

54º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

MACEIÓ-ALAGOAS
OUTUBRO/2012

***SEMINÁRIO DE GRANDES
CONSTRUÇÕES***



Eletrobras
Eletronorte

A SEGURANÇA DE BARRAGENS NA ELETROBRAS ELETRONORTE



Eletrobras
Eletronorte

A Eletrobras Eletronorte é uma concessionária de serviço público de energia elétrica, subsidiária da Eletrobras e tem como finalidade principal a realização de estudos, projetos, construção e operação de usinas geradoras e de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além da comercialização da energia gerada pela empresa.

Criada em 20 de junho de 1973, com sede no Distrito Federal gera e transmite energia na região amazônica, nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Por meio do sistema integrado nacional, a empresa comercializa energia em todo o território nacional.

A Eletrobras Eletronorte construiu e opera usinas hidrelétricas (Tucuruí, Balbina, Curuá-Una, Coaracy Nunes e Samuel), parques térmicos e sistemas de transmissão associados.



QUADRO DE POTÊNCIAS INSTALADAS

| | REGIONAL PRODUÇÃO DO ACRE | REGIONAL PRODUÇÃO DO AMAPÁ | REGIONAL PRODUÇÃO DE TUCURUÍ | REGIONAL PRODUÇÃO DE RONDÔNIA | AMAZONAS ENERGIA | BOA VISTA ENERGIA | |
|-------|--|----------------------------------|--|-------------------------------------|---|----------------------|---|
| UHE's | | COARACY NUNES 78,0 MW | TUCURUÍ 8370,0 MW CURUÁ-UNA 30,0 MW | SAMUEL 216,0 MW | BALBINA 250,0 MW | | TOTAL DE POT. INST. DAS UHE'S 8944,0 MW |
| UTE's | RIO ACRE 44,8 MW RIO BRANCO I 18,6 MW RIO BRANCO II 29,3 MW | SANTANA 178,1 MW | | RIO MADEIRA 121,9 MW | APARECIDA 126,5 MW ELECTRON 120,0 MW MAUÁ 137,2 MW | FLORESTA 62,0 MW | TOTAL DE POT. INST. DAS UTE'S 838,4 MW |
| | TOTAIS DE POTÊNCIAS INSTALADAS DAS UNIDADES REGIONAIS | | | | | | TOTAL GERAL |
| | 92,7 MW | 256,1 MW | 8400,0 MW | 337,9 MW | 633,7 MW | 62,0 MW | 9782,4 MW |



Eletrobras
Eletronorte

• AS NOSSAS USINAS:



Eletrobras
Eletronorte



UHE BALBINA



Eletrobras
Eletronorte



UHE COARACY NUNES



Eletrobras
Eletronorte



UHE CURUÁ-UNA



Eletrobras
Eletronorte



UHE SAMUEL



Eletrobras
Eletronorte



UHE TUCURUÍ

UHE TUCURUÍ – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| PRINCIPAIS INFORMAÇÕES | | |
|-------------------------------|---|--|
| CASA DE FORÇA | | POTÊNCIA INSTALADA |
| 1ª ETAPA | 12. Geradores: 350 MW 2. Geradores: 22,5 MW | TOTAL 8.370 MW |
| 2ª ETAPA | 11. Geradores: 375 MW | |
| EXTENSÃO DA BARRAGEM | 8005 m |  |
| RESERVATÓRIO | <ul style="list-style-type: none"> • Nivel Operacional: 72 m • Volume Total: 45,80 bilhões m³ • Área do lago: 2.800 Km² • Ilhas: 1600 | |
| TURBINAS | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo FRANCIS • Queda Nominal: 66 m • Vazão por Unid. 600 M³/s | |
| VERTEDOURO | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: SALTO ESQUI • N° de Comportas: 23 • Vazão Máxima: 110.000 M³/s | |
| | | |

PRINCIPAIS VOLUMES DAS OBRAS

| | <i>1ª ETAPA (m³)</i> | <i>2ª ETAPA (m³)</i> |
|--|--|--|
| <i>ESCAVAÇÕES</i> | <i>50.223.118</i> | <i>6.290.000</i> |
| <i>TERRA E ENROCAMENTO</i> | <i>80.864.890</i> | <i>3.793.900</i> |
| <i>CONCRETO</i> | <i>6.247.237</i> | <i>1.382.900</i> |
| <i>CONCRETO COMPACTADO A ROLO</i> | | <i>288.200</i> |



Eletrobras
Eletronorte

• DIFICULDADES CORPORATIVAS:



