

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

MÉTODO CONSTRUTIVO DE BARRAGEM NO RIBEIRÃO CAIAPO

Obra **BARRAGEM DE TERRA**
Manancial **RIBEIRÃO CAIAPO**
Local **ÁREA URBANA DE PALMELO**
Município **PALMELO - GOIÁS**
Proprietário **PREFEITURA DE PALMELO**
Projeto **WELLINGTON DE PAIVA ALMEIDA**
ENG. AGRÍCOLA CREA – MG 39360/D

AGOSTO 2023

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

SUMÁRIO

1.0 – INTRODUÇÃO	03
2.0 – CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	04
3.0 – PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UMA BARRAGEM	05
3.1 - CRISTA	05
3.2 - BORDA LIVRE/FOLGA	05
3.3 – TALUDES	05
3.3.1 – TALUDE DE MONTANTE	06
3.3.2 – PROTEÇÃO DO TALUDE DE MONTANTE	06
3.3.3 – TALUDE DE JUSANTE	06
3.3.4 – PROTEÇÃO DO TALUDE DE JUSANTE	06
3.4 – ATERRO	07
3.5 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM DE TERRA (CUT-OFF) OU TRINCHEIRA	07
3.6 – BERMA	08
3.7 – DRENO	08
3.8 - DESCARGA DE FUNDO	08
3.9 - EXTRAVASOR	09
4.0 - CAPTAÇÃO	09
5.0 – ROTEIROS CONSTRUTIVOS	09
5.1 – LOCAÇÃO	09
5.2 – LIMPEZA DE SOLO MOLE E MATERIAL ORGÂNICO	09
5.3 – LIMPEZA BACIA HIDRÁULICA	09
6.0 – FENÔMENO DE “RENARD”	10
7.0 – CUIDADOS GERAIS	11
ANEXO I - CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA ACUMULADO	12
ANEXO II - ATERRO PRINCIPAL - CALCULO DOS VOLUMES DE ATERRO E LIMPEZA	13
ANEXO III - CALCULO DOS VOLUMES DE LIMPEZAS E ATERROS	14
ANEXO IV - VOLUMES PARA ORÇAMENTO	15
ANEXO V - VOLUME DE ÁGUA DISPONIVEL PARA IRRIGAÇÃO	16
ANEXO VI - CAPACIDADE DE VAZÃO DE UMA DESCARGA DE FUNDO	17
ANEXO VII - DETERMINAÇÃO DO EXTRAVASOR DA BARRAGEM	18

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

1.0 – INTRODUÇÃO

A barragem a ser construída no Ribeirão Caiapo, nas coordenadas 17°19'38,53"S 46°25'10,47"O (Datum SIRGAS 2000), faz parte da Região Hidrográfica do Rio Corumba - Foz Rio do Peixe / Rio Piracanjuba

A construção da barragem tem como finalidade básica reservar água para fins paisagísticos e regularização (vazão residual) da vazão a jusante.

O local do projeto para construção da barragem foi definido considerando: a localização próxima ao município, em que permita a construção de um barramento, formando um lago artificial para fins paisagísticos no município, perfil de terreno (ombreiras), menor volume de limpeza de solo orgânico e de baixa resistência, bacia hidráulica (área inundável), bacia hidrografia (área de drenagem ou contribuição para enchimento da barragem), local para depósito do material de limpeza (bota fora) e disponibilidade de material para construção (jazida).

O material utilizado para reposição da limpeza e construção do aterro será retirado preferencialmente de jazidas na bacia hidráulica, com o objetivo de aumentar o volume de água armazenada, caso não for possível pela qualidade do material, poderá retirar de áreas de empréstimo próximas ao local de construção.

Independentemente do local e da finalidade a que se destina uma barragem sua construção deve obedecer a critérios básicos fundamentais de segurança. Não se deve supor que a construção de barragens de terra seja uma obra de extrema simplicidade e que seus projetos se satisfaçam com métodos empíricos. Muitos insucessos de aterros mal projetados evidenciam que as barragens de terra exigem tanta competência da parte dos engenheiros em sua concepção e construção como qualquer outro tipo de obra.

É comum encontrar em várias propriedades, barragens construídas sem qualquer dimensionamento técnico, na maioria das vezes estas são construídas sem obedecer a itens básicos de segurança. Isto acontece, em grande parte com intuito de reduzir custos. Entretanto, é de responsabilidade dos técnicos repassarem aos proprietários a importância de que o projeto e construção de uma barragem, obedeça a normas fundamentais de segurança.

O projeto foi calculado com base em dados fornecidos pela Téc. Agrimensora, Berenice Ferreira Barbosa Soares TRT 859595701-06 com objetivo de dimensionar o maciço da barragem e o volume de água armazenada .

