



**XV SNTPEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

**GIA / 07**

**17 a 22 de Outubro de 1999  
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil**

**GRUPO XI  
IMPACTO AMBIENTAL ( GIA )**

**A QUESTÃO DE POSSÍVEIS EFEITOS BIOLÓGICOS DE EMF's EM IMPLANTAÇÃO DE  
SUBESTAÇÕES URBANAS – O CASO DA SUBESTAÇÃO AUSTA – 138kV DA CPFL**

Hamilton Moss de Souza\*  
Luís A. Cabral Domingues  
Carlos Ruy Nunez Barbosa

Edivaldo J. S. Ribeiro  
Pierre Camarão Telles  
Antônio Pádua Rosolino

**CEPEL**  
**Centro de Pesquisas de Energia**  
**Elétrica**

**CPFL**  
**Companhia Paulista de Força e Luz**

**RESUMO**

Este informe técnico (IT) apresenta o caso da implantação da subestação AUSTA em São José do Rio Preto, SP, onde a discussão sobre uma possível associação entre a exposição a campos eletromagnéticos e a ocorrência de câncer foi levantada como um dos argumentos principais para tentar impedir juridicamente a construção, numa primeira etapa, e, posteriormente, a energização da subestação.

O IT apresenta o histórico do problema, resumo da discussão de possíveis efeitos biológicos de campos, a estratégia jurídica e de opinião pública, a abordagem técnica do problema e o resultado do processo.

**PALAVRAS - CHAVE:**

Campos eletromagnéticos; Câncer

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A possibilidade de uma associação entre a exposição a campos eletromagnéticos (EMF's) de baixa frequência e a ocorrência de câncer chamou a atenção de vários pesquisadores em diferentes países. Desde a publicação do primeiro estudo mencionando tal associação (Wertheimer e Leeper, 1979), grande número de pesquisas sobre este tema tem sido realizadas. Apesar da opinião contrária à hipótese da

malignidade dos efeitos dos EMF's nos pronunciamentos mais recentes de entidades científicas como a National Academy of Sciences dos EUA [1] e do IRPA – International Radiation Protection Association [2], o debate sobre a veracidade ou não dos resultados das pesquisas indicativas de problemas ainda não chegou ao fim.

Diferentemente da relativa tranquilidade da comunidade científica, a divulgação deste debate através da imprensa tem feito com que, em anos recentes, um número maior de pessoas expresse preocupação sobre possíveis efeitos sobre a saúde relacionados à exposição a campos elétricos e magnéticos, particularmente os campos magnéticos. Trata-se o assunto algumas vezes de forma alarmista, nem sempre buscando fundamentação em fatos científicos.

A maioria dos estudos epidemiológicos e laboratoriais não encontrou evidência de associação, para os níveis de exposição atualmente propostos em recomendações internacionais, entre campos eletromagnéticos de 50-60 Hz e câncer ou outros efeitos graves para seres humanos. Os estudos que identificam tal associação apresentam uma correlação fraca.

Relatório da National Academy of Science dos EUA [1], após analisar mais de 500 estudos, englobando 17 anos de pesquisas, expressou tranquilidade da

comunidade científica com relação ao assunto. Entretanto, o assunto é relevante tendo em vista a ampla utilização de energia elétrica pela sociedade industrializada e a gravidade das patologias envolvidas. Dificuldades para a implantação de instalações essenciais para o suprimento de energia elétrica tem ocorrido.

Com o aumento, por parte da população, da preocupação com problemas ambientais, a questão da qualidade na implantação de componentes de um sistema elétrico passa a incluir, necessariamente, outros aspectos além dos critérios puramente técnicos de desempenho elétrico. Esta preocupação pode ser traduzida mesmo em processos judiciais longos e custosos, com atrasos no cronograma de obras e mesmo risco de perda total de investimentos que não levaram em conta resistências, fundamentadas ou não, por parte da população à implantação do empreendimento. Isto sem levar em conta os prejuízos para o suprimento de carga de uma determinada região.

