

CEDI - P. I. B.  
DATA 12 / 05 / 87  
COD W4D00129

PALESTRA

"O COMPLEXO ALTAMIRA - UMA POSSIBILIDADE  
CONCRETA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL"

PALESTRANTE

ENGº MIGUEL RODRIGUES NUNES

PRESIDENTE DA

CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A. - ELETRONORTE

DIA: 30/09/86

LOCAL: AUDITÓRIO DA SUDAM - BELÉM

Senhores,

Convém destacar, de início, que a matéria a ser apresentada en contra-se ainda em nível de estudos, não existindo nenhuma decisão formal sobre sua execução. Por outro lado, deve-se mencionar que os referidos estudos vêm sendo desenvolvidos em perfeita sintonia com a ELETROBRÁS, não constituindo assim uma iniciativa isolada da ELETRONORTE.

Para melhor caracterizar nossa apresentação, mostramos a seguir um sumário de nossa palestra:

- I - Introdução
- II - Panorama do Mercado Brasileiro de Energia Elétrica
- III - O Plano 2010 da ELETROBRÁS
- IV - Estudos Hidrelétricos da Bacia do Xingu
- V - Estudos de Transmissão da Amazônia para as Regiões Nordeste e Sudeste
- VI - Conclusões.

#### A VISÃO DA AMAZÔNIA SOB A ÓTICA DA ELETRONORTE

Gradativamente vem se acentuando a preocupação do Governo Federal no sentido da inserção da Amazônia no contexto econômico-nacional.

A nível interno da ELETRONORTE têm-se desenvolvido análises e temas para reflexão e discussão sobre como realizar de forma efetiva essa inserção ao contexto nacional.

Ultrapassamos a fase de análise quantitativa e intra-regional, que classificamente busca caracterizar e compreender a região. Sem desqualificar tais procedimentos ressaltamos, contudo, suas limitações por tratar a região como um ente isolado, que não sofre qualquer ação externa e que permanece imobilizado em termos de reação e respostas.

Sem dúvida, a compreensão e identificação dos mecanismos externos que interagem com a região, constitui tarefa complexa e pouco transparente.

Pode-se visualizar e caracterizar com bastante clareza um agente central privilegiado de interação inter-regional: O Estado.

Em decorrência, as ações dirigidas para a Amazônia se confundem com o próprio processo de expansão da economia brasileira, tendo, portanto, uma lógica que extrapola explicações e justificativas fundamentadas exclusivamente no quadro regional.

Para evidenciar os determinantes nacionais na formação e desempenho da estrutura sócio-econômica da Amazônia, apresentaremos um breve resumo das políticas de desenvolvimento adotadas e decididas pelo Estado em relação à Amazônia.

- . Entre o início do século até o final da 2a. Guerra Mundial, as políticas públicas para a Amazônia estiveram exclusivamente preocupadas com a exploração das reservas de borracha natural.
- Vários planos de proteção da política extrativista foram realizados na tentativa de sustentar a atividade, terminando por ruirem desde a sua base instável fundada na monocultura.
- . Em 1953, foi criada a SPVEA - Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia.
- A proposta era a implantação de um elenco de obras públicas e serviços destinados ao desenvolvimento da produção agrícola, mineral e industrial, melhorando o bem estar econômico e social da região. Tais iniciativas terminaram por abortar por várias razões, entre outras, o conhecimento rudimentar do potencial e estrutura sócio-econômica da região, além da escassez de recursos financeiros e técnicos.

- . A partir de 1964, a tônica foi a política de industrialização voltada para a substituição de importações, apoiadas nos incentivos fiscais e creditícios. Foi criada a SUDAM.
- As políticas de consecução se orientaram para a criação de pólos de desenvolvimento, estímulo à imigração e pesquisa de recursos.
- . O período 70/75, caracterizou-se por aumento expressivo do papel do Governo Federal na Amazônia.
- O tema dominante foi a "integração nacional" a ser alcançada através de um ambicioso programa de construção de estradas ao lado de colonizações orientadas pelo Governo. A Amazônia passou a ser encarada como uma "Fronteira de Recursos" ao invés de região típica de depressão, como o Nordeste. A par de uma política de industrialização menos enfática, as prioridades se concentraram no desenvolvimento de grandes projetos de mineração e pecuária.
- . O período de 76/79, caracterizou-se pela estratégia de "pólos econômicos".
- A redução da velocidade de crescimento da economia diminuiu a disponibilidade de recursos para os programas de desenvolvimento regional.

Procuramos traçar um rápido perfil das políticas adotadas pelo Estado, em relação à Amazônia, evidenciando suas modulações em termos de objetivos. A interpretação desse comportamento admite mais de uma versão. Por exemplo, pode-se explicar tais modulações como resultado de uma melhor compreensão das necessidades, peculiaridades e vocação da Amazônia por parte do Estado. Outra versão, seria interpretar tais políticas como resultantes de determinações de interesse exclusivamente extra-regionais, muito mais comprometidas com a própria estratégia de crescimento econômico a nível nacional. Aceita esta versão, podemos re-

conhecer que a problemática regional, extrapola, em larga medida o âmbito local e remete seu enfoque às órbitas responsáveis pela estruturação e gestão do processo produtivo como um todo.

Inserir-se nessa conclusão, as tentativas de criação de grandes projetos industriais na região, surgindo em primeiro plano, a queles que se apoiam na grande disponibilidade potencial de recursos hídricos e minerais. A efetividade dessa linha de ação, mesmo conceituada no âmbito do interesse global da economia, no mínimo deve ser objeto de discussão ampla no sentido de avaliar-se que tipos de integração foram produzidos a nível da economia regional.

Com objetivo de fornecer alguns elementos para subsidiar a questão, indicamos a seguir algumas constatações verificadas em torno de projetos de grande impacto em relação às regiões hospedeiras atrasadas.

