

**CURSO: UTILIZAÇÃO DO GUIA DE  
DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETO DE BARRAGENS E REVISÃO  
PERIÓDICA**

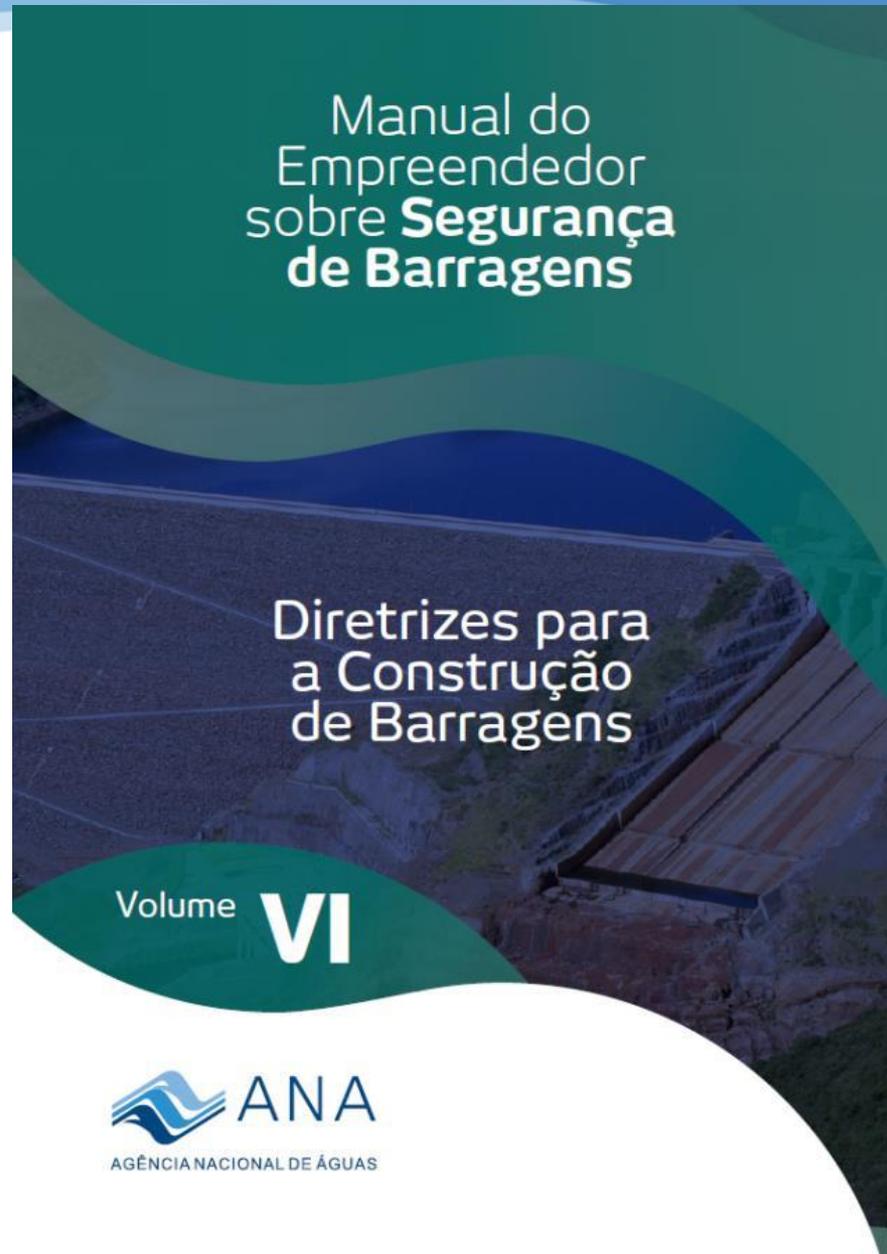
**MÓDULO 3: BARRAGENS E ESTRUTURA DE CONCRETO**

**DATA: 04 de Abril de 2017**

**HORÁRIO: 13:30 às 17:30**

**PALESTRANTE: *Eng. Francisco Rodrigues Andriolo***

# PARTE C



## COMO ESTÃO ESTRUTURADAS ESTAS DIRETRIZES?

<b>Capítulo 1</b> <b>“Disposições Gerais”</b>	– Após a definição do âmbito e objetivos das Diretrizes, se apresentam algumas considerações sobre a organização e controle das atividades de construção, incluindo a estrutura organizacional do empreendedor e suas obrigações, visando ao controle de segurança
<b>Capítulo 2</b> <b>“Desenvolvimento das Atividades de Construção”</b>	– Apresenta os principais aspectos sobre desenvolvimento das atividades de construção: <ul style="list-style-type: none"><li>• Plano de Trabalho da empreitada;</li><li>• Qualidade dos materiais de construção;</li><li>• Cuidados na implantação das obras;</li><li>• Acessos e comunicações;</li><li>• Canteiro e Suas instalações;</li><li>• Exploração de jazidas de materiais e pedreiras;</li><li>• Obras relativas ao desvio do rio;</li><li>• Nas escavações, na desarborização e desmatamento do reservatório e;</li><li>• Definição e instalação dos equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos.</li></ul>

**COMO ESTÃO ESTRUTURADAS ESTAS DIRETRIZES?**

<b>Capítulo 3 – “Barragens de Aterro (Terra e Enrocamento)”</b>	– Apresenta os principais aspectos a serem considerados na qualidade, exploração e colocação dos materiais para aterro, filtros, transições, proteção dos taludes e elementos de vedação, na execução dos tratamentos da fundação das estruturas de aterro e de concreto, assim como no controle de qualidade da construção.
<b>Capítulo 4 – “Barragens de Concreto”,</b>	– Apresenta os principais aspectos considerados na qualidade, exploração, armazenagem e colocação dos materiais de construção, na execução de barragens de concreto de qualquer tipo, seja convencional, seja de concreto compactado a rolo (CCR), na execução dos tratamentos da fundação das estruturas, bem como no controle de qualidade de construção.
<b>Capítulo 5 – “Controle de Segurança Durante a Construção”</b>	– Apresenta indicações sobre o conteúdo do plano de monitoramento e instrumentação, o qual deve ser implementado durante a construção, compreendendo a instalação da instrumentação, leitura e processamentos dos dados, frequência das leituras da instrumentação, adaptação às condições reais, arquivo dos registros, inspeções de segurança e análise e interpretação dos resultados.

## ORGANIZAÇÃO E CONTROLE DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

**Aspectos gerais** A construção deve ser executada em conformidade com o **CONTRATO**, projeto e as especificações técnicas de construção, de acordo com um programa de trabalho, previamente acordado.

