

ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

*SISTEMA DE CONEXÃO ELÉTRICA
DOS EMPREENDIMENTOS DE
GERAÇÃO HIDRELÉTRICA*

Leilão A-5 de 2013



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia

Ministro
Edison Lobão

Secretário-Executivo do MME

Márcio Pereira Zimmerman

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Altino Ventura Filho

Secretário de Energia Elétrica

Ildo Wilson Grütner

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

Marco Antônio Martins Almeida

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Cláudio Scliar



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

Maurício Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Amílcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Elson Ronaldo Nunes

Diretor de Gestão Corporativa

Alvaro Henrique Matias Pereira

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

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 - Brasília – DF

Escritório Central

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

ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

SISTEMA DE CONEXÃO ELÉTRICA DOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA

Leilão A-5 de 2013

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias
Amílcar Guerreiro

Coordenação Executiva

José Carlos de Miranda Farias

Equipe Técnica

Maria de Fátima de C. Gama
Jurema Ludwig
Thiago Martins

Nº EPE-DEE-RE-047/2013-rev0

Data: 24 de maio de 2013

 Empresa de Pesquisa Energética		
<i>Projeto</i> ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO		
<i>Área de estudo</i> Sistema de Conexão Elétrica dos Empreendimentos de Geração Hidrelétrica		
<i>Sub-área de estudo</i> <i>Leilão A-5 de 2013</i>		
<i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i>		
<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>
rev0	24.05.2013	Emissão Original

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	5
2.	OBJETIVO	6
3.	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CONEXÃO DA UHE SINOP	7
3.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	7
3.2.	ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS INSTALAÇÕES	8
4.	ANEXO – CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA A CONEXÃO DA UHE SINOP	9

1. Apresentação

As avaliações técnicas das conexões elétricas dos empreendimentos de geração para a sua integração à Rede Básica têm como objetivo: identificar a alternativa de integração considerada técnica, econômica e socioambientalmente mais atrativa; definir os requisitos técnicos necessários que permitam o escoamento da energia a ser produzida pela usina; e estabelecer as ampliações e eventuais reforços no Sistema Interligado Nacional – SIN, decorrentes. Estas análises são elaboradas com base no documento EPE-DEE-RE-001/2005-R1 – “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão”, de 16 de maio de 2005.

As análises das conexões são realizadas com base nos documentos que compõem os Estudos de Viabilidade dos Aproveitamentos Hidrelétricos – UHE. Este documento apresenta as análises específicas da nova hidrelétrica de Sinop.

2. Objetivo

O objetivo deste documento é apresentar a descrição do sistema de conexão da nova hidrelétrica de Sinop, cuja concessão será objeto de licitação no Leilão de Compra de Energia Elétrica Proveniente de Novos Empreendimentos A-5 de 2013, objeto da Portaria do MME nº 137, de 30 de abril de 2013.

3. Descrição do Sistema de Conexão da UHE Sinop

3.1. Características Gerais

A UHE Sinop, com potência habilitada de 400 MW (3 máquinas), deverá ser conectada ao barramento de 500 kV da futura subestação Claudia, da Rede Básica, localizada nas proximidades da SE Sinop 230 kV, estado do Mato Grosso, por meio de uma linha de transmissão, em 500 kV, em circuito simples, com 3 x 954 MCM cabos condutores por fase e extensão aproximada de 16 km, em consonância ao disposto no Anexo desse relatório.

Cumprir notar que a SE Claudia, licitada no leilão de transmissão 002/2012 e objeto do contrato de concessão 012/2012, será uma subestação convencional, concebida para a conexão das usinas hidrelétricas de Colider e Sinop, recebendo assim toda a energia elétrica gerada por estas duas usinas, além da energia gerada pelas usinas de São Manoel, Foz do Apicás e Teles Pires, localizadas a montante no rio Teles Pires e Apicás.

A Figura 1 ilustra o esquema de conexão da UHE Sinop à SE Claudia.

