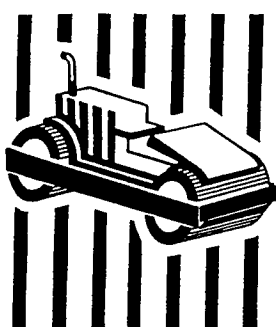




Barragens em CCR - Especificações Técnicas :
Pontos de Interesse, Conflito e Discussões

II SEMINÁRIO NACIONAL DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO

ANAIIS
1996



II SEMINÁRIO NACIONAL DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO

BARRAGENS EM CCR - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS : PONTOS DE INTERESSE , CONFLITO E DISCUSSÕES

ANTONIO FERNANDO KREMPEL
COPEL - Companhia Paranaense de Energia S/A

FRANCISCO RODRIGUES ANDRIOLO
Consultor
Andriolo Ito Engenharia S/C Ltda

RESUMO

O trabalho pretende debater os pontos de conflitos nas Especificações Técnicas para a execução de obras em Concreto Compactado com Rolo-CCR. Faz uma análise e estabelece um debate sobre as tendências e práticas usuais.

Os autores apresentam sugestões para os pontos de conflito ou duvida.

1- APRESENTAÇÃO

As Especificações Técnicas de certa maneira refletem o grau de conhecimento técnico do grupo que envolve o projeto de uma obra, como também, estabelece disciplinas e requisitos que contemplam o grau de certeza que se espera ter da execução da obra ou de parte dela, e da expectativa que se possa ter quanto a Qualidade, refletida pelo Controle de Qualidade e de suas Variações.

Assim é que por exemplo, algumas especificações de obras de concreto de barragens , há mais de 30 anos requeriam, para o tratamento das juntas de construção entre camadas a conformação de ranhuras "chavetando" as juntas.

Algumas, outras especificações, em outros países, ainda não permitem o transporte de concretos por esteiras, ou a remistura nos caminhões betoneiras (entenda-se apenas remistura, e não a redosagem com adição de água além da estabelecida no "traço").

Em outros locais, também, não raramente os concretos massa têm suas resistências especificadas para a idade de 28 dias, mesmo quando a estrutura está planejada para ser solicitada à mais de 1 ano.

Outras vezes considera-se que "concreto impermeável" é o que possui alto consumo de aglomerante, esquecendo-se da fissuração decorrente do aspecto térmico intrínseco.

Neste trabalho os autores procuram debater alguns pontos de interesse e, às vezes, de conflito, quanto às Especificações para obras em CCR.

2- MATERIAIS

2.1- Gerais

Como o CCR tem uma consistência seca, para ser adensado com rolos vibratórios, a dosagem do CCR difere daquela dos concretos convencionais (CVC) e a escolha dos materiais deve ser feita de modo a atender às características estabelecidas para a mistura a ser dosada.

É importante tomar precauções para evitar a segregação e obter a máxima compacidade.

Nota- É importante que no estabelecimento das especificações para os materiais do CCR (Concreto Compactado com Rolo) e CVC (Concretos Convencionais), estas possam ser compatibilizados, para não haver duplicidade de controle e ônus adicionais

2.2- Aglomerante

Tipo- A escolha do tipo de cimento deve ser feita com base em:

- geração de calor, desenvolvimento de resistência, sanidade, compatibilidade com os agregados (principalmente quanto às Reações Álcalis-Agregado);
- disponibilidade de material pozolânico próximo à obra;
- inclusão ou não de finos ativos.

Estocagem- Algumas especificações indicam a capacidade mínima de estocagem. Entretanto, é importante lembrar que essa capacidade mínima deve refletir todas as dificuldades no suprimento e na demanda. Assim é que uma obra no interior da Amazônia deverá ter um estoque mínimo, proporcionalmente maior que o de uma obra de mesmas dimensões, localizada próxima aos centros produtores de cimento.

A exigência quanto a estocagem do cimento deve considerar:

- distância do fornecedor à obra;
- ciclo do sistema de transporte;
- temperatura de fornecimento;
- uniformidade-tempo para a liberação, considerando a possibilidade ou não de contar com os ensaios no Fornecedor, ou os ensaios de pré-qualificação.

