



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

GLT-08  
19 a 24 Outubro de 2003  
Uberlândia - Minas Gerais

**GRUPO III  
GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT**

**IMPLANTAÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO SOB O NOVO MODELO DO SETOR ELETROENERGÉTICO :  
A EXPERIÊNCIA DA EXPANSION**

**Murilo Magalhães Nogueira \*  
EXPANSION**

**Ramon Sade Haddad  
EXPANSION**

**Marco Aurélio Olivetti da Silva  
EXPANSION**

**RESUMO**

O modelo do setor eletroenergético nacional criou novos procedimentos para implantação de empreendimentos de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. No caso particular da Transmissão, além da sistematização de etapas já conhecidas pelo setor, como o licenciamento ambiental e as metas de qualidade, acrescentou-se a exigência de contratos bilaterais com diferentes agentes (ONS, Aneel e concessionárias de fronteira) e, principalmente, a necessidade de uma estratégia que permita adequada rentabilidade ao negócio.

Este trabalho apresentará a experiência da Expansion Transmissão de Energia Elétrica S.A. na implantação das LTs 500 kV Samambaia-Itumbiara e Samambaia-Emborcação e ampliação das subestações associadas.

**PALAVRAS-CHAVE**

Novo modelo. Leilão de transmissão. Projeto.

**1.0 - SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO: EVOLUÇÃO**

As mudanças vivenciadas nos últimos anos no setor elétrico nacional são a etapa mais recente de um processo centenário, que pode ser simplificada em 4 períodos.

O primeiro período (1880 a 1929) caracterizou-se por um grande número de empreendimentos pioneiros, na maioria de capital privado, e que ao final estavam concentrados em um número limitado de grandes empresas verticalizadas.

No segundo período (1930 a 1960) verifica-se a crescente intervenção do Estado, culminando com a criação de grandes estatais, como Chesf e Furnas, e empresas estaduais, como Cemig, Ceee e Copel.

O modelo estatal consolida-se no terceiro período (1961 a 1988) com a criação da Eletrobrás e o planejamento centralizado do sistema elétrico. Esse período é marcado pelos grandes investimentos do Governo Federal (Itaipu) e pela estatização de grupos privados remanescentes (Light).

O modelo atual (1989 em diante) é marcado pela redução da presença estatal e o retorno do capital privado. São criados a Aneel e o ONS e privatizadas várias empresas, enquanto outras surgem nas áreas de Geração e Transmissão.

**2.0 - O SISTEMA INTERLIGADO DE TRANSMISSÃO**

As primeiras linhas de transmissão tinham por objetivo interligar usinas geradoras a centros consumidores. A partir da década de 60, a centralização do planejamento da expansão elétrica permitiu que esses sistemas radiais e isolados fossem progressivamente conectados para formar o Sistema Interligado de Transmissão.

**2.1 Os Agentes de Transmissão no Modelo Estatal**

Sob a égide da União, criaram-se as grandes estatais de geração \_ Furnas, Chesf, Eletronorte e Eletrosul \_ com área de atuação inter-regional (ver Figura 1). Em paralelo sedimentavam-se as empresas de distribuição, estatais e privadas, de caráter regional (ver Figura 2).

Nesse modelo as linhas de transmissão não eram um negócio em si, mas mero apêndice da atividade principal : a venda de energia, gerada ou distribuída.

## 2.2 A Rede Básica e o Novo Modelo da Transmissão

A partir da década de 90, sob o novo modelo, tem-se a cisão dos negócios Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização, bem como a dissociação entre área de atuação e exploração da rede (isto é, a concessionária não está mais limitada a uma região específica de atuação).

Cria-se o conceito de **Rede Básica**: conjunto de todas as linhas de transmissão em tensões de 230 kV ou superior e subestações que contenham equipamentos nessa tensão ou superior, integrantes de concessões de serviços públicos de energia elétrica.

O novo modelo facilitou a entrada de novos *players* no negócio Transmissão, aumentando a concorrência e a especialização. Novas concessionárias de transmissão têm surgido a partir dos leilões efetuados pela Aneel (ver Figura 3); entre elas a Expansion, cujas linhas fazem parte da Interligação Norte-Sul (ver Figura 4).



