



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO VII**

**GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL**

**A EXPERIÊNCIA DO PROJETO MADEIRA E POSSÍVEIS APLICAÇÕES NOS ESTUDOS  
DE INTEGRAÇÃO DE GRANDES USINAS DA AMAZÔNIA**

**Edna Maria de A. Araujo EPE(\*)**  
**Paulo Cesar Esmeraldo – EPE**

**Sebastião Vidigal F.Junior -CEMIG**

**Luiza Maria Carijó - FURNAS**

**Dourival de Souza Carvalho Jr. - EPE**

**Débora R.Ribeiro Penido Araujo - Eletrobrás**

**RESUMO**

O artigo apresenta a experiência obtida na elaboração dos estudos de integração, ao Sistema Interligado Nacional, das usinas Jirau e Santo Antônio, situadas no rio Madeira. Esses dois aproveitamentos somam 6450 MW de potência instalada e distam do seu principal sistema receptor (região sudeste do Brasil) cerca de 2500 km. O trabalho procura dar ênfase às particularidades encontradas na elaboração de um estudo de transmissão desse porte, que envolve ineditismos, desde a fase de concepção das alternativas até a efetivação do leilão do empreendimento. Espera-se, dessa forma, contribuir para os novos estudos de planejamento que serão desenvolvidos nos próximos anos.

**PALAVRAS-CHAVE**

Transmissão de Jirau e Santo Antônio, Integração das usinas do Madeira, Transmissão em longa distância, Integração de usinas, Transmissão em CCAT

**1.0 - INTRODUÇÃO / OBJETIVO**

Com a exploração dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia Amazônica, os sistemas de transmissão de longas distâncias tendem a se multiplicar, o que pode ser esperado a partir das distâncias das futuras usinas a possíveis sistemas receptores, como mostrado na figura 1, e novos estudos, semelhantes aos de integração das usinas do rio Madeira, deverão ser desenvolvidos no curto prazo. Várias peculiaridades e dificuldades encontradas nos estudos das usinas do rio Madeira, provavelmente irão se repetir, daí o objetivo deste trabalho: apresentar a experiência adquirida nesses estudos, de forma a contribuir com o processo de planejamento, registrando os problemas e as soluções encontradas para evitar ou, pelo menos, minimizar os impactos previstos.

**2.0 - HISTÓRICO**

Os estudos de integração das usinas Jirau e Santo Antônio iniciaram-se no segundo semestre de 2005 e tiveram a participação de 10 empresas, reunindo sob a coordenação da EPE, mais de 30 técnicos de experiência no setor. Em novembro de 2006, o grupo finalizou a primeira etapa dos estudos com a identificação da alternativa de mínimo custo global, recomendando uma solução em corrente contínua (CC) com 2 bipolos, como a de menor custo, entre 16 alternativas estudadas.

No final de 2007, o grupo retomou os trabalhos com o objetivo de indicar para licitação, além dessa alternativa CC de menor custo, pelo menos uma solução em corrente alternada (CA). Essa estratégia representou um cuidado

adicional do Ministério de Minas e Energia (MME) e da ANEEL em buscar a modicidade tarifária, uma vez que não se tinha no Brasil experiências recentes com relação aos custos de equipamentos associados à tecnologia em CC.