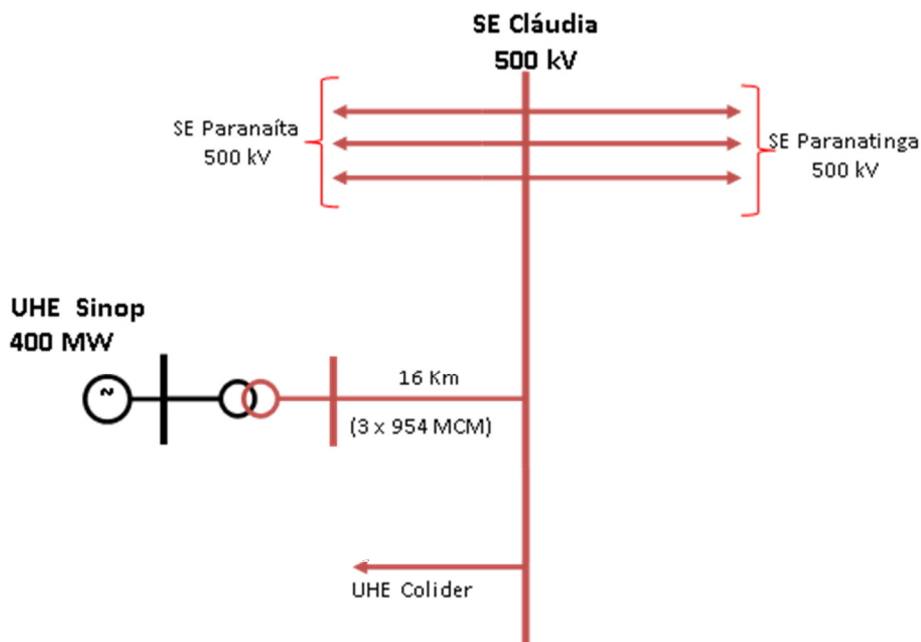


Figura 1 – Conexão da UHE Sinop ao Sistema Interligado Nacional

As principais características das instalações de transmissão necessárias a conexão da UHE Sinop são as seguintes:

- Ponto de interligação da UHE Sinop ao sistema na SE Claudia 500 kV;
- LT 500 kV UHE Sinop – Claudia, CS, 3x954 MCM, 16 km;
- SE Claudia 500 kV - DJM
 - 1 x EL 500 kV, DJM
 - 1 x IB 500 kV, DJM
- SE Sinop 500 kV - DJM
 - 1 x EL 500 kV, DJM

3.2. Estimativa de Custos das Instalações

A planilha a seguir apresenta a estimativa de custos associados às obras necessárias para a conexão da UHE Sinop ao sistema, conforme indicado no item anterior. Nesta estimativa, foram utilizados os custos básicos de equipamentos constantes do banco de preços de referência ANEEL, de 2012.

Linhas de Transmissão / Equipamento		Entrada	Qdade	Custo Unitário (R\$ x 1000)	Custo Total (R\$ x 1000)
LT	LT 500 kV SE MANOBRA SINOP - SE CLAÚDIA- 3x954 MCM - CS	2016	16	565,80	9.052,73
SE UHE SINOP	EL - 500 kV - DJM	2016	1	7.012,46	7.012,46
SE CLAUDIA	IB - 500 kV - DJM	2016	1	6.574,10	6.574,10
	EL - 500 kV - DJM	2016	1	7.012,46	7.012,46
CUSTO TOTAL DE LINHA DE TRANSMISSÃO E EQUIPAMENTOS:					29.651,76

4. Anexo – Consolidação das Análises Realizadas para a Conexão da UHE Sinop

Esse anexo apresenta o conteúdo do informe técnico EPE-DEE-IT-048/2013–rev0, intitulado “Consolidação das Análises Realizadas para a Conexão da UHE Sinop”, que consolidou a alternativa que apresentou o menor custo global (investimentos e perdas) para a conexão da UHE Sinop ao Sistema Interligado Nacional.

INFORME TÉCNICO	No. EPE-DEE-IT-048/2013–rev0
	Data: 24/05/2013
CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA CONEXÃO DA UHE SINOP	

Este Informe Técnico resume as análises realizadas para a conexão da Hidrelétrica de Sinop.

Parte 1 - Análise da conexão da UHE Sinop no sistema 230 kV existente

Considerando a SE Sinop 230 kV como o ponto de Rede Básica mais próximo à UHE Sinop, de 400 MW, foi avaliada a conexão da UHE nessa subestação, conforme ilustra a Figura 1.

