

ITAIPU- Registro Histórico sobre as Obras de Concreto, em Homenagem aos 50 Anos do Tratado Binacional

Ademar **SONODA**^[A]; Ideval **BETIOLI**^[A]; Francisco Rodrigues **ANDRIOLO**^[A]
[A]- Participantes do Sistema de Controle de Qualidade das Obras -Durante a Construção de ITAIPU

RESUMO

Esta publicação, busca registrar alguns aspectos históricos das ações adotadas pela **ITAIPU BINACIONAL**, o que induziu a estabelecer um Sistema de Controle de Qualidade, praticamente inédito no Mundo, sobre materiais fornecidos, produzidos e executados nessa grandiosa Obra. Envolveu, desde o início das atividades, o treinamento de pessoal, qualificação de Fornecedores, apoio aos Projetistas e Grupo Coordenador do Projeto, Informações aos Consultores e aos Construtores, Implantação do Sistema de Auscultação, bem como o Registro de todas as informações obtidas durante a Construção. É um pequeno registro de participantes responsáveis pela implantação e atuações nesse Sistema de Controle de Qualidade.

ABSTRACT

This publication seeks to record some historical aspects of the actions adopted by **ITAIPU BINACIONAL**, which induced the adoption of a Quality Control System, practically unprecedented in the World, on materials supplied, produced and executed in this great Hydro Project. It involved, since the beginning of the activities, the training of personnel, qualification of Suppliers, support to the Designers and Project Coordinating Group, Information to Consultants and Contractors, Implementation of the Auscultation System, as well as the Registration of all the information obtained during the Construction. It is a small record of participants responsible for the implementation and actions in this Quality Control System

RESUMEN

Esta publicación busca registrar algunos aspectos históricos de las acciones adoptadas por **ITAIPU BINACIONAL**, que indujeron a la adopción de un Sistema de Control de Calidad, prácticamente inédito en el Mundo, sobre los materiales suministrados, producidos y ejecutados en esta gran Obra. Implicó, desde el inicio de las actividades, la capacitación del personal, calificación de Proveedores, apoyo a los Diseñadores y Grupo Coordinador de Proyectos, Información a Consultores y Constructores, Implementación del Sistema de Auscultación, así como el Registro de toda la información obtenida durante la Construcción. Es un pequeño registro de los participantes responsables de la implementación y acciones en este Sistema de Control de Calidad.

PALAVRAS CHAVE

Controle de qualidade, Concreto, Materiais, Relatórios, Construção, Itaipu Binacional- IB, Fornecedores, Projetistas, Coordenador, Construtores, Consultores, Equipes.

1. AGRADECIMENTOS

É importante esclarecer que, normalmente as Publicações começam com a **INTRODUÇÃO**, entretanto neste Registro, os Autores julgaram que o mais relevante é fazer alguns **AGRADECIMENTOS**, que seguem:

- Aos inúmeros colaboradores **-Paraguaios e Brasileiros-** em diversos níveis técnicos- que fizeram parte das equipes, que os autores dirigiram;
- Aos diversos Diretores e Superintendentes da **Itaipu Binacional** que convidaram os Autores para relevantes planejamentos e ações de Controle de Qualidade, que foram creditados a estes Autores e outros que deram inestimáveis contribuições;
- Às famílias, dos colaboradores, que suportaram com grande apoio a cada um desses Profissionais, em uma época e local de poucos recursos;
- À Companhia Energética de São Paulo, que atendendo ao **“artigo 27 do Anexo A”** do **Tratado** ^[01] celebrado em 26 de abril de 1973, entre a **República Federativa do Brasil** e a **República do Paraguay**, permitiu, com base na **Carta /DG/0326/75 de 29 de setembro de 1975** ^[02], disponibilizar os Autores para cooperar no Empreendimento da **Itaipu Binacional-IB**;
- A todos os Profissionais do Consórcio Construtor que souberam compreender as exigências do Sistema de Controle de Qualidade, no cumprimento das Especificações e Responsabilidades.

2. INTRODUÇÃO

2.1 Generalidades e Proporcionalidades

Uma das grandes obras de barragem no **Mundo**, que serviu de exemplo para diversas Entidades e Governos, para seus próprios Planejamentos foi, e ainda, certamente é, o da Hidrelétrica de Hoover- (rio Colorado-USA). Após isso, o Empreendimento **Itaipu Binacional-IB**, passou ser um outro exemplo, em outra época.

Da referência ^[03], pode-se ter uma comparação do período desde a Criação até a Geração de Benefícios de ambos os Empreendimentos.

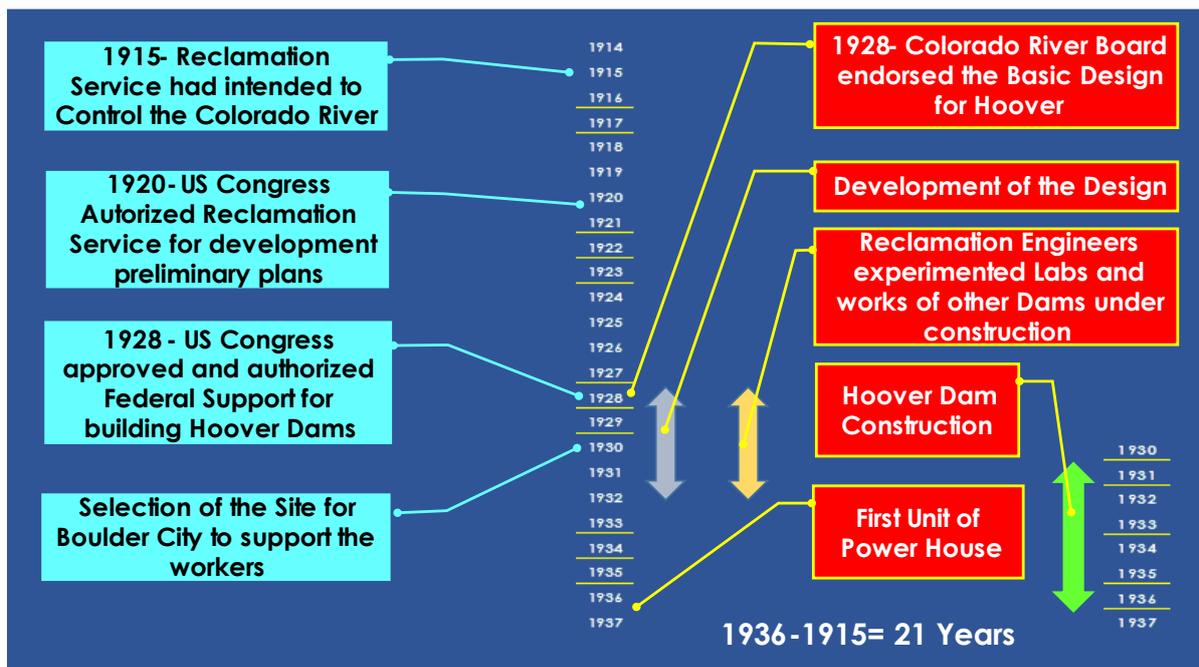


Figura 01-01 ^[03]- Dados de desenvolvimento do Projeto Hoover- "Hoover Dam-75th Anniversary"-History Symposium- ASCE- Las Vegas-Nevada –October/2010

