

III SEMINÁRIO NACIONAL DE CONCRETO COMPACTADO

COM ROLO



22 A 25 DE NOVEMBRO DE 1998  
FOZ DO IGUAÇU - PR



anais

Construções em CCR - Relato Geral - TEMA II

FOZ DO IGUAÇU - PR - BRASIL - 1998

# construções em CCR

## TEMA- II

### Relato Geral

**Andriolo, Francisco Rodrigues**

*Engenheiro Consultor- Andriolo Ito Engenharia SC Ltda*

#### Resumo

Há quase 20 anos, desde a publicação do primeiro trabalho brasileiro sobre o Tema de CCR- Concreto Compactado com Rolo, à época- *Concreto Rolado* ou "*Rollcrete*", se vê realizar o **III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo**, sob a Coordenação-e Patrocínio da COPEL- Companhia Paranaense de Energia, contando com a promoção e apoio de outras entidades.

Neste relato, chama-se a atenção para o papel fundamental da COPEL, em se constituindo no maior "divisor de águas" no que se refere à consolidação da técnica de construção do CCR, no Brasil.

As diretrizes estabelecidas pelos seu dirigentes e corpo de profissionais, para a licitação da Barragem da Derivação do Rio Jordão, seguida pela concorrência para a construção da UHE Salto Caxias, colocaram um ponto final na conceituação do "*Substantivo Abstrato*" de que os preços praticados em outros países não seriam os viáveis aqui no Brasil.

As dificuldades práticas, inerentes à familiarização com o manuseio desse CONCRETO, com sua velocidade de construção, com as propriedades e custos, que sofreram um atraso de consolidação de mais de uma década, devido à vaidade e/ou desconhecimento, proposital ou não, de alguns técnicos, foram e estão sendo minimizadas, mesmo se for observado que o Brasil foi um dos Países que mais estudou e desenvolveu, no Mundo, as propriedades e conhecimento laboratorial sobre esse CONCRETO.

Esse panorama leva a possibilidade de permitir, para este País, novos passos e novos direcionamentos que poderão ser dados, com segurança e qualidade, viabilizando construir obras de infraestrutura, tão carentes no Brasil, com rapidez e custos mais adequados à realidade-necessidade.

## 1- INTRODUÇÃO

Cerca de 45 de publicações foram enviadas para este evento, dos quais aproximadamente 20% foram enquadrados no **Tema II- Construções em CCR**.

Nos eventos brasileiros, precedentes a este, abordando o Tema de CCR, teve-se:

Evento	Ano-Local	Publicações
XIII S.N.G.B.	1980-Rio de Janeiro	01
IBRACON	1983-São Paulo	03
Conferência -Low Cost	1984-Rio de Janeiro	01
XVI S.N.G.B.	1985-Belo Horizonte	06
XVII S.N.G.B.	1987- Brasília	07
XVIII S.N.G.B.	1989- Foz do Iguaçu	28
XIX S.N.G.B.	1991-Aracaju	04
XX S.N.G.B.	1992-Curitiba	08
XXI S.N.G.B.	1994- Rio de Janeiro	02
I Simpósio de CCR	1995-São Paulo	38
II Simpósio CCR	1996-Curitiba	28
XXII S.N.G.B.	1997- São Paulo	03

Essa quantidade de publicações é bem superior ao ocorrido nos demais eventos, o que de certa maneira evidencia a aceitabilidade dessa técnica.

Dos trabalhos designados ao **Tema II**, tem-se a seguinte divisão proporcional:

Subtema	Participação (%)
Planejamento e Recursos para a Construção	22
Metodologia e Detalhes Construtivos	33
Controle de Qualidade	33
Outras Aplicações do CCR	12

Há uma preponderância dos assuntos de Planejamento e Metodologia, bem como Controle de Qualidade, e uma pequena participação sobre a aplicação do CCR, quer em outros usos. Deve-se entretanto

lembrar que houve um grande avanço no uso do CCR em pavimentos.