Material Pozolânico- O emprego de Materiais Pozolânicos no CCR deve ser avaliado com base nos ensaios e vantagens técnico-econômicas.

A especificação de grandes quantidades de Material Pozolânico para o CCR, deve considerar a quantidade de hidróxidos liberados durante a hidratação do cimento e a respectiva Atividade Pozolânica que se estabelece entre o cimento a ser usado e o material.

Isso diz respeito aos ganhos de resistências e de inibição de reações expansivas.

A utilização de um material nobre, apenas como "filler" deve ser avaliada economicamente.

Outro ponto a considerar na escolha do Material Pozolânico é o da garantia de suprimento e de estocagem mínima

Parâmetros Técnicos- Adotar Normas usuais.

2.3- Agregados

A escolha e controle granulométrico dos agregados para o CCR é de extrema importância devido à repercussão das variações na uniformidade do CCR.

Origem- A definição da fonte e das dimensões dos agregados levam o Construtor a definir seus equipamentos e infra-estrutura para a produção dos agregados e, decorrente, disso os seus custos. Dessa forma é de extrema importância que essa escolha seja feita com cuidado e detalhadamente.

É comum se observar em especificações, citações do seguinte tipo: *"as investigações das fontes dos agregados estão em andamento e serão definidas no transcorrer da construção da obra"*. Isso pode levar a transtornos técnicos e econômicos.

Há outras especificações que deixam a escolha e definição da jazida para o Construtor, sendo que a qualidade do produto deve atender aos requisitos especificados. Isso não tira a autonomia da Fiscalização no aspecto técnico, e facilita o aspecto Gerencial do Contrato.

Tamanho Máximo- O CCR tem sido produzido com agregados de D_{max} entre 25 mm e 150 mm, entretanto as tendências atuais mostram uma preferência para o intervalo $50mm < D_{max} < 63$ mm.

D_{max} superior a 63mm provoca segregações sistemáticas, sem vantagens econômicas (como as que se observa nos CVC, quando do aumento do Tamanho Máximo do agregado). D_{max} inferior a 50mm, aumenta a demanda de agregado miúdo (areia) o que pode onerar a mistura.

Curva Granulométrica e Teor de Finos- A curva granulométrica composta, normalmente adotada para a mistura do CCR, é do tipo $p = [d / D_{max}]^x (100 \pm 5) \%$ sendo:
p = porcentagem de material menor que “d”;
d = dimensão da abertura da peneira;
 D_{max} = Tamanho máximo nominal;
x = expoente, normalmente 1/3.

A curva granulométrica composta pode ser obtida da combinação de várias gamas granulométricas individuais. Para D_{max} ao redor de 50mm é comum adotar-se 3 frações (um agregado miúdo e duas frações graúdas 50-25, e 25-5mm). Isso entretanto deve ser compatibilizado com as demandas de agregados para os concretos convencionais.

A curva granulométrica acima citada leva a um teor de materiais menores que 0,15mm ao redor de 14%, e menores que 0,075mm ao redor de 11%, ao se considerar um D_{max} =50mm. Dessa maneira ao se adotar uma mistura com cerca de 2000 Kg/ m³ de agregados no CCR, haverá uma necessidade de cerca de 220 Kg/m³ de “finos” (material inferior a 0,075mm), que pode ser obtido pela a inclusão de grande quantidade de material pozolânico ou do próprio material decorrente do beneficiamento do agregado, desde que a plasticidade desses finos não seja prejudicial ao CCR.

Forma- A importância da forma dos agregados se faz sentir no proporcionamento da mistura. A exigência de forma cúbica é uma preferência.

Tanto a Granulometria como a Forma, têm relevante importância na uniformidade de CCR. Ou seja, uma granulometria ou forma em desacordo com a curva ou o limite especificado, porém com pequena dispersão é menos prejudicial que a obediência às especificações, mas com grande dispersão.

O Construtor deverá estar atento à disponibilidade de equipamentos adequados, e compatíveis com as características da rocha disponível para produzir agregados.

