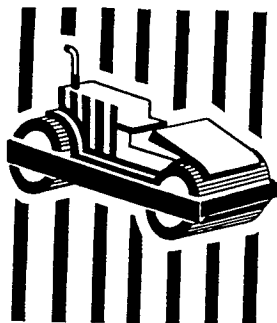




Importância do Planejamento nas Obras em CCR

II SEMINÁRIO NACIONAL DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO

ANAIIS
1996



II SEMINÁRIO NACIONAL DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO

IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO NAS OBRAS EM CCR

GILSON VIVIANI PIMENTA
Consultoria de Planejamento - São Paulo

FRANCISCO RODRIGUES ANDRIOLO
Andriolo Engenharia S/C Ltda. - São Paulo

RESUMO

O trabalho propõe várias discussões sobre a importância do Planejamento em obras construídas com o Concreto Compactado com Rolo. O planejamento assume, na competitiva atualidade brasileira, seu lugar de importância crucial no sucesso de um empreendimento. O CCR, sendo um método que imprime alta velocidade executiva, exige que seja feito um detalhado planejamento abordando sua própria execução e sua interdependência com o concreto convencional, face às graves consequências de uma necessária mudança de rumos durante as obras.

A adequação do projeto, o conhecimento da tecnologia aplicada ao CCR, do material rochoso local, a escolha do sistema industrial, dos equipamentos principais de transporte e a correta definição das etapas evolutivas do maciço são os principais fatores que determinam o sucesso ou o insucesso econômico do empreendimento.

1. PRELIMINARES

OPORTUNIDADE DO ASSUNTO - Ao se reunirem para a elaboração deste trabalho, os autores se perguntaram:

- Será que o tema do Planejamento seria debatido, no Brasil, com a mesma importância, há 15 ou 20 anos atrás?

A globalização da economia tem obrigado países emergentes, como o Brasil, a repensar seus custos e a atacar todos os fatores que possam levar ao desperdício. Sejam eles desperdícios financeiros, de recursos materiais ou mesmo humanos.

A palavra de ordem passa, então, a ser "competitividade", tanto na qualidade como, e principalmente, no custo.

As licitações públicas, por exemplo, deixaram de lado critérios subjetivos, às vezes duvidosos, e centraram a escolha no fator de mínimo preço.

Preço tem estreito vínculo com custo, pelo menos para quem pretende permanecer no mercado. O momento atual tem mostrado que até mesmo os subterfúgios têm limites e que é melhor procurar conhecer e otimizar os próprios custos, para poder oferecer os melhores preços.

Assim, chega-se ao planejamento. Apenas um empreendimento corretamente planejado pode fixar as diretrizes para que o custo e o preço ofereçam a margem de lucro esperada e competitiva.

A última reunião técnica sobre CCR, de âmbito internacional, realizada em

Santander-Espanha, em outubro de 1995, evidenciou que a técnica do CCR saiu do contexto laboratorial, da busca do conhecimento, do esclarecimento de propriedades, dos detalhes e defesas de projeto, para uma abordagem mais ampla, e dando ênfase às questões de Planejamento.

O mesmo se observou no encontro sobre CCR realizado em Foz do Iguaçu, no início de dezembro de 1995, quando vários debates surgiram ao redor dessa temática.

Torna-se evidente que o CCR já demonstrou suas vantagens e idoneidade técnica e os profissionais passaram a gerenciar esse método sob uma ótica mais ampla.

PLANEJAMENTO - Até recentemente as condições da economia e da política eram tão adversas ao planejamento que se fazia confusão entre planejamento e programação, quando na verdade esta é apenas um dos seus componentes, mais exatamente, aquele que trata da cronologia dos eventos.

O correto planejamento parte de três fatores básicos:

- . Disponibilidade Financeira
- . Prazos
- . Recursos

A Disponibilidade Financeira reflete uma previsão orçamentária, fruto da engenharia econômica, que determina a viabilidade financeira para cumprimento de eventos do empreendimento.