O Brasil conta com cerca de 25 obras de barragens em CCR, já concluídas ou em construção, com um volume de CCR de mais de 3.000.000m<sup>3</sup>. Por sua vez, somente no Terminal Portuário de Sepetiba se empregou cerca de 84.000m<sup>3</sup> de CCR, em obras de pavimento.

A aceitação da técnica tem motivado aos técnicos à busca de otimizações, quer de sua aplicação, alternativamente, quer maximizando seu uso nas próprias estruturas.

## 2- TRABALHOS APRESENTADOS

Os trabalhos designados ao TEMA II, são citados na Figura 01, sendo comentados pelos autores em Plenário.

## 3- ASPECTOS GERAIS DA TÉCNICA

### 3.1- Projeto

De maneira geral a topografia brasileira não favorece à otimização do conceito estrutural de barragens em concreto, que é o barramento do tipo arco-gravidade, culminando com o tipo arco dupla curvatura.

O sistema de concessão que se estabelece no Brasil tem aberto, entretanto, a oportunidade de avaliar o uso da metodologia do CCR, associada a barramentos do tipo arco-gravidade.

No âmbito internacional essa associação já tem se mostrado vantajosa, como na China e África do Sul.

### 3.2- Planejamento da Construção

Esse é o ponto em que mais se observa diferenças entre o que se executa no Brasil e no exterior. Continua-se, no País, improvisando-se muito. Infelizmente não só nessa técnica

Publicação	Autores	Subtema	Comentários
"Técnicas de Concreto Compactado a Rolo Aplicadas na Construção da Barragem de Enrocamento com Face de Concreto da Usina Hidrelétrica de Itá"	Délio Gomes Ives Galvão; José Valdir Teixeira Moreira; Pedro Bonsanto; Cláudio Marquetti; Ricardo Mazzutti; Fernando Resende	Metodologia e Detalhes Construtivos	Divulga o uso de um procedimento simples para a moldagem de bordos.
"Barragem de Salto Caxias: Aspectos de Planejamento e Construção em CCR"	José Paulo; Eduardo Roque; Francisco Gladston Holanda	Planejamento e Recursos para a Construção	Dá-se ênfase aos critérios adotados para o planejamento e construção, bem como sobre à interface do CCV e CCR
"Barragem de Salto Caxias: Dimensionamento das Instalações do Canteiro Industrial"	José Paulo; Eduardo Roque; Francisco Gladston Holanda	Planejamento e Recursos para a Construção	Dá-se ênfase aos critérios e recursos adotados para o planejamento e na construção, bem como sobre o emprego de finos de britagem, e o uso de misturadores contínuos
"Barragem Val de Serra; Aspectos Construtivos"	Fernando Ritzel Franco; Talles Augusto Araujo; Carlos Aloísio Aita; Geraldo Augusto da Rocha Lima; Raul José Cesca	Metodologia e Detalhes Construtivos	Apresenta aspectos e procedimentos e os equipamentos usados na construção
"Rapidez, Economia, Galgamentos – Na Construção de Salto Caxias o CCR "Conseguiu ser Bom em Tudo"	José Marcos Donadon	Metodologia e Detalhes Construtivos	Comenta os aspectos de desempenho face aos galgamentos ocorridos.
"Barragem Val de Serra- Controle Tecnológico do Concreto"	Fernando Ritzel Franco; Francisco Rioli Filho; Claudio S.F. Odeh; João Bosco Moreira do Carmo; Walton Pacelli de Andrade	Controle de Qualidade	Apresenta dados de controle e inspeção, bem como sobre as características dos materiais usados. Comenta sob o emprego da face de montante.
"Controle da Compactação Durante a Construção da Barragem de CCR de Salto Caxias"	Luiz Fernando Prates Oliveira; Jorge Murad P. Mussi; Francisco Rodrigues Andriolo	Controle de Qualidade	Dá-se ênfase à obtenção da uniformidade no CCR, através de adequação das misturas e dos procedimentos de compactação
"Barragem de CCR Salto Caxias- Controle de Qualidade dos Materiais e do CCR"	Douglas Emerson Moser; Luiz Fernando Prates Oliveira; Jorge Murad P. Mussi; Francisco Rodrigues Andriolo	Controle de Qualidade	Cita a busca da otimização das características do CCR, e da uniformidade, através da adequação dos procedimentos de controle
"O Emprego de Concreto Compactado com Rolo como Proteção da 2a. Etapa Construtiva do Espigão de Jusante da Usina Hidrelétrica Eng. Sérgio Motta (Porto Primavera)"	Waldomiro Almeida Junior; José Renato A. Andrade; Flávio Moreira Salles; Luiz Prado Vieira Junior; Isaac Amaral Alves	Outras Aplicações do CCR	Apresenta procedimentos desde a dosagem até a execução.