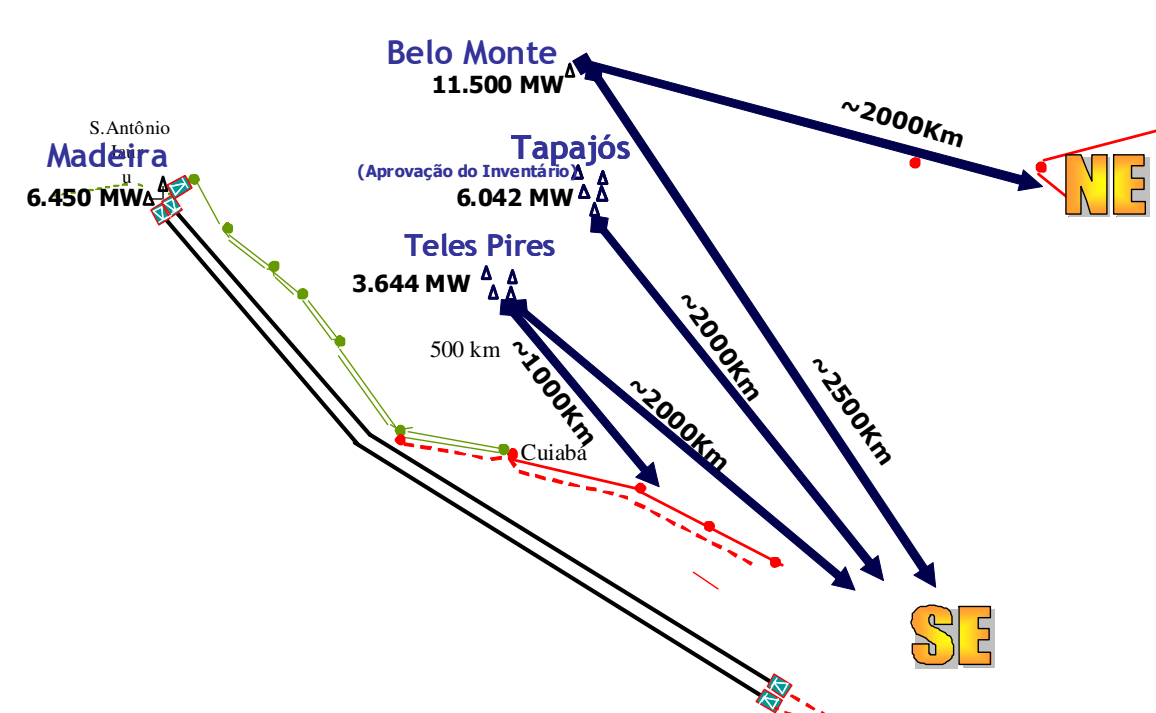


FIGURA 1 – Algumas rotas possíveis para a integração das novas usinas

Foram então reavaliadas as alternativas com soluções em corrente alternada que apresentaram o melhor desempenho técnico-econômico nas análises. Soluções puramente CA em 500 kV foram descartadas pois, para essas distâncias, apresentavam perdas muito elevadas no tronco de transmissão, cerca de 17% da potência transmitida, ou seja, mais de 1000 MW de perdas, nos cenários mais críticos.

Nessa fase de detalhamento então, foram reavaliadas soluções em 765 kV, variando números de circuitos, bitolas de cabos e percentual de compensação série das linhas. Como os investimentos dessas alternativas eram muito elevados, decidiu-se reavaliar também alternativas híbridas (CC±600KV e CA500KV).

A configuração de 765 KV indicada no relatório de Estudo de Viabilidade Técnico-econômica e Socioambiental (R1) [ref. 1 e 2], ao ser avaliada nos estudos de Detalhamento da Alternativa de Referência (R2) [ref. 3], apresentou problemas de desempenho técnico, ou seja, com risco de elevadas sobretensões sustentadas durante manobra de rejeição de carga. Rejeições simultâneas das 3 linhas de 765 kV em trechos próximos à SE de Araraquara, resultaram em sobretensões elevadas e níveis de energia dissipados nos para-raios incompatíveis com a capacidade de absorção desses equipamentos, mesmo quando se elevou bastante o número de colunas em paralelo. Para resolver esses problemas, uma nova configuração de circuitos deveria ser avaliada, o que demandaria mais tempo e possivelmente, maiores investimentos. Como o prazo de análise não podia ser dilatado, não foi possível realimentar o relatório R1 para que se indicasse uma nova configuração.

Dessa forma, decidiu-se enviar 2 alternativas para serem leiloadas: Alternativa CC com 2 bipolos pois se apresentou como a de menor custo e a Alternativa Híbrida com 1 bipolo e 2 linhas de 500 kV, que dentre as soluções que contemplavam tecnologia CA foi a de menor custo.

Considerando essas duas etapas, foram aproximadamente 2 anos de trabalho, englobando desde a fase de concepção de alternativas, até a fase de apoio na preparação dos editais do leilão dos empreendimentos.

Além da distância das usinas aos sistemas receptores, o ineditismo com relação a esse processo de leilão com 2 alternativas de transmissão, e os exíguos prazos durante algumas fases, geraram novos desafios, para cuja superação foram adotadas simplificações e premissas, foram acrescentadas adaptações e metodologias, adequando, assim, o processo de planejamento até então existente.

A seguir, nos próximos itens do artigo, serão discutidos os pontos críticos e as principais constatações desse processo de execução dos trabalhos.

