

**XV COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS - IBAPE/SP – 2009**

TRABALHO DE PERÍCIA

Resumo: *O objetivo do presente trabalho é a determinação do posicionamento dos componentes de uma usina hidrelétrica no contexto geográfico em relação dois municípios, com a finalidade de estabelecer a exata linha demarcanda entre eles, para efeito de distribuição do rateio do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços).*

Perícia, Demarcação, Usina, Limite Entre Municípios, ICMS

1) OBJETIVO

Constitui objetivo do presente trabalho a realização de perícia técnica no bem abaixo especificado, dentro da finalidade indicada:

- ✓ Tipo: Usina hidrelétrica;
- ✓ Local: Leito do Rio Novo;
- ✓ Municípios: Genova e Sicília;
- ✓ Finalidade: determinação do posicionamento dos componentes da Usina Hidrelétrica Luz do Sul em relação ao limite dos municípios de Genova e Sicília.

2) DESCRIÇÃO DO OBJETO

2.1) Localização:

O posicionamento da usina hidrelétrica no contexto geográfico possui as seguintes características:

- ✓ Posicionamento: entre os municípios de Genova e Sicília;
- ✓ Referência principal: leito do Rio Novo.

2.2) Características físicas:

O rio onde encontra-se a usina hidrelétrica periciada possui as características físicas abaixo relacionadas:

- ✓ Área: 143.000,00 km²;
- ✓ Nascente: estado de Montanhas do Sul;
- ✓ Principais efluentes: rios Pardal, das Moças, Jataí e Vermelho;
- ✓ Divisa natural: estados de Montanhas do Sul com Butuí.

As características técnicas da Usina Hidrelétrica Luz do Sul, no que se refere aos seus aspectos quantitativos e qualitativos, são as seguintes:

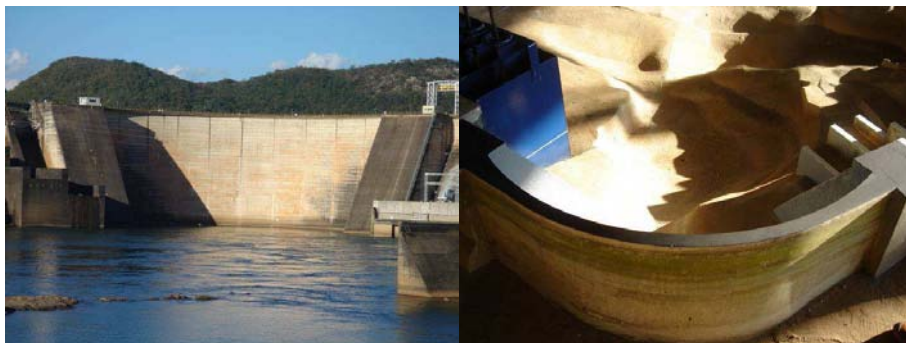
✓ Barragem:

Tipo: arco e gravidade

Desenvolvimento no coroamento: 600 m

Elevação no coroamento: 669,12 m

Volume total: 800.000 m³



✓ Reservatório:

Nível máximo de armazenamento: 666,12

Nível de máxima cheia: 666,12

Nível mínimo de operação: 653,12

Área inundada: 250 km²

Volume total: 4,04 bilhões m³

Volume útil: 2,5 bilhões m³



✓ **Tomada d'água:**

Comportas:

Tipo - vagão

Quantidade - 10

Altura d'água sobre a soleira - 22 m

Dimensões:

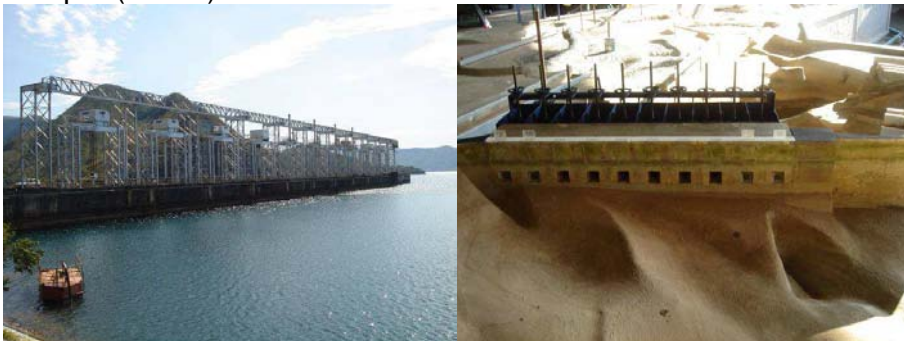
Largura: 7,08 m

Altura: 6,15 m

Fabricantes: Paceco (USA): 1 a 3

Monarch (USA): 4

Torque (Brasil): 5 a 10



✓ **Vertedouro primitivo:**

Descarga Máxima: 9.350 m³/s

Comportas:

Tipo – segmento

Quantidade – 11

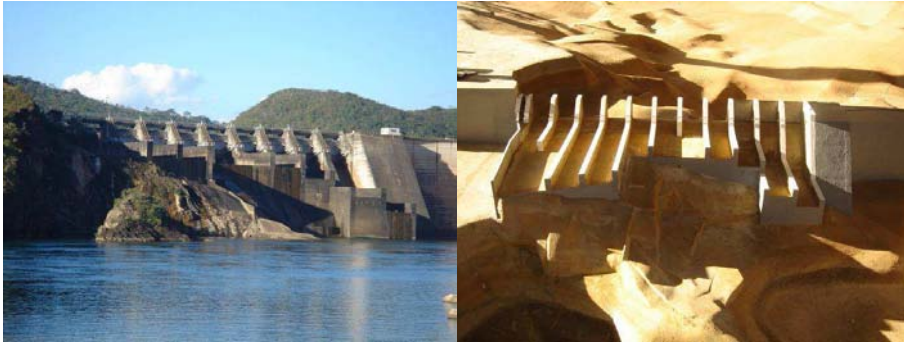
Dimensões:

Largura: 10,67 m

Altura: 12,98 m

Raio: 10 m

Fabricante: Paceco (USA): 11



✓ **Vertedouro secundário:**

Localização: margem esquerda

Tipo: controlado com ogiva, calha e defletor

Número de vãos: 2

Largura dos vãos: 12,00 m

Largura do pilar central: 3,50 m

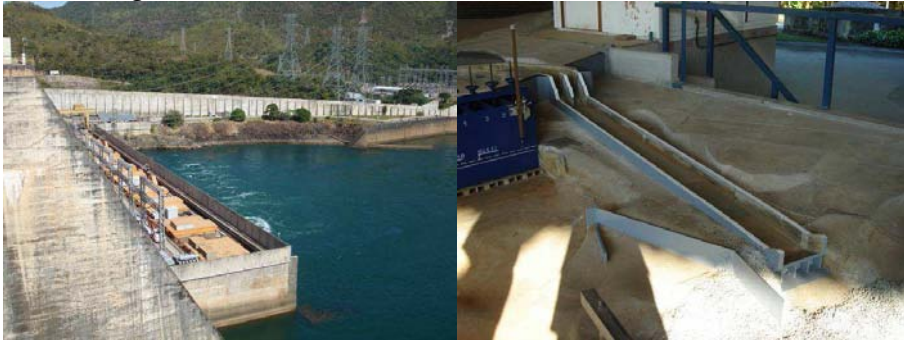
Vazão na elevação 666,12 m do reservatório: 3.100 m³/s

Dissipação de energia: por lançamento do jato para jusante através de um defletor horizontal (Salto de Esqui)

Nível d'água máximo normal do reservatório: 666,12 m

Nível d'água mínimo de operação: 663,12 m

Nível d'água máximo de enchente: 666,12 m



✓ **Casa de força:**

Tipo: aberta

Dimensão: 210 m x 25 m

Unidades geradoras:

Quantidade – 10

Rotação:

128,6 rpm (unidades 1, 2, 5, 6, 7 e 8)

138,5 (unidades 3, 4, 9 e 10)

Potência nominal:

40 MW (unidades 1 e 2)

48 MW (unidades 3 e 4)

49 MW (unidades 5, 6, 7 e 8)

52 MW (unidades 9 e 10)

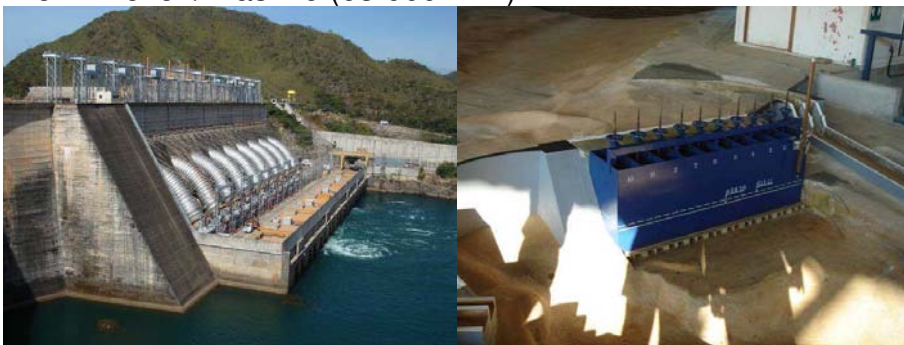
Turbinas:

Tipo - Francis de eixo vertical

Diâmetro do rotor:

3,911 m (unidades 1 e 2)

3,947 m (unidades 3 e 4)
4,013 m (unidades 5, 6, 7 e 8)
3,950 m (unidades 9 e 10)
Fabricantes:
1 e 2 (Dominium/Canadá)
3 e 4 (Morgan Smith/USA)
5, 6, 7 e 8 (W.Stell/USA)
9 e 10 (MEP/Brasil)
Geradores:
Frequência - 60 Hz
Tensão nos terminais: 13,8 kV
Fabricantes:
1 a 4 (Westinghouse/USA)
5, 6, 7 e 8 (General Electric/USA)
9 e 10 (Brown Boveri/Brasil)
Transformadores:
Quantidade – 20
Tipo – monofásico
Capacidade - 50 MVA
Relação de transformação: 13,8/138 kV
Fabricantes:
Westinghouse/USA : 7 (16.667 kVA)
General Electric/USA: 7 (16.667 kVA)
Brown Boveri/Brasil: 6 (63.000 kVA)



3) DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO PERICIAL

Ao nos dirigirmos ao local objeto da vistoria, procuramos realizar um diagnóstico dos itens objeto da perícia, fazer a coleta preliminar de informações, analisar as ocorrências e reunir fotografias, além de anotar os detalhes físicos necessários, quando verificamos o seguinte:

3.1) Localização dos municípios:

A localização dos municípios envolvidos no trabalho a seguir apresentado, compreende duas cidades localizadas no estado de Montanhas do Sul e posicionadas às margens do Rio Novo.

A cidade de Genova situa-se, à margem direita do Rio Novo, enquanto a cidade de Sicília à margem esquerda, ambas no sudoeste do estado.

O Rio Novo nasce no estado de Montanhas do Sul, fazendo divisa com os estados de Montanhas do Sul e Butuí, possui uma área total de 143 mil km², sendo

que destes 86.500 km², localizam-se em Montanhas do Sul, além de ser responsável por cerca de 67% de toda energia gerada no estado mineiro.

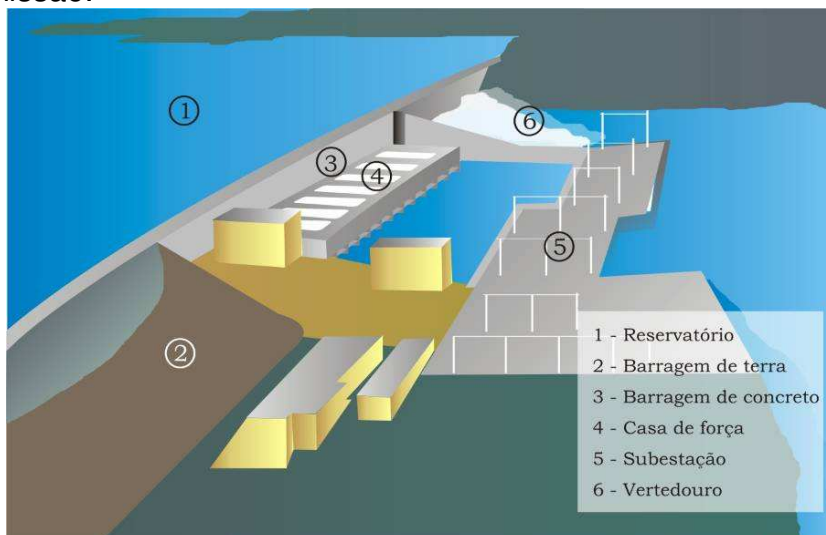
O mapa a seguir reproduzido detalha a localização relativa dos municípios no contexto do estado e em relação à Usina Hidrelétrica Luz do Sul.

3.2) Funcionamento de uma usina hidrelétrica:

Usina hidrelétrica pode ser definida como um conjunto de obras e equipamentos, cuja finalidade é a geração de energia elétrica, através de aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio, que é proporcionado pela vazão hidráulica e pela concentração dos desníveis existentes ao longo do curso do rio.