Densidade- A densidade (normalmente citada quando se deseja referir-se ao Peso Específico) dos agregados é de importancia relevante ao se

adotar um Peso Específico elevado para a estabilidade da barragem.

Como nas dosagens de CCR os agregados compõem cerca de 80% a 85% da massa, é de considerar que ao se requerer $\gamma > 2,4 \text{ tf/m}^3$ para o CCR, os agregados devam ter $\gamma > 2,6 \text{ tf/m}^3$.

A não disponibilidade de agregados com $\gamma > 2,6 \text{ tf/m}^3$ mostra a necessidade de se considerar outro valor na análise de estabilidade e providências decorrentes no Projeto. Entretanto não é uma condicionante eliminatória, mas que apenas deve ser considerada.

Sanidade- O conhecimento da sanidade dos agregados deve ser feito com antecedência ao início da obra, de tal sorte a possibilitar a tomada de providências. Assim é que a verificação do comportamento quanto aos álcalis do cimento, expansividade e desagregação quanto à presença de argilo-minerais, que são ensaios de longa duração merecem cuidados especiais.

Resistência Mecânica e ao Desgaste- em Projetos de barragem a exigência de elevada resistência mecânica para o agregado não é condicionante primordial, visto que as resistências requeridas são baixas (inferiores a 15 MPa). A resistência ao desgaste por abrasão também não se mostra relevante, para os casos normais de barragens, exceto quando o CCR vá ser utilizado para suportar a passagem d'água.

Absorção e Umidade- São parâmetros de extrema importância para a uniformidade do CCR. O conhecimento e domínio do “teor de água” existente nos agregados possibilita maior domínio sobre a “umidade” ou teor de água do traço de CCR. No ajuste do teor de água dos CVC, esse conhecimento é importante para compatibilização com o grau de trabalhabilidade desejado. No CCR, como o conceito de consistência é, ainda, deficiente, o domínio da água de mistura torna-se muito mais importante.

2.4- Aditivos

Até a década passada (80) não se fez uso de aditivos para o proporcionamento de CCR. Entretanto a partir do uso do próprio CCR, com dosagem diferenciada, como elemento de estanqueidade no paramento de montante de barragens [1][2], bem como o emprego de aditivo incorporador de ar para o CCR de barragens construídas em zona de clima frio [3], é importante que sejam avaliados os benefícios

de cada um dos tipos de aditivos e a adoção de especificação correspondente.

2.5- Água

São adotados os mesmos requisitos empregados para o CVC.

3- INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

3.1- Generalidades

De maneira geral as especificações técnicas devem conceituar o “**produto**” e não o “**processo**”, ou seja, não se faz conveniente que se indique nas especificações um determinado tipo de equipamento, mas sim, que o “produto” que o equipamento venha a produzir cumpra com requisitos de interesse.

3.2- Capacidade

Este é um ponto bastante debatido. A conveniência de se colocar em uma especificação a capacidade do equipamento a ser utilizado.

Essa situação é tradicional nas especificações no Brasil, e não raras vezes, os equipamentos não refletem as necessidades dos cronogramas e planejamentos.

Por outro lado, o Planejamento, o Cronograma de Construção e Histogramas de demandas de materiais, “**devem ser aprovados pela Fiscalização** “. Disso resulta uma aprovação quanto a própria consistência e capacitação do Construtor e de seus equipamentos, em executar os trabalhos do Contrato.

Dessa maneira os equipamentos devem atender ao Cronograma Contratual, ou de Licitação, com as reservas demonstradas na memória técnica do Construtor. Deve ser enfatizada a **responsabilidade** do Construtor quanto a sua capacidade de executar o serviço e não “**tutelar**” sua capacidade.

3.3- Tipos

Vale, neste item, a mesma conceituação expressa em 3.2. Chama-se a atenção para os comentários citados no item 2.3.

3.4- Pré-qualificação, Calibração, e “Posta em Marcha”

A prática de se especificar a realização de Aterros Experimentais, para o CCR, tem sido benéfica na adequação e verificação do desempenho dos equipamentos. Isso deve ser feito com uma antecipação mínima de 90 dias em relação ao início da execução do CCR.