- O segmento exportador do empreendimento é imprescindível à sustentação da atividade econômica.
- O ciclo de exportação dos bens exportados apresentam, em termos regionais, algumas características básicas:
  - a) a falta de complementariedade entre a atividade dominante e as demais atividades produtivas;
  - b) estreita dependência externa da atividade dominante;
  - c) não disseminação dos efeitos de expansão do setor exportador para os demais, com conseqüente inibição dos efeitos para trás e para frente.

Em complemento à análise feita, torna-se necessário adicionar algumas considerações pertinentes à economia como um todo.

Nosso padrão de crescimento econômico é espacialmente concentrado — em termos de recursos e população — e centralizado no que diz respeito à decisão, especialmente, de política econômica.

Existem nítidos sinais de esgotamento desse modelo que hoje se refletem com grande intensidade pelo congestionamento dos grandes centros urbanos. A diminuição da qualidade de vida — refletida pelos grandes problemas de segurança pública, violência, criminalidade, saneamento, educação, entre outros — contribui para a identificação desse esgotamento.

A idéia de industrialização (de qualquer forma e a qualquer preço) como condição necessária e suficiente ao desenvolvimento já perdeu muito de sua força e magia. Contudo, o paradigma é tão forte universalmente, que freqüentemente é invocado para justificar e legitimar grandes projetos industriais em áreas onde a maioria da população não dispõem sequer de infra-estrutura social que lhe assegure, no mínimo, viver dignamente.

O planejamento regional, por sua vez, tem sido sugerido como possível elemento de reorganização — no espaço — da população e de recursos, ao mesmo tempo que se espera que, através dele, se identifiquem "vocações" das diferentes regiões. A idéia é de diminuição dos desequilíbrios regionais. As várias experiências de planejamento regional tem demonstrado que a eficácia desse instrumento é relativa e questionável se não forem tomadas, paralelamente, medidas concretas que viabilizem a integração econômica da região com o resto do país.

Ainda não se discutiu exaustivamente a relação padrão de crescimento/grandes projetos industriais/desenvolvimento regional. É fundamental o aprofundamento dessa discussão, pois, a articulação desses elementos é o caminho para o exame das possibilidades concretas de integração entre os grandes projetos implantados na Amazônia e a economia regional.

A ELETRONORTE considera que o desenvolvimento de grandes projetos voltados para exploração das potencialidades da Amazônia, dentro de um modelo exportador, continuará a existir devido ao vulto das Reservas Amazônicas. Entretanto, está convicta de que, havendo uma adequada coordenação entre os diferentes segmentos

da sociedade, principalmente a nível federal, poderá obter-se uma maior contribuição desses projetos para o desenvolvimento da economia regional.

Os grandes projetos hidrelétricos, que necessitam de complexa infra-estrutura para a sua execução, são ocasiões privilegiadas para, através de uma adequada coordenação das diversas forças lograr-se o desenvolvimento de um pólo econômico-social do tado de dinamismo próprio.

É natural que uma preocupação dessa natureza surja antes na empresa de energia elétrica do que nos demais setores devido ao longo prazo de maturação dos projetos hidrelétricos.

Assim, o projeto objeto de nossa exposição deverá iniciar sua operação somente ao final dos próximos doze anos e já o estamos estudando a dez anos, o que resulta num período de tempo muito maior do que os demais setores econômicos estão habituados.

Portanto, a visão da ELETRONORTE em relação a implantação de grandes projetos hidrelétricos é no sentido de realizá-los de forma integrada em todos os níveis, buscando-se a maximização dos investimentos de infra-estrutura e colhendo-se da oportunidade para o desenvolvimento de atividades permanentes que possam criar espaços econômicos isentos de "poluição" social.

## I. INTRODUÇÃO

O Brasil caminha a passos largos para afirmar-se como nação industrializada. O Governo tem mostrado com clareza a sua determinação de investir e consolidar uma infra-estrutura que possa sustentar um desenvolvimento acelerado até o ano 2000. Uma sociedade industrializada caracteriza-se pela transformação de grande quantidade de matéria-prima, com grande consumo de energia em geral e elétrica em particular. Isso, entretanto, só se faz com a utilização em grande escala dos recursos minerais e energéticos.

Não obstante a maioria dos países terem adotado, nos últimos anos, medidas concretas de substituição e conservação de energia, é razoável supor que nas próximas décadas o crescimento econômico continuará demandando grandes quantidades de energia em geral e elétrica em particular.

Tal crescimento terá que ser atendido fundamentalmente por energia não originária do petróleo, o qual deverá ser, progressivamente, destinado para outras necessidades mais nobres.

Neste contexto, a área de atuação da ELETRONORTE se apresenta com grande potencial hidrelétrico a ser explorado e integrado aos sistemas das demais regiões do país.

Vale lembrar, entretanto, que a Região Amazônica, constitui-se num espaço ainda em processo de ocupação e seus recursos naturais estão em fase rudimentar de exploração econômica, resultando num mercado consumidor de energia elétrica ainda incipiente quando comparado com o potencial hidrelétrico disponível.



Espera-se, contudo que o consumo de energia elétrica na região ganhe maior participação no contexto nacional, evoluindo de 2 % em 1980 para 10 % em 2010.

II. PANORAMA DO MERCADO BRASILEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na elaboração do referido quadro foi utilizada a elasticidade do consumo de energia elétrica em relação ao PIB, como parâmetro de razoável eficácia e credibilidade para estimar o crescimento do consumo de energia elétrica.

De acordo com os dados disponíveis no setor, depreende-se que no período de 1970 a 1980 a elasticidade média foi de 1,3795 e para o de 1970-1985 foi de 1,658. Nestes períodos o PIB cresceu 8,7 % e 6,3 % respectivamente e o consumo de energia elétrica 12 % e 10,4 % ao ano.

