



CONSTRUÇÕES RURAIS

LOURENÇO TAVARES AFONSO

1996



Construções Rurais

Por

Lourenço Tavares Afonso



[Handwritten signature]

Este Relatório foi submetido ao Centro de Formação
do INIDA em S.Jorge como Requisito Parcial
para a Obtenção do Diploma de

BACHARELATO EM CIÊNCIAS AGRO-FLORESTAIS

ministrado pelo

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO

e o

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
DA UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

1996

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Este Relatório foi submetido como requisito parcial para a obtenção de um *Diploma de BACHAREL* no Centro de Formação do Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário - INIDA em S. Jorge e será depositado na Biblioteca do INIDA afim de poder ser consultado segundo as regras desta Biblioteca.

Algumas citações deste relatório serão permitidas sem uma autorização especial desde que a fonte seja devidamente reconhecida. No entanto citações mais longas ou a cópia total deste relatório deverão ser autorizadas pelo Centro de Formação do INIDA ou pelo autor.

Assinatura



APROVAÇÃO DO COORDENADOR DO RELATÓRIO

Este Relatório foi aprovado nesta data:



Margarida M. S. Santos Varela
Engenheira Silvicultora

Data

AGRADECIMENTOS

Aproveito esta oportunidade para o meu profundo reconhecimento a todos que de uma forma directamente, ou indirectamente, contribuíram para a minha Formação, em especial:

- Todo o corpo docente do ISA, pelos conhecimentos que nos transmitiram;
- Minha coordenadora de estágio, Eng^a Margarida Varela, pelo apoio incondicional que me prestou durante o período de estágio, e da elaboração deste trabalho;
- Todo o pessoal técnico do INIDA, e aos professores nacionais pelos conhecimentos e experiência que nos transmitiram.
- Todo pessoal (funcionários Técnicos) da delegação do Ministério de Agricultura, Alimentação e Ambiente, e do INERF de Sta Catarina pelo apoio prestado durante a realização deste estágio.

Sta Catarina, Outubro de 1996

LOURENÇO TAVARES AFONSO

INDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	2
PEDRA.....	2
AREIA	2
ÁGUA.....	3
CAL.....	3
CIMENTO.....	4
ARGAMASSA	5
COMPOSIÇÃO DO BETÃO	5
MÁXIMA DIMENSÃO DO INERTE.....	7
EFEITO DE PAREDE.....	7
CONDIÇÕES PARA A ENTRADA DO BETÃO NOS MOLDES SEM SEGREGAÇÃO	8
TRABALHABILIDADE	8
DEFINIÇÃO	8
EXSUDAÇÃO.....	9
ÁGUA DE MOLHAGEM DO INERTE	10
MODOS DE FORMULAR A COMPOSIÇÃO	10
PARÂMETROS NECESSARIOS PARA DEFINIR A COMPOSIÇÃO DO BETÃO	12
OPERAÇÕES NO ESTALEIRO	12
MEDIÇÃO DOS INERTES	13
MEDIÇÃO DO CIMENTO.....	14
AMASSADURA.....	15
TEMPO DE AMASSADURA	15
TRANSPORTE.....	17
COLOCAÇÃO	18
RECOMENDAÇÃO PRÉVIA PARA A PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES ONDE SE COLOCA O BETÃO	18
LOCALIZAÇÃO DAS JUNTAS DE TRABALHO	19
PREPARAÇÃO DAS ARMADURAS E DE OUTRAS PEÇAS QUE DEVEM FICAR EMBEBIDAS NO BETÃO....	19
LANÇAMENTO PARA O LOCAL DE APLICAÇÃO.....	19

DEPOSIÇÃO E PREPARAÇÃO DA CAMADA PARA A COMPACTAÇÃO.....	20
COMPACTAÇÃO.....	21
VIBRAÇÃO	22
CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS	22
GENERALIDADES.....	22
PRINCIPAIS PARÂMETROS A TER EM CONTA NA CONSTRUÇÃO DO RESERVATÓRIO.	22
PRINCIPAIS PARÂMETROS A TER EM CONTA NA CONSTRUÇÃO DA LEVADA	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
MATERIAIS.....	26
MATERIAIS PARA TRABALHO TOPOGRÁFICO.....	26
MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO RURAL (RESERVATÓRIO E LEVADA)	26
VIAGEM DE RECONHECIMENTO.....	26
ESTUDOS DAS DIRECTRIZES.....	26
CÁLCULOS TOPOGRÁFICOS	27
CÁLCULOS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM RESERVATÓRIO	28
CÁLCULOS DE DIMENSIONAMENTO.....	28
CÁLCULO DE ESTABILIDADE E SECÇÃO DAS PAREDES.	29
A AUSÊNCIA DE TRACÇÕES	30
CÁLCULO DE ESTABILIDADE AO ESCORREGAMENTO.....	31
ESTABILIDADE AO DERRUBAMENTO	32
DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.....	33
CÁLCULOS DE MEDIÇÃO	34
DIMENSIONAMENTO DE LEVADA.....	35
4- CONCLUSÃO	37
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS.....	39

RESUMO

A tendência actual, é, para o avanço da desertificação nas nossas ilhas, de uma forma acelerada principalmente nas regiões no litoral das ilhas. A substituição dos métodos tradicionais de rega que no geral provoca muitos dispendios em água, cuja escassez em Cabo Verde já é uma realidade, é uma das soluções para o travamento do processo.

A satisfação de necessidades das populações Rurais no que concerne ao abastecimento de água para o consumo humano tem constituído e continua a constituir uma tarefa prioritária do Governo de Cabo Verde.

O Concelho de Santa Catarina é um dos mais populosos do país (cerca de 55 mil habitantes), que desde sempre vinha carecendo de acção concreta no domínio de abastecimento de água a alguns aglomerados populacionais Rurais. Assim na localidade de Achada Leite, no Concelho de Santa Catarina vem sendo contemplado desde 1995 por um Projecto da DGASP, financiado pelo Governo de Cabo Verde e executado pelo o INERF no âmbito do programa anual de abastecimento de água às populações Rurais.

Os trabalhos estão sendo realizados em regime de empreitada, segundo um contrato feito pela DGASP/INERF, e com previsão da conclusão.

O objectivo principal presente neste Projecto é o abastecimento de água potável em condições higiénicas à população e ao mesmo tempo fazer aumentar a área irrigada.

Paralelamente ao objectivo principal do projecto (abastecimento de água potável) serão desenvolvidos acções no domínio de formação de pessoal de base com o propósito de garantir um funcionamento eficiente e duradouro do sistema de abastecimento e construção de sistemas de irrigação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Materiais de Construção

Pedra

A pedra constitui um antigo material de construção.

Classificação

Eróticas (granitos e basalto) são isotrópicos, duras e compacta constituídos pelos feldspato e ferro.

Sedimentares são estratificadas resultante da degradação das rochas eróptocas, ex: o mármore.

Propriedades das pedras em geral.

Densidade aparente é necessário para o conhecimento do peso da construção (peso/ unidade do volume).

Porosidade propriedade que as pedras tem de absorver água (relação volume do vazio pelo volume total aparente).

Higroscopicidade propriedade de absorver água por capilaridade em contacto com as suas superfícies.

Coeficiente de higroscopicidade é a qualidade da água absorvida num determinado tempo.

Permeabilidade propriedade de se deixar ser atravessado por líquidos.

Dureza classificam se por branda, medianamente dura,dura e muito dura.

Aderência propriedade que tem a ver entre a pedra a ligar e o aglomerado.

Areia

Areia são inertes, quimicamente não actua sobre o endurecimento e a resistência das argamassas.

A areia tem certas percentagem de vazios consoantes a composição.

A areia pode ser redondos ou angulosa.

A composição de grãos de tamanho tem influência na qualidade das argamassas.

A compacidade de areia relação volume unitário dos grãos numa areia e o volume unitário soma dos volumes dos grãos de areia, água, vazio.

Uma areia com o mínimo de vazio é constituído por 3/2 de grãos grossos e 1/3 de grãos finos.

Uma areia utilizável, quando misturada com água num recipiente a água não é retirada, quando esfregado com o dedo faz um pequeno barulho seco. Uma boa areia é formada por grãos apresentando asperezas e isentos de impurezas orgânicas ou sais, por isso deve ser peneirado e depois lavada

Água

A água é um componente importante no fabrico de argamassas e betões, deve ser tão pura quanto possível. Uma água suja contendo matérias químicas impedem a solidez e prejudica o cimento de fazer a presa.

Uma água corrente é preferível.

Cal

A cal pode ser ligante quer aéreo ou hidráulico.

A cal aérea resulta das calcinações das pedras calcárias puras ou quase puras. Conforme um ou outro caso temos dois tipos de cal aérea:

cal gorda e cal magra

A cal gorda resulta dum calcário muito pura, e a cal magra resulta dum calcário que contém 5% de impurezas.

Fabrico

A calcinação de calcários efectua-se em formas quer do tipo verdadeiramente primitivo, como ainda se utiliza por exemplo camadas alternativas de pedras calcárias e lenha, quer ainda em formas industriais. A um a temperatura de cerca de 900 ° C dá-se a reacção:



A cal viva é um produto sólido de cor branca, muito hávido de água, comercializada em pedra ou moída, devendo ser mantida em tambores bem fechados para evitar a carbonização. É um produto cáustico

A cal hidráulica resulta da cozedura de calcário contendo uma certa percentagem de argila que depois de cozidos são extintos e reduzidos a pó. A matéria prima são as rochas calcárias com elevado teor em argila.

Durante a cozedura dá se uma combinação parcial de cal com a sílica e alumina provenientes da decomposição da argila.

Cimento

O cimento é a principal ligante hidráulico; a matéria prima são os calcários argilosos ou as margas contendo cerca de 25% de argila, raras vezes se encontra margas com a composição adequada e constante para se obter cimento com as mesmas características constantes de composição e de homogeneidade.

