

PARECER TÉCNICO

*ESTUDO DE ACESSO DAS PCHs FUNDÃOZINHO, AREADO
E BANDEIRANTE E CONEXÃO DA ENERSUL NA REGIÃO DE
PARAÍSO NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL*



Empresa de Pesquisa Energética

**Ministério de
Minas e Energia**





PARECER TÉCNICO

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 Grüdtner

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis

Renováveis

Marco Antônio Martins Almeida

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação

Mineral

Carlos Nogueira da Costa Junior

ESTUDO DE ACESSO DAS PCHs FUNDÃOZINHO, AREADO E BANDEIRANTE E CONEXÃO DA ENERSUL NA REGIÃO DE PARAÍSO NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL



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

Álvaro 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

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim

José Carlos de Miranda Farias

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

Paulo Cesar Vaz Esmeraldo

Equipe Técnica

Jurema Ludwig

Thiago Martins

Marcos Vinícius Farinha

Thiago Masseran

Nº EPE-DEE-RE-010/2013-rev0

Data: 21 de janeiro de 2013

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	CONCLUSÕES.....	5
3	RECOMENDAÇÕES	7
4	PREMISSAS E CRITÉRIOS.....	9
5	SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE.....	11
5.1	CONFIGURAÇÃO CONSIDERADA PARA O SISTEMA	11
5.2	RESTRIÇÕES FÍSICAS DAS INSTALAÇÕES.....	13
6	DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	14
6.1	VISÃO GERAL DAS ALTERNATIVAS.....	14
6.2	ALTERNATIVA 1	14
6.3	ALTERNATIVA 2	15
6.4	ALTERNATIVA 3	17
7	ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA.....	20
7.1	DESEMPENHO TÉCNICO.....	20
7.2	COMPARAÇÃO ECONÔMICA	20
8	OTIMIZAÇÃO DA ALTERNATIVA VENCEDORA.....	22
8.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA 4	22
8.2	COMPARAÇÃO ECONÔMICA	24
8.3	COMENTÁRIOS FINAIS	25
9	REFERÊNCIAS.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Diagrama – Alternativa 4 – alternativa recomendada	7
Figura 5-1 Rede Básica do estado do Mato Grosso do Sul.....	11
Figura 5-2 Detalhe da malha de 138 kV da região de Paraíso	12
Figura 6-1 Diagrama – Alternativa 1	15
Figura 6-2 Diagrama – Alternativa 2	17
Figura 6-3 Diagrama - Alternativa 3.....	19
Figura 8-1 Diagrama – Alternativa 4.....	23

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-1 Usinas em análise	4
Tabela 4-1 Tempos de permanência dos cenários.....	9
Tabela 4-2 Contingências avaliadas.....	10
Tabela 5-1 Rede Básica do estado.....	12
Tabela 7-1 Valor presente das alternativas.....	20
Tabela 7-2 Rendimentos necessários das alternativas	20
Tabela 7-3 Perdas elétricas das alternativas.....	21
Tabela 7-4 Custos totais das alternativas	21
Tabela 8-1 Valor presente das alternativas.....	24
Tabela 8-2 Rendimentos necessários das alternativas	24
Tabela 8-3 Perdas elétricas das alternativas.....	24
Tabela 8-4 Custos totais das alternativas	24

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório trata do parecer técnico do estudo “Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul”, de outubro de 2012, elaborado pela Atiaia Energia (Grupo Cornélio Brennand).

O estudo citado teve por objetivo estabelecer, sob a ótica do mínimo custo global, um ponto para a conexão das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante (vide tabela abaixo) ao sistema local a partir do ano 2015, considerando- ainda o interesse da ENERSUL em uma nova subestação de fronteira 230/138 kV na região.

Tabela 1-1 Usinas em análise

Usinas	Conexão	Potência (MW)
PCH Fundãozinho	a definir	22,0
PCH Areado	a definir	18,0
PCH Bandeirante	a definir	26,0
TOTAL		66,0

Os próximos itens apresentam as conclusões e recomendações deste parecer técnico, sendo destacadas, na sequência, as principais considerações efetuadas pela Atiaia Energia em seu estudo.

2 CONCLUSÕES

O estudo "Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul", elaborado pela Atiaia Energia, avaliou diversas alternativas para a integração das usinas citadas ao sistema local, considerando ainda o interesse da concessionária de distribuição em um novo ponto de suprimento na região.

As alternativas avaliadas foram baseadas no histórico das análises realizadas pela EPE no estudo EPE-DEE-RE-028/2009-rev1. Em função de limitações de espaço na SE 138 kV Paraíso informadas pela ENERSUL (espaço para apenas uma entrada de linha em 138 kV), as alternativas apresentadas no estudo da EPE tiveram de ser adaptadas.

De forma geral, dois pontos foram considerados viáveis para a integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante ao sistema: na ICG 138 kV Chapadão, que corresponde ao barramento de 138 kV da SE 230/130 kV Chapadão, e na SE Paraíso 2 (138 kV ou 230/138 kV, neste caso, com o acesso da ENERSUL), que é uma subestação nova necessária em função das limitações de espaço na SE 138 kV Paraíso.

Conforme descrito no relatório, as configurações foram submetidas a uma análise econômica com o Método dos Rendimentos Necessários para identificar a configuração de mínimo custo global. Como resultado das análises, a Alternativa 3, que definiu a nova SE 230/138 kV Paraíso 2, apresentou custos globais cerca de 6 % inferiores aos da segunda colocada.

Após a análise dessas alternativas, foi avaliada uma alternativa complementar (Alternativa 4), com vistas à otimização do sistema de conexão das usinas à nova SE 230/138 kV Paraíso 2. Essa alternativa apresentou desempenho técnico adequado e foi apontada como a alternativa vencedora do estudo, com custos globais aproximadamente 24 % inferiores aos da Alternativa 3, e com um investimento total, a valor presente, da ordem de R\$ 170 milhões, dos quais cerca de R\$ 44 milhões são referentes a custos de conexão exclusivos da Atiaia Energia.