Os Prazos estabelecem a cronologia e as datas válidas para o empreendimento. Em geral são datas determinadas por fatores técnicos.

Os Recursos são as disponibilidades materiais e humanas com que o empreendimento pode contar. Cada recurso terá (a ele associado) um custo específico, variável segundo as condições daquele que empreende, de fatores mercadológicos e de condições locais.

A partir destas três premissas básicas, o planejamento definirá a política de uso de cada um dos fatores, de modo a obter

máxima segurança, qualidade e economia para o empreendimento.

O produto final do planejamento, de modo geral, será:

- . Projeto
- . Equilíbrio ambiental e sócio-econômico
- . Cronograma das atividades
- . Histograma dos serviços produzidos
- . Definição das metodologias executivas
- . Recursos utilizados
- . Controle de qualidade
- . Custo orçado
- . Histograma de desembolso

É neste ponto que os autores questionaram a validade deste tema, se fosse debatido nas últimas décadas, quando os prazos e disponibilidade financeira não eram claros e definidos.

Os autores, entretanto, vêem hoje a necessidade de debater o assunto sobre a ótica do desenvolvimento, do alerta às preocupações que envolvem os grandes empreendimentos de uso público, sejam executados pelo Estado ou pela iniciativa privada.

CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO EM CCR - Para efeito de planejamento, os maciços em CCR apresentam maior semelhança com as barragens de vale em enrocamento, em solos ou mistas, do que com as barragens de gravidade em concreto convencional.

Muitas vezes as fases executivas de um maciço em CCR lembram a construção de uma barragem em enrocamento, ou de uma em solo.

Tal semelhança exige que o planejador tenha, não apenas sólidos conhecimentos das tecnologias executivas de concreto, mas também vivência no planejamento das barragens de solo e de rocha.

A utilização do Concreto Rolado permite:

- . Maior velocidade de construção com menor elenco de equipamentos
- . Redução do contingente de Mão-de-Obra

. Aumento do nível de mecanização na construção das obras

Numa comparação entre as características condicionantes na execução de um maciço de materiais soltos (terra e/ou enrocamento) ou de concreto convencional com uma de CCR, onde estaria a diferença básica que exige uma maior importância do planejamento?

A MAIOR VELOCIDADE DE CONSTRUÇÃO é que requer uma atenção maior do planejamento.

De maneira geral, a aplicação da técnica do CCR reveste-se de uma simplicidade ímpar, justamente por agregar, em uma única técnica, as simplificações e vantagens inerentes às outras duas técnicas específicas.

Essa "Simplicidade", paradoxalmente, induz a maioria dos profissionais a uma "simplificação" de pensamento.

Passam a ver o CCR como uma técnica rápida, com a mesma dinâmica observada nas técnicas anteriores, ou precedentes. Esta visão simplista pode levar, e tem levado, a "imprevidências" e a amargos aumentos de custo.

O CCR tem velocidades de execução comparáveis às velocidades de maciços em materiais soltos. No entanto, tem necessidade de manusear e utilizar uma gama mais ampla de materiais (agregados, aglomerantes, formas, etc...); uma maior amplitude de ações (conhecimento técnico, controle de qualidade, etc.) e necessidade de providências (acessos, interferências, etc.) em uma outra escala de velocidade.

Porém, mesmo sendo uma construção em concreto, não pode ser observada na mesma velocidade, relativa baixa, das construções sequenciais, por blocos, em concreto convencional.

Para uma visualização mais clara do exposto, citamos apenas alguns itens:

. Formas - o planejamento inadequado das formas em uma construção de CCR, torna-se mais crítico que na construção em concreto convencional. Praticamente toda forma dos parâmetros de CCR deve ser providenciada com antecedência, mas nem toda do CCV precisa ser providenciada, já

que os blocos evoluem de modo alternado e independente.

. Agregados - As grandes velocidades de execução do CCR requerem grandes produções horárias de agregados (ou estoques "pulmões"), ao passo que, nas construções de CCV, a prática estabelecida já absorveu a relação entre a capacidade de produção de CCV e a respectiva necessidade de produção de agregados.