### 3.0 - TECNOLOGIA DE TRANSMISSÃO

A escolha das tecnologias a serem aplicadas em um estudo de definição da transmissão depende das características específicas do sistema a ser atendido, tais como potência a ser transmitida, distâncias envolvidas, limitações ambientais, confiabilidade requerida, etc. Nos casos de sistemas de transmissão a longa distância, deve-se estudar além das tecnologias convencionais em corrente contínua ( $\pm 500$  ou  $\pm 600$  kV) e alternada (500 ou 750 kV), novas tecnologias já aplicadas no mundo, tais como  $\pm 800$  kV CC e 1000 kV CA.

Além disso, espera-se do Planejamento, através da EPE e dos demais agentes de transmissão, um incentivo ao desenvolvimento de tecnologias inéditas que poderão e deverão ser avaliadas como alternativas de transmissão. Assim, contatos com especialistas, centros de pesquisa e universidades são muito importantes nessa fase, para garantir o exame amplo e cuidadoso de suas repercussões sócio-econômicas e ecológicas além de sua factibilidade. Nesse contexto, pode-se citar a possibilidade de transmissão de hidrogênio produzido por eletrólise junto às usinas, no período úmido, para alimentar usinas térmicas nos grandes centros de carga, no período seco.

A transmissão em meia onda também representa um exemplo de tecnologia inédita bastante interessante, tendo em vista a simplicidade das instalações de transmissão e eliminação dos equipamentos de compensação reativa. Avaliações econômicas preliminares com base nas informações disponíveis consideradas para as alternativas CC e Híbrida, feitas pelo grupo de estudos da transmissão do Madeira, mostraram que essa tecnologia pode apresentar custos competitivos em relação às tecnologias convencionais de corrente alternada e de corrente contínua, apesar das variações significativas dos custos de perdas com a variação da potência transmitida. Salienta-se, no entanto, que essa tecnologia não entrou como alternativa para transmissão das usinas do rio Madeira, basicamente pelos motivos a seguir:

- Não ter sido suficientemente estudada pelos agentes do setor elétrico nacional. Muitas avaliações foram feitas apenas no meio acadêmico, e tecnologias inéditas demandam maior prazo de maturação e precisam ser compartilhadas e validadas pelo setor.
- Não existir instalação em operação no mundo, mesmo em países em franco crescimento energético, como a China, Índia e Rússia, que apresentam longas distâncias de transmissão compatíveis com a transmissão em meia onda (da ordem de 2500 a 3000 km)
- Dependência de uma potência de transmissão próxima do SIL para garantir o bom desempenho da transmissão. Como a disponibilidade de geração das usinas do rio Madeira no período úmido pode chegar a 6 vezes a do período seco, vislumbravam-se problemas técnicos e limitações tais como perdas elevadas e possibilidade de ocorrer sobretensões proibitivas.

Espera-se que, para os próximos estudos, o setor tenha elementos suficientes para analisar outras tecnologias de transmissão como alternativas de expansão. Também para as tecnologias convencionais, de corrente contínua e corrente alternada, inovações e otimizações deverão ser avaliadas, tais como utilização de tensão de  $\pm 800$  kV, feixes com maior número de condutores, configurações de torres otimizadas para linhas de potência natural elevada (LPNE), condutores de maiores bitolas, etc. Tudo isso com o objetivo de reduzir custos, mas garantindo o mesmo desempenho técnico, índices de confiabilidade, menores perdas e menores impactos ambientais, que possam tornar essas tecnologias competitivas no processo de leilão.

### 4.0 - INSERÇÃO REGIONAL

A definição de subestações coletoras, de sistemas receptores e do atendimento regional é primordial para aproveitamentos que se localizam em regiões remotas e que não possuem carga suficiente para absorver toda geração disponível. A subestação coletora deverá estar situada num ponto estratégico, onde os custos de investimentos e perdas das conexões sejam minimizados (mínimo custo global) e, de preferência, onde haja infraestrutura, ou seja, próxima a estradas, manchas urbanas etc.

Torna-se necessário verificar os sistemas de atendimento previstos para a alimentação local, nos horizontes de curto, médio e longo prazos. A transferência deverá ser do excedente de potência gerado, portanto reforços deverão ser definidos de forma a garantir prioridade ao atendimento regional local e, caso necessário, ao longo da rota de transmissão a ser implantada.

Nessa fase, é essencial uma interação com a comunidade local, com as Transmissoras e/ou Distribuidoras para garantir a melhoria da inserção regional. É importante também a divulgação de todo o processo, explicitando capacidades e horizontes de atendimento, para reafirmar a transparência dos estudos que estejam sendo realizados.