O cimento mais utilizado é o cimento Portland normal, que é o cimento artificial cujo fabrico está regulado por disposições legais dada a grande responsabilidade por vezes pedida na sua utilização.

O cimento Portland normal é um produto obtido pela moagem do clínquer resultante de cozedura até princípios de fusão de uma mistura íntima devidamente proporcionada de materiais calcárias e argilosos. Não é permitida a adição de quaisquer materiais depois da cozedura excepto o gesso e a água.

Os silicatos tricálcicos e bicálcico são elementos que mais dão ao cimento a resistência mecânica.

Todos os ácidos atacam o cimento, por isso deve determinar o pH das águas empregadas na amassadura.

Outros ataques:

As substâncias gordurosas, os nitratos, água de sabão, soluções açucaradas atacam o cimento.

Outros tipos de cimento:

Super cimento possuem a composição quimicamente semelhante a do Portland com um pequeno aumento de cal deferindo na sua fabricação com maior cuidado. Apresenta grandes resistências iniciais com rápido endurecimento. O ligeiro aumento de cal faz com que ele seja mais vulneráveis das águas agressivas. São muito ideais para o betão armado em faces das grandes resistência eficaz na protecção das armaduras contra a oxidação.

Cimento impermeabilizadora, com função de aditivos que lhe confere essas a propriedade sem redução da resistência mecânica, é o caso de adição quando da sua moagem de diatomites em cerca de 5% exemplo: cimento pozolânico (cimento portland + pozolana), em proporção entre 15 a 40%. O cimento pozolano são muitos resistentes a agentes químicos.

Argamassa

Argamassa hidráulica é uma mistura de um elemento activo aglomerante (cal ou cimento) e de um elemento inerte (areia), a que se adicionam uma certa quantidade de água por forma a constituir uma pasta mais ou menos plástica que serve para ligar as pedras ou para revestimentos, constituindo os rebocos.

Para se obter uma boa argamassa é necessário que todos os grãos de inerte estejam não só envolvidos pela pasta do cimento como a essa pasta adiram.

Qualidades desejadas

Compacidade das argamassas é obtido à custa de uma boa granulometria das areias e uma pesagem correcta dos cimentos.

A compacidade mede-se pela percentagem do volume real de materiais sólidos existentes na unidade do volume de uma argamassa.

$$C + A + a + V = 1$$

C → soma dos volumes dos grãos de cimento contidos na unidade do volume de argamassa

A → soma dos volumes dos grãos de areia

a → volume de água das amassaduras

V → volume dos vazios

A resistência a compressão, depende da dureza de areia, da composição granulométrica, da quantidade de água da amassadura, da dosagem do aglutinante e do modo de fabricação da argamassa.

A resistência ao esmagamento numa argamassa é de 28 dias.

Composição Do Betão

Como se sabe, o betão é composto por inertes, água e um certo volume de ar introduzido pelo próprio cimento e pelas partículas do inerte, e geral intercalado entre partículas mais finas e que é difícil ou impossível retirar por melhor que seja a compactação.

No caso mais geral, o inerte é constituído por classes provávelmente originárias de várias rochas, cada uma com a sua massa volúmica, de modo que o quociente pode ser uma soma de diferentes quocientes da massa de cada classe pelas massas volúmicas respectivas.

O volume de vazios é uma quantidade difícil de conhecer. A experiência mostra que o seu valor é uma média, de 10 a 30 litros por m^3 correspondendo os valores mais baixos ao betão mais doseado e rico de cimento e os mais elevados aos mais pobres em doseamento de cimento.

A norma 613 do *American Concrete Institut*, indica valores médios de volumes de vazios em função apenas de máxima de dimensão do inerte (ver quadro A)

Quadro A- Volume de vazios do betão compactado

Máxima dimensão do Inerte (mm)	Volume de Vazios (V, l/m)
9,50	30
12,70	25
19,10	20
25,40	15
38,10	10
50,80	5
76,20	3
152,40	2

Máxima dimensão do inerte

A entidade máxima dimensão do inerte é muito importante na tecnologia do betão, pois é um parâmetro essencial para a definição da curva granulométrica e do tipo de betão que se emprega conforme a geometria das peças a moldar.

Todas as definições de máxima dimensão, estão ligadas à análise granulométrica do inerte para definir, supõe-se que foi realizado esta análise por uma série de peneiros devidamente convencionada.

Já definida a máxima dimensão do inerte, pelo menos de modo mais habitual, de acordo com as normas americanas. Esta definição tem a sua lógica, que deriva do facto de poderem existir algumas partículas de maiores dimensões dispersas por grande quantidade de outras de menores dimensões. Por exemplo, se uma areia possuir uma pequena percentagem, que não exceda os 10 % em peso, de calhau rolado, não deixa, por esse facto, de ser uma areia.

Contudo os casos de materiais preparados por peneiros que não coincidem com aqueles através dos quais se fez a análise granulométrica, em que se é elevado a atribuir uma máxima dimensão de inerte, bastante diferente do real, pode trazer sérios inconvenientes ao cálculo do betão, com repercussão na sua trabalhabilidade.

Efeito de Parede

O efeito de parede foi posto em evidência por CAQUOT, em 1937 até então não tinha sido considerado que junto a uma superfície limite qualquer do betão, seja armadura ou face de molde, havia uma chamada de partículas mais finas, e esta só pode ser obtida à custa do empobrecimento da massa do interior do betão em tais partículas. Com efeito, a parede ou a superfície limite influi na compacidade, pois a quantidade de argamassa necessária para encher o espaço entre as partículas maiores do inerte e a parede é maior do que no interior da

massa e, portanto, é preciso prever excesso de argamassa no betão sujeito a estas condições, que estaria bem proporcionado para massa indefinida. Este excesso é tanto mais acusado quanto maior for a relação entre a superfície da peça e o seu volume.

Condições para a entrada do betão nos moldes sem segregação

É importante atender ao efeito da segregação ou peneiração do betão pelas armaduras. Aquele deve poder penetrar sem segregação, ou seja, sem perder a sua homogeneidade, através das malhas das armaduras. Se estas são tão apertadas, que formam como que um peneiro, que deixa apenas passar a argamassa e as partículas mais finas do betão, haverá necessariamente outras regiões da peça a moldar, onde existe predomínio das partículas mais grossas; formam-se então, “ninhos de pedras” e aderências imperfeitas e descontínuas às armaduras e a outras superfícies.

O betão deve, pois, escoar-se livremente entre as armaduras; a dificuldade da sua passagem sem segregação através das malhas é tanto maior quanto maiores forem: a máxima dimensão do inerte, a percentagem de inerte grosso, a consistência e o atrito interno das partículas de maiores dimensões e quanto menos potentes forem os meios de compactação.

Praticamente, esta questão é resolvida determinando também uma relação entre a máxima dimensão de o inerte do betão, D , e as características geométricas das malhas das armaduras, representandas pelo seu raio médio.

Assim, o raio médio, ρ , de uma fenda, orifício ou malha é, por definição, o quociente da área aberta à penetração, s , pelo perímetro respectivo, p :

$$\rho = \frac{s}{p} \quad (A)$$

Segundo Dreaux, é possível ir um pouco além das regras enunciadas por Faury, aumentando os coeficientes 1,4 e 1,2 até 2, o que dá a possibilidade de atingir máximas dimensões do inerte iguais ao afastamento das armaduras, ao raio do orifício e a metade do lado da malha quadrada.

Trabalhabilidade

Definição

A maior ou menor dificuldade com que o betão é transportado, colocado, adensado e acabado e a maior ou menor facilidade com que se desagrega ou segrega durante estas

operações é designada pelo termo genérico de trabalhabilidade. Esta propriedade tem em conta os meios em que se dispõe para transportar, colocar, compactar e acabar o betão : um betão pode ser trabalhável só em certas condições de colocação nos moldes, devido, por exemplo ao efeito da parede ou à densidade e distância entre armaduras.

A noção de trabalhabilidade é, porém bastante vaga representando, uma questão mais de natureza psicológica, do que física. É efectivamente, bastante ampla, mobilizando grande número de características físicas, sobre a natureza das quais não há ainda concordâncias de opiniões.

Exsudação

Por exsudação entende-se a tendencia da água, o componente mais leve, a separar-se dos outros. É portanto, como se disse, um caso particular de segregação.

A exsudação observa-se facilmente em certos betões após a colocação, a água sobe à superfície, formando uma película, que permanece por vezes, algumas horas antes da presa do betão; outras vezes observa-se a sua saída através de fendas ou locais mal vedados dos moldes.

Parte da água exsudada atinge a superfície, mas a outra parte fica retida no interior das armaduras.

Ao segregar, a água cria caminhos que ficam gravados no interior do betão, pois devido ao movimento impede a cristalização, originando uma rede de capilares mais importantes junto à parte superior, onde, acumulando-se contribui para a diluição da pasta de cimento, aumentando a relação entre os teores de água e de cimento e diminuindo portanto a resistência desta camada.

A água que fica retida no interior, debaixo das armaduras e das partículas de maiores dimensões do inerte, altera a aderência às armaduras e ao inerte, criando vazios por onde a água vinda do exterior pode circular com facilidade.

Este fenómeno pode alterar muitas das propriedades do betão endurecido, tais como a aderência ao inerte e às armaduras e criar ainda propriedades direccionais no betão tornando a parte superior da peça menos resistente do que a parte inferior.

A permeabilidade e a capilaridade são portanto muito influenciadas por este fenómeno.

O principal factor que influi na exsudação é a parte a dosagem de água, e o teor de elementos finos; o fenómeno é acusado no betão com muita água e poucas partículas finas para a reterem.