**Figura 01- Publicações no TEMA II**

Tem-se observado:

- ✓ Dificuldades na otimização dos acessos;
- ✓ Dificuldades no dimensionamento de recursos (equipamentos) comparativamente ao considerado na cronologia;
- ✓ Dificuldades na otimização de formas;
- ✓ Dificuldades nas etapas construtivas;
- ✓ Dificuldades na qualificação das equipes;
- ✓ Dificuldades em planejar o uso de materiais para todas finalidades –CCV e CCR, e outras aplicações (ensecadeiras, aterros, etc..)

Todos essas dificuldades, sem dúvida alguma, introduzem custos adicionais e prejuízos cronológicos.

Há a necessidade de se buscar uma **"melhor Engenharia"** nesse aspecto

### 3.3- Materiais e Dosagens

O Brasil, por suas dimensões territoriais, tem estabelecido uma vanguarda mundial quanto à otimização do uso de materiais.

Isso decorreu de vários, e intensos, estudos sobre emprego de materiais granulares, precedentemente não aceitos nos concretos convencionais.

#### 3.3.1- Materiais

A busca da otimização dos consumos de aglomerante e o emprego, preponderante e quase que sistemático do “Pó de Pedra” (cerca de 65% do volume de CCR utilizado até o momento, contem finos de Britagem), tem mostrado benefícios, mas que ainda podem ser melhorados.

O emprego de aditivos plastificantes-retardadores, mostrou-se benéfico que tanto do ponto de vista técnico como econômico.

O conhecimento de propriedades, a obtenção de uniformidades como citado em alguns trabalhos, são argumentos que incentivam, ainda mais a otimização dos consumos de aglomerante, dentro de condições de segurança e qualidades orientadas por ensaios e controles.

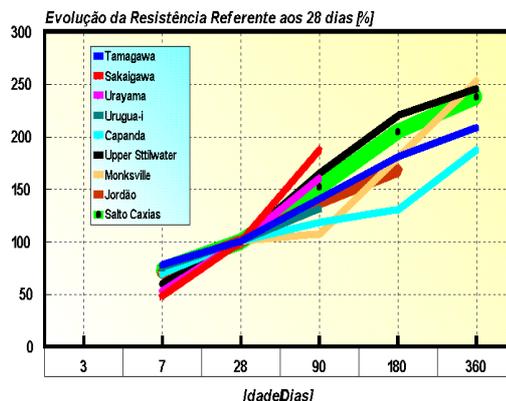
O diâmetro máximo dos agregados tem a tendência de ficar entre 76 e 50mm, sendo que até o presente 85% das obras tem usado  $D_{max}$  inferior a 100mm

### 3.3.2- Dosagens

A prática de dosagens e conceitos brasileiros, através do uso de adequado teor de finos, fez cair por terra as singularidades proclamadas por alguns autores, sobre os conceitos de dosagens com Alto teor de Pasta, RCD, e Pobre, evidenciando as simillaridades entre praticamente todos os procedimentos.

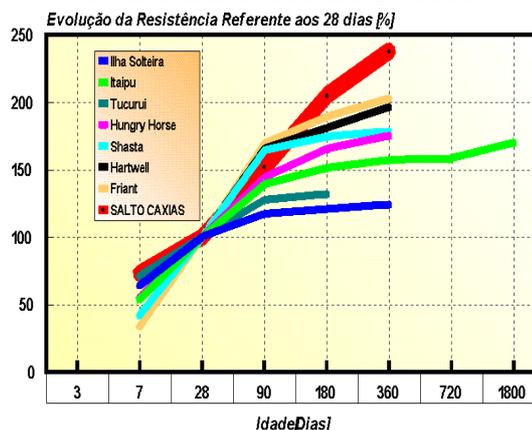
O emprego de dosagens de Elevado (ou Adequado) Teor de Finos, mostrou através dos dados de controle do CCR em Salto Caxias uma evolução das características resistentes, praticamente inédita, e superior as evoluções de resistências de várias obras de CCR e de CCV massa, como evidenciam as Figuras 02 e 03.