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

2.0 – CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM

Coordenadas Geográficas em SIRGAS 2000 no Eixo da Crista da Barragem sobre o Córrego	17°19'38,53"S 46°25'10,47"O
Finalidade	Paisagismo e Regularização de Vazão
Município	Palmelo - GO
Fazenda	Área Urbana de Palmelo
Manancial barrado	Ribeirão Caiapo
Nome comum/usual do Manancial barrado	Ribeirão Caiapo
RPGA	X Rio Coumba
Sub-bacia	Rio Paraná
Bacia Hidrográfica	Rio Paraná
Bacia Hidráulica	4,95 Ha
Altura da Crista a partir de Terreno Natural	4,75 m
Profundidade da Limpeza no ponto mais baixo	3,00 m
Altura da Crista a partir do fundo da Limpeza	9,25 m
Largura média da Crista	5,00 m
Cota na Crista da Barragem sem Abaulamento	703,00 m
Folga da Barragem ou Altura de Revanche	2,00 m
Cota do Nível Normal Máximo da Barragem/Outorgado	701,00 m
Capacidade do reservatório sem Volume Escavado	50.246,18 m ³
Capacidade do reservatório com Volume Escavado	89.874,35 m ³
Capacidade Útil do reservatório	89.874,35 m ³
Volume morto	00,00 m ³
Dimensionamento da Descarga de Fundo	ANEXO VI
Cota do Fundo da Tubulação	698,50 m
Diâmetro da Tubulação de Descarga de Fundo	200 mm
Tipo de Captação na Barragem	Não tem
Diâmetro da Tubulação de Captação Afogada	Não tem
Dimensionamento do Extravasor	ANEXO VII
Lâmina de Cheia Máxima Projetada no Extravasor	0,60 m
Cota do nível d'água máximo maximorum	701,60
Altura do Abaulamento com queda para as extremidade	0,50 m
Comprimento da Barragem principal	312,50 m
Extensão do aterro principal do lado direito	220,00 m
Extensão do aterro principal do lado esquerdo	92,50 m
Talude de montante	3,0 : 1
Talude de jusante	2,0 : 1
Quantidade de Bermas	Não tem
Largura da base acima do solo natural:	29,79 m
Volume de Bota Fora	21.036,31 m ³
Volume de terra a transportar e compactar	49.931,50 m ³
Volume a escavar	154,56 m ³
Perímetro Bacia Hidráulica	2.694,33 m

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

3.0 – PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UMA BARRAGEM

3.1 - CRISTA

A largura da crista é determinada pelas necessidades de tráfego sobre ela, não devendo ser inferior a 3 metros, mesmo para pequenas barragens. Esta largura mínima garante condições de acesso para serviços de manutenção e também colabora na estabilidade do maciço de terra. Em barragens de maior porte, onde há tráfego frequente de veículos esta largura geralmente varia entre 6 e 12 metros. Bureau of Reclamation (2002), recomenda que a largura mínima da crista para pequenas barragens seja calculada pela fórmula: $L = Z/5 + 3$ metros, onde Z é a altura máxima da barragem e L, a largura mínima da crista. Caso seja prevista uma estrada sobre a crista, a dimensão mínima sempre deverá ser de 5 metros.

Como o maciço principal possui 4,75 metros de altura, a barragem deverá ter a crista com no mínimo 3,95 metros, entretanto a crista será construída com 5 metros, pois haverá sobre ela uma pista de caminhada e uma ciclovia para utilização da população do município de

Portanto a largura média da crista será de 5 m. Que deverá ser abaulada em 50 cm no centro com queda no sentido longitudinal para as extremidades da barragem. Com a construção de meio fio ou plantio de gramíneas (numa faixa de 1 m) nas bordas externas da crista para proteção dos taludes contra erosões de água pluvial. O plantio de gramíneas tem a função semelhante ao do meio fio.

3.2 - BORDA LIVRE/FOLGA

A borda livre (ou “folga”, “revanche”) é a distância vertical entre o nível da água, quando a barragem estiver cheia e a crista do aterro. Com o objetivo de evitar o transbordamento em períodos de intensidade de chuvas máximas. As folgas recomendadas são de acordo com a tabela a seguir.

Fetch (comprimento maior da superfície da água)	Folga Mínima
<1,5 Km	1,00 m
1,50 Km	1,20 m
5,00 Km	1,50 m
7,50 Km	1,80 m
15,00 Km	2,00 m

A barragem possuirá uma altura de revanche mínima de 2 m em relação ao nível máximo de água na barragem.

3.3 – TALUDES

Os taludes são as laterais de uma barragem de terra. A lateral que ficará em contato com a água represada é chamada de talude de montante, e a outra lateral (lado seco), que é a frente da barragem, é chamada de talude de jusante. Os taludes de uma barragem de terra deverão ser inclinados, basicamente, por duas razões. A primeira se deve ao fato de que a água represada exercerá esforços sobre o talude de montante da barragem, sendo estes menores na altura da lâmina d'água e maiores próximos da sua base (fundo da represa). A segunda razão da inclinação dos taludes, refere-se à facilidade de construção, uma vez que é muito mais fácil construir uma barragem de terra com as laterais mais inclinadas. Além

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

disso, a quantidade de terra necessária será menor, resultando na necessidade de menos da mão de obra e menos horas de máquinas e, com isso, o custo será menor.