Água de molhagem do inerte

O conceito de água de molhagem do inerte foi introduzido por Paul Alexandre, que em 1890 o precisou com o sentido que hoje ainda tem. Pode-se considerar a água de amassadura de uma argamassa ou betão dividida em duas partes; a primeira destina-se a formar uma pasta com o cimento e a segunda a molhar o inerte para permitir a ligação com a pasta do cimento. Para a primeira indica 0,25 do peso do cimento (que em linguagem moderna significa a quantidade necessária para a obtenção de uma pasta em consistência normal). Quanto à segunda, compõe de uma parte constante, que depende da porosidade do grão do inerte (quase nula no caso de areia siliciosa e não porosa, e muito elevada no caso da areia calcária, com absorção elevada e de uma parte variável, que é proporcional à área da superfície dos grãos de areia).

Modos de formular a composição

Como já vimos, os componentes do betão são inertes, cimento, água e adjuvantes. O inerte inclui duas classes importantes: inerte fino (areia) e inerte grosso (godo ou brita) . Por vezes há mais de um tipo de areia (uma areia grossa e outra fina) e normalmente mais de uma classe de inerte grosso, com o fim de minimizar a segregação.

O método mais antigo de formular é o da proporcionalidade entre quantidades (normalmente medidas em volume) de cimento, areia e inerte grosso, em que se torna a parte de cimento igual à unidade. Por exemplo, a mistura 1:2:4 contém uma parte de cimento 2 partes de areia e 4 partes de inerte grosso.

Esta prática foi estabelecida há muito, provavelmente já antes dos romanos e portanto, ainda antes de se conhecer o importante papel desempenhado pela granulometria do inerte e pela quantidade de água na qualidade do betão, que era considerado uma simples mistura de materias granulares, sendo a quantidade de água considerada apenas para se atingir determinada fluidez. Levada até esta conclusão lógica, a expressão deveria obter quatro termos, que estaria indicada a água, como, por exemplo, 0,6:,1:2:4.

Ao especificar assim a composição, é necessário precisar bem qual a base de medição (peso ou volume). No caso de se referir o volume, deve indicar se o inerte está solto ou compactado nas medidas e se está seco ou húmido, em particular a areia.

Por vezes também se exprime a composição em partes de cimento para a totalidade do inerte, como 1:6,3:4, ou ainda a proporção de inertes para um saco de cimento (50 kg). Atendendo a que nos ensaios, realizados pela comissão que elaborou o primeiro regulamento oficial francês para a construção de betão armado (em 1906), se tinha utilizado um betão construído por 800 litros de areia e 300 kg de cimento, foi esta a composição recomendada por muito tempo. Esta composição figura também no primeiro Regulamento Português de betão armado de 1918 e foi conservada até ao ano de 1935.

Hoje a composição já não pode ser expressa deste modo, mas de maneira mais precisa, em quilogramas de cada componentes por metro cúbico de betão.

A quantidade de cada classe de inerte deve ser indicada pela sua massa saturada, em quilogramas por metro cúbico de betão suposto devidamente compactado. O cimento é expresso também pela massa em quilogramas por metro cúbico de betão, a quantidade de água em litros por metro cúbico e a quantidade de adjuvante em percentagem da massa de cimento, ou mais raramente, em volume por quilograma ou saco de cimento.

A composição fundamental do betão apresenta-se, portanto, do seguinte modo:

Inerte grosso 38/19 -----	517 kg /m ³
Inerte grosso 25/9,5 -----	350 kg /m ³
Areia -----	720 kg /m ³
Cimento -----	350 kg /m ³
Água -----	165 l /m ³

Além deste modo pode definir a composição, podem usar-se outros derivados deste, como por exemplo, composição em volume, mas apenas para os inertes, pois hoje não se admite já uma composição em que o cimento seja medido em volume.

De qualquer destas composições deduz-se a composição por amassadura, se esta não for de 1 m³. A composição por amassadura é geralmente referida a sacos de cimento, quando a instalação de betonagem não possui balança para o pesar ou a um dado volume de betão, função da capacidade da betoneira, no caso contrário.

Quadro B - Composição de um betão com inertes húmidos medidos em volume

Componente	Baridade do inerte húmido (kg/m³)	Humidade (%)	Composição do betão em volume
<i>Inerte 38/19</i>	1380	-	375 l/m ³
<i>Inerte 25/9,5</i>	1400	-	250 l/m ³
<i>Inerte 12,7/4,76</i>	1250	0,1	207 l/m ³
<i>Areia</i>	1400	4,0	681 l/m ³
<i>Cimento</i>	-	-	350 kg/m ³
<i>Água</i>	-	-	136 l/m ³
<i>Adjuvantes</i>	-	-	0,7 kg/m ³

Parâmetros necessários para definir a composição do betão

Para definir a composição do betão é necessário o conhecimento dos seguintes parâmetros fundamentais:

- a) dosagem do cimento (kg de cimento /m³)
- b) composição do inerte (% de volume absoluto de cada classe do inerte)
- c) massas volúmicas dos compostos
- d) relação água/cimento
- e) volume de vazios
- f) trabalhabilidade

Operações no estaleiro

Este capítulo vai ser dedicado ao estudo de factores que mais influenciam nas propriedades de betão sólido.

É evidente que, se numa obra os cuidados prestados ao fabrico, o rigoroso cumprimento da fórmula indicada para sua composição, a homogeneidade mantida durante o transporte, a compactação nos moldes e a adaptação a todas as formas e disposições das armaduras, as condições de cura nos primeiros dias etc., não forem realizados cuidadosamente, de nada terá servido a atenção que se dedica à escolha dos componentes e ao estudo da composição.

Para que as condições acima referidas possam ser satisfeitas é necessário proceder de seguinte modo:

- i) Armazenamento do inerte

O inerte pode ser armazenado em silos especialmente construídos para este efeito ou mais simplesmente em pilhas.

Deve ter os seguintes cuidados

- a) evitar a segregação;
 - b) evitar a contaminação com substâncias estranhas;
 - c) evitar a rotura das partículas , de modo a não alterar a granulometria;
 - d) uniformizar a humidade.
- ii) Armazenamento do cimento

O cimento pode ser recebido no estaleiro em sacos ou a granel, em contentores, de onde se faz o transporte para silos apropriados.

Os sacos devem ser armazenados ao abrigo da humidade, não assentando directamente no chão e cobrindo-os com materiais impermeáveis, se não for possível guardá-los em armazém. Não devem ser empilhados em alturas superiores a 2 metro para a compactação e um princípio de presa devido a pressão. Os diferentes tipos de cimento devem ser conservados em separado. Podem misturar cimentos do mesmo tipo, embora do mesmo tipo, embora de marca diferentes. Tal facto contribuirá para tornar mais confusos os resultados obtidos no controlo do betão.

Medição dos inertes

O objectivo a atingir nas operações da medição dos componentes é a uniformidade e homogeneidade de betão fabricado. Os componentes devem ser medidos de modo a obter-se reprodutibilidade perfeita da composição de amassadura para amassadura. Por isso, o equipamento de medida deve ser capaz de fazer medições precisas.

A medição do inerte pode-se fazer por pesagem ou em volume. Actualmente já se usa muito pouco a medição em volume, contudo quando usado correctamente oferece resultados satisfatório .

Na medição em volume há duas causas possíveis de erro:

1. Variação do volume sólido do inerte contido na medida, devido ao seu grau de compactação;
2. Variação do volume, devido ao enchimento incorrecto da medida.

A primeira pode der minimizada utilizando-se medidas com formas adequadas (reduzindo a área da parte superior).

O sistema utilizado deve ter uma precisão de 4%, possuir condições de enchimento , transporte e esvaziamento, ter possibilidade de ajustar facilmente volumes variáveis e ser acessível à inspecção e observação do seu comportamento.

Os carros de mão, usados muitas vezes em pequenas obras, devem ser calibrados com volumes de materiais levado até um determinado plano. Se o inerte não é nivelado dentro do carro, a saliência do material provoca erros muito importantes.

Medição do cimento

A medição do cimento deve ser feita com a maior precisão do que a dos inertes. Por isso, em caso algum deve ser pesado em conjunto com aqueles, como já se disse anteriormente.

Tal como foi indicado para o inerte, o sistema de medida será constituído de modo a facilitar inspecções e colheitas de amostra. Evitar-se-á a queda livre de cimento em todas as operações de transporte, pesagem e lançamento na betoneira, com o fim de limitar a sua perda. Observações realizadas em locais expostos ao vento forte demonstraram perdas consideráveis durante o esvaziamento do aleatruz da betoneira.

A medição do cimento pode ser feita em volume, em sacos de 50 kg ou pesado quando dispor de balança.

A medição em volume só deve ser permitida em casos especiais; está sujeita a erros significativos, pois a baridade do cimento Portland pode variar de 900 a 1500 kg/ m³, conforme a sua finura e, sobretudo, o grau de compactação na medida. A este erro poderá ainda, adicionar o que resulta de se não encher correctamente a medida.

A medição em sacos, o único erro provém da variação do peso do saco fornecido pela fábrica. Pode ser importante, pois têm-se observado erros superiores a 1,0 kg no peso nominal de um saco, embora o peso médio de um número suficientemente grande de sacos atinjam os 50 kg. Verificam-se contudo, por vezes, pesos individuais que podem chegar a diferir de 3kg do peso nominal. No caso de trabalhos mais importantes é, portanto, aconselhável determinar o peso médio do saco.

Sempre que possível, o volume da amassadura deve ser ajustado a um número inteiro de sacos. A divisão do saco, mesmo a meio pode provocar erros importantes e, no caso de amassaduras de precisão, a divisão deve ser feita por pesagem.

Na medição em peso, o cimento é fornecido a granel, em depósitos passando para silos, especialmente construído para receber no estaleiro por meio de ar comprimido. Estes silos são normalmente leve, e desmontáveis de planta circular ou arredondados, com capacidade para 10 a 30 toneladas, possuindo o mecanismo destinado à correcta pesagem do cimento lançado na betoneira.