Estes índices elevados de elasticidade mencionados são decorrentes do estímulo e efetiva substituição de derivados de petróleo por energia elétrica, bem como produção de bens com consumo muito intensivo de energia elétrica.

Com adoção de medidas de racionalização e conservação de energia e da penetração do gás natural como concorrente da energia elétrica em alguns usos industriais, expansão do setor de serviços, etc., espera-se que a elasticidade média decresça nos próximos anos.

De qualquer modo, mesmo que a nossa sociedade se torne menos consumidora de energia elétrica e que a produção dos bens agregue maior valor por unidade de energia consumida, grandes investimentos no setor elétrico terão que ser realizados para que o crescimento econômico se processe sem riscos de solução de continuidade.

De fato, pelos dados constantes no quadro apresentado observa-se que nos próximos 25 anos, supondo um crescimento médio do PIB de 5,3 % a.a. e uma elasticidade média energia/PIB igual a 1,05, será necessário comissionar 2.300 MW médios por ano ao longo desse período.

Em outras palavras, será necessário acrescentar, aproximadamente, 97.000 MW, o que significa implementar 3.900 MW anuais de potência à atual capacidade instalada, a fator de capacidade igual a 0,60.

Isto representa a construção de uma Tucuruí por ano, ou ainda, a montagem de uma de suas máquinas a cada mês (a primeira fase de Tucuruí é constituída de 12 máquinas de 330 MW).

### III. O PLANO 2010 DA ELETROBRÁS

Como atender esse crescimento da demanda em todo o Sistema Brasileiro? Esse é, sem dúvida, um dos problemas que mais tem afligido a nação nos últimos tempos. Dentro desse tema incluem-se a produção, a transmissão e a distribuição da energia elétrica.

O nosso parque industrial, a iluminação pública, o consumo residencial, enfim, toda a carga elétrica brasileira, como acabamos de mostrar, deverá crescer a uma taxa anual média nos próximos 25 anos de 20 bilhões de kWh. Por outro lado, a produção de energia elétrica por meio da fissão nuclear, outrora apontada como solução para fazer frente a esse crescimento, com os acidentes ocorridos nos Estados Unidos e mais recentemente na Rússia, dos quais se destaca o de Chernobyl, tem sido fortemente questionada.

No caso brasileiro, o Plano 2010 da ELETROBRÁS, dá ên

fase pelo atendimento do crescimento da demanda nacional de energia elétrica por meio dos aproveitamentos hidrelétricos atualmente inventariados e analisados a nível de viabilidade. Acreditamos que essa seja a decisão correta, pois, dispondo-se atualmente de tais recursos e a baixo custo, as centrais nucleares, no caso brasileiro, estariam preservadas para uma expansão posterior e /ou complementações a nível regional, dependendo das interações com o meio ambiente das soluções térmicas e hidrelétricas.

Como pode ser visto no "slide" apresentado, o Plano 2010, prevê a construção de aproximadamente 70 usinas hidrelétricas no período de 1991 a 2000, totalizando 23.000 MW de capacidade instalada (14.000 MW médios) nas Regiões Sul e Sudeste, 14.400 MW de capacidade instalada (7.300 MW médios) na Região Norte e 11.700 MW de capacidade instalada (5.600 MW médios) na Região Nordeste.

A construção de todo esse reforço ao atual parque gerador brasileiro, exigirá um esforço conjunto de todas as subsidiárias.

Particularmente no caso da ELETRONORTE, apenas uma pequena parte da energia por ela gerada será consumida, a curto e médio prazo, na sua própria área de concessão. À ELETRONORTE coube o papel de empresa exportadora de energia elétrica.

Por outro lado, a possibilidade de viabilizar a construção de usinas na Região Norte, mediante somente a industrialização da região por meio de incentivos tarifários, acaba atraindo principalmente indústrias de extração mineral pelo seu alto consumo de energia, o que não é compatível com a condição econômica e social do país.

Além disso, o país como um todo, precisa utilizar-se de seus recursos mais econômicos, para promover um desenvolvimento tão acelerado como esse que necessitamos.

Como podemos ver na figura, grande parte do potencial hidrelétrico da Região Sudeste acha-se já aproveitado ou em construção. O que já se aproveitou desse potencial foi evidentemente aqueles mais econômicos, haja vista ser sempre empregada uma metodologia para seleção de alternativas pelo menor custo global.

Apenas para exemplificar com valores, a energia de Cararaô estará ao redor de 12 US\$/MWh em primeira adição, caindo para 8 US\$/MWh com a regulação proporcionada por Babaquara. Adicionando-se um valor de cerca de 12 a 15 US\$/MWh referente ao custo de transmissão atinge-se 23 a 27 US\$/MWh, valor bastante atrativo se comparado com os 32 US\$/MWh, correspondentes de alguns dos aproveitamentos considerados viáveis na Região Sudeste.

Além disso, uma das vantagens mais marcantes dos aproveitamentos da Região Norte relativamente aos da Região Sudeste é o caráter de complementariedade das basins. Esta característica, conhecida mais especificamente como diversidade hidrológica, pode ser avaliada pela figura anexa. Enquanto uma região atravessa período favorável de afluência (geração elevada), a outra atravessa período seco (geração baixa).

Não havendo interligação entre essas regiões, os períodos secos obrigam-nas a um deplecionamento dos reservatórios, por vezes ameaçando toda a região com raçionamento. Havendo uma interligação com capacidade compatível, a geração poderá ser feita primordialmente naquela que apresentar abundância de energia arma-

zenada, permitindo a outra que resguarde seus recursos. Como consequência, aumenta-se a confiabilidade e a capacidade firme de atendimento do sistema como um todo.

