

XXI ANAS DE BARRAGENS E FUNDAMENTOS DE CONCRETO E SUAS FUNDACOES - RELATO DO TEMA II

Rio de Janeiro, dezembro de 1994

**ANAIS
Volume II**

Soluções Recentes Para Economia em Projetos
e Construção de Estruturas de Concreto e Suas
Fundações - Relato do Tema II



**Comitê Brasileiro de
Grandes Barragens**

ENTIDADE COORDENADORA

FURNAS  CENTRAIS ELÉTRICAS SA

XXI Seminário Nacional de Grandes Barragens

Rio de Janeiro - Dezembro / 1994

TEMA II

Soluções Recentes para a Economia em
Projeto e Construção de Estruturas de
Concreto e suas Fundações

Relato Geral

Eng. Francisco Rodrigues Andriolo
Consultor - Obras de Concreto
Andriolo Ito Engenharia S/C Ltda



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

INDICE

1- APRESENTAÇÃO

2- GENERALIDADES

2.1- Objetivo do Relato-Relator

2.2- Conceituação Básica

2.3- Trabalhos Apresentados

2.4- A Nova Realidade (?)

3- ASPECTOS ANTERIORES (Décadas de 60 a 80)

3.1- Especificações Técnicas

3.2- Projeto

3.3- Materiais e Concretos

3.4- Equipamentos

3.5- Técnicas de Construção

3.6- Planejamento

3.7- Auscultação

3.8- Inspeção e Controle de Qualidade

3.9- Formação e Treinamento

3.10- Gerenciamento

4- ASPECTOS ATUAIS E TENDÊNCIAS

4.1- Especificações Técnicas

4.2- Projeto

4.3- Materiais e Concretos

4.4- Equipamentos

4.5- Técnicas de Construção

4.6- Planejamento

4.7- Auscultação

4.8- Inspeção e Controle de Qualidade

4.9- Formação e Treinamento

4.10- Gerenciamento

5- COMENTÁRIOS

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



1- APRESENTAÇÃO

Caros amigos presentes, minhas cordiais saudações.

Agradeço o convite do Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, para o Relato do TEMA - II, o que procurarei fazer com máxima honra, e intenção de incentivo.

2- GENERALIDADES

2.1- Objetivo do Relato-Relator

O Relator de um Tema do Seminário Nacional de Grandes Barragens, sob a óptica deste Relator, deve procurar informar o “Estado da Arte” do tema a que se refere.

Se agrega a isso a conveniência, ou oportunidade, de se pronunciar com criticidade sobre a contemporaneidade do assunto no âmbito da sociedade, os reflexos, a sua importância relativa.

Deve procurar nortear, eventuais, novos rumos disponíveis.

Deve procurar polarizar incentivo, otimismo e diretrizes aos mais jovens.

Deve procurar estabelecer a discussão, a crítica, a reciclagem, o desafio, a provocação, para se alcançar um “Progresso” no sentido mais amplo.

Deve-se, porém, entender que as provocações não sejam absorvidas como críticas pessoais ou à Profissionais, Entidades ou Empresas.

2.2- Conceituação Básica

Dentro das diretrizes adotadas os Projetos, o Planejamento, o Gerenciamento, a Execução, o Controle de Qualidade devem objetivar Estruturas construídas com Segurança, Qualidade, Economia, Simplicidade, Durabilidade, dentro de um Prazo pré-estabelecido.

De maneira geral, é comum se pensar que essas premissas sejam antagônicas. Que Qualidade, Durabilidade e Segurança sejam contrários à Economia e Simplicidade. Esse antagonismo não ocorre quando são observadas premissas, consensadas, de Planejamento e Gerenciamento.

Um grande exemplo disso foi a construção do Projeto de Hoover (anteriormente denominado Boulder) nos anos trinta, no Rio Colorado, entre Arizona e Nevada, nos Estados Unidos.

A execução desse Projeto estabeleceu, no âmbito da Tecnologia do Concreto e das Técnicas de Construção de Barragens de Concreto, vários marcos e pontos de referência.

Podem ser citados :



- Padronização dos diversos Tipos de Cimentos, através de estudos realizados pelo Bureau of Reclamation, Universidade de Berkeley e National Bureau of Standard;
- Introdução do uso de vibradores de imersão;
- Uso de sistema de Beneficiamento de Agregados de larga escala;
- Desenvolvimento e uso de modelos físico-matemáticos para observação e controle do comportamento térmico do concreto massa;
- Desenvolvimento de equipamentos de laboratório para determinação e conhecimento de propriedades de vários tipos de concreto;
- Emprego de Centrais de Concreto de grande capacidade de produção;
- Adoção de sistema pneumático para manuseio de cimento;
- Utilização de refrigeração do concreto, para o controle e ação no comportamento térmico.

A dimensão do Empreendimento e o Planejamento estabelecido fez atingir um pico de concretagem de aproximadamente 196.000m³, no mês de Janeiro de 1934.

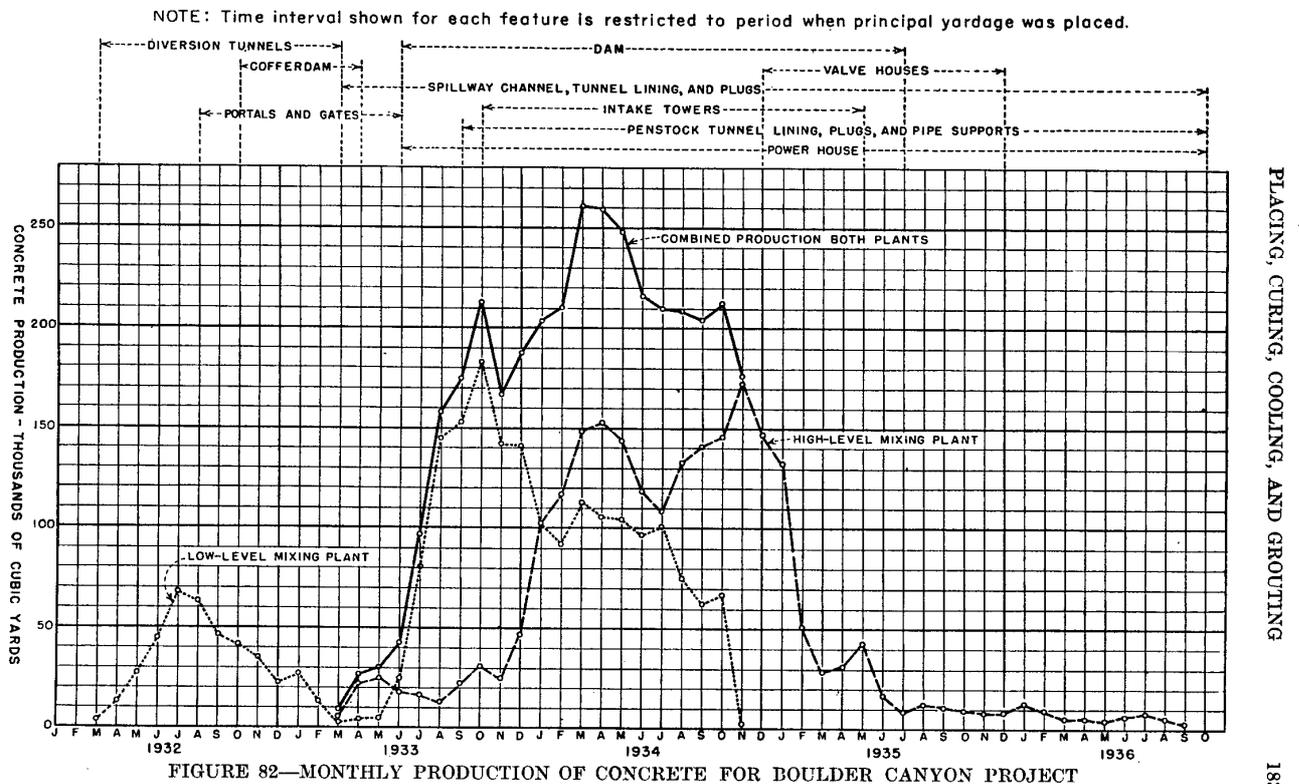


Figura 01- Histograma de Concretagem -Boulder Canyon Project [01].



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

Essa dimensão descomunal para época, no entanto, não impediu de se construir uma obra exemplar, para a época, e que ainda se mantém como um grande marco técnico e tecnológico.

O preço previsto para essa obra, à época, era de **US\$ 165.000.000,00**.

Essa compatibilização, entre Qualidade, Simplicidade, Segurança, Economia pode, então, ser perfeitamente obtida como já se fez no Brasil em algumas das várias grandes obras construídas, e se espera que se perpetue.

2.3- Trabalhos Apresentados

Para o TEMA II - SOLUÇÕES RECENTES PARA A ECONOMIA EM PROJETO E CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO E SUAS FUNDAÇÕES, foram recebidos 13 (treze) Trabalhos, dos quais 3 (tres) foram considerados como Comunicações.

De certa maneira, quer direta ou indiretamente, quase todos enfocam a redução de custos.

O “Aproveitamento dos Materiais” é abordado em 3 (tres) trabalhos.

A adequação de “Premissas de Projetos” é abordado em 2(dois) outros trabalhos.

O “Planejamento” é citado em 1(um) dos trabalhos.

A “Metodologia de Construção” é abordada em 1(um) outro trabalho.

A “Instrumentação e Auscultação” é citada em 2(dois) outros trabalhos.

O debate e questionamento sobre “Especificação Técnica” é abordada em 1(um) outro trabalho.

Os trabalhos serão citados no transcorrer deste Relato.

2.4- A Nova Realidade (?)

Durante o transcorrer do ano de 1994, duas Licitações para Obras de Barragem, no Brasil, chamaram a atenção e foram motivos de discussões no âmbito dos Barrageiros. Faz-se referência às Licitações das Barragens do Jordão e do Caxias, promovidas pela COPEL.

Com a premissa de uma pré-qualificação mais abrangente, e com a atenção voltada para o “Menor Preço” e ainda a possibilidade de “Alternativa” em um dos Projetos (no caso da Barragem do Jordão), mais de uma dezena de Concorrentes apresentaram Ofertas para cada uma das obras.



Disso resultou Preços ofertados, significativamente inferiores aos inicialmente supostos para cada uma dessas Obras.

Outro fato de interesse , no âmbito das Barragens, foi o da Licitação do Aproveitamento de Itá, na área da ELETROSUL, através do regime de Concessão.

Esses fatos nos induzem a acreditar em uma mudança de rumos, em uma Nova Realidade ?

Olhando ao redor, mesmo para os países vizinhos menos experimentados no âmbito da construção de Barragens, pode-se observar que realmente se está caminhando para essa Nova Realidade.

Admitindo, então, esse novo direcionamento, como serão, ou melhor como deverão ser conduzidos os novos Projetos, as novas Especificações ?

Como deverão ser os Projetos Básicos, os Documentos de Licitação?

As várias “Pendências” deixadas nos Projetos Básicos, às vezes por economia na sua elaboração, para serem melhor avaliadas durante o Projeto Executivo. As jazidas definidas precariamente , os materiais especificados sem a execução de ensaios de longa duração (por exemplo: a sanidade dos agregados quanto a reação com os Álcalis do cimento), as fundações e seus tratamentos avaliados superficialmente, as armaduras superestimadas. As especificações técnicas que se preocupam muito mais com o “Processo” e não com o “Produto”.

Como serão estabelecidos os “Planejamentos Políticos”?

Como esses, e outros pontos, serão encarados e Gerenciados nessa Nova Realidade?

Esse novo panorama é, realmente, uma grande oportunidade de reflexão, de debate.

No transcorrer do relato procurar-se-á promover um debate sobre alguns desses pontos.

3- ASPECTOS ANTERIORES (Décadas de 60 a 80)

Para se estabelecer um comentário e um Relato mais abrangente e de interesse para a Nova Realidade, é conveniente que se faça uma retrospectiva dos vários assuntos que dizem respeito ao Projeto e Construção de barragens, das últimas tres décadas, quando se executou, no Brasil, várias das grandes Barragens do Mundo.

3.1- Especificações Técnicas

Observando as várias Especificações Técnicas elaboradas nesse período, e que ainda são muito usadas, se nota um certo descompasso entre o Documento e a Finalidade a que se destina.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

Um dos pontos de falha é a preocupação em muito mais de indicar e requerer um “Processo” do que exigir o atendimento dos requisitos de um “Produto”. Essa situação, muito comum à época do ensinamento, treinamento, não condiz com a realidade atual. Por outro lado estabelece uma “Tutela” comprometedor e questionável. A seguir alguns exemplos de conflitos:

- Em algumas obras tem-se estabelecido que a dosagem seja determinada pela Fiscalização, isto devido à influência contundente do proporcionamento no desempenho técnico - econômico do concreto. Esta prática deve estar compatibilizada com todos os outros procedimentos para não criar antagonismos. Assim é que situações tais como materiais fornecidos pelo Construtor, dosagem estabelecida pela Fiscalização, e demais atividades exercidas pelo Construtor, podem levar a uma situação de conflito, já que ao ser lançado um concreto com trabalhabilidade inadequada para uma determinada frente de concretagem, a responsabilidade pela atividade fica dissipada, pois:
 - O concreto foi bem dosado ou não?
 - O concreto foi mal transportado e manuseado?

- Algumas especificações indicam a limitação de teores mínimos e máximos de aglomerantes para as misturas. Essa prática não é mais adequada, pois geralmente entra em conflito com as propriedades requeridas, e não possibilita vantagens técnicas e nem tampouco econômicas.

- Algumas especificações citam a dosagem completa para um determinado, concreto, argamassa ou calda de injeção. A dificuldade de aplicação, quer seja pela metodologia adotada, quer seja pela opção de um outro componente, pode alterar significativamente o comportamento desse material, levando a um conflito de responsabilidades.