Os estudos de integração das usinas do rio Madeira, por exemplo, dedicaram grande esforço e tempo na definição dos reforços para atendimento local. A previsão de 2 conversoras *back-to-back* na SE Coletora Porto Velho, com previsão para expansão de mais um bloco de 400 MW, associada ao aumento de intercâmbio via Rede Básica de 230 kV de Mato Grosso, garante à região uma capacidade de atendimento equivalente a 2 vezes a carga atual,

possivelmente até o ano de 2030, dependendo da taxa de crescimento do mercado dos estados do Acre e Rondônia.

Para atendimento às necessidades de escoamento do excedente de geração das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) do estado de Mato Grosso, previstas para o horizonte até 2016, a alternativa CC contemplou reforços de mais uma linha de 500 kV do eixo Cuiabá-Ribeirãozinho-Rio Verde Norte além da implantação LT Jauru-Cuiabá 500 kV a ser licitada.

Apesar desses cuidados com o sistema regional, a interação com os técnicos locais aconteceu apenas no final do processo. Nesse período, interesses regionais e restritos, desprovidos de conhecimento específicos dos processos e critérios de planejamento nacionais, geraram uma reação contrária muito grande, com argumentos e reclamações totalmente infundadas, que atrasaram o processo e provocaram divergências desnecessárias.

Assim, para garantir uma maior sintonia, é importante que desde o início dos estudos sejam feitos contatos para apresentação do desenvolvimento dos estudos, permitindo uma discussão com os técnicos de entidades locais. Isso garantiria maior transparência e convergência das soluções a serem propostas, mas sempre respeitando os critérios e premissas praticados no setor.

A participação e o apoio do MME nessa etapa foi e é de suma importância, uma vez que podem existir interesses regionais e políticos que não sejam coerentes com as recomendações técnicas, baseadas no ótimo global, para a sociedade e para o país.

## 5.0 - CÁLCULO DAS PERDAS

Para estimativa das perdas diferenciais entre as alternativas, foi utilizada a geração esperada nas usinas do Rio Madeira em função da ativação prevista para os dois empreendimentos e da sua produtividade. Foram utilizadas então as médias das vazões do histórico da Agência Nacional de Águas (ANA) a partir de 1972. Com base nesse levantamento foram feitas estimativas da geração mensal esperada para os cronogramas oficiais constantes nos certames dos leilões das usinas (figura 5).

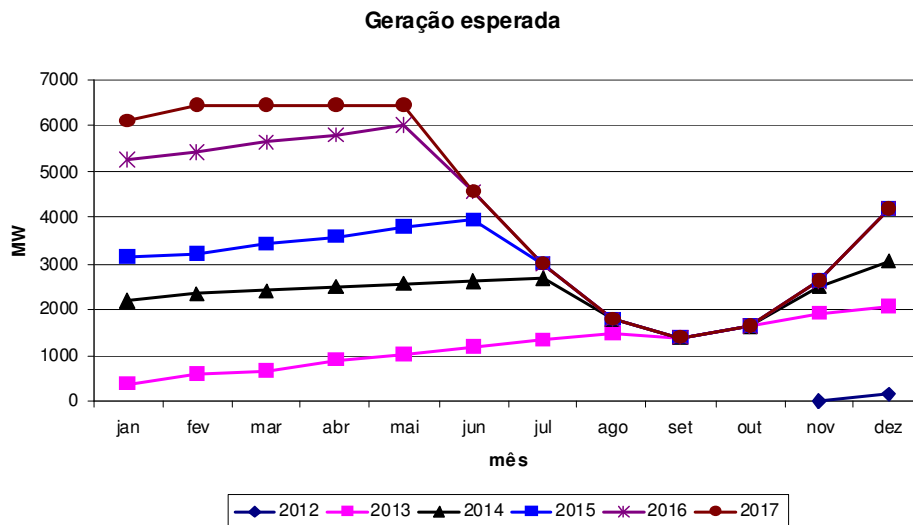


FIGURA 5 – Geração média esperada para as duas usinas

Para a determinação do custo global das alternativas, foram considerados seis cenários de despacho de geração para patamares de carga pesada e carga leve. Além disso, por se tratar de tecnologias distintas, foram consideradas as perdas em transformadores e equipamentos de compensação reativa na parte CA e as perdas nas instalações de corrente contínua, características não consideradas em estudos anteriores. Foram então consideradas:

- Perdas por conversora: Segundo informações dos fabricantes, 0,75% variáveis com a potência e 0,15% fixas em relação à capacidade nominal. Com relação às perdas variáveis do *back-to-back*, incluiu-se as perdas dos compensadores síncronos como 0,5% da potência passante totalizando 2%;
- Perdas nos reatores: Valores de perdas constantes em relação ao carregamento e correspondem a 3,33% da sua potência. Para os reatores em derivação de barra, manobráveis, as perdas foram determinadas considerando os reatores em operação durante 5 meses do ano (42% do tempo);

- Perdas na transformação 765/500 kV a partir do fator de qualidade destes equipamentos, considerando um fator de qualidade de 50 (relação X/R).

As perdas foram então calculadas, ponderando os resultados de fluxo de potência pelo tempo de permanência de cada cenário. Dessa forma o sinal de perda no custo global levou em consideração a interação com o SIN, favorecendo as tecnologias de menores perdas sistêmicas.

## 6.0 - CUSTOS DE REFERÊNCIA

As bases de custos disponíveis no setor não são suficientes para a comparação econômica das alternativas, principalmente quando se trata de tecnologias distintas.

Para a elaboração das análises econômicas das alternativas do Madeira, várias complementações e adequações, com relação a consultas a fabricantes e aos resultados dos leilões até então realizados, tiveram que ser implementadas.

Em primeiro lugar, foi necessário fazer diversos levantamentos de custos entre os fabricantes de equipamentos de corrente contínua e de corrente alternada em 765 kV, para que a base de dados disponível [4] fosse complementada ou atualizada, uma vez que a último empreendimento com estes níveis de tensão ocorreram há mais de 25 anos.(Sistema de Itaipu). Pode-se citar, por exemplo, a obtenção de custos de conversoras e de equipamentos de compensação de potência reativa, tais como estáticos e capacitores série, esses últimos utilizados largamente nas alternativas de corrente alternada.

De posse das informações dos fabricantes, foram calculados valores médios sobre os quais foram aplicadas taxas e sobrecustos, incluindo impostos, para garantir o atendimento de premissas específicas de reserva e sobrecarga, além de considerações sobre impostos.

Várias metodologias foram utilizadas para atualização e comparação dos custos, conforme apresentado a seguir, de forma a garantir o objetivo principal dos trabalhos do relatório de geração e escolha de alternativas (R1), ou seja, definir com maior segurança a alternativa de mínimo custo global. Foram utilizadas três metodologias para a determinação dos custos de investimentos em equipamentos e instalações:

- Custos referenciais do banco de dados da Eletrobras, junho de 2004 [4];
- Custos Aneel, de acordo com a Resolução 181, que atualiza os custos Eletrobras de jun/2004 com as variações do dólar e do IGPM e aplicam descontos médios (referentes aos deságios) em função dos resultados dos leilões realizados.
- Custos referenciais do banco de dados da Eletrobras, fazendo-se sensibilidades quanto a redução dos dos equipamentos AC e linha DC.

O gráfico apresentado na figura 2, a seguir, mostra uma comparação dos resultados dos custos globais (investimento + perdas), obtidos para as 3 metodologias. Como a alternativa em CC apresentava sempre os menores custos, foi elaborada uma análise de sensibilidade, buscando de quanto precisariam ser os descontos e consequentemente os deságios na parte CA, para que alternativas em CA se tornassem mais baratas que as alternativas em CC. O gráfico da figura 3, mostra que seria necessário um desconto de aproximadamente 50% para que a alternativa em 765 kV empatasse com a alternativa em CC, mantendo fixo o custo das conversoras CC.

Para a etapa de detalhamento, a Eletrobras já havia emitido um novo custo referencial (ELT06) [5], que também foi utilizado na comparação das alternativas e apresentou resultados similares, conforme apresentado da figura 4.

Os custos das linhas de transmissão, tanto em CC quanto em CA, foram calculados pelo CEPEL e foram baseados no custo referencial da Eletrobras, com 20% de torres autoportantes e 80% estaiadas

Para o orçamento das conversoras, compensadores estáticos e capacitores série, foram utilizados valores médios obtidos através de coleta de preços junto aos fabricantes, considerando relação cambial e acréscimos dos seguintes percentuais:

- Impostos = 37%;
- Taxas de administração = 5%;
- Eventuais = 10%;

Foram considerados os seguintes custos extras:

- Transformadores reserva (2 unidades monofásicas por bipolo, 1 unidade por estação conversora), orçados como 5% do investimento da conversora ou conforme informação do fabricante;

De acordo com informações dos fabricantes, após a instalação do primeiro bipolo, os subseqüentes, desde que fornecidos pelo mesmo fabricante, poderiam ter um desconto de 10%. Essa consideração, no entanto, não foi utilizada no trabalho, tendo em vista que os bipolos poderiam ser leiloados separadamente, o que de fato ocorreu.