As balanças são dos tipos já referidos para pesagem dos inertes: balança romana com cursor de mola ou com cápsula hidráulica.

A pesagem deve ser automática, pois os dispositivos manuais não têm a precisão exigida.

Vantagens do cimento em granel

- a) o cimento a granel é fornecido por custo inferior ao ensacado, pois evita-se o preço do saco;
- b) não há necessidade de pessoal para descarregar o cimento em sacos, para o depósito e para a betoneira;
- c) evita-se a necessidade da proteção adequada do cimento durante a armazenagem;
- d) a betoneira é utilizada sempre com o seu máximo de capacidade, sem se estar limitado pelo número inteiros de sacos, o que conduz muitas vezes a utilizá-la com amassaduras de volume superior ao da sua capacidade normal.

Amassadura.

A finalidade principal da amassadura é revestir a superfície de todas as partículas do inerte com pasta de cimento e levar todos os componentes do betão a formar um todo homogéneo; esta uniformidade não deve ser pela descarga do betão do sistema que promove a sua amassadura.

A amassadura pode ser feita manualmente ou mecânicamente. A manual está praticamente já fora de aplicação, pois somente é tolerável em pequenas obras, em que não há necessidade de mais de 1 a 2 m³ de betão por hora. O betão obtido é menos homogéneo do que o fabricado mecânicamente.

Tempo de amassadura

No estaleiro há sempre tendência para amassar o betão o mais rapidamente possível, com o fim de aumentar o rendimento e por isso, é importante saber qual o tempo mínimo necessário para obter o betão uniforme.

Ensaio realizados por SHALON numa betoneira de eixo horizontal, com cerca de 250 litros de capacidade, mostram que a tensão de rotura aumentava com o tempo de amassadura, mas o seu prolongamento para lá de 75 s pouco influía na resistência; a dispersão é consideravelmente diminuída até aos 75 s, mas, aumentando o tempo de amassadura, não se observa alteração significativa na dispersão. Não foram observadas diferenças sensíveis entre betões com 200 kg e 300kg de cimento por metro cúbico.

A tensão de rotura do betão amassado na maior parte das betoneiras vulgares aumenta até 5 a 10 minutos de amassadura. No caso de betoneiras com capacidade moderada, igual ou inferior a 500 litros, o aumento da tensão da rotura é grande para tempos de amassadura até 1 minuto. Quando excede 2 minutos, o pequeno aumento de resistência não justifica o custo do prolongamento da amassadura.

O tempo de amassadura varia com o tipo de betoneira e com a sua capacidade; o *American Concrete Institute* recomenda amassar durante 1 minuto, quando o volume é inferior a 750 litros e aumentar 15 s por cada 750 litros ou a sua fracção, acima daquela capacidade.

No quadro abaixo, está indicada a regra de *BUREAU of RECLAMATION*.

Até aqui temos considerado tempos de amassadura e resistências como critérios de qualidade de amassadura.

Segundo os trabalhos de Joisel, o mais importante para homogeneidade do betão consiste no número de rotações do tambor e não do tempo. De um modo geral, pode dizer-se que nos casos mais correntes esse número é de 30 nas betoneiras de eixo horizontal e 40 nas de eixo inclinável.

Quadro C - Tempo mínimo de amassadura

Capacidade da betoneira (litros)	Tempo de Amassadura			
	<i>Bureau of Reclamation</i>		<i>American Concrete Institute</i>	
	min	seg	min	seg
Até 750	1	30	1	00
1500	1	30	1	15
2250	2	00	1	30
3000	2	30	1	45
3750	2	45	2	00

Como para cada betoneira há uma velocidade óptima do tambor, acima da qual se corre o risco de centrifugar os materiais, o tempo de amassadura e o número de rotações estão interligados. Por isso, a velocidade de rotação é função do diâmetro do tambor, **F**.

Em geral, admite-se como velocidade óptima:

(B)

$$v = \frac{20}{\sqrt{F}}$$

v - velocidade, em rotações do tambor por minuto;

F - diâmetro do tambor em metros.

A duração da amassadura, t , é, portanto, função do número de rotações do tambor, n , e, em segundos, vale:

(C)

$$t = 3n\sqrt{F}$$

Para betoneiras de eixo horizontal:

(D)

$$t = 90\sqrt{F}$$

e para as de eixo inclinável:

(E)

$$t = 120$$

sendo t expresso em segundos e F em metros.

A velocidade do tambor oscila normalmente entre 15 e 20 rotações por minuto.

O prolongamento da amassadura além dos limites indicados provoca uma alteração na granulometria e um aumento nos elementos mais finos, especialmente se o inerte é muito abrasivo, como no caso do calcário, o que faz diminuir a trabalhabilidade; recomenda-se por isso, que o tempo de amassadura não exceda três vezes o tempo ou o número de rotações indicado.

Quando houver interrupções forçadas no transporte ou na colocação do betão e for necessário continuar a amassadura durante intervalos de tempo superiores aos máximos, a betoneira deve trabalhar intermitentemente. Por esta razão, uma boa betoneira deve poder arrancar com toda a sua carga.

Transporte

O sistema de transporte do betão, desde que é descarregado da betoneira até ao local da sua colocação, depende do tipo da obra e impõe muitas vezes, a trabalhabilidade com que tem de ser utilizado. A condição fundamental a que o sistema de transporte deve obedecer é a de não provocar a segregação, não permitindo a perda de argamassa ou pasta de cimento, nem promovendo a separação entre o inerte grosso e a argamassa.

A segregação do betão dá-se porque este não é uma combinação homogénea, mas uma mistura de materiais com partículas de diferentes dimensões e massas volúmicas. Portanto logo que se descarrega o betão da betoneira, há forças internas e externas, que actuam para separar os constituintes dessemelhantes. Não se deve pensar que, uma vez obtida a segregação

dos componentes durante as operações de transporte, ela possa ser eliminada durante outra operações. A segregação tem de ser impedida e nunca corrigida após a sua ocorrência.

Além disso, é necessário que o sistema de transporte seja suficiente rápido para que o betão não seque ou perca trabalhabilidade e organizado de sorte, que, durante a colocação de qualquer camada não haja interrupções, que conduzam a formação de planos de mais fraca resistência ou de juntas de trabalho fora dos locais previstos.

Os sistemas mais usual de transporte são carros de mão, pequenos ou grandes carros basculantes, camiões com ou sem agitação, baldes transportados em veículos de carga, monorails, cabos aéreos, tubos de queda livre, planos inclinados, tapetes rolantes, bombas de funcionamento contínuo ou pneumático, etc..

Colocação

A colocação e a compactação são duas operações mais importantes realizadas durante o trabalho da betonagem. É necessário exercer muita vigilância nestas operações pois, se são mal executadas, resulta um trabalho de má qualidade, mesmo que o betão à saída da betoneira tenha um elevado grau de perfeição. Nestas operações, a mão-de-obra desempenha um papel fundamental e deve ser portanto, convenientemente esclarecida e rigorosamente fiscalizada.

Recomendação Prévia para a preparação das superfícies onde se coloca o betão

A preparação prévia do local onde se vai colocar o betão para o início ou prosseguimento da betonagem, depende essencialmente do tipo de trabalho.

Há, todavia, quatro recomendações de carácter geral, que é necessário ter sempre em consideração:

- a) evitar a contaminação com substâncias estranhas;
- b) a superfície de encontro à qual se vai betonar, não deve absorver água do betão e por isso, convém estar saturada;
- c) não deve existir água livre na superfície, pelo que é necessário limpá-la, de modo a fazer desaparecer todas as poças e locais onde se acumula;
- d) o betão tem de ser doseado para suportar o efeito de parede produzido pela superfície de encontro à qual se vai betonar. Se esta é lisa, já deve estar preparado para suportar tal efeito, mas se é rugosa, o aumento da superfície pode justificar ou uma sobredosagem de

elementos finos (areia e eventualmente cimento) ou uma regularização prévia com argamassa de características semelhantes às do betão.

Localização das juntas de trabalho

Não é possível dar regras para localização da junta de trabalho que cubram todo o campo da construção de betão armado.

Quando se pretende fazer juntas de trabalho numa coluna, enche-se esta até alguns centímetros abaixo da junção com uma viga ou um esquadro. Nas vigas, a junta poderá ser feita a meio do vão ou no terço médio. Nas lages armadas em uma direcção e de pequeno vão, podem ser colocados a meio e na direcção normal ao vão; se tiverem de se fazer na direcção do vão, situam-se no terço médio. Nas lages armadas em duas direcções, é conveniente dispor as juntas no terço médio de ambos os vãos.

Quando por qualquer motivo, se tenha de fazer uma junta entre a laje e a viga, é necessário garantir uma boa forma na ligação utilizando se necessário, armaduras para absorverem as tensões de corte.

Preparação das armaduras e de outras peças que devem ficar embebidas no betão

Todas as peças que vão ficar embebidas no betão serão também firmemente colocadas na posição prevista, antes do lançamento do betão, tais como: buchas ou tacos, tubagens, condutores, etc.. Tais peças não podem afectar a posição das armaduras excepto se o desenho do projecto o permitir, nem ser colocadas de modo a reduzir apreciavelmente a resistência da construção.

Antes de cada betonagem, deve fazer-se uma inspecção final, para se verificar se todas as substâncias estranhas foram retiradas, se os moldes estão na posição prevista, e se mantêm estanques e as armaduras estão correctamente colocadas , fixas e limpas.

Lançamento para o local de aplicação

Quando o betão sai do sistema de transporte que o conduziu até o local de aplicação, é necessário tomar as precauções convenientes para evitar as segregações e o deslocamento ou deformação dos moldes e das armaduras. Muitos dos defeitos que aparecem na estrutura resultam da falta de precauções na colocação do betão em moldes adequados.