Mesmo sem computar essas vantagens e adotando custos de geração mais elevados, os estudos desenvolvidos pela ELETRONORTE no período 1979-1981 (Projeto ELETRONORTE-2000) e mais recentemente em conjunto com a CHESF, sob a coordenação da ELETROBRÁS (Projeto ETA-2000), tem demonstrado a viabilidade técnica e econômica dessas transmissões a longa distância.

IV. ESTUDOS HIDRELÉTRICOS DA BACIA DO XINGU

Tenho me referido ao longo dessa palestra a "resultados obtidos", "conclusões extraídas", ect., de "estudos até então realizados pela ELETRONORTE". Gostaria neste momento de falar-lhes um pouco sobre os estudos realizados e em realização pela ELETRONORTE, para que os senhores possam avaliar melhor a situação em que nos encontramos face ao futuro.

IV.1. INVENTÁRIO

Os estudos de inventário hidrelétrico do rio Xingu, foram desenvolvidos no período de 1975 a 1979.

Com 1.800 km de extensão, formando-se no Estado do Mato Grosso e desembocando no rio Amazonas, no Pará, envolvendo uma bacia de cerca de 500.000 km<sup>2</sup>, o rio Xingu teve o seu potencial hidrelétrico previamente estimado em 20.000 MW, o que o colocou em prioridade de estudos relativamente aos demais rios amazônicos.

O encerramento dos estudos de inventário em fins de 1979 confirmou o potencial de cerca de 22.000 MW e mais os seguintes pontos relevantes:

- Divisão de quedas:

- . 5 aproveitamentos no rio Xingu;
- . 2 aproveitamentos no rio Iriri, principal afluente;
- Grande concentração de queda (160 m) na região chamada de Volta Grande do Xingu;
- Preservação do Alto Xingu, não afetando, portanto, o Parque Nacional do Xingu;
- Concentração de cerca de 75 % de todo o potencial em apenas dois aproveitamentos, Cararaô e Babaquara, distantes entre si cerca de 50 km;
- Os aproveitamentos de Cararaô e Babaquara, estão localizados às margens da Rodovia Transamazônica, bem próximos à cidade de Altamira que, no entanto, não será afetada pelo represamento do rio.

IV.2. VIABILIDADE DAS USINAS

Os estudos de viabilidade das usinas de Babaquara e Cararaô formando o chamado Complexo de Altamira, iniciaram-se em 1980.

Babaquara constituir-se-á num aproveitamento a montante de Altamira com reservatório regulador e Cararaô será praticamente uma usina a fio d'água, na cota 6 m, sendo o último aproveitamento antes da foz do rio Xingu.

IV.2.1. Aproveitamento de Cararaô

O aproveitamento de Cararaô divide-se em duas obras principais, com o vertedouro situado na região do Juruá e com a casa de força no sítio Cararaô.

As condições topográficas e em especial geológicas (rocha do cristalino) da região propiciou um arranjo inte

ressante, permitindo concentrar nessa localidade 90 m de queda.

O vertedouro de Juruã terá uma estrutura de pouco mais de 600 m de extensão, onde se localizarão as comportas para verter o rio Xingu, após o barramento do seu curso pelas barragens de terra e enrocamento. Destaca-se para o vertedouro em questão o baixo volume de concreto a ser utilizado, graças a qualidade das fundações e, para o barramento, a altura média de apenas 35 m.

As águas serão conduzidas desde o vertedouro de Juruã até a casa de força de Cararaõ através de canais naturais formados com auxílio de uns poucos diques de contenção.

A casa de força de Cararaõ será totalmente construída a seco, evitando-se portanto, obras de desvio do rio normalmente bastante onerosas na Região Amazônica.

As obras para a casa de força, que obrigarão 21 turbinas de 525 MW, constituir-se-ão de barragens de terra e enrocamento e de uma estrutura de concreto com tomada d'água, casa de força e canal de fuga, onde também se destaca o pequeno volume de concreto, graças às excelentes condições de fundação. O canal de fuga será transposto pela Rodovia Transamazônica, através de uma ponte de cerca de 650 m de extensão.

#### IV.2.2. Aproveitamento de Babaquara

O aproveitamento de Babaquara não possui a mesma característica de Cararaõ, sendo uma simples obra de leito de rio, bastante semelhante à UHE de TUCURUI.

O arranjo físico de aproveitamento de Babaquara é bastante simples, com vertedouro e casa de força contí-

guos; situados na margem esquerda do rio Xingu. As barragens serão de terra nas ombreiras e de enrocamento com face de concreto a montante, no leito do rio, permitindo a formação de um grande reservatório regulador. Os pontos de fuga serão vedados mediante diques que se estendem ao longo da margem direita do rio Xingu.

O vertedouro será em salto de esqui com 20 comportas de 20 x 21 m, semelhantes às da UHE de TUCURUÍ. Para as adufas de desvio (36 de 6,5 x 13,0 m) utilizaremos tam**­**bém as mesmas empregadas em Tucuruí.

A casa de força aproveitará a queda dos quase 70 m através de 18 turbinas Francis com 366 MW de potência uni**­**tária.

#### IV.2.3. Dados de Projeto

Para uma conceituação mais precisa do que seja o Com**­**plexo de Altamira, apresentamos um quadro comparativo com os dados de projeto para as três hidrelétricas: Tucuru**­**í, Carara**­**õ e Babaquara.

Dos 19 itens apresentados, chamamos a atenção para os seguintes:

- Descarga do projeto do vertedouro, que é cerca de 15 a 25 % menor que em Tucuruí, resultando em menores obras de concreto, apesar das vazões médias de longo termo serem bastante próximas.
- A área a inundar, que é pouco significativa em Carara**­**õ é de apenas 50 % da área do reservatório de Babaquara, devido as cheias anuais que sempre ocorrem.
- O volume útil do reservatório de Babaquara, cerca de quatro vezes o de Tucuruí. Nota-se que Carara**­**õ, com a construção de Babaquara torna-se uma usina a fio



d'água.