**Evolução da Resistência do CCR**  
Várias Obras



**Figura 02- Evolução da resistência do CCR de Salto Caxias comparada às de outras obras em CCR.**

**Evolução da Resistência**  
CCV de Várias Obras e o CCR de SALTO CAXIAS



**Figura 03- Evolução da resistência do CCR de Salto Caxias comparada às de outras obras em CCV.**

É importante salientar que boa parte dessa evolução pode ser creditada aos efeitos de ação pozolânica “moderada” do Pó de Pedra.

O procedimento brasileiro de dosagem do CCR, para barragens, tem possibilitado que se use, apenas, cerca de 4% (em peso) de material externo ao local da obra. Isso possibilita significativas vantagens de custo e de logística de suprimentos.

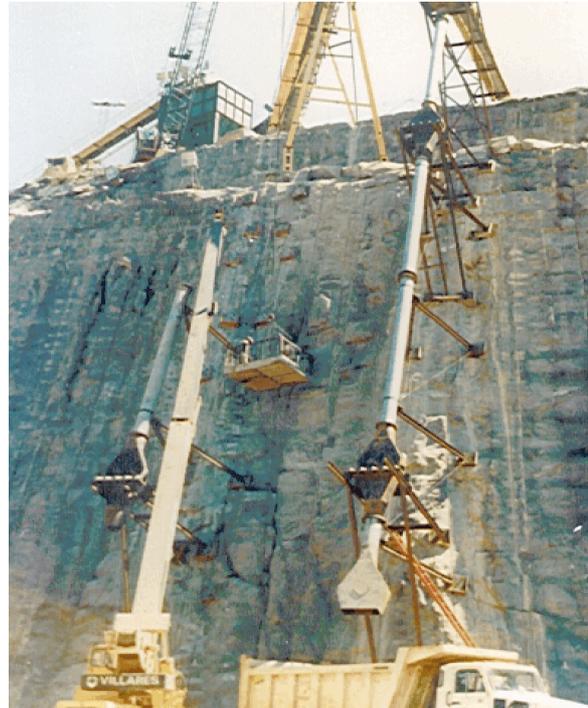
## 3.4- Infraestrutura e Detalhes Construtivos

### 3.4.1- Infraestrutura

Os equipamentos utilizados na técnica do CCR, no Brasil, praticamente são:

- ✓ Sistema de Beneficiamento de Agregados, procurando otimizar o uso de finos, com separações em 3 ou 4 frações;
- ✓ Sistema de dosificação e mistura com preponderância (mais de 95% dos casos) de misturadores contínuos, tipo pug-mill. No exterior há uma predominância de uso dos misturadores de duplo eixo forçado, com cerca de 35%, seguido pelos misturadores do tipo basculante com 27% e posteriormente os do tipo contínuo, com aproximadamente 26% de uso.
- ✓ O sistema de manuseio e transporte do CCR, no Brasil, é baseado no uso de caminhões basculantes com capacidade de carga, predominantemente, em cerca de 20t. No âmbito Internacional busca-se equacionar esse sistema com os custos de Mão de Obra. Tem havido um uso crescente do transporte vertical através de tubos, como em Capanda (Figura 04), Platnovryssi, Jiangya (Figura 05). Esse sistema é conhecido na tecnologia brasileira do concreto, desde 1973. Os japoneses mantem o uso intenso das rampas de acesso (Figura 06) sendo que recentemente desenvolveram a "Torre de Elevação" como mostram as Figuras 07 e 08;
- ✓ Espalhamento do CCR, é preponderantemente executado com tratores de lâmina frontal com cerca de 10t (85HP) a 20t(200HP), com tendência para uso dos tratores intermediários;
- ✓ Compactação através de rolos liso vibratório de 9t a 15t, possibilitando o adensamento de camadas desde 250mm a 400mm;
- ✓ Cura por vaporização de água tem sido a metodologia mais comum, sendo que pode-se chamar atenção para o procedimento adotado em Salto Caxias, como ilustra a Figura 09.
- ✓ Limpeza e tratamento das juntas de construção no Brasil ainda continua

