



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

Monografia Científica

Análise da Ocorrência de Sedimentos Totais no Sistema de Regadio do CEXP do ISPG

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de
Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural

Autor: Márcio Amiro de Nascimento Alberto

Tutor: Eng^o Lateiro Salvador de Sousa, MEngSc

Lionde, Setembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Projecto de Licenciatura sobre Análise da Ocorrência de Sedimentos Totais no Sistema de Regadio do CEXP do ISPG apresentado ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Tutor: Eng^o Lateiro Salvador de Sousa, MEngSc

Chókwè, 2017

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	x
DECLARAÇÃO	xi
DEDICATÓRIA	xii
AGRADECIMENTOS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema e justificação do estudo	1
1.2. Objectivo Geral	2
1.2.1. Objectivos Específicos	2
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Caracterização dos solos do distrito de Chókwè	3
2.2. Caracterização do processo da perda de solo no canal	3
2.3. Determinação da granulometria dos sedimentos totais no canal e no reservatório	6
2.3.1. Determinação da descarga sólida suspensa	6
2.3.2. Análise granulométrica utilizando o método de peneiramento	6
2.4. Determinação da distribuição do tamanho das partículas ($D > 90\%$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório	7
2.4.1. Distribuição do tamanho de partículas	8
2.5. Estimativa da quantidade de sedimentos totais no canal e reservatório	10
III. METODOLOGIA	11
3.1. Caracterização de distrito de Chókwè	11
3.2. Caracterização do clima do distrito de Chókwè	11

3.3. Descrição da área de estudo	12
3.1.1. Mapa do local de estudo	12
3.4. Caracterização das condições topográficas do regadio	13
3.5. Caracterização do processo de perda do solo no canal do regadio.....	14
3.6. Procedimento da colecta de amostras (carga sedimentar)	15
3.6.1. Processamento das amostras colectadas (garrafas de 0.5 L).....	17
3.7. Determinação da granulometria dos sedimentos totais no canal e no reservatório	21
3.8. Determinação da distribuição do tamanho das partículas ($D > 90\%$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório.....	22
3.9. Estimativa da quantidade de sedimentos totais no canal e reservatório	22
IV. RESULTADOS	23
4.1. Processo da perda de solo no canal.....	23
4.2. Parâmetros de carga sedimentar do regadio	23
4.3. Carga sedimentar suspensa no regadio	27
4.4. Carga sedimentar no fundo do regadio	29
4.5. Granulometria da carga sedimentar do regadio	31
4.6. Classificação granulometria por peneiramento da carga sedimentar do regadio.	32
4.7. Distribuição do tamanho da carga sedimentar ($D > 90\%$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório	35
V. DISCUSSÃO	42
VI. CONCLUSÃO	46
VII. RECOMENDAÇÕES	47
VIII. LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
IX. ANEXOS.....	i
X. APÊNDICES	xx

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classes de interpretação de valores de Factor de erodibilidade do solo (K)	5
Tabela 2: Factor de uso e manejo de solo (C)	5
Tabela 3: Factor de práticas conservacionistas da USLE (P)	6
Tabela 4: Materiais utilizados para o levantamento topográfico.....	13
Tabela 5: Coordenadas dos pontos de coleta de amostra do estudo no regadio do campo experimental e de práticas do ISPG.....	14
Tabela 6: Materiais utilizados para coleta de amostras (sedimentos)	15
Tabela 7: Materiais utilizados na medição do pH, temperatura °C, condutividade eléctrica e turbidez:.....	17
Tabela 8: Materiais utilizados no processamento de amostras de sedimentos de fundo do regadio	19
Tabela 9: Materiais utilizados para determinação da granulometria dos sedimentos totais no regadio	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Escalas granulométricas adotadas pela A.S.T.M., A.A.S.H.T.O, M.I.T. e ABNT.	7
Figura 2: Demonstração do diâmetro verdadeiro para um determinado método.	8
Figura 3: Histograma da distribuição de tamanho de partícula (frequência relativa).	8
Figura 4: Demonstração dos três tamanhos de partículas D10, D50, e D90, e sua determinação sobre a distribuição de tamanho de partícula. Para este caso, pode ver a fórmula abaixo:.....	9
Figura 5: Mapa de localização da área de estudo (Iionde – CEXP do ISPG).....	12
Figura 6: Levantamento topográfico no sistema de regadio de CEXP do ISPG.	14
Figura 7: Colecta das amostras de carga sedimentar suspensa no canal e reservatório.	16
Figura 8: Colecta das amostras de carga sedimentar suspensa no canal e reservatório.	17
Figura 9: Material usado no processamento da carga sedimentar suspensa no regadio.	19
Figura 10: Processamento da carga sedimentar do fundo do regadio.	20
Figura 11: Processamento granulométrico da carga sedimentar do regadio.	21