Há sempre a tentação, no interesse da economia, de lançar o betão desde o ponto onde foi depositado até ao fundo do molde, seja qual for a altura da queda. Quando esta é grande, tal prática pode resultar a segregação e danificação dos moldes e das peças que lhe estejam ligadas; as armaduras são susceptíveis de se deslocar e tantas elas como as paredes do molde acima do nível de colocação ficam revestidas por argamassa, que pode secar antes do betão atingir o nível superior.

Os ninhos de pedra que muitas vezes aparecem na base de colunas ou pilares, são o caso mais frequente de acidentes, devido a esta causa.

Se a altura não é grande, uma tremonha que alimente um tubo vertical evita a segregação e conserva as armaduras limpas. Em geral a queda de betão através de um tubo vertical, mesmo comprido é menos perigosa do que queda livre de uma distância curta, mas o choque de encontro ao molde provoca a segregação. Uma boa prática no enchimento de moldes estreitos e profundos é a utilização gradual de betão mais seco, à medida que as camadas superiores são atingidas; de outro modo, a exsudação da água tende a tomar as camadas superiores demasiadamente húmidas, reduzindo a qualidade do betão.

Deposição e preparação da camada para a compactação

A massa do betão deve ser colocado tão próximo possível da sua posição final, em camadas horizontais, sendo cada uma delas completamente compactada antes de se colocar a camada seguinte. Tanto quanto possível, cada camada deve ser colocada uma só operação, dependendo a espessura de dimensão e forma da secção, da consistência, do espaçamento das armaduras, do método de compactação e da necessidade de colocar a camada seguinte antes de a anterior ter endurecido.

Em betão armado as camadas não devem ter mais de 15 a 30 cm, mas no betão em massa pode ir até 40 a 50 cm. Devem ser colocadas com velocidades suficiente para formarem uma peça só, evitando as juntas de trabalho.

O espalhamento pode ser realizado à mão, com auxílio de um pá, até se obterem as espessuras indicadas, ou mecânicamente, quando é lançado em grandes massas. Neste caso, podem empregar-se os carros ou tractores empurradores com características de peso e dimensões apropriados aos espaços a tratar. O seu peso não deve ultrapassar a potência dos meios do equipamento do estaleiro (gruas, etc.) para que possa deslocá-los de um ponto para outro sem dificuldade.

A colocação faz-se com velocidade tal, que cada camada seja acabada enquanto o betão inferior está ainda plástico, ou então só depois de ter endurecido completamente. Se está numa condição de semi endurecimento, há perigo de ser danificado pelas subseqüentes operações de colocação, especialmente se se tratar de betão armado.

A velocidade de colocação não deve ser tão rápida que os trabalhadores não possam compactar apropriadamente, em especial à roda das armaduras. Todavia, quanto mais depressa puder ser colocado sem perigo para os moldes e com uma boa vibração, melhores serão os resultados obtidos.

Compactação

Logo a seguir à colocação do betão nos moldes, é necessário torná-lo mais compacto possível, provocando a saída do ar no interior e facilitando o arranjo interno das partículas do inerte, imbricando-as umas nas outras. O contacto com os moldes, as armaduras e os materiais que, proventura estejam incluídos no betão, deve ser perfeito.

Os métodos que se utilizam para conseguir esta finalidade são dois:

- Apiloamento; (manual ou mecânica)
- Vibração; (sempre mecânica)

O apiloamento manual realiza-se com utensílios variados, mas os que terminam em plano vertical são particularmente convenientes para melhorar os aspectos das superfícies verticais de parede ou colunas e aqueles que terminam em plano horizontal (pilão) são empregados para acabarem superfícies horizontais. Os que terminam em forma de agulha impõem-se no apiloamento junto às armaduras.

A espessura sujeitas ao apiloamento é da ordem de 10 a 15 cm no caso de betão cuja máxima dimensão do inerte e $D \geq 30 \text{ mm}$ e de 15 a 20 cm quando a máxima dimensão do inerte é $D \leq 60$.

O apiloamento mecânico pode ser feito por meio de pilões pneumáticos: um êmbolo, accionado por ar comprimido, desloca-se verticalmente dentro de um cilindro que se apoia na superfície do betão a compactar.

Cada camada é apiloada até se obter uma superfície lisa resultante de um refluimento de calda de cimento e das partículas mais finas da argamassa. Junto às superfícies em contacto com os moldes e junto às armaduras, o apiloamento deve ser realizados com todo o cuidado. Mas o excesso de apiloamento junto das faces verticais leva à formação de uma película de calda de cimento na superfície donde pode resultar uma fissuração superficial.

Vibração

A vibração é normalmente horizontal; hoje já se começou a utilizar a vibração vertical especialmente na pré fabricação que tem a vantagem de as forças de vibração se exercerem na direcção em que se faz a compactação, auxiliando por isso, a acção de gravidade no adensamento e arranjo das partículas sólidas.

A frequência de um vibrador é pois, um elemento de grande importância para a avaliação da sua eficiência. Devem por isso, observar-se bem os elementos fornecidos pelos respectivos fabricantes, pois muitas vezes estes consideram o número de impulsos é “meio-ciclo”.

CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS

Generalidades

Todos os trabalhos serão executadas com absoluta observância das prescrições regulamentares referiads nos cadernos de Encargos da obra, assim como as regras e preceitos que, embora não incluídos nos regulamentos são contudo correntes na técnica de tal trabalho, ainda mesmo que não expressamente especificados no caderno de Encargos ou na memória descritiva e justificativa do Projecto.

Principais parâmetros a ter em conta na construção do Reservatório.

- i) Movimento de terras
 - a) confirmar implantação em função da cota de saída da tomada de água na captação
 - b) a fundação deve assentar sobre rocha ou terreno duro
 - c) verificar medições da escavação e aterro, incluindo o interior do reservatório .

- ii) Fundação
 - a) controlar a composição da alvenaria hidráulica ao traço 1:5
 - b) assentamento da alvenaria hidráulica ao traço 1:5
 - c) verificar dimensões das fundações
- iii) Elevação
 - a) verificar dimensões da pedra utilizada
 - b) controlar composição da alvenaria hidráulica ao traço de 1:4
 - c) verificar as dimensões das paredes.
- iv) Pavimento
 - a) verificar pedra para enrocamento
 - b) assentamento de pedra armada à mão e batida à maço, numa espessura de 0,30m
 - c) controlar a fabricação do betão simples 1: 3 : 6
 - d) assentamento de massame de betão simples 1: 3 : 6 espessura de 10cm sobre o enrocamento
 - e) controlar a composição de argamassa de cimento e areia ao traço 1:3 (reboco)
 - f) controlar o assentamento de betonilha ao traço 1:3 não alisado e bem molhado
 - g) tomar atenção à câmara de descarga de fundo com 0,25m de altura e a dimensões do Projecto
- v) Revestimentos
 - a) controlar a fabricação a argamassa de cimento e areia ao traço 1:3
 - b) controlar a aplicação do reboco a traço 1:3 sobre paredes interiores com 3 cm de espessuras
- vi) Câmara de Manobras
 - a) verificar implantação relativamente à caixa de descarga de fundo
 - b) escavação para fundação (0,30 cm de espessura)
 - c) enchimento da fundação com pedra seca
 - d) paredes em blocos de 20 cm de espessura com 1,0 de altura
 - e) massame de betão simples 1:3:6, com 0,10m de espessura no pavimento
 - f) tampa de betão armado com a forma quadrada e com 0,80m de lado e armaduras de \varnothing 8mm,
 - g) com uma pega
- vii) Tomadas de Água Descargas de Fundo e de Superfície (tubo ladrão)
 - a) tubos de ferro galvanizado \varnothing 3'' ou 4'' , com acessórios necessários

- b) ralo de latão $\varnothing 3''$ ou $4''$ para tubo de saída
- c) válvulas de cunha ou de macho esférico de $3''$ ou $4''$, para instalação nas câmaras de manobra
- d) ligação das descargas à linha de água mais próxima
- viii) ligação da tomada de água à levada
- ix) Diversos
 - a) degraus de ferro de $\varnothing 20\text{mm}$ com garras, afastadas $0,30\text{m}$, nas paredes interior e exterior
 - b) limpeza no interior e exterior do reservatório de restos de materiais
 - c) encher o reservatório com 20 cm de altura de água, para evitar a fissuração do fundo.

Principais parâmetros a ter em conta na construção da levada

- i) Movimentos de terras
 - a) confirmar implantações especialmente em função das cotas, do terreno no reservatório
 - b) escavação para fundação
 - c) regularização do talude
 - d) verificar dimensões da escavação
- ii) Fundação
 - a) assentamento da alvenaria hidráulica ao traço 1:5
 - b) controlar a fabricação da alvenaria hidráulica ao traço 1:5
 - c) verificar dimensões da fundação
- iii) Elevação
 - a) verificar dimensões da elevação
 - b) Assentamento da alvenaria hidráulica ao traço 1:5
 - c) controlar a fabricação de alvenaria hidráulica ao traço 1:5
 - d) verificar mestras de pendentes, de acordo com o perfil longitudinal
 - e) verificar localização de câmaras de tomadas de água e alvenarias
- iv) Revestimento
 - a) controlar a composição da argamassa ao traço 1:4 para rebocos
 - b) verificar a qualidade de reboco sobre paredes e leito da levada
- v) Recobrimentos

- a) alvenaria hidráulica 1:5 sobre levada, na espessura de 0,10m, na passagem de linhas de água
- b) medir área recoberto
- vi) Diversos
 - a) tubos polietileno de 4" para quedas superiores a 0,5 m
 - b) pontas de tubo de polietileno de 4" nas câmaras de tomadas
 - c) ralo de pinha de latão nos topos dos tubos de queda
 - d) ensaio de levada
 - e) comportas de madeira pintadas a esmalte, para inserir as comportas
 - f) assentamento de tubo de $\varnothing 150\text{mm}$ na passagem de linhas de água, conforme o pormenor

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Materiais para trabalho topográfico

Para realização deste trabalho foi utilizado os materiais e equipamentos seguintes:

Uma Viatura, um teodolito, mira, tintas, estacas, fita métrica, cadernetas topográficas, lapis, burracha, rádio, altímetro.