Eletrobras
Eletronorte

- ***DIFICULDADES CORPORATIVAS:***
- ***DIRETORIAS DIFERENTES.***



Eletrobras
Eletronorte

• ***DIFICULDADES LOGÍSTICAS***



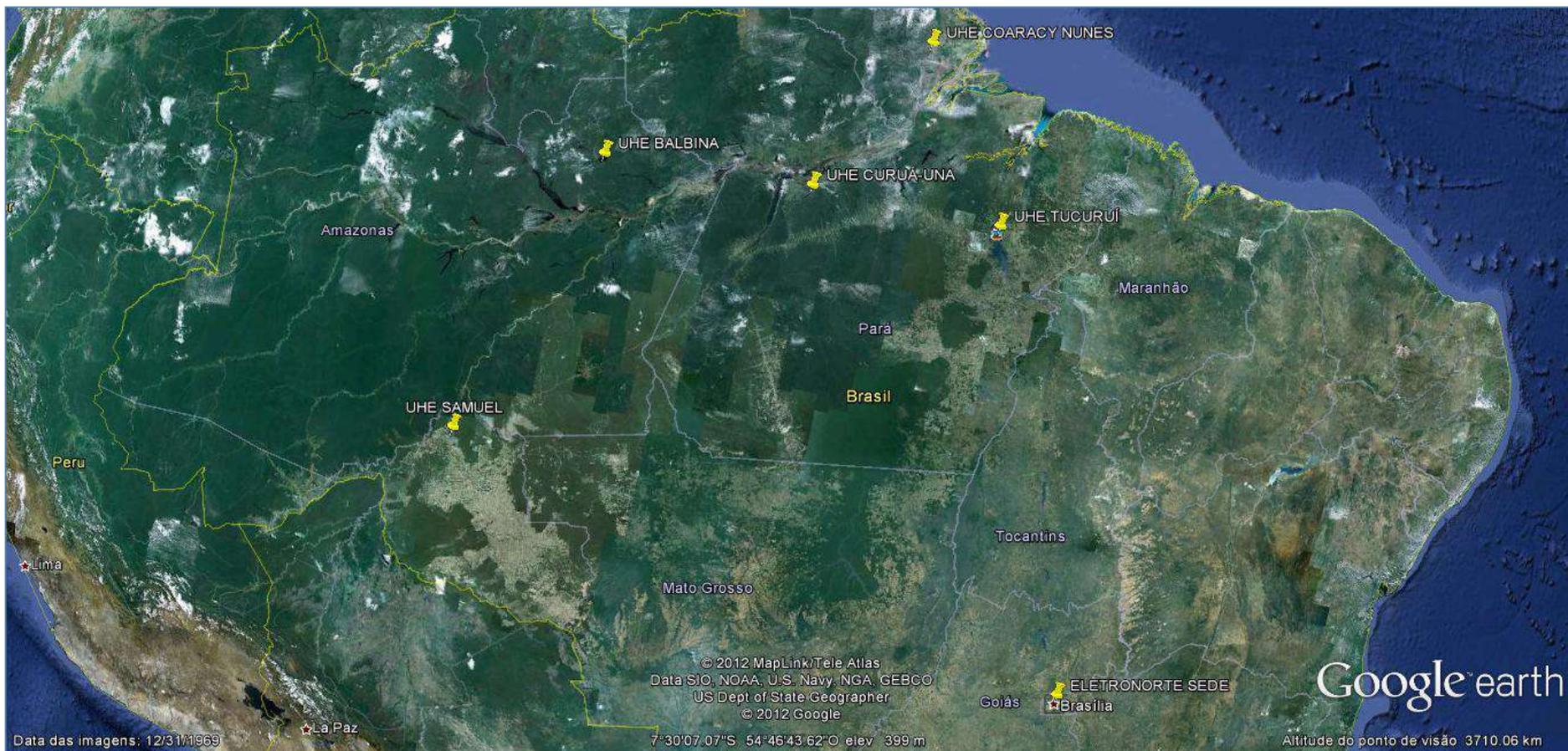
Eletrobras
Eletronorte

- ***DIFICULDADES LOGÍSTICAS***
- ***DISTÂNCIA DA SEDE – USINA***

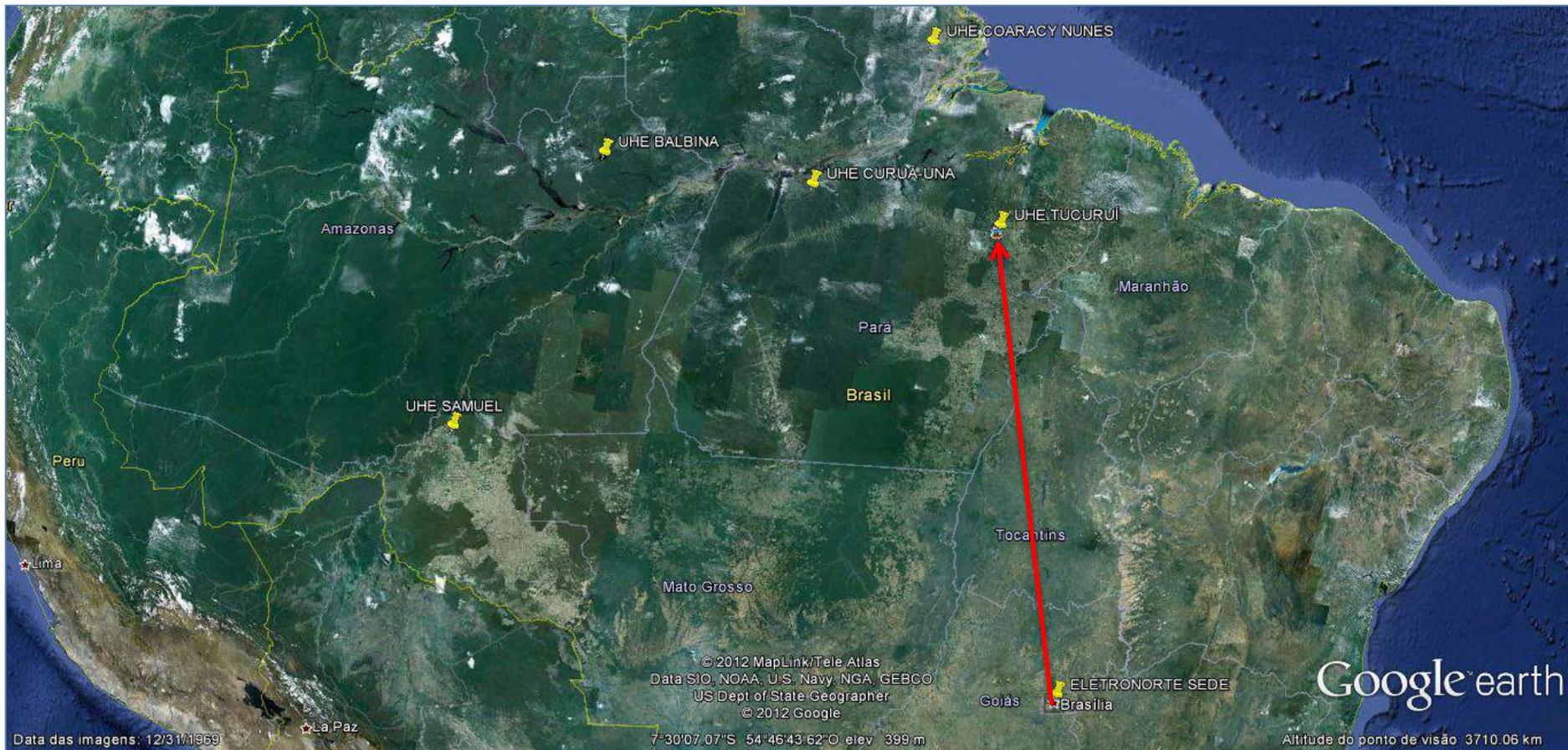


Eletrobras
Eletronorte

- ***DIFICULDADES LOGÍSTICAS:***
 - ***DISTÂNCIA DA SEDE – USINA;***
 - ***TRANSPORTE, LOCOMOÇÃO, ETC.***



BRASÍLIA até UHE TUCURUÍ =
BRASÍLIA até UHE SAMUEL =
BRASÍLIA até UHE COARACY NUNES =
BRASÍLIA até UHE BALBINA =
BRASÍLIA até UHE CURUÁ-UNA =