3.2- Projeto

Nos últimos trinta anos alguns pontos relevantes foram observados no âmbito do detalhamento dos Projetos. Como exemplo pode-se citar:

- Utilização das Câmaras de Compensação de Pressão em Ilha Solteira, Itaipu, Porto Primavera [02];
- O emprego dos aços de Alta Aderência, para melhor equacionar os inconvenientes da fissuração em obras hidráulicas, inicialmente adotado em Ilha Solteira [02];
- A ausência de armadura na soleira do Vertedouro de Ilha Solteira;
- A otimização da armadura da Caixa Espiral da Casa de Força de Itaipu [03]
- Zoneamento das Classes de Concreto com base nas tensões previstas, adotada inicialmente em Ilha Solteira;
- Concreto de Paramento, sem Armadura de Pele, adotado em vários projetos de Barragens



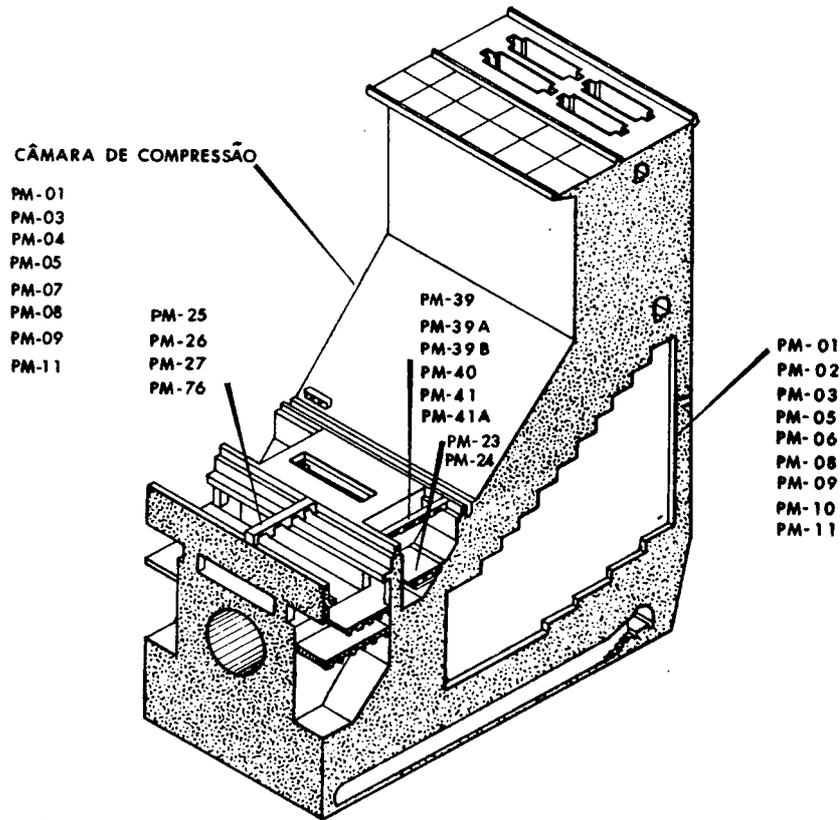


Figura 02- Câmara de Compensação de Pressão - Tomada D'Água de Ilha Solteira

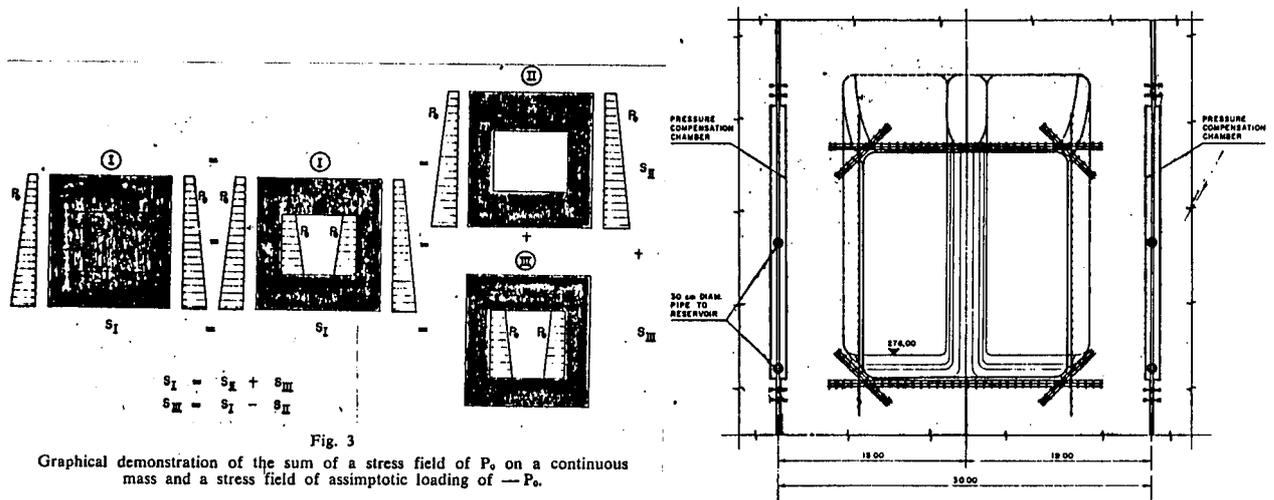


Figura 03- Esquema Estrutural adotado para a Tomada de Ilha Solteira [02], com a adoção dos aços com alta aderência.





Figura 04-Superfície do Vertedouro de Ilha Solteira, sem o emprego de Armadura

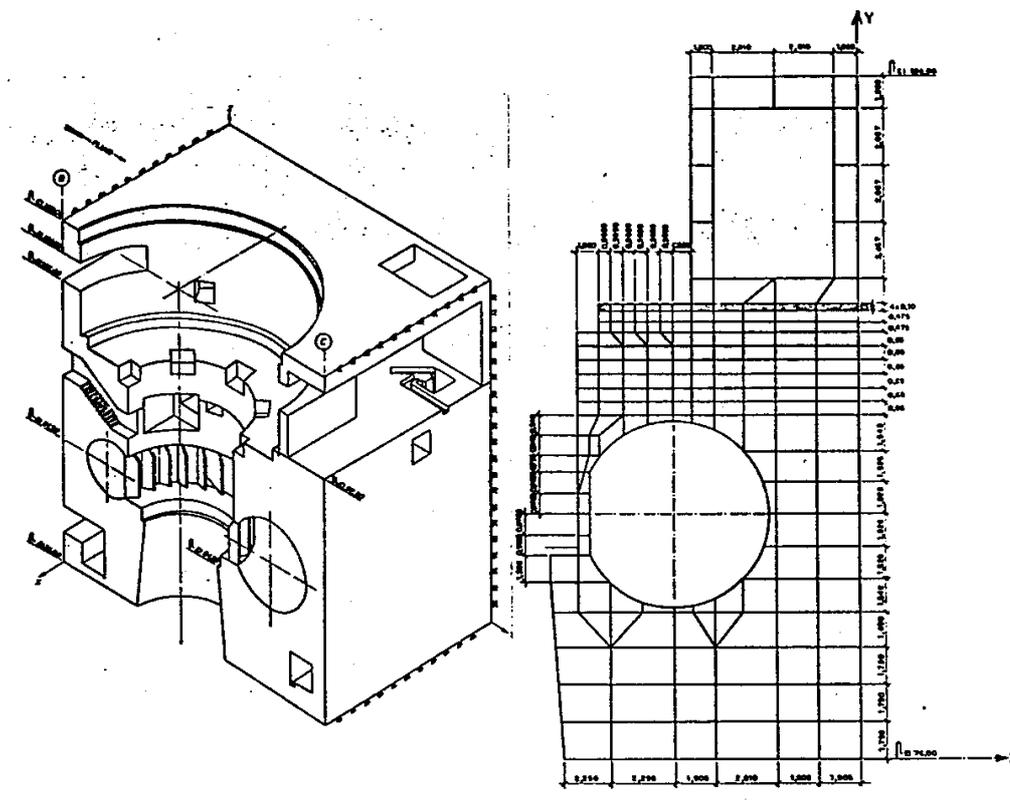


Figura 05- Esquema da Caixa Espiral das Casas de Força de Itaipu, para a discretização da estrutura [03]



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

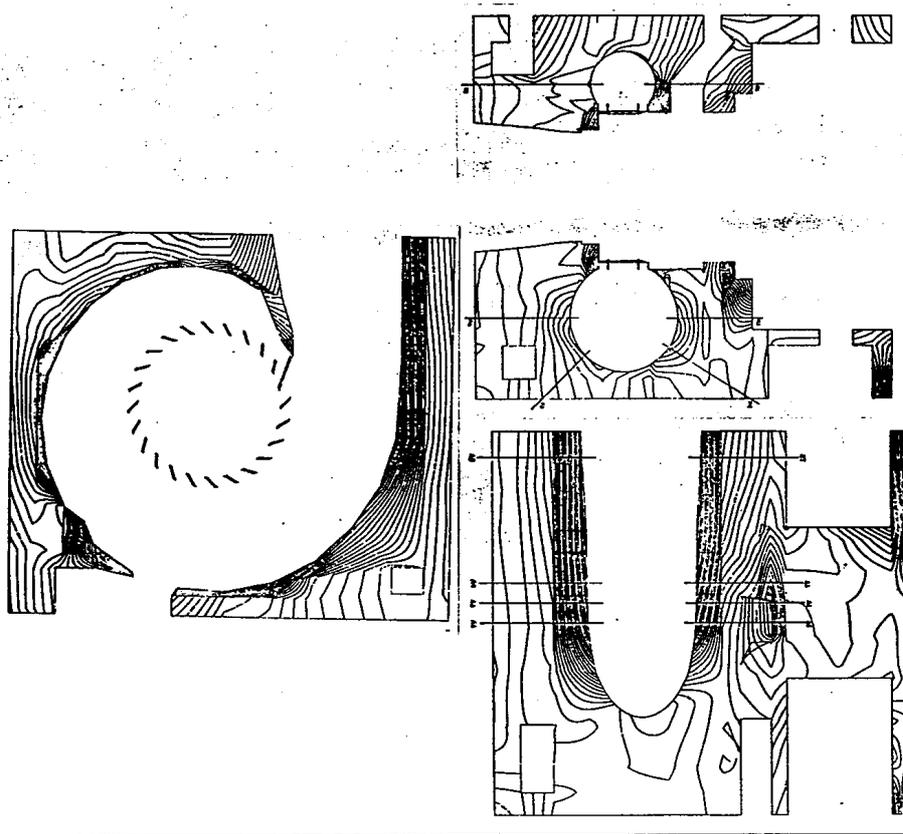


Figura 06- Curvas de Tensões decorrentes do estudo por Elementos Finitos, da Casa de Força de Itaipu [03].

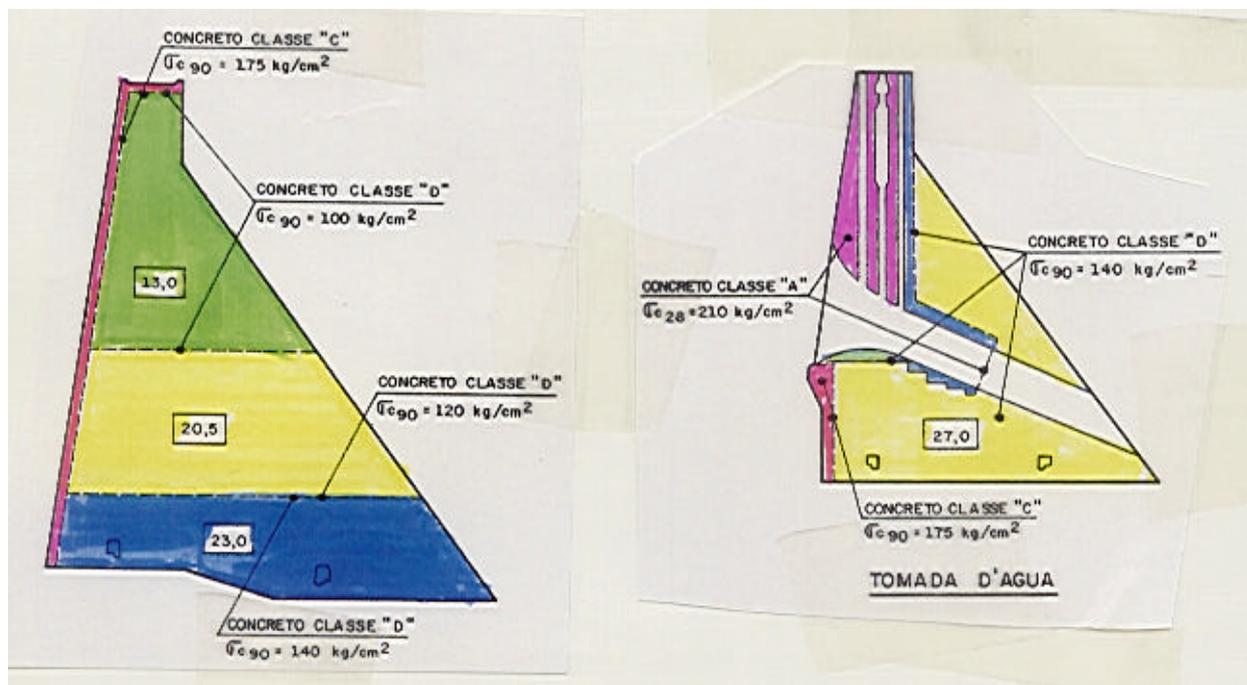


Figura 07- Zoneamento de Classes de Concreto em estruturas de concreto-Itumbiara.