- As grandes quedas brutas, de 69 e 90,5 m.
- Os volumes de concreto, cerca de 20 e 40 % menores para Babaquara e Cararaõ, em relação a Tucuruí.
- As barragens de terra e enrocamento, também significativamente menores, com destaque para Cararaõ.
- O volume dos diques é a grande desvantagem da obra do Complexo, quando comparada à Tucuruí, porém a potência final instalada do Complexo (17.600 MW) será cerca de 2,5 vezes a potência instalada de Tucuruí (7.200 MW).

#### IV.2.4. Estimativa dos Custos de Geração

Os custos para Cararaõ e Babaquara, obtidos de estudos a nível de custos unitários e apoiados nos custos correntes de obras semelhantes na Região Amazônica, da própria ELETRONORTE, estão apresentadas no quadro em anexo, para os quais chamamos a atenção para os custos finais, incluindo juros durante a construção:

- Cararaõ : US\$ 4,6 bilhões, ou 417 US\$/kW instalados;
- Babaquara: US\$ 6,0 bilhões, ou 916 US\$/kW instalados.

Estes custos de instalação permitem determinar os custos de geração em primeira adição para Cararaõ e Babaquara nos seguintes valores:

- Cararaõ: US\$ 11,6/MWh
- Babaquara: US\$ 12,5/MWh.

Tal resultado indica a construção primeiramente da UHE de Cararaõ. Em segunda adição, os custos da geração pas sam a:

- Cararaó: US\$ 8,3/MWh
- Babaquara: US\$ 12,5/MWh.

A esses custos de geração, se adicionarmos os custos de transmissão para a Região Sudeste estimado em US\$ 12,0/MWh (Vide item 5.2.2 a seguir), obtemos os valores de US\$ 20,3/MWh e US\$ 24,5/MWh valores já competitivos com outros aproveitamentos.

IV.2.5. Dados dos Estudos

Além das dificuldades que a própria mata Amazônica oferece, outro fato que nos dificulta imensamente os estudos, projetos e obras é a insuficiência de informações; para se ter uma idéia da dimensão das dificuldades, gostaria de citar, algumas quantidades deste projeto, hoje já com 11 anos de trabalhos executados.

Estudos de Inventário (Período de out/75 a dez/79)

- . Carga de trabalho:..... 617.500 H x H
- . Restituição Aerofotogramétrica:
  - 70.000 km<sup>2</sup> de área fotografada (1:60.000)
  - 52.000 km<sup>2</sup> de área restituída (1:25.000)
- . Pontos de Apoio (200 clareiras):
  - 82 com acesso por helicóptero
  - 84 com acesso fluvial
  - 34 com acesso terrestre
  - 60 pontos com rastreamento Doppler de Satélites.

Estudos de Viabilidade (Período de Jan/80 a dez/87)

- . Carga de trabalho estimada:..... 3.600.000 H x H
- . Custo total estimado:..... US\$ 50.000.000

. Realizado até jun/86:

- Carga de trabalho:..... 2.400.000 H x H
- Custos:..... US\$ 33.000.000
- Linhas topográficas:..... 6.000 km
- Sondagens rotativas:..... 9.200 m
- Sondagens percussão:..... 4.200 m.

Isso tudo dá também uma idéia da participação da ELETRONORTE no desenvolvimento da região. Podemos citar, ainda, que a ELETRONORTE opera, hoje, a maior rede hidrométrica do país fora do DNAEE, com cerca de 140 pontos operados em convênio com aquele órgão e outros tantos, através de administração própria nos locais de futuro interesse.

Como se percebe, a carência de informações a respeito da região, além das dificuldades intrínsecas à própria mata, é uma das causas das imensas dificuldades para se desenvolver os estudos.

Vale a pena ressaltar, mais uma vez, a economia da escala que a proximidade dos dois aproveitamentos possibilita no item referente a infra-estrutura. Normalmente esse é um item bastante oneroso para qualquer empreendimento a ser construído na Amazônia.

Conscientes da dimensão do projeto e de suas potencialidades como pólo central de desenvolvimento regional, estamos diligenciando no sentido de criar condicionantes para o real crescimento da região, através da movimentação econômica produzida pelas obras, e que permaneçam mesmo após o término das mesmas.

Com este espírito e filosofia, iniciamos um profundo estudo de Altamira, visando a não implantar uma vila residencial fechada, como é tradicional do nosso setor, porém nos inserirmos dentro do contexto de desenvolvi

mento da Região:

Uma análise da situação fundiária, desenvolvida concomitantemente a estudos sócio-econômicos e também de meio ambiente tem nos indicado caminhos e direções no sentido de buscarmos novos horizontes de desenvolvimento para a região. Chegamos, pois, a dois cenários futuros:

- . No cenário 1 teríamos o procedimento tradicional do setor, com vila fechada e sem preocupações desenvolvimentistas de infra-estrutura urbana e social.
- . No cenário 2, é considerada a inserção do nosso empreendimento na região com os investimentos voltados para um desenvolvimento permanente da região. Com isso, outras fontes de recursos foram localizados preliminarmente, podendo outras tantas serem detectadas.

Felizmente, a designação da Região de Altamira como Área Prioritária de Desenvolvimento por parte do Governo Federal, virá envolver os diversos órgãos de vários níveis, federal, estadual, municipal e até mesmo organismos internacionais, voltados para o financiamento de projetos dessa natureza.

Inseridos, portanto, no contexto regional, porém voltados para o nosso objetivo principal, que é a geração de energia, temos hoje o Plano 2010, que coloca em destaque as obras de Cararaô (entrada em 1998) e Babaquara (entrada em 2001).

