

## USO DO CONCRETO COMPACTADO COM ROLO EM BARRAGENS

Lilian da Silva Cardoso<sup>1</sup>, Maria Izaete Barreto da Silva Silvestre<sup>2</sup>, Saul Borges da Silva<sup>3</sup>, Renato Tinós<sup>4</sup>, Carlos Augusto Gomes<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>UNIVAP/FEAU – Villa Branca – Jacareí, [lilian\\_scardoso@hotmail.com](mailto:lilian_scardoso@hotmail.com)

<sup>2</sup>UNIVAP/FEAU – Villa Branca – Jacareí, [izaetesilvestre@yahoo.com.br](mailto:izaetesilvestre@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Votorantim Celulose e Papel (VCP) - Jacareí, [mapterra@uol.com.br](mailto:mapterra@uol.com.br)

<sup>4</sup>Croma - São José dos Campos, [renatotinos@uol.com.br](mailto:renatotinos@uol.com.br)

<sup>5</sup>UNIVAP/FEAU – Villa Branca – Jacareí, [carlos@univap.br](mailto:carlos@univap.br)

**Resumo:** Nas últimas décadas ocorreu um espetacular desenvolvimento na construção de barragens. Além de ter possibilitado o conhecimento da tecnologia da construção, houve um expressivo desenvolvimento da tecnologia de concreto em barragens, com destaque especial para o concreto compactado com rolo (CCR). As barragens em concreto compactado com rolo tem sido uma forte alternativa se comparada as tradicionais barragens de terra, as barragens de enrocamento e as barragens de enrocamento com face de concreto. Com o recente surgimento de novas técnicas e métodos construtivos, o CCR alcançou agilidade de execução e economia de custo significativa na construção de barragens de concreto. Entre as novas técnicas construtivas, destacam-se o método rampado e o CCR enriquecido com argamassa (Grout Enriched Roller Compacted Concrete – GERCC). Este trabalho tem como objetivo apontar tendência e perspectivas futuras para a construção de barragens em concreto compactado com rolo e realizar um estudo comparativo da metodologia tradicional de execução do CCR com o método rampado e o CCR enriquecido com argamassa.

**Palavras-chave:** CCR, barragens, tecnologia e construção.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Civil

### Introdução:

**Definição:** “ Concreto Compactado com rolo (CCR) é definido como sendo um concreto de consistência seca – ‘no slump’, aspecto arenoso com propriedades próprias, que é transportado, espalhado e compactado de forma contínua, através de maquinários usualmente aplicados em obras de terra e enrocamento.”(Oliveira, Salles, 1995)

**O Surgimento do CCR:** O uso da tecnologia do concreto compactado a rolo na construção de barragens surgiu no princípio dos anos 70 e destacou-se a partir da década de 80. Neste momento, inúmeras obras de barragens em concreto estão sendo executadas, ou em face de projeto, em diversas partes do mundo, utilizando como metodologia de construção essa técnica.

Nas últimas décadas, a construção de barragens experimentou um espetacular progresso, que possibilitou o desenvolvimento da tecnologia da construção, da tecnologia de concreto para barragens, com destaque especial para o concreto compactado com rolo (CCR).

A maior ênfase na aplicação da tecnologia do CCR ocorreu nos anos 80, quando veio competir diretamente com as barragens de concreto convencional vibrado (CCV). Atualmente, as barragens que usam essa tecnologia têm disputado espaço até mesmo com as barragens

de terra, as de enrocamento e as de enrocamento com face de concreto.(FURNAS, 1997)

A necessidade de se construir barragens em prazo antes inimagináveis, a custo cada vez mais baixo, proporcionou o desenvolvimento atual da metodologia de construção do concreto compactado com rolo.

**Objetivo:** Neste trabalho, desenvolvido com a finalidade de averiguar a possibilidade de obtenção de melhores performances e resultados com o CCR, aborda-se como tema principal o uso do concreto compactado com rolo em barragens, com os seguintes os seus objetivos:

- Apontar tendência futuras para obras que envolvem a execução do concreto compactado com rolo e;
- Realizar um estudo comparativo entre a metodologia tradicional de execução do concreto compactado com rolo e novos métodos construtivos, em espécie o método rampado e o CCR enriquecido com argamassa (GERCC)

## Metodologia

### O método Tradicional: (Figura 1)

- Lançamento e compactação do concreto em longas camadas horizontais;
- Camadas com altura entre 20cm e 1m;
- Argamassa de ligação entre as camadas de CCR.