sendo executada por jato de ar-umido, com posterior aplicação de concreto-argamassa de berço, através de uso intenso de Mão de Obra. Nos países com Mão de Obra de maior custo, tem se buscado o uso de equipamentos para essa atividade, como ilustram as Figuras 10 a 11.



**Figura 04- Tubo para transporte vertical do CCR, em Capanda.**



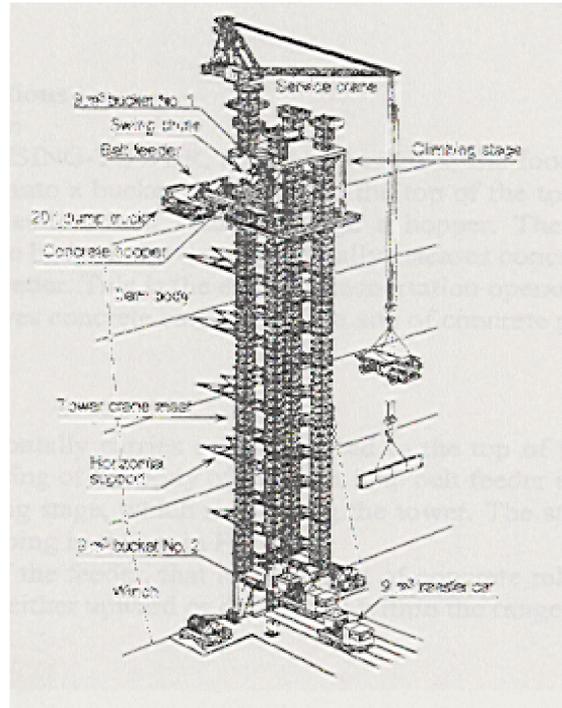
**Figura 05- Tubulação para transporte do CCR em obra na China.**



**Figura 06-** Rampa de acesso para transporte do CCR e apoio de equipamentos-Japão.



**Figura 07-** Torre de elevação para transporte de concretos e apoio de equipamentos-Japão.



**Figura 08-** Esquema de operação da torre de elevação para transporte de concretos e apoio de equipamentos-Japão.



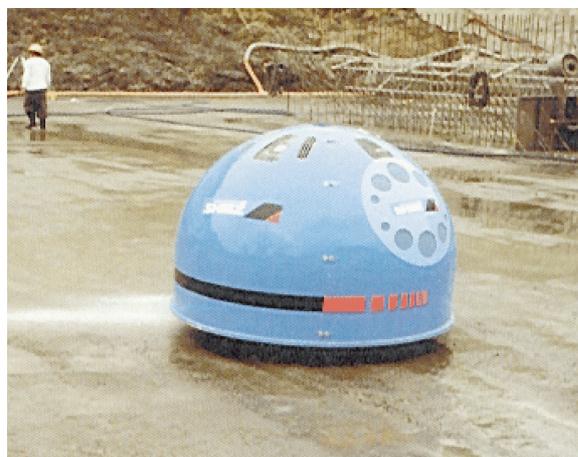
**Figura 09-** Vaporizadores agrícola adaptados para a Cura do CCR, em Salto Caxias.



**Figura 10- Máquina para o tratamento e limpeza- Japão**



**Figura 11- Outro modelo de máquina para o tratamento e limpeza- Japão**



**Figura 12- Outro modelo de máquina para o tratamento e limpeza- Japão**

### 3.4.2- Detalhes Construtivos

Os detalhes construtivos têm apresentado evoluções para cada situação específica, quer nos paramentos, quer seja nas moldagens das galerias, sempre buscando a otimizar os aspectos-Mão de Obra\* Equipamentos.