Este IT descreve os problemas e as soluções encontradas quando na implantação da Subestação Austa da CPFL, na cidade de São José do Rio Preto, que pode ser visto como um caso exemplo da questão de possíveis efeitos biológicos de EMF's traduzida como problemas para implantação de empreendimentos. A experiência da CPFL pode ser útil para o tratamento de questões semelhantes em outras empresas.

## **2.0 – HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA SUBESTAÇÃO AUSTA**

A região elétrica de São José do Rio Preto, com um total de 113.748 consumidores (dados de 1995), era suprida até 1998 por 4 subestações de 138-13,8 kV, totalizando 150 MVA e operando com um carregamento médio em torno de 105% em 1997 e início de 1998, das suas capacidades nominais.

Nestas condições, era crítica a liberação, pela CPFL, da instalação de novas cargas, principalmente das unidades industriais e/ou comerciais que desejavam se instalar na região. Esse problema, existente na época, aumentava com o passar dos meses.

Outro inconveniente de se operar instalações com alto percentual de carregamento é o aumento observado na probabilidade de falha em equipamentos e/ou problemas no sistema de 138 kV. Ressalta-se o fato de que no caso dessas interrupções, as transferências de carga entre as subestações ficam comprometidas em

virtude das sobrecargas já verificadas nas outras subestações.

A construção da LT e da SE Austa previa, em sua fase inicial, o atendimento a cerca de 20.000 consumidores, o equivalente a uma população estimada de 50.000 habitantes. Visa, principalmente, auxiliar no atendimento às cargas da área central da cidade, supridas por outras duas subestações, então bastante carregadas.

Com a entrada em operação da subestação Austa, localizada a sudeste da cidade, a CPFL estaria reduzindo o nível da queda de tensão nessa região e teria um carregamento equilibrado nas cinco subestações com áreas de influências bem distribuídas.

Com o crescimento natural do mercado, e, conseqüentemente, das sobrecargas nas subestações, aumenta-se as chances de necessidade de desligamento de alguns alimentadores em horário de pico, situação em que o carregamento é mais crítico. Naquela época, a título de ilustração, cada alimentador de São José do Rio Preto atendia em média 5.000 consumidores.

A subestação Austa ocupa uma área de 9.286,80 m<sup>2</sup> e é do tipo derivação, teleassistida e telecomandada, projetada para 2 (dois) transformadores de 138/13,8 kV, 40 MVA, total de 80 MVA, com instalação inicial de apenas um transformador.

A busca do local da SE Austa teve por critérios:

- proximidade à linha já instalada;
- proximidade do centro carga, caracterizado pela demanda do centro da cidade;
- a disponibilidade de acessos para entrada dos equipamentos;
- relevo pouco acidentado para evitar grandes movimentações de terra na etapa de aplanamento do terreno;
- nenhuma restrição quanto a instalação no plano diretor do município.

A linha de transmissão (Ramal) que alimenta a SE Austa é de 138 kV, circuito duplo, configuração vertical, extensão de 1.712 metros.

A concepção do projeto da linha de transmissão teve como base a utilização de estrutura auto portante constituída por poste de concreto, padrão urbano, buscando evitar desta forma o uso de faixa de passagem, prejuízos aos proprietários e impacto visual, uma vez que esse tipo de estrutura se incorpora

à paisagem urbana. Por conseguinte, tendo em vista as características desta linha (predominantemente urbana), há uma tendência da mesma confundir-se com a paisagem urbana, caracterizada também por construções em concreto e por redes elétricas de distribuição. Assim considera-se que este empreendimento não traz interferência visual relevante. Estes critérios indicam que, ainda na fase de projeto, já existia a preocupação com possíveis resistências, por parte da população, à implantação do empreendimento. Critérios para limitação de campos também foram considerados.