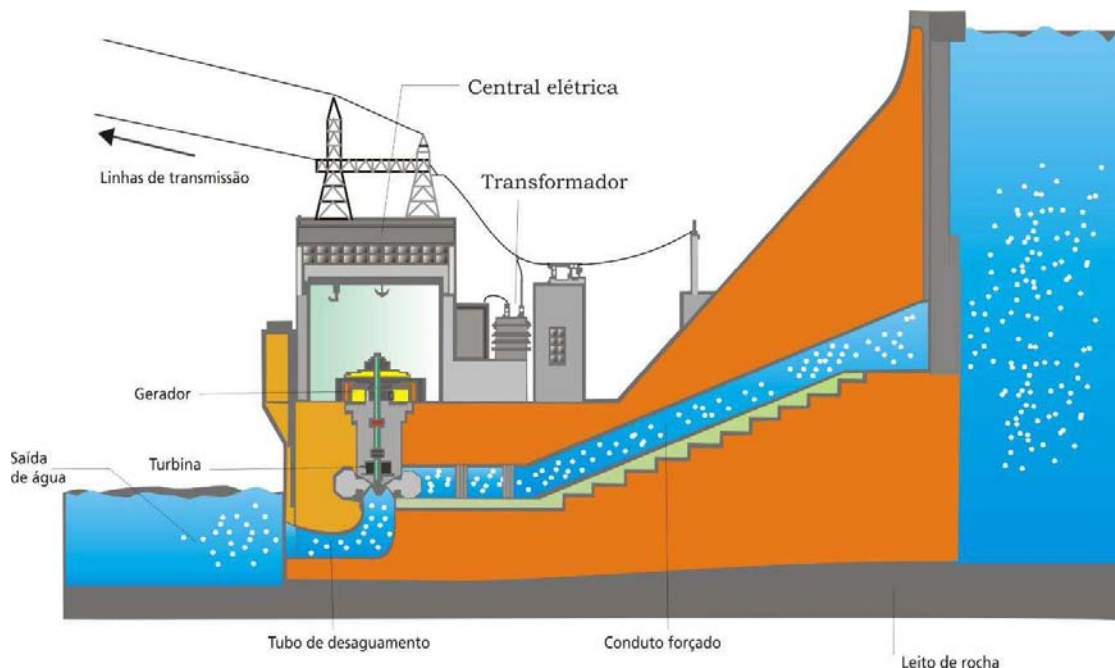
Tal fato pode se dar de forma natural, onde o desnível está concentrado numa cachoeira, através de uma barragem, quando pequenos desníveis são concentrados na altura da barragem, ou através de desvio do rio de seu leito natural, concentrando-se os pequenos desníveis nesse desvio.

Uma usina hidrelétrica é composta de reservatório, casa de força e subestação elevadora, sendo que o reservatório é formado pelo represamento das águas do rio, por meio da construção de uma barragem. Na barragem é construído o vertedouro da usina, por onde sai o excesso de água do reservatório quando da época das chuvas. Já a casa de força é o local onde são instalados os equipamentos que vão produzir energia, sendo que na subestação elevadora são instalados os transformadores elevadores, onde a energia elétrica tem suas características transformadas para melhor transportá-la através das linhas de transmissão.

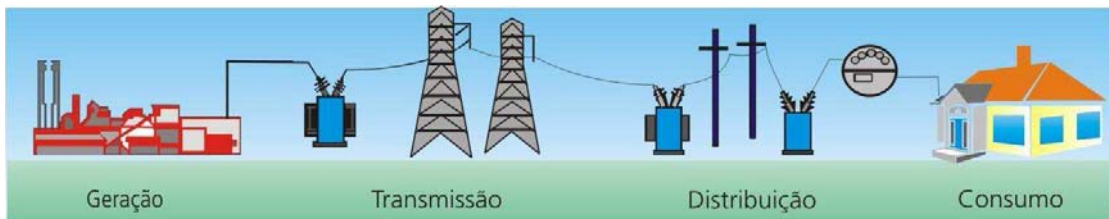


Quanto ao funcionamento propriamente dito de uma usina hidrelétrica, esta inicia-se com a captação de água no lago formado pela barragem, que é conduzida até a casa de força através de canais, túneis ou condutos metálicos. Após passar pela turbina hidráulica, na casa de força, a água é restituída ao leito natural do rio, através do canal de fuga.

Dessa forma, a potência hidráulica é transformada em potência mecânica, quando a água passa pela turbina, fazendo com que esta gire e, no gerador, que também gira acoplado mecanicamente à turbina, a potência mecânica é transformada em potência elétrica.



Assim a energia gerada é levada através de cabos ou barras condutoras dos terminais do gerador até o transformador elevador onde tem sua tensão elevada, através de linhas de transmissão até os centros de consumo.



3.3) Usina Hidrelétrica Luz do Sul:

A Usina Hidrelétrica Luz do Sul, antes denominada Lamparinas, foi iniciada em 1947, em função de estudos realizados numa bacia de drenagem com 59.600 km², que indicaram os benefícios da construção de uma barragem, objetivando permitir uma melhor regularização do Rio Novo.

Em junho de 1950, a Companhia Butuí de Energia conseguiu a concessão para construir uma usina hidrelétrica no local situado próximo às cidades de Sicília e Genova. Sete anos depois, duas unidades de 40 MW cada, entravam em operação, tornando-se a primeira usina de grande porte construída no Rio Novo.



Localizada entre as usinas de Pitangueiras à montante e de Minguado à jusante, a Usina Luz do Sul está entre dois grandes complexos energéticos.

Com a regularização das vazões do Rio Novo, realizada pela Usina de Pitangueiras, possibilitou que mais unidades fossem instaladas, quando em 1968, a então Usina de Lamparinas alcançou sua capacidade final de 476 MW, com dez unidades geradoras.