Materiais para construção rural (reservatório e levada)

Será necessário os seguintes materiais dos trabalhos referentes a construções rurais:

Picaretas, pás, martelos, maretas, linhas, fita métrica, enxadas, etc..

Viagem de Reconhecimento

Dia quinze de Julho, deslocámos à localidade de Achada Leite com o objectivo de observar o local onde vai ser implantado, o referido Projecto aliás onde o INERF tem já começado a construção do dique de captação, que vai servir de suporte para este reservatório, neste momento está na fase de acabamento.

Dando continuidade ao projecto, um reservatório com capacidade para armazenar 50^{3m33} de água será construído e também 300 m de levadas a partir deste para rega.

Referentes a alguns dos materiais de construção, existem no local muitas pedras que certamente vão ser aproveitadas e isso faz com que o custo total seja diminuído.

Quanto às nascentes existentes na localidade, encontramos alguns que neste momento se encontram a baixar o caudal.

Estudos das directrizes

Será a linha que une os pontos obrigatórios. Pode decompor-se numa planta e num perfil longitudinal. Se por um lado, a planta permite ligar os pontos considerados de forma harmónica e de acordo com as condições exigidas pelas condições existentes actualmente, é preciso por outro lado que ela ligue em perfil esses pontos de modo a obter inclinações necessárias para o escoamento do líquido.

Ao estabelecer-se uma directriz deve atender-se às inclinações necessárias e fazer simultaneamente, ideia dos cortes e aterros que a combinação planta-perfil impõe.

Depois de reconhecer o terreno, e determinar o local da construção de reservatório de modo que este fica o mais próximo possível da fonte de água (neste caso dique de captação) e tentar aproveitar que a levada a ser construída, seja implantada numa outra já existente, mas de terra batida.

Cálculos Topográficos

D → distância inclinado

G → gerador

f_s → fio superior

f_i → fio inferior

$$\mathbf{G = (f_s - f_i) \times 100} \quad (\text{F})$$

Exemplo:

se $f_s = 1,168$

$$f_i = 1,000$$

então $G = (1,168 - 1,000) \times 100$

$$G = 16,8$$

DH → distância horizontal

V → ângulo vertical

$$\mathbf{K = DH}$$

$$\mathbf{K = G \times \text{sen}^2 V} \quad (\text{G})$$

Exemplo :

se $G = 16,800$

$$V = 99,610$$

então K será:

$$K = 16,800 \times (\sin 99,610)^2$$

$$K = 16,799$$

DN → Desnível

$$\mathbf{DN = G \times \text{sen } V \times \text{cos } V} \quad (\text{H})$$

se $G = 16,800$

e $V = 99,610$

então $\mathbf{DN} = 18,800 \times (\text{sin } 99,610 \times \text{cos}99,610)$
 $= 0,102$

C → Cotas Finais

I → Altura do instrumento

C E → Conta de Estação

O → Altura Vista

$$\mathbf{C = CE + DN + (I - O)} \quad (\text{I})$$

Exemplo:

Se, $CE = 50,00$

$DN = 0,102$

$I = 1,435$

$O = 1,086$

Então ;

$$C = 50,00 + 0,102 = (1,435 - 1,086)$$

$$C = 50,451$$

Cálculos Necessários para a Construção de um Reservatório .

Cálculos de Dimensionamento

1. A capacidade é para 50m^3
 - a) Finalidade para rega
 - b) Caudal de captação = $70\text{m}^3/\text{dia}$
2. Dimensão
 - a) Forma rectangular
 - b) Dimensões interiores

Cálculo de dimensionamento

$$\text{Volume } 50\text{m}^3 \quad V = 50\text{m}^3$$

$$\text{Altura útil} \quad Z = 1,20\text{m}$$

$$\text{secção interior} \quad S = \frac{V}{Z} = 41,67 \text{ m}^2 \text{ (J)}$$

$$S = C \times L = C \times \frac{3}{4} \times C \quad \text{(K)}$$

$$S = \frac{3}{4} C^2 \Leftrightarrow C^2 = \frac{4}{3} S \quad \text{(L)}$$

$$C = \sqrt{\frac{4}{3} S} \quad \text{(M)}$$

Fórmula de secção rectangular que conduz ao menor volume de alvenaria

Então vem;

$$C = \sqrt{\frac{4}{3} \times 41,67} \Leftrightarrow C = 7,45 \text{ m} \quad \text{(N)}$$

$$\text{Comprimento interior} = 7,5 \text{ m}$$

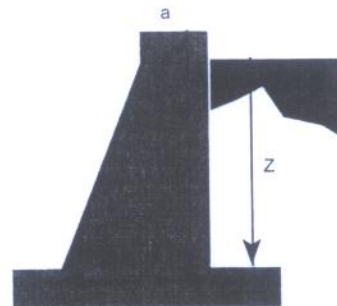
$$\text{Largura interior} = \frac{3}{4} C : \frac{3}{4} \times 7,5 = 5,6 \text{ m}$$

verificação para determinação do volume:

$$V = 7,5 \times 5,6 \times 1,20 = 50,4 \text{ m}^3$$

Cálculo de Estabilidade e Secção das Paredes.

Figura A - Esquema da Secção da parede



$$\text{Altura total} \quad h = 1,60$$

$$\text{Altura da água} \quad Z = 1,20$$

$$\text{Peso específico de água} \quad \Psi = 1000 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Peso específico de alven.} \quad \omega = 2600 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Largura do coroamento} \quad a = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Largura da base} \quad X = ?$$

$$\text{Largura da sapata} \quad B = X + 0,40 \text{ m}$$

CONDIÇÃO

$$\boxed{x^2 + ax - a^2 - \frac{\Psi}{\omega} \times \left(\frac{Z^3}{h} \right) = 0} \quad (O)$$

* Condição resultante dos esforços que actuam sobre a parede cair dentro do núcleo central do reservatório ou seja no limite do terço central.

$$X^2 + 0.40 - \frac{1000}{2600} \times \frac{1.2^3}{1.6} = 0$$

$$X^2 + 0.40 - 0.42 = 0$$

$$X = \frac{-0.40 \pm \sqrt{0.16 + 1.68}}{2}$$

$$X = 0.85$$

Valor adoptado: X = 1.00 m

A ausência de tracções

A expressão conduz a um valor que a resultante dos esforços horizontais e verticais que actuam sobre as paredes, cortando a base no limite do terço central para caso do reservatório cheio.

Para o caso do reservatório vazio, a linha da acção do peso da parede cai dentro do terço central ou do núcleo central.

Verificação:

A excentricidade é = e

$$\boxed{e = x^2 + ax - \frac{a^2}{6}(a + x)} \quad (P)$$

Então:

$$e = (1^2 + 0,4 - 0,16) / (6 \times 1,4)$$

$$e = 0,15$$

$$e < 0,17$$

$$e < X / 6$$

Cálculo de Estabilidade ao Escorregamento.

Primeiro calculam-se as forças verticais, e depois as horizontais e seguidamente faz-se a relação forças horizontais/forças verticais.

$$\underline{H / V = \text{tg } \alpha < \text{coeficiente do atrito de alvenaria e terreno}}$$

Forças Verticais (*peso da parede*)

Forças horizontais (*impulsão da água*)

De acordo com a figura 2:

$$P_1 = 0,4 \times 1,6 \times 2600 = 1664 \text{ Kg}$$

$$P_2 = 1,2 \times 0,6/2 \times 2600 = 936 \text{ Kg}$$

$$P_s = 1,4 \times 0,80 \times 2600 = 2184 \text{ Kg}$$

$$P_a = 0,20 \times 1,2 \times 1000 = 240 \text{ Kg}$$

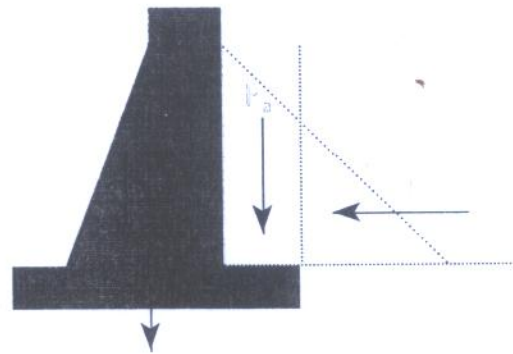


Figura A - Esquema das Forças

$$\underline{V = P_1 + P_2 + P_s + P_a}$$

$$V = 1664 \text{ Kg} + 936 \text{ Kg} + 2184 \text{ Kg} + 240 \text{ Kg} = 5024 \text{ Kg}$$

$$I = \frac{1}{2} \Psi Z^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 1000 \times (1,2)^2 = 720 \text{ Kg}$$

$$H / V = 720 / 5024 = 0,14 < f = 0,75.$$

Sendo f , o coeficiente de atrito alvenaria/terreno

Estabilidade ao Derrubamento

Derrubamento em relação ao extremo da sapata

$$\underline{M V / M H = \gamma > 2}$$

Distâncias ao extremo exterior da sapata (A):

$$d P_a = 1,3 \text{ m}$$

$$d P_1 = 1,00 \text{ m}$$

$$d P_2 = 0,60$$

$$d P_s = 0,70$$

$$d I = 0,60 \times 2 \left(\frac{1}{3} \times 1,2 \right) = 0,48$$

Momentos:

$$M P_1 = 1664 \times 1 = 1664 \text{ Kg}$$

$$M P_2 = 0,6 \times 936 = 562 \text{ Kg}$$

$$M P_s = 0,7 \times 2184 = 1529 \text{ Kg}$$

$$M I = 1,2 \times 720 = 864 \text{ Kg}$$

$$M P_a = 240 \text{ Kg}$$

Somatório dos Momentos:

$$M V = 3995 \text{ Kg}$$

$$M H = 864 \text{ Kg}$$

$$M V / M H = 3995/864 = 4,62 > 2$$

então verifica-se a estabilidade ao derrubamento.