A pré-qualificação deve considerar:

- facilidade de correções e ajustes;
- reprodutibilidade de valores;
- dispersões;
- facilidade de ações;
- automatismo de registros e gravações.

3.5- Sistema de Produção de Agregados

O sistema deve ser adequado para produzir os agregados de tal modo a atender ao D_{max} requerido e à curva granulométrica estabelecida, com as condições técnicas citadas e nas quantidades que cumpram com o Cronograma.

A capacidade de estocagem deve ser compatível com a capacidade de produção e da demanda estabelecida no Cronograma. Nessa situação o conhecimento sobre o desempenho de cada componente do sistema e a condição de reposição de peças, condição do mercado, é importante para o Planejamento do Construtor.

3.6- Sistema de Produção de CCR.

Qual a necessidade de se requerer misturadores contínuos para o CCR ? E não raras vezes, com a indicação da marca.

É mais importante que a uniformidade do CCR produzido pelos misturadores (seja de qualquer tipo que se empregue) esteja garantida.

Os misturadores contínuos normalmente requerem menor tempo para misturar um mesmo volume que os misturadores tipo tronco-cônico basculantes.

Os misturadores tipo planetário normalmente se adequam para concretos com $D_{max} < 38mm$. Os misturadores forçados com duplo eixo árvore, permitem produzir CCR e CVC, com pequeno ciclo de mistura (cerca de 45 segundos para 3 m³). São utilizados pelos japoneses e espanhóis. Os misturadores tronco-cônicos basculantes normalmente utilizados para CVC massa (ciclo de misturas ao redor de 150 a 180 segundos a cada 3 m³), já foram utilizados para produzir CCR, como em Itaipu, Tucuruí, Willow Creek.

Os dosadores podem ser volumétricos ou gravimétricos, contínuos ou por lotes (betonadas)

A opção do tipo do dosador e misturador deve ser feita com base na capacidade de produção e na uniformidade a ser alcançada pela mistura. A uniformidade pode ser medida pelo Coeficiente de Variação da Resistência e do Teor de Cimento, como exemplifica a Figura 3.1 e 3.2[4]

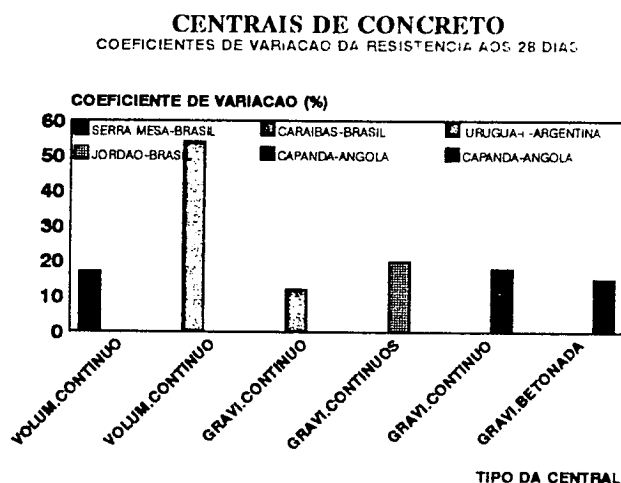


FIGURA 3.1- COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CCR PRODUZIDO EM VÁRIOS TIPOS DE CENTRAIS [4].

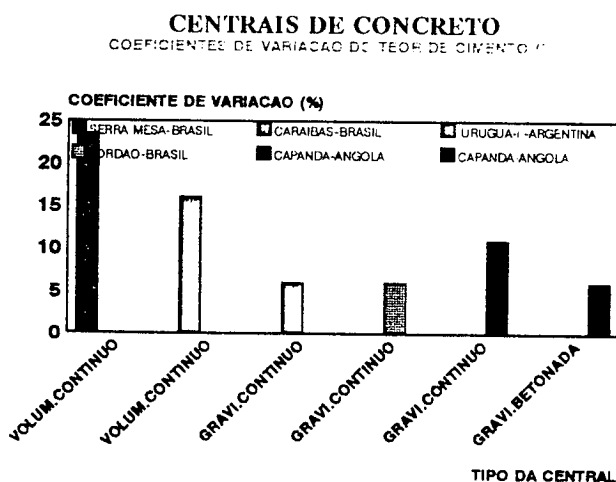


FIGURA 3.2- COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DO TEOR DE CIMENTO DO CCR PRODUZIDO EM VÁRIOS TIPOS DE CENTRAIS [4].