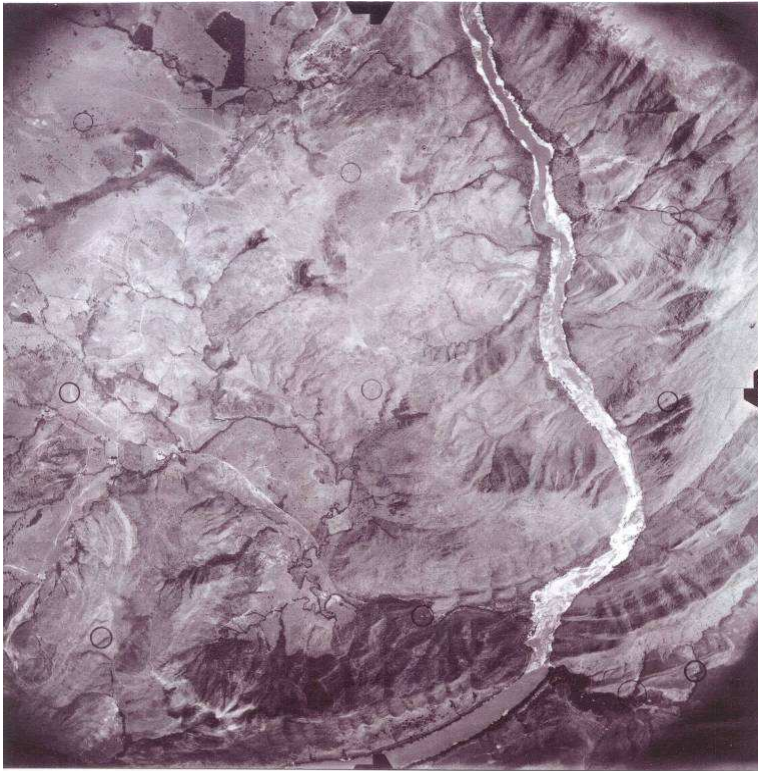
Foi então, em dezembro de 1968, que Lamparinas recebeu nova denominação, passando a chamar-se Usina Luz do Sul, e somente em 1 de agosto de 1973, por determinação da Eletrobrás, a usina passou a ser operada por Pitangueiras.

3.4) Pesquisa cartográfica:

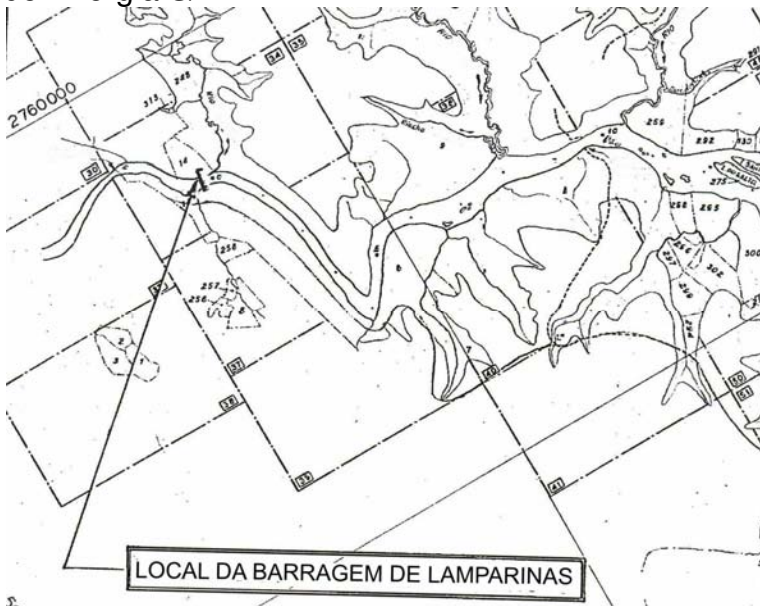
Diante dos fatos relatados anteriormente, tornou-se necessária uma pesquisa detalhada junto a vários órgãos e fontes diversas, objetivando a reconstituição técnica do leito do Rio Novo, e a verificação da linha divisória entre os municípios de Sicília e Genova, bem como a caracterização da Usina Hidrelétrica Luz do Sul e seus componentes.

Com o objetivo de melhor esclarecer e ilustrar o posicionamento da Usina Luz do Sul, relatamos a seguir o histórico que compõe o levantamento da pesquisa realizada junto aos organismos competentes.

☑ Foto aérea obtida junto ao Instituto de Geociências Aplicadas, datada de 1949.



☑ Planta do aproveitamento hidroelétrico de Lamparinas, levantado pela Cruzeiro do Sul, na escala 1:50.000, datada de 1950, fornecida por Pitangueiras Fonte de Energia S/A.



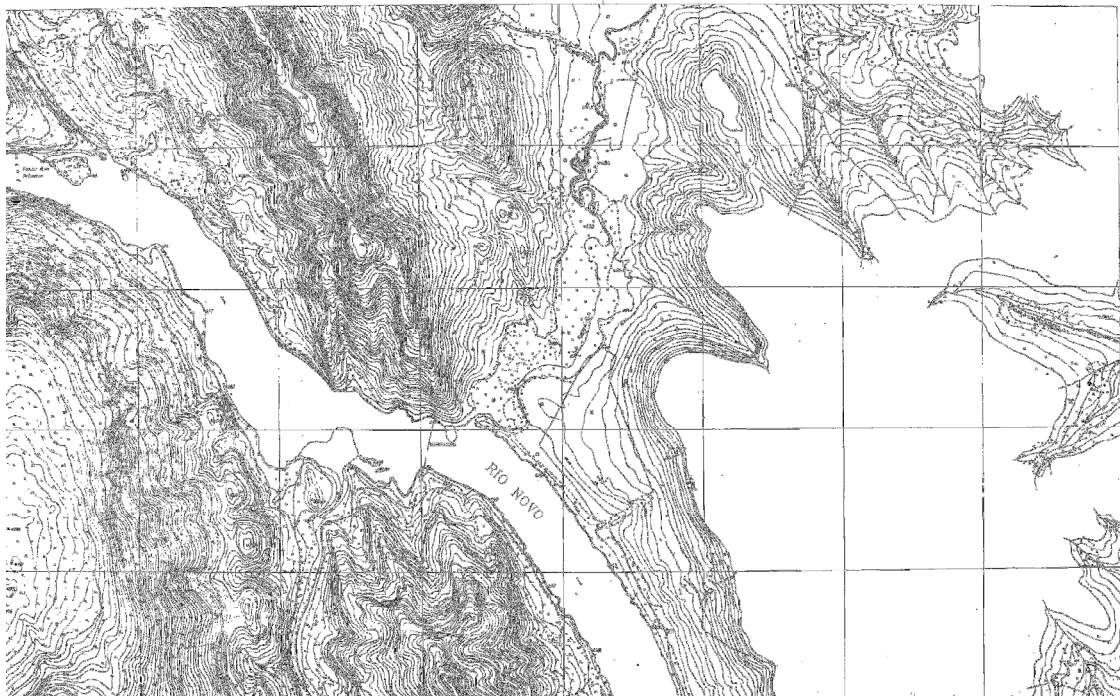
☑ Levantamento aerofotogramétrico da bacia do Rio Novo, na escala 1:5.000, datada de 1950, fornecida por Pitangueiras Fonte de Energia S/A.

LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DA BACIA DO RIO GRANDE
ESTADOS DE BUTUÍ E MONTANHAS DO SUL

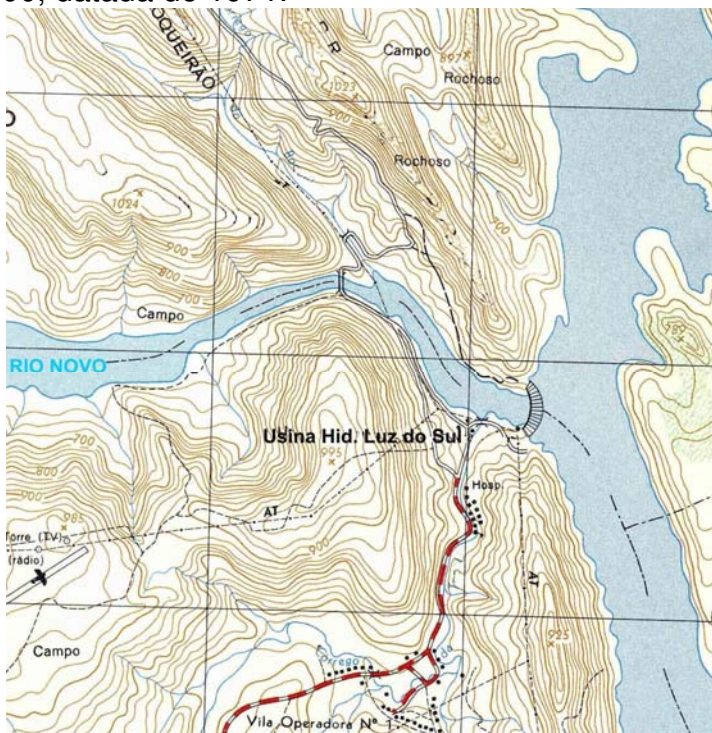
ESCALA 1:50.000

1950

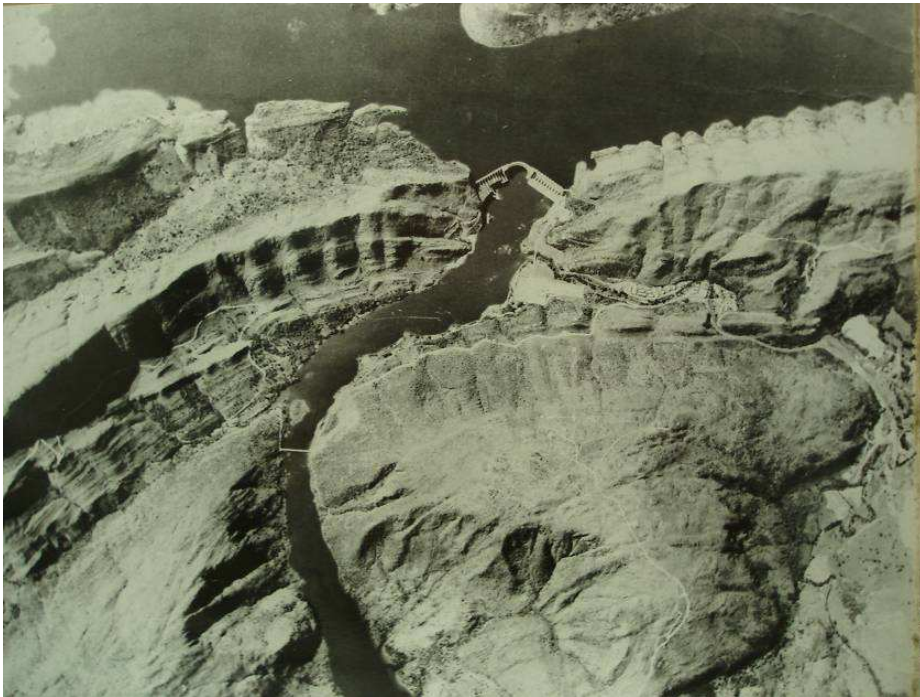
FOLHA Nº 34



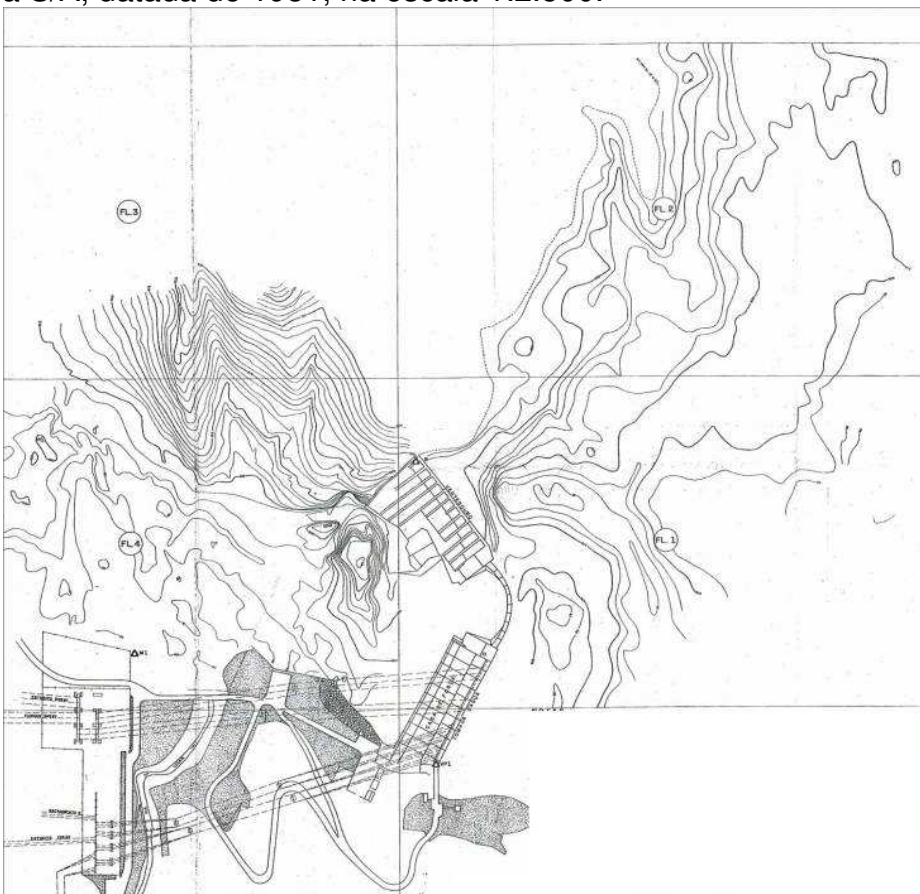
☑ Planta fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia, na escala de 1:50.000, datada de 1971.