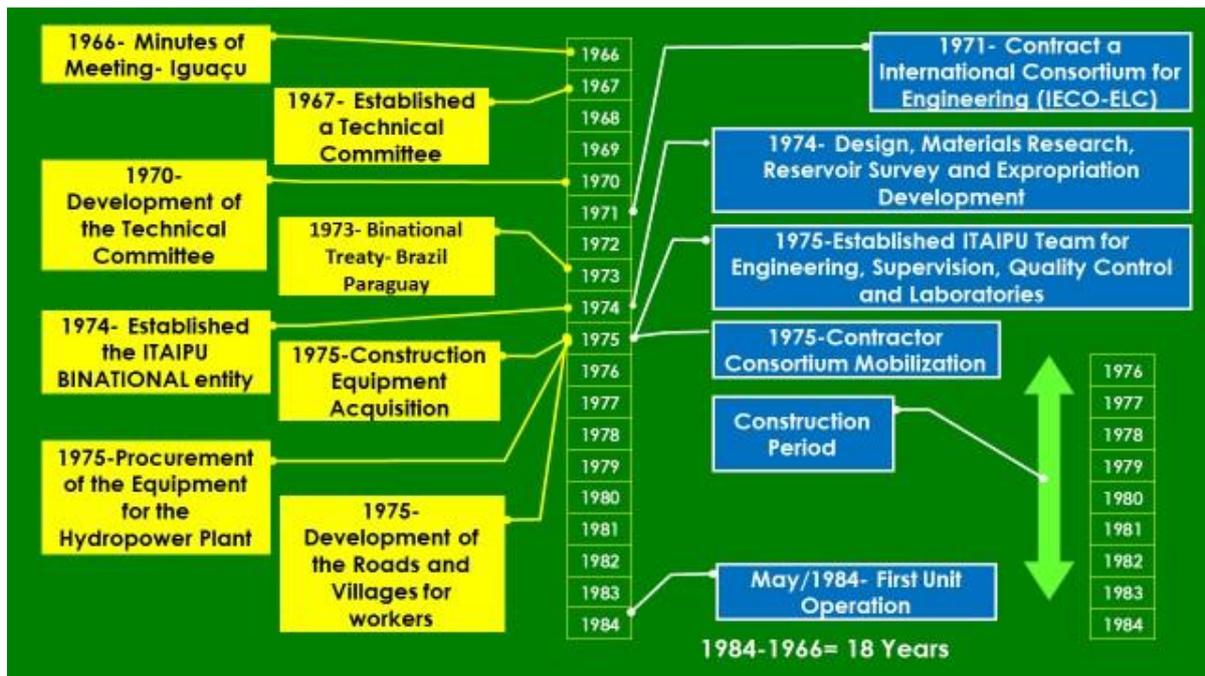


Figura 01-02 [03]- Desenvolvimento do Projeto Itaipu Binacional

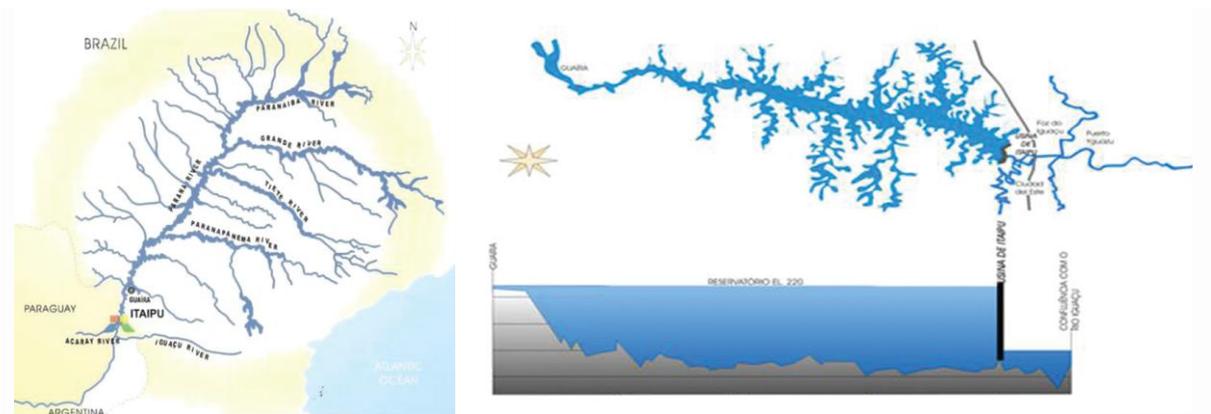
Esses dois Projetos – **Hoover e Itaipu** – foram desenvolvidos com base em uma Linha Organizacional, que permitiu antecipar os problemas potenciais e a busca de soluções a tempo de permitir execuções sem adversidades e viabilizar o andamento do Empreendimento de forma planejada. Esses, ambos Empreendimentos se tornaram em acervos de Ensino e Treinamento à Empresas e Profissionais, como se exemplifica mais à frente.

Entre 1974-75, uma delegação de Profissionais do Consórcio Coordenador do Projeto (**IECO-ELC**) esteve nos Laboratórios da **CESP** em Ilha Solteira, com amostras de materiais para caracterizações de aspectos Geológicos e Geotécnicos, concretizando um começo de conhecimento técnico para a construção de **ITAIPU-IB**.

2.2- Localização e Momento



Figuras 02- 01- Abrangência do Empreendimento Binacional Itaipu no Brasil, na América do Sul, e no aspectos de Bacias Hidrográficas.[04 a 08]



Figuras 02-02- Principais Tributários do Rio Paraná e o Remanso do Empreendimento Binacional Itaipu^[04 a 08]



Figuras 02-03- Foz do Iguaçu em 1974 e Ciudad del Este e Foz do Iguaçu em 2021^[09]



Figuras 02-04- Fotos do Local da Obra em 31/071975 (esquerda e centro) e em Outubro/1975 (direita)^[09 & 10]

2.3 Participantes das Obras Civas do Empreendimento IB

O ano de 1975 consolidou as providências básicas para o desenvolvimento do Projeto Executivo de Engenharia ^[04 a 08], em prosseguimento às medidas iniciais que designaram ao consórcio internacional **IECO-ELC**, o encargo na coordenação geral do Projeto. Houve a distribuição da elaboração propriamente dita do Projeto de Engenharia, entre as firmas selecionadas, dividido entre quatro firmas Brasileiras, cada uma delas associada, na respectiva tarefa, com o consórcio Paraguaio, formado pelas seguintes empresas:

Projetos de Engenharia- Coordenação Geral- IECO-ELC (international Engineering Co. Inc. e Electroconsult Spa)	
Empresas Brasileiras	Empresas Paraguaias- GRUPO CONSULTOR ALTO PARANA
<ul style="list-style-type: none"> • THEMAG Engenharia Ltda, • PROMON Engenharia Ltda, • ENGEVIX Engenharia S.A., e • HIDROSERVICE Engenharia Ltda. 	<ul style="list-style-type: none"> • BOSIO, CHASE E ASSOCIADOS, • CONSULTEC S.R.L., • INCOPAR S.R.L., • PARACONSULT S.R.L., • TECNIPAR S.R.L.

A **ITAIPU**, para aspectos especiais de engenharia, contou com a cooperação das seguintes Entidades:

- Laboratório de Hidráulica da Universidade do Paraná;
- Societe Grenobloise d'Etudes et Applications Hydrauliques (França) ;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Sao Paulo);
- Instituto Sperimentale Modelli e Struture, de Bergamo (Italia);
- Firms consultoras brasileiras e paraguaias de geologia e geotecnia;
- Consultores especializados, reconhecidos internacionalmente de várias nacionalidades.

A assinatura do contrato com os Construtores efetuou-se em 6 de outubro de 1975, no próprio canteiro de obras da **ITAIPU** [04 a 08], na presença de Conselheiros e Diretores da Entidade, e das Empresas Construtoras Consorciadas, como se cita abaixo.

Consórcio Construtor Brasileiro-Paraguaio; UNICON-CONEMPA	
UNICON (Empresas Brasileiras)	CONEMPA (Empresas Paraguaias)
<ul style="list-style-type: none"> • Cetenco Engenharia S.A; • Companhia Brasileira de Projetos e Obras (CBPO); • Construções e Comercio Camargo Correa S.A.; • Construtora Andrade Gutierrez S.A.; • Construtora Mendes Junior S.A. 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrail Hermanos S.A. de Construcciones SRL; • Ing. Civil Hermann Baumann-Empresário de Obras; • Compañia General de Construcciones SRL; • Compañia de Obras de Ingenieria de Obras S. R.L., • Ing. Juan Carlos Wasmosy y Asociados, • Jímenez Gaona Y Lima Ingenieros Civiles - Empresa de Construcciones

O ano de 1975 constitui-se em marco para a execução da obra, pois em meados de outubro desse ano iniciaram-se as atividades referentes:

- a escavação do canal de desvio;
- a escavação do vertedouro e escavação da barragem lateral direita;
- a execução das barragens de enrocamento e terra na margem esquerda;
- a execução das ensecadeiras principais de desvio do no Paraná

2.4 Transmissão de Conhecimento

É interessante lembrar que, entre o final dos anos 70 e início dos anos 80, várias delegações **Chinesas** vieram a **ITAIPU-IB**, estabelecendo até Seminários (**Itaipu-Three Gorges Seminar**) [11] Técnicos para possibilitar a transmissão de conhecimentos das diversas áreas envolvidas na **IB**, para os Profissionais Chineses, objetivando a implantação e o desenvolvimento do Empreendimento **Tres Gargantas**. De modo específico, as várias empresas Projetistas receberam engenheiros Chineses para estágio nas áreas de interesses. De modo complementar o **Consórcio Construtor Unicon-Conempa** apresentou, nesses Seminários, ensinamentos como ilustram as Figuras 02-05.



Figuras 02-05- Ilustrações dos Seminários Técnicos efetuados pela Unicon aos Profissionais indicados para o Empreendimento Três Gargantas [11]

De modo particular, em um dos Prefácios de [12] citou-se:

“.... Mr. ANDRIOLO, Francisco Rodrigues, the author of this book, is a consulting engineer at Andriolo Engenharia S/C Ltda in Sao Paulo, Brazil. and has engaged in this field for many years. From 1976, he worked in the laboratory of the Itaipu Project and carried out experiments on the dam site for the first block of RCC in Brazil. In this book, he collected a wide range of information from real dam projects worldwide and summarized the experiences and his own contributions to RCC are presented to all of us in English, hence the book will be the best gift to those who work in this field. This book consists of 14 chapters covering a variety of topics ranging from the history of RCC, construction materials, concrete mixture, principles of the RCC design to the technology of construction and the performance of completed RCC structures. It describes most the aspects of RCC from different approaches and, therefore, I believe it will be of a very high value of reference in research, design and construction of RCC works...”

Shen Chonggang- Dr. Prof. Senior Engineer IWHR. Vice President CHINCOLD-China.

O Prof. Dr. Shen Chonggang confidenciou ao autor desse Livro, que a China iniciou as Construções de Barragens em CCR, pelo que viu em todos os estudos realizados em ITAIPU. Na atualidade (2023), tem-se que o Brasil é o segundo maior construtor de Barragens em CCR (RCC), seguindo a China, que é possui o maior número desse tipo de barramento [13].

Esse período Brasileiro de desenvolvimentos Metodológicos/Tecnológicos, propiciou que os vários Laboratórios das Concessionárias do Setor Hidrelétrico, cooperassem com Projetos Hidrelétricos e de Barragens em vários Países do Mundo, bem como possibilitando conquistas dos Projetistas, Consultores, Construtores, também, em diversos Países, em todos os Continentes.

3 SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ITAIPU

3.1 Conceituação e Planejamento

Ao Início de 1976, em uma Reunião do Painel de Consultores, coordenada pela IECO-ELC, o Dr. **Sarkaria** – Líder do Grupo, indagou aos Engos. **Ademar** e **Andriolo**:

- **Como estariam preparados para Controlar a Construção das Obras de Itaipu?**
 ⇒ Os Eng^{os} Ademar e Andriolo informaram que a **ITAPU** havia iniciado a implantação do **Sistema de Controle de Qualidade** a ser estabelecido desde meados de de 1975 com base na experiência estabelecida pela **CESP**, na construção de **Jupiá e Ilha Solteira**, e transmitida (inicialmente) por **José Roberto Monteiro, Ademar Sonoda, e Francisco Rodrigues Andriolo**; e que os documentos de orientações do Sistema de Controle estavam em Preparação!

