



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0001/03/04/B

**LOTE:**

0027

**AUTOR:**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH; COGERH; PROURB; SOHIDRA; ASTEP

**TÍTULO:**

AÇUDE PÚBLICO UBALDINHO CEDRO - CE

**SUBTÍTULO:**

REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO FASE B ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto  
 Identidade GED: 0001/03/04 fase B  
 Lote: 27  
 N° de Registro: 3810625  
 Autores: ASTEP/SRH/COGERH/SOHDRA  
 Programa: PROURB - ce  
 Título: Açude público Vbalentino, Cedro - ce  
 Sub-Título 1: Revisão do projeto executivo - fase B  
 Sub-Título 2: Especificações Técnicas Construtivas  
 N° de Páginas: 31  
 Volume: III  
 Tomo: \_\_\_\_\_  
 Editor: ASTEP  
 Data de Publicação (mês/ano): 1996  
 Local de Publicação: Recife

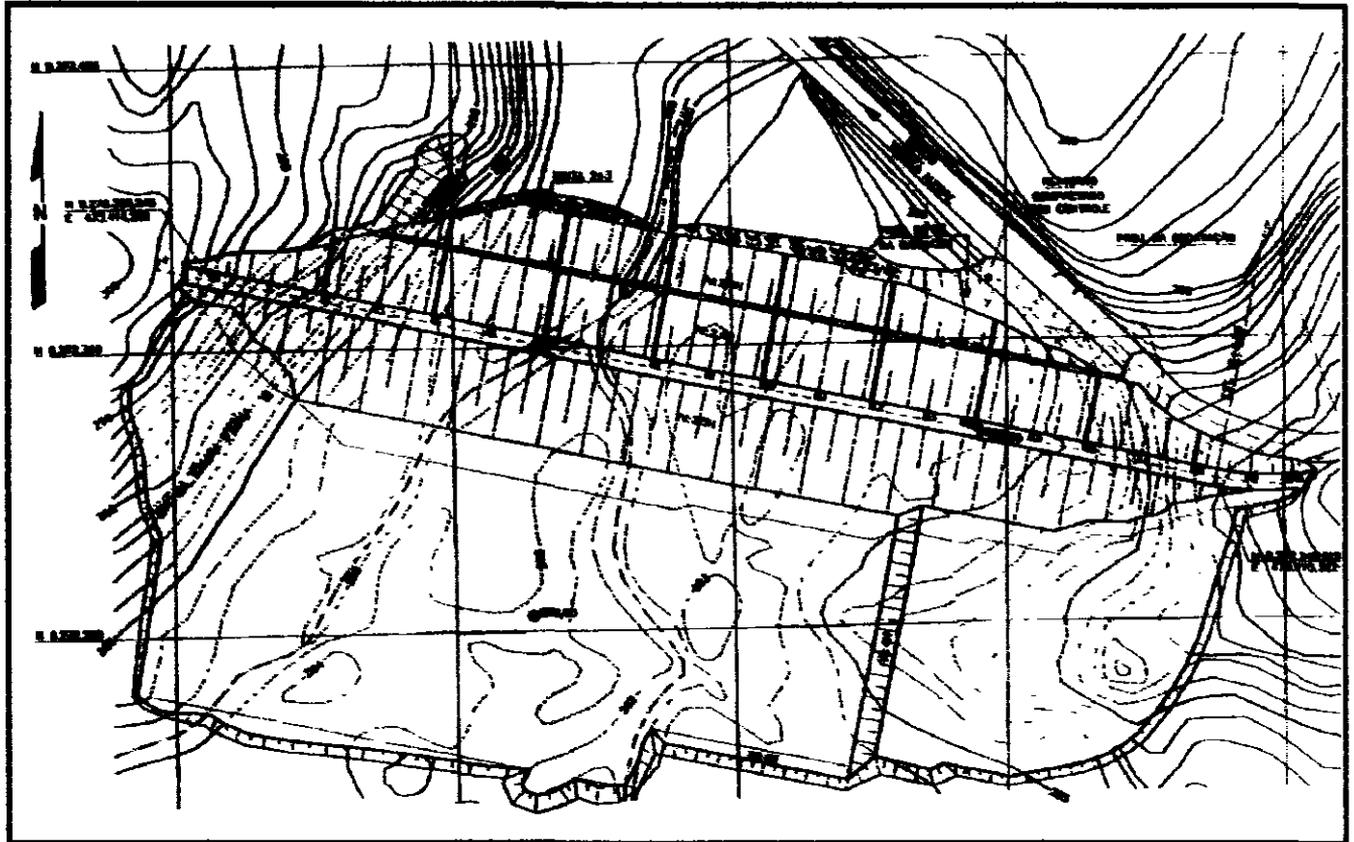
Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Riacho São Miguel</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: Jaquaribe  
 Sub-bacia: Salgado  
 Municípios: Cedro  
 Distrito: \_\_\_\_\_  
 Microregião: Iguatu  
 Estado: Ceará

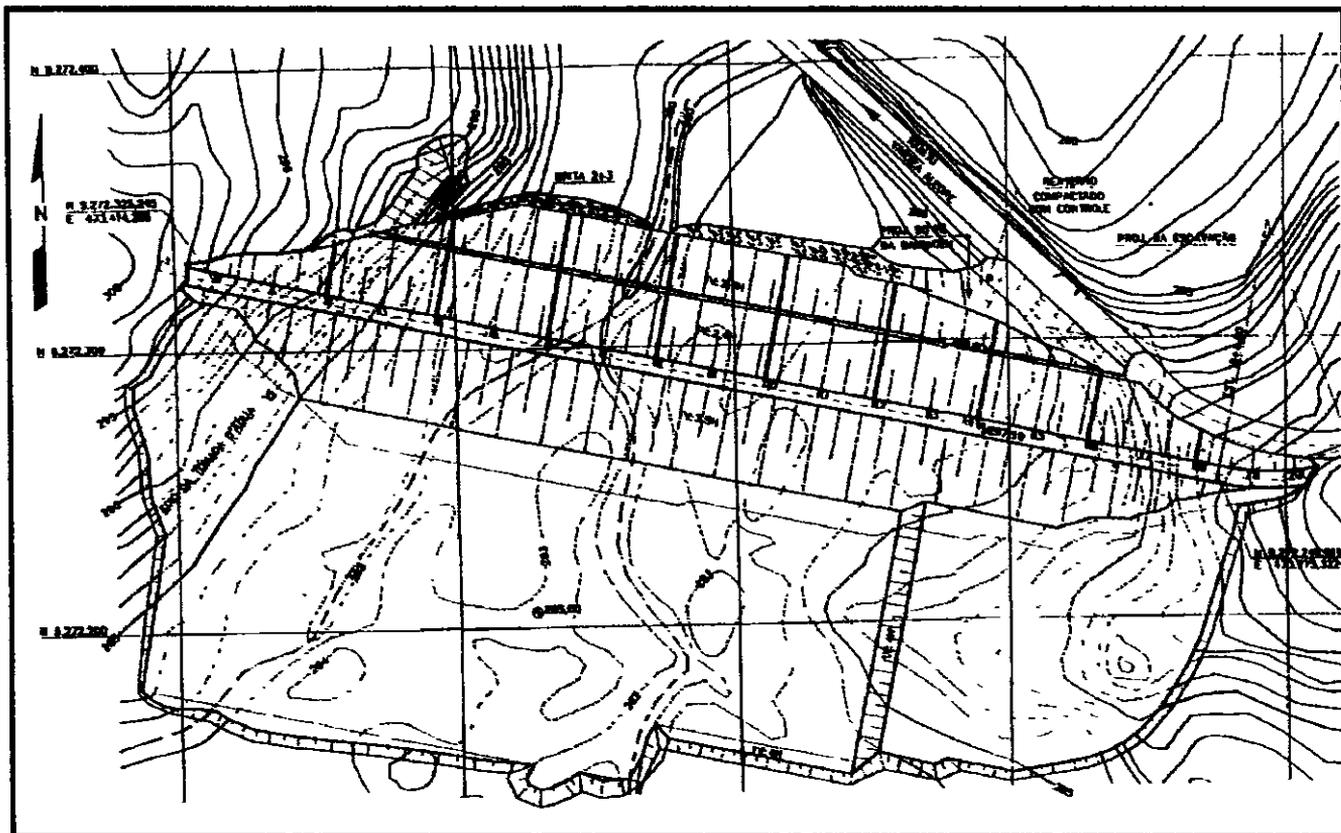
**PROURB/CE**



**AÇUDE PÚBLICO UBALDINO  
CEDRO - CE**

**REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO - FASE B  
VOLUME 3/4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS  
CONSTRUTIVAS**