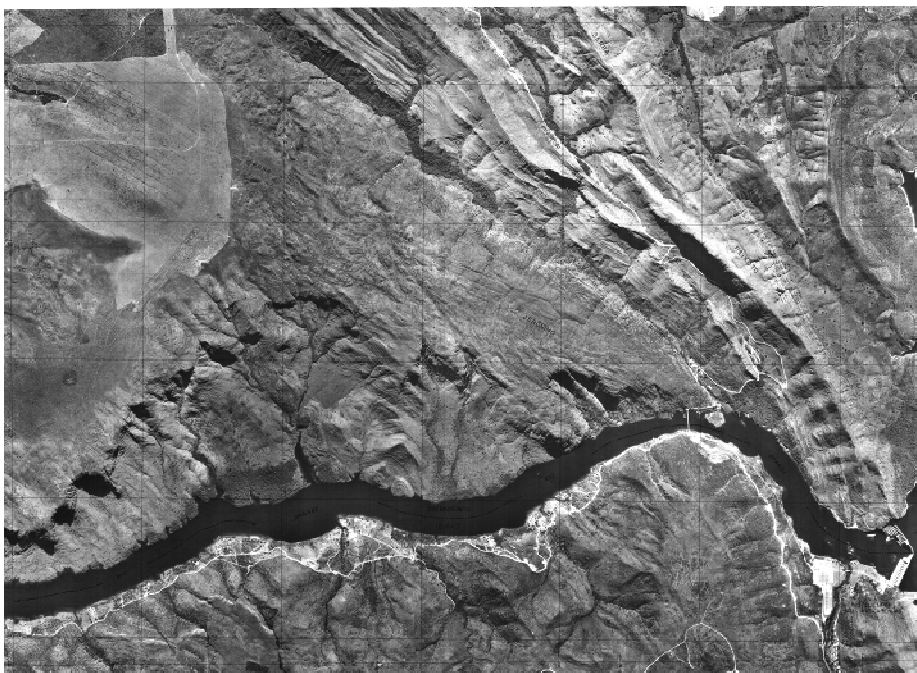
☑ Aerofoto obtida nos arquivos de Pitangueiras Fonte de Energia S/A presumivelmente da década de 80.



☑ Levantamento topográfico detalhado fornecido por Pitangueiras Fonte de Energia S/A, datada de 1981, na escala 1:2.500.



☑ Levantamento aerofotogramétrico fornecido pela Centrais Elétricas de Montanhas do Sul, na escala de 1:10.000, datada de 1989.



Cumpre acrescentar, a título de esclarecimento, que não juntamos à presente pesquisa a restituição aerofotogramétrica da barragem e seu entorno, citada no Relatório Técnico do IGA (item 4.5 do presente trabalho) por não ter sido enviado ao perito até o momento, bem como não foi julgada essencial às conclusões obtidas com os estudos realizados.

Além disso, como foi determinada a expedição de ofício ao referido órgão, no sentido de fornecer o documento, este poderá ser juntado aos autos, sem prejuízo ao trabalho elaborado.

3.5) Relatório Técnico do IGA:

Por solicitação da Prefeitura Municipal de Três Irmãos e determinação da Diretoria de Geociências do IGA, em 05 de dezembro de 2002, foi elaborado um relatório técnico, objetivando a *“verificação da linha divisória entre os municípios de Três Irmãos, Sicília e Genova, bem como da caracterização de pertinência municipal da Usina Hidrelétrica Luz do Sul e seus componentes, instalados junto ao Rio Novo.”*, onde destacamos o seguinte:

“Para caracterizar o traçado dos itens prescritos em 1948, em época anterior à construção da barragem, foi necessário proceder-se a um trabalho de restituição aerofotogramétrica, utilizando-se fotografias aéreas contemporâneas daquela legislação, superpondo-as à imagem da área posterior à implantação da Usina Luz do Sul.

A interpretação das fotografias antigas mostrou que no exato local onde hoje se situa o arco de gravidade da barragem, havia no passado uma queda d’água num ponto de estreitamento do curso fluvial. O limite intermunicipal passa pelo ponto central dessa cachoeira.

O IGA dispõe, em seu acervo, de tais fotos, utilizando para o trabalho de situação aerofotos datadas de 1949, de nºs 1.703 e 1704, do vôo SACS/49, em escala 1:30.000. Para caracterizar a situação atual da área, foram utilizadas as fotos nºs 37.408 e 37.409 do vôo AST-10, procedido pela USAF em 1965, em escala 1:60.000.

O produto final foi a restituição aerofotogramétrica da barragem e seu entorno, em escala 1:10.000, mostrando simultaneamente os leitos antigo e atual do Rio Novo, bem como a linha de limites, lançada de acordo com a prescrição legal.

Esta restituição permitiu caracterizar com precisão a localização municipal dos componentes da usina mencionados na Lei nº 13.803, de 7 de dezembro de 2.000.

A par dessas providências de ordem interna, solicitou-se de Pitangueiras Centrais Elétricas S.A. o fornecimento de sua documentação cartográfica referente à implantação da usina Luz do Sul.

A solicitação foi feita por telefone, no dia 18 de novembro, ao Sr. Oscar Moacir Macedo, e confirmada por ofício datado de 20 de novembro, endereçado ao Sr. Silvio Santos Sangado, Gerente da UHE Luz do Sul.

Registre-se que até a presente data não recebemos resposta quanto a essa solicitação.”

Após levantamento realizado, concluiu-se que a localização dos componentes da Usina Hidrelétrica Luz do Sul, estão posicionados segundo a seguinte orientação:

“- Casa de Máquinas

Instalada na margem esquerda do Rio Novo, é composta de 10 unidades geradoras, com as seguintes capacidades nominais.

- Unidades 1,2,3 e 4 – 50 MVA
- Unidades 5,6,7 e 8 – 52 MVA
- Unidades 9 e 10 – 55 MVA

Localiza-se em território do município de Sicília.

- Turbinas

A UHE Luz do Sul funciona com 10 turbinas do tipo Francis, de eixo vertical, localizadas em território do município de Sicília.

- Condutos Forçados

A usina possui dez condutos forçados, que se localizam em território do município de Sicília.

- Barragem

Trata-se de uma barragem tipo arco de gravidade, com estrutura de concreto.

Tendo suas extremidades nas duas margens do Rio Novo, encontra-se dividida entre os municípios de Sicília e Genova.

- Comportas

Constatou-se a existência das seguintes comportas:

- 2 comportas no vertedouro novo, com capacidade de vazão de 3.000 m³ por segundo, localizados em território do município de Sicília;

-10 comportas de admissão na tomada d'água, localizadas no município de Sicília;

-11 comportas no vertedouro antigo, sendo uma de detritos (fora de funcionamento), localizadas no município de Genova.