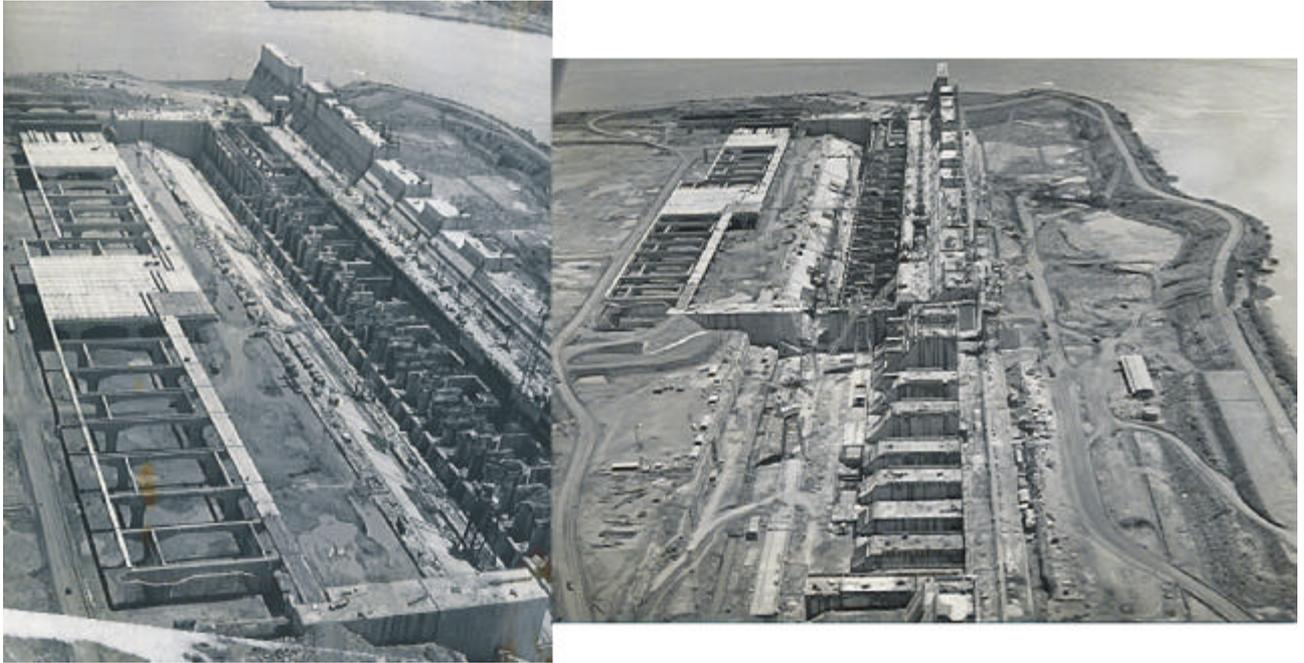


Figura 08- Concreto de Face (estrutura em concreto Massa Convencional) -Ilha Solteira

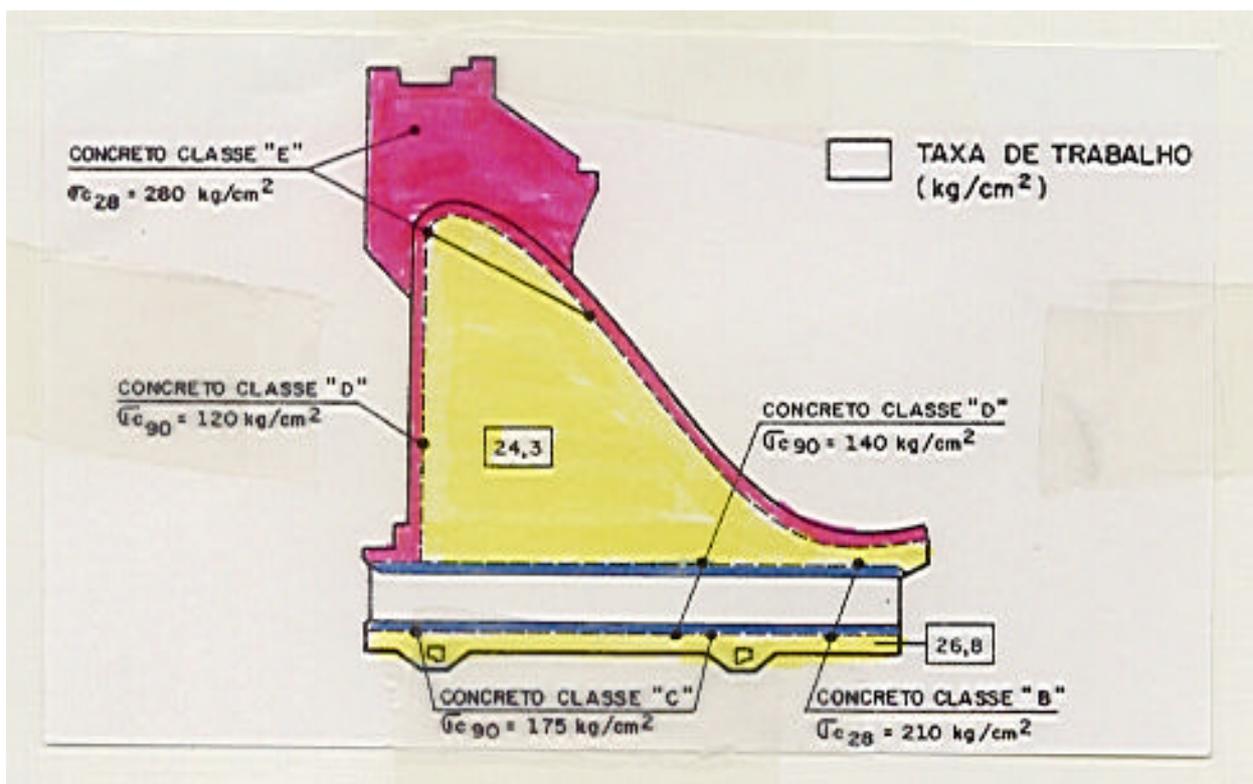


Figura 09- Concreto de Face sem armadura- Itumbiara

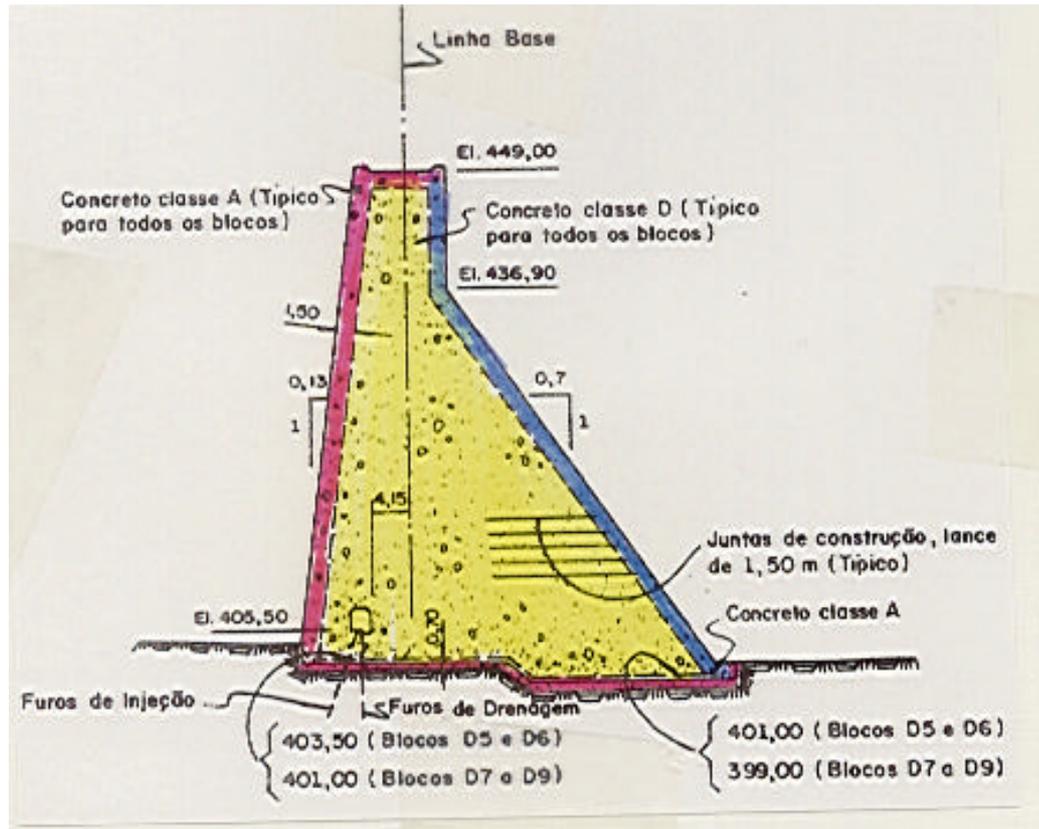


Figura 10- Concreto de Face, sem armadura- Marimbondo

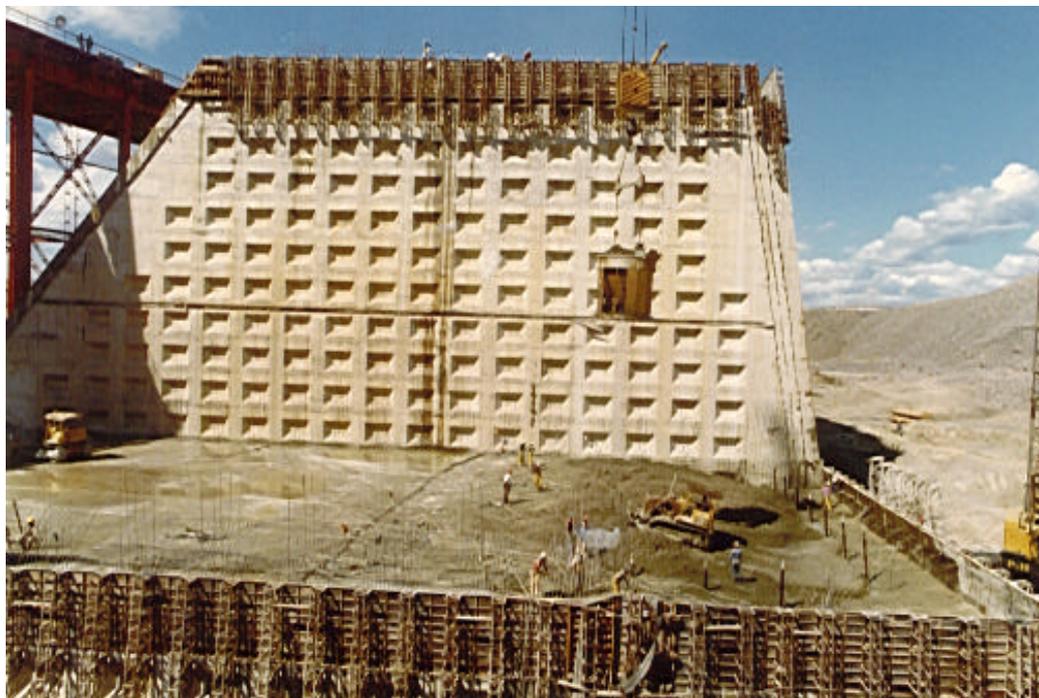


Figura 11- Concreto de Face, sem Armadura- Tucurui



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

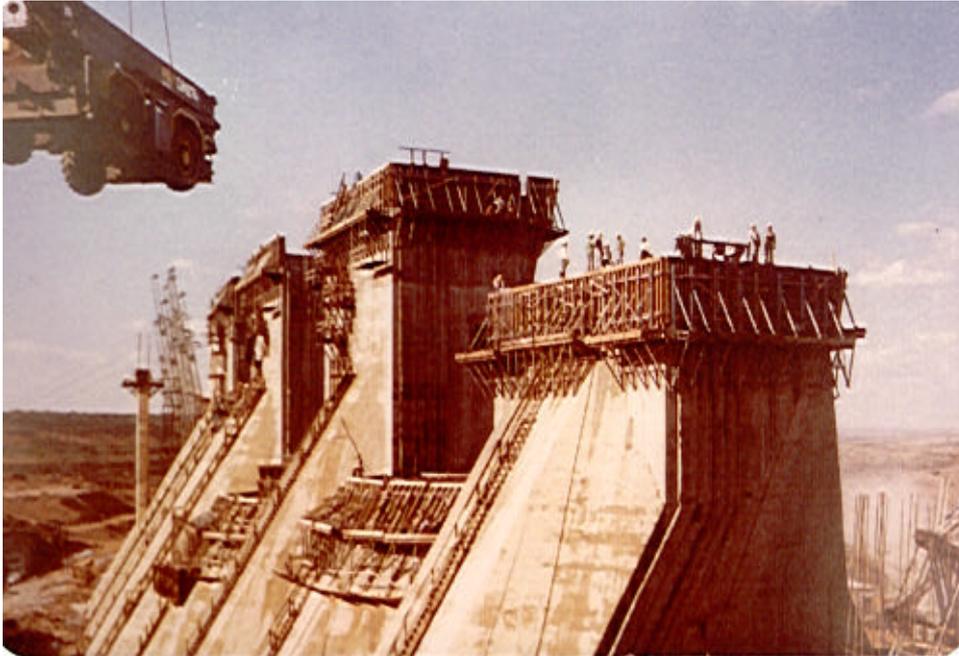


Figura 12- Concreto de Face, sem Armadura- Itaipu

3.3- Materiais e Concretos

O conhecimento e as pesquisas sobre os materiais e concretos tiveram grande impulso nas tres décadas precedentes, fruto do incentivo e conveniência das Estatais do Setor Elétrico Brasileiro. Alguns exemplos são citados a seguir.

- A dosagem de concretos com a Incorporação de Ar, como inicialmente adotado nas barragens do Funil, Peixoto (Mascarenhas de Moraes) e Jupia;
- O conhecimento e adoção de providências quanto às Reações Álcalis Agregados, desenvolvidas pela CESP para a barragem de Jupia;
- O conhecimento e emprego de materiais pozolânicos, como inicialmente adotado pela CESP, também para Jupia;
- O desenvolvimento em conjunto com as industrias dos Veda-Juntas (Fugemband) de PVC;
- O conhecimento sobre os agregados obtidos a partir de rochas expansivas devido ao comportamento dos argilo-minerais, tipo Nontronita e Monte-morilonita;
- O desenvolvimento e opção de cimentos de vários tipos, principalmente o Pozolânico;
- A preocupação em reduzir os consumos de aglomerantes nos Concretos Massa, como a Mistura 152-ET-22 usada na barragem de Ilha Solteira, com 63 Kg/m³ de Cimento e 21 Kg/m³ de Pozolana de Argila Calcificada;
- A preocupação com o aumento do Diâmetro máximo do agregado nos concretos, com intuito de redução do consumo de aglomerante;
- Uso de areia artificial, na usina de Peixoto, produzida por moinhos de barras;
- Verificação da possibilidade de uso da inclusão do Pó de Pedra, nos concretos convencionais [04];
- Avaliação das propriedades dos materiais e dos concretos em vários Laboratórios das empresas do Setor Elétrico.