Cumprir notar que a alternativa de referência do estudo é interessante para a Rede Básica pois evita a implantação de um circuito duplo em 230 kV de 30 km para o seccionamento da LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão na SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova), como ocorre na Alternativa 3 (na Alternativa 4, a nova subestação fica logo abaixo dessa linha).

Ressalta-se que essa configuração também é atrativa para a ENERSUL pois assegura o suprimento, com qualidade, do crescente mercado da região de Paraíso (interligação do ponto novo com a SE 230/138 kV Chapadão), além de viabilizar a integração das usinas citadas ao seu sistema sem a necessidade de grandes reforços.

Por fim, destacamos que a Alternativa 4 viabiliza ainda a integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante à rede local antes mesmo da entrada em operação da SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova). Contudo, ressaltamos que, em função dos elevados carregamentos verificados na LT 138 kV Paraíso – Chapadão, o despacho total desse grupo deve ficar restrito a cerca de 5 MW até a implantação da SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova).

3 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados apresentados neste parecer técnico, recomenda-se que a conexão das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante ao sistema elétrico do estado do Mato Grosso do Sul (a partir de 2015), assim como os reforços associados a esse acesso, sejam efetuados conforme contemplado na Alternativa 4 (otimização da Alternativa 3) do estudo “Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul”, cuja configuração final é ilustrada na figura abaixo.

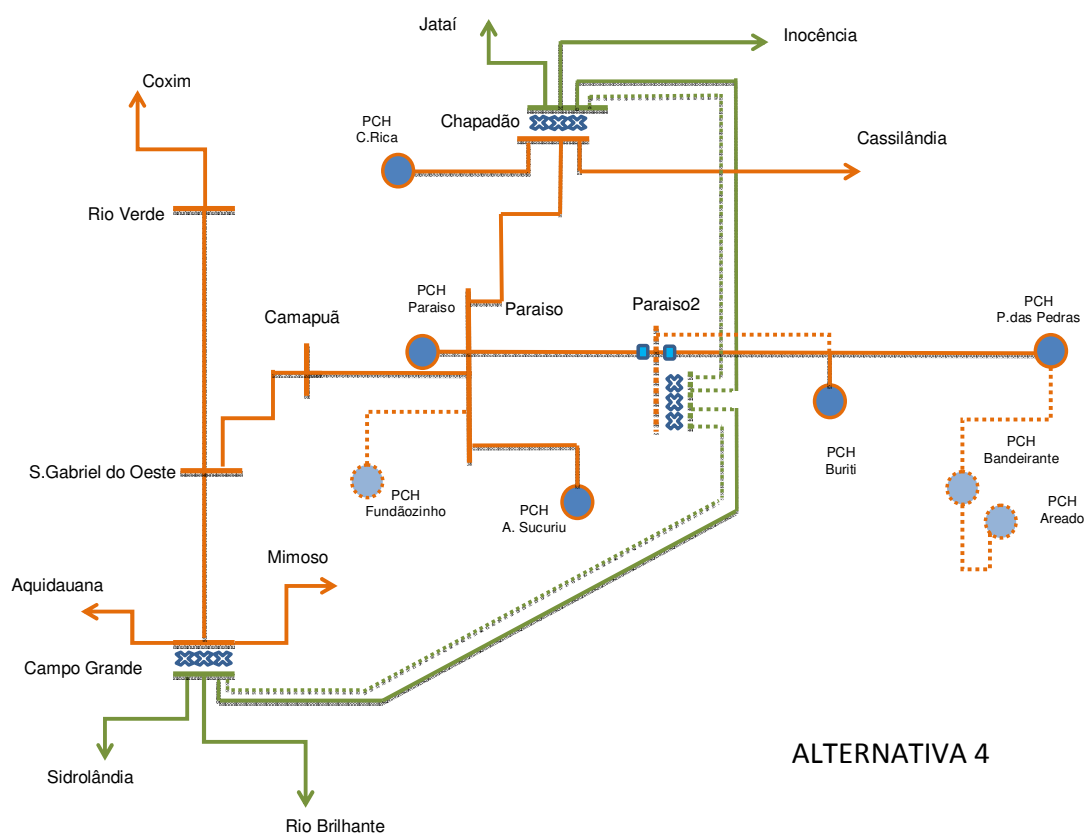


Figura 3-1 Diagrama – Alternativa 4 – alternativa recomendada

Nesse sentido, a conexão da PCH Fundãozinho deverá se configurar na SE 138 kV Paraíso, ao passo que o bloco PCH Areado – PCH Bandeirante deverá se conectar ao barramento em 138 kV da PCH Porto das Pedras (Atiaia Energia). Serão necessários ainda os seguintes reforços:

- Rede Básica: nova SE 230/138 kV Paraíso 2, com dois autotransformadores trifásicos 230/138 kV de 150 MVA cada (2015), a LT 230 kV Paraíso 2 – Chapadão C2 (2015) e a LT 230 kV Campo Grande 2 – Paraíso 2 C2 (2018).
- Outras instalações: LT 138 kV Buriti – Paraíso 2 C2 (2015).

Destacamos que a nova SE 230/138 kV Paraíso 2 deverá ser implantada preferencialmente no ponto de cruzamento entre a LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão e a LT 138 kV Buriti – Paraíso, de propriedade da Atiaia Energia, nas coordenadas 19°15'48.53" S e 52°51'54.06" W.

Além disso, ressalta-se que o reator de linha de 20 Mvar da SE 230/138 kV Chapadão deverá ser deslocado para a SE 230/138 kV Paraíso 2, de modo a compor a LT 230 kV Campo Grande 2 – Paraíso 2.