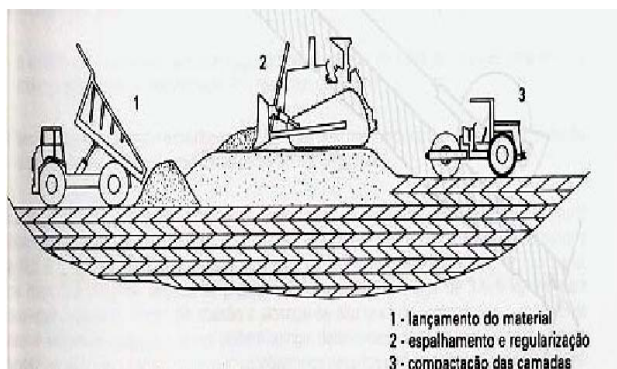


Figura 1 – Método Tradicional

### O Método Rampado (Figura 2)

- Lançamento e compactação das camadas de CCR inclinadas;
- Eliminação parcial das argamassa de ligação entre as camadas de CCR.

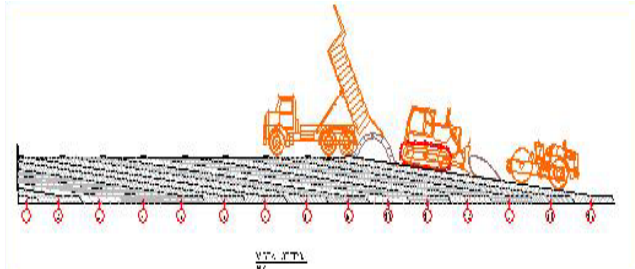


Figura 2 – Método Rampado

### Resultados dos Método

Um aspecto importante, pesquisado na UHE Lajeado, relacionou-se à temperatura do concreto, uma vez que, com o método rampado, as camadas são inclinadas e sucessivas, com cobertura muito precoce, o que poderia originar um maior pico de temperatura do concreto.

Foi observado as evoluções de temperatura do concreto compactado com rolo, respectivamente, para o método tradicional e para o método rampado. O maior pico de temperatura, em ambos os métodos, foi observado para o concreto convencional de face. Na ocasião, foi relatado que a diferença de elevação da temperatura do concreto compactado com rolo do método tradicional para o método rampado foi de apenas 2,5°C. (BATISTA et al.,2002).

O método rampado nos proporcionou:

- Redução na mão de obra;
- Maior produtividade dos equipamentos;
- Antecipação na utilização de formas;
- Maior velocidade construtiva;
- Redução de custos.

Podemos comparar os resultados pelo Gráfico 1 e 2

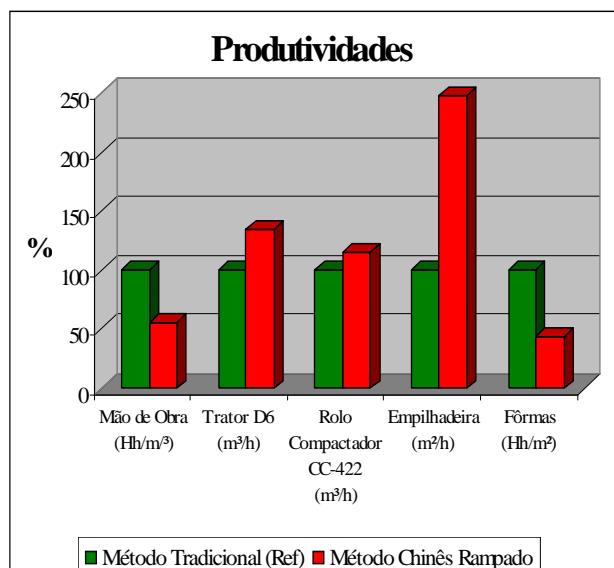


Gráfico 1 – Comparativo da Produção

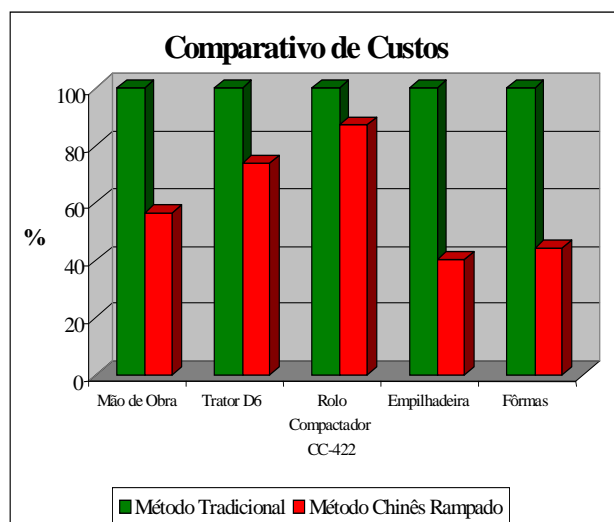


Gráfico 2 – Comparativo de Custo

### CCR Enriquecido com Argamassa – GERCC

- Utilização em paramentos hidráulicos;
- Próprio CCR como elemento de vedação.