**Asseguramento** O empreendedor/concessionário deve assegurar que a construção seja acompanhada das necessárias atividades de controle tecnológico e de segurança, e minimizar os impactos ambientais, devendo o cronograma de trabalho, contemplar todas as atividades, meios e procedimentos:

**Nota: QUEM FISCALIZA?? O QUE SIGNIFICA ENGENHARIA DO PROPRIETÁRIO?**

**Estrutura organizacional do empreendedor**

O empreendedor **deve nomear um (???) responsável técnico pela elaboração do Plano de Segurança da Barragem**, que deve ter registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA, com atribuições profissionais para projeto ou construção ou operação ou manutenção de barragens, compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA.

**Lei: 12334**

**Art. 17. O empreendedor da barragem obriga-se a:**

**I - prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;**

**II - providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;**

**III - organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;**

**IV - informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;**

**V - manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem;**

**Estrutura organizacional do empreendedor**

*VI - permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do Sindec ao local da barragem e à sua documentação de segurança;*

*VII - providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem, observadas as recomendações das inspeções e as revisões periódicas de segurança;*

*VIII - realizar as inspeções de segurança previstas no art. 9º desta Lei;*

*IX - elaborar as revisões periódicas de segurança;*

*X - elaborar o PAE, quando exigido;*

*XI - manter registros dos níveis dos reservatórios, com a respectiva correspondência em volume armazenado, bem como das características químicas e físicas do fluido armazenado, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;*

*XII - manter registros dos níveis de contaminação do solo e do lençol freático na área de influência do reservatório, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;*

*XIII - cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB.*

*Parágrafo único. Para reservatórios de aproveitamento hidrelétrico, a alteração de que trata o inciso IV também deverá ser informada ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).*

**Estrutura organizacional do empreendedor**

O empreendedor é responsável pela supervisão da construção **(ENGENHARIA DO PROPRIETÁRIO!!!!)**, sendo responsável por:

- Acompanhar a construção, para que seja garantida a qualidade e segurança da obra;
- Assegurar a coordenação dos trabalhos de construção, em conformidade com o estabelecido no projeto e nas especificações técnicas, considerando as adaptações resultantes das reais condições encontradas na obra e as condicionantes inerentes ao Plano de Monitoramento e Instrumentação;
- Suspender qualquer trabalho que esteja sendo executado, sem observância das prescrições do projeto e das especificações técnicas.

A supervisão deve, também, poder averiguar se a empreiteira tem capacidade para viabilizar as alterações que venha a propor ao cronograma da obra

**CONTROLE E STATÍSTICO DO CONCRETO**

CLASSE DO CONCRETO	E SPECIFICAÇÃO			IDADE DE ENSAIO (dias)	CONTROLE E STATÍSTICO				
	fck (MPa)	idade de controle (dias)	t Student		f <sub>medio</sub> (MPa)	Sd (MPa)	C.V. (%)	fck <sub>estatístico</sub> (MPa)	NÚMERO DE AMOSTRA
A	12	90	0,842	90	16,0	2,49	15,5	13,9	744
B	16	28	1,645	28	14,3	1,85	12,9	11,3	271
			1,282	90	17,6	2,10	11,9	14,9	115
		90	1,282	90	17,7	3,03	17,2	13,8	812
			1,645	28	17,3	2,62	15,1	13,0	75
C	20	28	1,345	90	19,9	1,95	9,8	17,3	15
			1,282	90	23,1	2,94	12,7	19,3	96
D	25	90	1,645	90	30,1	4,86	16,2	22,1	492
E	30	28	1,645	28	33,5	7,85	23,5	20,6	172
		90	1,645	90	38,5	8,22	21,3	25,0	46

Obs.: O controle estatístico refere-se a o período de 30/10/2015 a 22/08/2016 - dados extraídos de relatórios da [REDACTED]

## ORGANIZAÇÃO E CONTROLE DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO

**Desenvolvimento das atividades de construção comuns a todos os tipos de barragens**

No Quadro 1 indicam-se os documentos que integram o plano de construção, e no Quadro 2 resumem-se as principais atividades de construção a desenvolver, cuja sequência em termos gerais se apresenta no fluxograma da Figura 1.

**Quadro 1. Plano de construção Projeto Executivo  
Especificações Técnicas Quantitativos**

**Quadro 2. Atividades de construção. Materiais Locação da obra Canteiro**

**Figura 1. Principais atividades de construção**

Projeto Executivo

Especificações Técnicas

Quantitativos

Plano de Trabalho (cronograma de trabalho)

Tempo previsto para cada atividade com data de início e de conclusão

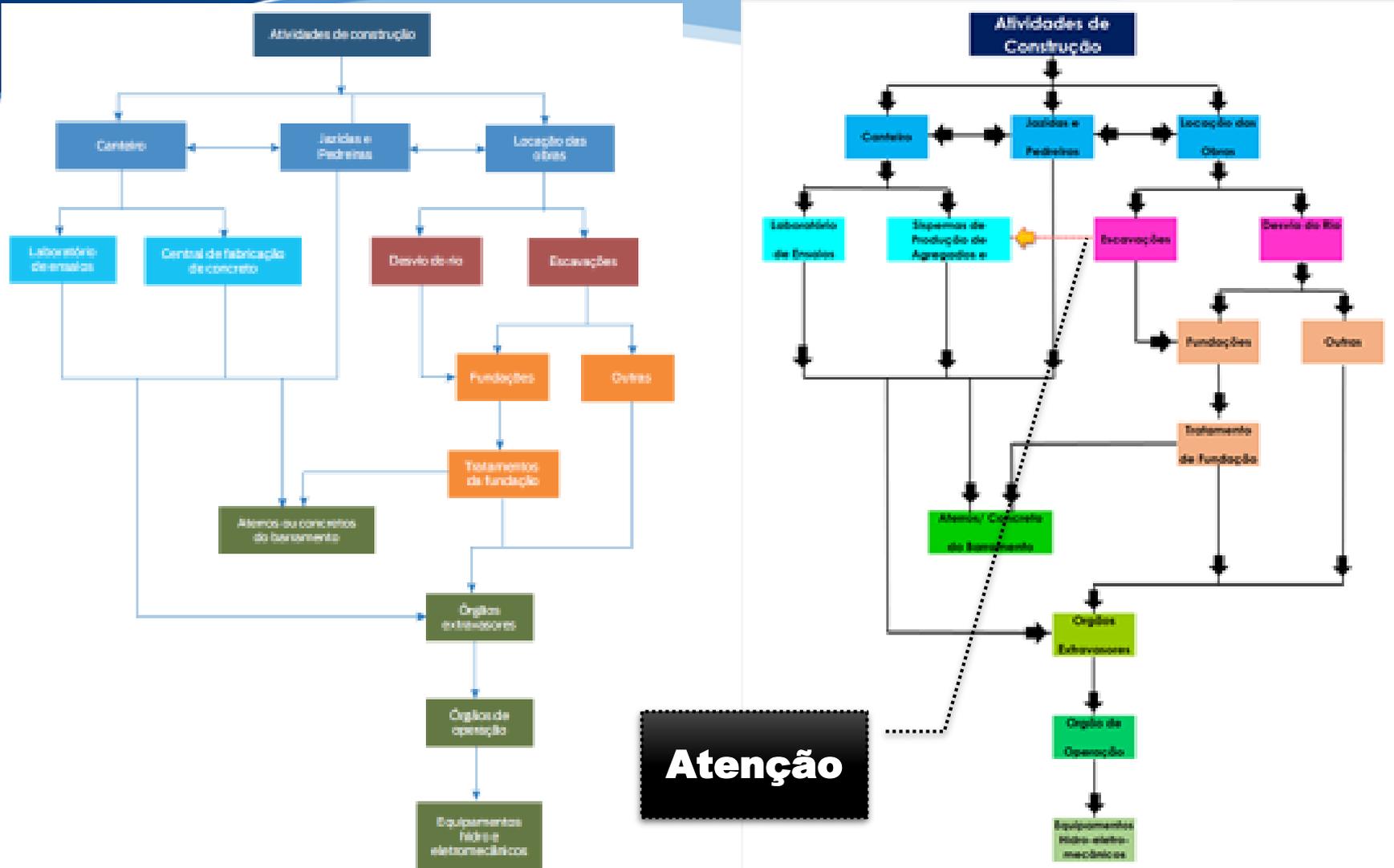
Sequência de todas as atividades relevantes e interdependências das diferentes tarefa