3.3.1 – TALUDE DE MONTANTE

O talude de montante (para seção homogênea com argila ou argila siltosa tabela a seguir) terá uma inclinação de 1:3 e possuirá proteção adequada contra ação de ondas e erosões causadas por águas pluviais e correntes submersas.

Tipo de Material	Taludes
Seção homogênea - Solo bem graduado	1 : 2,5
Seção homogênea - Silte grosso	1 : 3,0
Seção homogênea - Argila ou argila siltosa, altura menor que 15 m	1 : 2,5
Seção homogênea - Argila ou argila siltosa, altura maior que 15 m	1 : 3,0
Areia ou pedregulho e areia com núcleo de argila	1 : 3,0
Areia ou pedregulho e areia com cortina de concreto armado	1 : 2,5

3.3.2 – PROTEÇÃO DO TALUDE DE MONTANTE

O talude de montante será protegido, da ação das ondas criadas no reservatório e ação erosiva das águas pluviais, com placas de concreto de 2,00m x 1,00m x 0,04 m, estando seu centro da linha do NA, ficando 1 metro acima da linha da água e um metro a baixo. A parte abaixo fica com o solo compactado exposto e acima da placa até a junção do talude com a crista receberá cobertura de gramíneas.

A área a ser revestida com as placas de concreto possuirá 454,15 m² e a área a ser revestida com gramíneas será de 1.443,42 m².

3.3.3 – TALUDE DE JUSANTE

O talude de jusante (para seção homogênea com argila ou argila siltosa tabela a seguir) terá uma inclinação de 1:2 e possuirá uma proteção adequada contra erosões causadas por águas pluviais.

Tipo de Material	Taludes
Seção homogênea - Solo bem graduado	1 : 2,0
Seção homogênea - Silte grosso	1 : 2,5
Seção homogênea - Argila ou argila siltosa, altura menor que 15 m	1 : 2,0
Seção homogênea - Argila ou argila siltosa, altura maior que 15 m	1 : 2,5
Areia ou pedregulho e areia com núcleo de argila	1 : 2,5
Areia ou pedregulho e areia com cortina de concreto armado	1 : 2,0

3.3.4 – PROTEÇÃO DO TALUDE DE JUSANTE

Recomenda-se proteção com plantio de gramíneas, pode-se optar por Brachiária Decumbens (Brachiaria Decumbens), Capim Bengo (Brachiaria mutica), Humidícula (Brachiaria Humidícula), Capim Quícuio (Pennisetum chandestinum), grama Batatais (Paspalum notatum), ou grama Estrela Africana (Cynodon nlemfuensis).

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

É obrigatório o acompanhamento sistemático da evolução da cobertura vegetal desde a implantação até consolidação, com as devidas correções de plantio caso seja preciso. Necessário adubação, irrigação e correção do PH do solo durante implantação e possivelmente durante as manutenções periódicas da cobertura vegetal. A passagem ou pastagem de animais deve ser evitada, dado que pode contribuir para a criação de sulcos e ravinamentos.

A área do talude jusante a receber a proteção de gramíneas é de 2.290,47 m².

3.4 – ATERRO

O aterro é a parte principal da barragem, seu projeto e construção deverá seguir critérios e recomendações técnicas. Quando terão que construídos com materiais de menor qualidade, os taludes deverão ser menos inclinados para melhor estabilidade. Formigueiros, toca de animais, cupins, crescimento de arvores e arbustos e afloramentos rochosos deverão ser evitados e controlados ou mesmo eliminados.

O corpo do barramento será feito de material argiloso totalmente isento de matéria orgânica, com umidade ideal e compactação com energia de 90% PN (Próctor Normal) e em camadas com altura máxima de 20 a 25 cm distribuindo alternadamente suas linhas, dificultando desta forma a passagem de água.

A cada camada adicionada, a realizada a gradagem escarificando a camada anterior para homogeneizar o material compactado.

O aterro da base da barragem inicia-se no fundo na limpeza em relação ao nível do terreno natural.

3.5 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM DE TERRA (CUT-OFF) OU TRINCHEIRA

Construída transversalmente ao curso d'água e no eixo da barragem. Constitui-se em uma vala ou trincheira que é preenchida com terra de boa qualidade devidamente compactada. A realização de sondagens é necessária na fase de seleção do local de construção da barragem. Possibilitando a definição do perfil transversal e longitudinal da área, indicará a profundidade de material impermeável. A sondagem poderá ser feita por tradagem, sondagem a percussão, abertura de trincheiras ou por meio de ensaios de resistência do solo. Sempre que possível a trincheira deverá ser construída sob toda a base do maciço e abrangendo uma profundidade até a rocha ou estrato impermeável. O equipamento mais apropriado é a retroescavadeira ou escavadeira hidráulica.

A fundação da barragem constitui na escavação de uma valeta ao longo do eixo do aterro, com dimensões especificadas em projeto.

Colocando material argiloso e compactando com umidade adequada em camadas de 20 a 25 cm até atingir 90% do PN (Próctor Normal), reduzindo infiltrações sob o aterro. O Cut.-Off será trapezoidal com as seguintes dimensões:

CUT-OFF :			
Base menor :	3,0 m	Altura :	1,5 m
Base maior :	6,0 m	Taludes :	1,00:1

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

3.6 – BERMA

Berma de aterro designa um degrau cuja função é distribuir a altura do aterro, visando melhorar a estabilidade. Esta barragem não possuirá bermas.