3.7- Transporte

Tempo- O tempo de transporte do CCR deve ser o mínimo praticamente possível. A mistura deve chegar ao local de colocação sem segregação e sem perder as suas características (consistência, compacidade) e com a mínima alteração na temperatura.

Tem sido indicado um tempo máximo de cerca de 30 min. para o transporte do CCR.

Esse intervalo é satisfatório e deve ser mantido, ficando a tolerância de adoção de períodos maiores a critério do senso e conhecimento da Fiscalização. Alerta-se para o domínio sobre o teor de água do CCR, que é muito mais sensível que o dos CVC, principalmente quando se trabalha em regiões de clima quente.

Equipamento- Qualquer equipamento que não cause segregação e alteração das características, poderia ser aceito para o transporte do CCR.

De maneira geral a preferência, internacional, para o transporte do CCR recai sobre Correias Transportadoras e/ou Caminhões Basculantes, dependendo dos custos em cada região ou país. Outros equipamentos, entretanto, como "bottom dumpers", "scrapers", plano inclinado, podem ser usados.

A opção é de responsabilidade do Construtor e os sistemas "devem ser aprovados pela Fiscalização " face ao seu desempenho.

3.8- Espalhamento

Altura da Camada- A maioria das obras de CCR utilizou camadas ao redor de 20cm-30cm, como ilustra a Figura 3.3

ALTURA DA CAMADA (OU SUB-CAMADA)

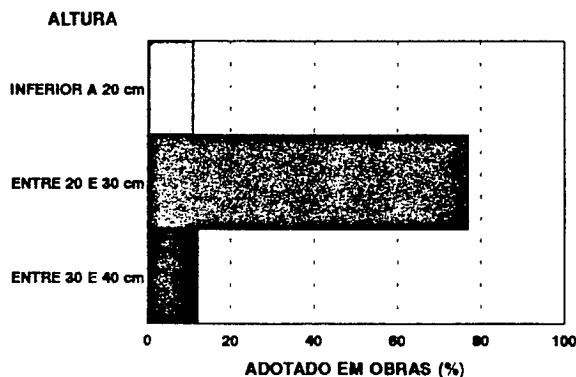


FIGURA 3.3- ESTATÍSTICA DA ALTURA DE CAMADAS DE CCR, NAS VÁRIAS OBRAS MUNDIAIS

A altura da camada, no ponto de vista dos autores, deve ser uma opção de construção, ficando condicionada a cumprir com o requisito da mínima densidade, após a compactação.

Neste ponto chama-se a atenção para a validade do Aterro Experimental para a verificação da altura da camada* densidade - teor de água-dosagem. Como se cita no item 2.3, ao se exigir CCR com $\gamma > 2,4 \text{ tf/m}^3$, deve-se verificar a disponibilidade de agregados compatíveis com essa densidade.

Equipamento- De mesma maneira que o conceituado no item 3.7, qualquer equipamento que não cause segregação e alteração das características, poderia ser aceito para o espalhamento do CCR.

De maneira geral a preferência, internacional, para o espalhamento do CCR recai sobre os tratores de lâmina frontal tipo "bulldozer". A dimensão e capacidade do equipamento de espalhamento deve ser compatibilizada com o volume descarregado pelo sistema de transporte.

Assim é que ao se transportar o CCR com caminhões basculantes de 10m³ a 12m³, o "desmonte" dessa basculada normalmente é feito por "bulldozer" com potência ao redor de 120HP - 140HP (equivalente ao Cat-D6), ao passo que ao se transportar e lançar o CCR com correia transportadora, a energia do trator pode ser menor (ao redor de 80 HP). Não se vê necessidade de equipamentos maiores.