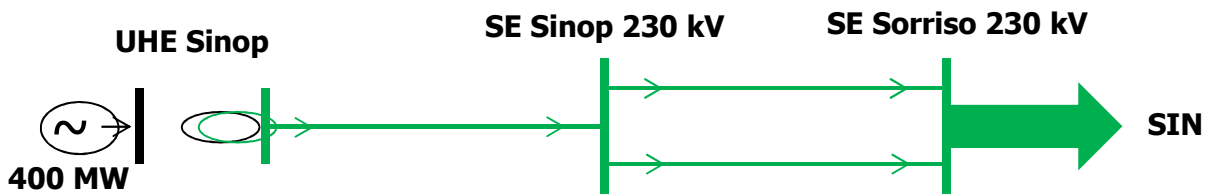


Figura 1 – Conexão da UHE Sinop na SE Sinop 230 kV

Entretanto, a conexão da UHE Sinop na SE 230 kV Sinop provoca subtensão no sistema 230 kV em regime normal de operação e sobrecarga na LT 230 kV Nobres – Coxipó, conforme apresenta a Figura 2. Ademais, o sistema não suporta qualquer contingência de linhas de transmissão 230 kV no eixo Sinop – Sorriso – N. Mutum – Nobres – Coxipó.

Dessa forma, para escoar a energia da UHE Sinop pela rede 230 kV, é necessária a construção de linhas de transmissão desde a SE 230 kV Sinop até a SE 230 kV Coxipó (trechos em amarelo), totalizando cerca de 600 km de linhas de transmissão 230 kV. A Figura 3 apresenta o fluxo de potência no sistema 230 kV do Mato Grosso depois de inseridos os reforços.

Devido a grande quantidade de reforços associados a conexão da UHE Sinop no sistema 230 kV do Mato Grosso, a alternativa de conexão dessa usina na SE Sinop 230 kV foi descartada.