4 PREMISSAS E CRITÉRIOS

O estudo "Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul" se baseou no documento "Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão", no qual constam as usuais diretrizes para os estudos de planejamento do sistema.

As análises do estudo foram realizadas com os casos de trabalho do Plano Decenal – Ciclo 2021. Devido à data prevista para a entrada em operação das usinas da Atiaia Energia (2015), as avaliações contemplaram o ano 2015 (ciclo tarifário 2014-2015) como inicial, e se estenderam até o ano 2021 (ciclo tarifário 2020-2021).

Neste contexto, foram avaliadas somente as combinações de mercado, intercâmbio e geração mais críticas para o sistema da região de interesse. Abaixo, são apresentados os cenários escolhidos para as análises, assim como o tempo de permanência estimado para esses cenários.

- Cenário 1: Norte exportador + safra da biomassa, carga leve.
- Cenário 2: Norte exportador + entressafra da biomassa, carga média.
- Cenário 3: Norte importador + safra da biomassa, carga leve.
- Cenário 4: Norte importador + entressafra da biomassa, carga média.
- Cenário 5: Norte importador + entressafra da biomassa, carga leve.

Tabela 4-1 Tempos de permanência dos cenários

Tempos de Permanência				
Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5
18,75%	31,25%	32,61%	10,87%	6,52%

Cumprir notar que os cenários 1 e 3 representam situações extremas em que o estado do Mato Grosso do Sul é exportador de energia, com grande circulação de fluxo pelo sistema. Os cenários 2 e 4 representam a situação inversa em que o estado é importador de energia. O cenário 5 representa a situação extrema em que o sistema do estado está descarregado, dificultando o controle de tensão nos barramentos das subestações.

As contingências simuladas constam da tabela abaixo, e envolveram os principais elementos de Rede Básica e Rede Básica de Fronteira que atendem à região de Paraíso no estado do Mato Grosso do Sul.

Tabela 4-2 Contingências avaliadas

Número	Descrição
1	LT 230 kV Imbirussú-Campo Grande 2
2	LT 230 kV Campo Grande 2 - Chapadão (Alt1 e Alt2)
3	LT 230 kV Campo Grande 2 - Paraíso 2 (Alt3)
4	LT 230 kV Paraíso 2 - Chapadão (Alt3)
5	LT 230 kV Chapadão - Jataí
6	LT 230 kV Chapadão - Inocência
7	LT 230 kV Inocência - Ilha Solteira 2
8	TR 230/138 kV SE Chapadão
9	TR 230/138 kV SE Paraíso 2 (Alt3)

Para o custeamento das novas instalações, foram utilizados os preços referenciais da ANEEL, constantes do Despacho ANEEL nº 1531 de 01/06/2010. Salienta-se que esses valores são de referência, compostos por custos médios de mercado, e utilizados apenas para comparação de alternativas em estudos de planejamento. Foram considerados ainda:

- Custo marginal de expansão (custo de perdas): R\$ 102 / MWh.
- Taxa de desconto: 8% a/a.
- Ano de referência: 2012.
- Tempo de vida útil das instalações: 30 anos.
- Ano horizonte: 2021.

5 SISTEMA ELÉTRICO DE INTERESSE

5.1 Configuração Considerada para o Sistema

As figuras a seguir ilustram a configuração do sistema de transmissão do estado do Mato Grosso do Sul representada nos casos de trabalho do Plano Decenal – Ciclo 2021, e que foi considerada como existente no ano inicial das análises (2015) do estudo “Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul”.