Datas-chave

## **Quadro 1. Plano de construção Projeto Executivo Especificações Técnicas Quantitativos**

Materialis
Locação da obra
Canteiro
Acessos e comunicações
Instalações elétricas do canteiro
Jazidas e pedreiras
Jazidas de solos ou de aluviões
Pedreiras
Desvio do rio
Túneis ou canais
Recintos ensecados sucessivamente
Escavações
A céu aberto
Subterrâneas
Desarborização e desmatamento na área do reservatório
Equipamentos hidromecânicos e eletromecânico e respectivas instalações de comando e controle
Instalações elétricas definitivas

## **Quadro 2. Atividades de construção. Materiais Locação da obra Canteiro**



**Figura 1. Principais atividades de construção**

**PLANO DE CONSTRUÇÃO****Aspecto  
Geral**

O plano de construção engloba **CONTRATO** projeto executivo, especificações técnicas, quantitativos e cronograma de trabalhos, que devem permitir assegurar a qualidade da construção e deve:

O plano de trabalho, visando assegurar a eficácia do cronograma, controle e coordenação executiva da obra, deve:

- Apresentar a sequência de todas as atividades com o tempo previsto para cada uma delas, as datas para início e conclusão de cada atividade e as interdependências das diferentes tarefas;
- Atentar para as implicações que as condições meteorológicas e hidrológicas podem ter nos prazos previstos para as atividades;
- Procurar que o desvio do rio seja realizado na estiagem;
- Prever a instalação do canteiro, munido de laboratórios para recepção e controle tecnológico dos materiais, dos depósitos provisórios e definitivos (botas-foras) e de outras instalações necessárias às obras e a execução e manutenção de acessos;
- Permitir o controle de segurança da obra, sem prejuízo do ritmo de construção;
- Explicitar a sequência de construção das estruturas e do tratamento das respectivas fundações.

O plano de trabalho deve indicar datas-chave, correspondentes à realização de tarefas que condicionem e possam comprometer outras atividades, assim como deve considerar eventuais condicionantes, associadas a aspectos ambientais ou patrimoniais.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

## Materiais

Os materiais devem satisfazer as exigências das especificações técnicas e normas técnicas. As origens dos materiais devem ser indicadas, e as áreas de estocagem devem ser definidas e, atender os aspectos ambientais.

O canteiro deve ter um laboratório adequado à importância do empreendimento, para realizar ensaios de caracterização de materiais previstos nas especificações técnicas.

## Localização da obra

A localização da obra deve estar designada no Projeto. **A empreiteira (CONTRATADA) deve informar à supervisão (COMO?)** é a o início de cada trabalho, com suficiente antecedência, bem como de qualquer discrepância ou desvio, constatado em obra, relativo aos dados de base de implantação do projeto.

A empreiteira (CONTRATADA) deve conservar os marcos e outros elementos de apoio à localização da obra e substituir os marcos que, por necessidade de trabalho, tiverem que ser suprimidos.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

### Quantitativos

Os critérios de medição e de pagamento dos serviços devem ser discriminados nas especificações técnicas e no contrato.

A planilha de orçamento poderá, mediante justificativa, ser ajustada, de acordo com as reais condições encontradas.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

## Canteiro

Acessos e comunicações:

O **empreendedor deve**:

- Garantir que os acessos e vias de circulação sejam mantidas conservadas e limpas;
- Ter vias de circulação próprias para acesso aos locais dos trabalhos;
- Assegurar o cumprimento da legislação relativa às obras e obstáculos ocasionais na via pública;
- Assegurar iluminação adequada nos acessos e vias de circulação;
- Dotar o canteiro de adequadas comunicações com o exterior.

Organização do canteiro:

A localização do canteiro e a definição das áreas a serem ocupadas pelo empreendedor, empreiteiras e fornecedores devem atender à dimensão e complexidade da obra, assim como:

- Acessibilidade ao exterior;
- Acessibilidade às frentes de trabalho;
- Minimização do impacto provocado pela construção;
- Possibilidade de abastecimento de água potável e não potável, águas servidas e de energia elétrica.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

## Canteiro

A localização dos paióis deve ser de forma a mitigar as consequências resultantes de eventuais acidentes, devendo o transporte e a estocagem dos explosivos serem efetuados de acordo com as normas de segurança oficiais.

**Nota: ABORDAR SOBRE A SEGURANÇA FÍSICA-ROUBO DE EXPLOSIVOS**

As instalações destinadas à montagem e reparação de equipamentos, ao laboratório de obra, a escritórios e a postos de primeiros socorros e, ainda, a unidades de caráter social, especialmente dormitórios e habitações, devem ser adequadas às suas finalidades e obedecer às normas técnicas e regulamentos aplicáveis.

