mais avançadas de requerimento de lavra e licenciamento para extração de calcário e areia, respectivamente.

O corredor atravessa quatro municípios entre os estados de Goiás e Bahia (Tabela 2). Nas proximidades da área sugerida para implantação da SE Iaciara 2, o corredor engloba a área urbana de Iaciara, mas há possibilidades da futura LT desviar. O apoio rodoviário na região é feito principalmente pelas rodovias GO-108, GO-110, GO-112, GO-446, GO-453 e BR-020.

Tabela 2 - Municípios atravessados pelo corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

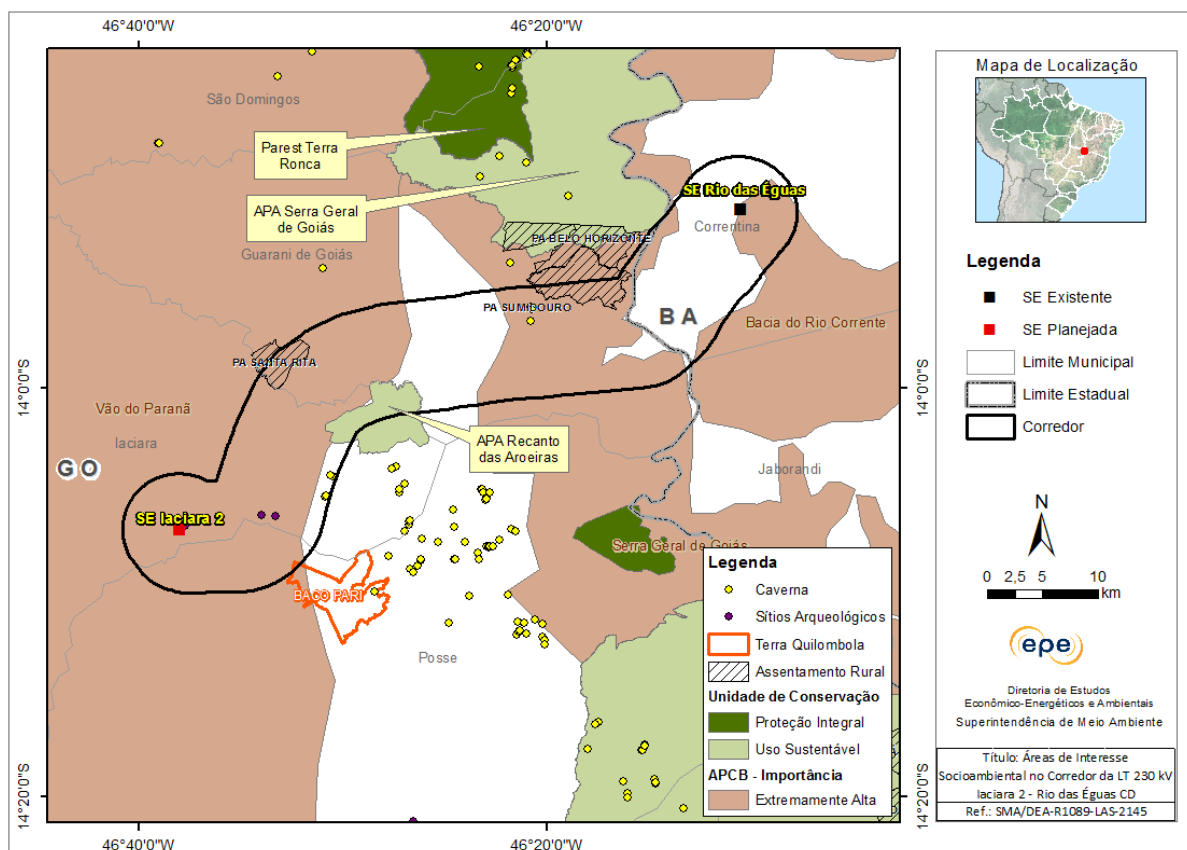
UF	Mesorregião	Microrregião	Município
BA	Extremo Oeste Baiano	Santa Maria da Vitória	Correntina
			Guarani de Goiás
GO	Leste Goiano	Vão do Paranã	Iaciara
			Posse

Áreas com restrição legal e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade

De acordo com a base de dados consultada, não há registro de terra indígena na área do corredor (Figura 6). No entanto, em Iaciara, o corredor engloba parte da APA Recanto das Aroeiras (Decreto nº 075/2017), unidade de conservação municipal de uso sustentável. Nessa APA ocorre a fitofisionomia Floresta Estacional Decidual sobre afloramento calcário, nascentes, o rio Água Quente e áreas de preservação permanente (Secima, 2017a).