#### IV.2.6. Meio Ambiente

Quanto ao meio ambiente, a ELETRONORTE iniciou sua convivência com esta questão, a partir da conclusão das obras da UHE de Coaracy Nunes no Amapá, ainda no início

de sua criação em 1973. Naquela oportunidade, a consciência e legislação pertinentes aos impactos ambientais, ainda eram incipientes. Com a construção da UHE TUCURUI, primeiro grande empreendimento hidrelétrico implantado na Amazônia, a ELETRONORTE e a sociedade identificaram a necessidade de uma abordagem mais ampla das interferências com os ecossistemas.

A estratégia adotada para abordagem dos problemas foi a utilização de orgãos de pesquisas regionais e nacionais, com a complementação de consultores nacionais e internacionais e a formação de um núcleo básico na própria empresa, para absorção de experiências. A ELETRO NORTE e demais segmentos envolvidos, muito aprenderam e mais conheceram da Amazônia.

Tucuruí agora está inserida no contexto regional, com expressivos impactos positivos e com resíduos pouco expressivos de impactos negativos.

Hoje desenvolvemos outros projetos hidrelétricos e a cada dia a ELETRONORTE e centenas de pesquisadores ampliam os conhecimentos do assunto. A experiência acumulada por nossa Empresa, a definição pela ELETROBRÁS de um manual de Estudos de Impactos Ambientais, e as exigências dos orgãos institucionais ligados ao assunto, determinam na atualidade, a necessidade de dar-se um tratamento de maior envergadura à questão.

No caso específico do Complexo Altamira, em conjunto com os trabalhos relativos ao aproveitamento hidrelétrico, a ELETRONORTE está desenvolvendo os estudos de efeitos ambientais no meio ambiente, no qual aquele complexo irá se inserir.

V. ESTUDOS DE TRANSMISSÃO DA AMAZÔNIA PARA AS REGIÕES NORDESTE E SUDESTE

Desde 1979, a ELETRONORTE tem desenvolvido estudos para obter uma visão do sistema elétrico de sua área de concessão ao final de um horizonte, em que todo potencial inventariado estivesse comissionado.

O primeiro estudo nesse sentido, denominado "Estudo ELETRONORTE 2000", proporcionou uma visão estratégica para dois sistemas de transmissão (até certo ponto independentes) que interligassem a Região Norte às Regiões Nordeste e Sudeste-Centro-Oeste, respectivamente, com capacidades de 4.800 MW e 12.000 MW de potência. Este estudo foi baseado em algumas premissas, tais como utilização das tensões de 1.050 kV e 525 kV para linhas em corrente alternada e  $\pm$  600 kV para linhas em corrente contínua e fator de carga unitário nas interligações.

O segundo estudo nesse sentido, denominado "Estudo da Transmissão da Amazônia", foi feito em conjunto com a CHESF, sob a coordenação da ELETROBRÁS. Contemplou intercâmbios N-NE e N-SE respectivamente de 11.300 MW e 8.000 MW para as capacidades finais. Nesta ocasião, elaborou-se estudos para selecionamento da tensão e do condutor ótimo para as linhas de transmissão e teceu-se muitas considerações sobre os fatores de utilização das interligações ao longo do período em estudo. Este estudo, destacou-se pela extensa análise feita sobre linhas de transmissão, culminando com o preparo de miniespecificações.

O terceiro estudo nesse sentido, ora em andamento, denominado "Estudo Coletora Xingu 2015", objetiva atualizar o "Estudo ELETRONORTE 2000", em termos de malha coletora, dimensionar as interligações N-SE e N-NE para intercâmbios de 12.000 MW médios e 6.000 MW médios, respectivamente, agora não mais para fator de carga unitário, mas sim parametrizado para as faixas de 0,50

a 0,75 para o Nordeste e 0,60 a 0,80 para o Sudeste. O estudo objetiva também a definição da configuração da malha coletora do sistema e o seu detalhamento a nível de projeto básico, terminando com o preparo de mini-especificações onde se aproveitará o trabalho já desenvolvido no "Estudo da Transmissão da Amazônia". Quanto ao sistema de transmissão, o estudo definirá a alternativa mais econômica e o número dos pontos de entrega nas demais regiões.

Após a conclusão destes estudos estará definida a configuração básica do sistema e deverá ter início os estudos de otimização e definição das características básicas dos equipamentos. Estes estudos deverão ser realizados em conjunto com todas as empresas envolvidas, sob a coordenação da ELETROBRÁS.

A seguir apresentaremos com um pouco mais de detalhes os resultados dos estudos já realizados.

#### V.1. ESTUDO ELETRONORTE 2000

O problema com o qual nos deparamos e temos estudado desde 1979 surge do balanço de carga e geração na Região Norte e demais regiões brasileiras.

Os aproveitamentos localizados na Região Norte são de grande capacidade, enquanto o mercado dessa região é pequeno, quando comparado ao potencial. Nas Regiões Sudeste e Nordeste, temos exatamente o contrário, mercados significativos e aproveitamentos viáveis de capacidade não tão grande. Desse modo, deparamo-nos com superávit de energia na Região Norte, e déficit nas Regiões Sudeste e Nordeste.

A maioria dos aproveitamentos utilizados para a elaboração desse estudo (realizados entre 1979 e 1981) es-

tão, hoje, alterados em termos de capacidade e mesmo localização, porém isso não invalida o principal objetivo desse estudo, que foi avaliar a viabilidade técnica e econômica da transmissão N-SE de 12.000 MW.

Esse intercâmbio N-SE de 12.000 MW, bem como o intercâmbio N-NE de 4.800 MW, resultou dos balanços regionais de carga e geração, utilizando-se de dados do Plano 95 da ELETROBRÁS.