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores de pH ao longo do canal.	23
Gráfico 2: Valores de pH no reservatório.....	24
Gráfico 3: Valores da condutividade eléctrica ao longo do canal.	24
Gráfico 4: Valores da condutividade eléctrica no reservatório.....	25
Gráfico 5: Valores da temperatura no canal.	25
Gráfico 6: Valores da temperatura no reservatório.	26
Gráfico 7: Valores da turbidez ao longo do canal.	26
Gráfico 8: Valores da turbidez no reservatório.	27
Gráfico 9: Valores da carga sedimentar no canal.	28
Gráfico 10: Valores correspondentes à carga sedimentar no reservatório.	28
Gráfico 11: Valores correspondentes à carga sedimentar do fundo do reservatório.	29
Gráfico 12: Valores correspondentes à carga sedimentar do P1, P2, P3, P4 e P5 do fundo do canal.....	30
Gráfico 13: Curva granulométrica por peneiração, do Ponto 1 e 2 da carga sedimentar do fundo do reservatório.....	31
Gráfico 14: Curva granulométrica por peneiração, do Ponto 1, 2, 3, 4 e 5 da carga sedimentar do fundo do canal.....	32
Gráfico 15: Classificação granulométrica do P1 e 2 da carga sedimentar do fundo do reservatório.	33
Gráfico 16: Classificação granulométrica do P1, 2 e 3 da carga sedimentar do fundo do canal.....	34
Gráfico 17: Classificação granulométrica do P4 e 5 da carga sedimentar do fundo do canal.....	35
Gráfico 18: Distribuição de tamanho das partículas, do P1 da carga sedimentar do reservatório.	36
Gráfico 19: Distribuição de tamanho das partículas, do P2 da carga sedimentar do reservatório.	36
Gráfico 20: Distribuição de tamanho das partículas, do P1 da carga sedimentar do canal.	37
Gráfico 21: Distribuição de tamanho das partículas, do P2 da carga sedimentar do canal.	38