3.7 – DRENO

Para a linha de saturação manter-se abaixo do pé de uma barragem de terra, isto é, dentro de seu corpo, ou para reduzir a subpressão hidráulica, pode-se recorrer ao uso de drenos, colocados, geralmente, no terço final do talude de jusante, ou mesmo construindo-se um enrocamento de pedras no final deste (dreno de pé). Os drenos devem ser construídos de modo que as águas de infiltração possam sair sem causar erosão no aterro, funcionando como filtros inversos.

O dreno de base para o barramento consistirá em um canal com base de 1,5 m de largura, com uma valeta de 0,6 m de profundidade. O dreno será acompanhará toda saia do barramento, ficando 3 metros para dentro do talude a partir da saia, sendo envolvido com manta geotêxtil, com saída dentro do extravasor da barragem.

3.8 - DESCARGA DE FUNDO

A descarga de fundo tem como finalidades principais: permitir a passagem livre da água do córrego durante a fase executiva da barragem sem permitir a elevação do nível da água, regularizar a vazão (vazão residual) do manancial, esvaziar no período de estiagem com a finalidade de manutenção, limpeza e ou qualquer outra obra dentro do lago artificial.

O sistema de descarga de fundo da barragem será localizado sob a cota 698,50 m do lado esquerdo do curso natural do córrego, com declividade de 0,00001 m/m (praticamente nivelada). Possuindo uma descarga em ferro fundido com 200 mm de diâmetro.

A descarga de fundo será feita através de uma tubulação de ferro fundido, com 3 tubo Ponta Bolsa Ponta de 6 m de comprimento e DN 200 mm, 1 tubo bolsa flange de 6 m de comprimento e DN 200 mm, 1 registro de gaveta de DN 200 mm, 1 tubo flangeado FoFo com 1,00 m de comprimento e DN 200 mm, 1 registro de gaveta de DN 200 mm e 1 tubo flangeado FoFo de 0,50 m de comprimento e DN 200 mm. Ao longo da tubulação serão feitos anéis de concreto, conforme detalhe no projeto.

O esvaziamento total do reservatório pelo sistema de descarga de fundo nesta propriedade concluirá no intervalo de 10 a 20 dias, dependendo da vazão a montante, para um calculo mais preciso será necessário realizar o levantamento da área alagada para se obter o volume armazenado da barragem.

Este sistema de descarga de fundo possibilitará o controle de vazão da barragem com garantia e precisão durante todo período de operação. Permitirá o esvaziamento da barragem caso seja necessário, além do escoamento constante da vazão mínima critica determinada pelo órgão ambiental, desde que tenha o acompanhamento de um funcionário

3.9 - EXTRAVASOR

Estrutura construída para dar escoamento a vazão máxima e ao excesso de água após a ocorrência de chuvas na bacia hidrográfica considerada.

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

A finalidade básica do extravasor, descarregador de superfície ou ladrão, é atuar como dispositivo de segurança eliminando o excesso de água quando a vazão assumir valores que tornem perigosa a estabilidade da barragem ou para impedir que o nível da água suba acima de certa cota que cause prejuízos as propriedades à jusante.

A lâmina de água de projetada para o amortecimento da vazão de cheia terá 0,60 metro, em que a após o amortecimento a vazão de saída da barragem será de 22,59 m³/s. Portanto o extravasor projetado terá capacidade para 24,70 m³/s, com 6 metros de largura, com queda de 1,5 metro para aumentar a carga e o volume extravasado. (Anexo VII - Determinação do Extravasor).

4.0 - CAPTAÇÃO

Não haverá captações nesta barragem

5.0 – ROTEIROS CONSTRUTIVOS

5.1 – LOCAÇÃO

Locação do eixo do aterro e off-sets, deixando referências do eixo e cotas.

5.2 – LIMPEZA DE SOLO MOLE E MATERIAL ORGÂNICO

Todos os materiais provenientes da limpeza serão colocados fora da área de construção e da área inundada. Estes serão colocados a jusante do local onde será a construção da barragem e fora das áreas de reservas permanente e legal, de forma a não interferir nos trabalhos de construção. Estes materiais foram espalhados posteriormente.

Será realizada da seguinte forma no aterro principal:

Lado Direito para o Esquerdo.

S - 00 - será de 0,40 metros	S - 09 - será de 2,00 metros
S - 01 - será de 0,40 metros	S - 10 - será de 3,00 metros
S - 02 - será de 0,40 metros	S - 11 - será de 3,00 metros
S - 03 - será de 0,40 metros	S - 12 - será de 3,00 metros
S - 04 - será de 1,00 metros	S - 13 - será de 2,00 metros
S - 05 - será de 2,00 metros	S - 14 - será de 1,00 metros
S - 06 - será de 2,00 metros	S - 15 - será de 0,40 metros
S - 07 - será de 2,00 metros	S - 15+12,495 - será de 0,40 metros
S - 08 - será de 2,00 metros	

5.3 – LIMPEZA BACIA HIDRÁULICA

A operação de limpeza da Bacia Hidráulica (Área Inundada) será executada antes dos trabalhos de construção, com a necessária antecedência para não atrasar o desenvolvimento normal da obra, dentro da disponibilidade de tempo para execução. Esta limpeza será feita com eliminação (retirada) de toda a vegetação, com corte no nível do solo.