O empreendedor deve assegurar que:

- Cumpra a regulamentação para funcionamento do canteiro;
- As instalações provisórias e as estruturas auxiliares sejam removidas ao final dos trabalhos;
- Antes da conclusão da obra seja feita a regularização dos taludes e plataformas, de modo a repor, tanto quanto possível, o aspecto natural dos locais afetados pela construção.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

## Jazidas e pedreiras

As jazidas dos materiais devem ser localizadas no interior do reservatório, e de modo a diminuir a sua distância às obras e a reduzir os impactos ambientais.

No início da construção, devem ser efetuados trabalhos de investigação geotécnica complementar, relativamente ao estudo realizado no projeto.

**Nota ABORDAR SOBRE QUALIDADE RAA, SULFETOS. AGREGADOS CORRESPONDE CERCA DE 75% a 80% MASSA**

## Desvio do rio

O desvio do rio do seu curso natural tem objetiva realizar a obra em condições de segurança, devendo considerar os aspectos seguintes:

- A área e o regime hidrológico da bacia hidrográfica;
- As condições morfológicas e geológicas do local;
- O tipo de barragem a construir;
- As consequências de eventual ruptura de qualquer parte da obra

**EXEMPLOS NA PARTE DO PROJETO**

Como se trata de obras provisórias, são projetadas para vazões no rio com tempos de recorrência limitados (20, 50 anos, no máximo) ponderando o risco da ocorrência de uma cheia superior à considerada para essa fase.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

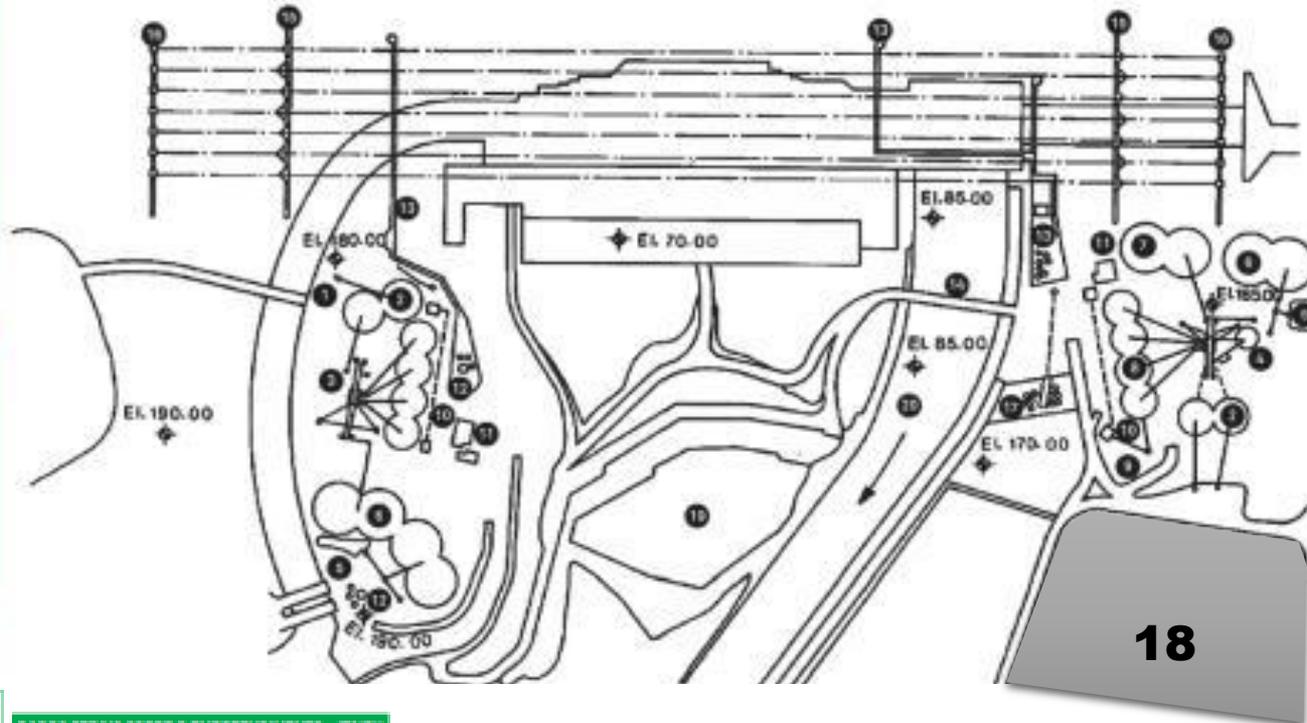
### Depósitos provisórios (bota-espera) e definitivos (bota-fora)

Os locais para depósitos provisórios (bota-espera) e definitivos (bota-fora) devem **ser escolhidos, de modo que (NOTA: DEVE ESTAR DEFINIDO NO PROJETO):**

- Não prejudiquem o curso natural do rio;
- Não prejudiquem o funcionamento das tomadas de água, assim como dos vertedouros e outros órgãos de operação;
- Não agravem o efeito das cheias;
- Não originem instabilidade de taludes;
- Não dificultem as atividades de controle de segurança da obra;
- Minimizem os aspectos negativos do impacto ambiental e paisagístico.

2

DADOS GERAIS SOBRE O EMPREENDIMENTO - ITAPU



2

DADOS GERAIS SOBRE O EMPREENDIMENTO - ITAPU

**Canteiro de obra – disposição geral**

No. Área/Instalação	No. Área/Instalação
1 Britadores Primários	11 Sistema de Refrigeração
2 Estoque de Compensação (Pulmão)	12 Centrais de Concreto
3 Britadores Secundários/Terciários/Quaternários	13 Monovias para transporte das caçambas de concreto
4 Estoque Intermediário	14 Ponte de Serviço
5 Recepção e Alimentação de Areia Natural	15 Cabos Aéreos
6 Estoque de Areia Natural	16 Caminho de Rolamento e Reação dos Cabos Aéreos
7 Estoque de Areia Artificial	17 Estoques de Cimento e Cinzas Volantes
8 Estoques dos Agregados Graúdos	18 Estoque de Basalto Denso e São para a produção de agregados
9 Rapeneiramento e Lavagem dos Agregados	19 Ensecadeira de Jusante
10 Galeria de Refrigeração de Agregados	20 Canal de Desvio

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

### Escavações

Aspectos gerais: As escavações devem ser executadas de acordo com o projeto geotécnico e com as técnicas e práticas recomendáveis, atendendo às especificações técnicas. Devem ter um programa de acompanhamento executivo, ajustado à dimensão das escavações e previamente aceito.