Empresa de Pesquisa Energética

INFORME TÉCNICO

No. **EPE-DEE-IT-048/2013-rev0**

Data: 24/05/2013

CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA CONEXÃO DA UHE SINOP

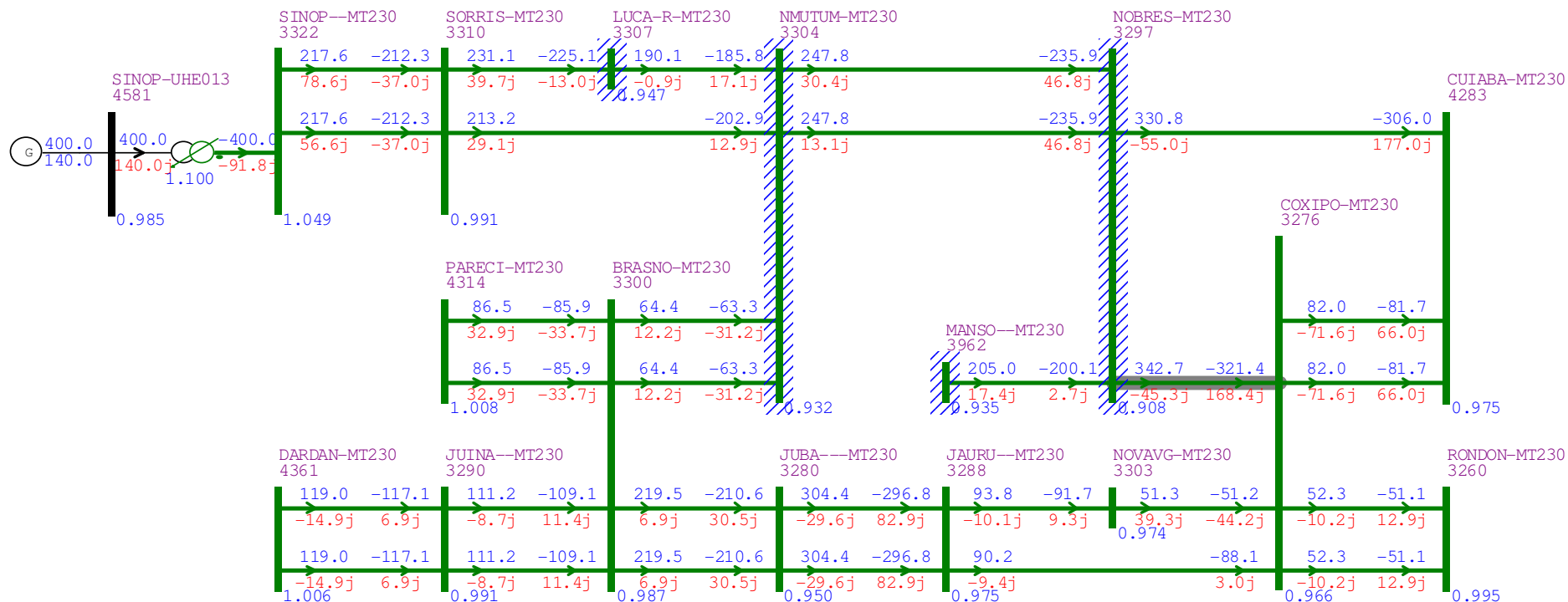


Figura 2 – Fluxo de potência no sistema 230 kV do Mato Grosso – Regime Normal de Operação – Carga Leve – Cenário Norte Exportador

INFORME TÉCNICO

No. **EPE-DEE-IT-048/2013–rev0**

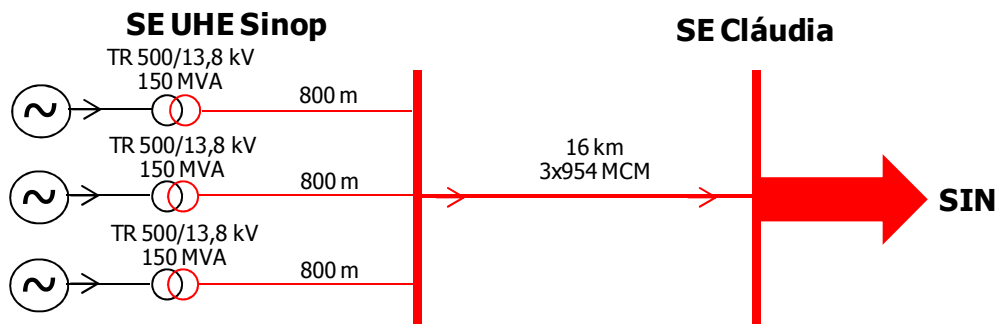
Data: 24/05/2013

CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA CONEXÃO DA UHE SINOP

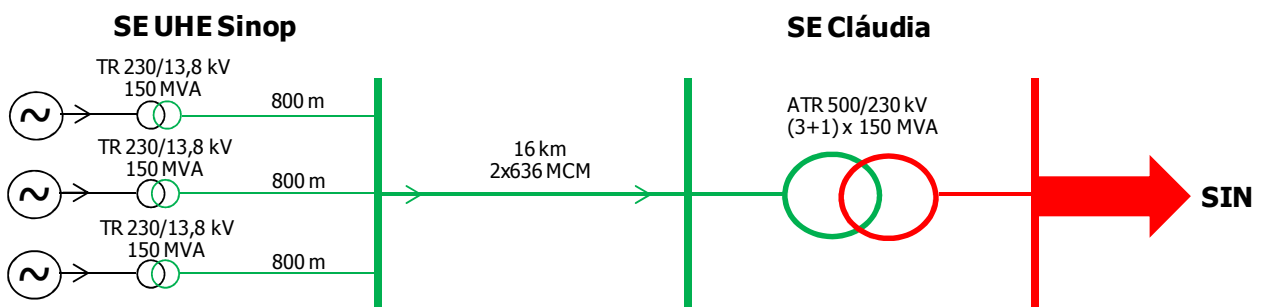
Parte 2 - Análise de alternativas para a conexão da UHE Sinop – 400 MW

A análise para a conexão da UHE Sinop foi realizada considerando a SE Claudia 500 kV, recomendada no relatório EPE-DEE-RE-050/2011-r0 – “Análise do sistema de integração dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio Teles Pires e reforços no SIN”, a 16 km da UHE Sinop. Foram avaliadas duas alternativas de conexão, sendo a primeira em 500 kV e a segunda em 230 kV, de acordo com descrição a seguir.