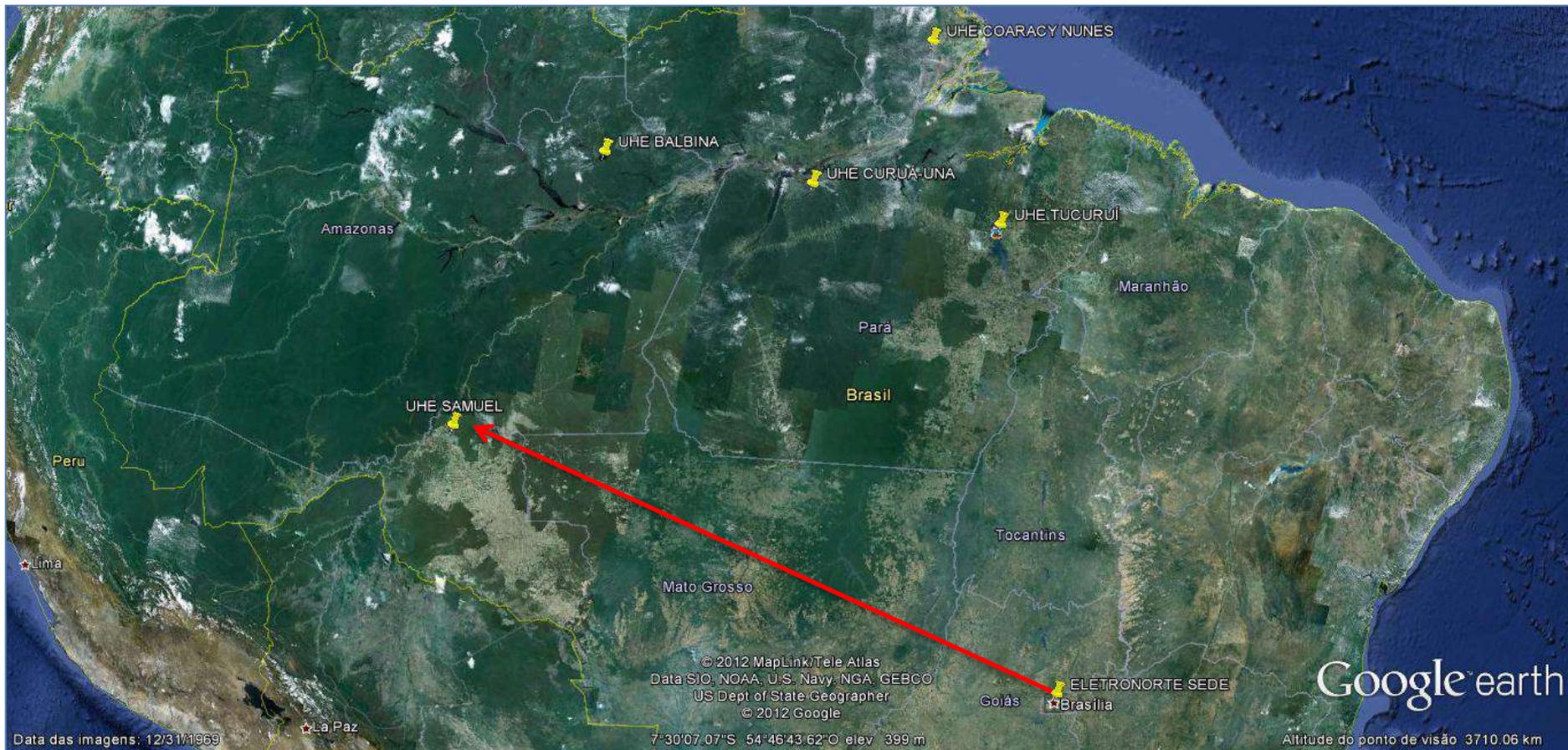
BRASÍLIA até UHE TUCURUÍ = 1306 km

BRASÍLIA até UHE SAMUEL =

BRASÍLIA até UHE COARACY NUNES =

BRASÍLIA até UHE BALBINA =

BRASÍLIA até UHE CURUÁ-UNA =



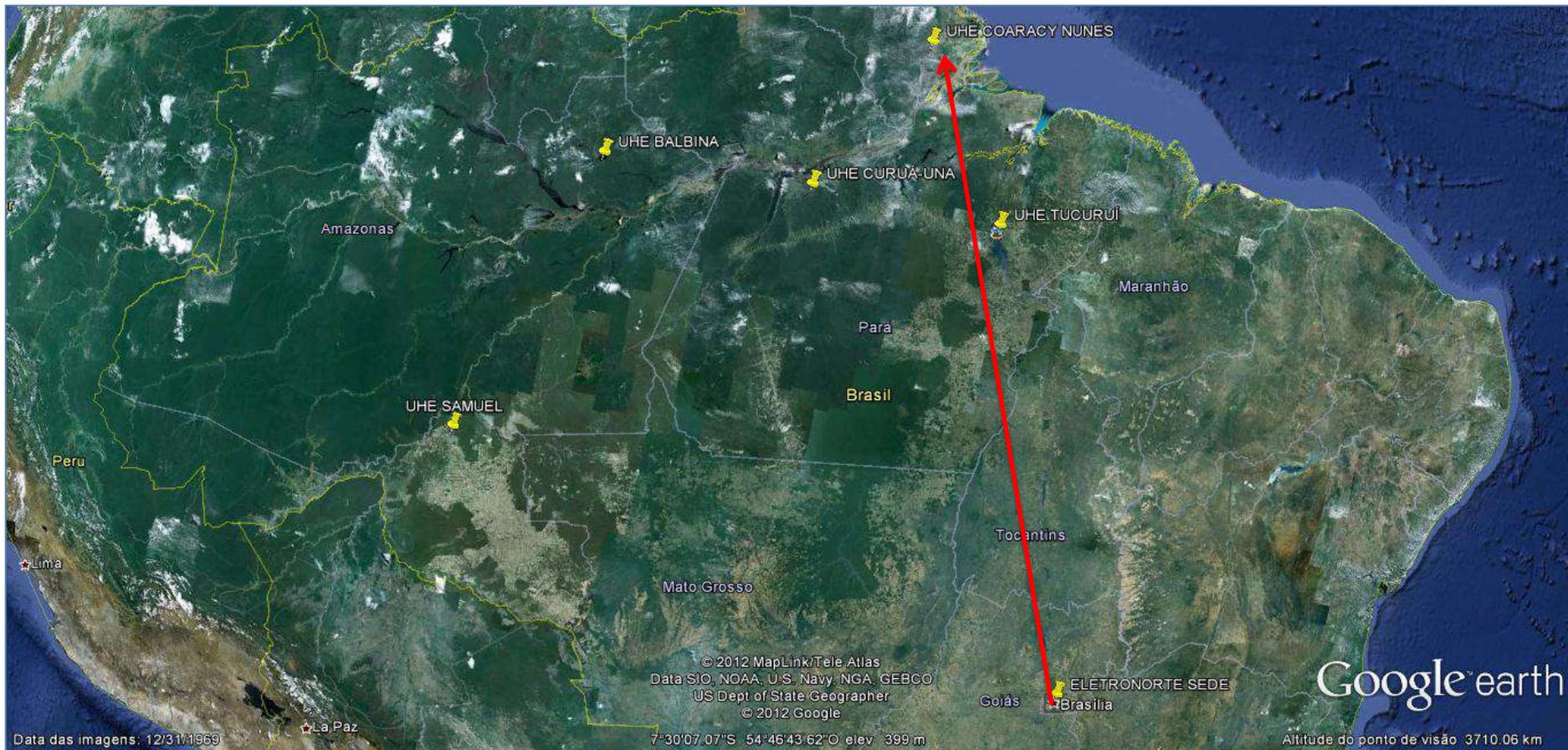
BRASÍLIA até UHE TUCURUÍ = 1306 km

BRASÍLIA até UHE SAMUEL = 1863 km

BRASÍLIA até UHE COARACY NUNES =

BRASÍLIA até UHE BALBINA =

BRASÍLIA até UHE CURUÁ-UNA =



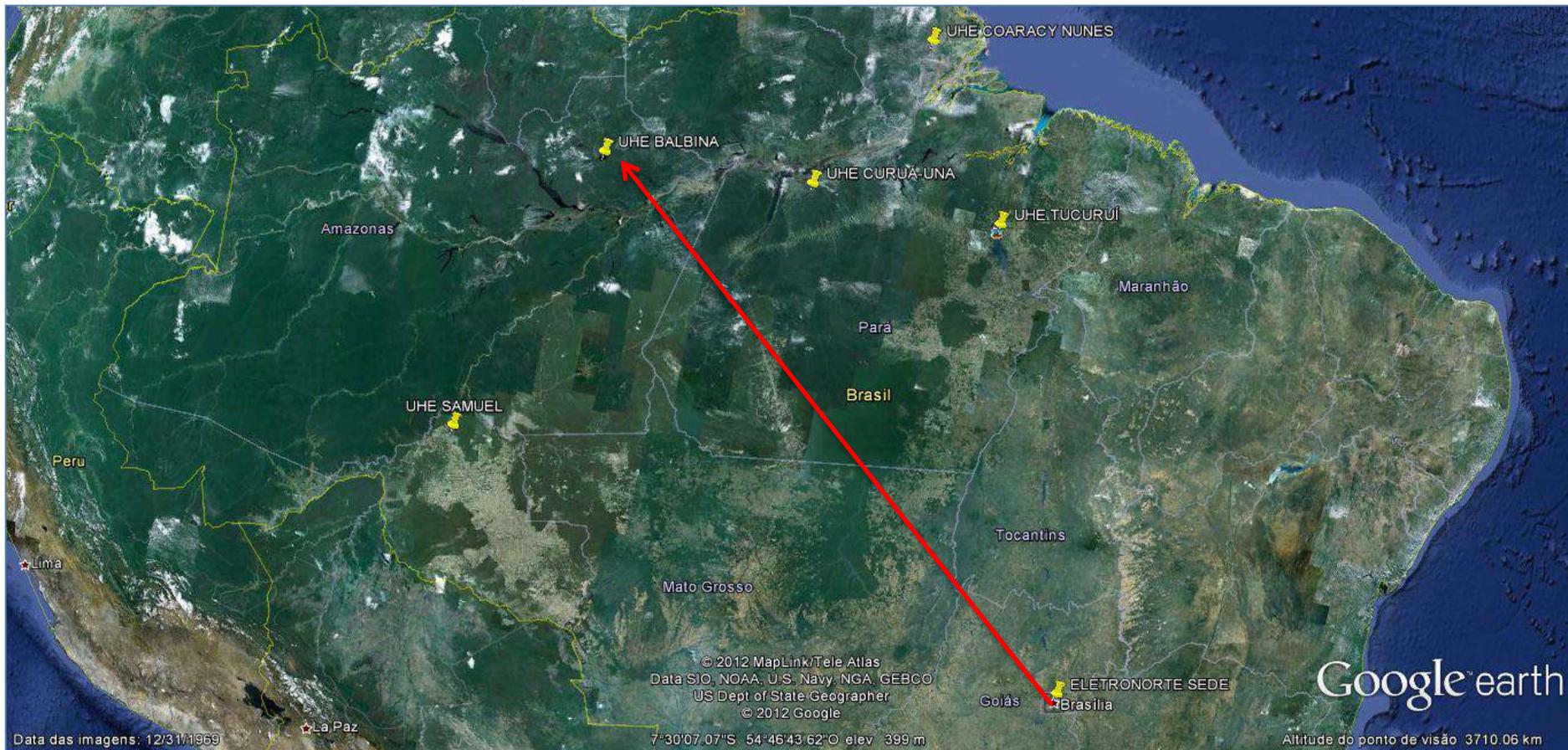
BRASÍLIA até UHE TUCURUÍ = 1306 km

BRASÍLIA até UHE SAMUEL = 1863 km

BRASÍLIA até UHE COARACY NUNES = 1875 km

BRASÍLIA até UHE BALBINA =

BRASÍLIA até UHE CURUÁ-UNA =



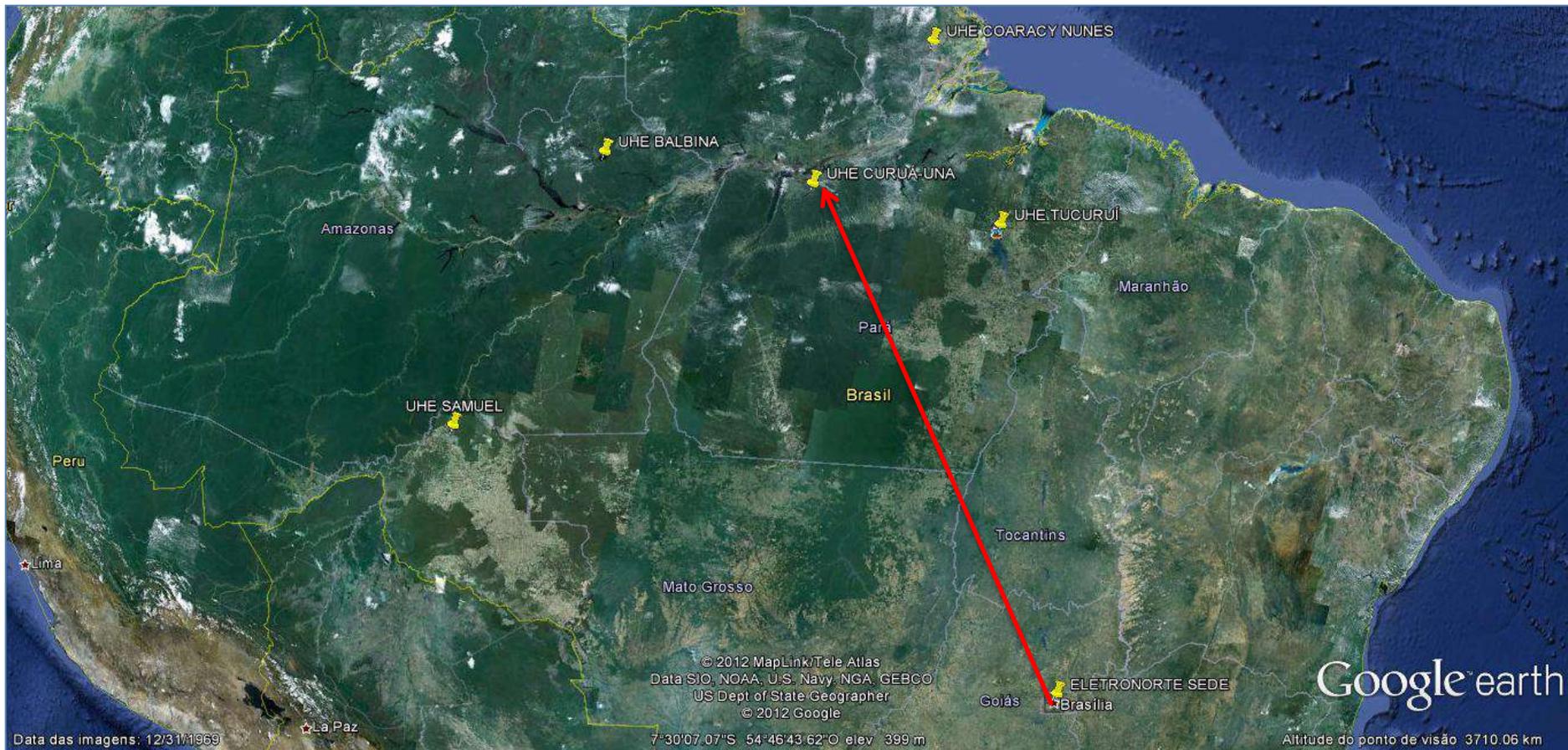
BRASÍLIA até UHE TUCURUÍ = 1306 km

BRASÍLIA até UHE SAMUEL = 1863 km

BRASÍLIA até UHE COARACY NUNES = 1875 km

BRASÍLIA até UHE BALBINA = 2002 km

BRASÍLIA até UHE CURUÁ-UNA =



- BRASÍLIA até UHE TUCURUÍ = 1306 km
- BRASÍLIA até UHE SAMUEL = 1863 km