Fig. 1 - Concessionárias de transmissão federais



Fig. 2 - Concessionárias de transmissão estaduais



Fig. 3 - Novas concessionárias de transmissão



Fig. 4 - Linhas de transmissão da Expansion

## 3.0 - A EXPANSION

A Expansion Transmissão de Energia Elétrica S.A., com sede no Rio de Janeiro, é uma empresa privada constituída para exploração de negócios de transmissão. A empresa é controlada por 4 sócios espanhóis com igual participação : Inabensa, Cobra, Elecnor e Isolux; cada um deles com grande experiência na área de eletricidade, tanto na Europa quanto em outros continentes.

A Expansion possui a concessão de 3 LTs 500 kV, que

somam cerca de 820 km de extensão.

## 4.0 - PARTICIPAÇÃO EM LEILÕES DE TRANSMISSÃO

Em agosto de 2000 a Expansion arrematou as LTs Samambaia–Itumbiara e Samambaia–Emborcação (Leilão Aneel 002/2000) oferecendo uma Receita Anual de R\$ 52 milhões (deságio de 0,91 %). Essas linhas fazem parte da Interligação Norte-Sul e entraram em operação em dezembro de 2002.

Em agosto de 2002 a Expansion ganhou a concessão da LT Itumbiara–Marimbondo (Leilão Aneel 002/2002) oferecendo uma Receita Anual de R\$ 26,250 milhões (deságio de 11,68 %). Esse projeto, hoje em andamento, tem conclusão prevista para junho de 2004.

## 5.0 - O SISTEMA DA EXPANSION

A Figura 5 mostra o diagrama unifilar simplificado do sistema 500 kV da Expansion atualmente em operação.

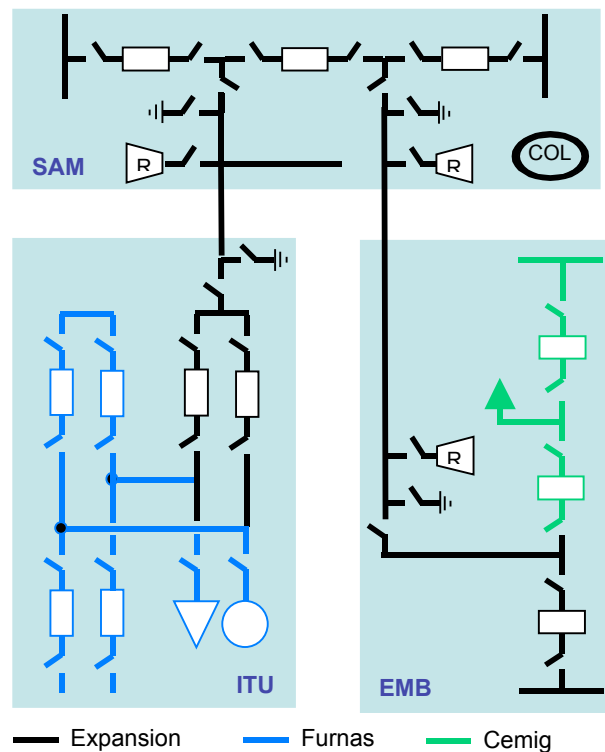


Fig. 5 - Diagrama unifilar do sistema Expansion

### 5.1 Características das subestações

Na Subestação Samambaia 500 kV a Expansion acrescentou um vão disjuntor-e-meio completo com duas saídas de linha, cada qual com um banco de reatores 73,5 MVAR. Nessa subestação foi instalado Centro de Operação Local de onde o sistema é acompanhado 24 h e através do qual são feitos os contatos com os Centros de Operação do ONS (COSR-SE e COS-MG), Furnas (Usina de Itumbiara) e Cemig (Usina de Emborcação).

Na subestação Itumbiara 500 kV o barramento em anel

foi ampliado com dois disjuntores e uma saída de linha.

Na subestação Emborcação 500 kV foi completado o vão disjuntor-e-meio com o acréscimo de um disjuntor e uma saída de linha, além de banco de reatores 73,5 MVAR.

## 5.2 Características das linhas de transmissão

As LTs Samambaia-Itumbiara (296 km) e Samambaia-Emborcação (285 km) atravessam respectivamente 10 e 9 municípios do Estado de Goiás, além do Distrito Federal. As linhas são compostas por torres estaiadas e autoportantes, com fases dispostas horizontalmente em feixes de 3 cabos Ruddy (CAA 900 MCM 45/7) e distância entre grupamentos de 10,6 m. Os cabos pára-raios são de aço (EAR 3/8" 7 fios), distantes entre si 18 m.