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

### Escavações- Escavações a céu aberto

Deve ser feita a previsão dos tipos de materiais a serem escavados, e sua classificação, de acordo com a categoria de escavação, em especial, a avaliação dos volumes envolvidos e sua distribuição ao longo da escavação, complementado preferencialmente por seções e mapas que permitam uma visualização adequada para o planejamento executivo



A Figura 4 ilustra uma grande escavação a céu aberto, em maciço rochoso **Nota: Escavações de Campos Novos**  
**BRASIL**



A **Figura 4** ilustra uma grande escavação a céu aberto, em maciço rochoso **Nota; Escavações de ITAIPU**

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

### Escavações a Céu Aberto- Classificação

**(CUIDADO Comentar)**

Deve ser feita a previsão dos tipos de materiais a serem escavados, que podem ser classificados em:

<b>Categoria 1:</b>	Material comum, incluindo todos os materiais que possam ser escavados sem a necessidade do uso de bico de lâmina ou escarificador de trator pesado (tipo D8) e que não estejam saturados;
<b>Categoria 2:</b>	Material escarificável, incluindo todos os materiais que exijam o uso sistemático de bico de lâmina e escarificador de trator pesado (D8) e eventual uso de fogacho;
<b>Categoria 3:</b>	Rocha, incluindo os materiais que só podem ser escavados com detonação de explosivos;

**Nota: D8- é Tipo de uma Marca-  
O correto é colocar Peso & Potencia**

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

### Escavações a Céu Aberto- Dimensionamento

O processo de dimensionamento e execução do plano de perfuração, plano de fogo, carregamento e ligação do desmonte devem garantir os limites de escavação definidos no projeto, a preservação do maciço rochoso remanescente e das estruturas de concreto e/ou terra e rocha, localizadas dentro dos limites de influência das detonações

**Figura 5. Escavação com proteção em rede metálica.**

**Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA**

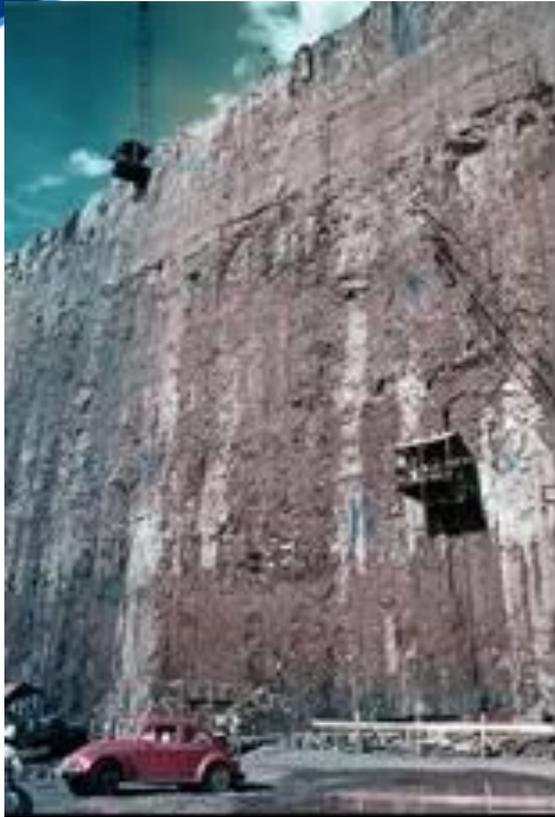
**Figura 6. Remoção de blocos soltos. Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA**

**Figura 7. Projeção de concreto. Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA**

**Figura 8. Aplicação de chumbadores após concretagem. Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA**

**Figura 9. Viga de ancoragem ativa. Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA**

### **FOTOS DE ITAIPU**



## PLANO DE CONSTRUÇÃO

## Escavações subterrâneas

A seleção dos métodos de escavação, dos processos de execução e do grau de mecanização deve ser feita considerando as condições geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas dos maciços rochosos, a dimensão das seções, a extensão e outros condicionamentos da obra

Figura 10. Escavações subterrâneas. Túnel. Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA

Figura 11. Escavações subterrâneas. Poço. Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA

Figura 12. Escavações subterrâneas. Remoção de blocos soltos. Fonte: COBA, S. / Banco de Imagens ANA

Com base nos elementos de projeto, as superfícies escavadas devem apresentar-se estáveis e devem ser instalados os elementos de suporte quando necessário, de tal modo ou sequência que evitem a desintegração e a perda de estabilidade do maciço rochoso envolvente das seções escavadas.

Não deve ser permitida a interrupção temporária dos trabalhos em qualquer frente ou em toda a obra, sem que sejam instalados e assegurado o funcionamento de todos os dispositivos necessários à manutenção das condições de segurança de pessoas e bens



## PLANO DE CONSTRUÇÃO

<b>Mapeamento geológico e classificação geotécnica do maciço rochoso</b>	Simultaneamente com o avanço das escavações subterrâneas ou a céu aberto, deve ser feito o mapeamento geológico e a caracterização geotécnica de todas as superfícies escavadas, pelo que, e em função da dimensão da obra, técnicos qualificados e com experiência para o desenvolvimento desse trabalho
<b>Desmatamento do reservatório</b>	A desarborização e o desmatamento devem ser precedidos de um levantamento que identifique o tipo, densidade e distribuição da vegetação, a morfologia e cobertura dos solos e as condições de acesso aos vários locais

## PLANO DE CONSTRUÇÃO

### Equipamentos

No projeto executivo dos equipamentos hidromecânicos e respectivas instalações de comando e controle, elaborado de acordo com a legislação em vigor, devem estar devidamente justificadas as soluções adotadas e indicadas as características dos materiais a utilizar e os tratamentos previstos, bem como um plano de operação e manutenção dos equipamentos hidromecânicos e respectivas instalações de comando e controle, com indicação das ações a serem realizadas e a respectiva periodicidade

### Instalações elétricas definitivas

As instalações elétricas definitivas da obra devem ser executadas, de acordo com o projeto, respeitando as normas, regulamentos e demais legislações em vigor.

Essas instalações devem garantir os níveis de operacionalidade e segurança dos equipamentos e infraestruturas a que se destinam, respeitando as disposições dos respectivos regulamentos específicos.

**BARRAGENS DE ATERRO (SOLO E ENROCAMENTO)-  
OUTRO ESPECIALISTA**

## BARRAGENS DE CONCRETO

### Generalidades

Os agregados utilizados na fabricação de concretos devem obedecer às especificações técnicas.

Ensaio de controle sobre amostras coletadas na origem, bem como a determinação da granulometria, do peso específico, do coeficiente de forma e da reação aos álcalis  
**(Nota: COMENTAR Argilo Minerais; SULFETOS e o fato dos agregados serem 75 a 80% da massa do concreto).**

### Cimentos, pozolanas e cinzas volantes

Os tipos de cimentos, pozolanas e cinzas volantes a serem utilizados na fabricação de concretos, bem como as suas características e os respectivos ensaios de controle de qualidade, devem obedecer às especificações técnicas e às normas técnicas e regulamentos em vigor.