**PROURB/CE**



**AÇUDE PÚBLICO UBALDINHO  
CEDRO - CE**

**REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO - FASE B  
VOLUME 3/4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS  
CONSTRUTIVAS**

## ÍNDICE

1-	OBJETIVO	3
2-	ELEMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3-	GENERALIDADES	3
4-	LIMPEZA DA ÁREA	3
5-	BOTA-FORA	4
6-	ESCAVAÇÃO	4
7-	PREPARO DA FUNDAÇÃO	6
8-	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	6
9-	EQUIPAMENTOS	6
10-	TRATAMENTO DO SOLO DE EMPRÉSTIMO	7
11-	EXECUÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS DE ATERRO COMPACTADO	7
12-	CONTROLE DE COMPACTAÇÃO DOS ATERROS	11
13-	JUNTAS DE CONSTRUÇÃO	12
14-	LOCAÇÃO E CADASTRAMENTO	13
15-	ESTRADAS DE SERVIÇO E ACESSO	13

## 1- OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivos estabelecer normas e procedimentos executivos que permitam a escavação e preparo da fundação na região de implantação da barragem de terra e do tapete impermeabilizante de montante, do Açude Ubaldinho, a ser construído no município de Cedro, no Estado do Ceará

## 2- ELEMENTOS DE REFERÊNCIA

Os elementos que serviram de referência à elaboração desta especificação foram

- Relatório de estudos geológico-geotécnicos da área de implantação do Açude Ubaldinho,
- Relatório de interpretação dos ensaios de laboratório sobre amostras indeformadas e deformadas retiradas do terreno de fundação do local de implantação do Açude Ubaldinho,
- Desenhos de projeto de escavação n<sup>os</sup> 01 a 04

## 3- GENERALIDADES

O Açude Ubaldinho será construído no município de Cedro, no estado do Ceará, numa região cortada por dois riachos o "São Miguel" e seu afluente, o do "Saco", que durante o período de estiagem chegam a secar completamente. É durante o período de seca que está sendo prevista a escavação, o preparo da fundação e a execução das primeiras camadas de solo compactado e da trincheira drenante de jusante da barragem de terra

O subsolo na região onde será construído o Açude Ubaldinho é constituído essencialmente por um aluvião arenoso de elevada permeabilidade e de espessura variável desde aproximadamente 8,0 m até mais de 19,0 m. Em alguns locais observou-se na superfície sobre o aluvião, a existência de um material mais argiloso, porém de pequena espessura e descontínuo em planta

O nível d'água detectado pelas sondagens e confirmado pelos poços existentes na região está próximo à superfície do terreno

A análise dos resultados de ensaios laboratoriais executados sobre amostras retiradas da fundação mostram que a camada superficial é colapsível sendo, portanto, inadequada para base da barragem de terra

## 4- LIMPEZA DA ÁREA

A limpeza da área de implantação das obras consistirá na remoção de todo material de origem vegetal. A limpeza incluirá, onde necessário, as operações de desmatamento, destocamento, remoção de matacões e raspagem e ou escavação com profundidade suficiente para remoção de todos os detritos

Os limites das áreas a serem limpas obrigatoriamente estender-se-ão até as linhas de demarcação das escavações apresentadas nos desenhos de projeto. A critério da FISCALIZAÇÃO, estas áreas de limpeza, poderão estender-se além desses limites

Os serviços de limpeza somente poderão ser iniciados após aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do seu plano de execução

O desmatamento consistirá na derrubada, remoção e transporte de todas as árvores, arbustos, etc, nas áreas indicadas pela FISCALIZAÇÃO. O destocamento consistirá na remoção de todos os tocos e raízes existentes nessas áreas

Nas regiões junto às ombreiras (direita e esquerda), será feita exclusivamente a operação de raspagem do terreno, que compreende a remoção de camada vegetal contendo húmus, raízes, entulhos, detritos, etc

Essa raspagem deverá estender-se até as linhas de demarcação dos cortes e saias dos aterros

A critério da FISCALIZAÇÃO, as áreas de raspagem poderão estender-se além destes limites

Após a operação de raspagem, a superfície deverá ser regularizada e com executada drenagem superficial adequada para evitar a formação de bolsões onde possa haver acúmulo de água de chuva

Caso durante a execução dos serviços de raspagem for encontrado qualquer material considerado inadequado para fundação de aterro, além daqueles previstos, caberá à FISCALIZAÇÃO definir os limites e espessuras de remoção

## 5- BOTA-FORA

Os materiais removidos nas operações de desmatamento, destocamento e raspagem, deverão ser transportados para áreas de bota-fora. As áreas de bota-fora serão de responsabilidade da EMPREITEIRA com aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO

O material superficial (capa vegetal) deverá ser estocado para posterior utilização em trabalhos de revegetação

## 6- ESCAVAÇÃO

Antes do início dos serviços de escavação a rodovia que liga Iguatú a Várzea Alegre deverá ser provisoriamente deslocada de modo a permitir a realização das escavações previstas em projeto. A relocação da estrada será de

responsabilidade da EMPREITEIRA, com a aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO

A escavação da fundação, tanto na área sob a barragem de terra quanto sob o tapete impermeável de montante, só poderá ser iniciada com a garantia que será imediatamente recoberta com solo compactado. Caso haja qualquer dúvida sobre a viabilidade de se proceder à compactação tanto do tapete quanto das camadas iniciais da barragem de terra, qualquer que seja o motivo, a escavação não deverá ser executada.

Durante a fase de escavação deverá ser prevista a execução de sistema de drenagem superficial do terreno, de modo a evitar o acúmulo de água de qualquer origem. O sistema de drenagem deverá ser idealizado de modo a conduzir a água para os pontos baixos dos riachos existentes. Esses procedimentos serão de responsabilidade da EMPREITEIRA devendo, no entanto, serem previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A escavação da fundação tem por objetivo remover a primeira camada (superficial) de aluvião que se mostrou colapsível nos ensaios realizados em laboratório. Estima-se que essa camada tenha espessura máxima ao redor de 2,0m. Entretanto, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser necessário remover uma espessura maior de solo de modo a garantir a remoção de todo o solo colapsível.

Pelas informações das investigações geológico-geotécnicas disponíveis, não está previsto encontrar-se aluvião acima da cota 286 m, aproximadamente. Acima desta cota, conforme consta dos desenhos de projeto está prevista apenas a realização de limpeza, desmatamento, destocamento e raspagem da área. A FISCALIZAÇÃO deverá orientar os ajustes que se fizerem necessários, mantidos os critérios de escavação estabelecidos no projeto.

A EMPREITEIRA deverá executar todas as escavações nos alinhamentos, nas declividades, taludes e nas dimensões indicadas no Projeto ou segundo as determinações da FISCALIZAÇÃO.

Qualquer escavação, além dos limites indicados no Projeto, sem autorização da FISCALIZAÇÃO, bem como os problemas dela decorrentes e a recomposição até a linha de Projeto, correrão às expensas da EMPREITEIRA.

O destino dos materiais escavados será definido pela FISCALIZAÇÃO, que também deverá selecionar as areias escavadas para posterior proteção do tapete impermeável de montante.

A EMPREITEIRA será responsável por todos os cortes por ela executados, devendo às suas expensas realizar todos os reparos nas áreas danificadas devido à inobservância do projeto e/ou das especificações, negligência ou causas naturais previsíveis.

Os serviços de escavação incluirão a remoção, eventual seleção, carregamento e transporte para as áreas de utilização ou bota-fora, descarga

e espalhamento de todos os materiais escavados e eventuais serviços de acabamento

Para a escavação e preenchimento da trincheira de drenagem, no pé de jusante da barragem, poderá eventualmente ser necessário o emprego de sistema de rebaixamento do lençol freático, de modo a garantir a estabilidade dos taludes de escavação e o preenchimento a seco e adequado da trincheira

Em nenhuma hipótese o preenchimento da trincheira drenante poderá ser feito de maneira submersa. Idealmente a escavação e preenchimento da trincheira drenante deverá ser planejada para a época de seca, quando não encontrará o lençol freático

Com relação à tomada d'água, as informações disponíveis permitem antever que ela estará assente diretamente sobre rocha. Caso isso não se verifique quando da sua implantação deverá ser feita uma investigação localizada para verificar-se a posição do topo rochoso. No caso da espessura de solo restante ser pequena ele deverá ser completamente removido e a tomada d'água assente diretamente sobre o topo rochoso. Em caso contrário, isto é, se a espessura de solo for muito grande a PROJETISTA deverá ser informada para decidir sobre os procedimentos a serem adotados

## 7- PREPARO DA FUNDAÇÃO

Antes do início dos serviços de compactação do tapete e do maciço da barragem de terra, a superfície final da área escavada deverá ser compactada através da passagem de trator de esteira pesado, tipo D-9 ou similar