No município de Posse – GO, o corredor abrange uma estreita faixa da TQ Baco Pari mas há espaço para a futura LT desviar. Segundo dados de Comunidades Remanescentes de Quilombos da Fundação Palmares (FCP, 2018), no município de Iaciara há registro das comunidades quilombolas¹ Povoado Levantado e Extrema (certificadas em 2013 e 2014, respectivamente) que podem estar sobrepostas pelo corredor.

¹ Na base da Fundação Palmares, as comunidades são localizadas por município, assim, não foi possível representar as áreas no mapa de Áreas de Interesse Socioambiental.



(Fonte: Cecav, 2018; IBGE, 2016; ICMBio, 2018; Inca, 2018 a e b; Iphan, 2018b; MMA, 2007a e 2018; Secima, 2017a)

Figura 6 - Áreas de interesse socioambiental no corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

O corredor engloba oito cavernas entre os municípios de Iaciara e Guarani de Goiás (GO). Vale destacar, também, a ocorrência de áreas com potencial muito alto para a ocorrência de cavidades subterrâneas entre esses municípios (Cecav, 2012).

Tabela 3 – Cavernas no corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

Nome	Município	Estado
Caverna Agemirol		
Caverna Cabeceira da Baixa	Guarani de Goiás	
Caverna do Agemirol		
Gruta do Valdemar	Iaciara	GO
Lapa João Preto		
Caverna Larga I		
Caverna Larga II	Posse	
Gruta do Luiz		

A região possui áreas com zona cárstica, compostas por calcário e que tem como principal característica as suas rochas serem carbonáticas, o que facilita a formação de cavernas (Cunha e Moreira, 2017). Destaca-se, entre Guarani de Goiás e São Domingos, o Parest de Terra Ronca, que abriga um dos mais importantes conjuntos espeleológicos da América do Sul e áreas de relevante beleza cênica, com grande potencial para o ecoturismo, como cachoeiras e cavernas (Secima, 2018).

Entre Iaciara e Guarani de Goiás, segundo a base de dados do Incri (2018a), o corredor engloba parte dos projetos de assentamento Santa Rita e Sumidouro, mas há espaço para evitar possíveis interferências da LT planejada nesse PA (Figura 6).

O corredor estudado atravessa três APCBs, sem possibilidades do traçado da futura LT desviar dessas áreas. Segundo a base consultada, as ações prioritárias associadas a essas APCBs são para a criação de unidades de conservação e mosaico/corredor (Figura 6 e Tabela 4).

Tabela 4 – APCBs no corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

Nome	Importância	Ação Prioritária
Bacia do Rio Corrente	Extremamente Alta	Cria UC - PI
Vão do Paranã		Cria UC - Indef.
Serra Geral de Goiás		Mosaico/Corredor

Entre os municípios de Iaciara e Guarani de Goiás, o corredor atravessa a área da Reserva da Biosfera do Cerrado². O reconhecimento da região nordeste de Goiás como Reserva da Biosfera visa a busca de apoio para a potencialização da implementação de políticas regionais de proteção e recuperação da biodiversidade e à promoção do desenvolvimento econômico das populações residentes (Secima, 2017b).

Segundo a base de sítios arqueológicos georreferenciados (Iphan, 2018b), o corredor engloba três sítios localizados nos municípios de Iaciara e Posse (GO). Com exceção do município de Guarani de Goiás (GO), nos demais há registro de sítios arqueológicos³ com cadastrado no Iphan que podem estar localizados dentro da área do corredor.