- Alternativa 1 – 1 LT 500 kV – com três condutores 954 MCM por fase e extensão de 16 km



- Alternativa 2 – 1 LT 230 kV – com dois condutores 636 MCM por fase e extensão de 16 km



INFORME TÉCNICO

No. **EPE-DEE-IT-048/2013–rev0**

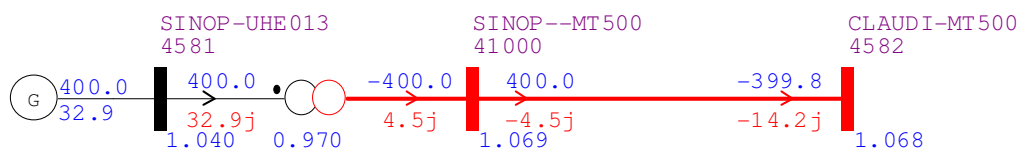
Data: 24/05/2013

CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA CONEXÃO DA UHE SINOP

1. Desempenho das alternativas

- Alternativa 1 – 1 LT 500 kV – com três condutores 954 MCM por fase

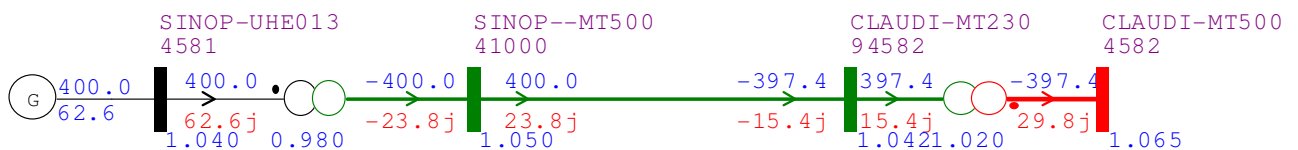
É apresentado a seguir o fluxo de potência para a condição de despacho máximo (400 MW) para a UHE Sinop.



Para a condição de geração máxima, verifica-se 0,2 MW de perdas elétricas na LT 500 kV UHE Sinop – Claudia.

- Alternativa 2 – 1 LT 230 kV – com dois condutores 636 MCM por fase

É apresentado a seguir o fluxo de potência para a condição de despacho máximo (400 MW) para a UHE Sinop.



Para a condição de geração máxima, verifica-se 2,6 MW de perdas elétricas na LT 230 kV UHE Sinop - Claudia.

INFORME TÉCNICO	No. EPE-DEE-IT-048/2013–rev0
	Data: 24/05/2013
CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA CONEXÃO DA UHE SINOP	

2. Análise econômica:

Para a análise econômica das alternativas foram utilizadas as seguintes premissas:

- banco de preços da ANEEL, de 2012.
- custo de perdas de R\$ 102,00 / MWh;
- taxa de retorno de 8% ao ano, referidos a 2016;
- fator de capacidade de 0,55
- vida útil de 30 anos
- **Alternativa 1 – Conexão em 500 kV**

Linhas de Transmissão / Equipamento		Entrada	Qdade	Custo Unitário (R\$ x 1000)	Custo Total (R\$ x 1000)
LT	LT 500 kV UHE SINOP - CLAUDIA - 3x954 MCM - CS	2016	16	565,80	9.052,73
	LT 500 kV ELEVADORA - MANOBRA - 3x954 MCM - CS	2016	2,4	565,80	1.357,91
SE UHE SINOP	PATIO DE SUBESTAÇÃO - 500 kV - DJM	2016	1	10.358,37	10.358,37
	TRANSFORMADOR 500/13,8 kV - 150 MVA - T - ONAN/ONAF/ONAF	2016	3	8.290,62	24.871,87
	IB - 500 kV - DJM	2016	2	6.574,10	13.148,20
	EL - 500 kV - DJM	2016	4	7.012,46	28.049,86
SE CLAUDIA	IB - 500 kV - DJM	2016	1	6.574,10	6.574,10
	EL - 500 kV - DJM	2016	1	7.012,46	7.012,46
CUSTO TOTAL DE LINHA DE TRANSMISSÃO E EQUIPAMENTOS:					100.425,50