A pressão sobre alvenaria não ultrapassa o limite admissível que é a carga de segurança das alvenarias à compressão ou seja 10 Kg/cm^3

Então temos:

$$T_{\max} = V / S [1 + (6e/B)]$$

$$T_{\max} = 5024 / (1,4 \times 1,00) \times [1 + (6 \times 0,15 / 1,4)]$$

$$T_{\max} = 5895,5 \text{ Kg/m}^3 = 0,59 \text{ Kg / cm}^2$$

$$T_{\max} T_{\max} = T_{\max} (1 + \text{tg}^2 \alpha)$$

$$\begin{aligned} T_{\max} T_{\max} &= 0,59 (1 + 0,14^2) \\ &= 0,60 \text{ Kg / cm}^2 < 10 \text{ kg / cm}^2 \end{aligned}$$

Verificação se a pressão do terreno é admissível

$$\text{Tensão no terreno} \rightarrow \Gamma = T_{\max} / S$$

$$\Gamma = 5895 / 1,4 = 4210 \text{ Kg / m}^2$$

Podemos utilizar terreno de fundação de consistência superior a areia movediça e argilas moles.

Disposições Construtivas

As paredes são executadas em alvenaria hidráulica, assente com argamassa de cimento e areia ao traço de 1:4, rebocadas interiormente com argamassa de cimento e areia ao traço 1:3

O fundo será construído por massame de betão ao traço 1:3:6 (cimento, areia, brita) assente sobre enrocamento de pedra arrumada à mão e batida à maço. Deverá ter a inclinação de 1% , canalizando as impurezas para uma caleira de decantação ligada à descarga de fundo. Sobre o massame é realizado um reboco de 0,02m de espessura.

O acesso ao interior do reservatório far-se-á por degraus de ferro distânciados de 30cm chumbados nas paredes.

Cálculos de Medição

Regularização do terreno

- nivelção
- * escavação : 412,335 m³
- * atêrro : 72,6974 m³

Fundação

- escavação e baldeação:
 $1,20 \times [(9,9 \times 2) + (8 \times 2)] = 42,96 \text{ m}^3$
- alvenaria hidraulica de pedra irregular e fundação ao traço 1:5
 $1,20 \times [(9,9 \times 2) + (8 \times 2)] = 42,96 \text{ m}^3$

Elevação

- alvenaria de pedra irregular a elevação (traço 1:4)
 $[(0,40 + 1,0 / 2) \times 1,20 \times 9,9] \times 2 = 16,63 \text{ m}^3$
 $[(0,40 + 1,0 / 2) \times 1,20 \times 8,0] \times 2 = 13,44 \text{ m}^3$
- total..... 30,07 m³

Golas

- alvenaria (traço 1:4)
 $(0,4 \times 0,4 \times 8,3) \times 2 = 2,656 \text{ m}^3$
 $(0,4 \times 0,4 \times 6,4) \times 2 = 2,048 \text{ m}^3$
- total..... 4,704 m³

Calçada à portuguesa

$$(7,5\text{m} \times 5,6\text{m}) = 42 \text{ m}^2$$

Betonilha

- betão simples a traço 1:3:3

$$(7,5 \times 5,6) \times 0,15 = 6,3 \text{ m}^3$$

Reboco

- no fundo = 42 m^2
- nas paredes interiores = $41,6 \text{ m}^2$
- nas paredes exteriores = $(9,9+8,0/2) \times 1,20 \times 4 = 42,96 \text{ m}^2$
- nas sapatas = $[(9,9 \times 0,20 \times 2) + (8,0 \times 0,20 \times 2)] = 7,16 \text{ m}^2$
- nas golas = $[(0,4 \times 8,3 \times 2) + (0,4 \times 6,4 \times 2)] = 23,84 \text{ m}^2$

Degraus

- será feito 11 degraus de ferro em U.

Câmara de Manobra

- terá uma tampa de cobertura em chapa galvanizada
- terá uma torneira

Imprevisto de 10 % (incluindo)

- pintura
- oca
- etc.

Dimencionamento de levada

Fórmula de (**Manning Stukler**)

$$Q = K_s S R^{2/3} I^{1/2}$$

sendo,

Q - caudal

S - superfície molhada

R - raio hidráulico

I - inclinação

K_s - coeficiente de rugosidade ($K_s = 70$)

Foi adoptada uma levada de secção transversal 0.20m x 0.20m.

$$v = b + 2h$$

b - fundo da levada (m) = 0.20m

h - altura útil da água (m) máx. = 0.20m

$$Q = 0,62 \times 0,00196 \times 24,849 = 0,005 \text{ m}^3 / \text{s}$$

fixar **b = 0,20 m** e fazer por experimentação

h	S	P	R	L	Q	Q _s
0.10	0.02	0.40	0.05	0.001	0.0043	0.005 m ³ /s
0.15	0.03	0.50	0.06	-	-	"
0.17	0.34	0.54	0.064	-	-	4.5 l/s

As levadas serão executadas em alvenaria hidráulica assente com argamassa de cimento e areia a traço 1:5.

Serão rebocadas interiormente com argamassa de cimento e areia ao traço 1:4

Nas travessias das linhas de água a levada será coberta com 10 cm de alvenaria hidráulica.

Nas levadas há câmaras de tomadas de água em traçados lateralmente.

4 - CONCLUSÃO

Com a conclusão do complexo (dique de captação, reservatório e levadas de adução), a população de Achada Leite, verão os seus problemas resolvidos, pois isso vai permitir ter água potável (através da canalização de água do reservatório para um chafariz) para beber, e vai aumentar a área irrigada para a agricultura que tem sido a principal actividade da comunidade local ao longo dos tempos. A conclusão deste Projecto vai contribuir significativamente para a melhoria das condições de vida dessa população e não esquecendo dos postos de trabalho que isso tem proporcionado a essa população.

Prevê-se a captação de cerca de 50-80 m³ água diária e a sua distribuição (chafariz, complexo balneário e água para rega).

É de notar que essa comunidade tem enfrentado e continua a enfrentar graves problemas de saúde motivado pelas doenças que podemos considerar como principal factor a falta de cuidados higiénicos com a água de consumo. É o caso por exemplo de cólera, diarreias, paladismo, tifoide e muitos outros.

Assim pensamos que o Projecto será de grande importância para a população de Achada Leite.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lima, Maria de Lurdes M.* (1996) - Lições da cadeira de Construções Rurais proferidas no âmbito do curso em Ciência Agro-Florestais
- Priote, Fernando B. C.* (1982) - Análise e custos dos diferentes sistemas rega utilizada na cultura do milho
- Sousa, Pedro Leão* (1982) - Métodos de Rega em condições escassez de Água
- Sousa, Pedro Leão* (1995) - Lições da cadeira de Engenharia Rural proferidas no âmbito do Curso em Ciências Agro-Florestais
- Trindade, José P. Cabral* (1995) - Seminário sobre “Betão componentes, fabrico e colocação, trabalho de betão armado e pontos críticos.

ANEXOS

Estação: Mangueira C E = 50.00

1,435

Esboço Instrumento I =
marco A =
Alturas bandeira 0 =

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura vista 0
			H	V	
MANGUEIRA	1	1188 1076 1000	276 298	99 110	1,086
	2	1288 1144 1000	17 204	107 344	1,144
"	3	1260 1140 1000	12 190	107 226	1,140
	4	1155 1400 1000	32 060	120 232	1,155
"	5	1090 1040 1000	16 540	123 296	1,045
	6	1028 1000 1000	270 672	110 676	1,018
Ponto Nivel Bas.	7	1037 1025 1000	230 402	91 110	1,029
	8	1048 1000 1000	215 180	86 392	1,048
"	9	1139 1070 1000	208 278	82 406	1,070
	10	1182 1089 1000	205 278	79 404	1,089
"	11	1048 1000	284 242	104 252	1,040

No. gradador	Dist. horizontal K	Diferença T-o	Desnível ON		ON+(i-c)	Cotas Finais C
			+	-		
16,800	16,779	0,349	0,102		50,451	
28,800	28,418	0,291		3,292	46,999	
28,000	27,610	0,295		3,450	46,845	
10,500	9,411	0,280		3,201	47,079	
9,000	7,790	0,390		3,069	47,321	
3,600	3,499	0,417		0,592	49,825	
5,700	5,588	9406	0,790		57,196	
9,600	9,192	0,587	1,935		52,322	
13,900	12,899	0,365	3,592		53,957	
18,200	16,445	0,344	5,371		55,717	
11,600	11,540	0,587		0,772	49,615	

K = G sen 2V ON = G sen V cos V C = C.E. + ON + i

Data / / 19

Estação: 1 Instrumento I = 435
 marcos A =
 Alturas bandeira 0 =

Cota de Estação C E =

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista
			H	V	
Ponto Nivel de Reserva	12	1140 1030 1000 1156	257 090 248 218	45 386	1070
"	13	1078 1000 1186	236 704 236	31 276	1018
"	14	1092 1000 1224	204 880 224	87 62	1093
"	15	1112 1000 1136 1000	84 146 237 046	84 146	1112
"	16	1250 1125 1000	247 118 046	86 512	1136
"	17	1230 1115 1000	217 118 250 346	90 620	1125
"	18	1247 1099 1000	170 720 284 526	94 72	1115
"	19	1240 1025 1000	107 214 107	98 466	1099
LINHA DE AGUA	20	1070 1035 1000	148 490	1037 714	1100
"	21	1025 1000 1070 1035	107 214 148 490	105 692	1025
"	22	1070 1035 1000	148 490	90 610	1099