A opção é de responsabilidade do Construtor e os sistemas **"devem ser aprovados pela Fiscalização"** face ao seu desempenho.

3.9- Compactação

São válidas as mesmas considerações, para a compactação, citadas no item 3.8, quanto ao equipamento. Rolos vibratórios lisos com peso estático entre 6t e 15t, têm sido adotados, variando-se o número de passadas para atender a densidade requerida.

Tempo- O tempo decorrido entre a Produção e a Compactação do CCR deve ser o mínimo praticamente possível.

Tem sido indicado um tempo máximo de cerca de 1 hora para a compactação do CCR. A limitação do tempo entre produção e a compactação do CCR, deve estar condicionado ao Tempo de Pega do CCR e à perda de

umidade, como se faz para o CVC. Entretanto não há, ainda, uma metodologia confiável e estabelecida para a determinação dessa propriedade.

Disso resulta que esse intervalo é satisfatório e deve ser mantido, ficando a tolerância de adoção de períodos maiores a critério do senso e conhecimento da Fiscalização.

Velocidade de Translação- Pouca atenção tem sido dada a esse detalhe. Entretanto a densidade de uma mesma camada, de mesmo CCR, pode variar significativamente ao se variar a velocidade de translação do rolo.

É importante que a velocidade de translação do rolo na compactação fique ao redor de 1 a 2 Km/hora. Algumas vezes há a conveniência de se adotar um limitador de velocidade. Observar o aspecto de **"policiamento"** adotado nas especificações técnicas.

3.10- Controle da Compactação

O controle de compactação, com a determinação da densidade, pode ser feito por várias metodologias [4][5], sendo que a de preferência é a que adota o Densímetro Nuclear. A rapidez e facilidade operacional desse equipamento permite a realização de ensaios rápidos - determinando a densidade e o teor de umidade- durante a compactação.

Número de Ensaios- A facilidade do ensaio possibilita sugerir a execução de ensaios a cada 200 m³ de CCR, ou 4 vezes ao dia, ou pelo menos 2 / camada, até que se tenha um Universo de valores estatisticamente analisável.

4- PROPRIEDADES

Tendo em vista a facilidade e velocidade de construção alcançada pelo CCR é prudente que ao se iniciar a construção de uma obra, se tenha o domínio de todas as Propriedades de interesse do CCR.

4.1- Dosagens

O conceito normalmente adotado é o de se ter misturas com máxima densidade e baixo teor de aglomerante, atendendo um determinado grau de consistência. A composição granulométrica é a que se citou no item 2.

4.2-Estudos Iniciais

Deve ser enfatizada a execução de estudos iniciais, com adequada antecedência ao início das obras de tal sorte a capacitar tecnicamente-economicamente o Projeto e a Fiscalização. Neste ponto, uma dificuldade normalmente encontrada é da disponibilidade de agregados (principalmente quando se prevê agregados britados) para os ensaios preliminares. Essa dificuldade deve ser contornada.

4.3-Aterro Experimental

De mesma maneira que os estudos iniciais, deve ser enfatizada a execução de Aterros Experimentais, com pelo menos 90 dias de antecedência ao início das obras de, tal sorte a capacitar as equipes envolvidas.

4.4- Parâmetros Úteis para o Controle Durante a Produção

Consistência- A consistência do CCR tem sido determinada através do VeBe modificado. É um ensaio qualitativo, onde a interpretação e conhecimento do operador tem um valor de apreciação contundente. É uma metodologia que, ainda, no ponto de vista dos autores, requer desenvolvimento técnico e afirmação conceitual.

Valores entre 15s e 20s têm sido adotados nas especificações. Até o momento não há questionamento sobre os valores.

Peso Específico- O Peso Específico, comumente considerado como Densidade, tem sido avaliado pelo Método Volumétrico e pelo Densímetro Nuclear, durante a compactação da camada, como citado anteriormente.

Grau de Compactação- O Grau de Compactação, exigido nas Especificações Técnicas é um índice de Uniformidade do produto controlado durante sua execução.

É um parâmetro que mostra o quanto a compactação proporciona um produto mais ou menos próximo da Densidade Teórica, que é a máxima que pode ser obtida.

