

Construindo com correias

Odebrecht utiliza 10 km de correias transportadoras na construção de uma gigantesca barragem na Califórnia

Quem vê o fino caudal do rio Santa Ana durante a estação seca pergunta-se logo o porquê da enorme barragem que está sendo construída em seu leito. Se o mesmo visitante, contudo, voltar ao local das obras na estação chuvosa (entre novembro e março), irá se deparar com um rio de grande vazão, cuja violência vem ano após ano ameaçando a população dos condados de San Bernardino, Riverside e Orange, regiões que estão passando por intenso desenvolvimento populacional e industrial na Grande Los Angeles.

Para fazer frente à força do Santa Ana - rio mais propenso a enchentes a oeste do rio Mississippi, nos EUA -, o renomado U.S. Army Corps of Engineers (Corpo de Engenheiros do Exército Americano) elaborou um projeto de controle de cheias no valor total de US\$ 1,3 bilhão. O projeto, que prevê a construção de canais e o alteamento de algumas barragens, tem na construção da barragem de Seven Oaks seu ponto alto.

Seven Oaks é hoje a maior obra hidráulica do governo norte-americano e está sendo construída pela Odebrecht Contractors of California, uma subsidiária da Norberto Odebrecht. Tendo que



FOTOS: NESTOR SCAVINO/ODEBRECHT

Fig. 1: Vista aérea de Seven Oaks com o sistema de 10 km de correias transportadoras



Aldo Dórea Mattos

Engenheiro civil. Foi responsável pelo setor de projetos da Odebrecht na Barragem de Seven Oaks, Califórnia, trabalhou depois em obras na África do Sul e Peru, e atualmente é consultor independente em Salvador
E-mail: amattos@svn.com.br

realizar o desvio do rio, a construção do gigantesco maciço e a escavação do vertedouro em um prazo de cinco anos (1994-1999), a Odebrecht recorreu a um moderno sistema de correias transportadoras para viabilizar o aporte de terra e rocha até a área da barragem.

O material para o aterro é proveniente das escavações obrigatórias, como as do

desvio do rio e as do vertedouro, e de duas áreas de empréstimo situadas fora da obra: uma para a obtenção de material argiloso impermeável para a construção do núcleo, outra para o material granular permeável necessário às demais zonas do maciço. O material a ser transportado pelas correias alcança os 15 milhões de m³ (5 milhões de m³ de material imper-



Fig. 2: Praça da barragem com as diversas zonas. O maciço da barragem tem um volume de material de 28 milhões de m³

jusante, um comprimento que alcança 900 m (Figura 2).

As correias transportadoras constituem um meio de transporte contínuo, seguro, de fácil operação, altamente confiável e, principalmente, de baixo custo de operação e manutenção. Não se pode, contudo, afirmar que as correias são, indistintamente, mais vantajosas do que outros meios de transporte. A principal vantagem das correias em relação a cami-

nhões - forma mais comum de transporte de material de construção de barragens - reside na eliminação de um grande contingente de operadores e mecânicos, aspecto que adquire relevância ainda maior quando se trata de um mercado de mão-de-obra cara como é o norte-americano, onde um operador de caminhão fora-de-estrada custa à empresa US\$ 34 por hora. A principal desvantagem, contudo, é imposta pela linearidade das correias: se um ponto do sistema está defeituoso, todo o sistema pára, o que não se dá com os caminhões.

Outras vantagens e desvantagens das correias, comparadas aos caminhões, são apresentadas no quadro à esquerda.

O sistema de correias transportadoras foi fornecido pela Continental Conveyor & Equipment por cerca de US\$ 15 milhões. Outras três companhias norte-americanas, uma alemã e até uma brasileira apresentaram cotações. Esta última forneceu o menor preço, mas foi descartada por receio de que as greves nos portos do Brasil, iminentes à época, pudessem colocar em risco o prazo de entrega dos equipamentos.

