



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

Versão 1.0
GPL VII
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO VII

GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL

AHE BELO MONTE – PRODUÇÃO ENERGÉTICA x MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

**Flavio Corga Cardinot *
ELETROBRÁS**

**Lilian Laubenbacher Sampaio
ELETROBRÁS**

**Renato Santos de Almeida
ELETROBRÁS**

**Paulo Fernando Vieira Souto Rezende
ELETROBRÁS**

RESUMO

O Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte vem sendo modificado, desde o projeto original, no intuito de minimizar os impactos ambientais do seu reservatório. Embora tenha promovido uma redução da área do reservatório de 1.225 km² para 516 km², essa modificação acarretou um aumento na extensão do trecho do rio entre o barramento e a casa de força principal da usina. Por questões ambientais, será necessário manter nesse trecho uma vazão mínima obrigatória que não será turbinada na casa de força principal da usina, o que acarretará um sensível impacto na geração de energia. Mostrar esse impacto é o objetivo deste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE

Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, Trecho de Vazão Reduzida, Hidrograma Ecológico, Geração de Energia

1.0 - INTRODUÇÃO

O Sistema Elétrico Brasileiro é um sistema de geração hidrotérmico, com forte predominância de geração hidrelétrica. A capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional – SIN é de cerca de 100 GW (2), sendo que a parcela hidrelétrica representa cerca de 80% desse total, incluindo a importação de parte da metade paraguaia de Itaipu.

O Brasil tem um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, estimado em cerca de 245 GW de capacidade instalada (1), onde apenas 34% desse potencial está sendo utilizado. Os recursos hídricos para geração de energia elétrica das regiões Nordeste, Sudeste e Sul já foram em boa parte explorados. Por outro lado, a região Norte possui a maior parcela de potencial inexplorado do país (1), como pode ser observado na Figura 1.

O Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, localizado no rio Xingu, estado do Pará, é um projeto de grande relevância dentro do potencial inexplorado da região Norte. Nesse contexto, mostra-se uma obra de fundamental importância para a expansão do sistema elétrico brasileiro, e por esse motivo, vem sendo considerado em todos os programas oficiais de expansão da oferta de energia elétrica desde o final da década de 90.