Ao início de 1976 procurou-se estabelecer a dimensão da organização do **Sistema de Qualidade do Concreto**. O prosseguimento dessa organização fundamentou-se nas previsões iniciais do Relatório **“Instalações Industriais e Equipamentos Básicos do Canteiro”** [14] e que além desse trabalho, exerceu atividades relevantes para o Planejamento das Atividades e Construção de **ITAIPU**.

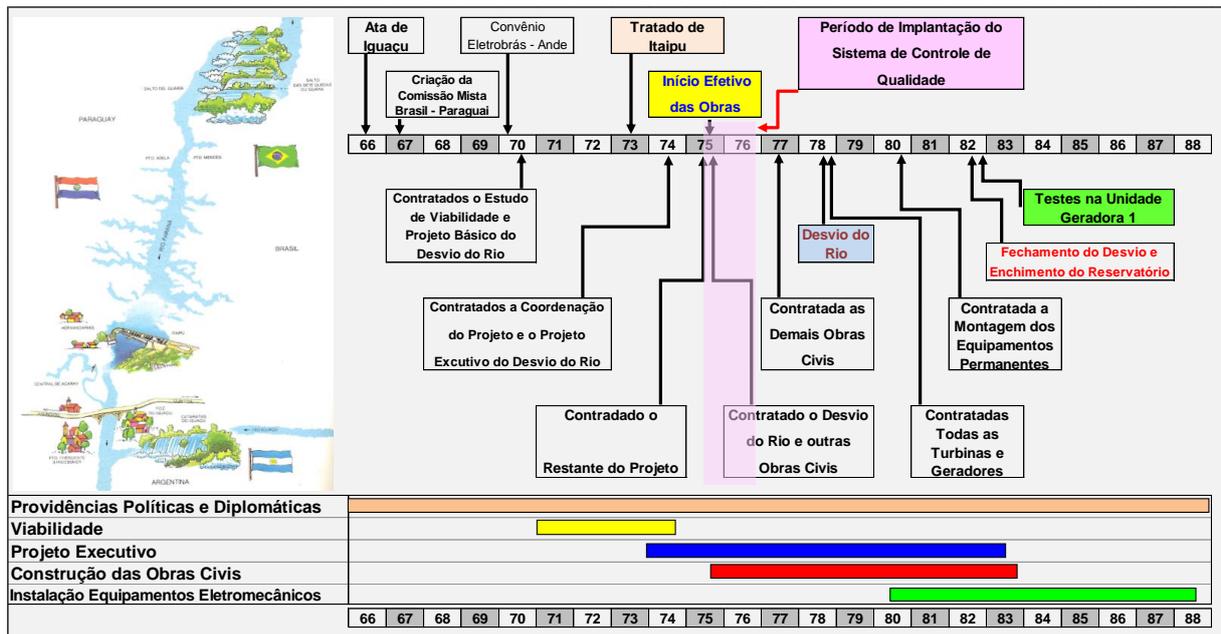


Figura 03-01- Eventos Relevantes no Empreendimento e Período de Implantação do Sistema de Controle de Qualidade [08 & 14]

Material	Demanda Máxima Prevista (1975)	Demanda Máxima Ocorrida (1979)
Cimento	38.000t/mês	52.000t/mês
Cinza Volante	13.000t/mês	16.000t/mês
Agregados Graúdos	250.000m³/mês	340.000m³/mês
Areias	150.000m³/mês	180.000m³/mês
Aços em Barras	10.000t/mês	12.500t/mês
Concretos	250.000m³/mês	340.000m³/mês

Figura 03-02- Quantidades de Demandas de Materiais previstos e ocorridos durante o período 1975 a 1979 [08 & 14]

Disso caberia algumas indagações:

- ✎ **De que valeria saber que o Resultado da resistência do Cimento à idade de 28 dias não havia atingido o valor especificado, após ter-se recebido cerca de (52.000/30) mais de 1.730 carretas de 30t?**

- 👉 ***Ou, de mesma ordem, a resistência do concreto não ter atingindo o requerido, se a cerca de 7 dias uma nova camada de 2,5m de altura era lançada sobre a precedente?***
- 👉 ***Ou, ainda, se uma partida de aço causava dificuldade na emenda, devido aos teores de Carbono e Manganês, e isso pudesse afetar a Ductilidade do Material, e o comportamento das Emendas durante a construção?***

Ou seja:

- ❖ ***ou o “Controle” iria apenas Produzir Relatórios de Justificativas,***
- ❖ ***ou se estabeleceriam condições para minimizar as falhas, antecipar aos erros, e prever ações corretivas.***

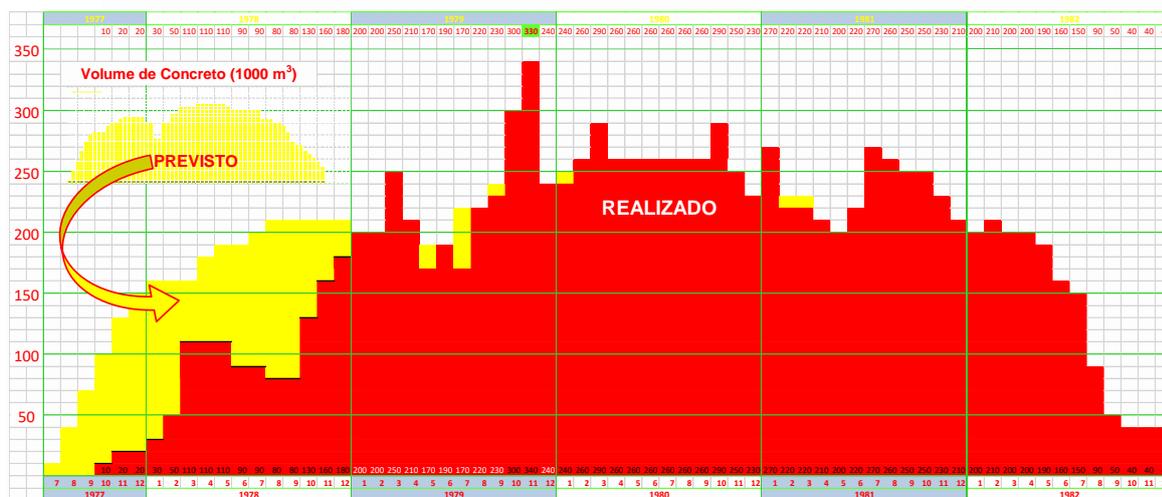


Figura 03-03- Histogramas de Concretos previstos e realizados durante o período 1977 a 1982^[08 & 14]

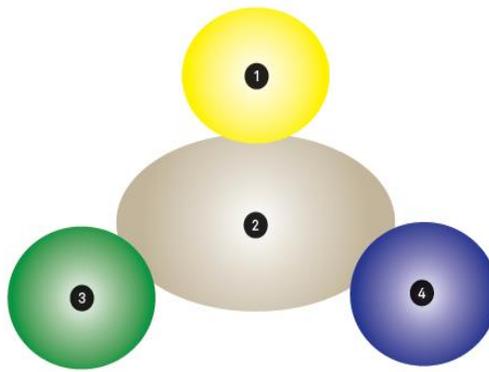
De outro modo:

- ⇒ ***Se um Laboratório não estivesse disponível no Canteiro de Obras, quanto se gastaria em dinheiro e tempo (entenda-se também dinheiro e confiança) no envio de amostras a Laboratórios externos, e no relato (não se esquecer das dificuldades de comunicação à época!)?***
- ⇒ ***Ou seja, haveria a necessidade de se implantar uma estrutura de controle Independente;***
- ⇒ ***E com isso ter-se uma dinâmica de Ações para minimizar os erros/falhas, que é o verdadeiro objetivo de qualquer controle. E não o de apenas registrar!***

3.2 Grupos Funcionais

O Sistema de Controle se estabeleceu com criação de Grupos Funcionais por Especialidades, como citam as Figuras 03-04 a 03-06.

As Facilidades (limitadas no Brasil e Paraguai) Regionais, a disponibilidade de Recursos Humanos e Capacitação dos Profissionais para desempenhar as Atribuições e Responsabilidades, a necessidade do Suporte Técnico na Dinâmica compatível com a velocidade de Construção, estabeleceram um cenário importante para a conceituação da implantação de um Laboratório no Canteiro de Obras de **ITAIPU**. Essa conceituação estava bastante sedimentada dentro da Cultura Técnica do Setor Elétrico Brasileiro, com base no realizado, fundamentalmente, pela **CESP** e **FURNAS** e, algumas outras Entidades do Setor.

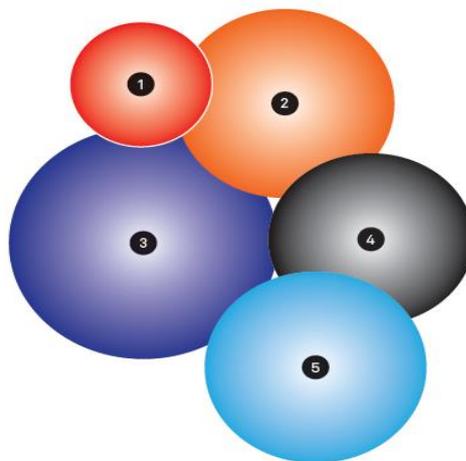


- | | | | |
|---|---------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Geologia-Mecânica das Rochas-
Instrumentação das Fundações | 3 | Geotecnia - Escavações - Obras Rocha e Solos |
| 2 | SISTEMA GERAL DE CONTROLE DAS OBRAS | 4 | Tecnologia - Laboratório - Instalações de
Produção - Obras e Instrumentação de Concreto |

Figura 03-04- Sistema Geral de Controle das Obras [08]



Figura 03-05- Profissionais do Sistema de Controle em 1976 (esquerda para direita):Roberval Franzese- Laboratório de Concreto; Theóphilo Garcez-Laboratório Solos; Adilson Barbi -Geologia, Mecânica das Rochas e Instrumentação de Fundações; Jardes Pessine- Obras de Concreto; Cláudio Rangel- Obras de Solo e Rocha [08 & 09]



- | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Inspeção nas Fábricas de Cimento |
| 2 | Controle de Materiais - Concreto - Laboratório e Instrumentação das Estruturas |
| 3 | Tecnologia - Laboratório - Instalações de Produção - Obras e Instrumentação de Concreto |
| 4 | Controle nas Instalações de Produção |
| 5 | Controle da Execução das Obras de Concreto |

Figura 03-06- Funções Referentes aos Materiais, Construções de Concreto e Auscultação das Estruturas [08 & 09]

O “**Foco Básico**” era que a ITAIPU deveria realizar o **Controle de Qualidade**. Entretanto haveria de se aculturar para essa implantação, pois existiam opiniões contrárias e/ou interessadas na atividade. A “**catequese**” deveria ser consistente, porém sem causar alardes, ou criar contrariedades!