O custos do empreendimento são assim distribuídos:

- Subestação ..... US\$ 2,230,000.00
- Linha de Transmissão ..... US\$ 845,000.00

As etapas relevantes na implantação da subestação Austa são a seguir descritas:

- Novembro/96 – Início da construção da SE Austa
- Novembro/96 – Obra embargada pela Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, alegando falta de Alvará
- Dezembro/96 – Obra reiniciada com a construção das fundações
- Dezembro/96 – Obra novamente embargada pela Prefeitura Municipal alegando falta de Alvará
- Janeiro/97 – Obra reiniciada
- Janeiro/97 – Obra embargada por Ordem Judicial a partir de processo denominado “Ação de Nunciação de Obra Nova Cumulada com Demolitória – Subestação Austa” impetrada pela Associação dos Amigos e Moradores do Parque Residencial Comendador Mançor Daud (AMMAD)
- Abril/97 – Obra reiniciada com Autorização Judicial
- Abril/97 – Obra embargada por Ordem Judicial
- Maio/97 – Obra reiniciada com Autorização Judicial
- Outubro/97 – Conclusão da construção da SE Austa, após os vários embargos
- Novembro/97 – Comissionamento da SE Austa
- Dezembro/97 – Conclusão do comissionamento – SE pronta para entrar em operação dependendo de decisão Judicial
- Abril/98 – Energização do Ramal e da SE

### **3.0 – A QUESTÃO DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS NO PROCESSO JUDICIAL**

A hipótese de possíveis efeitos dos campos eletromagnéticos originados pela operação da SE Austa ocupou boa parte dos quesitos do demandante no decorrer do processo judicial “Ação de Nunciação de Obra Nova Cumulada com Demolitória – Subestação Austa” impetrada pela Associação dos Amigos e Moradores do Parque Residencial Comendador Mançor Daud (AMMAD), constituindo-se num dos principais eixos da argumentação contrária à implantação da subestação no local.

Para contrapor-se à argumentação dos demandantes foi emitido Laudo Técnico Científico pelo CEPTEL [3], em estreita cooperação dos setores de engenharia, jurídico e de informação da CPFL. O CEPTEL já desenvolvia, em conjunto com o DMA/ELETROBRÁS, projeto de acompanhamento sobre possíveis efeitos de EMF's. O Laudo responde aos quesitos dos Demandantes e do Exmo. Sr. Juiz com base em cálculos, medições, avaliações, literatura técnico-científica e normas pertinentes. Entre os vários aspectos abordados no Laudo destacam-se (a) estimativa de campos e (b) posicionamento de instituições com relação à hipótese dos EMF's serem danosos à saúde.

Para se ter uma estimativa de ordem de grandeza de valores de campo magnético numa subestação real em operação, foram feitas medições de campo magnético na subestação Primavera, da CPFL em São José do Rio Preto, pois como a subestação Austa encontrava-se desenergizada obviamente não se poderia medir seus valores de campo. Os valores medidos na área externa da subestação Primavera variaram de 1,6 mG até 22 mG, sendo o valor máximo medido nos alimentadores de baixa tensão(13,8 kV). Atravessando a rua adjacente no ponto imediatamente oposto ao de medição dos 22 mG o valor caía para cerca de 1,6 mG. As medições foram efetuadas no dia 28/11/97 durante visita técnica do Perito do Judiciário, Eng. Airton Olivari de Castro, na presença dos Assistentes Técnicos das partes.

Valores de campos elétricos e magnéticos para a SE Austa foram devidamente estimados por cálculos do CEPTEL para campos elétrico e magnético no interior da subestação Austa e circunvizinhanças, calculados para uma altura de 1,0 m acima do solo.

Para campos elétricos no interior da subestação, estimou-se um valor máximo de 5 kV/m. Na região exterior aos limites da subestação, valores que interessam para estimar a exposição dos moradores, o campo elétrico é praticamente nulo.

Os valores máximos de campo magnético calculados para a altura de 1,0 m do solo, foram de cerca de 18 mG, imediatamente abaixo dos condutores de saída da subestação caindo para menos de 3 mG a cerca de 15 m.