- BRASÍLIA até UHE COARACY NUNES = 1875 km
- BRASÍLIA até UHE BALBINA = 2002 km
- BRASÍLIA até UHE CURUÁ-UNA = 1603**



Eletrobras
Eletronorte

• ***PARADIGMAS:***



Eletrobras
Eletronorte

- ***PARADIGMAS:***
 - ***MANUTENÇÃO ELETROMECAÂNICA TEM PRIORIDADE;***



Eletrobras
Eletronorte

- ***PARADIGMAS:***
 - ***MANUTENÇÃO ELETROMECAÂNICA TEM PRIORIDADE;***
 - ***GERAR, GERAR, GERAR;***



- ***PARADIGMAS:***
 - ***MANUTENÇÃO ELETROMECAÂNICA TEM PRIORIDADE;***
 - ***GERAR, GERAR, GERAR;***
 - ***PROGRAMAS DE QUALIDADE (TPM).***



Eletrobras
Eletronorte





Eletrobras
Eletronorte

• ***GASTAR EM SEGURANÇANÃO!!!!***

INVESTIR EM SEGURANÇA



Eletrobras
Eletronorte

• *CONTRATOS COM CONSULTORES :*



Eletrobras

Eletronorte

As inspeções de segurança regular e especial terão a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível exigido definido pelo órgão fiscalizador em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem.