Não poderia se esquecer das implicações decorrentes da **Bi-Nacionalidade**, da dimensão Política do Empreendimento, e também dos “**Olhos do Mundo**” voltados para o sucesso/insucesso/desempenho/custo dessa magnânima Obra.

A constituição da equipe de colaboradores do sistema de controle considerou os seguintes aspectos ^[08]:

- ⇒ O extenso período de construção da obra, que sem dúvidas levaria à necessidade de reciclagem profissional, devido à necessidade de reposição causada pela espontânea demissão, devido ao livre exercício de liberdade;
- ⇒ A necessidade implícita de treinamento e aprimoramento profissional;
- ⇒ O aproveitamento de Recursos Humanos disponíveis no Brasil- Paraguai e Argentina;
- ⇒ A conceituação de uma Obra-Entidade Pública no aspecto desenvolvimento Social e Humano;
- ⇒ A dimensão da Obra, com velocidade, dinâmica e aspectos do momento da época;
- ⇒ A necessidade de contar com pessoas de caráter-idoneidade e fidelidade para elaborar dados e resultados com a precisão e independência requerida;
- ⇒ A necessidade de controlar o suprimento de cimento a partir de fábricas distantes até 2.000km da Obra.
- ⇒ Sem dúvidas isso levou a contingente de Mão de Obra, para o Controle, que ao primeiro olhar pode ser considerado extravagante, mas que no contexto geral da Obra foi numericamente justo e com custos irrisórios, pela qualidade e segurança possibilitada.
- ⇒ Além da conceituação geral e necessidades mencionadas, os Profissionais do Sistema de Controle foram orientados para:
 - Procurar antever eventuais problemas e potenciais erros e falhas, para atuar antecipadamente. Ou seja, conhecer as rotinas e procedimentos e atuar preventivamente;
 - Monitorar as ações do Construtor para evitar que ocorressem falhas e erros, de modo a não se ter que corrigir. Ou seja, minimizar os reparos;
 - Auxiliar o Construtor nas questões e épocas críticas, e em metodologias alternativas;
 - Cooperar com o Construtor na solução de seus questionamentos e dificuldades;
 - Tratar a Construção do Empreendimento como um Bem Público, com visão de Qualidade e Durabilidade.

3.3 Necessidade do Controle

É fácil imaginar que os Profissionais entendessem a **Necessidade do Controle**, entretanto, é interessante transcrever uma citação do “**ACI – Manual of Concrete Inspection-Publication SP-2**” ^[15]:

*“...The quality of concrete depends largely on workmanship in construction... Inspection is provided to assure satisfactory work, in accordance with the plans and specifications and with good practice. It also secures a record of job for future reference....
...The cost of competent inspection is relatively little compared with the resulting insurance of quality of structure. Often the cost may be more than off-set because competent inspection prevent mistakes and permits more economical ...”*

De maneira geral a fiscalização e/ou controle buscavam e buscam responder os quesitos a seguir:

- **O que controlar?**
- **Quando controlar?**
- **Como controlar?**
- **Como processar os dados?**
- **Como informar ou relatar?"**
- **Como Relatar, Para Quem, O Que?**

Essas questões foram traduzidas nos Cronogramas e Fluxograma de Ações como se mostra a seguir.

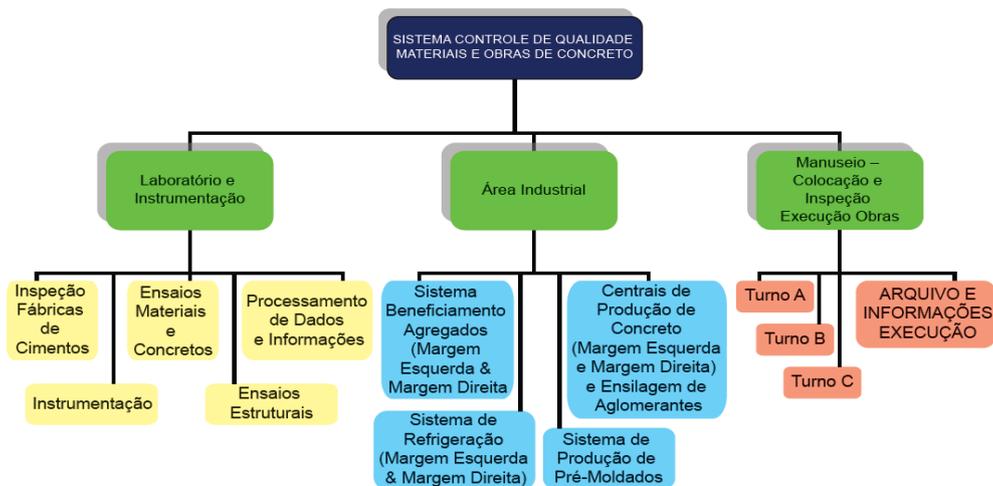


Figura 03-07- Organização do Sistema de Controle de Materiais, Concretos, Produção, Colocação e Auscultação [08]

3.4 Cronologia e Atividades

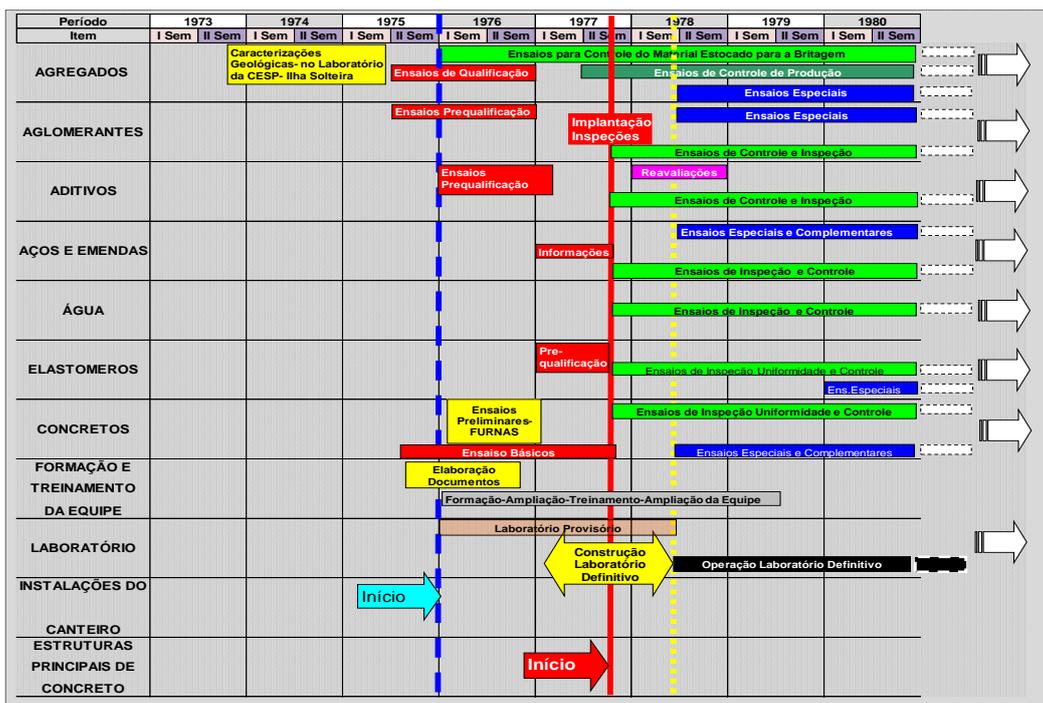


Figura 03-08- Cronologias de Atividades para o Controle dos Materiais e Concretos, bem como a Implantação do laboratório. [08]

3.5 Documental de Treinamento e Capacitação de Pessoal

Tendo em vista a Bi-Nacionalidade do Empreendimento, a pouca disponibilidade de Normas e Procedimentos Técnicos no Brasil e Paraguai, no período de 1976 a setembro de 1977, enquanto estavam sendo construídas as instalações básicas de produção (inicialmente na Margem Esquerda e até 1978, na Margem Direita), aproveitou-se esse momento para treinar e capacitar os colaboradores durante a execução dessas obras provisórias. Saliente-se que essas construções demandaram cerca de 250.000 m³ de concretos.