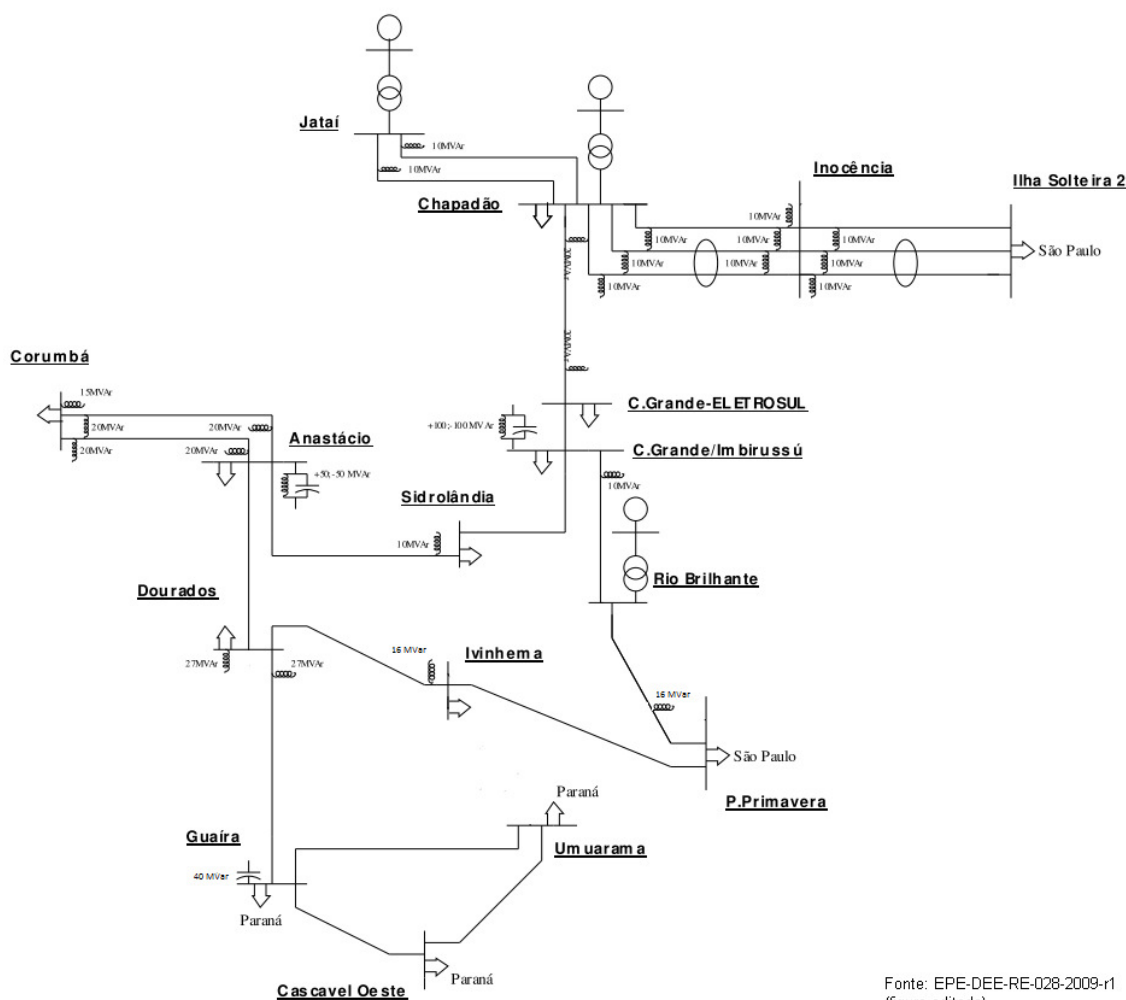


Figura 5-1 Rede Básica do estado do Mato Grosso do Sul



Figura 5-2 Detalhe da malha de 138 kV da região de Paraíso

Ao nível de 230 kV, o sistema elétrico representado é constituído pelas seguintes linhas de transmissão pertencentes à Rede Básica:

Tabela 5-1 Rede Básica do estado

Descrição	
LT 230kV Corumbá – Anastácio C1 e C2	LT 230 kV Inocência – Ilha Solteira 2 C1, C2 e C3
LT 230 kV Anastácio – Sidrolândia	LT 230 kV Anastácio – Dourados
LT 230 kV Sidrolândia – Imbirussú	LT 230 kV Dourados – Ivinhema
LT 230 kV Imbirussú – Campo Grande 2	LT 230 kV Ivinhema – Nova Porto Primavera
LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão	LT 230 kV Imbirussú – Rio Brilhante
LT 230 kV Chapadão – Jataí C1 e C2	LT 230 kV Rio Brilhante – Nova Porto Primavera
LT 230 kV Chapadão – Inocência C1, C2 e C3	LT 230 kV Dourados – Guaíra

Destaca-se que os casos de trabalho utilizados já contemplam as solicitações de acesso da ENERSUL na SE 230 kV Sidrolândia, SE 230 kV Campo Grande 2, SE 230 kV Chapadão e SE 230 kV Ivinhema, formalizadas recentemente pela empresa junto ao ONS.

Ao nível de 138 kV, vale destacar que os casos adotados consideram o desligamento dos elos de interligação entre os estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo, através da abertura da LT 138 kV Ivinhema – Nova Andradina, LT 138 kV Água Clara – Jupiá e LT 138 kV Cassilândia – Paranaíba, todas de propriedade da ENERSUL, e da LT 138 kV Mimoso – Jupiá C1, C2 e C3, que integram as Demais Instalações de Transmissão (DITs), de propriedade da ELETROSUL. Essas ações foram preconizadas nos últimos estudos de planejamento realizados no estado e confirmadas recentemente através de consulta junto à ENERSUL.

5.2 Restrições Físicas das Instalações

Conforme informações da ENERSUL, o estudo apresentado pela Atiaia Energia considerou a viabilidade de implantação de apenas uma entrada de linha em 138 kV na SE 138 kV Paraíso. Não foram consideradas restrições de acesso em 138 kV à SE 230/138 kV Chapadão, visto que essa subestação é nova e recém-implantada. Ressalta-se que o barramento de 138 kV dessa subestação corresponde à ICG 138 kV Chapadão.

6 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

6.1 Visão Geral das Alternativas

As alternativas vislumbradas no estudo “Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul” foram baseadas no histórico das análises realizadas pela EPE no estudo EPE-DEE-RE-028/2009-rev1. Contudo, as alternativas apresentadas neste último estudo tiveram de ser adaptadas em função da disponibilidade de apenas uma entrada de linha em 138 kV na SE 138 kV Paraíso.

De forma geral, dois pontos foram considerados viáveis para a integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante ao sistema a partir do ano 2015: na ICG 138 kV Chapadão, que corresponde ao barramento de 138 kV da SE 230/130 kV Chapadão, e na SE 138 kV Paraíso 2, que é uma subestação nova necessária em função das limitações de espaço para a conexão na SE 138 kV Paraíso.

6.2 Alternativa 1

Essa alternativa contempla a integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante na ICG 138 kV Chapadão a partir do ano 2015, além da implantação da LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão C2 como reforço associado no ano 2017. Os itens abaixo descrevem as obras consideradas para essa alternativa, que é ilustrada na Figura 6-1.

- A PCH Fundãozinho se conecta à ICG 138 kV Chapadão através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM (Linnet), de aproximadamente 90 km.
- A PCH Areado se conecta à PCH Bandeirante através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, de aproximadamente 3 km. Por sua vez, a PCH Bandeirante se conecta à ICG 138 kV Chapadão através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, com cerca de 76 km.

- A LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão C2, em circuito simples, é composta por cabo 2x795 MCM e tem aproximadamente 245 km.