Os resultados desse esforço em detalhar e fazer diversas sensibilidades mostraram-se eficazes pela segurança na definição da alternativa recomendada e foram confirmados pelos resultados do leilão.

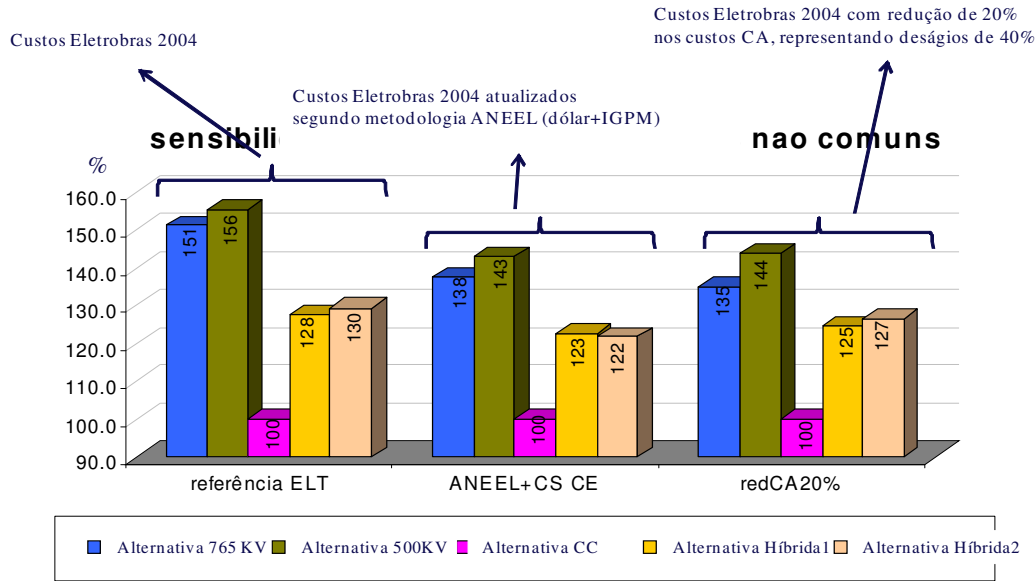


FIGURA 2 – Compara custo global aplicando diferentes metodologias de atualização

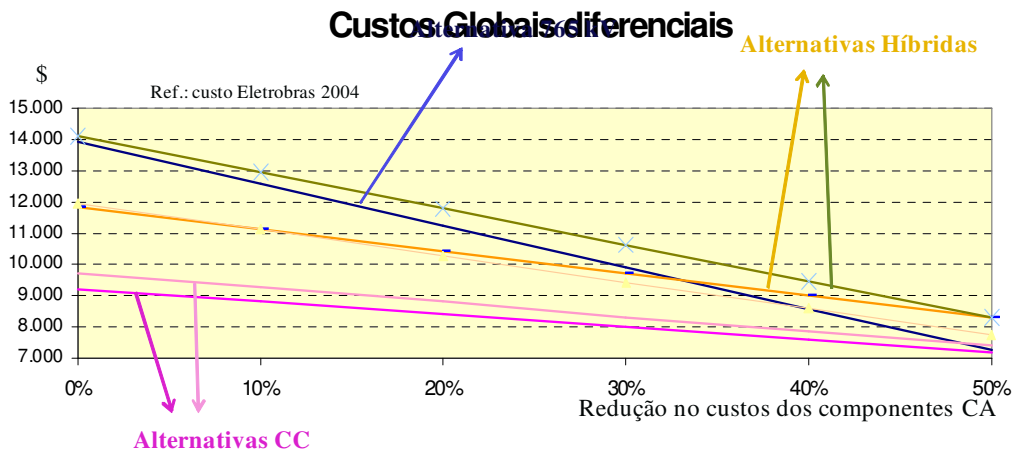


FIGURA 3 – Compara custo global aplicando fatores de redução nos custos CA

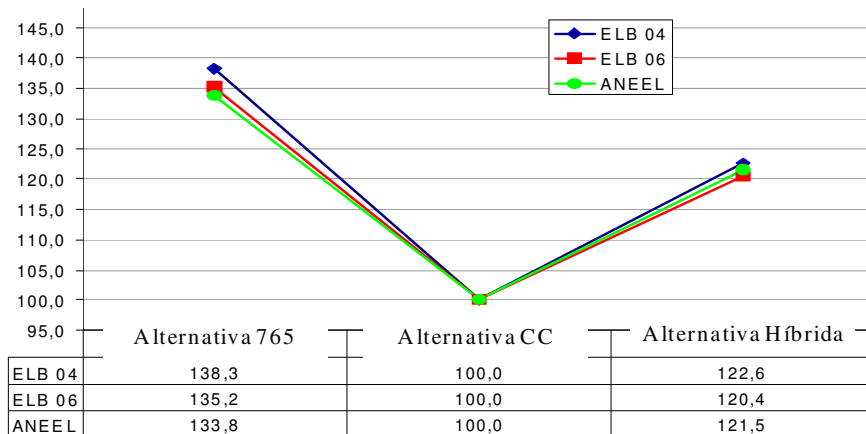


FIGURA 4 – Compara custo global (%) aplicando diferentes custos básicos

## 7.0 - ESTRATÉGIAS DE LEILÃO

Das dezenas de alternativas propostas inicialmente, 16 apresentaram-se mais promissoras do ponto de vista técnico e econômico, e foram analisadas de forma mais detalhada, considerando os possíveis cenários de carga e geração, variações de perdas e bases de custo (análise técnica e econômica). A que apresentou melhor desempenho foi a alternativa que contempla 2 bipolos em corrente contínua,  $\pm 600$  kV, ligando a SE Coletora Porto Velho à SE Araraquara. Por questões conjunturais e estratégicas, já comentadas neste trabalho, e para aumentar a competitividade do leilão, foram recomendadas duas alternativas para o leilão. Pode-se relacionar pontos positivos e negativos dessa decisão, conforme apresentados a seguir.

**Vantagens:** Garantia da solução de menor custo em função da resposta do mercado e confirmação de que as análises e sensibilidades de custos feitas no trabalho levaram ao resultado previsto. Possibilidade de aumento da competição, onde mais agentes poderiam concorrer.