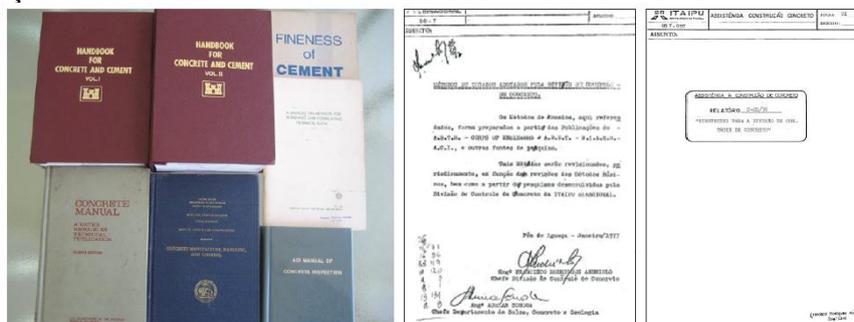


Figura 03-09- As respostas às questões apontadas precedentemente e outras mais, de caráter conceitual, foram incorporadas no *Relatório RC-00/76*, desenvolvido no segundo semestre de 1975 e emitido em fevereiro de 1976 [08]

Objetivo	Documentos	Detalhes
Procedimentos para controle	<i>Manual de Orientação e Treinamento de Pessoal</i>	Aproveitou-se o período de construção das instalações do Canteiro Industrial da Obra, para treinar a proceder, visualizar e registrar.
Registro de Atividades	<i>Relatórios de Atividades no Canteiro</i>	Registrando os controles de construção acima citados preponderantemente entre Final de 1975 e Final de 1977
Procedimentos de Ensaios	<i>Métodos de Ensaios de Laboratório</i>	Com bases no ASTM, Corps of Engineers, Bureau of Reclamation, AFNOR, ABNT, RILEM, ACI . foram preparados 135 Métodos de Ensaios
Procedimentos para Acompanhar a Execução	<i>Orientações para o Controle do: Transporte, Lançamento, Adensamento, Cura e Reparos do Concreto</i>	Exemplos práticos de ações e observações aos Profissionais de acompanhamento de Construção
Implantação do Instrumental de Auscultação	<i>Plano de Implantação e Acompanhamento do Instrumental de Auscultação de Estruturas de Concreto na Obra de Itaipu</i>	Treinamento dos Profissionais atuantes na Área de Monitoração, desde o conhecimento dos Instrumentos e Aparelhos, procedimentos de aferição. Emendas de cablagem, instalação, leitura e registros de mais de 1500 instrumentos
Rotina de Procedimentos	<i>Manual para Controle e Inspeção dos Materiais para (e do) Concreto</i>	Editado em 1977 e revisado sistematicamente, com análises estatísticas das Propriedades e Dimensionamento de Número de Amostras
Relatórios Internos	<i>Documentos com Denominação RC</i>	Para registrar pesquisas, esclarecimentos de dúvidas e aprimoramentos
Relatórios Técnicos Mensais	<i>Documentos com Denominação RT</i>	Destinados a Registrar (até o 5o. dia subsequente) ao mês de atividades, para envio às diversas Área da Itaipu, Projetistas, Construtores.
Relatórios Especiais	<i>Documentos com Denominação RE</i>	Destinados a estabelecer um resumo Técnico de eventos, propriedades, controles preparados imediatamente antes das Reuniões do Painel de Consultores e para demais Participantes de interesse da Itaipu. De modo específico, eram preparados para Eventos Técnicos-Congressos- Foi um dos primeiros artigos sobre CCR- Concreto Compactado com Rolo, em aplicação prática no Brasil

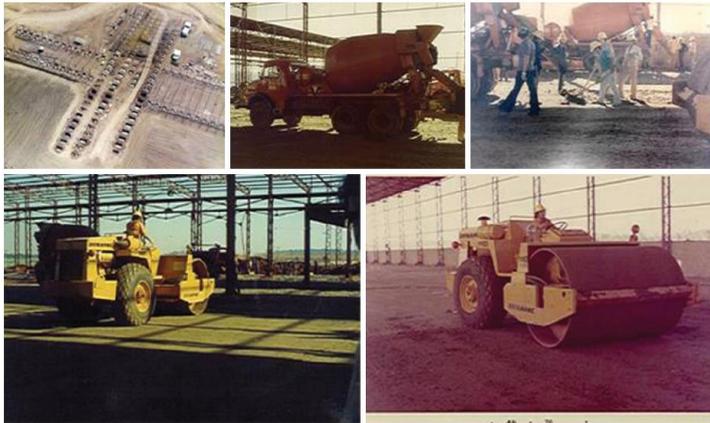


Figura 03-10- Aplicação do Concreto Compactado com Rolo no Pavimento dos Almoxarifados do Construtor [08]

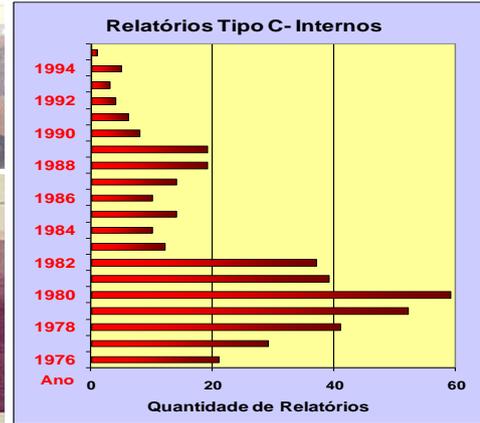


Figura 03-11- Quantidade de Relatórios Tipo RC a cada Ano [16]

3.6- Ações e Registros dos Controles

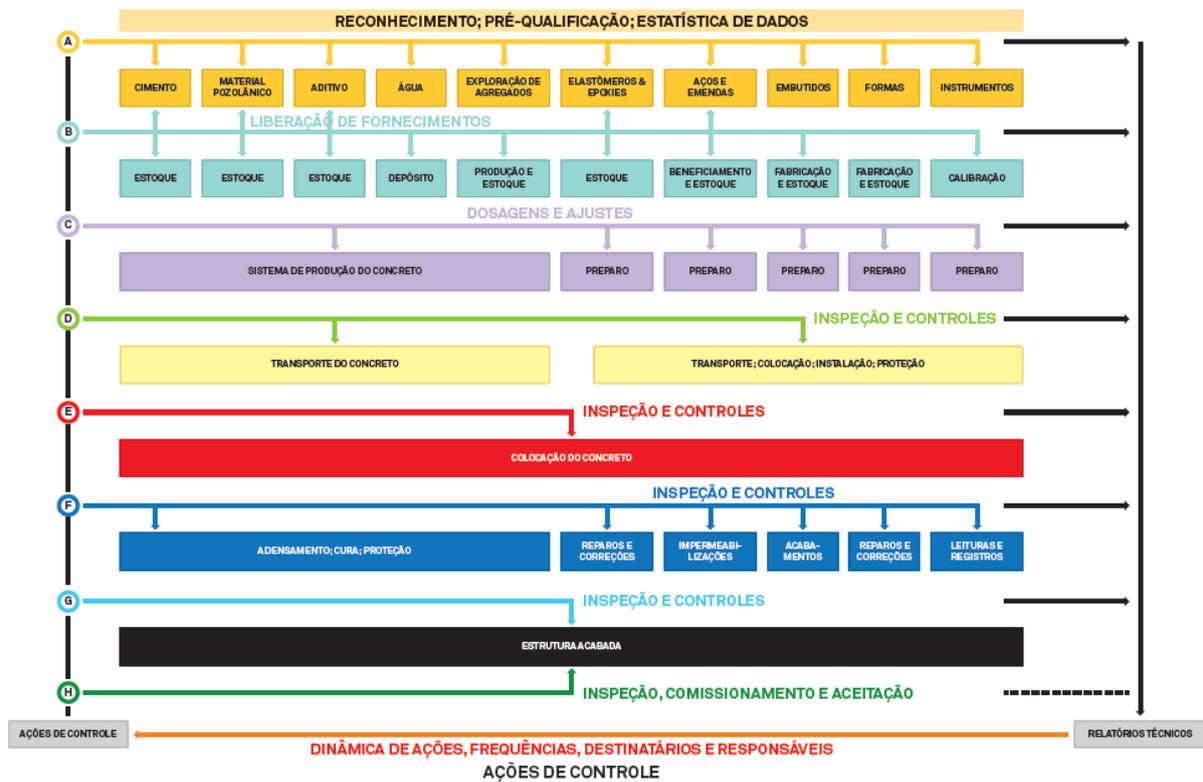


Figura 03-12- Ações de Controles dos Materiais, Dosagens, Produção e Colocação dos Concretos e Auscultação das Estruturas de Concreto, bem como Registros e Destinação das Informações/Relatos [08]