As inspeções de segurança regular será efetuada pela própria equipe de segurança de barragem, devendo o relatório resultante estar disponível ao órgão fiscalizador e à sociedade civil.

A inspeção de segurança especial será elaborada conforme orientação do órgão fiscalizador por equipe multidisciplinar de especialistas, em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, nas fases de construção, operação e desativação.

Os relatórios resultantes das inspeções de segurança devem indicar as ações a serem adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança da barragem.

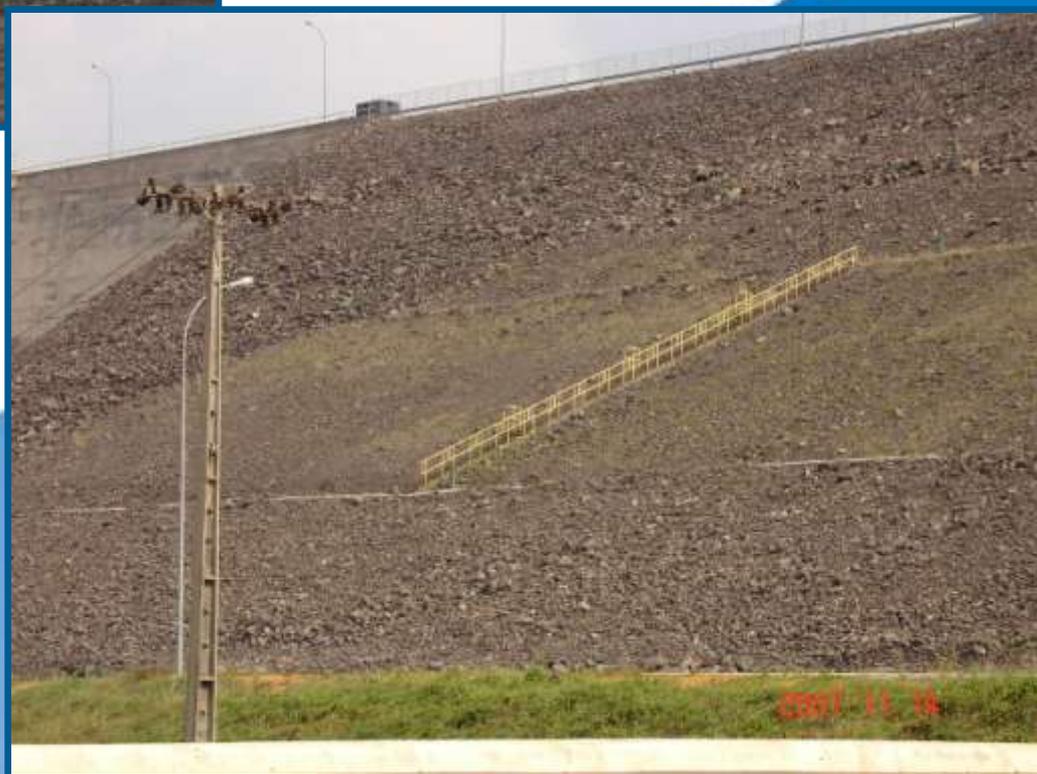


Eletrobras
Eletronorte

- ***RENOVAÇÃO DO QUADRO DE PESSOAL:***
 - ***APOSENTADORIA;***
 - ***MOTIVOS DE SAÚDE.***



Eletrobras
Eletronorte





Eletrobras
Eletronorte

• ***AUSCULTAÇÃO DE BARRAGENS***



A auscultação de uma barragem envolve um elevado grau de responsabilidade perante o público, devido às proporções que possíveis falhas ou acidentes possam assumir.

O fato de que vários acidentes de barragens, que ocorreram no mundo todo, foram consequências diretas ou indiretas de falhas ou erros humanos, destaca ainda mais a necessidade de uma dedicação acima do comum, aos detalhes de suas tarefas, de todos aqueles que participam da implantação e operação de barragens e reservatórios.

Os acidentes também justificam a continuidade, sempre que possível, na supervisão e vigilância da segurança destes empreendimentos através da participação nestas atividades, dos responsáveis por seu projeto.



A avaliação de segurança de uma barragem deve ser um esforço contínuo, que exige a realização simultânea e complementar de vistorias periódicas “in situ” e de análise “pari passu” dos dados da instrumentação, durante toda a vida útil da barragem.

Entende-se como auscultação de uma barragem o conjunto de informações a respeito das inspeções visuais realizadas, combinadas com os resultados das medições efetuadas nos instrumentos instalados nas estruturas de concreto e solos.

As inspeções de campo e a instrumentação devem ser encaradas sempre como mutuamente complementares. Os dados das mesmas devem ser analisados conjuntamente pois muitas vezes os problemas surgem em regiões não instrumentadas, onde apenas as inspeções de campo podem detectá-los. Muitas das deteriorações, tais como fissuras no concreto, erosões por abrasão ou cavitações nas superfícies de escoamento, degradação superficial do concreto, infiltrações ou surgências d’água, etc., só são possíveis de detectar através de inspeções visuais.



- ***SISTEMA COMPUTACIONAL GESTIN***
 - ***LEITURAS ;***
 - ***TRANSMISSÃO PELA REDE DE FIBRA ÓTICA;***
 - ***CÁLCULOS E GRÁFICOS;***
 - ***ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HISTÓRICO.***

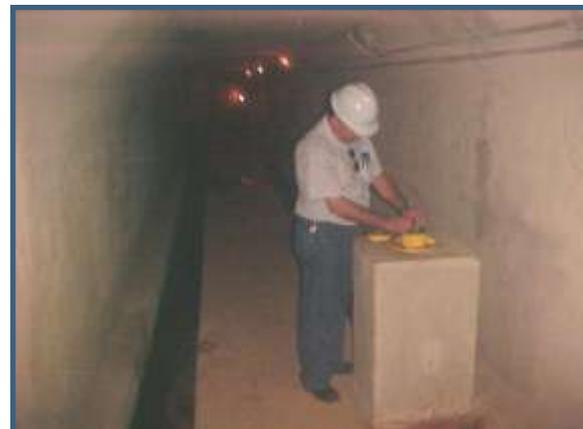


QUANTITATIVOS DA INSTRUMENTAÇÃO INSTALADA NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DAS BARRAGENS DA ELETRONORTE

| INSTRUMENTO | QUANTIDADE |
|---|-------------------|
| MEDIDORES DE VAZÃO | 33 |
| PIEZÔMETROS DE CONTATO E FUNDAÇÃO | 263 |
| MEDIDORES TRIORTOGONAIS DE JUNTAS | 165 |
| PÊNDELLOS | 13 |
| EXTENSÔMETROS MÚLTIPLOS DE HASTES | 47 |
| ROSETAS DE DEFORMAÇÃO | 47 |
| MEDIDORES ELÉTRICOS DE JUNTAS | 10 |
| STRAIN METERS | 141 |
| TERMÔMETROS (MASSA, SUPERFÍCIE E ROCHA) | 136 |
| DRENOS (FUNDAÇÃO, PARAMENTOS E JUNTAS) | 1855 |