. Acessos - Os acessos para a alimentação do sistema de colocação de concretos, nas construções de CCV, são planejados quase que rotineiramente para acessar "um" ou "alguns" pontos. Isto por que os guindastes, ou cabos aéreos, ou outros sistemas mais atuais, fazem a complementação do transporte e a sua colocação, pois os equipamentos a serem posicionados nos "blocos", praticamente se resumem a vibradores, máquinas de solda, bombas de corte e bombas de esgotamento. Todos equipamentos de pequeno porte. Nas construções em CCR, quando a opção é por caminhões, os acessos devem ser planejados, de sorte a possibilitar a entrada de equipamentos em toda a frente horizontal de lançamento.

Desta maneira qualquer falha cometida no planejamento de algumas dessas atividades, dentre outras atividades, torna-se uma "falha genética", ou seja, de correção difícilima,

Apõe-se, às citações acima, o fato de que nós brasileiros temos um "gen" distorcido, que é o de subestimar o recurso humano, já que temos um custo muito menor aqui do que em outros países, levando-nos, em caso de dificuldade, a sermos tentado a supri-la, com o aumento do contingente de mão-de-obra.

Sendo uma tecnologia que tira forte partido das características dos materiais locais, é fundamental contar com conhecimento profundo das mais recentes tecnologias de produção e aplicação do concreto compactado com rolo.

Fórmula 1 - A execução de uma obra em CCR tem muita semelhança com o que acontece em uma escuderia de Fórmula 1. O desempenho do carro e piloto durante a temporada, não pode, em hipótese alguma, ser superior à qualidade do projeto e dos

preparativos dedicados ao protótipo do carro.

Depois de iniciadas as corridas, todos os esforços dos mecânicos e dos pilotos será insuficiente para corrigir erros ou imprevidências da fase de projeto e desenvolvimento. Por mais que se esforcem, não haverá tempo suficiente para uma recuperação razoável, e o insucesso será inevitável.

Do mesmo modo, numa obra em CCR, não haverá tempo hábil para serem feitas correções importantes no sistema industrial, no equipamento principal de transporte ou na sequência evolutiva das fases imaginadas para o maciço. A velocidade da evolução da obra faz com que a implementação de cada correção ocupe um tempo por demais longo face à necessidade de urgência, tornando a correção insuficiente ou levando a obra a um custo muito superior ao planejado, quando não superior ao preço de venda.

2. PLANEJAMENTO E CUSTO - INTERVENIÊNCIAS

PROJETO - É de fundamental importância que o planejamento aja com força ainda na fase de projeto.

Mais uma vez, a velocidade de execução do CCR, bem como a maneira de lançar o concreto, deve ser ressaltada.

No sistema convencional de construção de barragem em concreto, o maciço é composto por blocos, normalmente isolados por juntas de dilatação. Isto leva o projeto a ser desenvolvido de maneira "colunar", e a evolução da obra, a ser conduzida também por "blocos", na direção vertical.

Na maneira de se construir com o CCR as providências devem ser, primordialmente, na "horizontal". No entanto, pela sua extrema velocidade executiva, devem ser tomadas providências "verticais". Exemplificando, no local de união de duas galerias por um poço, o processo de construção por blocos prioriza o detalhamento do poço, no de CCR o

projeto da galeria tem precedência sobre o do poço.

Assim, para se planejar a execução de uma obra em CCR, o conhecimento e o detalhamento das camadas junto a toda extensão da fundação é de extrema importância. Na construção em blocos, ao se deparar com uma falha na fundação, pode-se deslocar os recursos para os blocos contíguos e assim reequacionar os avanços, sem grandes reflexos no desenvolvimento geral. Essa situação no CCR é muito mais problemática, com significativos reflexos no andamento e no custo da obra.

Embora o projeto deva buscar a simplicidade que o CCR requer, deve também ser "pensado" para ser ágil.