3.4- Equipamentos

O Setor Elétrico também possibilitou a adoção de vários equipamentos utilizados na produção, transporte, colocação, adensamento, refrigeração do concreto, como se evidencia pelos exemplos a seguir:

- A utilização dos tanques classificadores de areia;
- Rebitadores para a produção de areia artificial;
- A utilização dos sistemas de refrigeração dos materiais e do concreto;
- A substituição gradual dos Guindastes Tipo Portuário, pelos Guindastes com mesa baixa, de montagem e desmontagem mais rápida;
- A utilização de vibradores de imersão de grande bitola, para adensamento do concreto massa;
- A adoção de baterias de vibradores acoplados à lanças de retro-escavadoras;
- A substituição gradual de caçambas de concretos transportadas sobre carretas, pelos Dumpcetes -Basculantes de Descarga Alta, com as caçambas fixas acopladas aos guindastes;
- A utilização de correias transportadoras, como equipamento auxiliar para o transporte e colocação do concreto;
- A utilização de tubulações para o transporte vertical dos concretos.

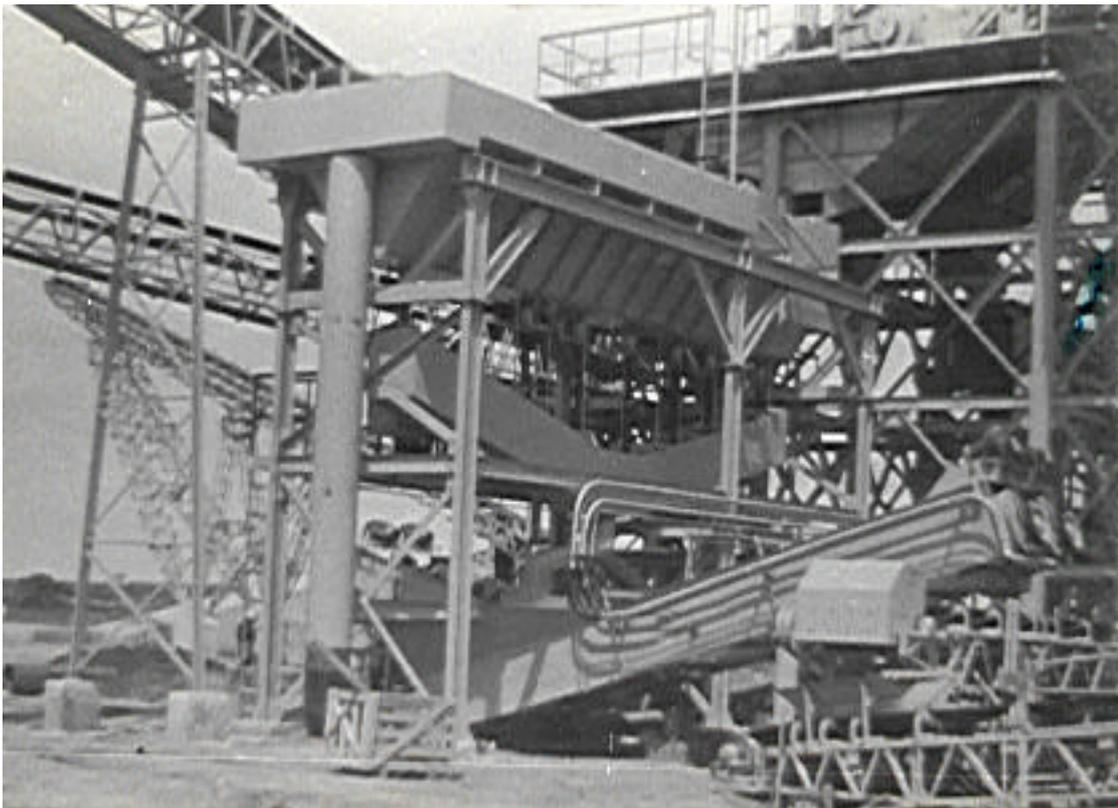


Figura 13- Tanque classificador para a adequação da granulometria do agregado miúdo.



Figura 14- Rebitadores para a produção de areia artificial



Figura 15- Guindastes Tipo-Portuário, para o lançamento do concreto



Figura 16- Guindaste de mesa baixa, em substituição ao do tipo portuário



Figura 17- Vibradores acoplados à lança de retro-escavadora.



Figura 18- Caçambas de concreto transportadas sobre carretas



Figura 19- Dumpretes, de descarga alta, substituindo as caçambas sobre carretas.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

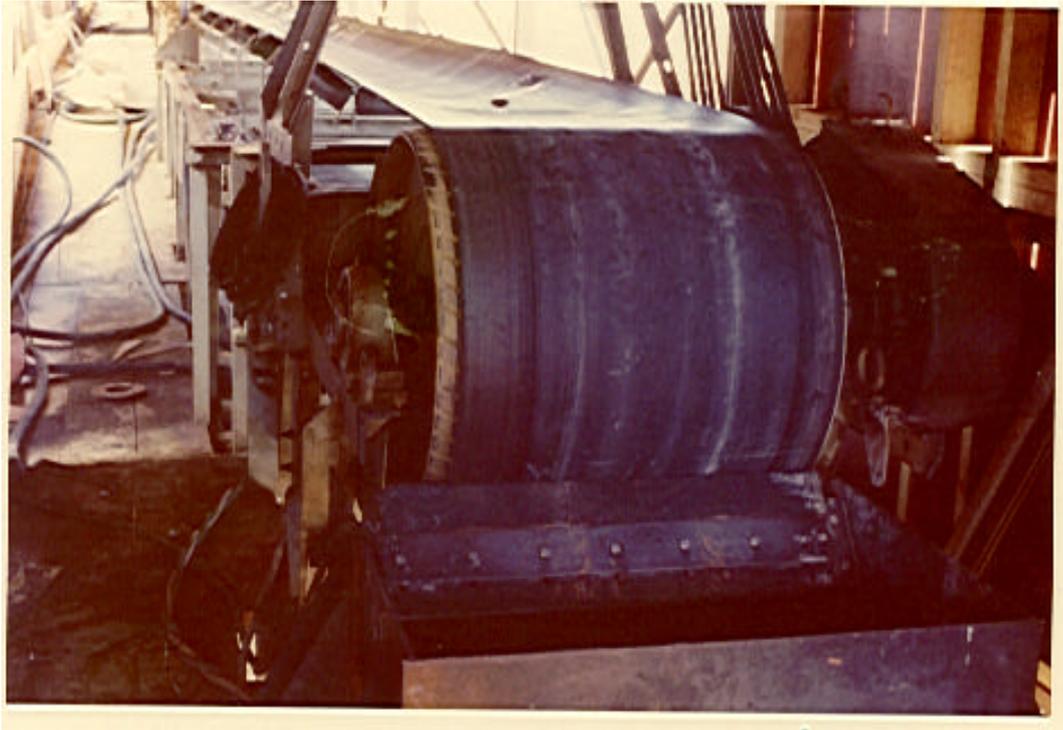


Figura 20- Correia transportadora, adaptada para o transporte do concreto



Figura 21- Sistemas de refrigeração de agregados e concreto



Figura 22- Transporte vertical do concreto através de tubulação.

3.5- Técnicas de Construção

A dinâmica das construções, a essa época, a disposição dos profissionais em resolver os problemas, a ambição pela novidade, fizeram possível o desenvolvimento e a aplicação de Técnicas de Construção em larga escala, como se cita a seguir.

- O emprego de pré-moldados de concreto;
- A pré-montagem de armaduras;
- A utilização de sistemas de emendas de armadura;
- Os sistemas de refrigeração;
- O emprego de concretos com tratamento a vácuo;
- O emprego de fibras nos concretos;
- A utilização de concretos com expansores;
- A utilização de cabos de Protensão de grande capacidade;
- A utilização de formas auto-ascensionáveis;
- A utilização de formas deslizantes para estruturas de barragens;
- A utilização de camada estendida e tratores para espalhamento de concretos;
- O emprego de concreto com agregado pré-colocado;
- As aplicações iniciais do Concreto Compactado a Rolo.





Figura 23- O emprego de pré-moldados em Ilha Solteira.

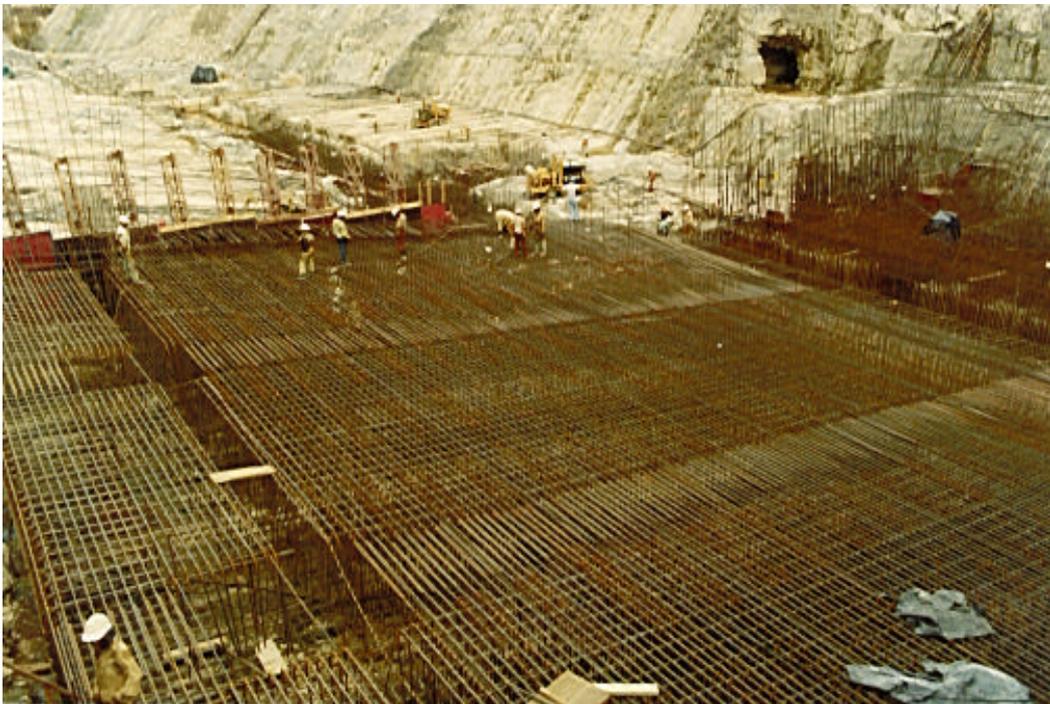


Figura 24- A pré-montagem de armaduras em Tucuruí



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

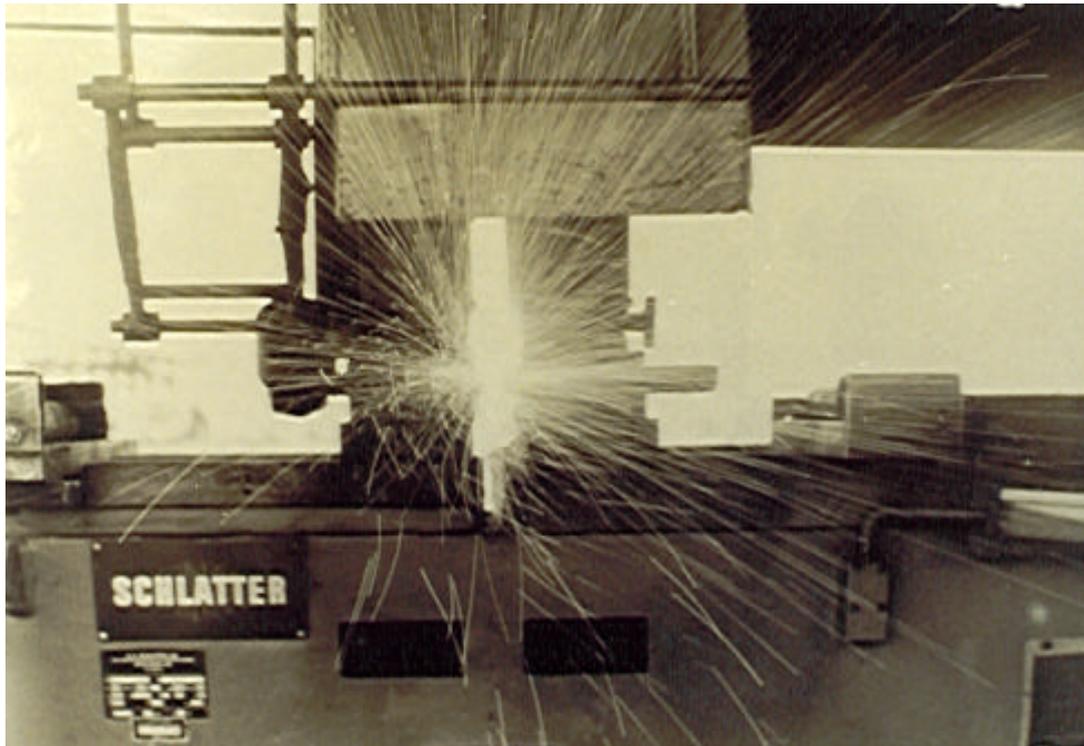


Figura 25- Solda topo , utilizada inicialmente em Ilha Solteira



Figura 26- A instalação pioneira de produção de gelo, em Jupia



Figura 27- O concreto com tratamento a vácuo, utilizado em Emborcação

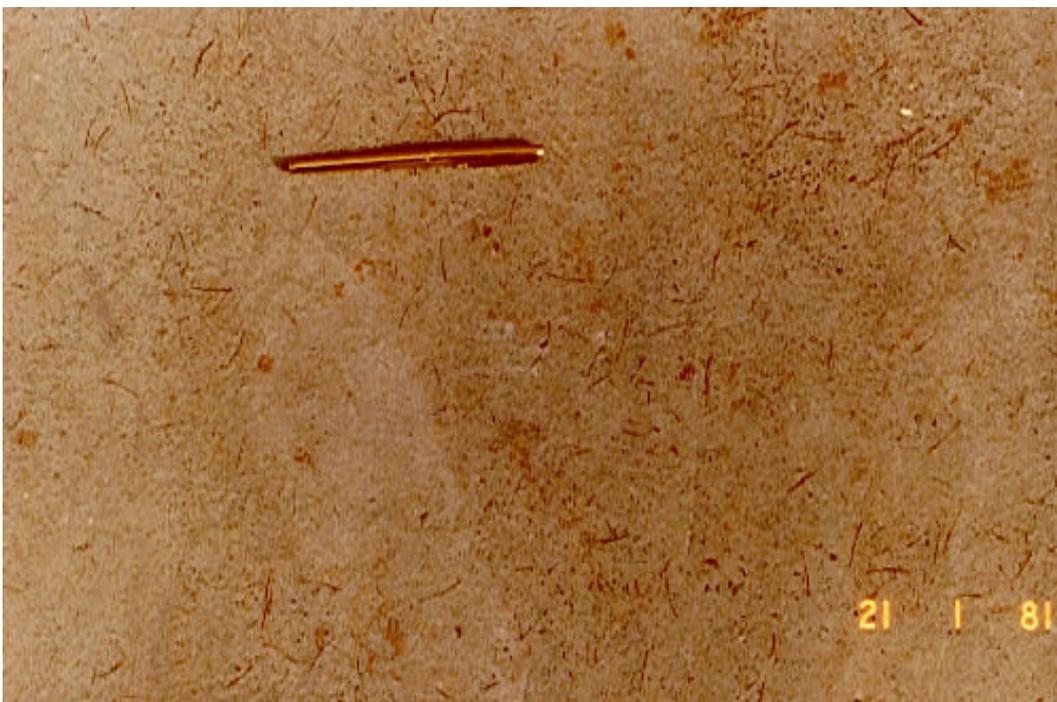


Figura 28- O concreto fibroso aplicado em uma das partes de uma das calhas do Vertedouro de Itaipu