**Desvantagens:** Aumento do volume de trabalho, com conseqüentes dificuldades para detalhar as especificações de mais alternativas. Enormes dificuldades em valorar as diferenças de critérios (operação, confiabilidade, ambientais, manutenção, etc) entre as alternativas para definição das Receitas Anuais Permitidas (RAPs). No caso do Madeira, por exemplo, as diferenças de perdas das alternativas não foram computadas no leilão, apesar de terem sido calculadas com detalhamento maior que o usual, conforme citado anteriormente. Outras diferenças, que podem ser valoradas numa planilha de avaliação econômica, são difíceis de serem consideradas no processo licitatório, tais como a superação de capacidade de curto-circuito de disjuntores, robustez, confiabilidade, controlabilidade, etc.

A decisão do MME e da Aneel de levar a leilão outras alternativas, além daquela determinada no processo de planejamento, buscou adotar uma estratégia prudente para o leilão, tendo em vista que sistemas em CC ainda não haviam sido licitados no Brasil, sem experiência histórica na qual se basear..

Para os novos projetos, no entanto, espera-se voltar à sistemática convencional de leiloar apenas a alternativa de menor custo global. No entanto, se houver soluções inéditas que se mostrem competitivas, o planejamento poderá indicar mais de uma solução para o leilão, cuidando para que as diferenças entre elas, por exemplo, perdas sejam devidamente compensadas na formatação do leilão.

## 8.0 - ANÁLISE DE LONGO PRAZO

A importância de uma análise para horizontes de longo prazo é evidente para projetos desse porte, em função da sua área de influência e da necessidade de garantir uma operação, se não otimizada, pelo menos harmoniosa com a configuração futura da rede. As referências de carga e geração do setor contemplam apenas o horizonte decenal, o que dificulta a elaboração dessa análise.

Seria importante que o Planejamento dispusesse de previsões de geração e carga num horizonte de pelo menos 15 anos para elaboração de estudos de transmissão mais abrangentes.