- Vertedouro

São dois vertedouros; um, mais moderno, com capacidade de 3.000 m³, - o vertedouro complementar – localizado no município de Sicília; outro, com capacidade de 9.000 m³, localizado no município de Genova.

- Tomada d'água

Composta de dez comportas de admissão, localiza-se no município de Sicília.

- Subestação

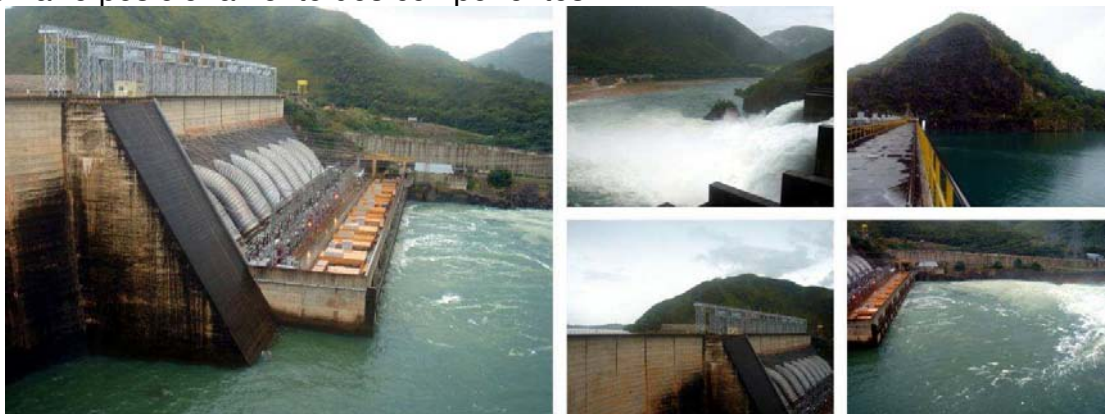
Localizada em território do município de Sicília.

Além da Usina Luz do Sul, os técnicos visitaram a ponte das Lamparinas, local citado em lei como sendo o ponto de trijunção entre os municípios de Três Irmãos, Genova e Sicília.

Localiza-se a cerca de 1.850 metros a jusante da barragem de Lamparinas, no ponto onde o Rio Novo transpõe a Serra de São Jerônimo, por cuja crista segue a linha de limites entre Três Irmãos e Genova.”

3.6) Visitas à usina:

Foram realizadas duas visitas à Usina Luz do Sul, cujo objetivo foi reunir dados e informações técnicas de forma a determinar o posicionamento dos componentes da usina em relação ao limite dos municípios de Genova e Sicília. A primeira visita, ocorreu no dia 15/03/06, quando o perito, acompanhado dos assistentes técnicos das partes, bem como por técnicos indicados por Pitangueiras Fonte de Energia S/A, procurou reunir informações sobre o funcionamento da usina e observar o posicionamento dos componentes.



De posse das informações técnicas necessárias, foi marcada a segunda visita, que ocorreu no dia 30/05/06, oportunidade em que foi realizado o levantamento topográfico, quando a equipe de campo executou os trabalhos de locação do posicionamento dos componentes da usina, além de ter sido examinado farto material fotográfico contemporâneo à época de construção da usina.



3.7) Visita ao modelo reduzido da usina:

De forma a elucidar o funcionamento e melhor compreender todo o projeto executado, o perito fez uma visita ao modelo reduzido da Usina Hidrelétrica Luz do Sul, na cidade do Arapongas, em 04/07/06.

O modelo foi construído pelo Laboratório de Hidráulica Experimental e Recursos Hídricos, que encontra-se no Departamento de Hidráulica, tendo sido executado para análise técnica do comportamento da usina e, mais recentemente, para subsidiar o projeto e construção de um vertedouro complementar, na margem esquerda do Rio Novo, cuja finalidade é aumentar a capacidade de vertimento da usina.



De posse das informações necessárias e dados técnicos, foi possível obter um melhor entendimento quanto ao funcionamento da usina e a importância deste modelo reduzido, cujos objetivos técnicos foram realizar estudos de forma a indicar um maior ganho energético.

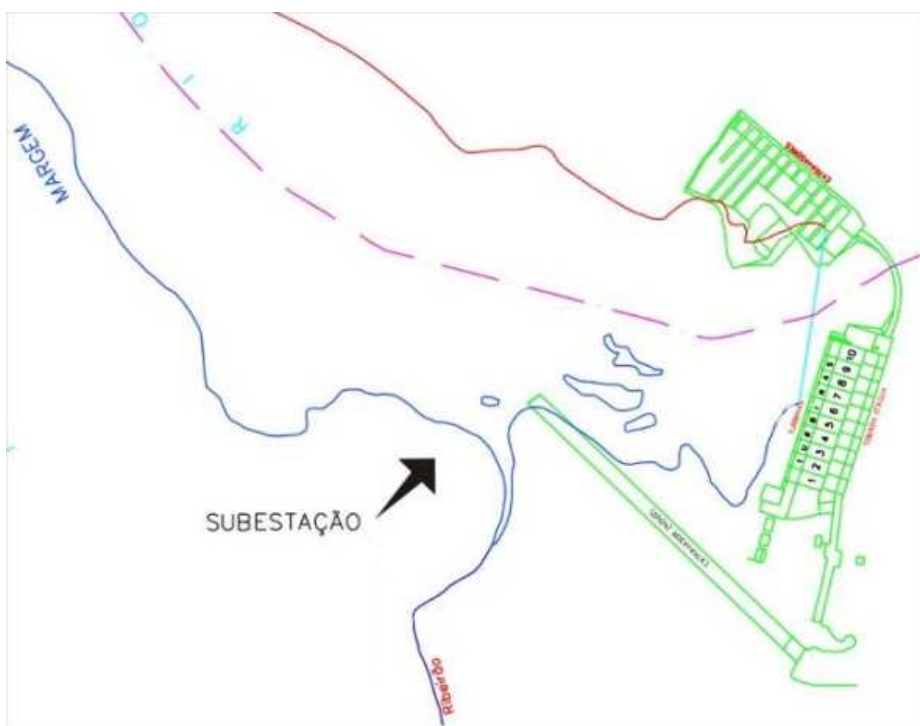
3.8) Levantamento topográfico:

Após levantamento documental realizado e necessário à reconstituição do leito primitivo do Rio Novo, iniciou-se o levantamento topográfico.

O trabalho executado pela equipe técnica iniciou-se com o levantamento da barragem atual, tendo como base os marcos M0 de coordenadas $x = 597.530,36$ e $y = 2.757.675,69$ e M1 de coordenadas $x = 597.562,01$ e $y = 2.757.212,04$, que foram fixados na laje superior da barragem, levando-se em conta os acidentes vigentes e coincidentes e a ponte das Lamparinas, nosso principal ponto de amarração.