## 8- MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Os materiais a serem utilizados na construção do tapete impermeável de montante e do maciço da barragem de terra é o solo areno-argiloso proveniente da Área de Empréstimo investigada, desde que previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Os solos vegetais de decape da área de empréstimo deverão ser estocados em local a ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO, para posterior utilização

## 9- EQUIPAMENTOS

A escolha dos equipamentos de compactação mais convenientes e dos procedimentos de operação (velocidade, número de passadas, pressão dos pneus, etc) será feita quando do início da execução das primeiras camadas de solo compactado

Nas áreas onde o uso de rolos de compactação for difícil ou impossível, deverão ser utilizados compactadores manuais a diesel ou a ar comprimido e a

compactação deverá ser tal que o aterro apresente as condições finais especificadas

A espessura das camadas de compactação será definida nas primeiras camadas de solo compactado, não devendo, no entanto, ser superior a 20 cm após a compactação

#### 10- TRATAMENTO DO SOLO DE EMPRÉSTIMO

Eventuais correções de umidade do solo de empréstimo deverão ser realizadas, basicamente, na própria Área de Empréstimo, mediante escarificação, gradeamento ou irrigação, minimizando-se desta forma correções de umidade na praça de lançamento

Em qualquer hipótese, todo material proveniente da Área de Empréstimo que esteja ressecado ou muito úmido, não passível de tratamento convencional para correção de sua umidade, será removido da praça de compactação e lançado, às expensas da EMPREITEIRA, em locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO

As escavações na Área de Empréstimo deverão permitir livre drenagem das águas da chuva em qualquer momento. Não será permitida a formação de depressões onde a água possa se acumular, comprometendo a qualidade do solo a ser escavado subsequentemente. Áreas decapadas e expostas à chuvas, devem ser seladas superficialmente por equipamento de pneus

#### 11- EXECUÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS DE ATERRO COMPACTADO

As recomendações a seguir apresentadas referem-se à execução das primeiras camadas de solo compactado, isto é, logo após a execução das escavações

O lançamento do solo a ser compactado deverá ser feito em camadas horizontais nas praças liberadas pela FISCALIZAÇÃO, após demarcação de espessuras em toda faixa lateral com cruzetas de 20 em 20 m, com largura máxima de aproximadamente 30 m

A espessura da camada lançada de solo solto não deverá exceder 25 cm. O solo lançado deverá ser espalhado e nivelado convenientemente de maneira a se obter uma superfície plana e de espessura constante da camada de solo solto, a ser compactado

Não será permitido o lançamento de qualquer camada a compactar, sobre outra, que não tenha sido liberada previamente pela FISCALIZAÇÃO

Tanto o lançamento como o espalhamento e a compactação deverão ser executados paralelamente ao eixo longitudinal da barragem, mantendo durante

toda a construção uma declividade transversal de aproximadamente 2% para montante do aterro para facilitar o escoamento das águas pluviais, findo o período de estriagem

Durante as operações de lançamento e espalhamento, a EMPREITEIRA deverá manter pessoal necessário para remoção de raízes, detritos e outros materiais estranhos ao solo a ser compactado

Antes de compactação, a camada lançada será trabalhada por meio de grade de discos, devendo resultar homogênea quanto à umidade e textura, com o material perfeitamente destorroado

Não serão permitidos acertos de umidade na praça de compactação quando o solo de empréstimo estiver com umidade da ordem de 2% superior ou inferior a faixa especificada, devendo esta camada ser removida. O acerto de umidade prévio, deve ser feito, na área de empréstimo, otimizando o método de escavação tendo em vista esta finalidade

O acerto final de umidade na praça de compactação será feito por revolvimento contínuo, com grade de discos pesada que penetre na altura total da camada lançada, no caso de excesso de umidade, até atingir a faixa especificada. No caso de umidade insuficiente, deverá ser feita irrigação com carro-tanque, equipado com barras de aspersão laterais e traseiras, e posterior gradeamento com grade de discos pesada que resolva a camada em toda sua altura, até a perfeita homogeneização da umidade

Todo o tráfego sobre o maciço a ser compactado deverá estar confinado em pistas elevadas, com altura mínima de 0,50 m sobre a camada compactada, que deverão ser removidas quando não mais necessárias

A FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar o solo compactado remanescente após a remoção das pistas para verificar se apresenta laminações, caso em que essas camadas deverão ser totalmente removidas

Logo que a umidade da camada lançada atingir a umidade especificada, terá início a operação de compactação com os rolos se movendo na direção paralela ao eixo longitudinal do maciço

O tipo de rolo a ser utilizado, assim como o número de passadas necessárias para se atingir o grau de compactação especificado serão definidos no início dos serviços. Se qualquer maneira o rolo compactador a ser empregado deverá ser tal que sejam necessárias de 6 a 8 passadas para se conseguir a compactação especificada. Um número baixo de passadas pode não garantir a homogeneidade da camada compactada e um número elevado, além de implicar num tempo grande de compactação ainda pode provocar laminação e também não homogeneidade da compactação ao longo da espessura da camada

Uma passada será definida como uma cobertura completa, abrangendo a totalidade da superfície e com uma superposição de 0,30 m faixas de compactação adjacentes

Os trabalhos de compactação devem ser planejados, de maneira a permitir à FISCALIZAÇÃO o perfeito controle do número de passadas do rolo compactador

A superfície de cada camada que irá receber uma nova camada deverá ser gradeada a fim de garantir uma perfeita ligação entre elas

O tráfego dos equipamentos de construção deverá se distribuir uniformemente sobre as áreas do maciço, não sendo permitido tráfego concentrado em faixas, para evitar supercompactação e laminação. Em casos que isso não for possível, as faixas com tráfego concentrado devem ser removidas até a profundidade em que desapareçam as laminações e a supercompactação

A compactação visa a construção de um aterro homogêneo quanto aos parâmetros de compactação e com um grau de compactação médio em torno de 98% para a barragem e de 96% para o tapete impermeável de montante

Para efeito de liberação da camada compactada deverão ser observados os seguintes requisitos

a- nenhum ponto de controle poderá apresentar  $GC < 96\%$  na barragem e  $GC < 94\%$  no tapete impermeável de montante,

b- nenhum ponto de controle poderá apresentar  $GC > 101\%$  na barragem e  $GC > 99$  no tapete impermeável de montante,

c- a umidade do aterro ( $h$ ) na área do tapete impermeável de montante, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre  $h_{\alpha} < h < h_{\alpha} + 20\%h_{\alpha}$ , sendo  $h_{\alpha}$  a umidade ótima determinada no ensaio de Proctor Normal (NBR-7182),

d- a umidade de aterro na área da barragem de terra, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre  $h_{\alpha} - 10\%h_{\alpha} < h < h_{\alpha} + 10\%h_{\alpha}$ , sendo  $h_{\alpha}$  a umidade ótima determinada no ensaio de Proctor Normal (NBR-7182)

A frequência para o controle estatístico da compactação para a barragem de terra deverá ser quinzenal. Nesse controle, o grau de compactação médio, a ser determinado, poderá variar entre 97,5% e 99,0%, e o desvio padrão em cada distribuição poderá ser tolerado com até  $\pm 1,5\%$ . Em se constatando valores fora do especificado, medidas deverão ser adotadas visando o necessário enquadramento nos próximos controles estatísticos

Toda camada que apresentar laminações e/ou "borrachudos" deverá ser totalmente removida

Na região do tapete impermeável de montante, toda a camada compactada que tiver permanecido exposta sem qualquer proteção deverá ser totalmente removida. Durante a fase de alteamento do tapete de montante, a região que não estiver sendo trabalhada deverá ser protegida com uma camada de solo

argiloso solto com pelo menos 50 cm de espessura. Uma vez concluído o tapete, ele deverá ser protegido imediatamente por uma camada de aluvião arenoso solto, com espessura mínima de 50 cm

No caso de ocorrer interrupção na execução do tapete impermeável de montante, na retomada dos serviços, a FISCALIZAÇÃO deverá fazer uma inspeção rigorosa, de modo a garantir que toda a camada de proteção de solo solto tenha sido removida, e que a camada de solo compactado remanescente esteja adequada às funções a que se destina