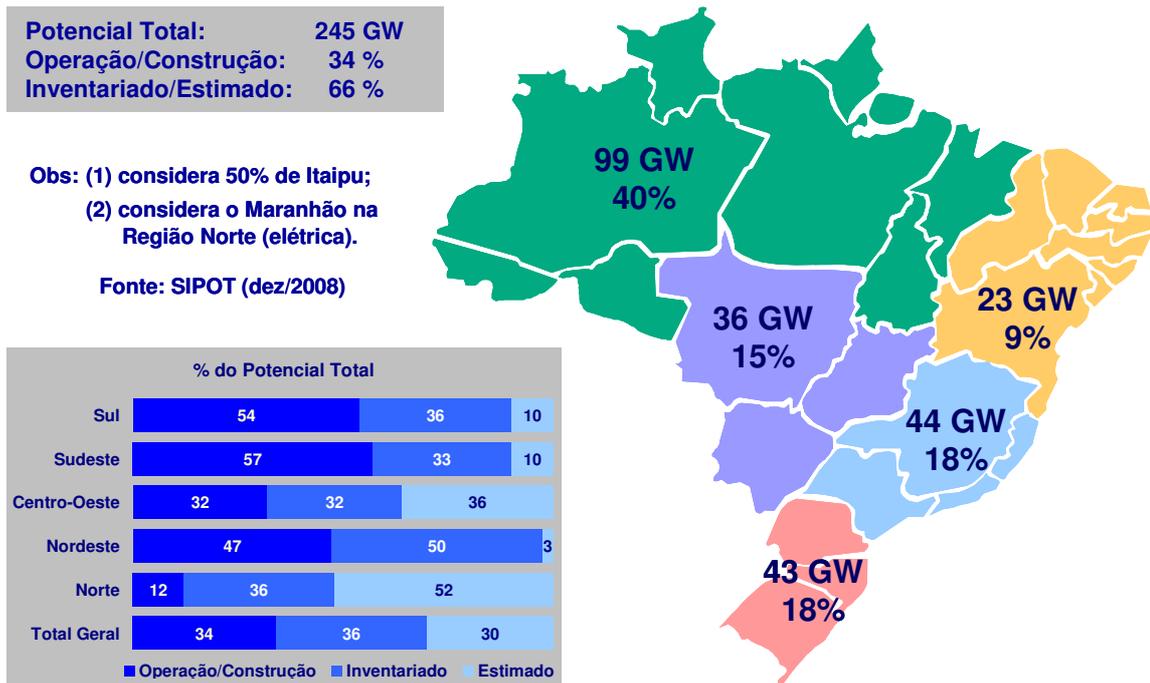


FIGURA 1 – Potencial Hidrelétrico Brasileiro

Se por um lado há a necessidade de se ofertar energia elétrica que atenda a um mercado crescente, por outro, a utilização desse potencial ainda inexplorado traz à tona a preocupação com as questões ambientais. No caso dos aproveitamentos hidrelétricos, que afetam os cursos naturais dos rios e cujos reservatórios, em geral, alagam grandes áreas, essa preocupação é crescente. Os aproveitamentos hidrelétricos, em seu dimensionamento energético, estão cada vez mais condicionados pelas questões ambientais, na minimização dos impactos da sua implantação.

O presente trabalho apresenta os ganhos energéticos versus a necessidade de mitigação dos impactos ambientais e sociais do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte.

2.0 - O AHE BELO MONTE E A QUESTÃO AMBIENTAL

Para minimizar os impactos ambientais causados por sua implantação, o Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte sofreu modificações desde o projeto original. Seu barramento foi deslocado significativamente para montante, promovendo uma sensível redução da área do reservatório de 1.225 km² para 516 km². Este novo arranjo contemplou um barramento no rio Xingu 40 km a jusante da cidade Altamira e também implicou na necessidade de construção de extensos canais de derivação no seu circuito de adução para a casa de força principal. A modificação no projeto também acarretou um aumento expressivo do trecho do rio compreendido entre o barramento e o canal de fuga da usina.

Este trecho, com cerca de 100 km de extensão, quando da operação da usina, terá uma redução na sua vazão original, por isso denominado *trecho de vazão reduzida*. Isso se deve ao fato de que parte da vazão afluenta será desviada pelos canais de derivação para geração na casa de força principal da usina, o que acarretará impactos nos meios biótico, físico e social da região. Nos Estudos de Viabilidade entregues à ANEEL em 2002, foi previsto um hidrograma ecológico com vazões mensais mínimas obrigatórias a serem mantidas no trecho de vazão reduzida. Uma visão geral do projeto é mostrada na Figura 2.