Ou seja, quanto mais próximo de 100%, evidencia-se que a compactação está mais próxima da ideal, possibilitando ter um concreto com um mínimo de vazios, e com isso atingindo maiores valores de resistência e de outras propriedades.

Normalmente nas Especificações Técnicas se adotam valores entre 95% e 97%.

O não atendimento deste item não traz comprometimento ao resultado do CCR, desde que a Densidade e outras propriedades requeridas sejam atendidas, entretanto evidencia-se que pode-se obter, ainda, um concreto melhor.

Teor de Cimento- O teor de cimento da mistura de CCR produzida, pode ser feito por titulometria, e por calorimetria, através de calibrações prévias-padrões. Esse parâmetro não tem sido requerido nas especificações técnicas, o que se assim fosse buscaria um maior uniformidade.

Valores de Coeficiente de Variação ao redor de 6% a 10% tem sido obtido.

Reconstituição Granulométrica- A reconstituição da Granulometria da Mistura, a partir de amostras do CCR fresco, tem a intenção de avaliar a uniformidade da curva granulométrica adotada.

6- EXECUÇÃO

6.1- Contacto com a Fundação

O contacto da fundação de uma barragem, normalmente tem sido feito após a limpeza, e a colocação de uma camada de concreto "dental" ou de regularização. É um procedimento seguro e de custo relativamente pequeno no cômputo geral da obra.

A tipologia desse concreto é a mesma do concreto da face [1].

6.2- Fôrmas

A tipologia, tolerância e exigências para as fôrmas das barragens de CCR, são as mesmas que se requerem para as obras de CVC. Não há justificativas para alterações.

Deve ser alertado, entretanto, que o Planejamento do Construtor, "**a ser aprovado pela Fiscalização**", deve considerar a velocidade de construção do CCR.

6.3- Preparo das Superfícies

Fundação- A superfície de rocha a receber o concreto deve ter as características geomecânicas requeridas pelo Projeto, estar limpa e tratada, isenta de água, lama, rochas soltas, entulho e detrito, de mesma maneira que se requer para o CVC.

Juntas de Construção entre Camadas- O tratamento da junta de construção, deve ser feito de modo a atender os requisitos de Atrito e Coesão, requeridos pelo Projeto.

Nesse ponto o conhecimento técnico do pessoal envolvido é de extrema importância, e pode ser auxiliado pela execução de Aterro Experimental, como citado anteriormente.

6.4- Juntas de Contração

O espaçamento das juntas de contração deve ser definido pelo Projeto em base nos estudos térmicos de tensões e estabilidade (no caso de barragens arco-gravidade).

A injeção das juntas de contração, pode ser necessária para as barragens em arco, e devem ser definidos no Projeto.

Os sistemas de conformação e, no caso das barragens em arco-gravidade, de injeção, devem ser desenvolvidos pelo Construtor e “devem ser aprovados pela Fiscalização”.

6.5- Temperatura de Lançamento

A Temperatura de Lançamento do CCR deve ser estabelecida em base nos estudos de tensões térmicas, pelo Projeto.

6.6- Proteção e Cura

Proteção-

- **Tempo Quente, Insolação e Vento-** O CCR é muito susceptível à alterações decorrentes da insolação, do tempo quente e do vento, o que provoca a secagem do CCR. Nessas situações o emprego de uma névoa úmida protege adequadamente o CCR.
- **Chuva-** O CCR não deve ser espalhado em períodos de chuva com intensidade superior a 6mm/h ou 0,6mm/ 6min. Chama-se, aqui, a atenção para uma questão de Planejamento quanto ao tempo de retomada, devido ao esgotamento das frentes de lançamento, que às vezes é muito superior ao próprio período da chuva. Antes da retomada de lançamento, a superfície da junta de construção deve ser preparada para atender os requisitos de Atrito e Coesão.

Cura- A cura do CCR deve ser efetuada da mesma maneira que se requer para o CVC. Alerta-se que nas primeiras idades (ao redor dos 3 primeiros dias) não se deve permitir jatos d'água dirigidos contra o CCR.