Gráfico 22: Distribuição de tamanho das partículas, do P3 da carga sedimentar do canal.	38
Gráfico 23: Distribuição de tamanho das partículas, do P4 da carga sedimentar do canal.	39
Gráfico 24: Distribuição de tamanho das partículas, do P5 da carga sedimentar do canal.	40
Gráfico 25: Quantidade da carga sedimentar dos pontos de amostragens do regadio do CEXP do ISPG.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabela de Anexo A: 1: Parâmetro denominado pH de água no canal.....	i
Tabela de Anexo A: 2: Parâmetro denominado Conductividade eléctrica de água no canal	ii
Tabela de Anexo A: 3: Parâmetro denominado Temperatura °C de água no canal	iii
Tabela de Anexo A: 4: Parâmetro denominado Turbidez NTU de água no canal	iv
Tabela de Anexo A: 5: Parâmetros (pH e Conductividade eléctrica) de água no reservatório	v
Tabela de Anexo A: 6: Parâmetros (Temperatura °C e Turbidez NTU) de água no reservatório	vi
Tabela de Anexo A: 7: Dados da carga sedimentar suspensa no canal (R1).....	vii
Tabela de Anexo A: 8: Dados da carga sedimentar suspensa do canal (R2).....	viii
Tabela de Anexo A: 9: Dados da carga sedimentar suspensa no reservatório (R1).....	x
Tabela de Anexo A: 10: Dados da carga sedimentar do fundo do canal (P1).....	xi
Tabela de Anexo A: 11: Dados da carga sedimentar do fundo do canal (P2).....	xii
Tabela de Anexo A: 12: Dados da carga sedimentar do fundo no canal (P3).....	xiii
Tabela de Anexo A: 13: Dados da carga sedimentar do fundo no canal (P4).....	xiv
Tabela de Anexo A: 14: Dados da carga sedimentar do fundo no canal (P5).....	xv
Tabela de Anexo A: 15: Dados da carga sedimentar do fundo do reservatório (P1) ...	xvi
Tabela de Anexo A: 16: Dados da carga sedimentar do fundo do reservatório (P2) ...	xvii
Tabela de Anexo B: 17: Dados da precipitação do distrito do Chókwè.....	xviii

ÍNDICE DE APÊNDICES

Figura de Apêndices: 1: Perfil longitudinal do canal do CEXP do ISPG	xx
Figura de Apêndices: 2: Vistas transversais do alinhamento do canal do CEXP do ISPG	xx

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Designação
A	Área;
C	Concentração de sedimentos;
CEXP	Campo Experimental e de Práticas;
Cond. Eléctrica	Conductividade eléctrica;
D10	Tamanho de partícula correspondente a 10%;
D50	Tamanho de partícula correspondente a 50%;
D90	Tamanho de partícula correspondente a 90%;
Elev.	Elevação;
GPS	Global Positioning System ou Sistema de posicionamento global;
H	Hora;
ha	Hectare;
ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza;
Km	Quilómetro;
L	Litro;
MAE	Ministério da Administração Estatal;
M	Metro;
ml	Mililitro;
Mj	Megajoule;
mm	Milímetro;
µm	Micrómetro;
Vt	Velocidade de trânsito amostrador;
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez;
Prof	Profundidade;
pH	Pontencial de Hidrogênio Iónico;
P1	Ponto 1;
R	Repetição;
Sw	Declive da Distribuição Cumulativa Normal;
T	Tonelada;
UTM	Sistema Universal Transversor de Marcador.



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, ____ de _____ de _____

Márcio Amiro de Nascimento Aberto

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família especialmente...

Aos meus pais João Martins e Saquina Ragú

Aos meus irmãos e sobrinhos...

E por fim aos meus colegas e amigos

Meus mentores e heróis.

Que contribuíram de forma directa e indirecta pelos ensinamentos básicos e experiências que me tornaram no individuo que sou hoje, sobretudo pelo apoio incomparável e incondicional.

Que este trabalho sirva de inspiração para os meus irmãos mais novos...

Amo-vos...

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço Allah (Deus) todo-poderoso, por me conceder a oportunidade, força suficiente diariamente, espírito, apesar das dificuldades.

Aos meus pais, sem eles nada disto seria possível.

A minha companheira e aos meus familiares que de forma directa e indirecta contribuíram para a minha formação, de um modo no crescimento moral, social e intelectual.

Uma dívida de gratidão para o meu tutor, Engenheiro Lateiro de Sousa, pela orientação cuidadosa e incondicional apoio ao longo de cada dia de trabalho e pelos ensinamentos valiosos que me ajudaram para além da minha vida académica.

Agradeço aos meus colegas e amigos em participar na realização do trabalho, os estudantes: Abediningo Francisco, Arsénio Zeferino e Henriques Jacinto pelo apoio directo no trabalho de campo para a efectuação do estudo.