O transporte, descarga e estocagem desses materiais devem obedecer às especificações, normas técnicas e regulamentos em vigo

## BARRAGENS DE CONCRETO

<b>Água</b>	A água a ser utilizada deve ser submetida a análises periódicas para determinação das suas características físicas e químicas, bem como manuseadas e estocadas, de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis.
<b>Aditivos</b>	<p>A seleção e estocagem dos aditivos devem respeitar as especificações técnicas e as normas e regulamentos aplicáveis.</p> <p>O controle de qualidade, do material, dos recipientes, depósitos e dosadores, deve respeitar o disposto nas especificações técnicas, bem como nas normas e regulamentos aplicáveis</p>
<b>Aços</b>	<p>Os tipos de aço a serem utilizados em armaduras passivas ou ativas, as suas características e utilização devem obedecer às especificações técnicas e às normas técnicas e regulamentos aplicáveis.</p> <p>As estruturas metálicas, definitivas ou provisórias, devem satisfazer às especificações técnicas e obedecer às normas e regulamentos aplicáveis, quanto aos aços e à execução e montagem das estruturas.</p>

## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

### Composição dos concretos

As composições dos concretos barragens devem respeitar as especificações técnicas e as normas técnicas e regulamentos aplicáveis, e devem ser estudadas visando satisfazer às exigências de qualidade na construção, em especial, quanto à resistência mecânica e química), deformabilidade, permeabilidade, trabalhabilidade, durabilidade, características térmicas, dimensão máxima dos agregados e processo de colocação.

Figura 25. Barragem de concreto convencional (Barragem de Ribeiradio, Portugal). Fonte: COBA, S.A / Banco de Imagens ANA

**BARRAGEM HIDRELÉTRICA DE TUCURUI**



## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

### Fabricação do concreto

Na fabricação do concreto devem ser respeitadas as disposições do projeto e das especificações técnicas, bem como as normas técnicas e regulamentares aplicáveis.

O transporte dos componentes dos lugares de estocagem para a central de fabricação deve ser feito de modo a não alterar as suas características, e a quantidade de concreto fabricado deve ser exclusivamente a necessária para cada lançamento.

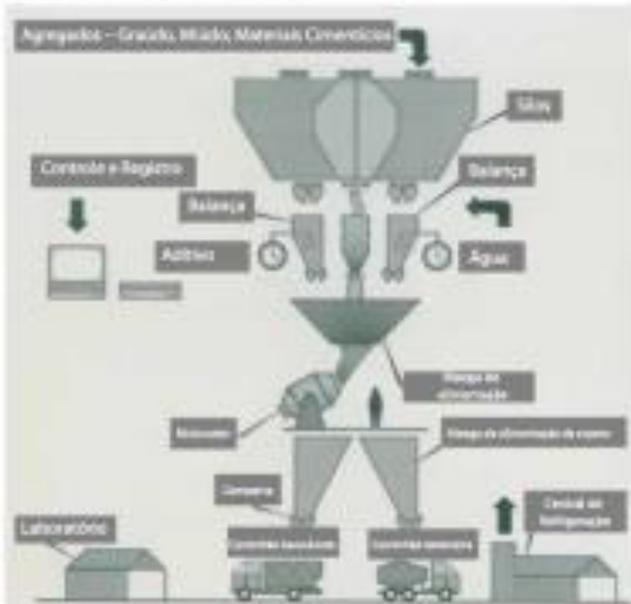
Figura 26. Esquema de uma central de fabricação de concreto. Fonte: EDIA, S.A.

**ESQUEMA ILHA SOLTEIRA E ITAIPU**

**9.3. PRODUÇÃO DE CONCRETO**

**9.3.2. Tipos de Sistema de Produção de Concreto**

**9.3.2.5. Instalações**



Um fluxograma de uma instalação de dosagem vertical para produção de concreto massa



Duas instalações verticais de produção de concreto (cada uma produzindo 200m<sup>3</sup>/hora) com uma betoneira central basculante que foram usadas por mais de 40.000 horas para produzir mais de 8.000.000 m<sup>3</sup> de concreto massa em 4 grandes barragens no Brasil - 1966 até 1960 (Barragem de Ihu Solteira - foto por Andriolo)



Três instalações verticais de produção de concreto (cada uma produzindo 200m<sup>3</sup>/hora) com uma betoneira central basculante que foram usadas por mais de 40.000 horas para produzir mais de 8.000.000 m<sup>3</sup> de concreto massa em Itaipu (margem esquerda) - Brasil - 1977 até 1983 (Barragem Itaipu - foto por Andriolo)

## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

### Transporte, lançamento e compactação do concreto

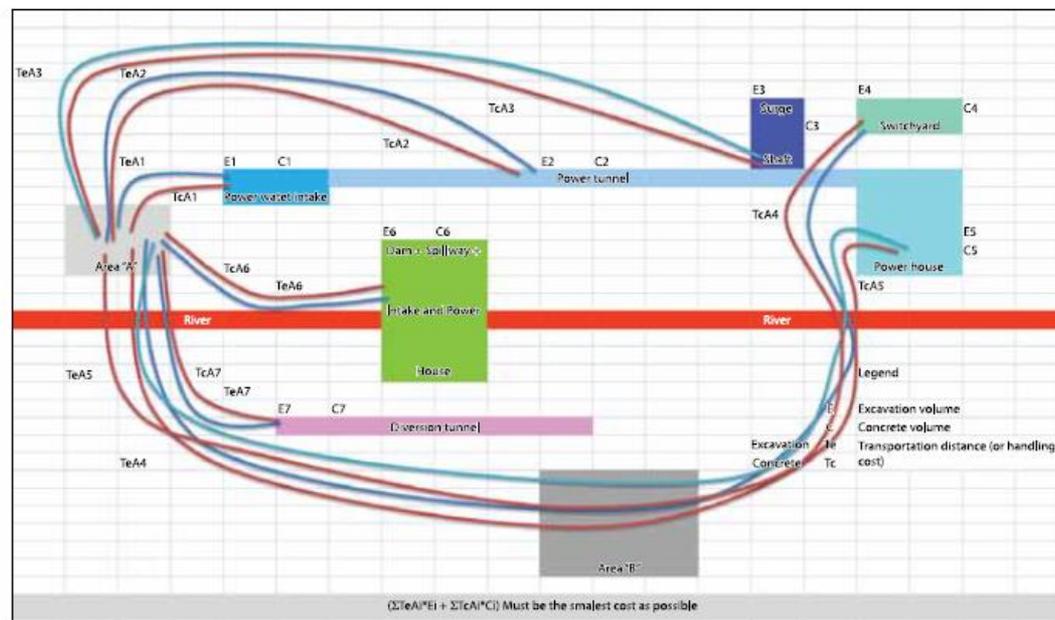
Para o transporte, lançamento e adensamento do concreto, devem ser respeitadas as disposições do projeto e das especificações técnicas, bem como das normas técnicas e regulamentares aplicáveis.