O dimensionamento das correias de Seven Oaks foi definido com base no planejamento executivo da obra. Sabendo-se a necessidade de cada material e o prazo para construção da barragem, calcularam-se as produtividades médias e de pico. Foi então estabelecido que seriam instalados dois sistemas de correias (Figura 3).

meável, 10 milhões de m³ de material permeável). Esse volume, a ser transportado em quatro anos, representa uma média diária de quase 10 mil m³ de material, o equivalente a 15 mil t (Figura 1).

O volume total de aterro, 28 milhões de m³ de terra e rocha, credencia Seven Oaks como uma das maiores barragens do mundo no gênero.

No maciço, de dentro para fora, há um núcleo impermeável de argila, um filtro

de pedra britada e uma sucessão de zonas, cujo tamanho máximo dos grãos vai crescendo. A face de montante é revestida de rip-rap, blocos rochosos de grande dimensão. O núcleo fica encaixado na rocha, em uma depressão de cerca de 25 m de profundidade. Essa trincheira da fundação foi escavada com potentes escavadeiras Demag com concha de 9 m³. A barragem, quando pronta, terá uma altura de 165 m acima do leito do rio, uma extensão de 850 m na crista e, na base, no sentido montante/

Correia	Caminhões
Sem ruído	Ruidosos
Não poluente	Emitem gases e fumaça
Não gera poeira	Geram poeira
Vence rampas até 25% de inclinação	Vencem rampas até 10% de inclinação
Produção controlada automaticamente	Produção depende do fator humano
Equipe de operação é mínima	Um motorista para cada veículo
Manutenção simples	Manutenção mais complicada
Pára completamente com qualquer defeito	Se um caminhão quebra, os outros não são afetados
Necessita prazo para montagem	Montagem inexistente
Pequena probabilidade de acidentes	Probabilidade de acidentes
Difícil de encaixar em outra obra	Podem ser facilmente encaixados em outra obra
Difícil de vender ao final da obra	Mais fácil de vender no mercado



Fig. 3: Os dois sistemas de correias: um transporta material argiloso para o núcleo; o outro, material granular para as demais zonas

Fig. 4: As correias atravessam vários obstáculos como encostas íngremes e o leito do rio



O primeiro sistema, com correia de 36 polegadas de largura e 5 km de extensão, sai da jazida de material impermeável (para construção do núcleo), atravessa laranjais em algumas propriedades privadas, corta o rio em três pontos e sobe a ombreira direita da barragem. A correia transporta também material de filtro e drenos, produzidos na central de britagem e processamento de material permeável. A produtividade é de 1,1 mil t/hora (Figura 4).

O segundo sistema, com correia de 48 polegadas e 4,5 km de extensão, transporta material produzido na central de britagem e processamento para as zonas de transição aluvionar. A razão de ser mais larga é o tamanho dos blocos, cujos diâmetros estão na faixa de 12 a 18 polegadas. A produtividade atinge 2,2 mil t/hora (Figura 5).

O traçado das correias foi definido em função do relevo, do plano de escavação das jazidas de empréstimo, das

interferências com ruas e tubulações existentes e do acesso à barragem em várias cotas. Posto que as correias não fazem curva, os sistemas são compostos de uma seqüência linear de correias, cada uma descarregando na seguinte até o ponto de descarga na região da barragem.

As correias atingem uma declividade máxima de 25%, a partir do que as partículas transportadas rolariam ladeira abaixo. Essa declividade representa uma vantagem em relação a caminhões, que só conseguem ser práticos em rampas com inclinação inferior a 10% (Figura 6). Uma estrada de operação e manutenção com 5 m de largura segue paralela às correias. Por ela transitam pick-ups, caminhões de mecânica, pequenos guindastes, motoniveladoras e caminhões-pipa.

Para transposição do rio Santa Ana (largura entre 65 m e 100 m), a solução mais fácil encontrada foi lançar pontes do tipo Bailey. Essas pontes são feitas com peças metálicas montadas no canteiro em módulos de 3 m. Os módulos são rapidamente encaixados uns aos outros na margem do rio e içados por guindastes até a posição final. Uma vantagem das pontes Bailey é a de poderem ser desmontadas e reaproveitadas.