#### V.1.1. Selecionamento de Alternativas para Estudo

Para o selecionamento das alternativas a serem estudadas, subdividiu-se a região dos aproveitamentos em dois grupos, cujo montante em geração e localização geográfica melhor atendesse as duas regiões importadoras.

Ao todo foram pesquisadas 3 filosofias de desenvolvimento do parque gerador, 3 filosofias de sistema de transmissão Norte-Sudeste e 2 filosofias de sistema de transmissão Norte-Nordeste, resultando em 15 alternativas completas, efetivamente estudadas. Em resumo, cogitou-se das seguintes filosofias:

- . No que se refere ao desenvolvimento do parque gerador, considerou-se o início do comissionamento das usinas, ora pelos aproveitamentos localizados nos rios Tocantins e Araguaia, ora pelos aproveitamentos do rio Xingu e ainda pelo aproveitamento de Itaituba, no rio Tapajós.
- . No que se refere ao sistema de transmissão Norte-Sudeste, considerou-se um sistema transmissor, ora genuinamente em UHV-AC, ora genuinamente em EHV-DC e ainda uma combinação de dois circuitos UHV-AC e um circuito EHV-DC.



- . No que se refere ao sistema de transmissão Norte-Nordeste, embora sem muita ênfase em todo o estudo, considerou-se uma expansão da rede existente em 525 kV até 4 circuitos e o comissionamento de um circuito EHV-DC em paralelo com os circuitos em 525 kV.

Dado que as maiores atenções deste estudo estiveram voltadas para o atendimento da Região Sudeste, as alternativas passaram a ser denominadas por "Alternativas AC", "Alternativas DC" ou "Alternativas Mistas", de acordo com o sistema transmissor a elas associado.

Das 15 alternativas estudadas, 4 eram AC, 6 eram DC, 3 com links de 4.000 MW de capacidade e 3 com links de 3.000 MW, e 5 eram mistas. Entre as mistas, 2 eram apenas alternativas variantes quanto ao desenvolvimento anual.

#### V.1.2. Metodologia utilizada no Estudo

A metodologia utilizada compreendeu uma fase de dimensionamento determinístico para as configurações alternativas e uma avaliação do desempenho dessas configurações por método probabilístico.

Na análise de confiabilidade efetuada, determinou-se para cada configuração final de cada alternativa os seguintes índices de mérito:

- . Energia cortada com e sem redespacho;
- . Probabilidade de perda de carga;
- . Valor médio da demanda não suprida;
- . Energia não transferida;
- . Frequência e montante de redespacho.

De posse de todos esses resultados efetuou-se o custea

mento das alternativas. Utilizou-se o método do Valor Presente dos Investimentos e o método do Custo Anual Equivalente.

No cálculo do custo anual equivalente foram englobados os seguintes custos:

- . Remuneração do capital investido;
- . Depreciação de linhas, equipamentos e usinas;
- . Juros durante a construção;
- . Despesas de operação e manutenção;
- . Perdas no sistema elétrico.

#### V.1.3. Verificação quanto à Viabilidade das Rotas

Uma atividade de relevante importância e que foi efetuada neste estudo, diz respeito ao estudo das possíveis rotas das LT's.

Na seleção das diretrizes reais dos diversos trechos, procurou-se evitar áreas de difícil implantação das LT's ou mesmo proibitivas, como zonas de aluviões extensas, longas travessias, reservas indígenas, áreas de futuros reservatórios, etc., além de buscar o apoio de estradas e outras facilidades logísticas.

As rotas foram divididas por trechos analisados quanto a quatro parâmetros: topografia, abertura vegetal, fundações e apoio logístico. Para cada parâmetro, atribuiu-se um índice classificatório de 1 a 4, em ordem crescente de adversidade e desse modo chegou-se a uma correspondência com o custo por trecho de linha.

#### V.1.4. Custos de Geração e Transmissão N-SE

No Estudo ELETRONORTE 2000, procedeu-se a uma compara

ção entre o custo de fornecimento da energia entregue em cada região, segundo os intercâmbios considerados, com a respectiva tarifa atual (na época) de energia nessas regiões.

Evidentemente foi dada maior ênfase para a Região Sudeste.

Naquela época (1981) o custo médio levantado junto às empresas, para fator de carga unitário foi de:

- . 25 US\$/MWh para o SE;
- . 20 US\$/MWh para o NE.

Na determinação do custo anual equivalente da geração, considerou-se:

- . O investimento da usina seria feito de uma só vez na data de comissionamento da primeira máquina.
- . Incluiu-se o valor dos juros durante a construção no custo das usinas.
- . As usinas foram consideradas com fator de capacidade igual a 0,6.
- . Incluiu-se o custo das linhas do sistema coletor.

No cálculo do custo da energia por região, computou-se como custo de geração uma percentagem igual a da correspondente energia recebida. Assim, a Região Sudeste ficou com 60 % do investimento em usinas e sistema coletor em cada alternativa. As Regiões Norte e Nordes-te ficaram respectivamente com 15 % e 25 %.

Como se verifica pelos valores apresentados na tabela 1, os custos de energia entregue resultaram atrativos em comparação ao valor atual da tarifa.