Conclusão e Recomendações para o Relatório R3 da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD

O corredor da LT 230 kV Iaciara 2 – Rio das Éguas CD apresenta sensibilidades socioambientais, principalmente pela proximidade com terra quilombola, unidades de conservação e concentração de cavernas. A seguir, são apresentadas as principais recomendações para definição da diretriz da linha de transmissão planejada:

- Evitar interferência na TQ Baco Pari e consultar a Fundação Palmares para averiguar a localização das comunidades quilombolas Povoado Levantado e Extrema (certificadas em 2013 e 2014, respectivamente) que podem estar sobrepostas pelo corredor.
- Evitar interferência na APA Recanto das Aroeiras.

² Reserva da Biosfera do Cerrado são áreas de ecossistemas terrestres e/ou reconhecidos pelo programa Mab/Unesco como importantes para nível mundial para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável e que devem servir como áreas prioritárias para a experimentação e demonstração dessas práticas (Secima, 2017).

³ Devido à ausência de informações sobre a localização dos sítios arqueológicos cadastrados pelo Iphan, esses não foram indicados no mapa de Áreas de Interesse Socioambiental.

- Atentar para a presença de cavernas dentro do corredor, entre os municípios de Iaciara e Guarani, e verificar a ocorrência de cavernas não cadastradas, tendo em vista que o corredor atravessa áreas classificadas com potencial muito alto para a ocorrência de cavidades subterrâneas.
- Evitar interferência nos sítios arqueológicos e entrar em contato com o Iphan para obter a localização exata dos sítios arqueológicos cadastrados nos municípios de Iaciara e Posse (GO) e Correntina (BA), que podem estar localizados dentro da área do corredor, para que a diretriz da LT planejada não tenha qualquer interferência nesses sítios.
- Atentar para a presença de APCBs no corredor, tendo em vista que a maioria apresenta ação prioritária para a criação de unidades de conservação.
- Atentar para a travessia da Serra Geral de Goiás e estudar criteriosamente o traçado da futura linha de transmissão em áreas de relevante beleza cênica e em áreas utilizadas para turismo e lazer, especificando no R3 quais são essas áreas e sua localização.
- Evitar interferência nos projetos de assentamentos Santa Rita e Sumidouro localizados entre Iaciara e Guarani de Goiás.
- Evitar sobreposição com os processos minerários abrangidos pelo corredor, e desviar daqueles que se encontram em estágio mais avançado.
- Verificar o melhor ponto de passagem da LT, tendo em vista que o corredor engloba parte das áreas urbanas e de expansão de Iaciara e Guarani de Goiás (GO) e Vila Rosário (Correntina - BA).
- Atentar para o cruzamento com as linhas de transmissão na chegada à SE 500/230 kV Rio das Éguas.
- Atentar para a presença do aeródromo de Iaciara, em Iaciara - Goiás, cujo cone de aproximação deverá ser observado ao se definir a diretriz da linha de transmissão.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agehab. Agência Goiana de Habitação S/A, 2013. Plano Municipal de Habitação de Interesse Social de Iaciara. Disponível em: <http://site.agehab.go.gov.br/pmhis/iaciara.pdf>. Acesso em: maio de 2018.

Aneel. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down>. Acesso em: fevereiro de 2018.

ANM. Agência Nacional de Mineração, 2018. Processos Minerários (arquivos vetoriais). Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine>. Acesso em: março de 2018.

Brasil. Ministério da Defesa. Departamento de Controle do Espaço Aéreo, 2015. Dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas, e dá outras providências. Portaria N° 957/GC3, de 09 de julho de 2015. Disponível em: <http://servicos2.decea.gov.br/static/aga/arquivos/a1c881a7-75a8-41d7-92ea1519453e455a.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2018.

Cecav. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html>. Acesso em: fevereiro de 2012.

_____. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, 2018. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em: janeiro de 2018.

CPRM. Serviço Geológico Brasileiro, 2010. Mapas de Geodiversidade Estaduais. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>. Acesso em: fevereiro de 2018.

Cunha, G.F., Moreira, H. Análise morfométrica do relevo e da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica de Água Quente – GO, 2017. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia: Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Exposicarta, 6 a 9 de novembro de 2017. p. 1276-1279. Disponível em: http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/6/fullpaper/CT06-58_1506826363.pdf. Acesso em: maio de 2018.

Eletrobras. Centrais Elétricas Brasileiras, 2011. Mapoteca de Unidades de Conservação. [DE/EG/EGA]. Rio de Janeiro: versão: fevereiro de 2011.