I T A I P U B I N A C I O N A L A S S I S T E N C I A C O N S T R U C O E D E L A B O R A T O R I O E I N S T R U M E N T A C O E D E C O N C R E T O P A G . 1 0										
LEROS - RESUMO DO CONTROLE ESTATISTICO										16/04/80
TRACO 152-E01 FLK = 140/360	A/C 0,600 AD.PLAST 0,00 GOTID0 - AR12	AREIA 6,0+0,5 AREIA NAT. 154 AREIA ART. 394 5,7 SLUMP(CM)	4,0+ 0,5 394 4,1	CIMENTO 109 BRITA 1 363 BRITA 2 360	FLY-ASH 31 BRITA 2 360	AGUA 93 BRITA 3 459 BRITA 4 642	AD. INC. VAR BRITA 3 459 BRITA 4 642	AD. RET. 0,00 BRITA 3 459 BRITA 4 642	U.00L BRITA 3 459 BRITA 4 642	
FCJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	180 DIAS	360 DIAS	720 DIAS	1800 DIAS		
RENDIMENTO (KG/CM**2/KG/M**3)	-	64 - 376	150 - 369	217 - 374	240 - 372	254 - 345	-	-		
VARIACAO (E) - FCJ (KG/CM**2)	-	28,41 - 45	23,44 - 121	18,14 - 164	15,45 - 201	15,12 - 222	-	-		
TRACO 152-E02 FLK = 140/360	A/C 0,600 AD.PLAST 0,00 GOTID0 - AR13	AREIA 7,0+0,5 AREIA NAT. 348 AREIA ART. 166 7,2 SLUMP(CM)	4,0+ 0,5 166 4,1	CIMENTO 104 BRITA 1 364 BRITA 2 365	FLY-ASH 30 BRITA 2 365	AGUA 89 BRITA 3 462 BRITA 4 641	AD. INC. 0,000 BRITA 3 462 BRITA 4 641	AD. RET. 0,000 BRITA 3 462 BRITA 4 641	U.00L BRITA 3 462 BRITA 4 641	
FCJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	180 DIAS	360 DIAS	720 DIAS	1800 DIAS		
RENDIMENTO (KG/CM**2/KG/M**3)	-	69 - 428	137 - 423	209 - 323	232 - 422	-	-	-		
VARIACAO (E) - FCJ (KG/CM**2)	-	21,22 - 57	18,50 - 116	15,94 - 181	13,76 - 206	-	-	-		
TRACO 152-F01 FLK = 140/360	A/C 0,650 AD.PLAST 0,00 GOTID0 - AR14	AREIA 6,0+0,5 AREIA NAT. 402 AREIA ART. 150 6,0 SLUMP(CM)	4,0+ 0,5 150 4,0	CIMENTO 100 BRITA 1 363 BRITA 2 366	FLY-ASH 29 BRITA 2 366	AGUA 94 BRITA 3 459 BRITA 4 642	AD. INC. U.000 BRITA 3 459 BRITA 4 642	AD. RET. 0,000 BRITA 3 459 BRITA 4 642	U.00L BRITA 3 459 BRITA 4 642	
FCJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	180 DIAS	360 DIAS	720 DIAS	1800 DIAS		
RENDIMENTO (KG/CM**2/KG/M**3)	-	59 - 133	111 - 132	153 - 133	234 - 129	248 - 211	-	-		
VARIACAO (E) - FCJ (KG/CM**2)	-	26,57 - 46	26,16 - 87	22,02 - 156	16,11 - 202	16,36 - 214	-	-		
TRACO 152-F02 FLK = 140/360	A/C 0,610 AD.PLAST 0,00 GOTID0 - AR14	AREIA 7,5+0,5 AREIA NAT. 400 AREIA ART. 171 7,5 SLUMP(CM)	3,5+ 0,5 171 3,7	CIMENTO 120 BRITA 1 400 BRITA 2 325	FLY-ASH 14 BRITA 2 325	AGUA 66 BRITA 3 465 BRITA 4 642	AD. INC. 0,000 BRITA 3 465 BRITA 4 642	AD. RET. 0,000 BRITA 3 465 BRITA 4 642	U.00L BRITA 3 465 BRITA 4 642	
FCJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	180 DIAS	360 DIAS	720 DIAS	1800 DIAS		
RENDIMENTO (KG/CM**2/KG/M**3)	-	93 - 65	157 - 62	215 - 38	215 - 63	-	-	-		
VARIACAO (E) - FCJ (KG/CM**2)	-	21,68 - 76	15,36 - 137	11,54 - 153	12,55 - 192	-	-	-		
TRACO 152-G01 FLK = 140/360	A/C 0,670 AD.PLAST 0,00 GOTID0 - AR14	AREIA 7,5+0,5 AREIA NAT. 405 AREIA ART. 174 7,5 SLUMP(CM)	3,5+ 0,5 174 3,7	CIMENTO 108 BRITA 1 400 BRITA 2 325	FLY-ASH 13 BRITA 2 325	AGUA 85 BRITA 3 465 BRITA 4 642	AD. INC. 0,000 BRITA 3 465 BRITA 4 642	AD. RET. 0,000 BRITA 3 465 BRITA 4 642	U.00L BRITA 3 465 BRITA 4 642	
FCJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	180 DIAS	360 DIAS	720 DIAS	1800 DIAS		
RENDIMENTO (KG/CM**2/KG/M**3)	-	73 - 1330	131 - 254	175 - 669	179 - 192	-	-	-		
VARIACAO (E) - FCJ (KG/CM**2)	-	23,97 - 59	21,14 - 108	18,10 - 145	16,95 - 154	-	-	-		
TRACO 152-H01 FLK = 100/360	A/C 0,720 AD.PLAST 0,00 GOTID0 - AR14	AREIA 6,0+0,5 AREIA NAT. 418 AREIA ART. 163 6,2 SLUMP(CM)	4,0+ 0,5 163 4,2	CIMENTO 51 BRITA 1 363 BRITA 2 366	FLY-ASH 26 BRITA 2 366	AGUA 94 BRITA 3 459 BRITA 4 642	AD. INC. 0,000 BRITA 3 459 BRITA 4 642	AD. RET. 0,000 BRITA 3 459 BRITA 4 642	U.00L BRITA 3 459 BRITA 4 642	
FCJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	180 DIAS	360 DIAS	720 DIAS	1800 DIAS		
RENDIMENTO (KG/CM**2/KG/M**3)	-	62 - 9	113 - 8	154 - 9	197 - 7	-	-	-		
VARIACAO (E) - FCJ (KG/CM**2)	-	22,86 - 50	27,71 - 85	22,82 - 159	18,22 - 165	-	-	-		

Figura 03-13- Exemplo de parte do Acompanhamento das Misturas (Dosagens) de Concretos usadas, na Obra, com avaliações de Resistências até a Idade de 5 anos [08]

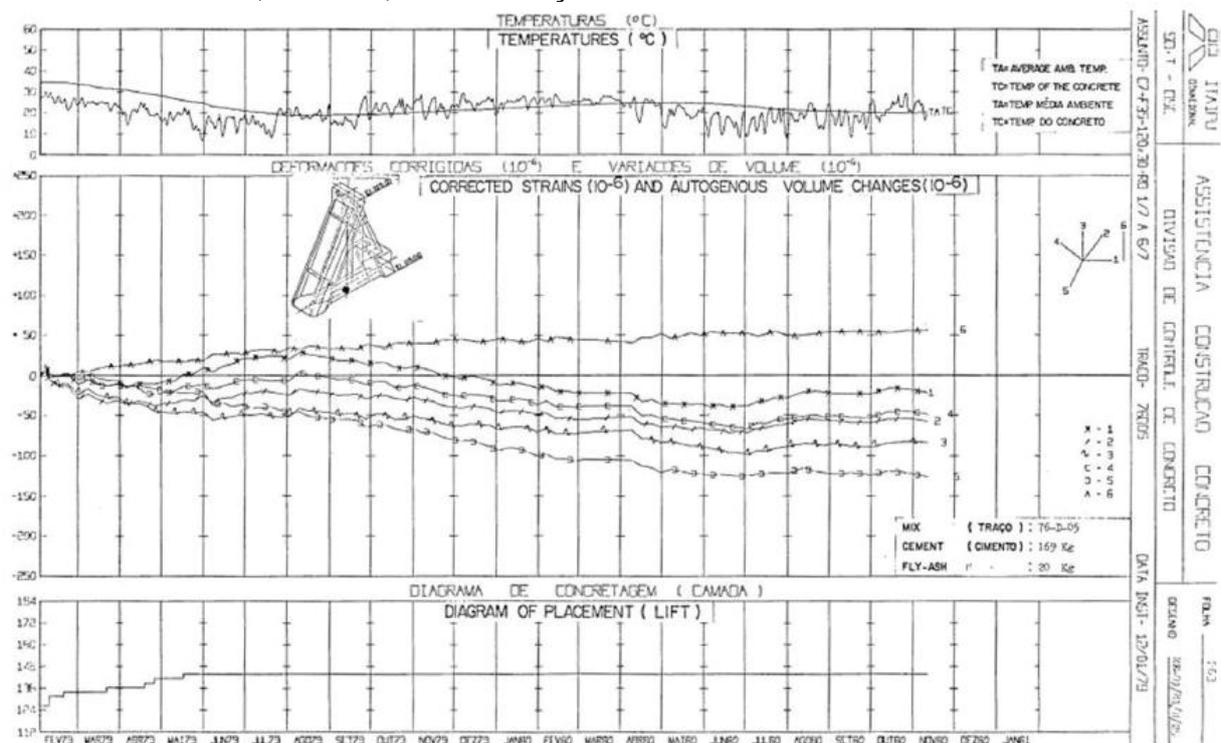


Figura 03-14- Exemplo de Registros de parte do Monitoramento pelo Sistema de Auscultação [08]

3.7 Laboratório de Materiais e Concretos



Figura 03-18- Vista em 2008, durante a celebração dos 30 anos (desde 1978) de grupo de Profissionais que participaram da operação do Laboratório da ITAIPU [08]

3.8 Controle dos Materiais Cimentícios

É importante registrar e detalhar sobre as ações referentes ao sistema adotado para controle dos aglomerantes (Cimentos e Material Pozolânico- Cinza Volante)

No início, (ao redor de 1975) o planejamento das Instalações do Canteiro previa a implantação de 2 Moinhos de Clinquer (**Nota de esclarecimento**- Os estudos de viabilidade de suprimento de aglomerante foram elaborados pelo Consórcio **THEMAG-CONSULTEC** ao redor de 1973-1974, que previam- como citado nos documentos do Sindicato de Fabricantes de Cimentos- de que haveria uma possibilidade de ter que se importar cimento entre as décadas de 70 e 80. Isso levou a Itaipu adotar uma providência segura e que por questões de garantia de suprimento concebeu-se ter Moinhos para produzir cimentos a partir de Clinquers Nacionais e/ou Importados, se assim fosse consumada a carência de oferta. Possibilitando manusear os Clinquers, menos perecíveis que os cimentos.



Figura 03-19- Moinho de Clinquer na Margem Esquerda [08]

Em meados de 1976, as negociações com as Fábricas de Cimento do Brasil e Paraguai, induziram a Custos ofertados para o Clinker (com a justificativa de que as Cimenteiras eram Produtoras de Cimento e não de Clinker), que associado aos custos de Moagem, se mostravam superiores aos dos Cimentos disponíveis a entregar na Obra. Isso levou à necessidade de ajustar o sistema de Controle com a implantação específica de controle nas próprias fábricas de cimento, e estabelecer uma instalação para receber os cimentos das diversas origens, na obra.