Dada a grande extensão das correias, a montagem foi feita como uma linha de produção. Primeiro, uma equipe acomodada em cima de um caminhão lançava os dormentes de madeira ao solo em sua posição aproximada. Uma segunda equipe vinha logo atrás acertando o alinhamento e nivelando os dormentes transversalmente, cuja tolerância de desnível é de apenas 3 mm. Em seguida, as peças metálicas – pés, longarinas e roletes – da estrutura eram dispostas ao lado dos dormentes e logo depois montadas. A última etapa consistia em esticar a correia de borracha sobre os roletes e vulcanizar as emendas.

Os componentes mecânicos e elétricos de funcionamento das correias, como motores, tambores de acionamento e esticadores, ficam assentados sobre bases de concreto armado localizadas na cabeça e na cauda das correias. O suprimento de energia para as correias de Seven Oaks é feito por 14 geradores de 450 kW movidos a gás natural. A quantidade de geradores em operação é função da carga de material transportado em cada

momento e é definida automaticamente pelo painel de comando.

O material argiloso da área de empréstimo é escavado por motoescrêperes e transportado até o ponto de descarga no sistema de correias, onde um alimentador do tipo *feeder-breaker* retém os blocos de dimensão superior a 15 cm. Ao longo do caminho entre a jazida e a praça da barragem, a argila precisa ter sua umidade corrigida para atender aos requisitos de umidade ótima e para compensar as perdas pelo intenso calor do sul da Califórnia. Nos pontos de descarga entre correias consecutivas, foi instalado um engenhoso aparato que asperge água ao material que está sendo transportado. Como a água atinge as partículas durante a transferência do material, ou seja, em um estado mais solto do que sobre a correia, consegue-se uma melhor homogeneização da umidade. O aparato de aspersão é comandado por uma válvula que só libera a água quando a correia está transportando material – neste caso, o peso da correia abre o circuito –, evitando que haja desperdício de água enquanto a correia trabalha vazia. A descarga final na barragem é realizada sobre o solo. Ali, carregadeiras frontais enchem os caminhões fora-de-estrada que levam o material para o enorme aterro.

Todo o comando das correias transportadoras fica no centro de controle localizado junto à planta de britagem e processamento. O centro é uma sala dotada de painéis, visores e monitores, a partir de onde o operador acompanha tudo o que acontece desde a alimentação até a descarga. Apenas um homem é necessário para operar todo o sistema. Antes de iniciar o funcionamento das correias, o operador checa todos os componentes para se certificar de que está tudo corretamente conectado ao sistema central. Os visores instalados no centro permitem ao operador ver o que se passa em cada ponto de transferência através de câmeras de um circuito fechado de tevê.

Os painéis de controle mostram informações sobre cada trecho de correia e em caso de anormalidade dão um sinal para que o operador desligue o sistema defeituoso. As correias são interligadas eletricamente, de modo que quando uma correia pára por qualquer motivo todas as correias anteriores a ela (ou seja, as



Fig. 5: Central de britagem e processamento de material

Fig. 6: As correias foram projetadas para subir a ombreira com uma inclinação de 25%



que lhe trazem material) param automaticamente. Analogamente, uma correia só começa a operar quando todas as correias subsequentes estão em movimento.

O aprendizado das equipes de Seven Oaks foi se consolidando ao longo dos meses. A princípio consideradas um “elefante branco” pelos operários e vistas com ceticismo pelo cliente, as correias

foram paulatinamente conquistando a simpatia de todos. O pleno domínio da idéia inovadora de empregar correias transportadoras não só possibilitou à construtora cumprir todos os rigorosos marcos contratuais, como também capacitar seus quadros nessa prática, versátil, confiável e ecologicamente correta tecnologia de construção.