Figura 29- Formas auto-ascensionáveis utilizadas em Itaipu



Figura 30- Formas deslizantes intensamente utilizadas em Itaipu



Figura 31- A utilização de camadas extendidas em Itaipu

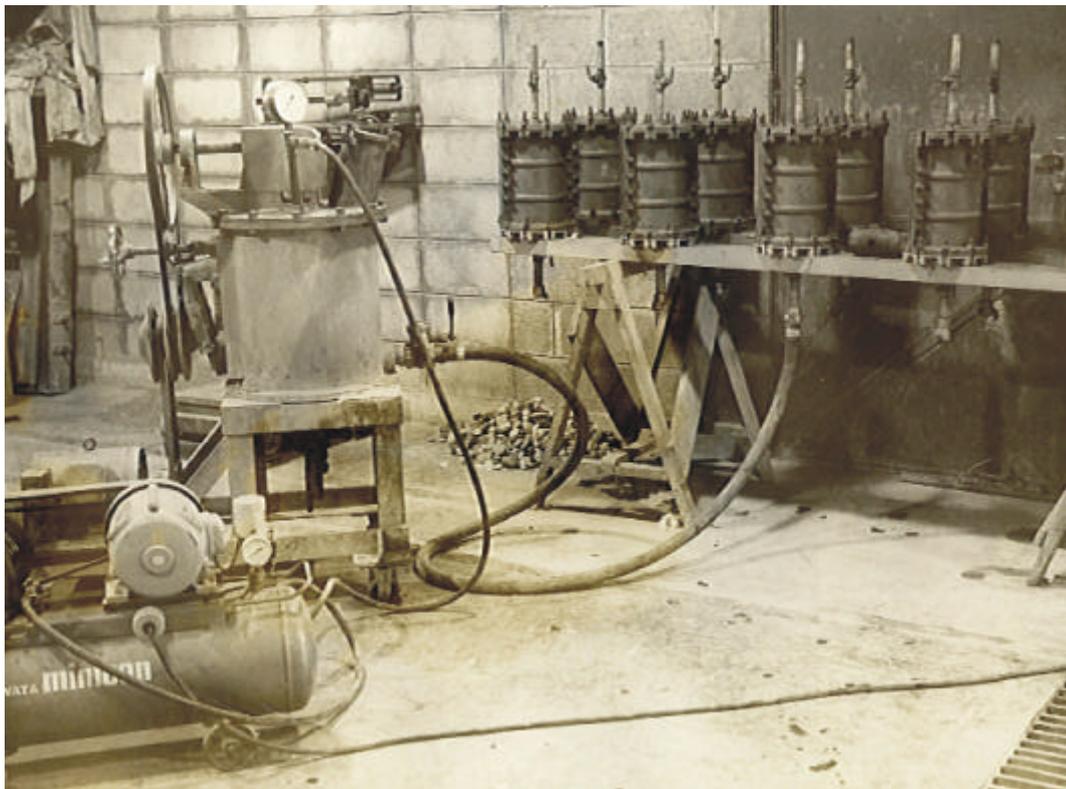


Figura 32- O emprego de concreto com agregado pré-colocado, em Ilha Solteira



Figura 33- Concreto Rolado aplicado inicialmente em Itaipu.

3.6- Planejamento

Durante esse profícuo período de construção de Aproveitamentos Hidroelétricos no país, pode-se observar o desenvolvimento de um grupo de exemplares profissionais com grande visão de planejamento de atividades e dos empreendimentos.

Essas atividades se estenderam até ao planejamento dos estudos de materiais e concretos para as obras, com relativa antecedência ao início das mesmas, como se efetuou para o Aproveitamento de Agua Vermelha-CESP [05]

3.7- Auscultação

No transcorrer desse período foram instalados vários instrumentos de auscultação nas obras de barragens.

Observando apenas o conjunto de obras de Itaipu, Ilha Solteira, Tucurui, Sobradinho, Porto Primavera, o que engloba cerca de 26.000.000m³ de concreto, foram instalados cerca de 5100 instrumentos alcançando aproximadamente US\$ 2.000.000,00 de custos de aquisição.

Muito desses aparelhos foram instalados com o caráter Científico de aprendizado, de avaliação do comportamento. Outros foram instalados com o caráter de Segurança, para acompanhar o desempenho das estruturas.

Nesse aspecto nota-se que houve pouco aproveitamento das informações o que causou um certo descrédito quanto ao uso da Instrumentação de Auscultação nas Estruturas de Concreto.

Isso decorreu de uma certa dificuldade criada para a interpretação dos dados de instrumentação, como por exemplo da necessidade exacerbada dos dados de fluência e dos parâmetros térmicos dos concretos, sendo que a variação dos valores dessas propriedades, ao redor da média têm pouca influência nas avaliações do desempenho das estruturas.

Infelizmente um grande potencial de dados está sendo esquecido pela falta de interpretação dos registros existentes.

A instrumentação de auscultação é uma ferramenta de grande valia na reciclagem das informações, no aprimoramento dos projetos, no emprego dos materiais com propriedades mais próximas a da necessidade.

Um dado que pode ser citado é o da auscultação da CESP em Ilha Solteira, como por exemplo nas estruturas do Vertedouro onde se observa em uma determinada roseta extensométrica valores de tensões de compressão ao redor de 10 a 15 Kgf/cm², bastante próximas das previsões do modelo estrutural do Projeto e que o concreto especificado para o local (mistura 76 CT 37) com 111 Kg/m³ de cimento e 37 Kg/m³ de Pozolana, apresentou os seguintes dados de Resistência Média (para um universo de 330 amostras):

IDADE (dias)	RESISTÊNCIA MÉDIA (Kgf/cm ²)
7	132
28	228
90	256
180	263 e Coeficiente de Variação de 10,3%.

Disso resultou uma Resistência Característica (mínima) de 215 Kgf/cm².

Admitindo um coeficiente de segurança de 3,0 para os carregamentos normais haveria uma necessidade de:

$$f_{ck} > 3,0 \times 15 \text{ Kgf/cm}^2 = 45 \text{ Kgf/cm}^2$$

Observa-se então que o material (concreto) utilizado tem propriedade resistente de sobra (215/45= 4,8 vezes).

Isso significa um relativo desperdício do material.

Salienta-se, paradoxalmente, que Ilha Solteira foi a pioneira em adotar o zoneamento de Classes de Concreto, com o objetivo de adequar os níveis de resistências das estruturas.

3.8- Inspeção e Controle de Qualidade

O período em citação foi profícuo também na implantação de Laboratórios, como o da CESP-Ilha Solteira; o de FURNAS-Itumbiara e posteriormente Goiania; o da ELETRONORTE- Tucuruí; o da CEMIG- São Simão; o da CHESF-Paulo Afonso ; o da ITAIPU BINACIONAL-Foz de Iguaçu, e mais recentemente o da COPEL-Segredo.

Esse elenco de laboratórios possibilitou a elaboração de estudos e pesquisas de praticamente todas as propriedades dos vários tipos de concretos.

Centenas de ensaios de longa duração, de propriedades térmicas, de deformações foram acervados, dando a certeza de que poucos países possuem um manancial semelhante.

Esse desenvolvimerneto possibilitou, também, a prestação de serviços a outros países, em obras de grande vulto.

A “ERA” dos Laboratórios deu origem à fase da Inspeção das várias atividades no Processo de Construção das Barragens. Isso com intuito de otimizar o consumo dos materiais e a redução de custos.

O sistema de Inspeção e Controle de Qualidade saiu dos Laboratórios e se dirigiu para o Sistema de Produção de Agregados, para as Centrais de Concreto, para o transporte e colocação dos concretos.

Posteriormente saiu do âmbito dos canteiros das obras em direção às fábricas de cimento e produtores de material pozolânico, das siderúrgicas fornecedoras de barras de aço, dos fornecedores de aditivos e veda-juntas.

Partiu-se posteriormente para o conceito de pré-qualificar os materiais e os eventuais fornecedores.

Todo esse conjunto de ação possibilitou, aos barrageiros brasileiros, o conhecimento e a segurança para o Brasil ser o único país a utilizar, até o momento, concretos massa convencionais (não considerando o Concreto Rolado) com menos de 100Kg/m³ de aglomerante, como em Ilha Solteira, Agua Vermelha, Tucuruí, Porto Primavera, Itaipu.

3.9- Formação e Treinamento

Com a carência de mão de obra, para esses empreendimentos, houve a necessidade de treinamento em uma escala de grandes dimensões.

As empresas do Setor Elétrico, de uma certa forma, comandaram essa ação junto às empresas de Projeto e Consultoria, e junto aos Empreiteiros Construtores, e de uma certa, e tenue maneira induziram às Escolas de Engenharia e Tecnologia a incluir algumas orientações sobre a Construção de Barragens.



Decorrente dessa fase inicial, principalmente as Construtoras estenderam o processo de treinamento em busca da Produtividade e do Desenvolvimento, possibilitando a saída do País para a conquista de contratos em outros países.

3.10- Gerenciamento

O Gerenciamento , nesse período, foi exercido, quase que em sua totalidade, pelas empresas Estatais do Setor Elétrico.

A partir dos anos 80 é que essa atividade começou a ser desenvolvida por empresas privadas.

4- ASPECTOS ATUAIS E TENDÊNCIAS

E a Nova Realidade ?

Neste ponto é importante fazer as provocações, ir de encontro aos novos desafios, mobilizar as ambições, redirecionar as ações. As críticas e sugestões devem aflorar e despertar soluções, reciclagens.

4.1- Especificações Técnicas

É conveniente que se faça uma reciclagem dos padrões estabelecidos na Especificações Técnicas.

A fase da “Tutela Técnica” quando a Especificação procurava ser um documento de ensinamento, como ainda se observa (por exemplo as especificações sobre Concreto Projetado que normalmente são mais volumosas que aquelas que às contém), provavelmente deva se encerrar.

As Especificações devem exigir qualidades e propriedades do “Produto”, ficando o “Processo” sob a responsabilidade daquele que se propõe a executar, construir o Produto.

Devem definir e cobrar responsabilidades, devem evitar as interveniências e interferências.

Devem exigir o atendimento à características, propriedades.

O trabalho “Concreto Para Superfícies Hidráulicas” [6], procura justamente debater os critérios para a Especificação do Fator Água/Cimento para os concretos submetidos ao escoamento hidráulico.

Um outro ponto a ser abordado é o que se refere às Normas Técnicas.

- **As Normas Técnicas Brasileiras atendem às necessidades das Obras Hidráulicas Pesadas, especialmente a consumos de cimento, taxas de armadura, critérios de durabilidade ?**

Há a necessidade de se fazer uma reanálise, ou redirecionamento, desse ponto.

4.2- Projeto

A Nova Realidade faz pensar em algumas possibilidades ou necessidades.

- **Os Projetos Básicos para Licitação deverão ser mais detalhados (definições de jazidas, qualificação de materiais, condições de fundação, etc..), com poucas ou mínimas condições de alterações, ou;**
- **Os Projetos Executivos deverão ser incorporados à Licitação da própria obra, ou;**
- **Ambos**

De qualquer maneira que se redirecione, é importante que algumas provocações sejam feitas.