N.º gerador G	Dist. horizontal K	Diferença I-o	Desnivel oN		oN+(o-1)	Cotas Finais C
			+	-		
14,000	13,926	0,305	1,041			51,376
15,600	15,308	0,357	2,111			52,468
18,600	17,904	0,357	3,654			54,011
22,400	21,039	0,323	5,350			55,673
27,600	26,710	0,297	4,934			55,251
25,000	24,729	0,310	3,627			53,937
23,000	22,814	0,320	2,058			52,378
19,800	19,788	0,336	0,476			50,812
20,000	19,963	0,335		0,851		49,484
5,000	4,968	0,410		0,398		50,012
7,000	6,829	0,396	1,076			51,472

K = G sen2V oN = G sen V cos V C = C E + oN + (o-1)C

Data / / 19

Estação: 01

Esboço

Alturas

Instrumento I = 1.435

marco A =

bandeira 0 =

Cota de Estação C E =

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista
			H	V	
LINHA DE ÁGUA	23	1124 1062 1170	162 318 170	84 84 81	1062 1085
"	24	1085 1000 1224	922 176 524	610 136 79	1114
"	25	1114 1000 1308	176 760 283	102 112 101	1154
PONTO LEVADA	26	1000 1408 1204	760 283 348	101 150 101	1204
"	27	1000 1750 1500	277 272 571	99 568 105	1750
"	28	1750 1196 1000	272 306 522	150 362 105	1750
"	29	1196 1000	306 276	362 286	1196
ESTAÇÃO 02	02				
CONTROLO	1				

N.º gerador G	Dist. horizontal K	Diferença I-o	Desnivel δN		$\delta N + (-) N_0$	Cotas Finais C
			+	-		
12.400	11.710	0.373	2.841		53,214	
17.000	15,629	0.350	4.628		54,978	
22.400	20,078	0.321	6.826		57,147	
30.800	30.766	0.281		1021	49,260	
40.800	40,765	0.231		1.183	49,048	
50.100	50,069	-0.315		0.904	48,781	
59.100	59.097	-1.86	0.401		48,541	
39,200	38.922	0.239		3,286	46,953	

Estação: 2

Esboço Instrumento I = 1.505
 Alturas marco A =
 bandeira o =

Cota de Estação C E = 46.953

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista 0
			H	V	
ESTAÇÃO 1	01	1344 1196 1000	323 940	95 516	1.196
LEVADA	30	1412 1206 1000	540 816	98 560	1.206
LINHA D'AGUA	31	1450 1225 1000	53 136	97 662	1.225
"	32	1204 1000 1665	59 004	98 640	1.204
PONTO LEVADA	33	1424 1200 1474	66 996	98 894	1434
QUEDA	34	1239 1000 1678	69 328	99 316	1.239
QUEDA MAIOR	35	1200 1544 1272	69 484	90 622	1.239
LEVADA	36	1000 1624 1312	78 406	150 088	1.272
"	37	1000 1720 1360	84 462	100 386	1.312
"	38	1000 1820 1410	87 550	100 568	1.360
"	39	1000 1900 1410	90 090	100 676	1.410

N.º G	Dist. K	Diferença I-o	Desnivel δN		Cotas Finais C
			+	-	
39.400	39.204	0.309	2.765		50.027
41.200	41.178	0.299	0.731		48.183
45.000	44.939	0.280	1.651		48.884
40.800	40.781	0.309	0.872		48.126
46.800	46.781	0.071	0.812		47.836
47.400	47.394	0.260	0.509		47.728
47.800	47.798	0.066	0.513		47.532
54.400	54.399	0.233		0.751	46.435
62.400	62.397	0.193		0.578	46.768
72.000	71.994	0.145		0.642	46.456
82.000	81.990	0.595		0.849	46.199

Data / / 19
 K = G sen 2V
 δN = G sen V cos V
 C = C.F. + δN + (I-o)

Cota de Estação C E = 46.953

Instrumento I = 1.505
 marco A =
 bandeira 0 =

Esboço
 Estação: 2

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista
			H	V	
PONTO DE LEVADA	40	1908 1454 1000	91 402	100 808	1.454
"	41	2010 1505 1000 2108	91 884	100 880	1.505
"	42	1534 1000 2208	93 242	100 804	1.554
"	43	1604 1000 2800	93 964	100 794	1.604
"	44	3150 2500 2230	94 840	99 876	
Estação 3	03	1615 1000 1492	96 588	100 896	1.615
CONFIRMAÇÃO	01	1615 1000	323 942	95 816	1.196

N.º Gerador G	Dist. horizontal K	Diferença I-o	Desnível oN		oN+(i-o)	Cotas Finais C
			+	-		
90.800	90.785	0.051		1.152	45.098	
101.000	100.980	0		1.395	45.558	
110.800	110.777	-0.051		1.573	45.331	
120.800	120.781	0.099		1.506	45.348	
130.000	129.999	-1.645	0.490		45.798	
123.000	122.975	-0.110		1.845	44.998	
49.200	48.956	0.309	3.453		50.715	

K = G sen 2V oN = G sen V cos V C = C E + oN + (I-o)

Estação: 3

Esboço
Pontos Visados

Alturas
marco
bandeira

Instrumento I = 1.615
A =
0 =

Cota de Estação C E = 44.998

No. Gerador G	Dist. horizontal K	Diferença I-o	Desnivel ∂N		∂N+(I-o)	Cotas Finais C
			+	-		
123.000	122.972	0	1.827			46.825
7.600	7.577	0.514		0.802		44.773
8.000	7.528	0.175		1.884		43.489
17.000	16.999	-1.870		0.651		42.477
24.800	24.782	-1.409		0.654		42.935
26.000	25.804	-0.315		2.247		42.436
35.600	35.317	0.337		3.157		42.178
52.000	51.609	0.355		4.487		40.866

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista 0	
			H	V		
ESTACAO 2	02	22.30 16.15 10.00 10.16	215 736	99 254	1.615	
	QUEDA	45	10.48 10.00 12.80	44 426	106 115	1.038
		46	13.00 35.70	47 26	115 100	1.240
LEVADA	47	34.85 34.60	26 470	100 244	3.485	
	48	31.68 39.24 2.100	32 256	101 682	3.024	
"	49	20.60 19.30 18.00	35 488	105 530	1.930	
		19.56 12.78	37 526	105 676	1.278	
"	50	10.00 15.20	50 508	105 522	1.260	
		12.60 10.00				
ESTACAO 4	04					



Data / / 19

Estação: 04

Esboço

Alturas

Instrumento | = 1.53
marco A=
bandeira 0=

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista
			H	V	
ESTAÇÃO 3	03	1576	309	95	1.258
		1258	506	254	
PONTO LEVADA	51	1090	360	95	1.045
		1045	224	244	
"	52	1078	410	105	1.038
		1000	048	232	
LINHA BORDA D'ÁGUA	53	1156	76	109	1.078
		1078	354	176	
FUNDO DE LINHA D'ÁGUA	54	1700	85	112	1.600
		1600	336	530	
LINHA D'ÁGUA	55	1400	69	111	1.300
		1300	632	526	
LINHA D'ÁGUA BARRA	56	1916	100	112	1.808
		1808	066	444	
NASCENTE POÇA TANQUE	57	1280	05	110	1.130
		1130	306	426	
BORDA TANQUE	58	0630	102	109	0.965
		0465	010	372	
P "	59	1344	79	103	1.182
		1182	638	698	
LEVADA	60	1376	103	108	1.188
		1088	168	434	

Cota de Estação C E = 40.866

N.º Gerador G	Dist. horizontal K	Diferença I-o	Desnivel δN		$\delta N + (i-o)$	Cotas Finais C
			+	-		
51.600	51.313	0.272	3.832		44.970	
9.000	8.949	0.485	0.669		42.020	
7.600	7.547	0.492		0.626	40.732	
15.600	15.276	0.452		2.217	39.101	
20.000	19.235	-0.07		3.835	36.969	
30.000	28.959	0.230		5.489	35.607	
21.600	20.789	-0.278		4.106	36.482	
26.000	25.321	0.400		4.143	37.123	
33.000	32.228	1.065		4.986	36.945	
36.400	36.277	0.348		2.109	39.105	
37.600	36.864	0.342		5.207	36.000	

K = G sen2V $\delta N = G \text{ sen } V \text{ cos } V$ C = C E + $\delta N + (i-o)$

Cota de Estação C E = 40.866

Esboço Instrumento I = 1-53
 Alturas marco A =
 bandeira 0 =

Estação: 04

REFERENCIAS	Pontos Visados	MIRA	LIMBOS		Altura Vista 0
			H	V	
PERFIL	61	0872	109	110	0.679
		0634	334	304	
FONTE N° 1210	62	0400	117	107	2.215
		2350	034	96	
"	63	1000	122	109	0.180
		0500	202	196	
"	64	1588	111	108	1.274
		1294	200	348	

N° Gerador G	Dist. horizontal K	Diferença T-O	Desnivel ΔN		ΔN+(1-0)	Cotas Finais C
			+	-		
47.200	45.997	0.891		7.436		34.321
55.000	54.141	-0.745		6.818		33.303
60.000	58.618	0.83		8.977		32.699
58.800	57.794	0.236		7.622		33.480

K = G sen 2V ΔN = G sen V cos V C = C E + ΔN + (1-0)

Data / / 19

PLANTA COTADA