É interessante citar um desenvolvimento estabelecido pelos Eng<sup>os</sup>. **Fernando Resende e Ricardo Mazzutti**, durante a construção de Capanda, que em não tendo prosseguimento naquela oportunidade, adaptaram a solução para moldagem de bordos laterais (laje da face de concreto) na Obra de Itá, como se vê na Figura 13.



**Figura 13- Equipamento para moldagem de paramento.**

O procedimento mostrado na Figura 13 permite executar paramentos de barragens de CCR, com o próprio CCR, como também CCV.

### 3.5- Controle de Qualidade

No Brasil, tem-se notado a busca pela uniformidade, e não somente a atenção pela “numerologia” de dados.

Começa ser dada uma atenção maior quanto à **Inspeção**, muito importante nesse tipo de construção.

### 3.5.1- Aspectos dos Ensaio

Saliente-se o desenvolvimento do procedimento estabelecido, por **Pacelli e a equipe de profissionais do Laboratório de FURNAS**, para a determinação de características do CCR em seu estado fresco.

Entretanto há ainda uma necessidade de firmar conceitos sobre:

- ✓ Validade e representatividade do ensaio de Consistência VeBe (com ou sem peso) e o respectivo teor de água e argamassa, bem como a inter-relação com a real consistência necessária à frente de colocação;
- ✓ Necessidade de se conhecer, mais em detalhe e profundidade, os aspectos de Início e Fim de Pega do CCR, de tal sorte melhor se poder avaliar e otimizar o tratamento da superfície das juntas de construção;
- ✓ A determinação do Teor de Cimento é ainda uma necessidade associada ao controle dos misturadores contínuos, mas a tendência de uso dos misturadores forçados com duplo eixo árvore, acoplados a dosadores intermitentes, evidentemente reduzirá sua determinação.

### 3.5.2- Aspectos de Inspeção

Como citado nos trabalhos da equipe da COPEL, em Salto Caxias, há a necessidade de implementar o sistema de controle de qualidade, com adoção de procedimentos de inspeção, de modo mais intenso.

### 3.5.3- Uniformidade

A uniformidade ao longo de toda a profundidade das camadas tem sido motivo de avaliações e adaptações de procedimentos de controle, como citado nas publicações da COPEL.

### 3.6- Auscultação

De maneira geral a instrumentação das obras de barragens de CCR, como também as de CCV, tem dado pouco subsídio técnico.

O instrumental de temperatura, tem praticamente demonstrado, com pequena margem de diferença ou dispersão, as condições previstas nos estudos e projetos.

Os demais instrumentos, como alongômetros de juntas, tensômetros e extensômetros, ainda não proporcionaram benefícios que possam subsidiar os Projetos, quer pela inadequada época de instalação, quer pela descontinuidade das equipes encarregadas da instalação, leitura e interpretação, como também pelo pouco crédito dado à auscultação.

É uma situação técnica-profissional que deve ser revista. Há a necessidade de resgatar as vantagens e a segurança do uso da instrumentação.

### 3.7- Desempenho

O desempenho das barragens de CCR tem sido satisfatório, com falhas muito mais creditadas à

- Desconhecimento e/ou falta de atenção ou profundidade no manuseio e/ou entendimento das propriedades tanto do CCR como CCV;
- Teimosias em não se tomar atenções aos sistemas tradicionalmente adotados em projetos;
- Vaidades em tentar estabelecer práticas sem a adequação das propriedades inerentes ao funcionamento da estrutura ou de partes da mesma;
- Falta de cuidado e atenção na execução;

De maneira geral muitas das fissuras ocorridas nos barramentos de CCR têm sido imputadas à temperatura, mas deve-se salientar que outras características podem induzir à fissuração dos concretos.

De outro modo, também, muitas das falhas (como bicheiras, percolações) ocorridas em obras de barragem em CCR, advêm de deficiências na própria execução do CCV, utilizado como elemento de estanqueidade. Situação essa paradoxal, visto que se deveria ter essa prática mais consistente.