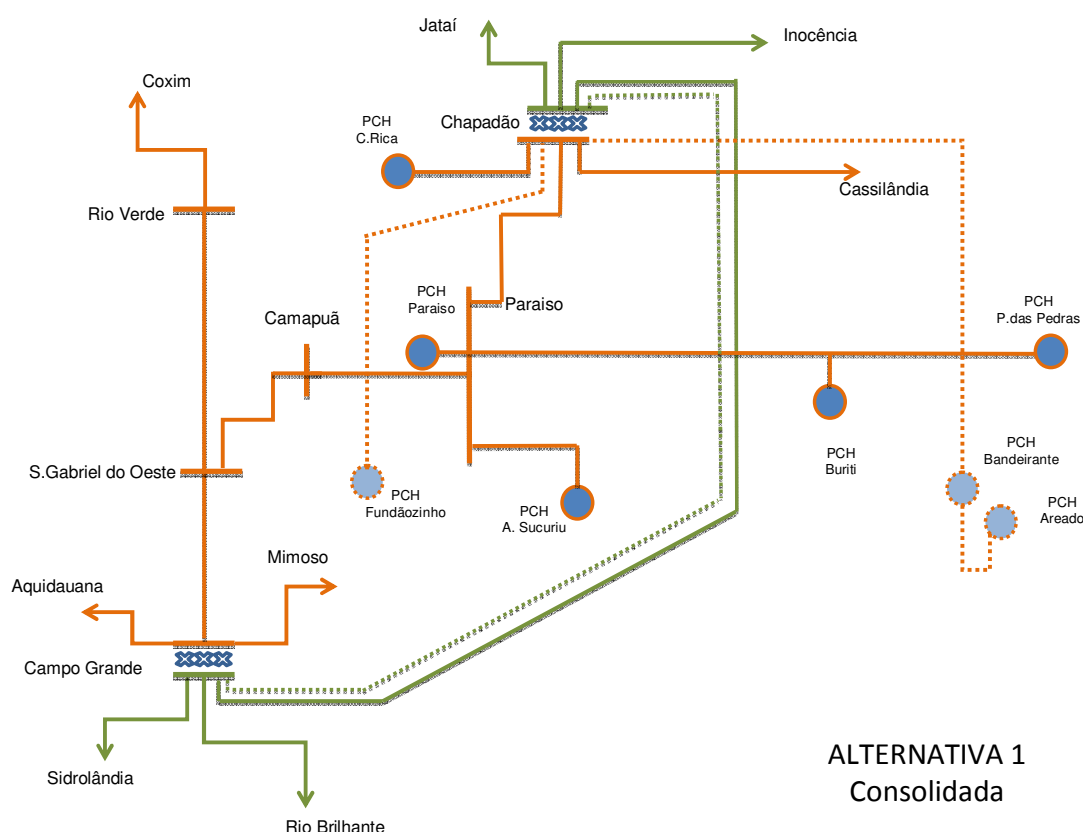


Figura 6-1 Diagrama – Alternativa 1

6.3 Alternativa 2

Essa alternativa contempla a integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante na SE 138 kV Paraíso 2 (nova), que se conecta à SE 138 kV Paraíso (adjacente) a partir do ano 2015, além da implantação da LT 138 kV Paraíso 2 – Chapadão como reforço associado nesse mesmo ano e da LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão C2 no ano 2016. Os itens abaixo descrevem as obras consideradas para essa alternativa, que é ilustrada na Figura 6-2.

- A PCH Fundãozinho se conecta à SE 138 kV Paraíso 2 através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM (Linnet), de aproximadamente 20 km.

- A PCH Areado se conecta à PCH Bandeirante através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, de aproximadamente 3 km. Por sua vez, a PCH Bandeirante se conecta à SE 138 kV Paraíso 2 através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, com cerca de 80 km.

- A LT 138 kV Paraíso 2 – Chapadão, em circuito simples, é composta por cabo 1x336 MCM e tem aproximadamente 55 km.

- A integração da SE 138 kV Paraíso 2 com a SE 138 kV Paraíso é feita através de uma linha em 138 kV, em circuito simples e cabo 1x795 MCM (Drake), de aproximadamente 1 km.

- A LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão C2, em circuito simples, é composta por cabo 2x795 MCM e tem aproximadamente 245 km.