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

6.0 – FENÔMENO DE “RENARD”

O maior perigo para as barragens consiste na infiltração de água não só no seu corpo como em sua base, devido à má compactação ou à própria natureza do material aplicado na construção.

Esse perigo se caracteriza quando a corrente infiltrante adquire pressão capaz de carregar partículas de solo, dando lugar ao fenômeno “Renard”, que pode aluir a barragem a ponto de destruí-la.

O recurso mais simples usado para evitar os efeitos danosos do fenômeno “Renard”, é a instalação de dreno no talude de jusante na base da barragem, a fim de reduzir a pressão de infiltração e desviar para essa camada filtrante a direção da linha de saturação, que barra o carregamento das partículas de solo da barragem.

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

7.0 – CUIDADOS GERAIS

Caso a umidade do solo no aterro esteja muito baixa será controlada, para evitar a retração do maciço provocada pela perda de água, com irrigação periódica do aterro.

O sistema de descarga de fundo foi projetado, também, com a preocupação de limpeza do lago artificial devido ao surgimento de vegetação aquática.

Fazer a vistoria e manutenção do sistema de descarga de fundo semestralmente, no início e final do período chuvoso.

Conforme projeto do sistema de descarga de fundo e extravasor, o tráfego de pessoas sobre o aterro da barragem é possível.

Os serviços relativos à topografia como: levantamento das curvas de nível da bacia do reservatório, perfil na linha do local para construção da barragem, área inundada, volume e comprimento do reservatório são de responsabilidade do cliente.

Lembrando que se trata de um projeto e possíveis ajustes ou alterações podem ocorrer durante a execução da obra.

Goiânia, 02 de agosto de 2023



WELLINGTON DE PAIVA ALMEIDA
ENG.º AGRÍCOLA CREA – MG 39360/D

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

ANEXO I			
CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA ACUMULADO			
CURVA	ÁREA	VOLUME	VOLUME ACUMULADO
699,00 m	2.887,90 m ²	00,00 m ³	00,00 m ³
700,00 m	24.060,994 m ²	13.474,45 m ³	13.474,45 m ³
701,00 m	49.482,465 m²	36.771,73 m³	50.246,18 m³
702,00 m			
703,00 m			

VOLUME ACUMULADO	50.246,18 m³
VOLUME ACUMULADO ACIMA DA DESCARG	50.246,18 m ³
VOLUME MORTO	00,00 m ³
VOLUME ÚTIL S/ VOL. ESCAVADO	50.246,18 m³
LÂMINA D'ÁGUA DO PONTO MAIS BAIXO	2,00 m
VOLUME ESCAVADO	39.628,17 m ³
VOLUME TOTAL ACUMULADO	89.874,35 m ³
VOLUME UTIL TOTAL	89.874,35 m³

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

ANEXO II - ATERRO PRINCIPAL

CALCULO DOS VOLUMES DE ATERRO E LIMPEZA

PRIMITIVA SEÇÃO	DISTÂNCIA	ÁREA			VOLUME				
		LIMPEZA	CUT-OFF	ATERRO	LIMPEZA	CUT-OFF	ATERRO	ACUMULADO	TRANSPORTAR
S - 00	0,00 m	3,08	6,75	0,29	00,00 m³	00,00 m³	00,00 m³	00,00 m³	00,00 m³
S - 01	20,00 m	5,39	6,75	9,93	84,72 m³	135,00 m³	102,22 m³	102,22 m³	143,11 m³
S - 02	20,00 m	7,19	6,75	22,10	125,80 m³	135,01 m³	320,28 m³	422,51 m³	591,51 m³
S - 03	20,00 m	8,11	6,75	28,89	153,04 m³	135,03 m³	509,92 m³	932,43 m³	1.305,40 m³
S - 04	20,00 m	24,87	6,75	32,47	329,84 m³	135,03 m³	613,66 m³	1.546,08 m³	2.164,51 m³
S - 05	20,00 m	64,37	6,73	36,08	892,44 m³	134,85 m³	685,58 m³	2.231,66 m³	3.124,33 m³
S - 06	20,00 m	69,70	6,75	49,99	1.340,70 m³	134,84 m³	860,71 m³	3.092,38 m³	4.329,33 m³
S - 07	20,00 m	74,17	6,75	59,20	1.438,68 m³	135,01 m³	1.091,91 m³	4.184,28 m³	5.858,00 m³
S - 08	20,00 m	76,36	6,75	66,26	1.505,33 m³	135,02 m³	1.254,65 m³	5.438,93 m³	7.614,50 m³
S - 09	20,00 m	79,95	6,72	73,97	1.563,09 m³	134,73 m³	1.402,28 m³	6.841,21 m³	9.577,69 m³
S - 10	20,00 m	142,26	6,75	88,05	2.222,12 m³	134,71 m³	1.620,16 m³	8.461,37 m³	11.845,92 m³
S - 11	20,00 m	141,94	6,88	88,68	2.842,08 m³	136,31 m³	1.767,27 m³	10.228,64 m³	14.320,09 m³
S - 12	20,00 m	141,90	6,81	80,56	2.838,39 m³	136,89 m³	1.692,40 m³	11.921,04 m³	16.689,45 m³
S - 13	20,00 m	71,94	6,75	56,99	2.138,30 m³	135,58 m³	1.375,51 m³	13.296,54 m³	18.615,16 m³
S - 14	20,00 m	23,53	6,80	30,43	954,60 m³	135,47 m³	874,15 m³	14.170,69 m³	19.838,97 m³
S - 15	20,00 m	5,12	6,76	9,39	286,45 m³	135,57 m³	398,17 m³	14.568,86 m³	20.396,40 m³
S - 15+12,495	12,495 m	3,30	6,76	0,25	52,61 m³	84,49 m³	60,19 m³	14.629,05 m³	20.480,67 m³