Embrapa. Empresa de Pesquisa Agropecuária, 2017. Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. Campinas, Comunicado Técnico 4, maio de 2017. Disponível em: http://www.sgte.embrapa.br/produtos/dados/COT04_Areas_Urbanas_Brasil.zip. Acesso em: julho de 2017.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro - Web Map EPE. Disponível em: <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>. Acesso em: maio de 2018.

Funai. Fundação Nacional do Índio, 2018. Delimitação das Terras Indígenas do Brasil. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/shape>. Acesso em: fevereiro de 2018.

FCP. Fundação Cultural Palmares, 2018. Comunidades Remanescentes de Quilombos. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/comunidades-remanescentes-de-quilombos-crqs>. Acesso em: maio de 2018.

Google. Google Earth Pro 7.3.1.4507. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: abril de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Base Cartográfica Integrada ao Milionésimo. Disponível em: www.ibge.gov.br Acesso em: novembro de 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. Base dos Municípios Brasileiros. Disponível em: ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2016/Brasil/BR/. Acesso em: julho de 2017.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. Base de dados do Sistema Informatizado de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural – SIMRPPN. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>. Acesso: fevereiro de 2018.

Incrá. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2018a. Projetos de Assentamento. Disponível em: <http://acervofundiario.incrá.gov.br/geodownload/geodados.php> Acesso em: maio de 2018.

_____. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2018b. Terras Quilombolas. Disponível em: <http://acervofundiario.incrá.gov.br/geodownload/geodados.php>. Acesso em: maio de 2018.

Iphan. Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2018a. Sistema de Gerenciamento do Patrimônio Arqueológico. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1699/>. Acesso em: fevereiro de 2018.

_____. Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2018b. Sítios Arqueológicos Georreferenciados. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/shapefile_cnsa_2018.zip. Acesso em: fevereiro de 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2007a. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira – Probio. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso: agosto de 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente, 2007b. Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros – escala 1:250.000. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>. Acesso em: junho de 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente, 2018. Unidades de Conservação Federais e Estaduais. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: janeiro de 2018.

Secima. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos, 2018. Unidades de Conservação Estaduais. Parque Estadual de Terra Ronca. Disponível em: <http://www.secima.go.gov.br/post/ver/212650/parque-estadual-de-terra-ronca---peter>. Acesso em: maio de 2018.

_____. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos, 2017a. Cadastro Estadual de Unidades de Conservação – CEUC. Disponível em: <https://www.intra.secima.go.gov.br/unidadeconservacao/unidadeConservacaoVisualiza.secima>. Acesso em: maio de 2018.

Sieg. Sistema Estadual de Geoinformação, 2015. Linhas de transmissão. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: fevereiro de 2015.

Sites consultados:

PMGG. Prefeitura Municipal de Guarani de Goiás – Goiás, 2018. Disponível em: <http://www.guaranidegoias.go.gov.br>. Acesso em: maio de 2018.

PMI. Prefeitura Municipal de Iaciara – Goiás, 2018. Disponível em: <http://www.iaciara.go.gov.br>. Acesso em: maio de 2018.

Secima. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos, 2017b. Disponível em: <http://www.secima.go.gov.br/post/ver/225494/ciclo-de-palestras-da-reserva-da-biosfera-do-cerrado-tem-nova-etapa>. Acesso em: maio de 2018.