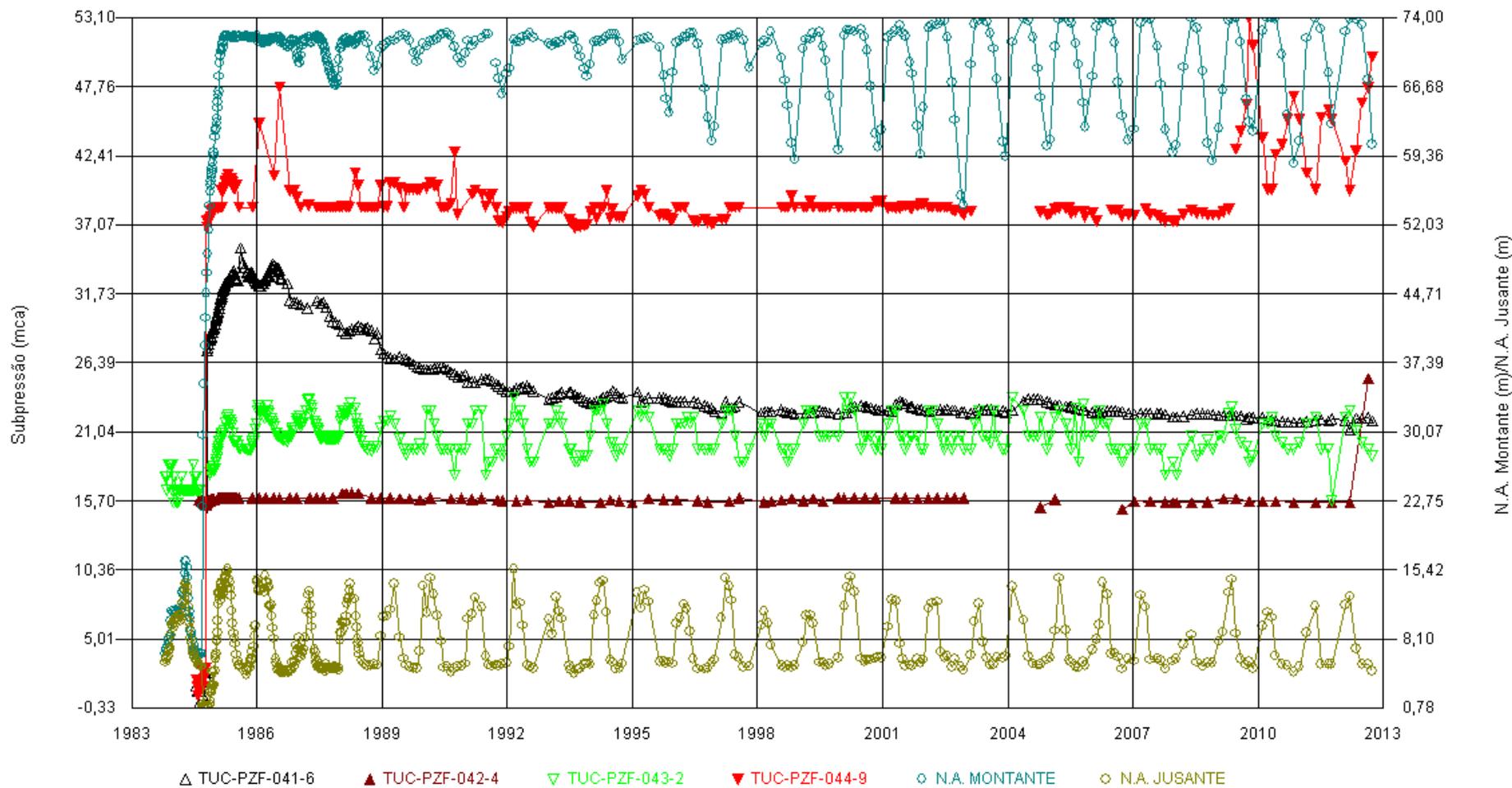


Eletrobras
Eletronorte





UHE Tucuruí - Vertedouro - Bloco 6 - Piezômetro de fundação





Eletrobras
Eletronorte



DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA - DE
SUPERVISÃO DE EXPANSÃO DA GERAÇÃO - EEP
GERÊNCIA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS - GSB



**INSPEÇÃO ESPECIAL EM ANORMALIDADES
DETECTADAS NAS ESTRUTURAS CIVIS DA
UHE GOARACY NUNES**

MARÇO/2012



**AUSCULTAÇÃO DA
BARRAGEM DE TUCURUÍ,
APÓS 23 ANOS DE OPERAÇÃO
DO RESERVATÓRIO**

Fevereiro/2008



UHE BALBINA

**"AUSCULTAÇÃO DA BARRAGEM
DE BALBINA, APÓS 31 ANOS DE
OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO"**

2009/2011



**AUSCULTAÇÃO DAS
ESTRUTURAS CIVIS DA UHE
SAMUEL, APÓS VINTE ANOS DE
OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO
* VOLUME I ***

Setembro/2009



DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA - DE
SUPERVISÃO DE EXPANSÃO DA GERAÇÃO - EEP
GERÊNCIA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS - GSB



**AUSCULTAÇÃO DAS
ESTRUTURAS CIVIS DA UHE
CURUÁ-UMA**

JANEIRO/2012



• USINAS BEM DOCUMENTADAS x USINA COM DOCUMENTAÇÃO INCIPIENTE:

- **MEMÓRIA TÉCNICA;**
- **FALTA DE REGISTROS HISTÓRICOS;**
- **FALTA DE DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO.**

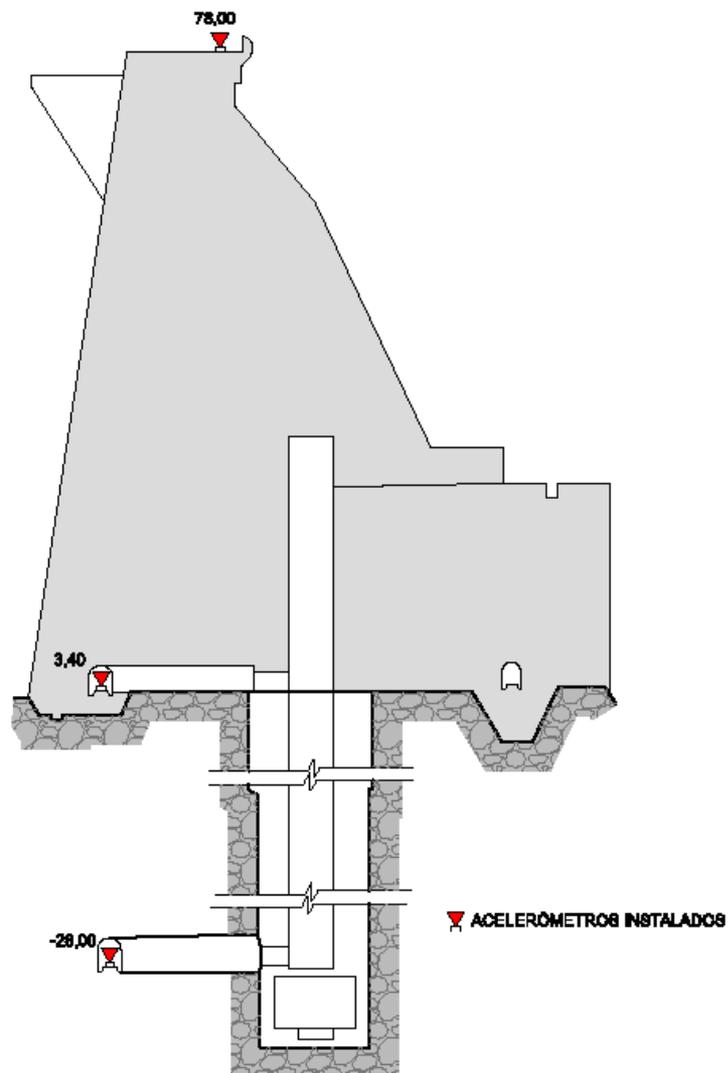


Eletrobras
Eletronorte

• ESTUDOS DE SISMICIDADE INDUZIDA



Eletrobras
Eletronorte



Central Elétrica do Norte do Brasil SA

GESTIN - Substema de Instrumentação de CONCRETO

INSTRUMENTAÇÃO SISMOLÓGICA
ACELERÔMETROS
LOCALIZAÇÃO

REVISÃO

SEMIOLA

ESTRUTURAS DE CONCRETO - B3
UHE TUCURUÍ



Eletrobras
Eletronorte

• ATENDIMENTO A LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:



Eletrobras
Eletronorte

- ***ATENDIMENTO A LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:***
 - ***CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS;***

• **CLASSIFICAÇÃO QUANTO A CATEGORIA DE RISCO – ALTO/MÉDIO/BAIXO**

- ***CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS;***
- ***ESTADO DE CONSERVAÇÃO;***
- ***ATENDIMENTO AO PLANO DE SEGURANÇA.***

• **CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL – ALTO/MÉDIO/BAIXO**

- ***PERDAS HUMANAS;***
- ***IMPACTOS SOCIAIS;***
- ***IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS.***





Eletrobras
Eletronorte

- ***ATENDIMENTO A LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:***
 - ***CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS;***
 - ***PAE;***

• CONTEÚDO DE UM PAE – REQUISITOS BÁSICOS

- *Identificação e avaliação de emergências;*
- *Ações preventivas;*
- *Procedimentos de notificação;*
- *Fluxograma da notificação;*
- *Sistemas de comunicação;*
- *Acessos ao local ;*
- *Resposta durante períodos de falta de energia elétrica;*
- *Resposta durante períodos de intempéries;*
- *Fontes de equipamentos e mão de obra;*
- *Estoques de materiais de suprimentos;*
- *Fontes de energia de emergência;*
- *Mapas de inundação;*
- *Sistemas de advertência.*



•Levantamento de informações sobre o aproveitamento – Coleta de dados

- *Dados preliminares para definição dos limites do estudo (mapas, perfil longitudinal do rio, marcas de cheias, etc.);*
- *Levantamento de seções transversais, hidrografia regional, pontos singulares, condições de contorno;*
- *Caracterização hidrológica da bacia (vazões e precipitações médias diárias, mensais e anuais em toda a bacia);*
- *Coleta de variáveis de monitoramento hidrológico (inclusive nas bacias a montante e a jusante);*
- *Dados gerais sobre a barragem (tipo, arranjo, geometria, materiais constituintes, etc.);*
- *Dados de projeto e construção (“as built”) das estruturas;*
- *Levantamento dos pontos de monitoramento e dos dados de instrumentação das estruturas;*
- *Coleta de dados das variáveis de monitoramento estrutural;*
- *Informações gerais dos dispositivos de acionamento emergencial dos órgãos de descarga (operação, capacidade, meios de acionamento, manutenção e segurança);*
- *Regras de operação do reservatório;*
- *Definição das pessoas/responsabilidades operacionais na estrutura da empresa.*



•Monitoramento hidrológico

- *Análise da rede de monitoramento na área de influência do reservatório;*
- *Análise da rede de monitoramento junto ao barramento (variáveis a monitorar, localização dos pontos de observação, frequência de observação, manutenção dos equipamentos e meio de transmissão da informação);*
- *Tratamento preliminar das informações existentes (crítica de qualidade e consistência das séries de vazões e precipitações etc.);*
- *Definição de rotinas e procedimentos de leitura das variáveis de monitoramento.*

•Monitoramento das estruturas

- *Análise dos dados de instrumentação;*
- *Definição das variáveis de monitoramento;*
- *Reavaliação da instrumentação existente;*
- *Reavaliação da frequência das leituras;*
- *Estabelecimento de procedimentos para a realização das leituras;*
- *Definição de inspeções: rotineiras, programadas e emergenciais;*
- *Elaboração de lista de verificação de estruturas (check-list) para as inspeções;*
- *Gestão de informações de dados de instrumentação e de inspeções.*



• Estudos hidrológicos

- *Avaliação das regras de operação hidráulica do reservatório;*
- *Estudo estatístico para a definição dos hidrogramas a montante e nas bacias incrementais de jusante, associados a diversos tempos de recorrência.*
- *Definição da forma dos hidrogramas de cheias afluentes ao reservatório, com base nos estudos de frequência de cheias existentes;*
- *Calibragem de modelo matemático de escoamento para definição de níveis ao longo dos trechos a serem estudados;*
- *Simulações hidrológicas (hidrogramas x regras operativas);*
- *Definição dos hidrogramas defluentes do reservatório.*

• Estudos de ruptura e enchentes

- *Análise das hipóteses de ruptura da barragem (tipo de ruptura, tempo para a sua formação, etc);*
- *Definição dos hidrogramas de ruptura para diferentes tempos de retorno;*
- *Estudo do efeito de ruptura da barragem;*
- *Modelagem hidrodinâmica a jusante da barragem para situações de enchentes naturais e/ou associadas aos hidrogramas de ruptura (definição de seções transversais, hidrografia regional, pontos singulares, definição das condições de contorno);*
- *Identificação de áreas inundáveis (níveis de inundação x tempo de recorrência).*

•Estudos da integridade das estruturas

- *Estudos para definição de valores limites para as variáveis de controle monitoradas pela instrumentação das estruturas;*
- *Análise de estabilidade das estruturas que tiverem dados suficientes disponíveis;*
- *Simulações de desempenho das estruturas de acordo com os carregamentos existentes e os estimados;*
- *Definição dos níveis normal, atenção, alerta e de emergência no reservatório.*

•Identificação de emergências e danos

- *Identificação e recomendação de providências em caso de emergências em equipamentos (extravasores inoperantes, falta de energia e equipamentos de reserva, etc.);*
- *Identificação e recomendação de providências em caso de emergências hidrológicas e hidráulicas (cheias naturais que causam danos, ondas geradas pela ruptura de barragens e casos associados);*
- *Identificação e recomendação de providências em caso de emergências estruturais (estabilidade das estruturas);*
- *Levantamento estimativo do número de pessoas e de estruturas passíveis de serem atingidas pelos níveis de inundação;*
- *Classificação das emergências segundo o grau de risco e de danos potenciais.*

•Sistemas de comunicação dos alertas e emergências

- *Identificação e formatação das informações pertinentes ao tipo de emergência;*
- *Identificação dos responsáveis pela transferência e recepção de informações (o quê, de quem, para quem e quando);*
- *Identificação e priorização das formas de comunicação (telefone, fax, e-mail, rádio, INTERNET etc.).*



• **Identificação e cadastro dos órgãos e serviços envolvidos**

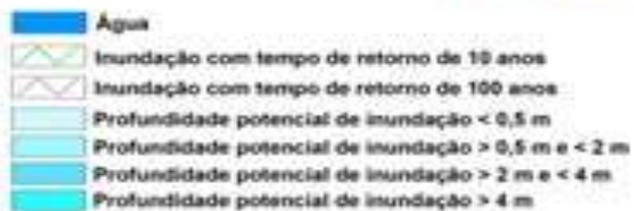
- *Empresa responsável pelo aproveitamento (Eletrobras Eletronorte);*
- *ONGs;*
- *Estruturas Municipais (Defesa Civil, Prefeitura etc.);*
- *Estrutura Estadual (Defesa Civil, Secretarias de Estado etc.);*
- *Estrutura Federal (Defesa Civil, Ministérios etc.).*
- *Polícias Militar, Civil e Florestal;*
- *Corpo de Bombeiros;*
- *Imprensa (rádio, televisão, jornais etc.);*
- *Serviço médico (médicos, hospitais, farmácias etc.);*
- *Estimativa de veículos que devem ser disponibilizados (barcos, helicópteros, ambulâncias);*
- *Fornecedores em geral (equipamentos emergenciais, alimentos, materiais de construção).*