## 9.0 - PRAZOS

É natural que no processo de planejamento, os estudos de concepção de interligações de grande porte (R1) necessitem ser realimentados pelos estudos complementares de engenharia (R2), de meio ambiente (R3) e de impactos ao sistema existente (R4). Dessa forma, os prazos de elaboração desses relatórios devem prever essas realimentações e ser compatíveis com as necessidades de todo o processo, para não comprometer a qualidade dos trabalhos que irão subsidiar a Aneel na elaboração dos leilões.

## 10.0 - CRITÉRIOS

É fundamental a discussão de critérios e premissas quando se trata de comparação de alternativas com tecnologias distintas. Nos estudos do Madeira, devido à característica dos empreendimentos de geração, 44 máquinas tipo bulbo em cada usina, foi adotado o critério de atendimento N-1 sem adoção de alívio automático de geração, com a motorização plena das usinas. Somente durante o período de motorização se considerou essa medida. Outro ponto é a discussão entre retirada automática e redução de geração. Esse critério é considerado por vários agentes do setor como muito conservativo e que leva a sobrecusto no sistema de transmissão. Para os próximos empreendimentos deverá haver uma discussão desse procedimento.

Outro aspecto que merece discussão são os critérios de avaliação de desempenho, utilizados nas diversas fases

do processo de planejamento, que inclui os estudos dos relatórios R1 e R2. Exemplo disso é o critério para a verificação da suportabilidade dos equipamentos, que no caso do Madeira, de forma análoga aos estudos de Itaipu, foi considerada a rejeição total.

## 11.0 - CONCLUSÕES

Em função do exposto, pode-se concluir e recomendar algumas ações julgadas importantes para o bom funcionamento do processo de integração dos grandes aproveitamentos da bacia Amazônica ao Sistema Interligado Nacional:

**Tecnologias:** Explorar novas tecnologias e buscar melhorias nas tecnologias convencionais de transmissão de grandes blocos de potência em grandes distâncias, de forma a enriquecer o conjunto de alternativas estudadas. Para tanto, seriam importantes estudos conjuntos com o entidades de pesquisa e a participação em projetos afins com as universidades e P&D.

**Inserção Regional:** Já na fase de geração de alternativas, promover contatos com as Distribuidoras e a Transmissoras locais, de forma a conhecer suas demandas e tornar transparente o atendimento regional.

**Custos:** Atualmente a Aneel emitiu um novo custo básico, elaborado através de consultas recentes de preços aos fabricantes, e sua aplicação nos estudos de planejamento está sendo avaliada. Independentemente de qual base seja usada é extremamente importante, para os estudos de planejamento, que a relatividade dos custos entre as diferentes tecnologias reflita a realidade. Antes de se iniciar qualquer estudo, a definição dessa base de custos, suas complementações e adequações deverão ser acordadas para evitar um número exagerado de análises de sensibilidades.

**Leilão:** Encaminhar para licitação apenas a alternativa de mínimo custo recomendada, todavia, caso uma tecnologia inédita se mostrar competitiva, o Planejamento poderá indicar mais de uma solução para ser licitada.

**Prazos:** Garantir prazo de elaboração dos estudos para que os resultados obtidos nos Relatórios R2 e R3 possam realimentar as análises do relatório R1.

## 12.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Análise do sistema de integração dos aproveitamentos hidrelétricos do rio Madeira e reforços no SIN - EPE-DEE-RE-148/2006-r1 de 12 de dezembro de 2007

[2] Análise do sistema de integração dos aproveitamentos hidrelétricos do rio Madeira e reforços no SIN Detalhamento das Alternativas - R1 EPE-DEE-RE-055/2008-r1 de 20 de maio de 2008

[3] Estudos para Definição das Características Básicas do Sistema de Transmissão de Integração do Madeira – Alternativa CA, relatório EPE-DEE-RE-120-r0 de set/2008

[4] Custos Modulares Eletrobrás “Referências de Custos – LT e SE de AT e EAT” data base junho de 2004

[5] Custos Modulares Eletrobrás “Referências de Custos – LT e SE de AT e EAT” data base junho de 2006

## 13.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

### **Edna Maria Almeida Araujo**

Nasceu em Minas Gerais - Guanhães, em 11 de outubro de 1958.

Graduada pela PUC MG em 1982. Participa como secretária do Comitê de Estudos de Desenvolvimento dos Sistemas Elétricos e Economia (CE-C1) do Cigré.

Trabalhou na Cemig no período de 1977 a 2004.

Trabalha na EPE desde 2005.

e-mail: dna.araujo@epe.gov.br