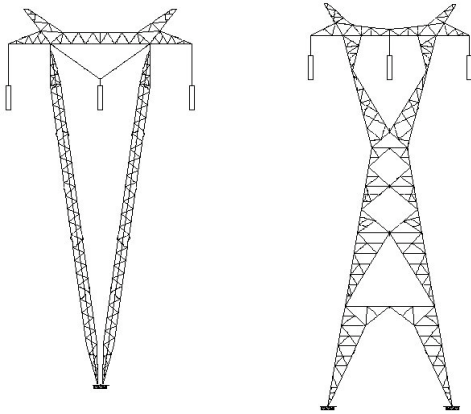


Fig. 6 - Silhuetas de torres de suspensão

O vão médio é de 460 m e a distância fase-solo típica é de 10,5 m. A faixa de servidão é de 60 m. O projeto foi executado de acordo com a NBR 5422 e a IEC 826.

A capacidade de transporte de cada linha é de 3.000 A (2.600 MVA), limitada pela altura cabo-solo. A máxima temperatura nos cabos na condição-limite é de 75°C sob sol a pino, temperatura ambiente de 30 °C e vento de brisa de 1 m/s.

O campo elétrico calculado não ultrapassa 5,5 kV/m dentro da faixa. Fora da faixa esse valor é inferior a 2 kV/m. Em ambos os casos os resultados estão abaixo dos valores permitidos pela NBR 5422 (15 kV/m no limite da faixa) e pelo ICNIRP (8,3 kV/m em ambiente de trabalho e 4,2 kV/m para locais públicos).

O campo magnético máximo calculado é de 370 mG (37  $\mu$ T) no eixo da linha, valor que cai para 110 mG (11  $\mu$ T) no limite da faixa. Ambos os valores são inferiores ao mais restritivo limite adotado pelos institutos internacionais (83  $\mu$ T a 60 Hz, pelo ICNIRP).

## 6.0 - PROJETO BÁSICO

O desenvolvimento do projeto básico das subestações e linhas bem como a sua aprovação junto à Aneel é de responsabilidade da Expansion e serve de base para a contratação da empresa de EPC (engenharia, projeto e construção). O contrato EPC, na modalidade "turn key"

foi adjudicado a Isinelco que é constituída pelos mesmos sócios da Expansion.

Em paralelo a Expansion contrata a execução de serviços de meio ambiente, estudo de traçado e cadastro de propriedades para as linhas de transmissão.

O desimpedimento da faixa de servidão para as LTs Samambaia-Itumbiara e Samambaia-Emborcação foi realizado em três diferentes etapas: autorização de passagem, negociação (indenização e contrato) e *feedback* empresarial através de pesquisa de qualidade. De um total de cerca de 600 propriedades particulares, em apenas 5 casos foi necessário lançar mão de Declaração de Utilidade Pública e obter o desimpedimento por via judicial.

## 7.0 - PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo das subestações e linhas envolvendo a elaboração de plantas e desenhos bem como o fornecimento de equipamentos e materiais, obras civis e de montagem foi contratado através da Isinelco.

A implantação das LTs Samambaia-Itumbiara e Samambaia-Emborcação envolveu a contratação de 3 empresas de montagem trabalhando simultaneamente nas várias frentes de trabalho.

O escopo do trabalho incluiu serviços colaterais como a atualização dos sistemas de supervisão de Furnas (SEs Samambaia, Brasília Sul e Itumbiara) e Cemig (SE Emborcação), atualização dos Esquemas de Controle de Emergência (ECE) em subestações da Interligação Norte-Sul e a disponibilização de informações para os Esquemas de Controle de Segurança (ECS). Em adição foi necessário o projeto de envio de dados de potência ativa para o Controle automático de Geração (CAG) dos COS-MG e COSR-SE atendendo características específicas desse sistema.

O comissionamento das subestações foi realizado em conjunto entre a Isinelco, as concessionárias locais e a Transener, empresa contratada para a operação e manutenção do sistema da Expansion.

Por fim a programação dos testes de energização foi realizada diretamente pela Expansion junto ao ONS.

## 8.0 - SISTEMA DE COMUNICAÇÕES

O sistema de comunicações entre as subestações de cada LT da Expansion, composto de canais de voz, dados e teleproteção, foi originalmente concebido para onda portadora (OPLAT). Problemas de disponibilidade de frequências de carrier levaram, na época da implantação, à utilização de alternativas usando prestadoras de serviço de telecomunicações. O objetivo final foi obter elevada confiabilidade através da redundância de canais com diferentes meios físicos.