Realizado o trabalho de campo e a coleta de dados, deu-se início a confecção das plantas para melhor ilustrar o levantamento realizado. A seguir, apresentaremos as plantas individualizadas, onde procuramos determinar o eixo do Rio Novo, conforme sobreposição realizada e períodos que marcaram os fatos.

☑ Sobreposição considerando-se a planta fornecida por Pitangueiras Fonte de Energia S/A, datada de 1950, e elaborada pela Cruzeiro do Sul.



☑ Situação atual do Rio Novo e posicionamento da barragem, conforme levantamento realizado.



3.9) Posicionamento dos componentes da Usina Hidrelétrica Luz do Sul:

Conforme mencionado no item 4.2 anterior, uma usina hidrelétrica é composta por um conjunto de componentes que funcionam conjuntamente entre si e estão interligados para que ocorra a produção de energia.

Resumidamente uma usina hidrelétrica é composta de reservatório, barragem, casa de força, vertedouro e subestação.

No caso em tela, específico para a Usina Luz do Sul, podemos ilustrar na figura a seguir esses elementos, em relação aos dois municípios.



Após o levantamento planialtimétrico realizado, resumimos os componentes da usina, devidamente individualizados entre os dois municípios:

Componentes	Genova	Sicília
Reservatório*	Parte	Parte
Barragem	Parte	Parte
Casa de força	-	Sim
Comportas	-	Sim
Conduitos forçados	-	Sim
Subestação elevatória	-	Sim
Tomada d'água	-	Sim
Turbinas	-	Sim
Vertedouro primitivo	Sim	-
Vertedouro secundário	-	Sim

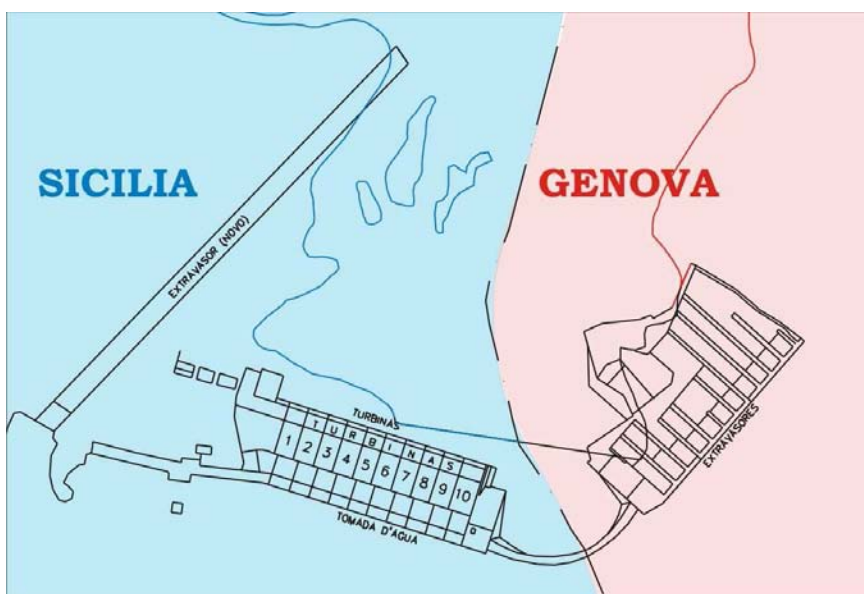
* O reservatório abrange ainda os municípios de Três Irmãos, Pituba, Orênia, Saltos e Monte Belo.

CONCLUSÃO

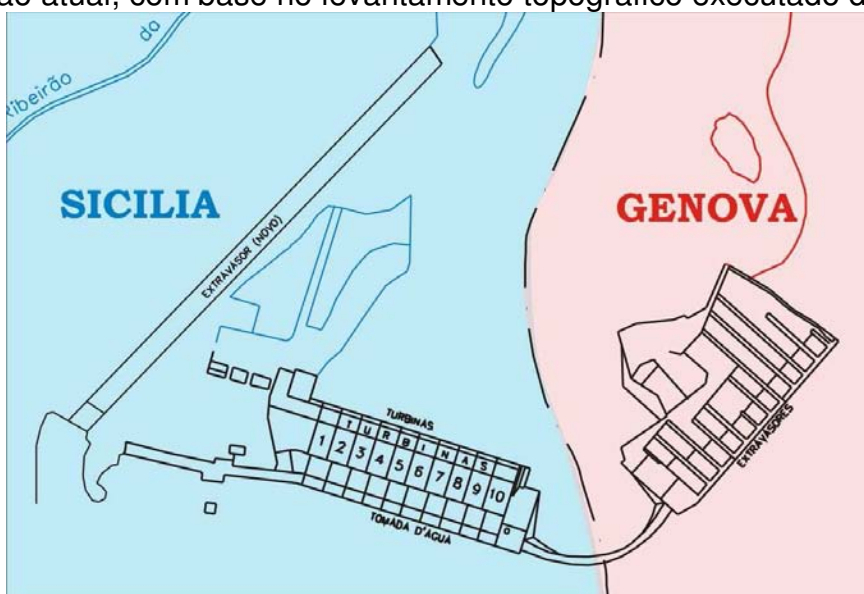
4) CONCLUSÃO

Diante do exposto nos itens anteriores, e após analisarmos todos os fatos que interferem ou possam vir a interferir com o assunto objeto deste laudo, concluímos o seguinte:

☑ A análise da situação dos limites entre as cidades de Sicília e Genova, efetuada com base no levantamento executado anteriormente à construção da usina, nos leva a deduzir que a linha imaginária divisória entre os municípios passa pela barragem que liga a casa de força e o vertedouro.



☑ Igual conclusão foi obtida quando se analisa a situação sob a ótica da situação atual, com base no levantamento topográfico executado durante a perícia.



☑ Independente da época de análise do levantamento, verifica-se que o município de Genova abriga a estrutura do primitivo vertedouro e parte da barragem.

☑ O município de Sicília abriga parte da barragem, casa de força, comporta, condutos forçados, subestação elevatória, tomada d'água, turbinas e vertedouro secundário.

☑ Além disso, os dois municípios recebem ainda parte do reservatório, o que é compartilhado com os municípios de Três Irmãos, Pituba, Orênia, Saltos e Monte Belo.

☑ Os elementos necessários à geração de energia elétrica constituem um conjunto interdependente, formado pelo reservatório, barragem, vertedouros, comportas, tomada d'água, condutos forçados, turbinas e casa de máquinas, embora a energia seja efetivamente gerada na casa de força, onde ficam os quatro últimos elementos listados.