Já na região do corpo da barragem de terra, se a superfície que vai receber uma nova camada estiver ressecada ou úmida excessivamente, a FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar e determinar até que profundidade são observados esses efeitos. Se a profundidade não exceder uma camada, ela poderá ser escarificada e retrabalhada na própria praça de compactação no sentido de acertar sua umidade e homogeneizá-la para posterior recompactação, à critério da FISCALIZAÇÃO. Se a profundidade danificada (ressecamento ou umidade excessiva) ultrapassar uma camada, essas camadas excedentes deverão ser removidas, tratando-se a inferior prejudicada, conforme acima. As demais escavadas poderão ser reutilizadas, dentro das normas gerais de procedimentos para os trabalhos de compactação. Os trabalhos de homogeneização e acerto de umidade deverão ser efetuados fora da praça de compactação

Para evitar a ocorrência dos trabalhos do item anterior deverão ser tomados cuidados pela EMPREITEIRA no sentido de proteger e evitar a danificação da superfície do aterro compactado

Na iminência de chuvas, a superfície do aterro deverá ser selada com equipamento de pneus, para reduzir a absorção d'água, e dando-se uma inclinação na superfície para o rápido escoamento das águas

Quando os trabalhos de lançamento e compactação no corpo da barragem de terra forem interrompidos por um intervalo de tempo, considerado prolongado pela FISCALIZAÇÃO, a superfície do aterro deverá ser selada convenientemente através de compactação superficial e recoberta com uma camada de proteção de 50 cm de solo argiloso solto

Após o período de interrupção e antes do reinício do lançamento e compactação, a camada de proteção deverá ser removida

Os serviços adicionais necessários, devido a não observância desses cuidados pela EMPREITEIRA, serão refeitos às próprias expensas

A FISCALIZAÇÃO e a PROJETISTA poderão exigir alterações nos métodos e equipamentos de lançamento e compactação, sempre que isto traga melhorias técnicas e econômicas

O lançamento dos aterros deverá ser conduzido até uma distância adicional, estimada em 50 cm, medidos na horizontal, que permita a compactação eficiente do aterro até a linha de projeto ( "off-set" externo)

Em locais estreitos onde não seja possível o uso do rolo compactador, o solo deverá ser lançado em camadas com no máximo 15 cm de espessura de solo solto para compactação com equipamento de pneus, e até 10 cm para compactação manual

## 12- CONTROLE DE COMPACTAÇÃO DOS ATERROS

A FISCALIZAÇÃO fará o controle da construção dos aterros através de ensaios de laboratório e de campo

O controle de campo consistirá, basicamente, de um controle visual a ser exercido pela FISCALIZAÇÃO, e compreenderá as seguintes observações

- a - tipo de material lançado,
- b - local de origem do material de empréstimo,
- c - umidade e homogeneidade do material lançado,
- d - espessura da camada antes e depois da compactação por medidas topográficas,
- e - escarificação, acerto da umidade, homogeneidade e regularidade da espessura do solo lançado,
- f - número de passadas e cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento compactador,
- g - ocorrência da laminação e "borrachudos",
- h - homogeneidade do aterro e ligação entre camadas, através de observação em poços de inspeção abertos no maciço com  $\pm 1,00$  m de profundidade)

O controle de compactação será exercido também pela determinação da umidade e do grau de compactação "in situ" do aterro, através de ensaio de "Proctor" ou "Hilf" Os parâmetros de compactação assim obtidos serão comparados com os especificados, para liberação de camada, juntamente com o controle visual

As necessárias determinações de umidade serão obtidas por secagem em estufa

A frequência dos ensaios de controle será de um ensaio para cada 500 m<sup>3</sup> de aterro lançado, ou no mínimo de um ensaio por camada Entretanto a FISCALIZAÇÃO exigirá o número de ensaios que julgar necessários para o perfeito controle e liberação de cada camada, principalmente no início dos trabalhos de compactação

Serão abertos poços de inspeção no maciço para análise visual e tátil de suas paredes, com uma frequência mínima de 1 poço a cada 10 000 m<sup>3</sup> de aterro compactado e sempre que houver necessidade para extração de amostras indeformadas e verificações de juntas de construção e superfícies

expostas por longos períodos às intempéries. Os poços serão posteriormente fechados, compactando-se as camadas com compactadores manuais pneumáticos ou diesel, observando-se todos os cuidados descritos nesta Especificação.

Os valores especificados de grau de compactação e de umidade deverão ser observados ao longo de toda a espessura da camada, não sendo permitida a ocorrência de gradientes de compactação superiores a 2%. Essa verificação será feita a cada 10 determinações convencionais, quando deverão ser feitas 2 determinações num ponto, correspondentes à base e topo da camada. A diferença no grau de compactação entre base e topo não deverá ultrapassar a ordem de 2%.

Camadas de solo compactado que não apresentem umidade e/ou grau de compactação aceitáveis deverão ser removidas, ter sua umidade corrigida (se necessário), homogeneizadas e recompactadas. Se a recompactação não conduzir o material às faixas especificadas, a camada deverá ser substituída às expensas da EMPREITEIRA.

A EMPREITEIRA será responsável pela integridade e estabilidade de todos os aterros por ela executados, devendo às suas expensas, reconstruir todas as seções que venham a ser danificadas devido à negligência ou inobservância do projeto e especificações.

A cada 25 000 m<sup>3</sup> de aterro compactado deverão ser extraídos dois blocos de amostras indeformadas para execução de ensaios de especiais.

A cada 5 000 m<sup>3</sup> de aterro compactado deverá ser extraído um bloco de amostra indeformada para execução de ensaios de caracterização e determinação de umidade e densidade naturais.

Ao lado do local de extração dos blocos deverão ser determinados o grau de compactação e o desvio de umidade com a metodologia de controle de campo.

### 13- JUNTAS DE CONSTRUÇÃO

Juntas longitudinais, paralelas ao eixo do aterro, não deverão ter inclinação mais íngreme que 2<sup>H</sup> 1<sup>V</sup>. Juntas transversais com até 2 m de altura serão permitidas, à critério da FISCALIZAÇÃO. Juntas longitudinais com altura superior e não previstas nos desenhos de projeto, deverão ser submetidas à aprovação da PROJETISTA.

Juntas transversais, perpendiculares ao eixo do aterro, não deverão ter inclinação mais íngreme que 4<sup>H</sup> 1<sup>V</sup>.

Nas juntas de construção do aterro, a camada será lançada com excesso de 0.50 m na horizontal, além do alinhamento apresentado nos desenhos. Dessa camada atuará como uma proteção superficial, e será irrigada sempre que necessário, para preservar a umidade do aterro.

Todas as juntas de construção antes do lançamento do aterro sobrejacente, deverão ter as camadas superficiais removidas, até a profundidade necessária para alcançar o maciço compactado com as condições de grau de compactação e umidade especificados para o aterro

Essa remoção deve ser feita por degraus, à medida que sobe o aterro adjacente, criando-se sempre um pequeno patamar no aterro antigo, cuja superfície deve ser escarificada para propiciar um perfeito entrosamento com a nova camada lançada e compactada. Todo serviço de tratamento das juntas de construção deverá ser feito às expensas da EMPREITEIRA

#### 14- LOCAÇÃO E CADASTRAMENTO

A FISCALIZAÇÃO deverá executar os seguintes serviços topográficos de locação e cadastramento

- a - verificar a exatidão das referências topográficas fornecidas no projeto,
- b - locação e nivelamento das diversas obras a serem executadas,
- c - cadastramento das diversas obras em execução, nas etapas intermediárias e no fim da construção,
- d - controle topográfico da instrumentação,
- e - controle de exploração e do volume de Áreas de Empréstimo, escavações e colocação de estacas de controle

#### 15- ESTRADAS DE SERVIÇO E ACESSO

Estarão a cargo da EMPREITEIRA, a construção e/ou manutenção de todas as estradas de serviço que porventura sejam necessárias, bem como a manutenção de todas as estradas de acesso já existentes e necessárias para a execução das obras e exploração das jazidas

O trânsito pela área da barragem de terra e do tapete de montante, durante a construção, será permitido somente para os equipamentos estritamente necessários para o bom andamento da obra. Deverão ser evitados equipamentos pesados. Quaisquer danos ocasionados pelo trânsito ou operação dos equipamentos deverão ser reparados o mais rápido possível às expensas da EMPREITEIRA

*SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS*

**AÇUDE UBALDINHO, MUNICÍPIO DE CEDRO - CEARÁ**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**  
**PARA CONSTRUÇÃO DO**  
**ATERRO COMPACTADO DA**  
**BARRAGEM DE TERRA**