### Resultados Obtidos com o GERCC

Foram observados na execução do GERCC durante a construção de diversas barragens na

---

China, Nova Zelândia e na Jordânia: significativa redução nos custos, aumento na velocidade construtiva e permeabilidade suficiente para utilizar o próprio CCR como elemento de vedação em contato com o reservatório.

### **Conclusão:**

O concreto compactado com rolo pode ser utilizado em substituição ao concreto convencional em barragens de concreto à gravidade ou em arco. Pode ser utilizado ainda em alteamento, enchimentos, reparos e substituições de materiais, na proteção de taludes e cristas de barragens de terra e enrocamento, na construção de diques e enseadeiras, na melhoria das condições de fundação, na execução de pavimentos e estradas, entre outras aplicações possíveis.

Considerando as barragens de CCR como alternativa em relação às barragens de terra e de enrocamento o CCR resulta em menores volumes de escavações, de lançamentos de materiais, menor tempo de exposição das estruturas e maior rapidez construtivas, gerando, assim, arranjos com estruturas mais compactas e otimizadas. Outro aspecto vantajoso é que as obras em concreto rolado podem sofrer galgamento em caso de ocorrência de cheias superiores às previstas no projeto.

O ganho significativo na velocidade construtiva permite a otimização do prazo construtivo, reduzindo os juros a serem pagos pelo capital investido e resultando numa alternativa de baixo custo global.

Com o recente surgimento de novas técnicas e métodos construtivos, o CCR alcançou maior agilidade e economia de custo.

A construção e os projetos de barragens em CCR continua sofrendo mudanças. Novas idéias para melhorar o desempenho e reduzir custos vêm dos projetistas e dos contratantes. Um dos propósitos deste trabalho foi o de proporcionar opções novas e variadas com respeito à metodologia construtivas possíveis do CCR.

### **Agradecimentos:**

Os autores agradecem ao nosso orientador Prof. Carlos Augusto Gomes, ao Prof. Guido Santos de Almeida Junior, ao coordenador do curso Prof. Dr. Gilbert Silva, aos Engenheiros Saul Borges da Silva e Renato Tinós e a todos da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), pela parceria e contribuição decisiva para o trabalho.

Aos nossos familiares e amigos por terem acreditado nesta realização e pelo apoio incondicional durante todos os momentos em que estivemos afastadas.

### **Referências:**

- Abreu, J. V. A.; Figueiredo, A. D. Concreto de alta resistência compactado com rolo para pavimentação, Belo Horizonte, ago.2002 p.154.
- Andrade, M. A. S.; Carmo, J. B. M; Bittencourt, R. M. et. al. Concreto compactado com rolo realizado com camada final de pavimento rodoviário, Belo Horizonte, ago.2002 p.139.
- Andriolo, F.R. Contribuição para o conhecimento e desenvolvimento do concreto rolado. São Paulo: Barber – Greene. 1989
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6023. Rio de Janeiro. 1989
- Batista, E. L.; Graça, N. G.; Pacelli, W. A. et. al. Execução de concreto compactado com rolo rampado em Lajeado – Consolidação da experiência *In*. Congresso Brasileiro do Concreto . 44, 2002, Belo Horizonte, ago. 2002 p. 146.
- CEMIG: Barragens de concreto compactado: Superintendência de Projetos de Geração.1987.
- Equipe de Furnas; Pacelli, W. A (Ed). *Concretos Massa, estrutural, projetado e compactado com rolo – Ensaios e propriedades*. São paulo. PINI, 1997.
- Kuperman, S. C. Barragens brasileiras de concreto compactado com rolo – Passado, presente e futuro. Curitiba, 1996 p. 240-255
- LEVIS. P.; MAGNAVACA, R.; MUSSI, J. M, et al. Esquema de desvio do Rio Iguaçu da usina de Salto Caxias e ocorrência de galgamentos programados da barragem. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO, 3., 1998, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, nov.1998. p. 126-133