• **Elaboração de procedimentos para o aproveitamento**

- *Rotineiros de inspeção e de monitoramento;*
- *Para identificação do tipo de emergência;*
- *Para identificação das áreas sujeitas a inundações;*
- *Para formatação das comunicações internas e notificações externas;*
- *Para o fluxo de informação interno e externo;*
- *De ações internas (operacionais) da Eletrobras Eletronorte;*
- *Para divulgação e treinamento interno do PAE.*



Eletrobras
Eletronorte



Mapa de inundação



- ***ATENDIMENTO A LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:***

- ***CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS;***
- ***PAE;***
- ***REVISÕES PERIÓDICAS.***



- *Análise da documentação disponível sobre o empreendimento, compreendendo os dados de projeto e construção, comparando-os com o atual estado da arte;*
- *Estudo dos registros existentes e do histórico das intervenções havidas durante o período de operação;*
- *Inspeção de campo englobando todos os aspectos das estruturas, incluindo a operação dos equipamentos mecânicos e elétricos relacionados com a segurança da barragem;*
- *Análise dos resultados obtidos pela instrumentação, comparando-as com os resultados de outras barragens e emissão de parecer final com as condições de segurança das barragens e estruturas civis associadas.*



Eletrobras
Eletronorte

• UHE SAMUEL – MANUTENÇÃO CIVIL



Eletrobras
Eletronorte



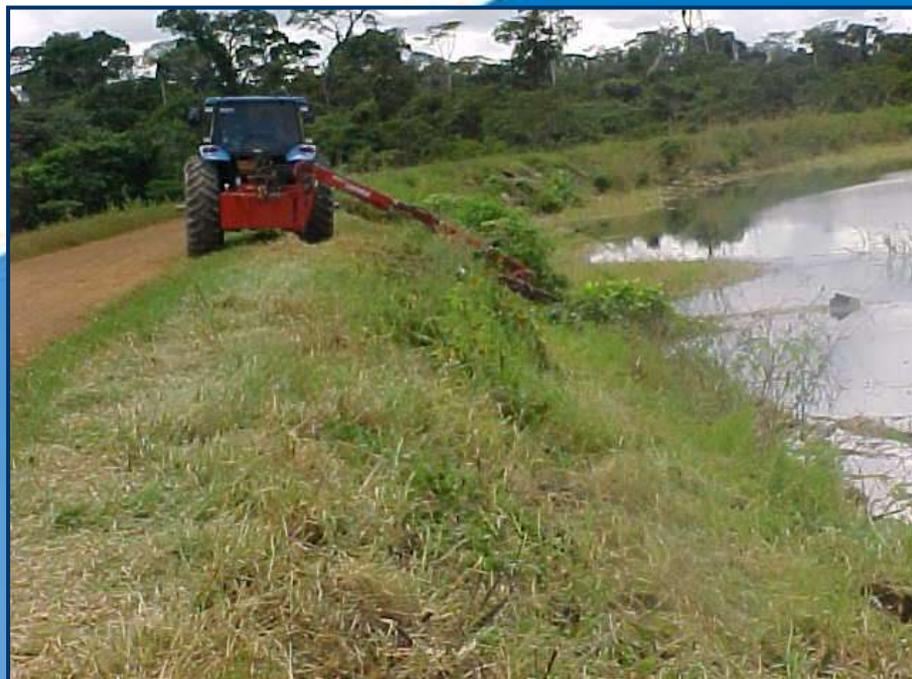


Eletrobras
Eletronorte





Eletrobras
Eletronorte



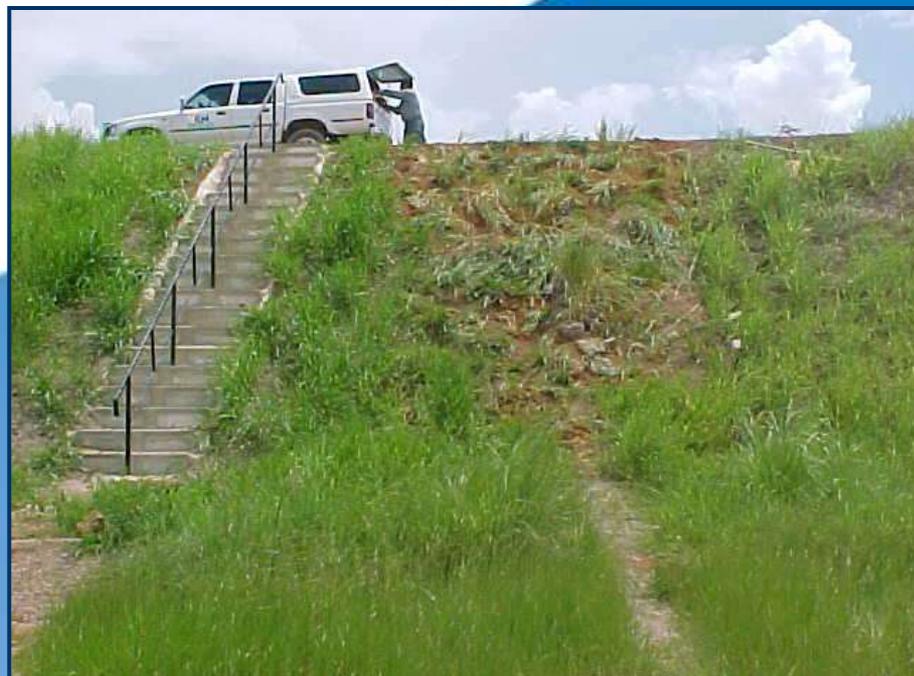


Eletrobras
Eletronorte



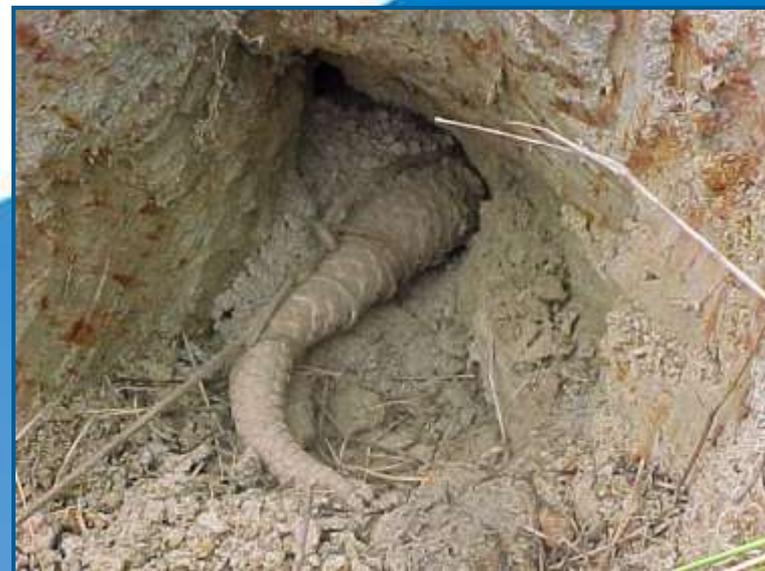


Eletrobras
Eletronorte





Eletrobras
Eletronorte





Eletrobras
Eletronorte



*Olha o tamanho do “bonitão”!!!!
Quase derruba o nosso dique...*



Muito obrigado....



Eletrobras
Eletronorte

Gilson Machado da Luz