7- CONTROLE DE QUALIDADE

7.1- Gerais

A velocidade de construção que pode ser atingida pelo CCR, exige um Controle de Qualidade com uma dinâmica adequada a essa velocidade.

Para isso os Estudos Iniciais, o Aterro Experimental, o Treinamento das Equipes e a Reciclagem das Informações são atividades e ações importantes.

7.2- Plano de Controle

As especificações técnicas devem exigir o estabelecimento de um Plano de Controle global para a obra, como sugerem as Referências [4] e [6]. Esses planos englobam CCR e CVC e devem ser adaptados à dimensão da obra.

7.3- Uniformidade

O controle dos materiais e dos concretos de uma obra devem ser feitos com o objetivo de verificar o cumprimento com determinadas propriedades requeridas, e também com o intuito de buscar uma uniformidade, que de certa maneira pode reduzir custos.

A Uniformidade dos parâmetros de controle pode ser avaliada por vários dados estatísticos, sendo que o mais usual é o Coeficiente de Variação. Pode-se também, empregar o conceito de Média Móvel, nas primeiras amostragens.

Dessa maneira é importante que se considere a análise desses parâmetros.

7.4- Relatos

O Relato das informações obtidas no Controle da Obra é de extrema importância, e deve ser exigido. Entretanto pode-se indagar:

- Relatar “O que” ?
- Para “Quem” ?
- “Quando” ?

As respostas a essas indagações devem ser feitas antes do início da obra e permitirão estabelecer a rotina , a responsabilidade e importância do Controle.

8- AUSCULTAÇÃO

A Auscultação requerida para uma Barragem não deve ser alterada, em função da metodologia de construção, mas sim deve e

pode ter seus instrumentos adaptados para minimizar as interferências na sequência de execução.

9 -RESPONSABILIDADES E PENALIDADES

As especificações técnicas devem, conceitualmente, estabelecer responsabilidades e não o de se ter um conceito de "policiamento".

Não se discutiu neste trabalho a Responsabilidade de exercer o Controle de Qualidade, entretanto isso deve ser debatido e adotado com antecedência à elaboração da licitação da obra.

De mesma maneira, as Penalidades que possam ser aplicadas pelo não cumprimento ou atendimento a determinados itens deve ser, também, debatido e adotado como sugere-se acima.

Esses dois tópicos anteriores, após suas definições e adoções não devem ser "tutelados", para não haver divisão de responsabilidades e os consequentes danos.

Um outro aspecto, é que decorre da Legislação do País, podendo levar a se exigir equipamentos mínimos para uma qualificação preliminar.

A exigência de Planejamento com Memória de Dimensionamento, com a devida **responsabilidade**, pode levar a uma melhoria.

10-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]- W. Pacelli A ; F.R. Andriolo- **"Barragens em CCR - Sistemas de Impermeabilização : Discussões, Sugestões e Uso"**- II Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Curitiba-Pr. Março/1996

[2]- Shen Chonggang- **"New Technical Progress of RCC Dam Construction in China"**- G. Report on -International Symposium on Roller Compacted Concrete Dams- Santander- Spain- October-1995;

[3]-Robitaille, F.; Beaulieu, J.- **"Lake Robertson dam: Construction techniques and RCC Properties"**- International Symposium on Roller Compacted Concrete Dams- Santander- Spain- October-1995;

[4]- Tavares,M.; Schmidt, M.T.; Resende, F.D.; Fontoura, P.A.F. Andriolo, F.R.- **"Capanda-Angola- Hydroelectric Development- Quality Control of Materials and Conventional and**

Roller Compacted Concrete"- International Symposium on Roller Compacted Concrete Dams- Santander- Spain- October-1995;

[5]- Hansen, K.D.; Reinhardt, W.G.- **"Roller Compacted Concrete Dams"**- McGraw-Hill, Inc-1991;

[6]- Krempel, A.. F.; Crevilario, C.C; Holanda, F. G.- **"Jordão River Derivation Dam. Quality Control Plan for Materials and Concrete (RCC and Conventional)"**- International Symposium on Roller Compacted Concrete Dams- Santander- Spain- October-1995;