VOLUME DE LIMPEZA DO SOLO	18.768,20 m³
COMPRIMENTO DA LIMPEZA DE SOLO MOLE	312,50 m
VOLUME DE CUT-OFF	2.113,54 m³
ALTURA DO ATERRO	4,75 m
VOLUME DE ATERRO ACUMULADO	14.629,05 m³
VOLUME A TRANSPORTAR	49.715,12 m³

ANEXO III - ATERRO PRINCIPAL

CALCULO DOS VOLUMES DE LIMPEZAS E ATERROS

3.1 - LIMPEZA DE SOLO ORGÂNICO, BAIXA RESISTÊNCIA E CAMADA VEGETAL

S - 00 - será de 0,40 metros	S - 09 - será de 2,00 metros
S - 01 - será de 0,40 metros	S - 10 - será de 3,00 metros
S - 02 - será de 0,40 metros	S - 11 - será de 3,00 metros
S - 03 - será de 0,40 metros	S - 12 - será de 3,00 metros
S - 04 - será de 1,00 metros	S - 13 - será de 2,00 metros
S - 05 - será de 2,00 metros	S - 14 - será de 1,00 metros
S - 06 - será de 2,00 metros	S - 15 - será de 0,40 metros
S - 07 - será de 2,00 metros	S - 15+12,495 - será de 0,40 metros
S - 08 - será de 2,00 metros	

COMPRIMENTO TOTAL SOLO MOLE E MATERIAL ORGÂNICO	312,50 m
VOLUME TOTAL SOLO MOLE E MATERIAL ORGÂNICO	18.768,20 m³

3.2 - DESCARGA DE FUNDO

PROFUNDIDADE	2,00 m
LARGURA	3,00 m
COMPRIMENTO	25,76 m
VOLUME TOTAL	154,56 m³

3.4 - CUT-OFFs OU TRICHEIRAS 1

BASE MENOR	3,00 m
TALUDE	1,00 m
ALTURA	1,50 m
BASE MAIOR	6,00 m
BASE MÉDIA	4,50 m
COMPRIMENTO	312,50 m
VOLUME TOTAL	2.113,54 m³

3.5 - EXTRAVASOR TIPO BUEIRO

LARGURA	6,00 m
PROFUNDIDADE	4,00 m
DESNIVEL DO NA PARA FUNDO DO EXTRAVASOR	1,50 m

ANEXO IV

VOLUMES PARA ORÇAMENTO

4.1 - VOLUME DE BOTA FORA

LIMPEZA SOLO MOLE	18.768,20 m ³
CUT-OFF	2.113,54 m ³
DESCARGA DE FUNDO	154,56 m ³
VOLUME TOTAL	21.036,31 m³

4.2 - VOLUME DE TERRA A TRANSPORTAR E COMPACTAR

VOLUME DO ATERRO COMPACTADO	14.629,05 m ³
VOLUME DE BOTA FORA	21.036,31 m ³
SOMA	35.665,36 m ³
EMPOLAMENTO	1,40
VOLUME TOTAL	49.931,50 m³

4.3 - VOLUME A ESCAVAR

VOLUME TOTAL	154,56 m³
---------------------	-----------------------------

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

ANEXO V

VOLUME DE ÁGUA DISPONIVEL PARA IRRIGAÇÃO

5.1 - VOLUME DE TERRA ESCAVADO NA BACIA HIDRÁULICA

SOMA	35.665,36 m ³
VOLUME TOTAL	39.628,17 m³

5.2 - DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

VOLUME ESCAVADO NA BACIA HIDRÁULICA	39.628,17 m ³
VOLUME ARMazenado	50.246,18 m³
VOLUME ACUMULADO ACIMA DA DESCARGA DE FUNDO	0,00 m ³
VOLUME MORTO	0,00 m ³
VOLUME ÚTIL	0,00 m³
CONTRIBUIÇÃO DO CÓRREGO	0,00 m ³

VI- CAPACIDADE DE VAZÃO DE UMA DESCARGA DE FUNDO

6.1 - DESCARGA DE FUNDO

Tubulação que atravessa o aterro da barragem, acima do terreno natural e abaixo do nível normal de água, com a finalidade de esvaziar e regularizar vazão (vazão residual) do manancial a jusante de uma Barragem. Com controle feito por meio de registros de gaveta instalado no final da tubulação na parte jusante. Permitindo também a vazão do manancial durante a construção da barragem sem permitir a elevação do nível de água.