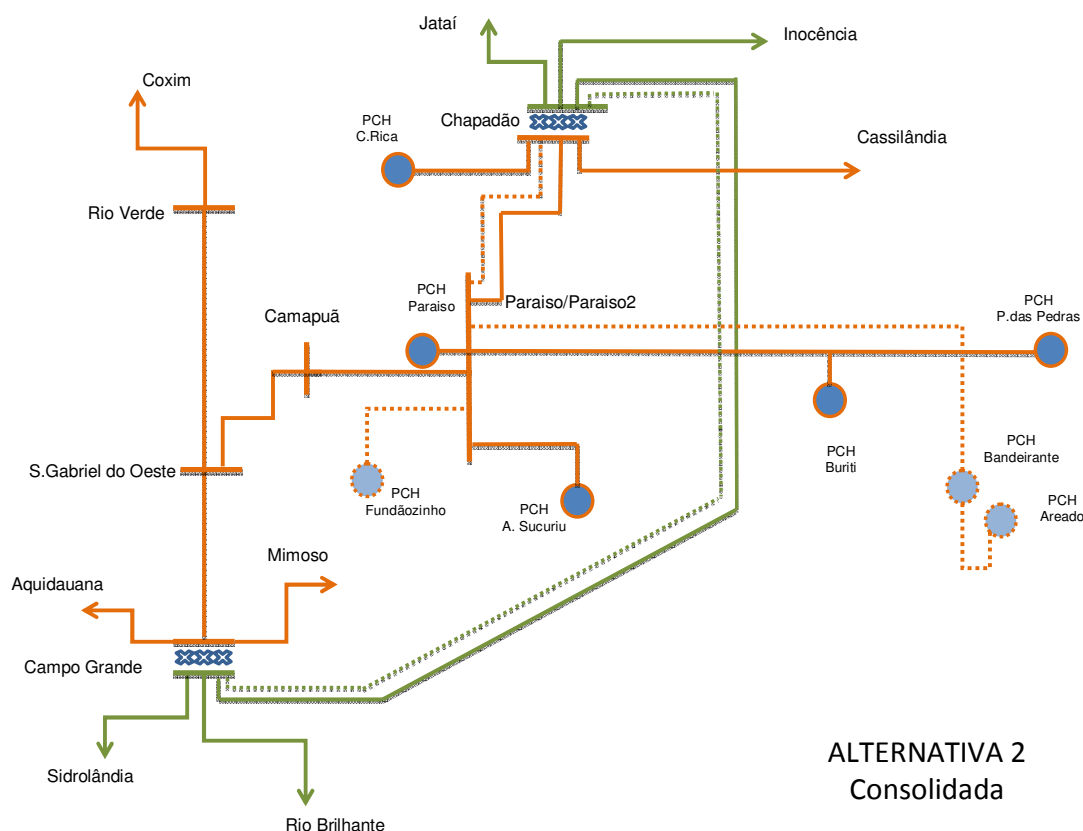


Figura 6-2 Diagrama – Alternativa 2

6.4 Alternativa 3

Essa alternativa contempla a integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante na SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova), que se conecta à SE 138 kV Paraíso (adjacente) a partir do ano 2015, além da LT 230 kV Paraíso 2 – Chapadão C2 como reforço associado nesse mesmo ano e a da LT 230 kV Campo Grande 2 – Paraíso C2 no ano 2018. Cumpre notar que a ENERSUL manifestou interesse em acessar a nova subestação assim que ela entrar em operação. Os itens abaixo descrevem as obras consideradas para essa alternativa, que é ilustrada na Figura 6-3.

- A PCH Fundãozinho se conecta à SE 230/138 kV Paraíso 2 através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM (Linnet), de aproximadamente 20 km.

- A PCH Areado se conecta à PCH Bandeirante através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, de aproximadamente 3 km. Por sua vez, a PCH Bandeirante se conecta à SE 230/138 kV Paraíso 2 através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, com cerca de 80 km.

- Ao nível de 230 kV, a SE 230/138 kV Paraíso 2, composta por dois autotransformadores trifásicos 230/138 kV de 150 MVA cada, se integra ao sistema a partir do seccionamento da LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão através de um circuito duplo, com cabo 2x795 MCM, de 30 km. Ao nível de 138 kV, o acesso da ENERSUL a essa subestação se dá através da LT 138 kV Paraíso 2 – Paraíso, em circuito simples e cabo 1x795 MCM (Drake), de aproximadamente 1 km.

- Em função do seccionamento da LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão pela SE 230/138 kV Paraíso 2, é preciso deslocar o reator de linha de 20 Mvar da SE 230/138 kV Chapadão para a SE 230/138 kV Paraíso 2.

- A LT 230 kV Paraíso 2 – Chapadão C2, em circuito simples, é composta por cabo 2x795 MCM e tem aproximadamente 85 km.

- A LT 230 kV Campo Grande 2 – Paraíso 2 C2, em circuito simples, é composta por cabo 2x795 MCM e tem aproximadamente 220 km.

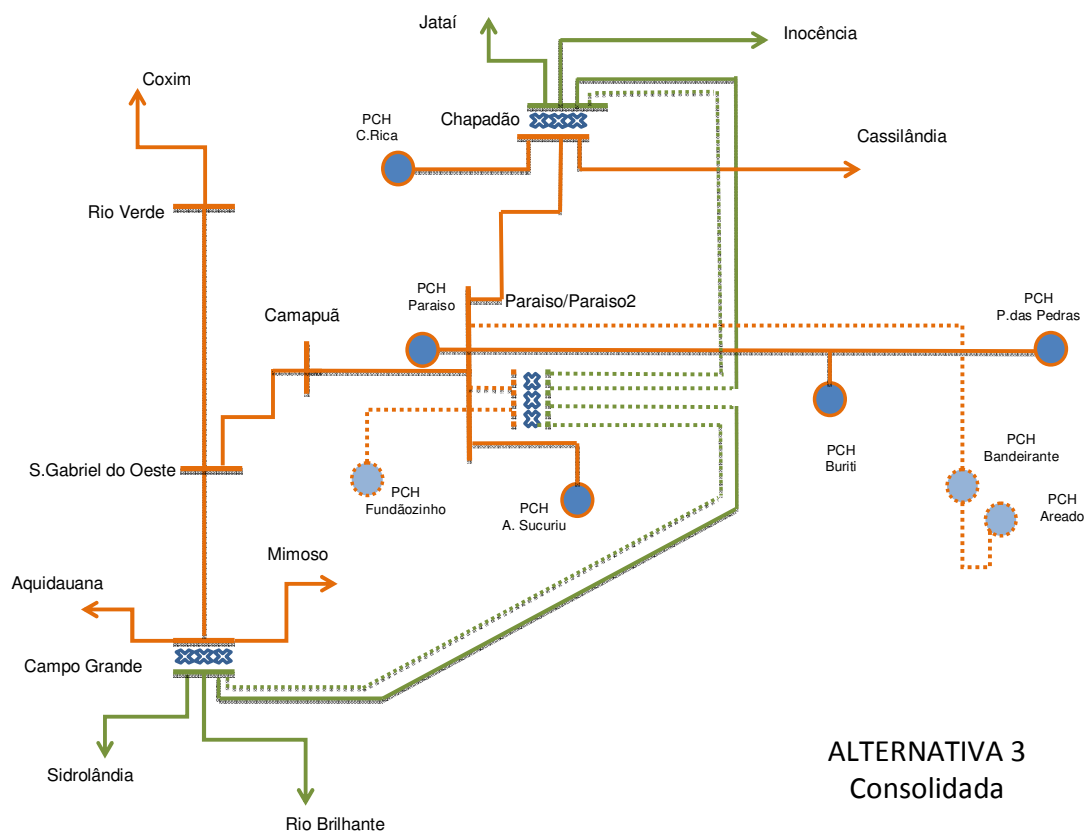


Figura 6-3 Diagrama - Alternativa 3

7 ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA

7.1 Desempenho Técnico

O desempenho elétrico das alternativas foi satisfatório para os cenários apresentados no estudo “Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul” (combinações de mercado, intercâmbio e geração mais críticas para o sistema da região de Paraíso). Não foram verificadas violações de tensão nem de carregamento, quer seja em regime normal de operação ou em contingências.