Aos técnicos do laboratório pela contribuição para a realização do trabalho deste estudo, a todos colegas especialmente da turma (EHAAR 2013), pela amizade, compreensão e companheirismo no decorrer do curso.

Gostaria de deixar uma palavra de agradecimento a todos outros que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho, vai o meu muito obrigado os que me apoiaram com a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho visou avaliar os sedimentos que ocorrem no sistema de regadio do CEXP do ISPG, como uma contribuição para quantificação e minimização de seus efeitos. Para tal, foram colectados dados de campo sobre topografia do terreno, sedimentos suspensos e no fundo do canal. Para além disso, também colectaram-se, em dois pontos, amostras de sedimentos suspensos e do fundo do reservatório. A topografia foi tomada ao longo do percurso do canal, espaçados em 130m, com incidência para os dois taludes e fundo; as amostras de sedimentos suspensos foram feitas ao longo do canal, em 5 pontos espaçados em 100m, nas profundidades de 0cm, 20cm, 30cm e fundo do canal (65-95cm). Os resultados da topografia do terreno mostraram uma inclinação moderada de 0.5% e observou-se que no CEXP ocorre perda de solo anual estimada em cerca de 1 kg/ha. A turbidez em diversos pontos mostrou-se estar entre 57 NTU e 1000 NTU no fundo e 1.70 NTU e 211 NTU no fluxo suspenso. Os valores de pH da água indicam ser da classe pouco ácida $\text{pH} < 7$. A condutividade eléctrica é inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando a não-corrosividade da água. A classificação granulométrica distribuiu-se em areia grossa (71%), areia média (24%) e areia fina (5%). No geral, a análise de distribuição de sedimentos produzidos no regadio, indica que 0.003 kg (3g) da carga sedimentar provém das partículas suspensas no fluxo de água transportado e 61 kg da carga sedimentar do fundo do canal. O sistema de regadio do CEXP do ISPG mostra uma indicação de geração de sedimentos, o que a médio ou longo prazo pode alterar a forma do canal e reservatório, se medidas não forem tomadas para sua minimização.

Palavras-chaves: sedimentos suspensos, sedimentos do fundo do canal, reservatório.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the sediments that occurs in the irrigation system of the ISPG CEXP, as a contribution to quantification and minimization of its effects. For this, field data were collected on topography of the terrain, suspended sediments and at the bottom of the channel. In addition, samples of suspended sediment and the bottom of the Reservoir were also collected at two points. The topography was taken along the route of the channel, spaced in 130m, with incidence to the two slopes and background; the samples of suspended sediments were made along the channel, at 5 points spaced in 100m, at the depths of 0cm, 20cm, 30cm and bottom of the channel (65-95cm). The results of the terrain topography showed a moderate slope of 0.5% and it was observed that in CEXP annual soil loss estimated at about 1 kg / ha occurs. The turbidity at several points was found to be between 57 NTU and 1000 NTU at the bottom and 1.70 NTU and 211 NTU in the suspended stream. The pH values of the water indicated that it is of the low acid class $\text{pH} < 7$. The electrical conductivity is less than 100 $\mu\text{S} / \text{cm}$, indicating the non-corrosivity of the water. The granulometric classification is distributed in coarse sand (71%), medium sand (24%) and fine sand (5%). In general, the analysis of the distribution of sediments produced in irrigation indicates that 0.003 kg (3g) of the sediment load comes from the suspended particles in the flow of transported water and 61 kg of the sedimentary load from the bottom of the canal. The irrigation system of the ISPG's CEXP shows an indication of sediment generation, which in the medium or long term can change the shape of the channel and reservoir if measures are not taken to minimize it.

Keywords: suspended sediments, sediment from the bottom of the channel, reservoir.