SETEMBRO DE 1997

## ÍNDICE

1-	OBJETIVO	3
2-	ELEMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3-	GENERALIDADES	3
4-	SERVIÇOS PRELIMINARES E ESCAVAÇÃO	4
5-	PREPARO DA FUNDAÇÃO	4
6-	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	4
6 1	Maciço e Tapete Impermeável de Montante	4
6 2	Materiais de Filtro e Transições	4
6 3	Enrocamento de Proteção	5
7-	CONTROLE DE QUALIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	5
7 1	Solos Impermeáveis	5
7 2	Filtros e Transições	5
7 3	Enrocamento de Proteção	6
8-	EQUIPAMENTOS	6
9-	TRATAMENTO DO SOLO DE EMPRÉSTIMO	6
10-	CUIDADOS COM O TAPETE IMPERMEÁVEL DE MONTANTE	7
11-	EXECUÇÃO DO TAPETE IMPERMEÁVEL DE MONTANTE E DO ATERRO COMPACTADO DA BARRAGEM DE TERRA	8
12-	EXECUÇÃO DOS FILTROS E PROTEÇÕES	12
12 1	Filtro Horizontal	12
12 2	Filtro Vertical de Areia	13
12 3	Transições	13
12 4	Enrocamento de Proteção	13
13-	CONTROLE DE COMPACTAÇÃO	13
13 1	Aterros	13
13 2	Materiais Granulares	15
14-	JUNTAS DE CONSTRUÇÃO	16
15-	LOCAÇÃO E CADASTRAMENTO	16

16-	ESTRADAS DE SERVIÇO E ACESSO	17
17-	TOMADA D'ÁGUA	17

## 1- OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivos estabelecer normas e procedimentos executivos que permitam a execução do aterro compactado que constituirá a barragem de terra e o tapete impermeabilizante de montante, do Açude Ubaldinho, a ser construído no município de Cedro, no Estado do Ceará

## 2- ELEMENTOS DE REFERÊNCIA

Os elementos que serviram de referência à elaboração desta especificação foram

- Estudos geológico-geotécnicos da área de implantação do Açude Ubaldinho.
- Interpretação dos ensaios de laboratório sobre amostras indeformadas e deformadas retiradas do terreno de fundação do local de implantação do Açude Ubaldinho.
- Desenhos de projeto da barragem de terra nºs 05 a 09

## 3- GENERALIDADES

O Açude Ubaldinho será construído no município de Cedro, no Estado do Ceará, numa região cortada por dois riachos o "São Miguel" e seu afluente, o do "Saco". que durante o período de estiagem chegam a secar completamente

A 1ª etapa da barragem de terra está prevista ser construída durante o período de seca, quando será deixada uma brecha entre o trecho já construído da barragem e a margem esquerda, para permitir o escoamento de eventual cheia que ocorra no período chuvoso. No período seco seguinte será, então, concluída a construção do maciço de terra compactado

Para proteger a parte já construída da barragem de terra da passagem de uma eventual cheia, será construído um "espigão", em solo compactado e protegido com enrocamento. Esse espigão deverá ser completamente removido quando da construção da segunda etapa da barragem de terra

O subsolo na região onde será construído o Açude Ubaldinho é constituído essencialmente por um aluvião arenoso de elevada permeabilidade e de espessura variável desde aproximadamente 8,0 m até mais de 19,0 m. Em alguns locais observou-se na superfície sobre o aluvião, a existência de um material mais argiloso, porém de pequena espessura e descontínuo em planta

O nível d'água detectado pelas sondagens e confirmado pelos poços existentes na região varia de próximo à superfície do terreno até 4 m de profundidade, em função da época do ano

A análise dos resultados de ensaios laboratoriais executados sobre amostras retiradas da fundação mostraram que a camada superficial é colapsível sendo,

portanto, inadequada para base da barragem de terra, devendo por isso ser completamente removida

Está prevista a construção de uma tomada d'água, que terá sua tubulação passando por baixo da barragem de terra, na ombreira esquerda. Deverão ser adotados cuidados executivos especiais, citados adiante, de modo a não permitir que a tubulação torne-se um ponto favorável à percolação sob a barragem

#### 4- SERVIÇOS PRELIMINARES E ESCAVAÇÃO

Os procedimentos a serem adotados para os serviços preliminares de limpeza da área de implantação das obras, definição de bota-fora, selecionamento de materiais potencialmente reutilizáveis, escavação das áreas de interesse, remoção de materiais inadequados, etc estão contemplados na especificação técnica "ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE ESCAVAÇÃO E DE COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS DE SOLO" e não serão aqui repetidos

#### 5- PREPARO DA FUNDAÇÃO

Imediatamente antes do início dos serviços de compactação do tapete e do maciço da barragem de terra, a superfície final da área escavada deverá ser compactada através da passagem de trator de esteira pesado, tipo D-9 ou similar

#### 6- MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

##### 6.1 *Maciço e Tapete Impermeável de Montante*

Os materiais a serem utilizados na construção do tapete impermeável de montante e do maciço da barragem de terra é o solo argiloso proveniente da Área de Empréstimo investigada, desde que previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Esse solo é a camada superficial que geralmente não ultrapassa 1,50 m de espessura. Os solos vegetais de decape da área de empréstimo deverão ser estocados em local a ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO, para posterior utilização

##### 6.2 *Materiais de Filtro e Transições*

Os materiais granulares previstos para a construção de filtros e transições, são

- areia média e grossa, natural, proveniente das escavações obrigatórias para implantação da barragem de terra e tapete impermeável de montante, com selecionamento adequado para aplicação em cada uma dos locais específicos conforme apresentado nos desenhos de projeto.

- brita 2 e 3, obtidas a partir do processamento de rocha granítica a ser explorada em pedreira, para a construção da transição grossa sob o enrocamento de proteção

### 6.3 Enrocamento de Proteção

Para a construção da proteção do talude de montante, contra a ação das ondas do reservatório a ser formado pelo Açude Ubaldinho, serão empregados blocos provenientes da pedreira de rocha granítica a ser explorada

Os blocos deverão ser constituídos por rocha sã e não desagregável e obedecerem às dimensões de blocos especificadas nos desenhos de projeto

## 7- CONTROLE DE QUALIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A qualidade dos materiais a serem empregados na construção dos aterros deverá ser controlada de forma a garantir as características e desempenho previstos no projeto

A primeira etapa do controle de qualidade se refere ao planejamento da escavação, respeitando-se o projeto de escavação, as indicações da natureza dos materiais, dadas nos perfis geológicos e os volumes necessários para execução dos aterros, conforme faixas granulométricas especificadas

Este planejamento será elaborado pela EMPREITEIRA e aprovado para execução, pela FISCALIZAÇÃO

### 7.1 Solos Impermeáveis

Esses solos que servirão para a construção da barragem de terra e do tapete impermeável de montante deverão ser controlados através da realização de ensaios de caracterização e compactação a cada 10 000m<sup>3</sup> de solo a ser lançado

Já o controle de umidade natural deverá ser exercido sistematicamente antes do lançamento, com determinações, de frequência inicial, a cada 3 000m<sup>3</sup> de solo. A frequência dos ensaios poderá ser alterada em função da homogeneidade obtida nos resultados, associada a porções homogêneas dos estratos, a critério da FISCALIZAÇÃO

A umidade do material do aterro, antes do lançamento, deverá estar na faixa especificada à umidade de compactação, sendo indesejável o ajuste de umidade na praça de compactação. Não será permitido o lançamento de solo ressecado ou excessivamente úmido

### 7.2 Filtros e Transições

Os materiais granulares para a construção de filtros e transições terão sua qualidade controlada mediante ensaios de granulometria, verificando seu enquadramento nas respectivas faixas especificadas, além do controle visual de isenção de impurezas

A frequência do controle será de uma determinação a cada 2 000m<sup>3</sup> de material granular a ser empregado. Caso os ensaios indiquem que os materiais não se enquadram nas faixas especificadas, a FISCALIZAÇÃO deverá verificar o sistema de beneficiamento.

### 7.3 Enrocamento de Proteção

O controle de qualidade do enrocamento a ser empregado na construção das proteções de talude observará a utilização de rocha sã e não desagregável, bem como fará executar ensaios de gravimetria do material a ser aplicado, por faixa granulométrica típica especificada, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser executado um ensaio de gravimetria a cada 500m<sup>3</sup> de material a ser empregado. Os volumes das amostras para ensaios de gravimetria deverão ser compatíveis com as dimensões máximas dos blocos especificados para o enrocamento.

Caso os ensaios indiquem que os blocos de *rip rap* não se enquadram dentro das faixas especificadas, deverá ser exigido pela FISCALIZAÇÃO alterações no plano de fogo na pedreira e/ou maior rigor na separação dos blocos obtidos e selecionados para as proteções.

## 8- EQUIPAMENTOS

A escolha dos equipamentos de compactação mais convenientes e dos procedimentos de operação (velocidade, número de passadas, pressão dos pneus, etc.) será feita quando do início da execução das primeiras camadas de solo compactado.