Além dos canais entre subestações, existem comunicações de voz e dados partindo de Samambaia

e Emborcação para Rio de Janeiro (COSR-SE) e Belo Horizonte (COS-MG). Entre esses, o canal de dados para o CAG, o qual possui exigências especiais (aquisição a partir de unidade remota independente e retardo inferior a 15 ms). Esses sistemas foram contratados junto a prestadoras de serviço de telecomunicações.

Em sua configuração final, o sistema de comunicações visa obter disponibilidade superior a 99,98 %.

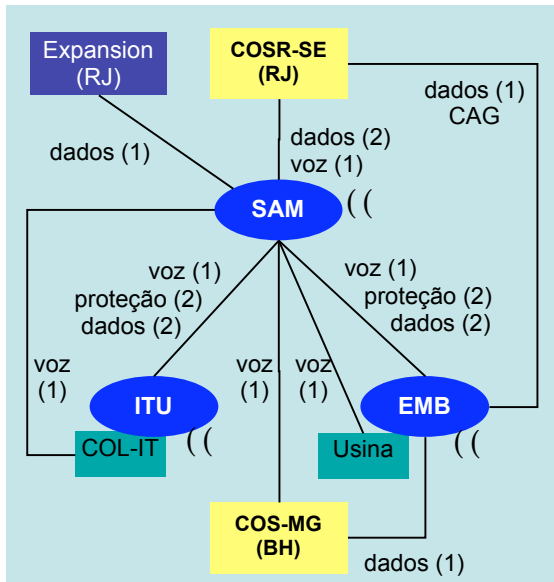


Fig. 7 - Sistema de Comunicações

Cada subestação possui ainda duas linhas telefônicas convencionais, uma para voz e outra para transmissão via modem de dados de oscilografia.

## 9.0 - MEIO AMBIENTE

O licenciamento ambiental compreende a elaboração de estudos de impacto ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Plano Básico Ambiental (PBA). Para realização de tais serviços foi contratada a empresa especializada, também responsável pelos trâmites legais necessários frente aos organismos ambientais para a obtenção das Licenças Prévia e de Instalação dentro dos prazos estabelecidos.

A implantação das linhas Samambaia-Itumbiara e Samambaia-Emborcação exigiu o estabelecimento de medidas ambientais compensatórias. Assim a Expansion patrocinou a implantação de um parque de orquídeas e de uma Unidade de Conservação Ambiental em regiões de cavernas.

Durante o processo de construção das linhas e subestações a Expansion implantou um Plano de Gestão Ambiental que contou com um acompanhamento diário e sistemático de todas as frentes de trabalhos. Dois inspetores ambientais, em dedicação exclusiva mais uma equipe multidisciplinar ambiental estiveram integralmente atuando, sempre sob a coordenação de um gestor. Tal estrutura garantiu uma perfeita mitigação dos impactos ambientais e

contribuiu sobremaneira para a obtenção da Licença de Operação.

## 10.0 - RELAÇÕES CONTRATUAIS

Para estabelecer-se como concessionária a Expansion deve manter relações contratuais com diversas entidades.

Com Anel é assinado o Contrato de Concessão para implantação, operação e manutenção das linhas de transmissão arrematadas em leilão.

Com o ONS é assinado inicialmente o CPST - Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão. Quando da entrada em operação das linhas é assinado o Acordo Operativo (AO), que define procedimentos para integração, coordenação, supervisão e controle da operação, envolvendo o planejamento, pré-operação, tempo real e pós-operação.

Com as concessionárias acessadas também são assinados Acordos Operativos definindo, entre outros pontos, a estrutura de operação das empresas (organograma, pessoal credenciado e meios de comunicação), procedimentos para intervenção em equipamentos e responsabilidades pela operação e manutenção das estruturas. Em adição é pactuado o CCI – Contrato de Compartilhamento, que define regras para uso, conservação e remuneração das partes comuns e serviços compartilhados nas subestações.

## 11.0 - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Das atividades de operação e manutenção sob responsabilidade de uma empresa de transmissão, o processo de atendimento a emergências é um dos que requer maior atenção, haja vista os elevados custos decorrentes de desligamentos não-programados.

Considerando a necessidade de rapidamente recuperar acidentes em linhas de transmissão (especialmente queda extensiva de torres), a empresa responsável pela O&M deve estar apta a mobilizar pessoal e equipamento em um curto espaço de tempo para a recomposição da linha. Para cumprir tal objetivo a Expansion contratou a Transener, uma empresa ISO 9002 especializada em operação e manutenção de LTs e SEs em EAT na Argentina, para ser a responsável por todas as atividades relacionadas a O&M, com uma exigência adicional para atendimento às Normas Brasileiras.