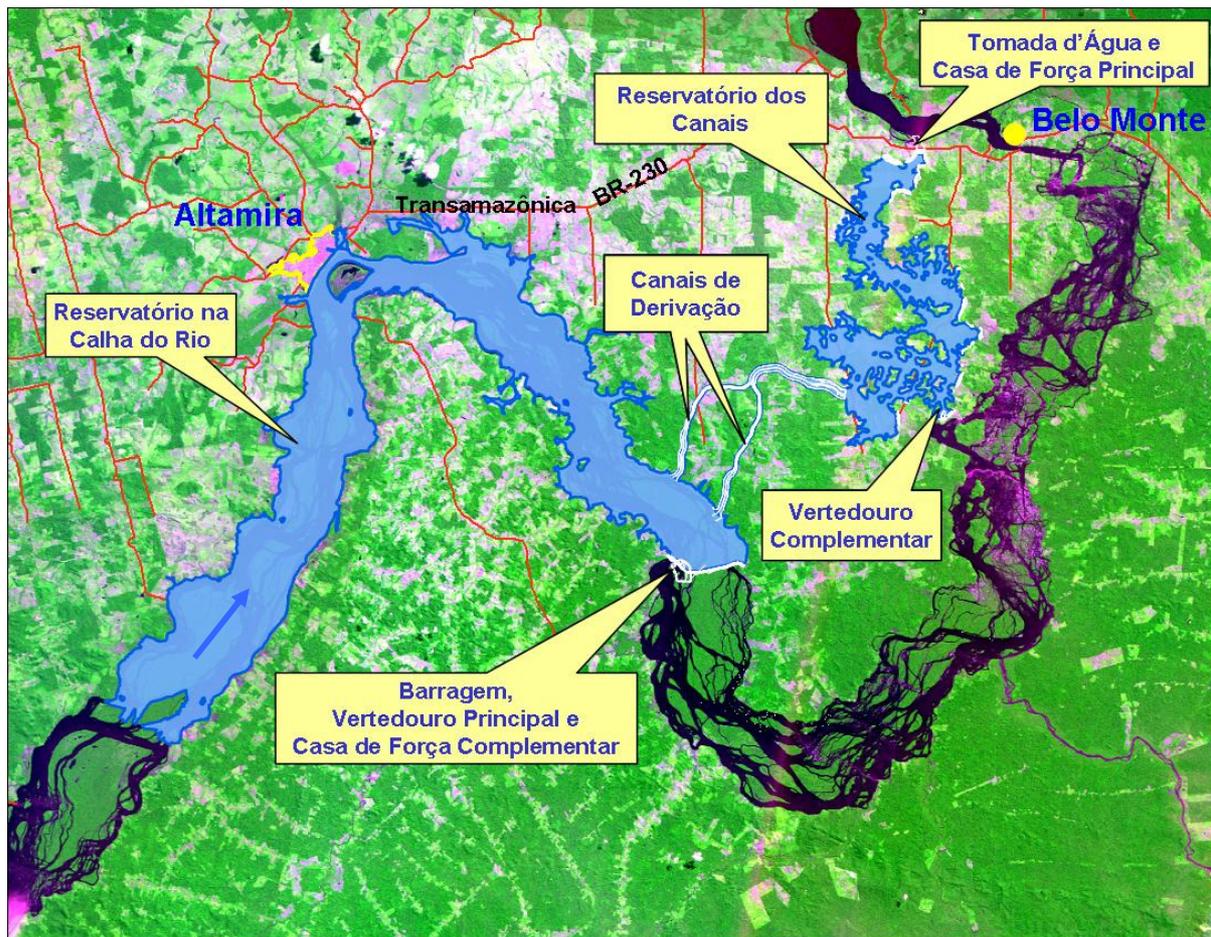


FIGURA 2 – Visão Geral do Projeto

No intuito de aproveitar energeticamente as vazões remanescentes no Estirão de Jusante, foi prevista no projeto uma casa de força complementar, situada na barragem principal do aproveitamento.

Desde os Estudos de Viabilidade entregues à ANEEL em 2002 já foram avaliados diversos hidrogramas ecológicos. Com a retomada do Estudo de Impacto Ambiental, em 2005, foram apresentadas várias condicionantes que levaram a um hidrograma ecológico com maior vazão para o trecho de vazão reduzida do que aquele considerado nos Estudos de Viabilidade concluídos em 2002.

No que diz respeito à geração de energia, quanto maiores forem as vazões mínimas obrigatórias a serem mantidas no trecho de vazão reduzida, menor será a geração de energia na casa de força principal do AHE Belo Monte. Embora a geração de energia na casa de força complementar sofra um aumento, esse aumento não compensa as reduções da geração do aproveitamento como um todo, uma vez que a vazão desviada passa a gerar energia em cerca de 80 m a menos de queda d'água.

O presente trabalho apresenta os estudos energéticos versus as necessidades de minimização dos impactos ambientais e sociais, através da simulação de diversos hidrogramas ecológicos propostos ao longo dos estudos, e suas consequências sobre a energia a ser gerada.

3.0 - HIDROGRAMAS ECOLÓGICOS

Desde os Estudos de Viabilidade concluídos em 2002, diversos hidrogramas ecológicos foram propostos na tentativa de minimizar os impactos ambientais e sociais no trecho de vazão reduzida. Alguns desses hidrogramas priorizavam a produção de energia, outros maximizam os interesses ambientais e outros buscavam uma solução intermediária, buscando aliar produção energética e sustentabilidade ambiental.

O levantamento dos diversos hidrogramas ecológicos propostos é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Hidrogramas Ecológicos (Vazões em m³/s)