O lançamento e compactação do concreto devem ser precedidos de autorização da supervisão da obra, após verificar o cumprimento das condições necessárias para garantia da qualidade na construção.

**Gráficos do Momento de Transporte e Do Fluxo de Transporte**

## 9.3. PRODUÇÃO DE CONCRETO

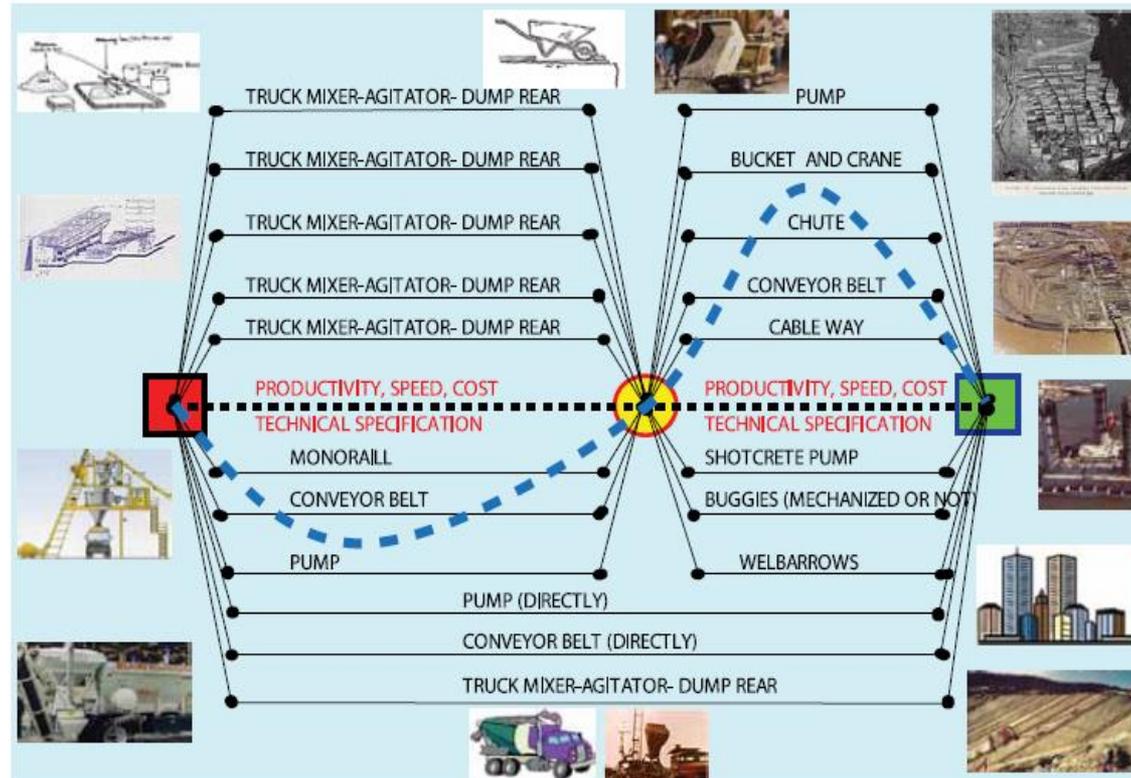
### 9.3.1. Geral



Em grandes construções, um fluxograma tal qual o mostrado acima (e mencionado no Capítulo 4) deve ser usado para ajudar a decidir o plano e as distâncias consideradas para transportar agregados e concretos, assim como outros materiais importantes.

## 9.3. PRODUÇÃO DE CONCRETO

### 9.3.1. Geral



## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

### Superfícies de fundação

- As superfícies correspondentes a feições, como sejam diaclases ou planos de estratificação ou xistosidade, devem apresentar rugosidade que garanta adequada aderência;
  - A rocha adjacente a feições, que tenham sido removidas, não deve ficar danificada pelos trabalhos associados à remoção;
  - As cavidades eventualmente existentes devem ter sido limpas com jateamento de ar e água, a superfície tornada rugosa, com apicoamento, e preenchidas com concreto.

### Superfícies das juntas de concretagem (construção)

As juntas de concretagem **(construção)** devem ser tratadas, de forma a assegurar o monolitismo e estanqueidade da estrutura, respeitando as disposições das especificações técnicas, normas técnicas, regulamentos e práticas aplicáveis.

## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

### Forma

As formas e as respectivas estruturas de montagem, obedecendo às formas geométricas das estruturas estabelecidas no projeto, devem ser concebidas, executadas e convenientemente posicionadas, em conformidade com as especificações técnicas, normas técnicas e regulamentos aplicáveis.

As formas para as superfícies de concreto, que vão estar em contato com fluxos de água de alta velocidade, devem cumprir com as tolerâncias especificadas.

### Juntas de contração e injeções

A estanqueidade das juntas é garantida por dispositivos definidos no projeto e colocados de acordo com as respectivas especificações técnicas.

Para assegurar o comportamento tridimensional das estruturas, podem ser utilizadas juntas de contração denteadas e/ou proceder à injeção das juntas. Essa injeção deve ser realizada de acordo com as disposições do projeto e das especificações técnicas, com vistas a garantir a segurança da estrutura

**Nota**

**DEBATER ESSE TEMA**

**BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL****Cura do concreto**

A cura do concreto deve ser realizada, de modo a evitar a perda da água necessária à hidratação do cimento e estabelecer um ambiente propício à troca de calor anterior à temperatura máxima a ser atingida

**Desforma**

As operações de desforma devem efetuar-se de acordo com as especificações técnicas e as normas técnicas e regulamentos aplicáveis. (**DEFORMAÇÕES E FLUXO**)

**Colocação do concreto em tempo de chuva ou de frio  
(CLIMA ADVERSO)**

Em zonas de clima adverso (**Frio, Árido, Quente, Chuva**) As concretagens e as superfícies devem receber proteções especiais.

## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

Dissipação do calor de hidratação e refrigeração dos componentes do concreto

Nos casos em que é utilizado um sistema de refrigeração artificial, em geral, constituído por serpentinas embebidas no concreto, nas quais se faz circular água fria, a configuração desse sistema e os procedimentos relativos à sua montagem, manobra e controle devem ser definidos no projeto e nas especificações técnicas

**Nota: O PÓS RESFRIAMENTO NÃO É PRÁTICA BRASILEIRA**

**CONCRETO  
PRÉ-REFRIGERADO  
NO BRASIL:  
Uma Evolução com  
mais de 20 Anos**



**Francisco Rodrigues Andriolo  
Tadeusz M. Skwarczynski**

## BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL

<b>Plano de concretagem</b>	<p>Na elaboração do plano de concretagem, devem ser considerados:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• As cotas de todas as camadas de concretagem;</li><li>• Os intervalos de tempo mínimo e máximo entre a realização de camadas consecutivas;</li><li>• As datas de início e conclusão dos trabalhos, as datas-chave e os períodos previstos para a montagem dos equipamentos;</li><li>• A sequência da construção prevista no projeto;</li><li>• A capacidade para a fabricação, transporte e lançamento do concreto;</li><li>• A eventual necessidade de atrasar a construção de alguns blocos, de modo a permitir a passagem de vazões de cheia;</li><li>• As épocas do ano em que se efetuam as concretagens;</li><li>• Compatibilização entre as atividades de controle dos concretos lançados e de monitoramento e instrumentação da obra, bem como com os resultados do rompimento de corpos de prova.</li></ul>
-----------------------------	---

## BARRAGENS DE CONCRETOCOMPACTADO A ROLO (CCR)

### Consolidação, impermeabilização e drenagem

O tratamento dos maciços rochosos de fundação das barragens de concreto, em especial, **a consolidação**, a impermeabilização e a drenagem têm por objetivos:

- A consolidação, melhorar em especial as características mecânicas do maciço;
- A impermeabilização, controlar a percolação da água no maciço;
- A drenagem, recolher a água de percolação, de modo a controlar os gradientes hidráulicos e a subpressão na base da barragem e em eventuais superfícies de deslizamento potencial do maciço.

**BARRAGENS DE CONCRETO COMPACTADO A ROLO (CCR)****Composição  
dos concretos****ANÁLOGAS AS DO CONCRETO CONVENCIONAL  
FOTOS BRASILEIRAS (145 BARRAGENS DE CCR)**

Figura 27. Barragem de concreto compactado a rolo (CCR).  
Barragem do Mamoeiro, CE. Fonte: COBA, S.A / Banco de  
Imagens ANA

Figura 28. Barragem de concreto compactado a rolo (CCR)  
(Barragem de Pedrógão, Portugal). Fonte: LNEC / Banco de  
Imagens ANA

**ACAUÃ****CASTRO ALVES****FUNDÃO****JOÃO LEITE**

## BARRAGENS DE CONCRETOCOMPACTADO A ROLO (CCR)

### Bloco experimental

Antes do início da construção **deve ser construído** um bloco experimental, em local acordado entre a empreiteira e a supervisão para a realização de ensaios e aferir os parâmetros de construção, **em especial, dos parâmetros com maior dificuldade de caracterização na fase de projeto.**  
**(Nota: E A EXPERIÊNCIA DO PROJETISTA?)**

O bloco experimental deve ser realizado com os equipamentos de fabricação, lançamento e compactação semelhantes aos que vão ser utilizados na construção da barragem

Figura 30. Aspectos da construção de blocos em CCR.  
Fonte: EDIA, S.A / Banco de Imagens ANA

Quadro 5. Ensaio correntes de caracterização dos materiais constituintes do concreto(\*).

ATERRO EXPERIMENTAL EM ITAIPU- 1978



## ENSAIOS CORRENTES DE CONTROLE NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS. TIPO DE CONCRETO ENSAIOS NORMATIZAÇÃO

Ensaio/ Característica/Propriedade	CONCRETO CONVENCIONAL		CONCRETO COMPACTADO COM ROLO	
	Concreto		Concreto	
	Estado Fresco	Endurecido	Estado Fresco	Endurecido
Teor de ar incorporado	X			
Massa específica	X		Z	
Trabalhabilidade/Abatimento (“Slump test”)	X			
Espalhamento no cone de Abrams (“Slump Flow Test”)	X			
Ensaio Vebê			Z	
Ensaio Vebê modificado “Cannon Time			Z	
Início e fim de pega	X		Z	
Temperatura	X		Z	
Densidade in situ com densímetro nuclear			Z	
Resistência à compressão uniaxial em corpos de prova		Y		W
Resistência à tração em corpos de prova		Y		W
Módulo de elasticidade em corpos de prova		Y		W
Extração de testemunhos e determinação de para Resistência à compressão uniaxial e tração				W
Extração de testemunhos e determinação de para Módulo de elasticidade				W



**MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO****Monitoramento e instrumentação**

Na fase de construção, o Plano de Monitoramento e Instrumentação integrado no projeto deve ser convenientemente adaptado, para levar em consideração as reais condições encontradas na obra, e complementado com as especificações relativas à instalação e uso dos instrumentos a serem instalados e respectivos acessórios, bem como aos procedimentos a seguir na utilização e manutenção desses instrumentos e acessórios.

**Adaptação do Plano de Monitoramento e Instrumentação**

No decurso da construção, podem ocorrer situações que, impliquem alterações ao Plano de Monitoramento e Instrumentação estabelecido no projeto, tais como:

- Alterações do projeto que obriguem a mudar a localização ou o tipo dos dispositivos de instrumentação previstos;
- Comportamentos anômalos que impliquem a instalação de instrumentos não previstos;
- Avarias dos instrumentos, devido a deficiente instalação ou em resultado dos processos construtivos.

A aplicação dos procedimentos ou as alterações devem ser objeto de um relatório pormenorizado, a ser elaborado pelos responsáveis pela adaptação do plano de monitoramento e instrumentação. Esse relatório deve ser integrado no Plano de Segurança da Barragem

**Inspeções de segurança**

Antes de dar início ao primeiro enchimento do reservatório, de acordo com o Plano de Enchimento do Reservatório deve ser realizada uma inspeção de segurança especial.

## PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

De acordo com a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, o empreendedor deve constituir o Plano de Segurança da Barragem, incluindo as informações gerais relativas ao empreendimento e à estrutura organizacional do empreendedor, a documentação técnica do empreendimento, os planos e procedimentos de operação e manutenção e respectivos registros e controles, o PAE (nas obras em que é requerido), e as revisões periódicas de segurança.

Este Plano deve estar devidamente constituído com toda a informação recolhida até ao final da construção, com vista ao apoio das atividades de controle de segurança durante o enchimento do reservatório).

No caso de barragens fiscalizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), a organização do Plano de Segurança da Barragem