- **Fissuração de Obras Hidráulicas. A compatibilização com as Normas e a Experiência. A abordagem desse tema nos Relatórios de Projeto;**
- **Adoção de Resistência Característica (Mínima Requerida) ,ou de outra propriedade de interesse, mais próxima da realidade, reduzindo custos, porem mantendo a qualidade e a segurança;**
- **Emprego de armadura em locais, realmente necessários, e em taxas adequadas e compatíveis com Normas atualizadas;**
- **Estabelecer salvaguardas de Projeto que possibilitem ações de inspeção e/ou corretivas.**
-

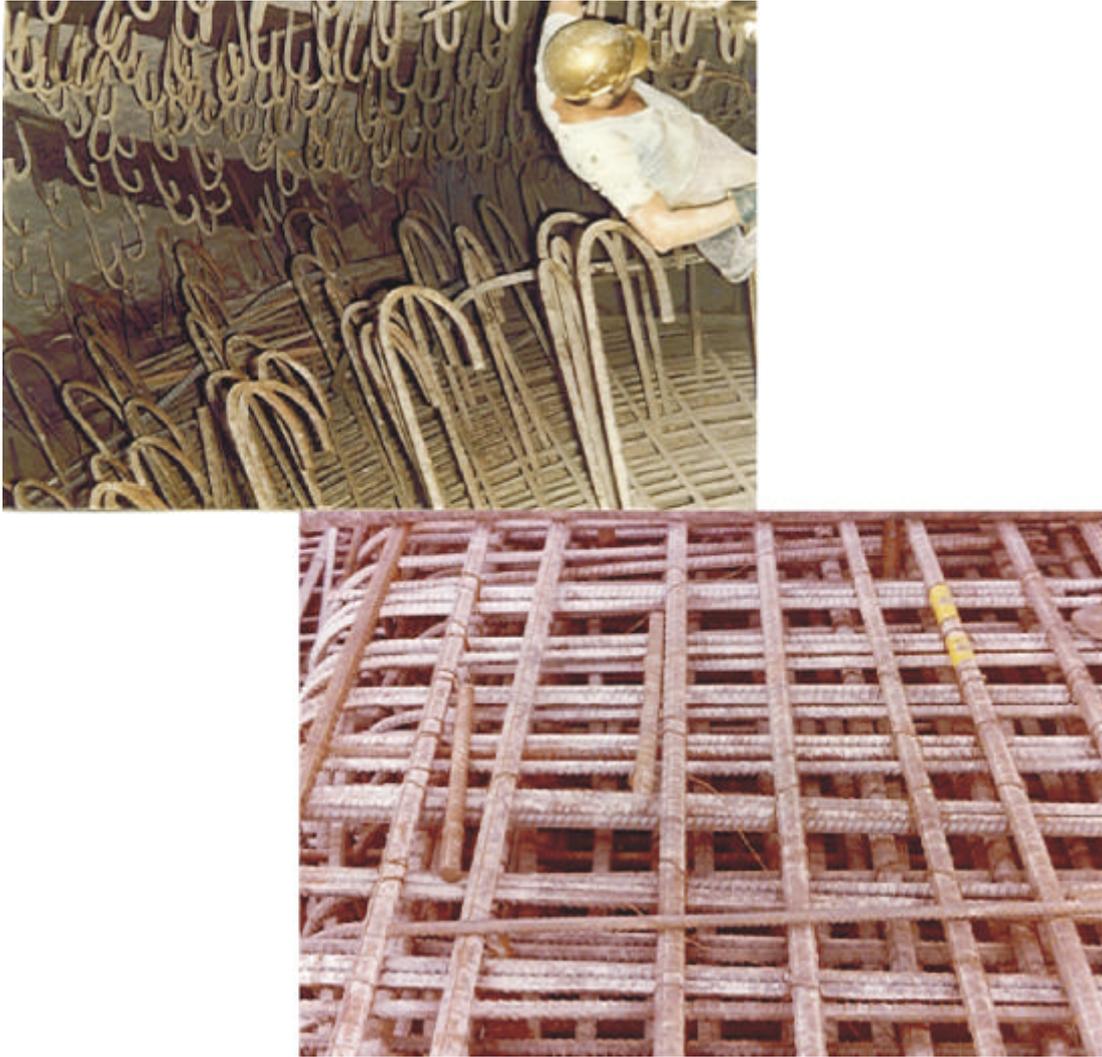


Figura 34- Armaduras para o Concreto Envoltório de um Tubo de Sucção e Soleira do Sucção, no Brasil



Figura 35- Armadura para o Concreto Envoltório de um Tubo de Sucção, e Soleira de um Sucção, em um Projeto no Exterior



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Figura 36- Armadura ao redor de galeria, prática contestada e questionada.

Os trabalhos “Modificação da Filosofia Operacional do Vertedouro da UHE Xingó” [07], e “Vertedouro da Usina de Canoas II- Otimização do Projeto com Vistas à Redução de Custos, Utilizando-se Detalhes não Tradicionais” [08], apresentam sugestões para a adequação de Projetos.

4.3- Materiais e Concretos

A utilização de Material Pozolânico, inicialmente adotado em algumas obras do Setor Elétrico, tem sido crescente pela Indústria Cementeira Nacional.

A preocupação crescente quanto à Reação Álcalis-Agregados, faz obrigatório deixar registrada uma recomendação importante quanto ao uso de Cimento Portland Pozolânico para o combate à Reação Álcalis-Agregados.

DEVE SER AVALIADA A REAL CAPACIDADE INIBIDORA DO MATERIAL POZOLÂNICO,USADO PARA A PRODUÇÃO DO CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO, EM REDUZIR A EXPANSÃO DECORRENTE DA REAÇÃO DOS ÁLCALIS COM OS AGREGADOS.

A utilização da Micro-Sílica tem sido avaliada através de estudos nos vários laboratórios, e a sua aplicação nas obras de barragens tem sido praticada na execução de reparos.

O emprego do “Pó de Pedra”- subproduto da britagem para a produção de areia artificial-tem sido crescente. Não só para melhorar a consistência e impermeabilidade do Concreto Rolado, como também para os concretos convencionais [04].

Deve-se aqui lembrar que a ocorrência de areia natural, no Sul e Sudeste do Brasil, nas regiões das futuras barragens , é cada vês menor, tornando quase obrigatório o uso de areia artificial.

Uma ampla gama de Aditivos e Modificadores do comportamento das propriedades dos concretos é encontrada no mercado, com uma assistência técnica dos fornecedores cada vez mais próxima dos consumidores.

As fibras, para uso no concreto, tem tido um uso maior na execução de concreto projetado, com melhorias sensíveis na capacidade de alongamento.

Os trabalhos “O Uso Exclusivo de Areia Artificial em Concretos de Barragens” [09], e “Concreto com Fibras de Aço em Barragens e Estruturas Correlatas”[10], abordam a disponibilidade e propriedades desses respectivos materiais.

As mantas de PVC, disponíveis no mercado, se tornam e comprovam suas propriedades como elemento de impermeabilização[11].

Os estudos sobre o Concreto Rolado desafiaram, alguns profissionais, a avaliar as combinações de certos solos com determinados aglomerantes, para eventual emprego como elemento estrutural de barramentos.

O trabalho “Solo- Aglomerante- Disponibilidade para Uso como Elemento Estrutural em Barramentos” [12], coloca à discussão essa opção técnica.

4.4- Equipamentos

A busca da melhoria da Produtividade, a Redução de Custos, faz surgir equipamentos mais versáteis, de maior mobilidade, de uma montagem mais fácil, mais barata.

Os Países com Mão de Obra mais valorizada têm, de certa maneira, sido os vetores de desenvolvimento dessa área.

Os Contrutores Brasileiros à medida das necessidades e disputas, no País ou no Exterior, têm incorporado novos equipamentos como alguns que são citados a seguir.

- Britadores para a produção de areia artificial, com um incremento na quantidade de finos (material inferior a 0,075mm);
- Centrais de Concreto do tipo “low-profile” de grande mobilidade, e montagem rápida;
- Sistema de Correias Transportadoras para transporte e colocação do concreto;
- Correia Transportadora acoplada em Guindastes de Lança Telescópica- Creter Crane;
- Bombas de Concretagem para concretos com agregados de Dmax de até 80mm;
- Formas de Fácil manuseio;
- Sistema de Injeção a Seco, para Fundações;



Figura 37- Britador de Impacto- RochaxRocha- para a produção de areia artificial e finos



Figura 38- Central de Concreto tipo “low-profile” - HUITES-MÉXICO



Figura 39- Sistema de Correias Transportadoras, para transporte do Concreto desde as Centrais até a colocação através de Tower-Belt-HUITES-MÉXICO, que possibilitou a execução de 248.200m³, em um só mês (outubro/94) , com um pico diário de 13.300m³.

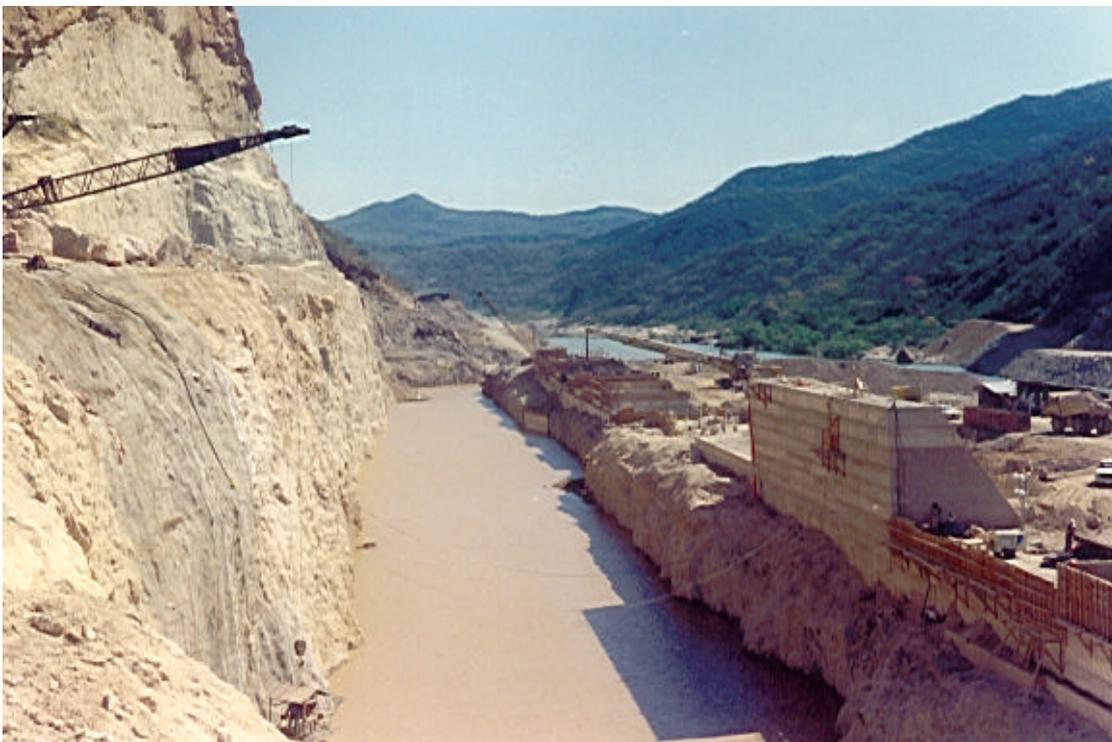


Figura 40- Creter Crane para a colocação de concreto-HUITES-MÉXICO.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Figura 41- Bomba de concretagem, para concreto com agregado de $D_{max}=80\text{mm}$ -XINGÓ, utilizando misturas com menos de 230 Kg/m^3 de aglomerante.

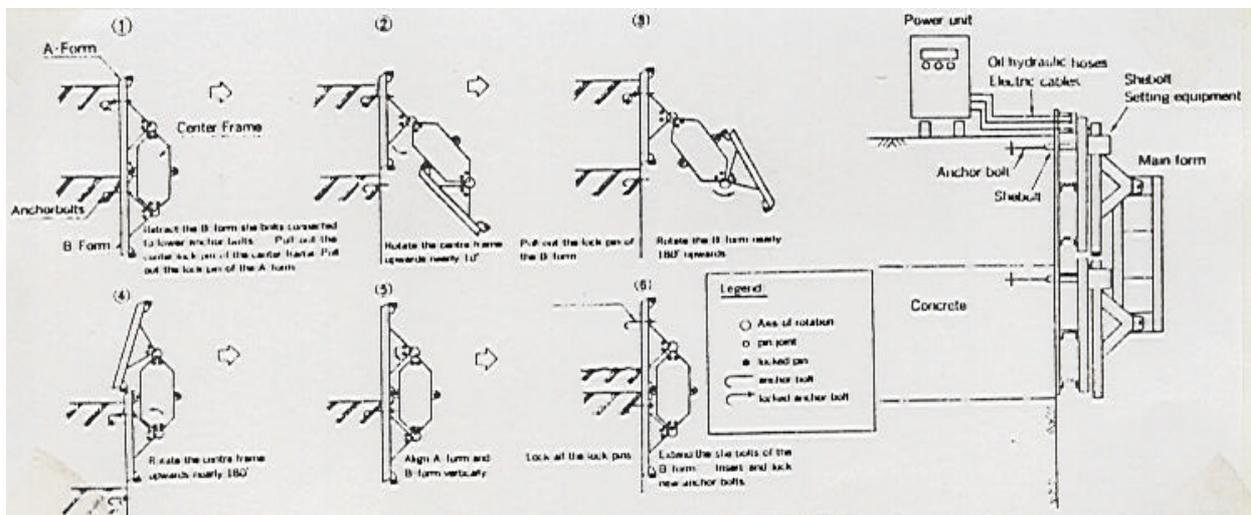


Figura 42- Forma de fácil manuseio-JAPÃO.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristlândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

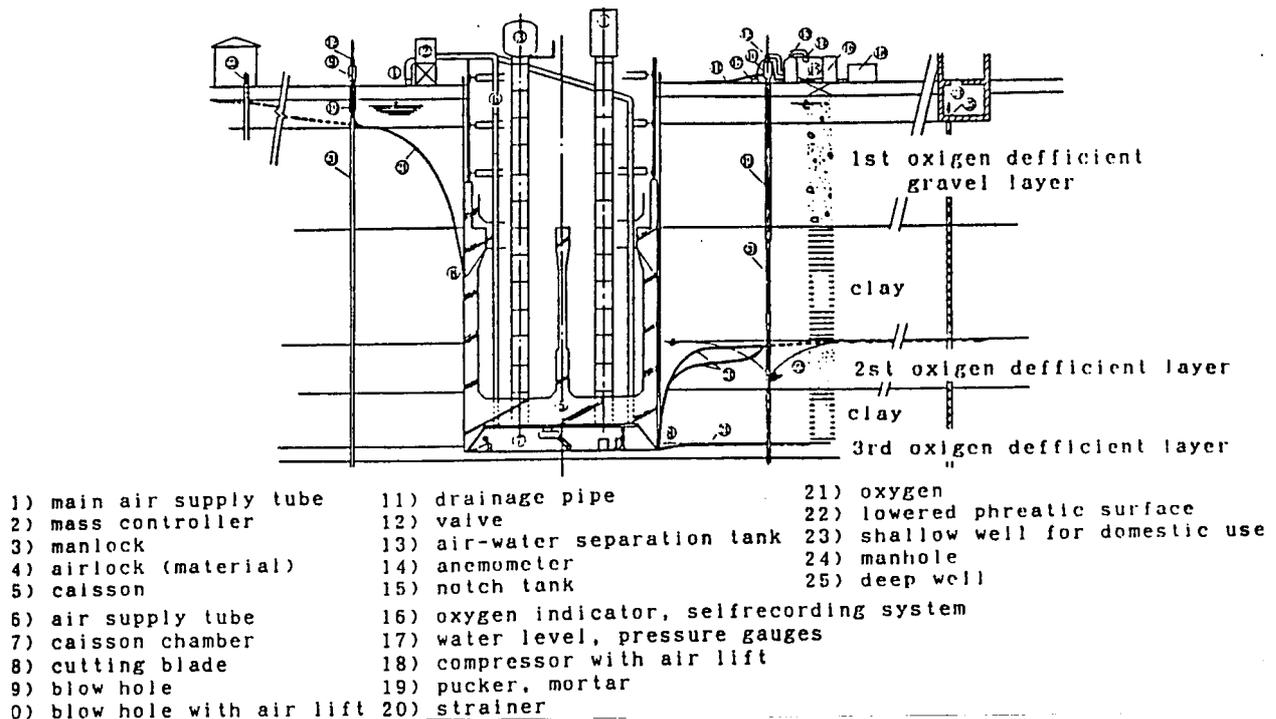


Figura 43- Sistema de injeção -Dry-Grouting-JAPÃO.