- | | | | |
|---|-----------|---|-------------------------------|
| 1 | ITAIPU | 6 | Oceano Atlântico |
| 2 | Brasil | ■ | Siderúrgicas fornecedoras |
| 3 | Paraguai | □ | Fornecedores de cimento |
| 4 | Argentina | ○ | Fornecedores de cinza volante |
| 5 | Uruguai | | |

Localização do Projeto, acessos e as distâncias aos Locais de Produção de Cimento, Cinzas Volantes, Aços e Aditivos

Figura 03-20- Localização dos fornecedores de Cimentos para os concretos em ITAIPU- (situadas até cerca de 2.000 km) e das Cinzas Volantes das Termelétricas do Sul do Brasil, bem como das Siderúrgicas fornecedoras de aço. [08]

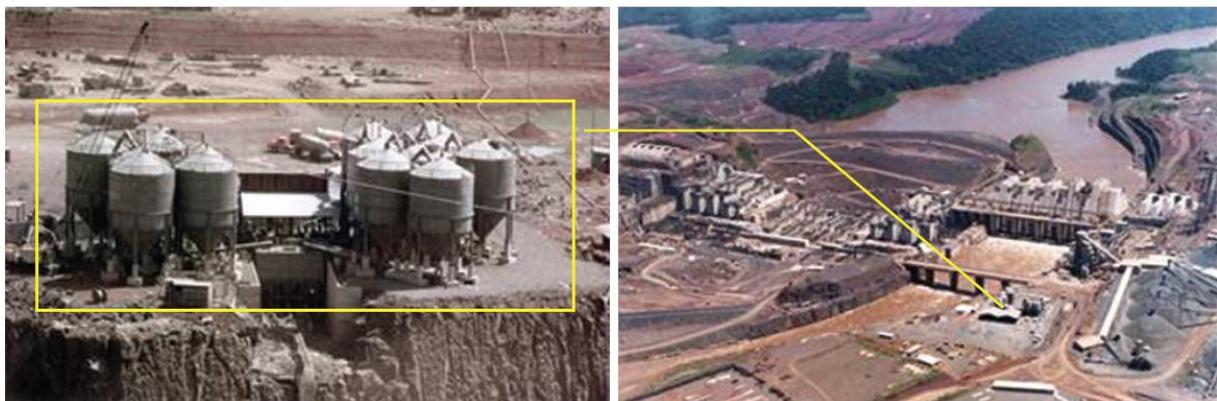


Figura 03-21- Sistema de Ensilagem de Aglomerantes implantado na Margem Esquerda-ITAIPU-Setembro/1977 [08]

Para o controle dos cimentos, adotou-se um sistema com inspeção nas próprias fábricas, com ensaios rotineiros-expeditos nas mesmas, ensaios completos nos Laboratórios da Itaipu, e ensaios em Laboratório Oficial (tendo sido escolhido por acordo, o IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas -SP-Brasil)

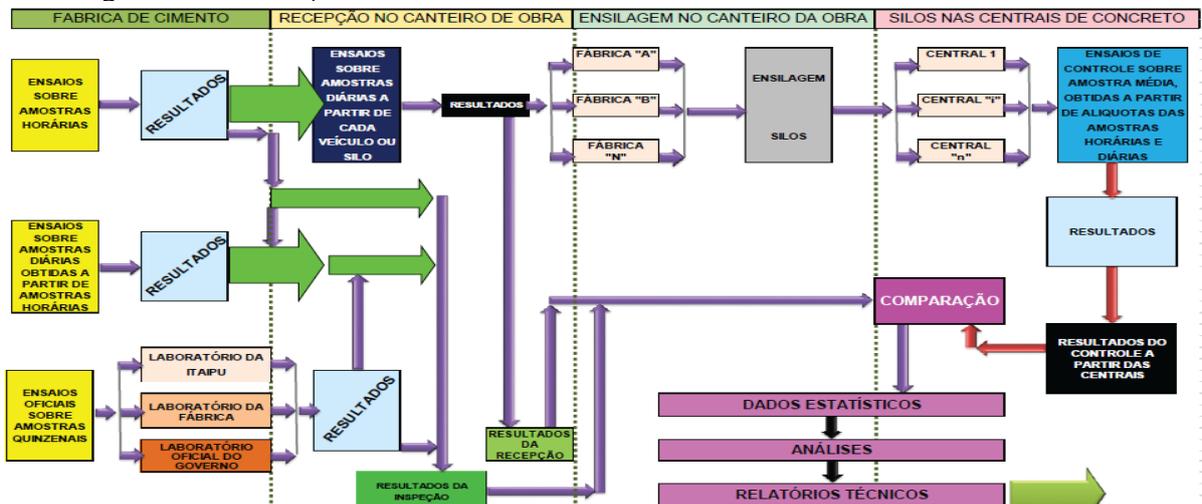


Figura 03-22- Esquema de Controle sobre os Cimentos Produzidos [08]

Embora esse controle se fizesse a longas distâncias, permitiu que a Itaipu recebesse esses cimentos e estocasse indistintamente nos Silos, sem separação de Origem, com coeficientes de variação (dos vários parâmetros analisados) perfeitamente aceitáveis, com reflexos desprezíveis nas propriedades dos concretos.

Requisitos		Valores				
		Especificado	Obtido Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	
Físicos	Material Retido Na # 200	≤ 15%	5,6	1,4	25,4	
	Superfície Esp. Blaine	≥ 3200 cm ² /g	3550	101	2,8	
	Tempo De Pega	INÍCIO	≥ 60 min.	175	40	22,8
		FIM	≤ 10 horas	-	-	-
	Expansão Em Autoclave	≤ 0,8%	0,12	0,06	47,1	
	Resistência À Compressão	3 DIAS	≥ 80 kg/cm ²	187	25	13,5
		7 DIAS	≥ 150 kg/cm ²	264	29	11,1
		28 DIAS	≥ 250 kg/cm ²	382	38	9,9
	Calor De Hifratação Tipo 1B	7 DIAS	≤ 75 cal/g	69	3,7	5,3
		28 DIAS	≤ 85 cal/g	82	3,8	4,7
Químicos	Resíduo Insolúvel	≤ 1,0%	0,21	0,14	66,8	
	Perda Ao Fogo	≤ 3,0%	0,92	0,31	33,6	
	MgO	≤ 6,5%	2,87	0,69	24,2	
	SO ₃	≤ 3,0%	1,80	0,22	12,5	
	Equivalente Alcalino	≤ 0,6%	0,50	0,04	8,5	
	C ₂ S	≥ 35,0%	48,6	4,3	8,9	
	C ₃ A	≤ 8,0%	6,3	0,92	14,7	
	Temperatura De Utilização Do Cimento	≤ 50°C	40 + 5			

Figura 03-23- Valores das características dos cimentos usado na Obra, obtidos através de 20.162 ensaios em 1.166 amostras [08]

Por outro lado, a Finura da Cinza Volante, bem como a sua respectiva variação levaram a alterar a quantidade prevista (de 30% para 15% em relação a massa de Cimento) para seu uso, decorrente dessa própria falta de uniformidade.

Requisitos		Valores				
		Especificado	Obtido Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	
Físicos	Material Retido Na # 325	≤ 34%	47,3	11,5	24,3	
	Superfície Esp. Blaine	≥ 3500 cm ² /g	3410	281	8,2	
	Índice De	Água Requerida	≤ 105%	109,2	2,8	2,6
	Atividade	C/ Cimento (28 Dias)	≥ 75%	67	9	13,1
	Pozolânica	C/ Cal (7 Dias)	≥ 56 kg/cm ²	43	7	16,3
	Aumento da Retração para Secagem	≤ 0,03%	- 0,004	- 0,008	200,0	
	Expansão ou Retração em Auto Clave	≤ 0,8%	0,07	0,02	28,6	
	Expansão da Argamassa	≤ 0,02%	0,034	0,017	50,0	
	Var. Sup. Esp. em Relaç. À Média	≤ 15%	-	-	8,2	
	Var. Peso Esp. em Relaç. À Média	≤ 5%	-	-	1,9	
	Químicos	Mgo	≤ 5%	0,71	0,15	21,1
		SO ₃	≤ 5%	0,27	0,14	51,8
		Umidade	≤ 3%	0,21	0,10	47,6
Perda ao Fogo		≤ 12%	3,21	1,55	48,3	
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃		≥ 70%	92,7	2,2	2,4	
Equivalente Alcalino		≤ 1,5%	-	-	-	

Figura 03-24- Valores das características da Cinza Volante (Fly Ash) usada na Obra, obtidos através de 12.397 ensaios em 1.186 amostras [08]

4 RESUMO DOS RESULTADOS DAS AÇÕES DA ITAIPU E DOS PARTICIPANTES



Figura 04-01- Primeiro Lançamento de Concreto nas Estruturas Definitivas-30 de setembro de 1977^[08 & 09]-Engos: Ayala; Monteiro, Ideval Betioli



Figura 04-02- Antevéspera do Desvio do Rio Paraná, pelas Adufas em 20 de Outubro de 1978^[08 & 09]. Engos.: José Braga, Ronan, Monteiro, Andriolo, Ademar Sonoda



Figura 04-03- Reunião do Painel de Consultores 1978^[08,09 & 16]-Engos: Eng. Pro.Dr. Roy Carlson, Andriolo, Luércio e Profissionais de Tecnologia do Concreto



Figura 04-04- Visita de Consultor sobre Instrumentação-Prof.Dr. David Pirtz-1979 Iacdeado por Luércio e Andriolo^[08, 09 & 16]



Gratidão ao Dr. Rubens Vianna de Andrade que dirigiu as construções, com disciplina, hierarquia, retidão e honestidade ímpar

Figura 04-05- Homenagem ao Eng. Rubens Vianna de Andrade ^[16]-Fotos em vários eventos



Gurmukh Sing Sarkaria

Nascido em Dhanda, Punjab, Índia, aos 15 dias de Novembro de 1925

O objetivo era de aferir o grau de obediência aos documentos de projeto, qualidade e segurança de toda a estrutura da Itaipu – sobretudo da barragem.