- **Alternativa 2 – Conexão em 230 kV**

Linhas de Transmissão / Equipamento		Entrada	Qdade	Custo Unitário (R\$ x 1000)	Custo Total (R\$ x 1000)
LT	LT 230 kV UHE SINOP - COLETORA CENTRO - 2x636 MCM - CS	2016	16	339,67	5.434,71
	LT 230 kV ELEVADORA - MANOBRA - 2x636 MCM - CS	2016	2,4	339,67	815,21
SE UHE SINOP	PATIO DE SUBESTAÇÃO - 230 kV - BD	2016	1	6.099,61	6.099,61
	TRANSFORMADOR 230/13,8 kV - 150 MVA - T - ONAN/ONAF/ONAF	2016	3	5.932,94	17.798,82
	IB - 230 kV - BD	2016	1	1.977,36	1.977,36
	EL - 230 kV - BD	2016	4	3.238,27	12.953,07
SE CLAUDIA	EL - 230 kV - BD	2016	1	3.238,27	3.238,27
	PATIO DE SUBESTAÇÃO - 230 kV - BD	2016	1	5.575,81	5.575,81
	MIM - 500 kV - DJM	2016	1	1.378,26	1.378,26
	CT - 500 kV - DJM	2016	1	6.182,68	6.182,68
	IB - 500 kV - DJM	2016	1	6.574,10	6.574,10
	ATR 500/230 kV - M - (3+1) x 150 MVA - ONAN/ONF/ONAF	2016	4	8.421,21	33.684,85
	CT - 230 kV - BD	2016	1	2.279,05	2.279,05
	IB - 230 kV - BD	2016	1	1.977,36	1.977,36
CUSTO TOTAL DE LINHA DE TRANSMISSÃO E EQUIPAMENTOS:					105.969,17

INFORME TÉCNICO	No. EPE-DEE-IT-048/2013—rev0
	Data: 24/05/2013
CONSOLIDAÇÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS PARA CONEXÃO DA UHE SINOP	

Estimativa de custo do diferencial de perdas entre as alternativas:

Ano	Perdas		Δ Perdas		Ano	Δ Perdas	VP - 2015
	ALT1	ALT2	ALT1	ALT2		(R\$ x 1000)	(R\$ x 1000)
2016	0,2	2,6	0,0	2,4	2016	1.306,64	1.306,64
2017	0,2	2,6	0,0	2,4	2017	1.306,64	1.209,85
2018	0,2	2,6	0,0	2,4	2018	1.306,64	1.120,23
2019	0,2	2,6	0,0	2,4	2019	1.306,64	1.037,25
2020	0,2	2,6	0,0	2,4	2020	1.306,64	960,42
2021	0,2	2,6	0,0	2,4	2021	1.306,64	889,28
2022	0,2	2,6	0,0	2,4	2022	1.306,64	823,41
2023	0,2	2,6	0,0	2,4	2023	1.306,64	762,41
2024	0,2	2,6	0,0	2,4	2024	1.306,64	705,94
2025	0,2	2,6	0,0	2,4	2025	1.306,64	653,65
2026	0,2	2,6	0,0	2,4	2026	1.306,64	605,23
2027	0,2	2,6	0,0	2,4	2027	1.306,64	560,40
2028	0,2	2,6	0,0	2,4	2028	1.306,64	518,89
2029	0,2	2,6	0,0	2,4	2029	1.306,64	480,45
2030	0,2	2,6	0,0	2,4	2030	1.306,64	444,86
2031	0,2	2,6	0,0	2,4	2031	1.306,64	411,91
2032	0,2	2,6	0,0	2,4	2032	1.306,64	381,40
2033	0,2	2,6	0,0	2,4	2033	1.306,64	353,14
2034	0,2	2,6	0,0	2,4	2034	1.306,64	326,99
2035	0,2	2,6	0,0	2,4	2035	1.306,64	302,76
2036	0,2	2,6	0,0	2,4	2036	1.306,64	280,34
2037	0,2	2,6	0,0	2,4	2037	1.306,64	259,57
2038	0,2	2,6	0,0	2,4	2038	1.306,64	240,34
2039	0,2	2,6	0,0	2,4	2039	1.306,64	222,54
2040	0,2	2,6	0,0	2,4	2040	1.306,64	206,06
2041	0,2	2,6	0,0	2,4	2041	1.306,64	190,79
2042	0,2	2,6	0,0	2,4	2042	1.306,64	176,66
2043	0,2	2,6	0,0	2,4	2043	1.306,64	163,57
2044	0,2	2,6	0,0	2,4	2044	1.306,64	151,46
2045	0,2	2,6	0,0	2,4	2045	1.306,64	140,24
Σ (VP - 2016)							2.031,58

A tabela a seguir apresenta a comparação entre as estimativas de custo das alternativas analisadas, em R\$x1000.

Alternativas	Investimento	Δ Perdas	Total	%
Alternativa 1	100.426	0	100.426	100,00%
Alternativa 2	105.969	2.032	108.001	107,54%

Como os custos para implantação da alternativa 1 (conexão em 500 kV), são inferiores ao da alternativa 2 (conexão em 230 kV), recomendou-se a sua implantação.