4.5- Técnicas de Construção

As Técnicas de Construção , de mesma maneira que os Equipamentos, passam a ser incorporadas à medida das dificuldades, das exigência de redução de custos, da dinâmica de construções.

É com esse intuito que se desenvolve o trabalho "Sistema Construtivo da Calha do Vertedouro - U.H.Segredo"[13].

De certa maneira, com relativa demora, o Concreto Rolado deixou de ser uma Técnica sugerida por alguns poucos profissionais abnegados, para adquirir sua maioria através das Licitações de obras no Setor Elétrico.

Se observa também a presença de Construtoras brasileiras conquistando e executando obras no exterior, com o emprego dessa técnica, como por exemplo a **Barragem de Capanda-Angola**, e recentemente o **Aproveitamento Hidroelétrico de Miel I, na Colombia**, que terá cerca de 185m de altura, e quase 2.000.000m³ de CCR.

Felizmente já se superou a fase de se ter de citar obras no exterior, dados de ensaios etc..., para demonstrar as vantagens dessa Técnica, como se fazia em alguns Seminários passados.

Observa-se, inclusive, que hoje a técnica já passa ser defendida por Profissionais que anteriormente eram ferrenhos opositores, ou desconhecedores do assunto.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

O acervo técnico, brasileiro, sobre o concreto produzido com auxílio dessa técnica, é dos maiores do mundo, quer seja pela diversidade de materiais, quer seja pela profundidade e qualidade dos estudos.

É certo, ainda, que algumas propriedades e sua compreensão permanecem em debate, tais como tratamento de juntas, uso de concreto (ou argamassa) de berço, concretos de face etc...

Salienta-se ,como já citado anteriormente, que a prática brasileira de construção de barragens em concreto massa, é de se ter um zoneamento de classes de concreto, incluindo uma face de paramento com concreto de determinado grau de durabilidade, ou permeabilidade.

Ressalta-se, entretanto, que dentro da prática brasileira essa face é desprovida de armadura.

Sabe-se, também, que as estimativas é de que esse zoneamento de classes de concreto, para o caso do emprego da Técnica do Concreto Rolado, caminham para uso de um Concreto, também, Rolado (de dosagem diferenciada da massa) na face de montante, e não mais em concreto massa convencional. Esse passo já esta sendo praticado em obras em outros países.

E os Preços ?

Nos Seminários passados este Relator apresentou uma curva envoltória de Preços de Concreto Rolado (US\$/m³) , publicada no livro [14] “Contribuições para o Conhecimento e Desenvolvimento do Concreto Rolado”.

Nessas oportunidades várias discussões afloraram, contestando e se surpreendendo pelos níveis dos valores citados.

Se comentava, que aqueles Preços, tão baixos, quase irreais, jamais seriam praticados no Brasil.

A Nova Realidade, com as Licitações ocorridas recentemente mostraram e confirmaram a veracidade da curva, com valores brasileiros, enquadrados na envoltória, como se evidencia a seguir.

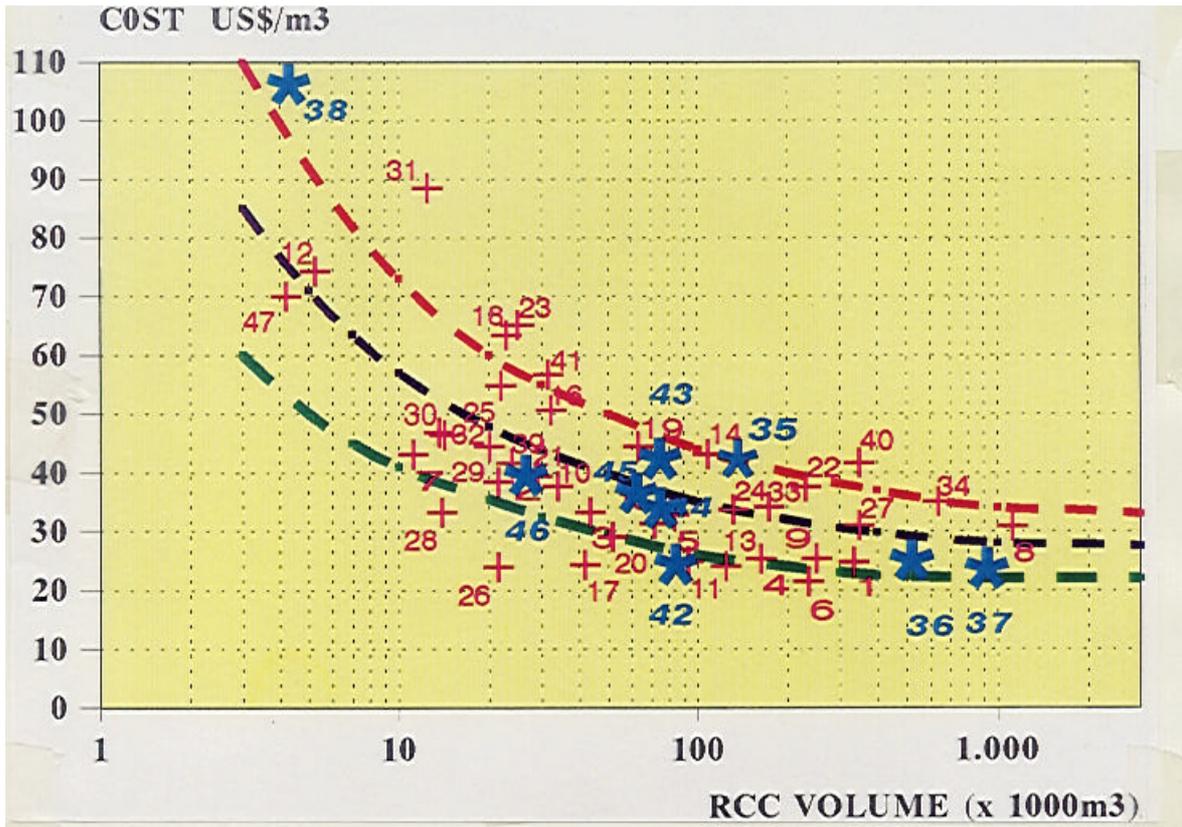


Figura 44- Preços do Concreto Rolado, praticado em várias obras, a partir de [14], com a inclusão de obras brasileiras.

Outras técnicas de construção se tornam disponíveis a partir de Países mais desenvolvidos, como os exemplos que se seguem.

Outline diagram of vacuum cooling system

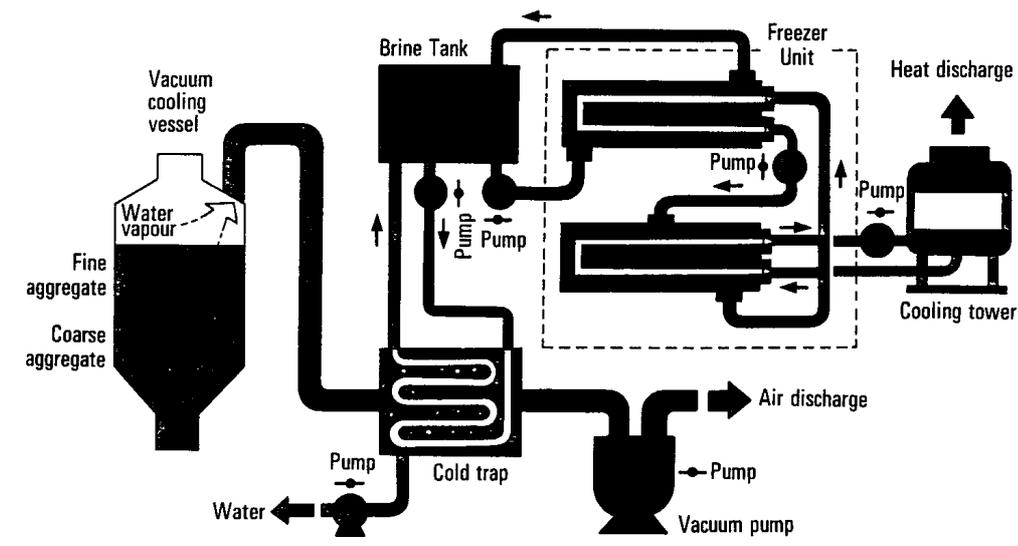


Figura 45- Sistema de Refrigeração de agregados, por ação de Vácuo.



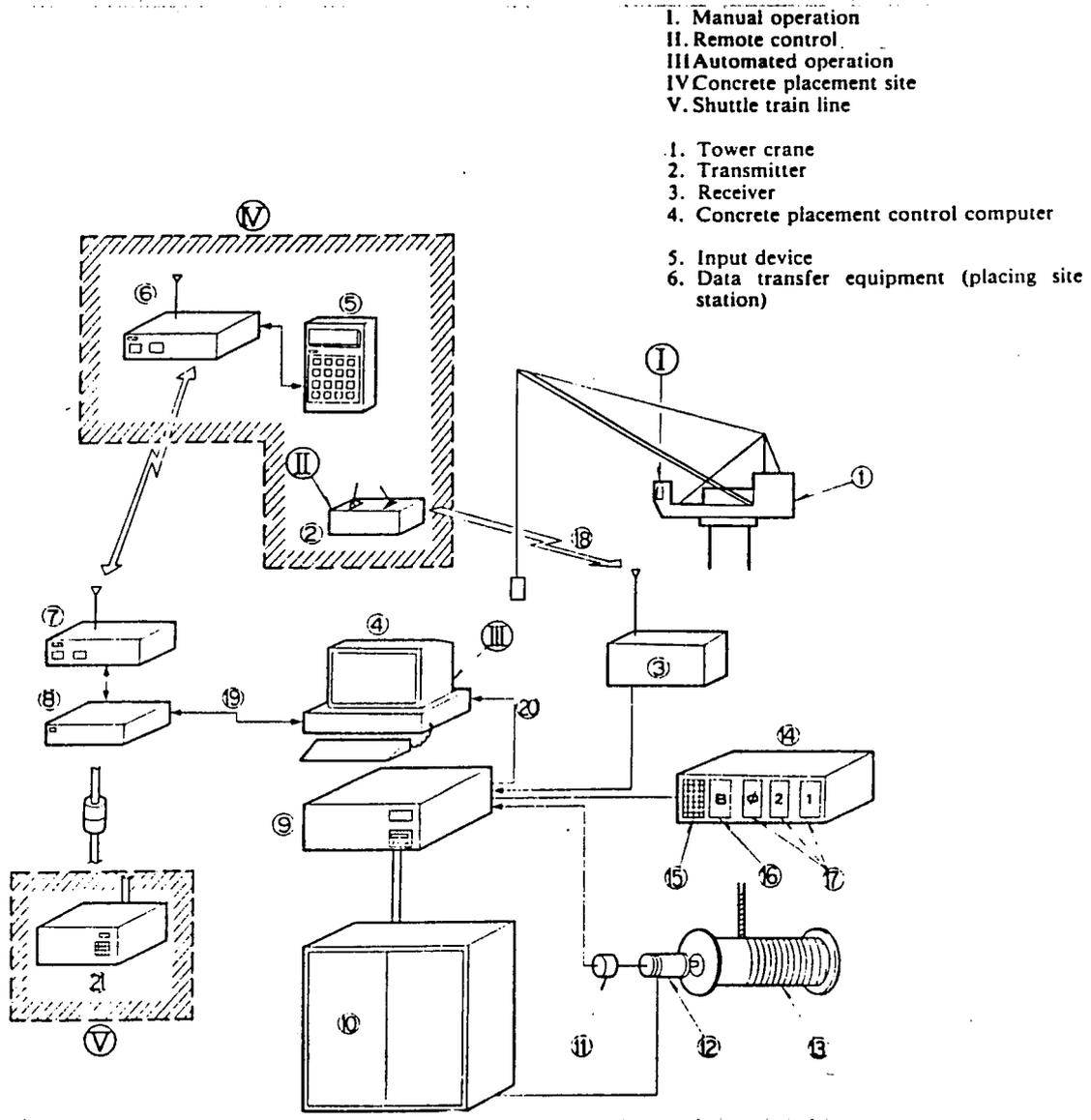


Figura 46- Sistema de Automação para a colocação de concretos-JAPÃO.