Da mesma maneira, as salvaguardas usuais nos projetos devem contemplar pontos e soluções de defesa que permitam corrigir as eventuais falhas inerentes à rapidez.

ESTRATÉGIA DE ATAQUE ÀS OBRAS

- O estabelecimento da estratégia de ataque às obras é a fase mais delicada e responsável do planejamento. É nesse momento que serão ponderados todos os fatores básicos comentados anteriormente.

Nessa fase, o planejador não conta com um raciocínio linear lógico para seguir. Então, terá que contar com seu "feeling"; é necessário conseguir um perfeito equilíbrio entre recursos, prazos e disponibilidade financeira.

Ao se estabelecer a cronologia da obra e a sequência de atividades, deve-se tomar em consideração:

- . Condições hidrológicas
- . Condições climáticas
- . Condições topográficas e de acessos
- . Interdependência com as demais atividades da obra
- . Marcos previamente estabelecidos

Uma das características do CCR é resistir bem à passagem da água, não sofrendo danos em caso de sobrepassagem (overtopping). O planejamento deve usar essa facilidade quando analisar o desvio de rios e

considerar os riscos inerentes ao tempo de recorrência das grandes vazões. O Concreto Rolado tem sido empregado inclusive como proteção em outros tipos de barramentos, sem maiores danos quanto à erodibilidade. Isso permite que se possa considerar, durante a construção da obra em CCR, a sobrepassagem de águas, mesmo sobre o maciço principal.

As condições climáticas são fatores com aspectos úteis e aspectos prejudiciais ao planejamento, e isso deve ser analisado e considerado. Assim é que, por exemplo, em regiões de clima razoavelmente frio, os agregados podem ser produzidos durante o inverno e serem utilizados na estação subsequente, tirando proveito da temperatura do concreto e, por conseguinte, reduzindo os problemas de tensões térmicas.

Em regiões de grande insolação e/ou vento, a secagem superficial do CCR, durante o espalhamento, ocorre mais intensamente, requerendo a providência de ser estabelecido um ambiente úmido na frente de lançamento.

Em regiões onde as chuvas ocorrem com mais intensidade em determinados períodos, a continuidade de lançamento do CCR pode então ficar muito prejudicada. Tanto pela intensidade, como, e muito mais, por descontinuar os trabalhos. A retomada de lançamento fica dificultada por questões de limpeza, esgotamento e drenagem da frente de serviço. Nessas regiões, e nesses períodos, é prudente que o planejamento considere uma redução na produção e aumento no custo.

As condições topográficas são determinantes para o planejamento dos acessos, com reflexos consideráveis na cronologia e custo do CCR; devem, por isso, ser consideradas no seu grau de importância. A escolha do equipamento é fundamental para vencer as dificuldades de topografia.

Nos projetos de maior vulto e nos de geração de energia elétrica, é comum haver outras estruturas em concreto convencional, ou de solo e rocha, cujas execuções têm interferência com as obras de CCR. Essa interdependência poderá ser apenas de logística ou mesmo interferência

física (como uma ponte sobre um vertedouro).

As demais estruturas, em concreto convencional, podem, em conjunto com o CCR, provocar picos de necessidade de mão-de-obra, de forma, de equipamento ou de materiais. Tirando-se proveito da rapidez e da versatilidade de execução do CCR, esses picos podem ser evitados, criando-se patamares nos histogramas de necessidades. O benefício desses nivelamentos, para o custo geral da obra, será bastante significativo.

Os marcos previamente estabelecidos, refletem interferências necessárias de serem atendidas (montagens, testes, desvios, etc.), são próprios de cada obra e não especificamente do CCR. Entretanto, a velocidade de construção alcançada pelo CCR pode permitir o remanejamento de determinados marcos, principalmente daqueles relacionados ao Desvio do Rio, e das cotas mínimas exigíveis. Esses marcos podem ser modificados graças à característica do CCR de suportar "overtopping".

EQUIPAMENTOS BÁSICOS, POLÍTICA DE ESCOLHA E OPÇÕES - De início, é importante compatibilizar os equipamentos ótimos para a execução dos serviços com aqueles possíveis, disponíveis para o empreendedor, seja por já possuir o equipamento, seja pela facilidade em obtê-lo.