Alternativa	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
I ⁽¹⁾	500	1.000	1.500	2.000	1.300	550	300	250	225	200	250	325
II	1.400	1.600	2.500	4.000	1.800	1.050	1.000	900	750	700	800	900
III	1.066	1.718	2.420	2.664	2.131	977	666	555	511	444	599	777
IV	1.409	2.272	3.199	3.522	2.818	1.291	881	734	675	587	792	1.027
V	1.127	1.818	2.560	2.818	2.254	1.033	705	587	540	470	634	822
VI	1.127	1.700	2.200	2.818	2.254	1.033	705	587	540	470	634	822
VII	744	1.244	1.744	2.244	1.544	794	544	494	469	444	494	569
VIII	1.400	8.000	8.000	8.000	1.800	1.050	1.000	900	750	700	800	900
IX	3.880	6.839	11.067	12.736	8.372	3.831	2.017	1.128	743	695	1.179	1.966
X	5.844	9.992	15.135	16.853	11.223	5.092	2.397	1.351	929	918	1.538	2.985
XI	3.000	5.000	7.300	8.000	6.100	2.800	1.400	770	700	700	850	1.700
XII A	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
XII B	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900

NOTA: (1) A Alternativa I refere-se ao hidrograma ecológico proposto nos Estudos de Viabilidade de 2002;

A Alternativa XII, mostrada acima, refere-se à nova proposta de hidrograma ecológico dos estudos de impacto ambiental que estão sendo concluídos em 2009. Essa proposta compatibiliza a viabilidade comercial do empreendimento (geração de energia) e as condições mínimas ambientais, identificadas como fundamentais no trecho de vazão reduzida (navegação, qualidade da água, manutenção parcial de ambientes-chave para espécies da flora e da fauna).

Isto implica em liberar o hidrograma de manutenção do ecossistema para o trecho de vazão reduzida em um determinado ano e admitir que no próximo ano o sistema poderá ser submetido a um “estresse” hídrico ainda maior. Tal hipótese pressupõe que o “bioma” pode ser submetido a um regime de maior restrição por no máximo um ano, desde que, no ano seguinte, vazões de pelo menos 8.000 m³/s sejam liberadas, o que possibilitará a manutenção da produtividade mínima, garantindo sua sustentabilidade.

Dessa maneira, é respeitado, no trecho de vazão reduzida, o “hidrograma mínimo de compromisso (A)”, de 4.000 m³/s no período da cheia, sendo que, se em um determinado ano, nenhuma vazão média mensal atingir 8.000 m³/s, no ano seguinte, obrigatoriamente, deverá ser defluído pelo trecho de vazão reduzida, o “hidrograma mínimo de compromisso (B)”, de 8.000 m³/s no período da cheia.

4.0 - GANHOS ENERGÉTICOS

O presente trabalho consiste em mostrar o impacto dos diversos hidrogramas ecológicos propostos nos ganhos energéticos do AHE Belo Monte.

Os ganhos energéticos foram obtidos pelas simulações do AHE Belo Monte no modelo MSUI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas, desenvolvido pela Eletrobrás. As simulações foram realizadas para uma configuração de médio prazo de usinas em operação e previstas de serem implantadas no Sistema Interligado Nacional – SIN. O tipo das simulações foi o de Cálculo de Energia Firme para um Período Crítico dado, sendo realizadas para o histórico de 1931 a 2000 considerando o período crítico do SIN, de junho de 1949 a novembro de 1956.

Os ganhos energéticos considerados para a casa de força principal foram os Ganhos de Energia Firme do Sistema, ou seja, a diferença entre a Energia Firme total do Sistema com e sem o AHE Belo Monte. Para a casa de força complementar foi considerada a Energia Firme Local. Os resultados levantados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Ganhos Energéticos (MWmédios)

Alternativa	Casa de Força Principal	Casa de Força Complementar	Total	Redução em relação à Alternativa I
I	4.696	77	4.773	-
II	4.280	131	4.411	362 (8%)
III	4.411	111	4.522	251 (5%)
IV	4.216	129	4.345	428 (9%)
V	4.384	116	4.500	273 (6%)
VI	4.376	115	4.491	282 (6%)
VII	4.392	115	4.507	266 (6%)
VIII	3.557	131	3.688	1.085 (23%)
IX	2.589	146	2.735	2.038 (43%)
X	1.347	150	1.497	3.276 (69%)
XI	3.408	140	3.548	1.225 (26%)
XII	4.318	144	4.462	311 (7%)

Cabe ressaltar que em todas as alternativas estudadas, a potência instalada do AHE Belo Monte foi de 11.000 MW (20 x 550 MW) na casa de força principal e 181,3 MW (7 x 25,9 MW) na casa de força complementar, exceto na alternativa XII, na qual, devido à Atualização dos Estudos de Viabilidade que estão sendo concluídos agora em 2009, realizou-se um redimensionamento da casa de força complementar, o que elevou sua potência instalada para 233,1 MW (9 x 25,9 MW).