No caso da entrada de alta (138 kV) calculou-se que o valor do campo magnético cai de 3,5mG no ponto imediatamente abaixo da linha, sempre a 1,0 m de altura do solo, para cerca de 0,2mG a 40 m (limite da subestação). A contribuição da linha de 138 kV para o valor de campo a 1,0 m do solo é praticamente nula para distâncias acima de 55 m a contar da linha.

Os valores de campo elétrico foram calculados pelo Método de Simulação de Cargas. Os de campo magnético foram calculados com base nas correntes máximas esperadas na subestação e linhas de alimentação e saída, utilizando para simulação do solo o método da profundidade complexa (corrente de retorno considerada não em fase com a corrente de linha e solo homogêneo não ideal). As metodologias são utilizadas internacionalmente para cálculo destes campos. Estas metodologias são as bases dos programas computacionais TRICAMP e CAMPMAG do CEPEL que foram utilizados nos cálculos.

O campo magnético é dependente da corrente para uma dada geometria da fonte. Os valores apresentados são valores calculados considerando-se a corrente máxima (correspondente ao máximo campo) prevista para a subestação. Em horários de menor solicitação da subestação, os valores de campo magnético devem ser significativamente menores, acompanhando a diminuição da corrente.

Os valores de campo elétrico, que dependem da tensão da subestação, são praticamente constantes ao longo do dia, tendo em vista a pouca variabilidade da tensão.

Como referência para avaliar estes dados, cita-se os limites de segurança de exposição recomendados pelo IRPA - International Radiation Protection Association [2] - respectivamente 5 kV/m e 1000 mG para campos elétrico e magnético. Pode-se verificar que a ordem de grandeza dos valores de exposição a campos elétrico e magnético esperados para a subestação e circunvizinhanças estão muito abaixo dos limites de segurança de exposição recomendados pelo IRPA. Estes limites foram desenvolvidos após exaustiva revisão dos dados biológicos por grupos de especialistas internacionais.

O CENELEC - European Committee for Electrotechnical Standardization (Comitê Europeu

para Padronização Eletrotécnica) [4] estabelece para os campos elétricos e magnéticos os valores de segurança para público em geral de respectivamente 10 kV/m e 0,53 mT (5300 mG).

Mesmo os campos mais altos esperados de serem produzidos na subestação e nas linhas estão folgadoamente dentro dos limites de segurança estabelecidos tanto pelo IRPA quanto pelo CENELEC.

No sentido de facilitar a construção de referência para o entendimento do significado dos níveis de campo medidos ou estimados, algumas medições de campo magnético em eletrodomésticos foram efetuadas no Shopping Iguatemi de São José do Rio Preto, no mesmo dia da visita técnica do Sr. Perito Judicial.

Com relação aos eletrodomésticos, tendo em vista a baixa tensão para a sua operação (110 ou 220 V) os campos elétricos gerados resultam normalmente em valores não significativos, além de serem estes campos facilmente blindados pela própria carcaça dos aparelhos.

Foram medidos campos magnéticos, nas proximidades dos equipamentos, das seguintes intensidades:

- Televisão - 10 a 76 mG
- Secador de Cabelos - 150 mG a 300 mG
- Motor de 4 CV - 500 mG
- Máquina de cortar cabelo - 3500 mG
- Forno de Microondas - 350 mG

Os valores de campos encontrados nos eletrodomésticos são da ordem de grandeza e alguns muito superiores aos medidos na subestação Primavera e os estimados para a subestação Austa. Isto mostra que, no cotidiando as pessoas podem se deparar normalmente com campos de baixa frequência bem mais altos que os das subestações em geral.