Além do tipo do equipamento, também é fundamental o nivelamento das quantidades a serem usadas ao longo da obra; assim, os equipamentos de uso em vários serviços serão preferidos. Os de uso especializados deverão ter seus custo/benefícios analisados com cuidado.

Em nosso país ainda não temos uma seqüência razoável de obras que justifique a aquisição de alguns equipamentos de alta tecnologia e custo elevado.

Alguns equipamentos são básicos e mais relevantes, quer pelo custo que representam, quer pela sua importância na garantia do sucesso de execução das obras.

Com relação ao sistema de britagem e fabricação do CCR, a demanda de material

britado costuma ser feita em prazo tão curto, que provoca um pico de consumo. É comum que esse pico seja muito superior à produção do canteiro industrial, economicamente razoável para a obra. Por isso, costuma-se optar por estoques intermediários de brita e areia, de modo a evitar o uso de um sistema industrial de maior porte.

Dessa maneira, pode-se imaginar as conseqüências de um equívoco na especificação ou no projeto do sistema industrial. O custo e o cronograma da obra ficarão fortemente prejudicados se houver necessidade de qualquer modificação maior no sistema, feita de última hora.

É fundamental, portanto, o perfeito conhecimento do material rochoso local, de todos os fatores determinantes da fixação do traço do CCR e também de um histograma seguro de necessidade do CCR.

Para o sistema principal de transporte de CCR, as opções são várias. Pode ser usado o caminhão trafegando desde a fabricação até o local de colocação; o caminhão sendo abastecido já dentro da praça e transportando até o local de colocação; sistema completo de esteira transportadora, que vai da fabricação até a colocação; sistema parcial de esteira que abastece o caminhão dentro da praça; "chutes" e tubulações associados a esteiras e caminhões; vagonetes automatizadas sobre trilhos; cabos de aço transportando caçambas; guindastes e muitos outros processos. Apenas a imaginação do planejador é o limite.

Uma coisa, porém, é certa: escolhido o sistema transportador principal, será pago um preço bastante alto por qualquer mudança que venha a ser feita posteriormente.

Em caso de inadequação ou insucesso do sistema escolhido, poderá ocorrer a existência de dois sistemas transportadores para execução da mesma obra, cada um incidindo com seu custo, duplicando assim o orçamento inicial.

A fixação das etapas construtivas é fundamental na escolha do sistema principal de transporte. Delas depende as características do equipamento a ser

escolhido. Por vezes, a versatilidade é o fator primordial. Outras vezes, a pouca variação do "lay out" do sistema para atendimento das fases executivas, permite a escolha de equipamentos menos versáteis, porém, com maior eficiência e menor custo.

Pelo que foi colocado, pode ser avaliada a importância de um planejamento consciente e seguro, já que a escolha dos equipamentos, a determinação das fases executivas e o histograma da obra são rigidamente interdependentes, sempre levando a um custo elevado qualquer falha ou erro de planejamento.

Nas obras em concreto convencional existe também a interdependência, porém, o já tradicional conhecimento do método e as características menos rápidas de evolução da obra, minimizam os efeitos, permitindo a correção dos rumos com maior facilidade e economia.

3. CONDICIONANTES NOS EDITAIS DE LICITAÇÃO

É perfeitamente justificável e compreensível que o proprietário de um empreendimento queira induzir, aquele que vai executar, a seguir o planejamento que elaborou e considera mais adequado. Assim, ocorre o estabelecimento dos Marcos Contratuais impostos já no Edital de Licitação, como forma de indução.

Quando assim age, o proprietário está deixando de contar com a contribuição que a inventividade da classe dos construtores poderia oferecer e impede que o licitante planeje a execução, tirando proveito de particularidades próprias que poderiam resultar em menor preço ofertado.