A Transener conta com larga experiência em atender emergências, considerando o fato de possuir mais de 18.000 km de LTs em EAT em uma região de ventos intensos e tornados. Este fato foi, aliás, um diferencial na opção da Expansion por essa empresa.

A equipe de O&M conta com 37 profissionais de diversas especialidades em seu quadro permanente, além de 11 veículos com tração 4x4 e um galpão construído pela Expansion com 20.000 m<sup>2</sup> para equipamentos de LTs e SEs, apto para reparos a qualquer nível de intervenção e localizado em um

ponto estratégico em relação a nossas LTs. Outro galpão, distante 20 km do Centro de Operação na subestação Samambaia, proporciona suporte de teste e análise em Proteção e Controle.

As atividades de manutenção contam com o apoio de Sistema Informatizado de Manutenção, imprescindível para apontamento de possíveis falhas e registro para tomada de decisões de ordem operacional e de manutenibilidade.

Além do pessoal próprio, contamos com o apoio constante da equipe baseada na Argentina, bem como um pré-contrato com equipes locais de mão-de-obra especializada.

As atividades da equipe contratada para O&M estão sob a responsabilidade da Gerência de Engenharia de Operação e Manutenção da Expansion, que coordena a realização periódica de inspeções nas SEs e LTs respaldadas nas normas técnicas e ambientais.

A operação em tempo real do sistema da Expansion é coordenada por um Centro de Operação situado na subestação Samambaia. Desde esse centro é possível supervisionar e telecomandar 24 h os equipamentos instalados nas subestações da Expansion. Não obstante, temos assistência 24 horas também nas demais subestações, seja com equipe própria, seja através de Acordo Operativo com a concessionária local.

## 12.0 - ESTRUTURA DE SERVIÇO

A estrutura de serviço e as relações contratuais da Expansion podem ser resumidas pela Figura 8.

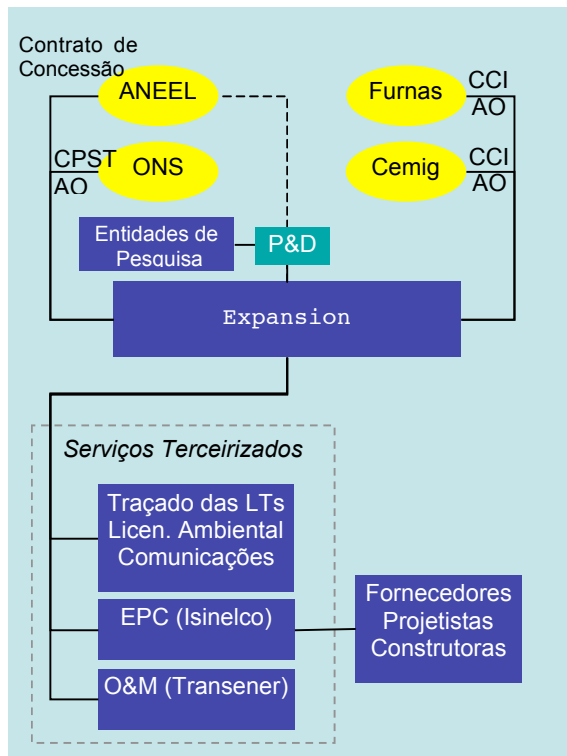


Fig. 8 - Estrutura de serviços e relações contratuais

## 13.0 - CONCLUSÃO

Apesar de complexo e de difícil controle, o modelo do setor eletroenergético emprestou à Transmissão a grande oportunidade da evolução empresarial. Do tradicional GTD verticalizado ao atual G-T-D-C podemos afirmar, sem sombra de dúvidas, que a Transmissão é a que mais assimilou as novas regras e a que mais bem adaptada se encontra no marco regulatório. A experiência da Expansion e o rápido desenvolvimento do mercado de Transmissão demonstram ser possível apresentar as respostas que a Rede Básica precisa para a expansão da oferta da energia e para o livre acesso dos demais agentes que atuam no mercado.

## 14.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) M.M.NOUEIRA. Organização do Sistema Brasileiro de Transmissão de Energia Elétrica após 1999. Relatório Interno Expansion. Brasil. 2003.
- (2) NBR 5422 - Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasil. 03/1985.
- (3) Expansão interconexão Norte-Sul II - projeto básico. Vol 1 e 2. ABB. Brasil. 2000