Com relação ao posicionamento de instituições com relação à hipótese dos EMF's serem danosos à saúde destaca-se do Laudo a posição da NAS (National Academy of Sciences dos EUA). Em livro publicado em 1997 [1], o Comitê Sobre Possíveis Efeitos de Campos Eletromagnéticos sobre Seres Vivos instituído pela National Academy Of Sciences dos EUA a pedido do Congresso Americano, declarou :

*“Baseado numa avaliação exaustiva dos estudos publicados com relação aos efeitos de campos elétricos e magnéticos de frequência industrial (50 e 60 Hz) sobre células, tecidos e organismos (incluindo o de seres humanos), a conclusão do Comitê é que as evidências não mostram que estes campos apresentam*

*perigo à saúde humana. Especificamente, nenhuma evidência conclusiva e consistente mostra que a exposição a campos elétricos e magnéticos residenciais produzem câncer, efeitos neurocomportamentais adversos, ou efeitos sobre a reprodução ou desenvolvimento.”*

Na pesquisa o Comitê não tratava apenas de campos elétrico e magnético gerados por eletrodomésticos. O interesse primordial do Comitê era a preocupação sobre fontes de campos elétricos e magnéticos de baixa frequência (50 e 60 Hz) associados com a geração, distribuição e uso de potência elétrica, incluindo **linhas de transmissão, subestações, linhas de distribuição** e numerosos eletrodomésticos indo desde computadores pessoais até relógios eletrônicos.

O Comitê, foi constituído por 16 eminentes cientistas de várias áreas de conhecimento e analisou cerca de 500 trabalhos englobando 17 anos de pesquisa sobre o assunto. Os trabalhos revisados englobaram estudos epidemiológicos, estudos “in vitro”, estudos com animais e estimativas de exposição.

O relatório do Comitê apresentado no livro [1] é resultado de quase três anos de estudos e numerosas horas de deliberação. Além dos membros do Comitê, vários especialistas foram convidados a participar das discussões em algumas das reuniões.

O Comitê sustenta sua conclusão de que os campos elétricos e magnéticos residenciais não têm se mostrado perigosos para a saúde mesmo considerando algumas associações com códigos de configuração (wire-codes, uma medida indireta de exposição utilizada em alguns estudos), lembrando que “muitos epidemiologistas vêem tal pequeno incremento na incidência como intrinsecamente não confiável” e que “a classificação por códigos de configuração (wire codes) correlacionam-se com muitos fatores, não relacionados com fontes de campos elétricos ou magnéticos - tais como idade das casas, densidade habitacional e densidade de tráfego nas vizinhanças - e que a classificação por códigos de configuração (wire-codes) exibe uma fraca associação com campos magnéticos residenciais medidos”. O Comitê lembra que códigos de configuração foram usados como estimadores indiretos de exposição pela dificuldade logística, dispêndio de tempo e custos para se proceder a medições de campos residenciais em larga escala.

Uma outra conclusão do Comitê, quando analisou os estudos “in vitro” é importante de ser citada [1-pg6] :

*“Nenhuma genotoxicidade reprodutível é observada, entretanto, a qualquer intensidade de campo. Repetindo, efeitos do tipo dos observados são típicos de muitas manipulações experimentais e não indicam por si próprios perigos. Efeitos são observados em exposição a altas intensidades de campo ( por exemplo no uso terapêutico de campos eletromagnéticos na recuperação de ossos fraturados).*

Ainda com relação à genotoxicidade (capacidade de provocar danos aos gens) o Comitê é incisivo [1-pg198]:

*“Exposição a campos elétricos e magnéticos não é genotóxica a qualquer nível de exposição.”*

O Laudo evitou analisar possíveis falhas de qualquer trabalho em particular ou envolver-se em discussões de natureza acadêmica, procurando basear-se nas mais consolidadas informações disponíveis no momento, referendadas por instituições de alta credibilidade científica.

Sempre que possível o Laudo procurou adotar uma linguagem didática, considerando a necessidade de entendimento dos conceitos por pessoas não especializadas no assunto.

No dia 18/04/98 efetuou-se a energização do ramal e da SE Austa, a partir de decisão favorável à CPFL cassando liminar concedida à AMMAD, com base em conclusões de Laudo do Perito Judicial [5] que concordou, nas questões críticas de segurança, com as conclusões do “Laudo Técnico-Científico Sobre Aspectos de Segurança, Salubridade e Localização” [3] do CEPFL/CPFL, emitido para responder quesitos relativos à Ação da AMMAD. A SE vem operando desde então.