É verdade que maior liberdade nas condições de licitação acarretam maior dificuldade de nivelamento e julgamento das propostas. Também é verdade que fica muito difícil deixar de assumir responsabilidade quando a linha básica do planejamento e dos métodos são impostas.

O ideal seria condicionar o produto final e não o processo. Desse modo, não

haveria restrições ao executor e não seriam divididas as responsabilidades.

4. EVOLUÇÃO DAS OBRAS DE JORDÃO E CAPANDA

JORDÃO - As obras de DERIVAÇÃO DO RIO JORDÃO complementam a USINA HIDRELÉTRICA DE SEGredo, complexo promovido pela COPEL Companhia Paranaense de Energia, no Rio Iguaçu, sul do Estado do Paraná.

Principais características:

. Barramento

altura máxima = 79,00 m

comprimento total da crista = 550,00 m

volume de CCR = 580.000 m³

volume de CCV = 62.600 m³

. Vertedouro

tipo soleira vertente

. Reservatório

área = 3,4 km²

Até a presente data já foram executados cerca de 97% dos volumes e serviços

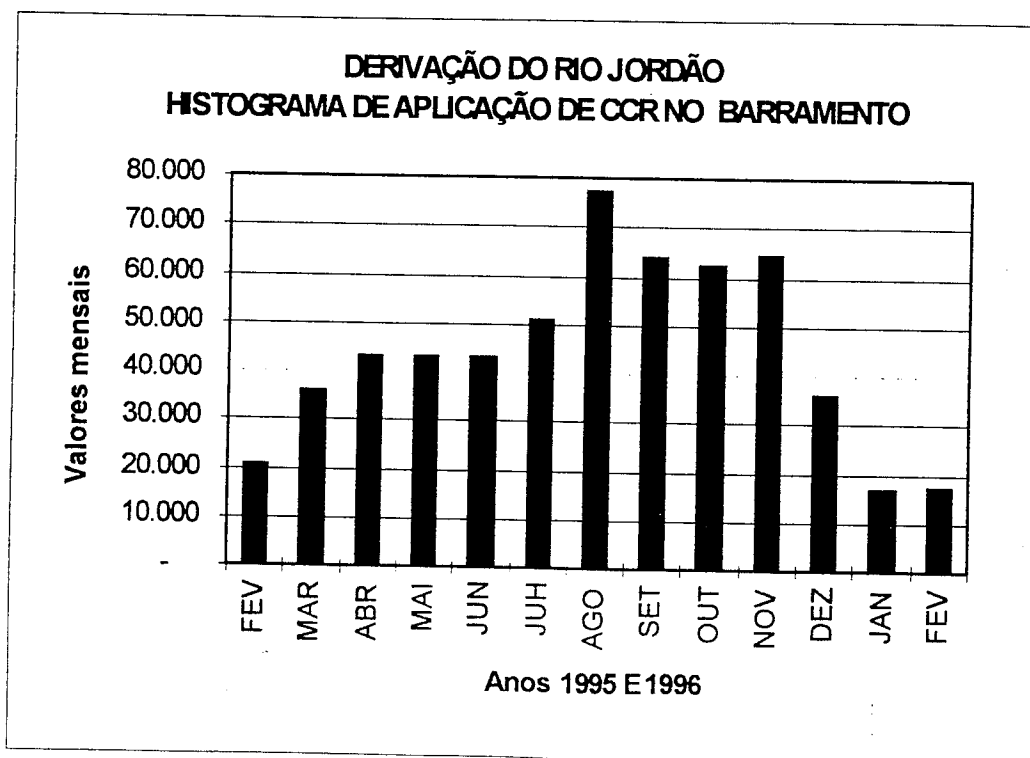
previstos, indicando que a conclusão do empreendimento dar-se-á no prazo e condições estabelecidos.

Durante a execução das obras, a construtora foi obrigada a enfrentar e resolver duas situações como as abordadas no presente trabalho.

O sistema de britagem não correspondeu às necessidades do CCR, obrigando a realização de adaptações e ampliações de última hora. O histograma de aplicação de CCR mostrado no gráfico a seguir, até o mês de jan/96, apresenta os reflexos sobre a evolução das obras.