Nas áreas onde o uso de rolos de compactação for difícil ou impossível, deverão ser utilizados compactadores manuais a diesel ou a ar comprimido e a compactação deverá ser tal que o aterro apresente as condições finais especificadas.

A espessura das camadas de compactação será definida nas primeiras camadas de solo compactado, não devendo, no entanto, ser superior a 20 cm após a compactação.

Todos os materiais granulares (areia, brita, enrocamento, etc.) deverão ser compactados com rolo liso vibratório, com peso estático mínimo de 10 tf.

## 9- TRATAMENTO DO SOLO DE EMPRÉSTIMO

Eventuais correções de umidade do solo de empréstimo deverão ser realizadas, basicamente, na própria Área de Empréstimo, mediante escarificação, gradeamento ou irrigação, minimizando-se desta forma correções de umidade na praça de lançamento.

Em qualquer hipótese, todo material proveniente da Área de Empréstimo que esteja ressecado ou muito úmido, não passível de tratamento convencional para correção de sua umidade, será removido da praça de compactação e lançado, as expensas da EMPREITEIRA, em locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO

As escavações na Área de Empréstimo deverão permitir livre drenagem das águas da chuva em qualquer momento. Não será permitida a formação de depressões onde a água possa se acumular, comprometendo a qualidade do solo a ser escavado subsequentemente. Áreas decapadas e expostas à chuvas, devem ser seladas superficialmente por equipamento de pneus

#### 10- CUIDADOS COM O TAPETE IMPERMEÁVEL DE MONTANTE

Parte do tapete impermeável de montante tem sua construção contemplada na especificação técnica "ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE ESCAVAÇÃO E DE COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS DE SOLO"

A parcela já executada do tapete impermeável de montante deverá estar protegida conforme previsto nos desenhos de projeto. Para a complementação do tapete será necessário que se proceda a remoção parcial das proteções ali indicadas e que se adotem algumas medidas construtivas, citadas a seguir, para garantir a homogeneidade e estanqueidade do tapete, de modo que sua função não fique comprometida

Quando da complementação da construção do tapete impermeável de montante deverá ser feita uma remoção parcial das camadas de proteção e executado um corte, na porção de solo argiloso, do trecho já construído do tapete. Esse corte, conforme indicado nos desenhos de projeto deverá ter uma inclinação  $1^V 4^H$

Em nenhuma hipótese a junta do tapete bem como ele mesmo, poderão ficar expostos ao tempo, obrigatoriamente deverá ser feita uma proteção superficial

No caso de paralisação dos serviços, qualquer que seja o motivo, deverão ser observadas as seguintes condições

- paralisações por períodos inferiores a 24 hs não requerem cuidados especiais.
- no caso de paralisações dos serviços de execução do tapete, por períodos que variem entre 1 (um) e 15 (quinze) dias a parte já executada do tapete e ainda não protegida com a proteção definitiva deverá ser coberta por uma camada de pelo menos 30 (trinta) cm de solo solto. Essa camada deverá ser removida quando da retomada dos serviços de compactação do tapete.
- no caso de paralisações dos serviços de execução do tapete, por períodos superiores a 15 (quinze) dias a parte já executada do tapete e ainda não protegida com a proteção definitiva deverá ser coberta por uma camada de pelo menos 60 (sessenta) cm de solo solto, que deverá ser removida quando da retomada dos serviços de compactação do tapete

Deverá ser proibido o tráfego de caminhões e equipamentos sobre o tapete exceto os essenciais para sua construção

Na medida do possível a execução do tapete impermeável de montante deverá ser planejada e compatível com as escavações, para que a areia aluvionar escavada da fundação, possa ser diretamente utilizada na proteção da porção já construída do tapete. A mesma recomendação vale para a camada de solo argiloso a ser lançado sobre a camada de areia

As camadas de solo compactado que constituirão o tapete impermeável de montante deverão obedecer às recomendações apresentadas no item 10, a seguir

#### 11- EXECUÇÃO DO TAPETE IMPERMEÁVEL DE MONTANTE E DO ATERRO COMPACTADO DA BARRAGEM DE TERRA

As recomendações apresentadas a seguir referem-se tanto à execução do tapete impermeável de montante quanto ao aterro da barragem de terra

O lançamento do solo a ser compactado deverá ser feito em camadas horizontais nas praças liberadas pela FISCALIZAÇÃO, após demarcação de espessuras em toda faixa lateral com cruzetas de 20 em 20 m. com largura máxima de aproximadamente 30 m

A espessura da camada lançada de solo solto não deverá exceder 25 cm. O solo lançado deverá ser espalhado e nivelado convenientemente de maneira a se obter uma superfície plana e de espessura constante da camada de solo solto, a ser compactado

Não será permitido o lançamento de qualquer camada a compactar, sobre outra, que não tenha sido liberada previamente pela FISCALIZAÇÃO

Tanto o lançamento como o espalhamento e a compactação deverão ser executados paralelamente ao eixo longitudinal da barragem, mantendo durante toda a construção uma declividade transversal de aproximadamente 2% para montante do aterro para facilitar o escoamento das águas pluviais, findo o período de estiagem

Durante as operações de lançamento e espalhamento, a EMPREITEIRA deverá manter pessoal necessário para remoção de raízes, detritos e outros materiais estranhos ao solo a ser compactado

Antes da compactação, a camada lançada será trabalhada por meio de grade de discos, devendo resultar homogênea quanto à umidade e textura, com o material perfeitamente destorroado

Não serão permitidos acertos de umidade na praça de compactação quando o solo de empréstimo estiver com umidade da ordem de 2% superior ou inferior à faixa especificada, devendo esta camada ser removida. O acerto de umidade

prévio. deve ser feito, na área de empréstimo, otimizando o método de escavação tendo em vista esta finalidade

O acerto final de umidade na praça de compactação será feito por revolvimento contínuo, com grade de discos pesada que penetre na altura total da camada lançada. no caso de excesso de umidade, até atingir a faixa especificada. No caso de umidade insuficiente, deverá ser feita irrigação com carro-tanque, equipado com barras de aspersão laterais e traseiras, e posterior gradeamento com grade de discos pesada que resolva a camada em toda sua altura, até a perfeita homogeneização da umidade

Todo o tráfego sobre o maciço a ser compactado deverá estar confinado em pistas elevadas, com altura mínima de 0,50 m sobre a camada compactada, que deverão ser removidas quando não mais necessárias. Essas pistas deverão situar-se fora da área do tapete impermeável de montante

A FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar o solo compactado remanescente após a remoção das pistas para verificar se apresenta laminações, caso em que essas camadas deverão ser totalmente removidas

Logo que a umidade da camada lançada atingir a umidade especificada, terá início a operação de compactação com os rolos se movendo na direção paralela ao eixo longitudinal do maciço

O tipo de rolo a ser utilizado, assim como o número de passadas necessárias para se atingir o grau de compactação especificado serão definidos no início dos serviços. De qualquer maneira o rolo compactador a ser empregado deverá ser tal que sejam necessárias de 6 a 8 passadas para se conseguir a compactação especificada. Um número baixo de passadas pode não garantir a homogeneidade da camada compactada e um número elevado, além de implicar num tempo grande de compactação ainda pode provocar laminação e também não homogeneidade da compactação ao longo da altura da camada

Uma passada será definida como uma cobertura completa, abrangendo a totalidade da superfície e com uma superposição de 0,30 m nas faixas de compactação adjacentes

Os trabalhos de compactação devem ser planejados, de maneira a permitir à FISCALIZAÇÃO o perfeito controle do número de passadas do rolo compactador

A superfície de cada camada que irá receber uma nova camada deverá ser gradeada a fim de garantir uma perfeita ligação entre elas

O tráfego dos equipamentos de construção deverá se distribuir uniformemente sobre as áreas do maciço, não sendo permitido tráfego concentrado em faixas, para evitar supercompactação e laminação. Em casos que isso não for possível, as faixas com tráfego concentrado devem ser removidas até a profundidade em que desapareçam as laminações e a supercompactação

A compactação visa à construção de um aterro homogêneo quanto aos parâmetros de compactação e com um grau de compactação médio em torno de 98% para a barragem e de 96% para o tapete impermeável de montante

Para efeito de liberação da camada compactada deverão ser observados os seguintes requisitos

a- nenhum ponto de controle poderá apresentar  $GC < 96\%$  na barragem e  $GC < 94\%$  no tapete impermeável de montante.

b- nenhum ponto de controle poderá apresentar  $GC > 101\%$  na barragem e  $GC > 99$  no tapete impermeável de montante.

c- a umidade do aterro ( $h$ ) na área do tapete impermeável de montante, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre  $h_{ot} < h < h_{ot} + 20\%h_{ot}$ , sendo  $h_{ot}$  a umidade ótima determinada no ensaio de Proctor Normal (NBR-7182).