I. INTRODUÇÃO

A sedimentação em canais e reservatórios de terra é um problema que tem exigido muitos esforços para solucioná-lo. Mesmo com avanços tecnológicos, os sedimentos carregados pelas bacias sedimentares até os canais, que por sua vez realizam etapas de transporte e deposição das partículas, estes continua sendo um processo difícil para solucioná-lo. O manejo da sedimentação na irrigação é uma das ferramentas necessárias para a redução da destruição de taludes do canal e a destruição da vida útil do regadio. Contudo, torna-se imprescindível a adoção de técnicas com vista a melhorar o desempenho de sistema com menos propagação de sedimentos que por sua vez, estes estão ligados a diversos parâmetros definidos em determinações de campo, tais como: perda de solo no canal, granulometria dos sedimentos, distribuição do tamanho das partículas e a quantidade de sedimentos totais no sistema de regadio (CARVALHO, 2008).

O presente trabalho de pesquisa busca investigar se no sistema de regadio (canal e reservatório) do Campo Experimental e de Práticas do ISPG há ocorrência de sedimentos e caso haja, quantificar. Por fim, o trabalho aponta em linhas gerais as possíveis medidas para solucionar o problema, com soluções técnicas de melhorias da ocorrência de sedimentos. O trabalho conta com a introdução, problema de estudo e justificação, objectivos, revisão bibliográfica, metodologia, resultados, discussão, conclusão da investigação, recomendações, lista bibliográfica, anexos e apêndice.

1.1. Problema e justificação do estudo

Os regadios de terra (canal e reservatório) são, no geral, caracterizados por apresentar quantidades significativas de sedimentos devido ao efeito de erosão das paredes dos canais e reservatórios pelo fluxo hídrico. Havendo no ISPG um pequeno sistema de regadio (canal e reservatório não revestido), isto pode ser um potencial afectado por este problema.

Assim sendo, o presente estudo busca evidenciar a ocorrência de sedimentos no sistema de regadio do CEXP do ISPG, consolidado por diversas pesquisas relacionadas a este assunto. Caso seja confirmada a ocorrência, por fim, determinar sua quantidade.



1.2.Objectivo Geral

- ✚ Analisar a ocorrência de sedimentos totais no sistema de regadio do CEXP-ISPG.

1.2.1.Objectivos Específicos

- ✚ Caracterizar o processo da perda de solo no canal;
- ✚ Determinar a granulometria dos sedimentos totais no canal e no reservatório;
- ✚ Determinar a distribuição do tamanho das partículas ($D_{> 90\%}$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório;
- ✚ Estimar a quantidade de sedimentos totais no canal e reservatório.



II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização dos solos do distrito de Chókwè

De acordo com MAE (2005), geralmente, todo distrito de Chókwè é uma planície com menos de 100 metros de altitude e composta por aluviões ao longo do rio Limpopo, que atravessa todo o distrito no sentido NW-SE e por depósitos indiferenciados no resto do distrito (de Macarretane e Lionde). Maioritariamente argilosos e pesados apresentando, sedimentos de Mananga (M1 e M2), coluviões (Cm) e aluviões (Fa). A distribuição dos principais tipos de solo do distrito do Chókwè é fortemente influenciada pela geomorfologia regional.

2.2. Caracterização do processo da perda de solo no canal

Equação Universal da Perda de Solo – EUPS é um modelo de erosão, destinado a calcular a perda de solo médio, em períodos longos, proveniente da erosão laminar e por sulcos. O maior propósito desta equação serve de guia sistemático no planeamento da conservação do solo (Wischmeier *et al* 1978).

Wischmeier *et al* (1978), foi testada em parcelas experimentais de 22.13 m de comprimento e com declividade uniforme de 9%. Tendo resultado mais preciso quando é utilizada em solos de textura média, com comprimento de até 121.9 m e declividades entre 3% e 18%. No entanto, permite a extrapolação para comprimentos até 304.8 m e declividade entre 0,5% e 50%.