7.2 Comparação Econômica

Com base nos custos relativos às obras vislumbradas para as alternativas avaliadas, apurou-se o valor presente e os rendimentos necessários dos investimentos envolvidos. Os valores obtidos são apresentados, respectivamente, na Tabela 7-1 e na Tabela 7-2.

Tabela 7-1 Valor presente das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Percentual	Diferença
1	132.539,14	100%	0%
2	153.051,27	115%	15%
3	190.115,00	143%	43%

Tabela 7-2 Rendimentos necessários das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Percentual	Diferença
1	45.585,81	100%	0%
2	58.258,81	128%	28%
3	66.418,66	146%	46%

A Tabela 7-3 indica os custos, a valor presente, das perdas elétricas associadas a cada uma das alternativas, bem como o diferencial entre esses custos.

Tabela 7-3 Perdas elétricas das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Custos Diferencial (R\$ x 1000)
1	16.644.062,01	24.559,70
2	16.660.524,56	41.022,25
3	16.619.502,31	0,00

Por fim, a tabela abaixo indica os custos globais das alternativas, obtidos somando-se os rendimentos necessários dos investimentos das alternativas ao diferencial do valor das perdas elétricas.

Tabela 7-4 Custos totais das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Percentual	Diferença
1	70.145,51	106%	6%
2	99.281,06	149%	49%
3	66.418,66	100%	0%

Como pode ser visto, a Alternativa 3, com a conexão das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante na SE 138 kV Paraíso 2 (nova), foi a que apresentou os menores custos globais, sendo cerca de 6 % e 49 % mais econômica em relação às alternativas 1 e 2, respectivamente, apesar dos custos de investimento mais elevados. Nesse caso, prevaleceram os benefícios trazidos pelas perdas elétricas inferiores.

8 OTIMIZAÇÃO DA ALTERNATIVA VENCEDORA

8.1 Descrição da Alternativa 4

Após a obtenção dos resultados preliminares do estudo “Análise da Integração das PCHs Fundãozinho, Areado e Bandeirante e conexão da ENERSUL na região de Paraíso no Estado do Mato Grosso do Sul”, descritos no capítulo anterior, a Atiaia Energia efetuou novas análises para otimizar o sistema de conexão das usinas citadas à nova SE 230/138 kV Paraíso 2.

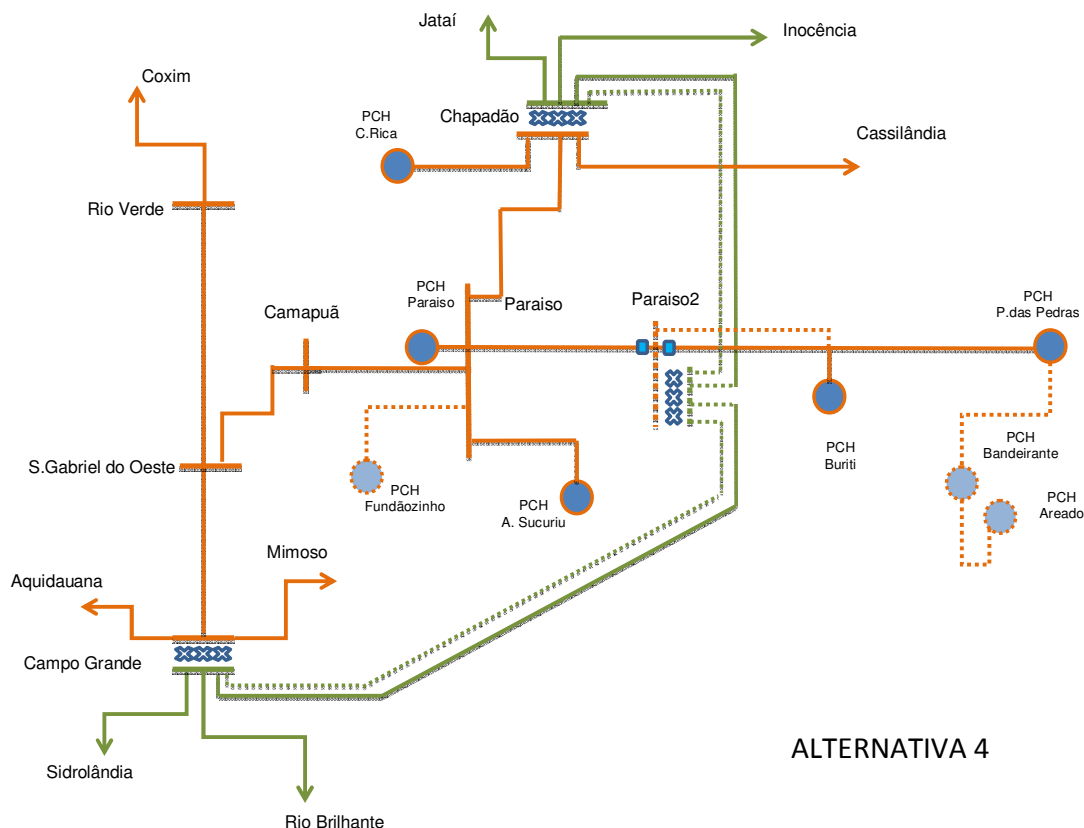
Nesse contexto, a empresa reavaliou a forma de integração da nova SE 230/138 kV Paraíso 2 ao sistema, neste caso, a partir do seccionamento simultâneo da LT 230 kV Campos Grande 2 – Chapadão e da LT 138 kV Buriti – Paraíso, de propriedade do grupo, no ponto de cruzamento entre as linhas (19° 15' 48.53" S e 52° 51' 54.06" W). Com isso, o único vão de linha em 138 kV disponível na SE 138 kV Paraíso ficaria disponível para a conexão da PCH Fundãozinho, implicando em distâncias menores para a conexão dessa usina.