O sistema principal de transporte escolhido foi esteira transportadora de alta velocidade abastecendo caminhões na praça, que transportam até o local de aplicação.

Problemas operacionais e de projeto impuseram um uso muito limitado da esteira transportadora, resultando na imposição da construção de um completo sistema viário de acesso às cotas e às margens do barramento. A foto mostra a coexistência dos dois sistemas transportadores.



CAPANDA - Em 1994, no 18º Congresso de Grandes Barragens, em Dublin, foi apresentado pelo co-autor do presente trabalho, Eng. F. R. Andriolo, e seus colegas Eng. M. T. Schmit e Eng. L. R. Chagas, o planejamento da barragem de Capanda, destacando o aproveitamento das características do CCR na definição das fases evolutivas do maciço.

Principais característica da barragem:

. Promotor

GAMEK - Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza

. Barragem

altura máxima = 110 m

comprimento da crista = 1200 m

volume de CCR = 757.000 m³

volume de CCV = 104.000 m³

vol. outras estruturas = 293.000 m³

O sistema principal de transporte era constituído de uma combinação de esteira rolante de alta velocidade, "shuts", tubos metálicos para descida, dissipadores de energia de queda do concreto e , por último, caminhões transportando até o local de aplicação, sem sair da praça.

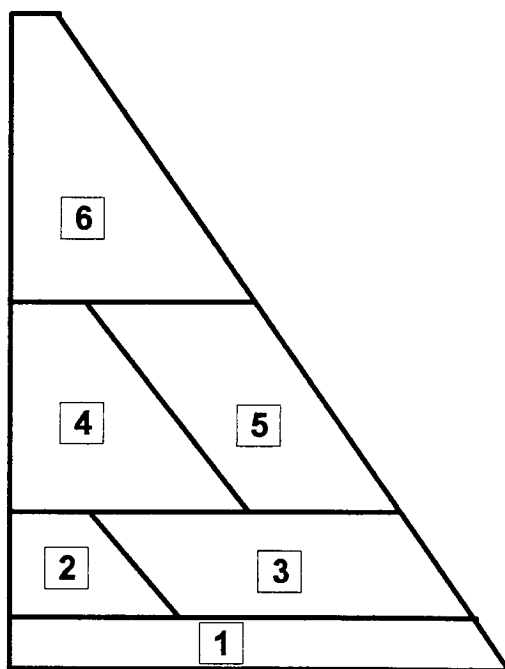
As etapas construtivas do planejamento adotado são típicas de barragem de enrocamento com face de concreto, mostrando a versatilidade do CCR como material de construção.

O esquema e a foto a seguir mostram o planejamento e andamento da obra.

As fases construtivas foram definidas de modo a ajustar o histograma de necessidade de CCR e diminuir a altura da ensecadeira principal de desvio, admitindo a hipótese de "overtopping", utilizando a própria barragem como barramento de desvio do rio. O planejamento permitiu ainda minimizar o impacto ecológico, diminuindo a necessidade de pistas externas. Foram seis as fases principais:

1. Fundação no "canyon", até cota da pré-ensecadeira, na largura total
2. Elevação da barragem/ensecadeira, em seção parcial

3. Alargamento da barragem/ensecadeira
4. Elevação parcial até cota intermediária (máxima vazão do túnel)
5. Alargamento da seção até cota intermediária
6. Complementação até cota final do maciço



5 - COMENTÁRIOS FINAIS

Os autores deste trabalho tiveram a oportunidade de colaborar na execução de vários empreendimentos de construção pesada no Brasil, entre os maiores realizados nos últimos 25 anos.

Sentem que a globalização da economia, buscando a redução de custos, mostra-se presente, mesmo que de maneira incipiente no País.

Disso resultou a elaboração deste texto, para trazer a debate pontos de preocupações, que seriam desprezados à época dos preços exorbitantes, de prazos inadequados, de mal uso do dinheiro público, mas necessários em época de seriedade.