#### **4.0 – MEDIDAS PARALELAS AO PROCESSO JUDICIAL**

Como a construção da SE Austa estava sendo alvo da associação de bairro, contrária à construção da obra no local escolhido, a CPFL promoveu várias ações voltadas ao esclarecimento e informação de opinião pública, no sentido de viabilizar a construção da obra, quais sejam:

- Campanha publicitária nos jornais locais no sentido de tranquilizar a população quanto a segurança e salubridade das instalações, simultaneamente esclarecendo a importância da SE Austa para suprimento de energia elétrica à

cidade e as conseqüências advindas no caso de atraso da obra;

- Palestras para público interno da CPFL e para o público externo, principalmente com os membros da associação AMMAD;
- Mala direta à população do bairro;
- Divulgação, através da imprensa da cidade, de resultados de medições comparadas como os limites do IRPA;
- Coletiva com a imprensa local escrita e falada;
- Reuniões com especialistas e autoridades da UNESP;
- Reuniões com o Prefeito de São José do Rio Preto, com o Presidente da Câmara de Vereadores, com o Promotor e Curador do meio ambiente, com a Diretoria da Associação Comercial da cidade além de empresários ligados ao comércio da cidade.

Medidas adicionais de cunho técnico também foram tomadas:

- Utilização de cabos isolados tipo multiplexados nas saídas dos alimentadores de 15 kV, obtendo assim redução do campo magnético ao nível do solo;
- Utilização de transformador de potência de 40 MVA com baixo nível de ruído;
- Muro periférico do modo a torná-lo mais arquitetônico, ou seja, procurando minimizar o impacto ambiental/visual, das edificações elétricas da subestação. Este muro é mais paisagístico e foi projetado com perímetro maior e vários ressaltos, contemplando, assim, áreas de ajardinamento.

Estas medidas podem auxiliar a diminuir o grau de resistência da população à implantação de empreendimentos, mas devem ser adequadamente divulgadas antes que o nível de preocupação atinja um nível exagerado.

## 5.0 CONCLUSÕES

- O alto grau de integração entre os especialistas do CEPEL e os profissionais da CPFL, das áreas de engenharia, jurídica e de informação foi fundamental para gerar o material que serviu de base à autorização para energização da subestação.
- A existência de normas brasileiras sobre limites de campos magnéticos facilitaria a defesa em caso de processos judiciais

- Recomenda-se que as empresas mantenham material adequado e atualizado e pessoal preparado para responder a demandas que emergem de diversos setores da sociedade antes que estas demandas atinjam um nível de preocupação exagerado.
- As últimas avaliações de organizações científicas e pesquisadores do assunto, indicam ausência de um problema maior de saúde pública.
- Apesar disto ainda persiste, com chances de crescimento, um problema maior de opinião pública.
- A experiência no trato de outros problemas ambientais anteriormente enfrentados pelo setor pode e deve ser útil no trato da questão dos efeitos dos EMF's.

## 7.0 REFERÊNCIAS

- (1) - NATIONAL RESEARCH COUNCIL - "POSSIBLE HEALTH EFFECTS OF EXPOSURE TO RESIDENTIAL ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS" - National Academy Press - Washington D.C - 1997
- (2) - INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION - "IRPA GUIDELINES ON PROTECTION AGAINST NON-IONIZING RADIATION" - Pergamon Press - New York - 1991
- (3) - SOUZA, HAMILTON MOSS - "LAUDO TÉCNICO-CIENTÍFICO SOBRE ASPECTOS DE SEGURANÇA, SALUBRIDADE E LOCALIZAÇÃO REFERENTES A AÇÃO DE NUNCIAÇÃO DE OBRA NOVA CUMULADA COM DEMOLITÓRIA - SUBESTAÇÃO AUSTA" - CEPEL/CPFL - Campinas - 1997
- (4) - CENELEC - EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION - "HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS - LOW FREQUENCY (0 HZ to 10 kHz) - 1992
- (5) - CASTRO, AIRTON OLIVARI - "LAUDO DO PERITO JUDICIAL - São José do Rio Preto - 1997