6.2 - CÁLCULO DA VAZÃO PARA ESSA BARRAGEM

A vazão é determinada pela equação de Hazen-Willians para condutos forçados em função da altura da lâmina de água acima da descarga (H), do diâmetro da tubulação (D), do comprimento da descarga (L), material da tubulação.

Aplicando a equação de Hazen-Willians.

$$Q = 0,279 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$$

Em que:

Q = Vazão Media Escoada, m³/s.

C = Coeficiente de Hazen-Willians.

D = Diâmetro da Tubulação, m.

J = Perda de Carga Unitária, m/m.

<u>Diâmetro (m) =</u>	<u>0,20</u>
<u>Coeficiente (C) =</u>	<u>130</u>
<u>Comprimento da</u>	
<u>descarga (m) =</u>	<u>25,76</u>

Temos a vazão Q = 0,063 m³/s = 225,472 m³/h = 62,632 l/s

É considerado que o barramento esteja com 1 metro de lâmina de água acima da descarga de fundo. Sendo que, quanto maior a coluna de água, maior será a pressão exercida, aumentando a capacidade de vazão da tubulação

6.3 - CONCLUSÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DA DESCARGA DE FUNDO

A tubulação para manutenção da vazão residual a ser instalada na barragem terá diâmetro de 200 mm, em que tem capacidade para a situação descrita acima de 62,632 l/s, a qual será regulada por registro liberando a vazão de 39,00 l/s.

VII – DETERMINAÇÃO DO EXTRAVASOR

7.1 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É o tempo necessário para que todas as parcelas da enxurrada, partindo dos limites extremos da área, alcancem o extravasor.

Para pequenas bacias o tempo de concentração é definido como o tempo necessário para que todos os pontos da bacia contribuam para o escoamento e após o qual este escoamento permanece constante enquanto a chuva permanecer constante. O cálculo do tempo de concentração é feito segundo a equação:

$$T_c = \left[\frac{0,87 \cdot L^3}{H} \right]^{0,385}$$

Em que,

T_c = Tempo de concentração, horas;

L = Comprimento da bacia, Km;

H = Desnível da bacia, m.

T_c = 116,11 minutos

T_c = 6966,77 segundos

7.2 – INTENSIDADE DE CHUVA

Chuva que ocorre durante o tempo de concentração, capaz de ocorrer com a frequência do período de segurança desejado (5, 10, 25, 50, 100 ou mais anos), em mm/h. Com dados de coordenadas locais Latitude 17 19 38,62 S - Longitude 48 25 10,49 O .

São definidas como o conjunto de chuvas originadas de uma mesma perturbação meteorológica, cuja intensidade ultrapassa certo valor (chuva mínima). Essas perturbações podem variar de minutos até mesmo dezenas de horas. Para utilização prática dos dados de chuva nos trabalhos de engenharia é necessário conhecer a relação entre as quatro características fundamentais da chuva: intensidade, duração, frequência e distribuição. Assim sendo a principal forma de caracterização de chuvas intensas é por meio da equação de intensidade, duração e frequência de precipitação, que é assim representada:

$$i = \left[\frac{K \cdot T^a}{(t + b)^c} \right]$$

Em que,

I = Intensidade máxima média de precipitação, mm/h;

T = Período de retorno, anos;

T = Duração da precipitação, min;

K, a, b, c = Parâmetros relativos á localidade.

I = 39,99 mm/h

4,00 cm/h

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

7.3 – COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERICIAL

Fração da chuva que escorre até atingir o fim da área (menor que a unidade), dado em função da topografia, cobertura e tipo de solo.

O volume de água que é admitido em uma galeria de águas pluviais, ou em um bueiro, é uma parcela da quantidade total de água que se precipita da bacia contribuinte: outras parcelas correspondem às porções que se infiltram no terreno, que são retidas, ou se evaporam. A relação entre a parcela que vai ter às galerias e a quantidade total de água precipitada denomina-se coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio.

C = 0,30 Parques, jardins e campinas

7.4 – PERÍODO DE RETORNO

Valor máximo de precipitação na área considerada dentro do tempo de recorrência, período de retorno ou período de segurança desejado

P = 100 Anos

7.5 – CALCULO DA VAZÃO MÁXIMA DE CHEIA

A vazão máxima ou vazão de projeto representa um dado de crucial importância, pois dela depende o dimensionamento da obra. A metodologia para sua estimativa depende da qualidade das informações hidrológicas disponíveis. Dentre os vários métodos para estimativa da vazão máxima aqueles que utilizam dados de precipitação têm seu uso mais generalizado devido à facilidade de uso.