**Figura 14- Fissura na barragem de Upper Stillwater, decorrente da geração térmica.**

#### **4- OUTROS USOS**

O CCR, no Brasil, tem sido utilizado em outras aplicações como já anteriormente noticiado, para:

##### **4.1- Proteção de Taludes**

Como descrito na publicação apresentada neste evento e mostrada na Figura 15.

##### **4.2- Proteção para o Galgamento**

Solução anteriormente citada, e adotada em Xingó, para a parte da barragem de enrocamento, como mostra a Figura 16.



**Figura 15- Proteção em CCR, na barragem de Porto Primavera.**



**Figura 16- Proteção na região de jusante da Barragem de enrocamento, de Xingó.**

##### **4.3- Enchimento de Fundação**

Procedimento adotado em Itaipu e Xingó, já relatado em outros eventos técnicos

##### **4.4- Ensecadeiras**

Aplicação já citada em outros congressos.

##### **4.5- Pavimentos**

Nota-se, no Brasil, um avanço na aplicação da metodologia do CCR em obras de pavimento, como tem-se estudado nos Laboratório de Materiais-LAME-COPEL-UFPR e da ABCP-São Paulo.

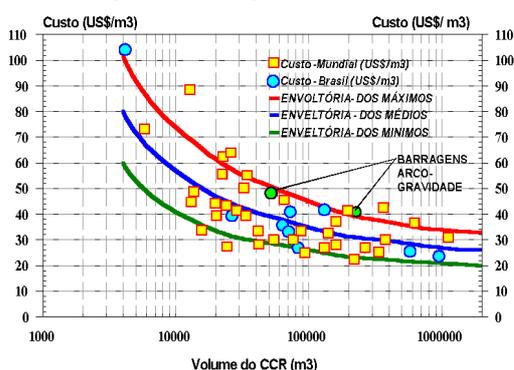


**Figura 17- CCR aplicado em Terminal Portuário.**

## 5- CUSTOS

Os custos obtidos, mesmo no Brasil, tem se situado nas envoltórias de valores, obtidas a partir de mais de quarenta e cinco valores de obras internacionais [13].

### **Custo (ao Cliente) do CCR - Volume**



**Figura 18- Custos de CCR**

## 6- FUTURO- PRÓXIMOS PASSOS

O desenvolvimento, o conhecimento, os custos, mostram que a metodologia do CCR está consolidada, mas há possibilidades de melhorias, de otimizações e maior domínio.

Os estudos, e retomadas, quanto a possibilidade do emprego do solo-cimento, de preferência, com uma matriz arenosa, devem ser analisados.

A dimensão do território brasileiro, impede que se fique doutrinado sobre soluções únicas. A necessidade de buscar soluções

menos onerosas, mais regionais, são incentivos que os profissionais devem usar para a busca de soluções novas, ou pelo menos adaptadas às realidades do País.



**Figura 19- Solo Cimento utilizado como proteção de talude em barragens nos Estados Unidos- Resistência superior a 170 Kgf/cm<sup>2</sup>.**



**Figura 20- Aspecto do Solo-Cimento usado como proteção de talude, nos Estados Unidos.**

## 7- RECOMENDAÇÕES-SUGESTÕES

Com base no desenvolvimento observado e nas publicações apresentadas, este

Relator toma a liberdade de apresentar as seguintes recomendações-sugestões:

□ **Ensaio:**

- ◆ Melhorar o desempenho do ensaio de Consistência Vebe (com ou sem peso), inter-relacionando-o com as necessidades de campo. Diferenciar a trabalhabilidade dada por água, da estabelecida com a coesividade da mistura;
- ◆ Desenvolver metodologia para ensaio de Pega, para se otimizar as condições de “longevidade” da mistura e as necessidades de tratamentos das juntas de construção

□ **Materiais:**

- ◆ Ampliar os estudos e conhecimento sobre os solos-cimento para uso como elemento estrutural, do corpo de barragens;
- ◆ Incrementar o uso e conhecimento decorrente da adoção de aditivos redutores de água e retardadores de Pega no CCR;