4.6- Planejamento

Em não havendo o descompasso das ações administrativas de âmbito meramente político, eleitoreiro, desprovido de seriedade, e de irresponsabilidade no manuseio do dinheiro público, é de se esperar que o Planejamento, passe a ser uma ferramenta extremamente útil para o aprimoramento dos custos e da qualidade dos Empreendimentos, dentro dessa **Nova Realidade**.

Passa-se dessa maneira a resgatar o "Engineering" que se adormeceu, principalmente, na última década, e desmotivou vários profissionais.

O Planejamento passa ser aproveitado nos vários detalhes.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
 Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
 Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
 e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

É o que sugere o trabalho “A redução do Volume de Concreto do Muro Central de Porto Primavera” [15].

4.7- Auscultação

- Como fazer para avaliar as considerações, as hipóteses, a segurança estabelecidas no Projeto de uma estrutura?
- Como avaliar o desempenho dessas estruturas?
- Como tirar proveito dos erros, acertos, exageros?
- Como buscar a melhoria “sustentada”, com os “pés no chão” ?

- **Não seria essa a oportunidade de resgatar a credibilidade da Auscultação ?**

Ao ver ,deste Relator, realmente esta seria a hora.

Barragens construídas no Canadá, Estados Unidos, Europa, e também no Brasil, há mais de 30 anos apresentaram problemas decorrentes da reação álcalis-agregados, que somente foram identificados na década de 80. Confirma-se então a conveniência, necessidade , de adoção de Auscultação.

Seria oportuno que as Entidades com obras instrumentadas aproveitassem os dados, fizessem uma reciclagem, uma avaliação dos parâmetros hipotéticos e reais, os níveis de segurança, e estabelecer um redirecionamento para um novo, e eventual plano de instrumentação e auscultação.

Os Poderes Concedentes e as Concessionárias de Serviços Públicos, que envolvem obras hidráulicas pesadas, cujas instalações ao longo do tempo podem causar riscos e danos para a região envolvida, devem providenciar revisão dos conceitos quanto a isso.

Pelos dados citados anteriormente , quando se instalou cerca de 5100 para 26.000.000 de metros cúbicos de concreto , com um valor de aquisição desses aparelhos de aproximadamente US\$ 2.000.000,00, o que significa menos de 10 centavos de dolares/m³ de concreto.

Ao se avaliar, em contrapartida o exemplo da possibilidade de redução de consumo de aglomerante citado anteriormente, reduzindo 10 Kg/m³ de cimento de cada metro cúbico já se estaria otimizando 1US\$/m³.

Observa-se, entretanto, que a possibilidade de redução de aglomerante é, ainda, maior.

As avaliações dos níveis de tensões-deformações no concreto, na armadura, a propressão passariam a ser melhor entendidas, o conhecimento possibilitaria o aprimoramento e a otimização.



Há a necessidade de eliminar o “trauma” de que a Instrumentação dos anos 70 seja Inútil.

O trabalho “Barragem de Itaipu- Reavaliação dos Critérios de Subpressão no Contato Concreto-Rocha” [16], que estabelece uma continuidade de observação a partir de um outro trabalho [17].... anteriormente publicado em Portugal, mostra a validade de um tipo de Instrumentação.

O trabalho “Uma Técnica Simples e Eficiente para a Detecção e o Tratamento de Infiltrações em Barragens de Concreto” [18], mostra uma outra validade dos instrumentos.

4.8- Inspeção e Controle de Qualidade

Uma primeira indagação que se faz, com a Nova Realidade:

- **O Construtor pode, deve, fazer o Controle de Qualidade ?**

É importante neste ponto fazer um breve comentário:

- **CONTROLE DE QUALIDADE É UMA “POSTURA”, QUE DEVE SER DE TODOS, E NÃO APENAS DE UM GRUPO;**
- **O Controle de Qualidade é o instrumento com que o Executor conta para verificar se está atendendo às Especificações;**
- **O CONTRATANTE DEVE RESERVAR PARA SI O DIREITO DE AUDITAR O SISTEMA DE QUALIDADE DOS CONTRATOS.**

Isso posto, seria mais valioso a soma dessas ações. É preferível que se tenha mais aliados para o objetivo comum.

Não se quer dizer com isso que se retire do Proprietário, ou de um seu Preposto, o direito, a competência de uma Supervisão.

O que se sugere com isso é que todos estejam envolvidos e preocupados com a Qualidade.

Saliente-se, como se vê nas Figuras abaixo, que Consumo (alto) de aglomerante não é sinônimo de Qualidade, e que o teor mínimo de cimento ainda não foi atingido, o que pode passar a ser a meta de todos os envolvidos.

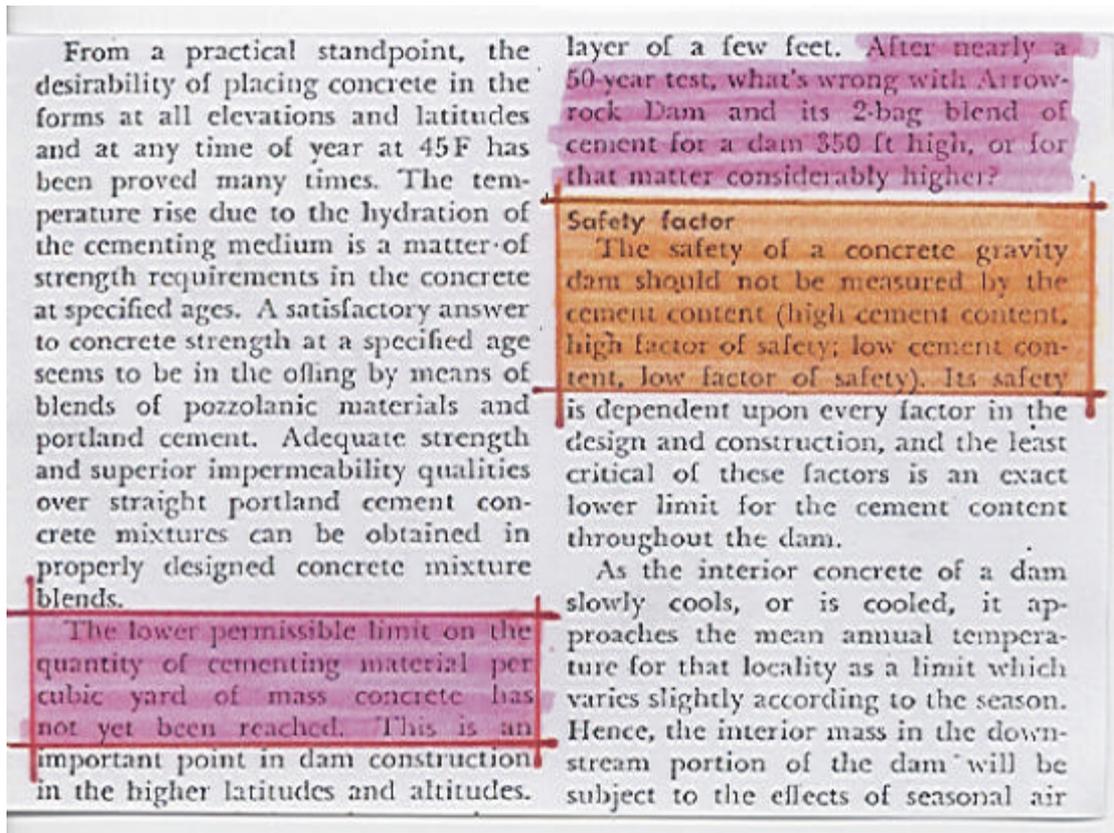


Figura 47- Citações sobre o consumo de cimento [19]

4.9- Formação e Treinamento

A Nova Realidade sugere que o treinamento de pessoal seja mais profissional, com visão não só de qualidade, segurança, mas também de relacionamento humano, de planejamento, de custos.

É a “ERA” em que o diálogo prevalece, sobre a autoridade.

A necessidade de uma integração mais intensa e real, entre as Empresas Públicas e Privadas.

Como o Ensino de Engenharia e de outros Profissionais, deve preparar os estudantes, para os novos desafios, para as necessidades de Implantação de Empreendimentos em um Mercado sempre ávido de mudanças e adaptações, e sem fronteiras ?

O uso da informática como uma ferramenta, e não como uma especialização.



Andriolo Ito
Engenharia

Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

Os idiomas, a postura comportamental para representar sua Empresa, seu País.

A ÉTICA.

A experiência no exterior tem mostrado que os VALORES ÉTICOS são fundamentais para o trabalho em equipe, seja internamente ou externamente às Empresas, seja no âmbito Nacional ou Internacional.

4.10- Gerenciamento

As interveniências do “Desenvolvimento Sustentado”, os parâmetros de vida, ecologia, comportamento, respeito, se interrelacionam e requerem um Gerenciamento mais amplo, não só técnico, de custos, más de convívio mais abrangente.

O Gerenciamento é pouco abordado nos Cursos de Graduação e de Pós Graduação.

O Gerenciamento e o Sistema de Licitação e Contratação de Estudos, Projetos, Suprimentos, Construção Civil, e Montagens, devem prever a integração das ações dos envolvidos, evitar transferências descabidas de risco e exigir seguros de desempenho ou outro instrumento de responsabilização.

Os Empreendimentos com incertezas acentuadas, longo prazo de implantação, etc..., podem ser objeto de Contratos de Parceria.

5- COMENTÁRIOS

Em se prevalecendo os costumes dessa NOVA REALIDADE, abre-se , também, um novo horizonte aos profissionais competentes, dedicados.

Novas chances à criatividade, ao debate, à luz comum.

Devemo-nos, então, nos preparar para isso !!.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[01]- CONCRETE MANUFACTURE, HANDLING, AND CONTROL- Part IV- Design and Construction- Bulletin 4- Final Reports- Boulder canyon Project- Bureau of Reclamation- Department of the Interior- United States.

[02]- Budweg, Ferdinand; Eckschmidt,Horst; Magnoli, Dino- PRESSURE COMPENSATION CHAMBERS IN THE TRANSVERSAL CONTRACTION JOINTS OF THE INTAKE STRUCTURE OF THE ILHA SOLTEIRA DAM, BRAZIL- X ICOLD- Montreal- 1970



Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br

[03]- Marco Antonio Camargo Juliani- ENVOLVENTE DA CAIXA ESPIRAL E TRECHO FINAL INFERIOR DO CONDUTO FORÇADO- Curso de Aperfeiçoamento Profissional- THEMAG- 1982

[04] -Braga, José Augusto; Lacerda Saulo; Duarte, José; Rosário, Luis-UTILIZAÇÃO DE FINOS-SUB PRODUTO DE BRITAGEM NOS CONCRETOS ROLADO E CONVENCIONAIS- XVIII SNGB- Foz do Iguaçu-1989

[05]- Andriolo, Francisco; Sgarboza, Bento- CONCRETOS PARA A OBRA DA USINA DE ÁGUA VERMELHA-CESP- 1974

[06]- Krempel, Fernando; Crevilano, Celso- CONCRETO PARA SUPERFÍCIES HIDRÁULICAS- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[07]- Cavalcanti, Alberto; Conte, Eurides; Marchetti, Guido; Dutra, Paulo- MODIFICAÇÃO DA FILOSOFIA OPERACIONAL DO VERTEDOR DA UHE XINGÓ- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[08]- Eustaquio, José; Magela, Geraldo; Rocha, Othon; Mazzo, José - VERTEDOURO DA USINA CANOAS II- OTIMIZAÇÃO DO PROJETO COM VISTAS À REDUÇÃO DE CUSTOS, UTILIZANDO-SE DETALHES NÃO TRADICIONAIS- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[09]- Abbud, Antonio; Rocha, Claudomiro; Oliveira, Paulo José; Yamashiro, Valdemar; Lemos Waldir- O USO EXCLUSIVO DE AREIA ARTIFICIAL EM CONCRETOS DE BARRAGENS- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[10]- Budweg, Ferdinand - CONCRETO COM FIBRAS DE AÇO EM BARRAGENS E ESTRUTURAS CORRELATAS- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[11]- Andriolo, Francisco - DESENVOLVIMENTO DE MANTAS DE PVC - OPÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DE BARRAGENS- XIX SNGB- Aracaju -1991

[12]- Oliveira, Paulo José; Salles, Flávio; Andriolo, Francisco - SOLO-AGLOMERANTE- DISPONIBILIDADE PARA USO COMO ELEMENTO ESTRUTURAL EM BARRAMENTOS- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[13]- Krempel, Fernando - SISTEMA CONSTRUTIVO DA CALHA DO VERTEDOURO- U.H. SEGREDO- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[14]- Andriolo, Francisco.R.- “CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO CONCRETO ROLADO”- Barber Greene-Graphos-1989

[15]- Donadon, José - A REDUÇÃO DO VOLUME DE CONCRETO DO MURO CENTRAL DE PORTO PRIMAVERA - XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994



[16]- Szpilman, Adolfo; Torales, Miguel; Villalon, Oscar; Cardoso, Freddy; Rosso, José; Piaentin, Corrado; Fiorini, Ademar- BARRAGEM DE ITAIPU- REAVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SUBPRESSÃO NO CONTATO CONCRETO-ROCHA- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994

[17]- Szpilman, Adolfo; Villalba, J.; Rosso, José; Soerensen, Adolfo; Silveira, José; Piaentin, Corrado- OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS DRENOS MOLDADOS NO CONCRETO DOS BLOCOS DA BARRAGEM DE ITAIPU- Conferência Ibero-Americana sobre Aproveitamentos Hidráulicos- Lisboa, Junho-1987

[18]- Silveira, João Francisco- UMA TÉCNICA SIMPLES E EFICIENTE PARA DETECÇÃO E O TRATAMENTO DE INFILTRAÇÕES EM BARRAGENS DE CONCRETO- XXI SNGB-Rio de Janeiro-1994.

[19]- Steele, Byram - HEIGHT LIMITS OF DAMS WITHOUT LONGITUDINAL JOINTS OR CRACKS- Symposium on Mass Concrete- ACI



Andriolo Ito Engenharia SC Ltda- CGC: 00.391.724/0001-03
Rua Cristalândia 181- 05465-000- São Paulo- Brasil
Fone: ++55-11- 3022 5613 Fax: ++55-11- 3022 7069
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br