5.0 - CONCLUSÃO

A preocupação com as questões ambientais está cada vez mais forte no nosso dia a dia. Em aproveitamentos hidrelétricos, que afetam os cursos naturais dos rios e cujos reservatórios, em geral, alagam grandes áreas, essa preocupação é ainda maior. Seja na minimização ou mitigação dos impactos da sua implantação, essas questões afetam cada vez mais o dimensionamento desses empreendimentos e também na obtenção das licenças para sua implantação, geralmente com atraso nas obras e necessidade de estudos adicionais.

Em contrapartida a isso, está a necessidade de se ofertar grandes blocos de energia elétrica que atendam a um mercado crescente, a custos competitivos. Os recursos hídricos para geração de energia elétrica das regiões Nordeste e Sudeste já estão praticamente explorados ou em fase final de exploração. Há uma necessidade premente de buscar os recursos mais longe, e a região Amazônica tem o maior potencial hidrelétrico ainda inexplorado do Brasil, vide recentemente os leilões para a implantação das usinas Santo Antônio e Jirau no rio Madeira, no estado de Rondônia. Assim como esses empreendimentos, o AHE Belo Monte tem fundamental importância no contexto do crescimento da oferta de energia elétrica para o país.

A necessidade de se manter um hidrograma ecológico no trecho do rio compreendido entre o barramento e o canal de fuga da casa de força principal do AHE Belo Monte, impacta diretamente na geração de energia da usina. De acordo com o hidrograma ecológico a ser implementado, a redução na geração de energia do AHE Belo Monte pode variar de 5% a 69%, olhando-se os hidrogramas analisados até o momento.

A nova proposta, que está em fase final de estudos, de liberação para o Trecho de Vazão Reduzida de um Hidrograma Ecológico de consenso entre as demandas ambientais (navegação, qualidade da água, manutenção parcial de ambientes-chave para espécies da flora e da fauna) e de geração de energia, levou a uma redução na geração prevista para o AHE Belo Monte de cerca de 7% em relação aos Estudos de Viabilidade de 2002, o que representa nada menos do que 311 MW médios.

A oferta de energia elétrica no Brasil se fundamenta na hidreletricidade, que representa, hoje, cerca de 80% da capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional, incluindo a importação de parte da metade paraguaia de Itaipu. Essa tendência deve ser mantida, uma vez que ainda existe no Brasil um grande potencial não explorado dessa fonte renovável de energia. Deve-se, portanto, buscar soluções equilibradas para que se tenha crescimento da oferta de energia, necessário ao desenvolvimento do país, de uma maneira ambientalmente sustentável.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ELETROBRÁS – SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro - dezembro de 2008.
- (2) ONS - Plano Anual da Operação Energética – PEN 2008 – Relatório Completo – Junho de 2008.
- (3) ELETROBRÁS / ELETRONORTE. Complexo Hidrelétrico Belo Monte - Estudos de Viabilidade - Relatório Final - Texto - Tomo I - Fevereiro, 2002.
- (4) ELETROBRÁS - Informe Técnico DEN/DENO-002/2006 - Impacto das Vazões Remanescentes do Estirão de Jusante à Energia Gerada no AHE Belo Monte - Julho de 2006.
- (5) ELETROBRÁS - Informe Técnico DEN/DENO-014/2007 - Impacto das Vazões Remanescentes do Estirão de Jusante à Energia Gerada no AHE Belo Monte - Complementação do IT DEN/DENO-002/2006 – Junho de 2007.
- (6) ELETROBRÁS - Informe Técnico DEN/DENO-003/2008 - Impacto das Novas Alternativas de Vazões Remanescentes Obrigatórias no Estirão de Jusante à Energia Gerada no AHE Belo Monte – Março de 2008.
- (7) ELETROBRÁS - Informe Técnico DEN/DENO-006/2008 - Impacto dos Novos Cenários de Vazões Remanescentes Obrigatórias no Estirão de Jusante à Energia Gerada no AHE Belo Monte – Agosto de 2008.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Flavio Corga Cardinot
Nascido em Nova Friburgo, RJ, em 09 de maio de 1970.
Engenheiro Eletricista, graduado em 1997 pela UFRJ.
Empresa: ELETROBRÁS, desde 2003.
Atua no Departamento de Estudos Energéticos – DEN.