Complementarmente, a Atiaia Energia propôs que a integração do bloco PCH Areado – PCH Bandeirante fosse efetuada no barramento de 138 kV da subestação 138 kV da PCH Porto das Pedras, também de propriedade do grupo, o que também acarretaria distâncias menores para a conexão dessas usinas. Contudo, essa medida requer a implantação da LT 138 kV Buriti – Paraíso C2 como reforço associado.

Os itens abaixo descrevem as obras consideradas para essa alternativa, que corresponde a uma otimização da Alternativa 3. A Figura 8-1 ilustra a nova alternativa.

- A PCH Fundãozinho se conecta à SE 138 kV Paraíso através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM (Linnet), de aproximadamente 20 km.

- A PCH Areado se conecta à PCH Bandeirante através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, de aproximadamente 3 km. Por sua vez, a PCH Bandeirante se conecta à subestação 138 kV da PCH Porto das Pedras através de uma linha de transmissão 138 kV, em circuito simples e cabo 1x336 MCM, com cerca de 7 km.
- A LT 138 kV Buriti – Paraíso 2 C2, em circuito simples, é composta por cabo 1x336 MCM e tem aproximadamente 24 km.
- A LT 230 kV Campo Grande 2 – Paraíso 2 – Chapadão C2, em circuito simples, é composta por cabo 2x795 MCM e tem aproximadamente 300 km.



ALTERNATIVA 4

Figura 8-1 Diagrama – Alternativa 4

8.2 Comparação Econômica

Com base nos custos relativos às obras vislumbradas para a Alternativa 4, apurou-se o valor presente e os rendimentos necessários dos investimentos envolvidos. Os valores obtidos para essa alternativa, bem como os apresentados anteriormente para a Alternativa 3, são indicados, respectivamente, na Tabela 8-1 e na Tabela 8-2.

Tabela 8-1 Valor presente das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Percentual	Diferença
3	204.057,71	120%	20%
4	169.948,10	100%	0%

Tabela 8-2 Rendimentos necessários das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Percentual	Diferença
3	69.893,84	122%	22%
4	57.237,26	100%	0%

A Tabela 8-3 indica os custos, a valor presente, das perdas elétricas associadas às alternativas 3 e 4, bem como o diferencial entre esses custos.

Tabela 8-3 Perdas elétricas das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Custos Diferencial (R\$ x 1000)
3	16.619.502,31	1.181,68
4	16.618.320,64	0,00

Por fim, a tabela abaixo indica os custos globais das alternativas 3 e 4, obtidos somando-se os rendimentos necessários dos investimentos das alternativas ao diferencial do valor das perdas elétricas.

Tabela 8-4 Custos totais das alternativas

ALT	Custos (R\$ x 1000)	Percentual	Diferença
3	71.075,52	124%	24%
4	57.237,26	100%	0%

Como pode ser visto, a Alternativa 4 foi a que apresentou os menores custos globais, sendo cerca de 24 % mais econômica em relação à Alternativa 3. Nesse caso, prevaleceram os benefícios trazidos pela redução em investimentos.

Diante do exposto, a Alternativa 4 foi considerada a alternativa vencedora do estudo. Vale destacar que essa alternativa apresenta um investimento total, a valor presente, da ordem de R\$ 170 milhões, dos quais cerca de R\$ 44 milhões são referentes a custos de conexão exclusivos da Atiaia Energia.

8.3 Comentários Finais

A Alternativa 4 é interessante para a Rede Básica pois evita a implantação de um circuito duplo em 230 kV de 30 km para o seccionamento da LT 230 kV Campo Grande 2 – Chapadão na SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova), como ocorre na Alternativa 3 (na Alternativa 4, a nova subestação fica logo abaixo dessa linha).

Ressalta-se que essa configuração também é atrativa para a ENERSUL pois, de modo análogo à Alternativa 3, assegura o suprimento, com qualidade, do crescente mercado da região de Paraíso (interligação do ponto novo com a SE 230/138 kV Chapadão), além de viabilizar a integração das usinas citadas ao seu sistema sem a necessidade de grandes reforços

Do ponto de vista da Atiaia Energia, essa proposta traz grandes benefícios pois não só minimiza o custo do sistema de conexão de suas usinas, mas também viabiliza a sua integração antes da entrada em operação da SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova). Contudo, cumpre destacar que, em função dos elevados carregamentos verificados na LT 138 kV Paraíso – Chapadão, o despacho total desse grupo teria de ficar restrito a cerca de 5 MW até a implantação da SE 230/138 kV Paraíso 2 (nova).

9 REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica, 01 de junho de 2010. Despacho no 1531 (banco de preços).
- [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] EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2005. Diretrizes para elaboração dos relatórios técnicos referentes às novas instalações da rede básica (EPE-DEE-RE-001/2005-R1).
- [4] EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2008. Planejamento da Expansão do Sistema de Transmissão – Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás: Integração das Usinas Térmicas a Biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (EPE-DEE-RE-109/2008-rev4).
- [5] EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2009. Planejamento da Expansão do Sistema de Transmissão – Reforços Estruturais para o Mato Grosso do Sul (EPE-DEE-RE-028/2009-rev1).
- [6] ONS. Operador Nacional do Sistema, 2010. Procedimentos de Rede (submódulo 3.6, revisão 1.1).