d- a umidade de aterro na área da barragem de terra, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre  $h_{ot} - 10\%h_{ot} < h < h_{ot} + 10\%h_{ot}$ , sendo  $h_{ot}$  a umidade ótima determinada no ensaio de Proctor Normal (NBR-7182)

A frequência para o controle estatístico da compactação para a barragem de terra deverá ser quinzenal. Nesse controle, o grau de compactação médio, a ser determinado, poderá variar entre 97,5% e 99,0%, e o desvio padrão em cada distribuição poderá ser tolerado com até  $\pm 1,5\%$ . Em se constatando valores fora do especificado, medidas deverão ser adotadas visando ao ajuste da compactação e o enquadramento nos próximos controles estatísticos

Toda camada que apresentar laminações e/ou "borrachudos" deverá ser totalmente removida

Na região do tapete impermeável de montante, toda a camada compactada que tiver permanecido exposta sem qualquer proteção por mais de 2 (dois) dias, deverá ser totalmente removida. Durante a fase de alteamento do tapete de montante, a região que não estiver sendo trabalhada deverá ser protegida com uma camada de solo argiloso solto com pelo menos 50 cm de espessura. Uma vez concluído o tapete, ele deverá ser protegido imediatamente por uma camada de aluvião arenoso solto, com espessura mínima de 50 cm, que por sua vez deverá ser recoberta com outra camada de 50 cm de solo solto

No caso de ocorrer interrupção na execução do tapete impermeável de montante, na retomada dos serviços, a FISCALIZAÇÃO deverá fazer uma inspeção rigorosa, de modo a garantir que toda a camada de proteção de solo solto tenha sido removida, e que a camada de solo compactado remanescente apresente os parâmetros de compactação especificados

Já na região do corpo da barragem de terra, se a superfície que vai receber uma nova camada estiver ressecada ou úmida excessivamente, a FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar e determinar até que profundidade são observados esses efeitos. Se a profundidade não exceder uma camada, ela poderá ser escarificada e retrabalhada na própria praça de compactação no sentido de acertar sua umidade e homogeneizá-la para posterior

recompactação, à critério da FISCALIZAÇÃO. Se a profundidade danificada (ressecamento ou umidade excessiva) ultrapassar uma camada, essas camadas excedentes deverão ser removidas, tratando-se a inferior prejudicada, conforme acima. As demais escavadas poderão ser reutilizadas, dentro das normas gerais de procedimentos para os trabalhos de compactação. Os trabalhos de homogeneização e acerto de umidade deverão ser efetuados fora da praça de compactação.

Para evitar a ocorrência dos trabalhos do item anterior deverão ser tomados cuidados pela EMPREITEIRA no sentido de proteger e evitar a danificação da superfície do aterro compactado.

Na iminência de chuvas, a superfície do aterro deverá ser selada com equipamento de pneus, para reduzir a absorção d'água, e dando-se uma inclinação na superfície para o rápido escoamento das águas.

Quando os trabalhos de lançamento e compactação no corpo da barragem de terra forem interrompidos por um intervalo de tempo, considerado prolongado pela FISCALIZAÇÃO, a superfície do aterro deverá ser selada convenientemente através de compactação superficial e recoberta com uma camada de proteção de 50 cm de solo argiloso solto.

Apos o período de interrupção e antes do reinício do lançamento e compactação, a camada de proteção deverá ser removida.

Os serviços adicionais necessários, devido a não observância desses cuidados pela EMPREITEIRA, serão refeitos às próprias expensas.

A FISCALIZAÇÃO e a PROJETISTA poderão exigir alterações nos métodos e equipamentos de lançamento e compactação, sempre que isto traga melhorias técnicas e econômicas.

O lançamento dos aterros deverá ser conduzido até uma distância adicional, estimada em 50 cm, medidos na horizontal, que permita a compactação eficiente do aterro até a linha de projeto ("off-set" externo).

Em locais estreitos onde não seja possível o uso do rolo compactador, o solo deverá ser lançado em camadas com no máximo 15 cm de espessura de solo solto para compactação com equipamento de pneus, e até 10 cm para compactação manual.

Todas as recomendações anteriormente citadas aplicam-se indistintamente para a primeira e segunda etapas de construção da barragem de terra e para o "espigão".

Em particular, antes do início da construção da segunda etapa da barragem de terra deverá ser completamente removido o "espigão" criado para desvio das águas de eventual cheia. A remoção do espigão deverá ser feita completamente até que se atinja o talude construtivo de  $1^V 4^H$  onde foi paralisada a construção da primeira etapa da barragem. A ligação do novo

aterro compactado da barragem na região do espigão deverá obedecer às mesmas restrições que no restante do maciço

Não será permitida a permanência de qualquer material granular (areia, brita) ou enrocamento utilizado na proteção do espigão. O material daí removido poderá ser utilizado na proteção de outras partes da barragem de terra, obedecendo aos critérios e especificações fixados

## 12- EXECUÇÃO DOS FILTROS E PROTEÇÕES

Os materiais granulares serão lançados em camadas horizontais, de espessuras compatíveis com sua gradação, e compactados por rolo liso vibratório, com peso estático mínimo de 10t. Deverá ser estudada a conveniência da adição de água durante a compactação, a critério da FISCALIZAÇÃO

O Açude de Ubaldinho terá como sistema de controle de percolação um filtro vertical de areia e um filtro horizontal. Este último será constituído exclusivamente de areia no trecho junto ao vertical e será do tipo "sanduíche" (com areia e brita) nos últimos 20 m

Materiais estranhos lançados nas zonas de filtros e transições, que possam afetar suas propriedades drenantes e geotécnicas, como solo impermeável, deverão ser observados e totalmente removidos. Será vedada a passagem de rolo de solo argiloso sobre os materiais de filtro e transição, para evitar sua contaminação

A EMPREITEIRA deverá planejar a construção dos filtros cuidadosamente, protegendo-os da contaminação por águas pluviais com origem em solo argiloso. Em caso de contaminação, as camadas contaminadas deverão ser removidas na extensão e profundidade necessárias para expor material limpo

O tráfego dos equipamentos de terraplenagem através de zonas de filtro será autorizado em locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Quando estas passagens forem desativadas, deverão ser limpos e liberados para lançamento pela FISCALIZAÇÃO

A EMPREITEIRA deverá dispor as pilhas de materiais granulares, cuidadosamente evitando a mistura de materiais em estoques adjacentes

### 12.1 Filtro Horizontal

O filtro horizontal será construído com areia lançada em camadas de no máximo 30 cm. Na porção de jusante do filtro, onde ele será do tipo "sanduíche" as camadas de brita deverão ter espessura máxima de 40 cm. A cada duas camadas de aterro argiloso compactado, a praça de alteamento será nivelada com o material de filtro, possibilitando uma compactação com confinamento lateral e simultânea dos materiais adjacentes

No caso de ajuste da altura da camada do solo impermeável, em função das pistas experimentais com os equipamentos da Obra, a altura da camada de areia deverá ser reavaliada para promover o nivelamento periódico da praça de compactação, mantidas as exigências de qualidade

Cuidados e observação deverão ser tomados para evitar a contaminação das camadas de areia pelo material argiloso

A compactação de cada camada deverá constar de, no mínimo, quatro passadas completas do rolo liso vibratório, com adição simultânea de água, devendo atingir uma compacidade relativa mínima de 70%. Se necessário, o número de passadas poderá ser aumentado até que a compacidade exigida seja alcançada, a critério da FISCALIZAÇÃO

#### *12.2 Filtro Vertical de Areia*

O filtro vertical de areia será construído simultaneamente com as camadas de argila que comporão o corpo da barragem de terra. A leira de areia é depositada a cada duas camadas de solo do aterro, com compactação com quatro passadas, no mínimo, de rolo liso vibratório

Após a compactação o filtro vertical deverá exibir uma compacidade relativa  $CR \geq 60\%$

#### *12.3 Transições*

As transições serão lançadas e compactadas simultaneamente

A espessura máxima da camada lançada de cada uma das transições será de 40 cm e a compactação será por 4 passadas de rolo liso vibratório, ou até atingir uma compacidade relativa  $\geq 60\%$

#### *12.4 Enrocamento de Proteção*

A cada duas camadas das transições acima citadas, será lançada uma camada de enrocamento, nas graduações especificadas, nivelando a praça e executando-se a compactação, simultaneamente sobre os três materiais, com os mesmos procedimentos e equipamento, já discriminados

A altura de cada camada de enrocamento de proteção não deverá exceder 80 cm

### 13- CONTROLE DE COMPACTAÇÃO

#### *13.1 Aterros*

A FISCALIZAÇÃO fará o controle da construção dos aterros através de ensaios de laboratório e de campo