TABELA 1

CUSTOS DE GERAÇÃO E DAS TRANSMISSÕES  
NORTE-SUDESTE NAS ALTERNATIVAS MAIS  
ECONÔMICAS (US\$/MWh)

ALTERNATIVA	CUSTO DA GERAÇÃO	CUSTO DA TRANSMISSÃO	TOTAL
Corrente Alternada 1.050 kV	15,86	9,68	25,54
Corrente Contínua ± 600 kV	16,37	7,27	23,64
Mista 2 Circuitos 1.050 kV 1 Elo ± 600 kV 4.000 MW	15,76	8,77	24,53

OBS.: Custo Médio do MWh fornecido na Alta Tensão na Região Sudeste para uma entrega segundo o seguinte perfil:

- . 700 MW em 1991
- . 4.500 MW em 1995
- . 12.000 MW em 2000 e após, sempre  $aFP_0 = 1,0$

## V.2. ESTUDO TRANSMISSÃO DA AMAZÔNIA 2000

Das principais características das interligações N-NE e N-SE, ressalta-se as seguintes:

- . Na interligação N-NE, o que se tem na realidade é uma ampliação da interligação em 500 kV hoje existente (1.100 MW) para aquela com maior capacidade final.
- . Caracteriza-se ainda a interligação N-NE por apresentar-se com cargas de porte respeitável ao longo das rotas da interligação, além do suprimento do próprio mercado do Norte. Não se trata, portanto, de transmissão ponto a ponto.
- . A interligação N-SE, face ao plano de geração no Norte estabelecido pela ELETROBRÁS e face aos balanços regionais de carga/geração no Sudeste, resultou do tipo ponto a ponto.
- . A interligação N-SE, segundo o plano de geração de referência, seria necessária a partir de 1996, evoluindo em 6 anos até sua capacidade final de 800 MW. Já a interligação N-NE, teria sua ampliação iniciada a partir de 1993, evoluindo até sua capacidade final durante um longo tempo (aproximadamente 16 anos).
- . Quanto aos fatores de utilização das interligações (relação entre o fluxo médio de energia e a capacidade instalada de transmissão num determinado período), deve-se observar que:
  - Os valores indicados para a transmissão N-NE correspondem a diferentes condições hidrológicas da região NE: 0,43 é valor médio referente a todas as situações de hidraulicidade e 0,70 é válido apenas duran

te os períodos de hidraulicidade crítica daquela região.

- Para a transmissão N-SE o valor é 0,70 tanto nos períodos secos como nos períodos chuvosos da região SE-CO.
- Tais diferenças são devidas às distintas características de regulação dos dois sistemas receptores.
- . O impacto da importação de energia do Norte por parte dos sistemas receptores é diferente: enquanto para o Sudeste-C. Oeste tal importação representa apenas 10 % do consumo daquele sistema, para o Nordeste a referida importação de energia é da ordem de 40 % de seu consumo.
- . A alocação de fontes térmicas, como complemento da geração hidráulica regional, foi considerada praticamente todas nas regiões SE-CO e Sul até o ano 2010, sendo desprezível na região NE. Esse fato está, em parte, correlacionado com as diferentes características das interligações N-NE e N-SE apontadas nos itens acima.

#### V.2.1. Resultados obtidos do Estudo

Os aspectos mais relevantes desenvolvidos nesta fase do estudo foram os seguintes:

- . Uma extensa análise feita sobre linhas de transmissão, compreendendo:
  - Prê-dimensionamento dos diferentes tipos de LT's.
  - Determinação de seus custos básicos.

- Complementação dos estudos de corredores e rotas LT's iniciados na fase anterior pela ELETRONORTE.
  - Determinação de índices de custos de LT's em função das dificuldades de sua implantação em diferentes corredores.
  - Análise de registros de dados climatológicos disponíveis, como subsídio para o dimensionamento das LT's.
  - Definição das tensões econômicas de transmissão CA e CC.
  - Aplicação na rede N-NE de LT's 500 kV compactas (LT's com maior capacidade de transmissão do que as convencionais), já a partir, e inclusive, do 2º circuito do sistema Tucuruí.
- . Preparo de mini-especificações de equipamentos, em função dos principais requisitos a eles impostos pelos sistemas analisados. Visou-se com isso a obtenção junto aos fabricantes de dados e custos mais atualizados dos mesmos.

#### V.2.2. Custos de Geração e Transmissão

Os custos obtidos para a transmissão da Amazônia aos centros receptores mais afastados no Nordeste e no Sudeste-C. Oeste, estão na faixa 10-12 US\$/MWh ou 570-615 US\$/kW, valores esses referidos à energia entregue aos receptores, incluindo os juros durante a construção e reforços necessários nas redes receptoras.

Quanto à alimentação da Região Norte os custos obtidos foram da ordem de 5 US\$/MWh e 265 US\$/kW, com perdas de 4 %.

Os montantes de investimentos em transmissão (valores

acumulados) foram:

	TOTAL	ATE 2000
	US\$ x 10 <sup>6</sup>	US\$ x 10 <sup>6</sup>
Interligação N-SE	3.555	3.100
Interligação N-NE	5.263	1.800
Alimentação da Região Norte	1.872	800
<b>TOTAL</b>	<b>10.690</b>	<b>5.700</b>

Quanto à composição dos investimentos, obteve-se:

	N-SE	N-NE
Subestações	45 %	40 %
Linhas	55 %	60 %

Finalmente, deve-se observar que, adicionando-se os custos da transmissão aos da geração no Norte (por exemplo, da ordem de 25 US\$/MWh), obtêm-se um custo total da energia entregue aos centros receptores no Nordeste e no Sudeste-C. Oeste da ordem de 35-37 US\$/MWh, o qual pode ser considerado bastante atraente e competitivo com outras formas de geração localizáveis mais próximo dos centros de carga.



VI. CONCLUSÕES

Finalizando a nossa apresentação sobre o assunto, gostaríamos de destacar as seguintes conclusões:

- Necessidade de grandes blocos de energia para suprimentos dos mercados Nordeste/Sudeste.
- A possibilidade de transferência de grandes blocos de energia viabiliza a transmissão a grandes distâncias.
- Utilização de diversidade hidrológica existente em relação às bacias das regiões.
- Alternativas de baixo custo de geração compensando os investimentos no sistema de transmissão.
- Estabelecimento de pólos de desenvolvimento integrado de grandes regiões da Amazônia.
- A consciência ecológica da ELETRONORTE, resultado de estudos, pesquisas e experiências vivenciadas.