As reuniões, que à época da construção das obras eram semestrais ou a períodos específicos, a consultoria passaram a ser quadrienal após a conclusão do empreendimento.

“Doutor Sarkaria” (coordenador do Grupo IECO-ELC) em uma das últimas Reuniões do Painel de Consultores da Itaipu, o qual liderou com Firmeza e Segurança.

Figura 04-06- Homenagem a Eng. Dr. Sarkaria Coordenador do Grupo IECO-ELC ^[16]

5 REALIDADE



Figura 05-01- A ITAIPU possui potência nominal da usina de 14.000 MW, dividida em 20 unidades geradoras de 700 MW. Supre Energia aos dois Países, com um sistema de Linhas de Transmissão de grande extensão de dimensão análogo ao da Europa. E ITAIPU segue atuando de maneira Sustentável, Preservando a Natureza, apoiando o Desenvolvimento e a Sociedade

A usina, no dia 17 de maio de 2014, comemorou 40 anos. A data marca a fundação, e o Parque Tecnológico de Itaipu sediou, entre 21 e 23 de maio de 2014, o 1º Congresso Brasileiro de **Patologia das Construções (CBPAT)**. O evento reuniu nomes consagrados e pioneiros no estudo de **patologias do concreto** dentro das escolas de engenharia das universidades brasileiras, do que são citados alguns fragmentos de relatos ^[08]:

- ✓ “...Tudo na hidrelétrica de Itaipu é superlativo...”
- ✓A obra se deu ao longo de sete anos (1975 a 1982) e
- ✓ ...depois de pronto, o empreendimento propôs outro desafio à engenharia civil brasileira: como operar a manutenção e preveni-lo de patologias que atingem o concreto, o que desencadeou os primeiros estudos sobre esse tema no país...
- ✓ Itaipu serviu como um divisor de águas na engenharia civil brasileira. “A partir desta obra monumental, fruto da união de esforços de duas nações, a engenharia em nosso país passou a ser vista com outros olhos, sob o ponto de vista internacional...”
- ✓ ... Itaipu continua sendo um marco. Temos nesta barragem quarenta anos de engenharia”...
- ✓Itaipu é monitorada diariamente por uma equipe interdisciplinar de engenheiros e por dois mil equipamentos distribuídos ao longo da barragem, que medem a resistência da megaobra. Além disso, conta com um laboratório de tecnologia do concreto que é referência na América Latina. É a partir dele que são desenvolvidas atividades relacionadas ao controle e à qualidade das estruturas da usina. A área de ação do laboratório também inclui estudos geológicos do terreno onde está instalada a hidrelétrica. Eles permitem confirmar os parâmetros geo-mecânicos, a fim de que sejam executados trabalhos que aliviem as subpressões atuantes na fundação. “Por tudo isso, a abertura deste congresso só poderia ser realizada aqui, na jusante da Itaipu...”
- ✓ a importância de Itaipu para o estudo de manifestações patológicas começa em seu projeto. “Houve um estudo de análise de risco muito qualificado. Nele foram previstas

as manifestações e, com base nisso, programado o controle de vida útil da usina. Itaipu é uma obra que precisa que sua vida útil seja prorrogada sempre. Por isso, exige conceitos diferentes de estudos de patologia do concreto”, ressalta, resumindo em uma frase a importância da hidrelétrica para o Brasil. “Itaipu é tão relevante para o país, que basta dizer que se ela ficar dois minutos desligada o sistema de energia brasileiro entra em colapso...”

Relatório	Data	Comentários
Board de Consultores Civis	28 de novembro de 2014	O desempenho em termos de segurança estrutural e física da UHE de Itaipu continua em nível excelente após 32 anos desde o primeiro enchimento. A equipe da Itaipu que realiza as leituras da instrumentação e analisa seus resultados está atuando de forma competente.

Figura 05-02- Comentários no Relatório Board de Consultores Civis- em 28 de Novembro de 2014 ^[08]

6 REFERÊNCIAS

- [01]- **TRATADO DE ITAIPU** -Mario Gibson Barboza; Raúl Sapena Pastor -Brasília, BR- 26/Abril/1973;
- [02]- **Carta /DG/0326/75 da Diretoria Geral Itaipu Binacional- 29/09/1975;**
- [03]- **Is Your Dam Safe?** – Vol. 1 - Francisco Rodrigues Andriolo e José Eduardo Moreira - ISBN – 978-65-5668-011-8 - São Carlos-SP-BR- Setembro/2022;
- [04]- **Relatórios da Diretoria Geral da Itaipu Binacional**, de 1974 a 1980;
- [05]- **ITAIPU BINACIONAL – The Itaipu: Hydroelectric Project-12600 MW-Design and Construction Features**-Editora Graphos-Rio de Janeiro December/1981;
- [06]- **ITAIPU BINACIONAL - Itaipu: Hydroelectric Project -Engineering Features**- Curitiba, PR : 1994.
- [07]- **ITAIPU BINACIONAL- Os Dez Primeiros Anos- 1974-1984**-Editado na Obra de Itaipu
- [08]- **OBRAS DE CONCRETO DE ITAIPU- Desenvolvimento, Controle, Qualidade, Durabilidade- 40 Anos Depois**- Francisco Rodrigues Andriolo & Ideval Betioli- ISBN: 976-85-60064-61-8- Editora Cubo- São Carlos- SP- BR- 2014;
- [09]- **Acervo de Fotografias do Eng. Francisco Rodrigues Andriolo;**
- [10]- **Acervo de Fotografias do Eng. Luiz Carlos Domenici Alves - Diretor de Construção da Unicon – 1975-1978 Diretor Adjunto da Unicon – 1979-1982;**
- [11]- **Extratos do Itaipu- Three Gorges Seminar -UNICON- Outubro/1983;**
- [12]- **The Use of Roller Compacted Concrete**- ISBN- 98-4638- Francisco Rodrigues Andriolo- Oficina de Textos - Sao Paulo -1998;
- [13]- <https://rccdams.co.uk/>- **World Atlas of Hydropower & Dams** - 2022;
- [14]- **Aproveitamento Hidrelétrico de Itaipu- Instalações Industriais e Equipamentos Básicos do Canteiro**- Enge Rio-Logos-Alto Paraná- Março/1976;
- [15]- **ACI- Manual of Concrete Inspection Publication SP 2- IV Edition**-American Concrete Institute- USA- 1957;
- [16]- **Palestra 30 anos Laboratório Itaipu Binacional**- Julho/2008.



Francisco Rodrigues Andriolo, é cidadão brasileiro (24/08/1945), formado em engenharia civil-estruturas, em 1969 pela Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo – USP – Brasil.

fandrio@andriolo-eng.com

- Entre 01/1970 – 06/1975: trabalhou no Sistema de Controle de Qualidade durante a construção da Usina Hidrelétrica Ilha Solteira (3.600.000 m³ de concreto);
- Entre 07/1975 – 09/1980: foi responsável pelo Sistema de Controle de Qualidade de Materiais e Concretos (Laboratório, Agregados, Produção de Concreto, Instrumentação e Controle de Construção) do Projeto Itaipu Binacional (14.000.000 m³ de Concreto);
- Foi responsável pela instalação de cerca de 1.500 instrumentos para o monitoramento da Barragem de Itaipu;
- Entre 10/1980 e 1984: trabalhou na Themag Engenharia- Companhia de Projetos Hidrelétricos, no Brasil;
- Desde 1984, é Consultor e diretor da **Andriolo Engenharia Ltda.** (www.andriolo-eng.com) tendo participado de mais de 220 obras em 36 países; Publicado 11 Livros e mais de 170 publicações técnicas;
- É membro da Academia Nacional de Engenharia, desde 2015 (www.anebrasil.org).



Ideval Betioli – Graduado na Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil com grau de Agrimensor - 1970 e Engenheiro Civil – 1972. Especialista em metodologias e inspeção de construções de concreto.

- Até out/73 – *Estação de Tratamento de Água do Guaraú - Companhia Metropolitana de Águas de São Paulo - Comasp - SP*
 - *Controle de Qualidade da Construção da Estação pela Comasp*
- Nov/73 a out/76 – UHE Água Vermelha – 1.396 MW – Centrais Elétricas de São Paulo – CESP - SP
 - *Gerência e Controle de Qualidade da Construção da Barragem pela CESP*
- Nov/76 a jun/2001 – UHE Itaipu Binacional – Itaipu binacional – 14.000 MW - PR
 - *Engenharia da Obra e Gerência da Construção com ênfase no Controle de Qualidade da Construção da Barragem pela Itaipu Binacional*
- Nov/2001 a set/2007 – UHE Campos Novos – 880 MW – Campos Novos Energia SA - Enercan - SC
 - *Gerenciamento da Construção da Barragem pela Enercan (proprietária)*
- Nov/2007 a fev/2010 – Complexo Energético Caçu (65 MW) e Barra dos Coqueiros (90 MW) - GO
 - *Consultoria no Gerenciamento da Gestão do EPC pelo Consórcio TBC – Rio Claro*
- Mar/14 até a dez/16 – UHE São Roque – 141,9 MW – São Roque Energética SA - SC
 - *Consultoria e Gerenciamento da Construção da Barragem pela São Roque Energética SA*
- Jan/17 a fev/20 – Secretário de Obras da Prefeitura Municipal de **Campos Novos – SC**
- Mar/20 a dez/20 – Diretor de Engenharia da Prefeitura Municipal de **Campos Novos – SC**
- Coautor do livro **OBRAS DE CONCRETO DE ITAIPU – Desenvolvimento, controle, qualidade, durabilidade...40 anos depois** - 2015