O controle de campo consistirá, basicamente, de um controle visual a ser exercido pela FISCALIZAÇÃO. e compreenderá as seguintes observações

- a - tipo de material lançado,
- b - local de origem do material de empréstimo.
- c - umidade e homogeneidade do material lançado,
- d - espessura da camada antes e depois da compactação por medidas topográficas.
- e - escarificação, acerto da umidade, homogeneidade e regularidade da espessura do solo lançado.
- f - número de passadas e cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento compactador.
- g - ocorrência da laminação e "borrachudos",
- h - homogeneidade do aterro e ligação entre camadas, através de observação em poços de inspeção abertos no maciço com  $\pm 1,00$  m de profundidade)

O controle de compactação será exercido também pela determinação da umidade e do grau de compactação "in situ" do aterro, através de ensaio de "Proctor" ou "Hilf" Os parâmetros de compactação assim obtidos serão comparados com os especificados, para liberação de camada, juntamente com o controle visual

As necessárias determinações de umidade serão obtidas por secagem em estufa

A frequência dos ensaios de controle será de um ensaio para cada  $500 \text{ m}^3$  de aterro lançado, ou no mínimo de um ensaio por camada Entretanto a FISCALIZAÇÃO exigirá o número de ensaios que julgar necessários para o perfeito controle e liberação de cada camada, principalmente no início dos trabalhos de compactação

Serão abertos poços de inspeção no maciço para análise visual e tátil de suas paredes, com uma frequência mínima de 1 poço a cada  $10\,000 \text{ m}^3$  de aterro compactado e sempre que houver necessidade para extração de amostras indeformadas e verificações de juntas de construção e superfícies expostas por longos períodos às intempéries Os poços serão posteriormente fechados, compactando-se as camadas com compactadores manuais pneumáticos ou diesel, observando-se todos os cuidados descritos nesta Especificação

Os valores especificados de grau de compactação e de umidade deverão ser observados ao longo de toda a espessura da camada, não sendo permitida a ocorrência de gradientes de compactação superiores a 2% Essa verificação será feita a cada 10 determinações convencionais, quando deverão ser feitas 2 determinações num ponto, correspondentes à base e topo da camada A diferença no grau de compactação entre base e topo não deverá ultrapassar a ordem de 2%

Camadas de solo compactado que não apresentem umidade e/ou grau de compactação aceitáveis deverão ser removidas, ter sua umidade corrigida (se

necessário). homogeneizadas e recompostadas. Se a recompostação não conduzir o material às faixas especificadas, a camada deverá ser substituída às expensas da EMPREITEIRA

A EMPREITEIRA será responsável pela integridade e estabilidade de todos os aterros por ela executados, devendo às suas expensas, reconstruir todas as seções que venham a ser danificadas devido à negligência ou inobservância do projeto e especificações

A cada 25 000 m<sup>3</sup> de aterro compactado deverão ser extraídos dois blocos de amostras indeformadas para execução de ensaios de especiais

A cada 5 000 m<sup>3</sup> de aterro compactado deverá ser extraído um bloco de amostra indeformada para execução de ensaios de caracterização e determinação de umidade e densidade naturais

Ao lado do local de extração dos blocos deverão ser determinados o grau de compactação e o desvio de umidade com a metodologia de controle de campo

### 13.2 *Materiais Granulares*

A FISCALIZAÇÃO fará o controle da construção dos materiais granulares através de inspeção visual, ensaios de campo e de laboratório

O controle visual a ser exercido pela FISCALIZAÇÃO, compreenderá as seguintes observações

- tipo de material lançado e sua adequação na região onde aplicado,
- homogeneidade do material lançado e isenção de impurezas e corpos estranhos.
- espessura e regularidade da camada antes e depois de compactada, por medidas topográficas.
- número de passadas e cobertura adequada da faixa compactada pelo rolo vibratório.
- ocorrência de segregação,
- adequada ligação entre camadas e entre materiais de transição adjacentes

O controle da compactação dos materiais dos filtros e transições será exercido pela determinação da compactação relativa do material, referida aos ensaios de peso específico seco máximo e mínimo. Os parâmetros de compactação assim obtidos serão comparados com os especificados, para liberação de camada, juntamente com o controle visual

A compactação do enrocamento será verificada mediante a determinação do peso específico seco do material, em cava de dimensões compatíveis com o diâmetro dos blocos, utilizando folha de plástico e água, para determinação do volume removido. O peso específico seco do enrocamento compactado deverá ser  $\geq 20 \text{ kN/m}^3$

A frequência dos ensaios de compacidade relativa será de um ensaio para cada 1 000 m<sup>3</sup> de areia ou transição lançada, ou no mínimo de um ensaio por camada. Entretanto, a FISCALIZAÇÃO deverá exigir o número de ensaios que julgar necessários para o perfeito controle e liberação de cada camada, com maior ênfase ao controle dos filtros horizontal e vertical

A cada 2 000 m<sup>3</sup> de material de filtro e transição compactados deverá ser executado um ensaio de granulometria por peneiramento

A cada 500 m<sup>3</sup> de material de enrocamento compactado deverá ser executado ensaio de granulometria por gravimetria

#### 14- JUNTAS DE CONSTRUÇÃO

Juntas longitudinais, paralelas ao eixo do aterro, não deverão ter inclinação mais íngreme que 1<sup>V</sup> 2<sup>H</sup>. Juntas transversais com até 2 m de altura serão permitidas, a critério da FISCALIZAÇÃO. Juntas longitudinais com altura superior e não previstas nos desenhos de projeto, deverão ser submetidas à aprovação da PROJETISTA

Juntas transversais, perpendiculares ao eixo do aterro, não deverão ter inclinação mais íngreme que 1<sup>V</sup> 4<sup>H</sup>

Nas juntas de construção do aterro, a camada será lançada com excesso de 0.50 m na horizontal, além do alinhamento apresentado nos desenhos. Dessa camada atuará como uma proteção superficial, e será irrigada sempre que necessário, para preservar a umidade do aterro

Todas as juntas de construção antes do lançamento do aterro sobrejacente, deverão ter as camadas superficiais removidas, até a profundidade necessária para alcançar o maciço compactado com as condições de grau de compactação e umidade especificados para o aterro

Essa remoção deve ser feita por degraus, à medida que sobe o aterro adjacente, criando-se sempre um pequeno patamar no aterro antigo, cuja superfície deve ser escarificada para propiciar um perfeito entrosamento com a nova camada lançada e compactada. Todo serviço de tratamento das juntas de construção deverá ser feito às expensas da EMPREITEIRA

#### 15- LOCAÇÃO E CADASTRAMENTO

A FISCALIZAÇÃO deverá executar os seguintes serviços topográficos de locação e cadastramento

- a - verificar a exatidão das referências topográficas fornecidas no projeto,
- b - locação e nivelamento das diversas obras a serem executadas,
- c - cadastramento das diversas obras em execução, nas etapas intermediárias e no fim da construção.

d - controle topográfico da instrumentação.

e - controle de exploração e do volume de Áreas de Empréstimo, escavações e colocação de estacas de controle

#### 16- ESTRADAS DE SERVIÇO E ACESSO

Estarão a cargo da EMPREITEIRA, a construção e/ou manutenção de todas as estradas de serviço que porventura sejam necessárias, bem como a manutenção de todas as estradas de acesso já existentes e necessárias para a execução das obras e exploração das jazidas

O trânsito pela área da barragem de terra e do tapete de montante, durante a construção, será permitido somente para os equipamentos estritamente necessários para o bom andamento da obra. Deverão ser evitados equipamentos pesados. Quaisquer danos ocasionados pelo trânsito ou operação dos equipamentos deverão ser reparados o mais rápido possível às expensas da EMPREITEIRA

#### 17- TOMADA D'ÁGUA

A Tomada d'Água prevista para o Açude Ubaldinho é bastante simples, sendo constituída de pequenas estruturas de concreto à montante e jusante da barragem de terra, interligadas por uma tubulação de aço de 60 cm de diâmetro

As estruturas de concreto de montante e jusante estão previstas de serem assentadas diretamente na rocha de fundação. Desse modo, quando do início dos serviços de escavação deverá ser feito um mapeamento localizado na área de implantação da Tomada d'Água para garantir essa situação e, se necessário, proceder a adaptações

A tubulação de aço deverá ser encaixada completamente em rocha, sendo que o vazio remanescente entre as paredes da escavação, o tubo e o topo rochoso deverá ser completamente preenchido com concreto

Não serão permitidas, em nenhuma hipótese, a existência de juntas de contato verticais entre elementos rígidos, tais como paredes de concreto e o núcleo da barragem de terra