APÊNDICE A – TABELA DE COMPARAÇÃO DA SE 230/138 KV IACIARA 2

SE Iaciara 2 (230/138 kV)	
Tabela 1 – Comparação da localização da SE (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
Responsável pelo preenchimento:	
Contato do Responsável:	
Data:	
Comparação da localização da SE (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
No caso de localização da SE Iaciara 2 em local diferente do indicado no Relatório R1, indicar justificativa (s):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Anexar mapa indicando a localização proposta para a SE Iaciara 2 no Relatório R3, e os principais fatores socioambientais que influenciaram essa localização. 2. Coordenadas da localização proposta para a SE Iaciara 2: 3. Anexar arquivo Kmz da localização da subestação. 	
Pontos notáveis verificados no Relatório R3, não identificados no Relatório R1	
Recomendações do Relatório R1 e atendimento no Relatório R3	
Recomendações do R1	Foi atendida a recomendação? Se não, justificar.
1. Avaliar na área de estudo um terreno com aproximadamente 37.520m ² para implantação da Subestação 230/138 kV Iaciara 2, de forma que não apresente restrições para a chegada e saída de futuras linhas.	
2. Levantar, junto à Prefeitura de Iaciara, a legislação municipal de uso e ocupação do solo e eventuais restrições locacionais à futura Subestação 230/138 kV Iaciara 2.	
3. Evitar interferência em áreas com vegetação nativa, tendo em vista que existem poucos remanescentes na área.	
4. Atentar para a presença do aeródromo de Iaciara, cujo cone de aproximação deverá ser observado ao se definir a localização da subestação.	

APÊNDICE B – TABELA DE COMPARAÇÃO DA DIRETRIZ DA LT 230 KV SE IACIARA 2 – SE RIO DAS ÉGUAS CD

LT 230 kV SE IACIARA 2 – SE RIO DAS ÉGUAS CD	
Tabela 1 - Comparação da diretriz da LT (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
Responsável pelo preenchimento:	
Contato do Responsável:	
Data:	
Comparação da diretriz da linha de transmissão (R3) com o corredor estudado no R1	
Extensão do eixo do corredor (R1): 65 km	Extensão da diretriz da LT (R3):
Variação da extensão e principal (ais) motivos:	
A diretriz está inteiramente inserida no corredor?	
No caso de não inserção da diretriz do R3 no corredor do R1, informar os motivos:	
1 - Anexar o mapa contendo o corredor estudado no Relatório R1 e a diretriz proposta no Relatório R3, e os principais fatores socioambientais que influenciaram a diretriz. 2 - Encaminhar arquivo digital da diretriz definida no R3 (formato KML e <i>shapefile</i>).	
Pontos notáveis verificados no R3, não identificados no R1	
Recomendações do R1 e atendimento no R3	
Recomendações do R1	Foi atendida a recomendação? Se não, justificar.
1. Evitar interferência na TQ Baco Pari e consultar a Fundação Palmares para averiguar a localização das comunidades quilombolas Povoados Levantado e Extrema (certificadas em 2013 e 2014, respectivamente) que podem estar sobrepostas pelo corredor	
2. Evitar interferência na APA Recanto das Aroeiras.	
3. Atentar para a presença de cavernas dentro do corredor, entre os municípios de Iaciara e Guarani, e verificar a ocorrência de cavernas não cadastradas, tendo em vista que o corredor atravessa áreas classificadas com potencial muito alto para a ocorrência de cavidades subterrâneas.	
4. Evitar interferência nos sítios arqueológicos e entrar em contato com o Iphan para obter a localização exata dos sítios arqueológicos cadastrados nos municípios de Iaciara e Posse (GO) e Correntina (BA), que podem estar localizados dentro da área do corredor, para que a diretriz da LT planejada não tenha qualquer interferência nesses sítios.	

5. Atentar para a presença de APCBs no corredor, tendo em vista que a maioria apresenta ação prioritária para a criação de unidades de conservação.	
6. Atentar para a travessia da Serra Geral de Goiás e estudar criteriosamente o traçado da futura linha de transmissão em áreas de relevante beleza cênica e em áreas utilizadas para turismo e lazer, especificando no R3 quais são essas áreas e sua localização.	
7. Evitar interferência nos projetos de assentamentos Santa Rita e Sumidouro localizados entre Iaciara e Guarani de Goiás.	
8. Evitar sobreposição com os processos minerários abrangidos pelo corredor, e desviar daqueles que se encontram em estágio mais avançado.	
9. Verificar o melhor ponto de passagem da LT, tendo em vista que o corredor engloba parte das áreas urbanas e de expansão de Iaciara e Guarani de Goiás (GO) e Vila Rosário (Correntina – BA).	
10. Atentar para o cruzamento com as linhas de transmissão na chegada à SE 500/230 kV Rio das Éguas.	
11. Atentar para a presença do aeródromo de Iaciara, em Iaciara - Goiás, cujo cone de aproximação deverá ser observado ao se definir a diretriz da linha de transmissão.	