□ **Planejamento e Técnicas de Construção:**

- ◆ Desenvolver metodologias para a eventual aplicação da técnica do Pós-Resfriamento do maciço de CCR, tendo em consideração o possível avanço do uso do CCR em barragens do tipo arco-gravidade;
- ◆ Incentivar a Engenharia de Planejamento, buscando “antever soluções” e não buscando soluções “após a ocorrência dos problemas”;
- ◆ Conhecer mais detalhadamente os efeitos da compactação;
- ◆ Otimizar dosagens de CCR, visando o eventual uso como a própria face de estanqueidade;
- ◆ Otimizar o sistema de estanqueidade-drenagem, com a adoção de práticas conceituadas e consistentes;

□ **Controle**

- ◆ Incrementar os aspectos de Inspeção quanto às atividades de construção;
- ◆ Incrementar a busca da uniformidade desde a produção dos materiais até a compactação do CCR

□ **Auscultação**

- ◆ Buscar implementar, adequadamente, tanto em cronologia, como em tipologia, como em localização, os instrumentos de auscultação de modo a dar respostas rápidas às várias etapas da obra e facilitar o conhecimento.

## 8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]- Ricardo Muzzi; Luiz Cesar Moreira; Francisco Gladston Holanda- **“Hidrelétrica de Guilman-Amorin: Construções em Concreto Compactado com Rolo”**- III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.- Novembro/1998 - Resumo de Texto não Apresentado;

[2]- Luiz Carlos Pondé Serra; Lélío Cordeiro; Milton José Martins; Francisco Gladston Holanda- **“Barragem de Jucazinho: Aspectos de Planejamento e Construção em CCR”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998-- Resumo de Texto não Apresentado;

[3]- José Paulo; Eduardo Roque; Francisco Gladston Holanda- **“Barragem de Salto Caxias: Aspectos de Planejamento e Construção em CCR”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[4]- José Paulo; Eduardo Roque; Francisco Gladston Holanda-**“Barragem de Salto Caxias: Dimensionamento das Instalações do Canteiro Industrial”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.- Novembro/1998;

[5]- Antonio Fernando Krempel; Luiz Fernando Prates Oliveira- **“Aproveitamento Salto Caxias: Construção da Face de Montante do Maciço de CCR”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998-- Resumo de Texto não Apresentado

[6]- Fernando Ritzel Franco; Talles Augusto Araujo; Carlos Aloísio Aita; Geraldo Augusto da Rocha Lima; Raul José Cesca- **“Barragem Val de Serra; Aspectos Construtivos”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[7]- José Marcos Donadon- **“Rapidez, Economia, Galgamentos - Na Construção de Salto Caxias o CCR “Conseguiu ser Bom em Tudo”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[8]- Fernando Ritzel Franco; Francisco Rioli Filho; Claudio S.F. Odeh; João Bosco Moreira do Carmo; Walton Pacelli de Andrade- **“Barragem Val de Serra- Controle Tecnológico do Concreto”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[9]- Luiz Fernando Prates Oliveira; Jorge Murad P. Mussi; Francisco Rodrigues Andriolo- **“Controle da Compactação Durante a Construção da Barragem de CCR de Salto Caxias”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[10]- Douglas Emerson Moser; Luiz Fernando Prates Oliveira; Jorge Murad P. Mussi; Francisco Rodrigues Andriolo- **“Barragem de CCR Salto Caxias- Controle de Qualidade dos Materiais e do CCR”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[11]- Mauro Poli; Eustáquio da C. Ferreira; José Ricardo G. Nogueira; Ruy Dikram Steffen- **“CCR como Pavimento Rígido”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[12]- Waldomiro Almeida Junior; José Renato A. Andrade; Flávio Moreira Salles; Luiz Prado Vieira Junior; Isaac Amaral Alves- **“O Emprego de Concreto Compactado com Rolo como Proteção**

**da 2a. Etapa Construtiva do Espigão de Jusante da Usina Hidrelétrica Eng. Sérgio Motta (Porto Primavera)”** - III Seminário Nacional de Concreto Compactado com Rolo- Foz do Iguaçu-Pr.-Novembro/1998;

[13]- Andriolo, F.R.- **“The Use of Roller Compacted Concrete”**- Editora Oficina de Textos- Brasil-1998