A escolha de uma determinada equação para a estimativa de vazão máxima deverá ser precedida de uma análise para verificar uma possível similaridade das condições locais com aquelas onde foram ajustadas. Assim, a escolha de uma ou outra equação deverá ser feita levando-se em conta, principalmente, o tamanho da área e do talvegue, topografia, dentre outras características. O cálculo da vazão de cheia foi feito segundo a equação:

$$Q_{\max} = 0,022 \cdot C.I.A \sqrt[4]{\frac{D}{A}}$$

Em que,

Q_{\max} = Vazão de cheia, m³/s;

C = Coeficiente ou módulo da bacia

I = Intensidade das chuvas mais fortes, cm/h;

D = Declividade média da bacia, m/Km;

A = Área de contribuição da bacia hidráulica, ha.

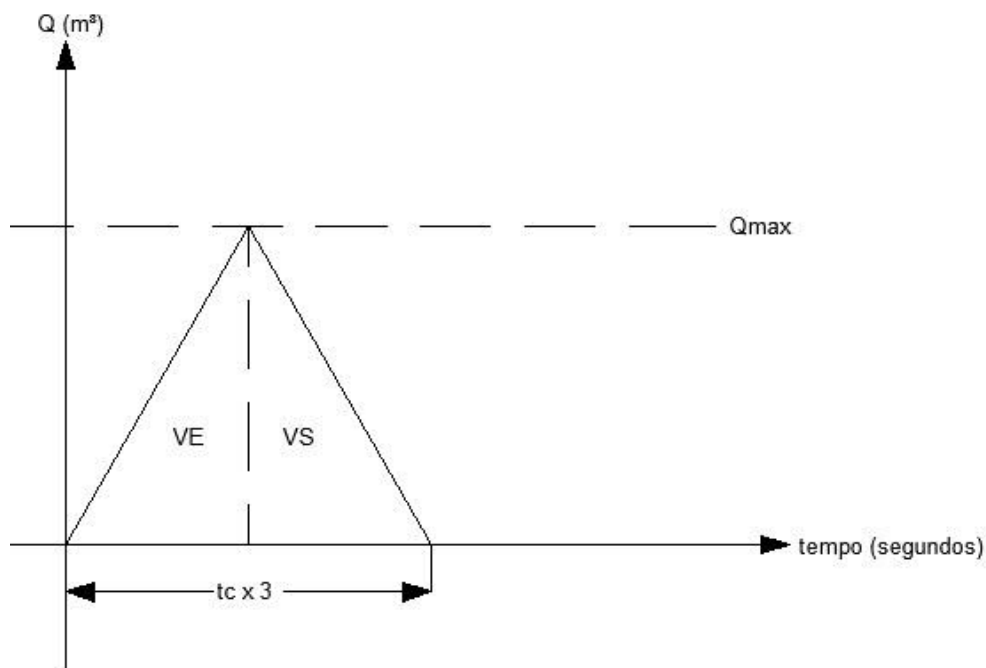
$Q_{\max} = 25,44 \text{ m}^3/\text{s}$

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

7.6 CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO

Considerando a cota de nível d'água normal 701,00 m, a capacidade útil do reservatório, na ocorrência de chuva crítica, obedecendo ao nível máximo de água na cota 702,00 m, o reservatório terá capacidade de armazenar um volume de controle de enchente igual 24.870,62 metros cúbicos, com borda livre de 1,5 metros.

HIDROGRAMA DE ENCHENTE



Temos:

VE = Volume de entrada;

VS = Volume de saída;

VC = Volume de controle de enchente;

Tc = Tempo de concentração;

Qmax = Vazão máxima;

Qs = Vazão de Saída.

Substituindo os valores na equação a seguir, teremos:

$$VE = (tc \times 3 \times Qmax)/2$$

$$VE = 265.887,60 \text{ m}^3$$

Volume de Controle de Enchente:

$$VC = 29.844,74 \text{ m}^3$$

HIDROTER – IRRIGAÇÃO E TERRAPLENAGEM

O volume de saída (VS) é obtido da seguinte forma:

$$VS = VE - VC$$

$$VS = 236.042,86 \text{ m}^3$$

Portanto, a Vazão de Saída (Qs), é calculada através da seguinte expressão:

$$Qs = (Vs \times 2) / (tc \times 3)$$

$$Qs = 22,59 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.7 - EXTRAVASOR

Estrutura construída para dar escoamento a vazão máxima e ao excesso de água após a ocorrência de chuvas na bacia hidrográfica considerada.

A finalidade básica do extravasor, descarregador de superfície ou ladrão, é atuar como dispositivo de segurança eliminando o excesso de água quando a vazão assumir valores que tornem perigosa a estabilidade da barragem ou para impedir que o nível da água suba acima de certa cota que cause prejuízos as propriedades à jusante.

A lâmina de água de projetada para o amortecimento da vazão de cheia terá 0,60 metro, em que a após o amortecimento a vazão de saída da barragem será de 22,59 m³/s. Portanto o extravasor projetado terá capacidade para 24,70 m³/s, com 6 metros de largura, com queda de 1,5 metro para aumentar a carga e o volume extravasado.