Wischmeier *et al* (1978), a proposta para prever perdas de solo médias em períodos longos e condições específicas. Pode ser média de uma rotação ou de um ano de uma determinada chuva. Como é determinada a perda média, deve existir um número suficiente de eventos semelhantes ou intervalos de tempo para cancelar o efeito das flutuações de pequeno tempo nas variáveis não controladas e é calculada simulando erosão laminar, a partir da equação 2.1:

$$A = R * K * LS * C * P \quad (2.1)$$

Onde:

A = perda de solo, t/(ha.ano);

R = factor energético da chuva, Mj. mm/(ha.h);

K = factor de erodibilidade do solo, t.h/ (Mj. mm);



LS = factor conjunto de comprimento e grau de declive;

C = factor de uso e manejo do solo;

P = factor de práticas conservacionistas.

Factor energético da chuva (R) – expressa pela capacidade da chuva esperada em dada localidade, que causa erosão numa área sem protecção (Wischmeier *et al* 1978), como pode ver a equação 2.2:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n E_i * I_{30i}}{100} \quad EI_{mensal} = 89,823 * \left(\frac{P_m^2}{P_a}\right)^{0,759} \quad (2.2)$$

Onde:

EI_{mensal} - média mensal do índice de erosão (energia cinética da chuva e intensidade da chuva) (Mj.mm/(h.ha));

P_m – precipitação média mensal, do mês considerado (mm);

P_a – precipitação média anual (mm).

Factor de erodibilidade do solo (K) – expressa pelas propriedades inerentes do solo que afectam a maior ou menor facilidade a erosão, relacionadas à velocidade de infiltração, permeabilidade, capacidade de armazenamento (Wischmeier *et al* 1978), como pode ver a equação 2.3:

$$K = [2.1 * 10^{-4} * M^{1.14} * (12 - ka) + 3.25 * (kb - 2) + 2.5 * (kc - 3)] * 0.00131 \quad (2.3)$$

Onde:

M = (% silte + % areia muito fina) * (100 - % argila);

ka = % de matéria orgânica;

kb = coeficiente relativo à estrutura do solo;

kc = classe de permeabilidade.



Tabela 1: Classes de interpretação de valores de factor de erodibilidade do solo (K)

Interpretação de valores de (K) (ton. ha. h. M.J ⁻¹ . ha ⁻¹ . mm ⁻¹)	Classes de interpretação
K < 0.0198	Erodibilidade baixa
0.0198 < K < 0.040	Erodibilidade média
K > 0.040	Erodibilidade alta

Fonte: Carvalho (1994).

Factor conjunto de comprimento e grau de declive (LS) – expressa pela relação esperada de perda de solo por unidade de área (comprimento que consiste na distância entre o início e o fim do escoamento superficial) em um declive (Wischmeier *et al* 1978), como pode ver a equação 2.4:

$$LS = \left(\frac{L}{22.1}\right)^m * (0.065 + 0.0454 * S + 0.0065 * S^2) \quad (2.4)$$

Onde:

m= 0.2 para S <1%; m= 0.3 para 3% ≥ S ≥ 1%; m= 0.4 para 5% ≥ S ≥ 3% e m=0.5 para S ≥ 5%

S = declividade da encosta (%);

L = comprimento da encosta (m).

Factor de uso e manejo de solo (C) – expressa a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno descoberto e cultivado (Wischmeier *et al* 1978), como pode ver na tabela 2:

Tabela 2: Factor de uso e manejo de solo (C)

Tipo de cobertura	Cobertura (*)	% do solo revestido					
		0	20	40	60	80	95 - 100
Sem cobertura apreciável	E	0.45	0.20	0.10	0.042	0.013	0.003
	L	0.45	0.24	0.15	0.090	0.043	0.011

Fonte: Lencastre e Franco (1984).

Tabela 3: Factor de práticas conservacionistas da EUPS (P)

Prática conservacionista	Valor de P
Plantio morro abaixo	1.0
Plantio em contorno	0.5
Alternância de capinas + plantio em contorno	0.5
Cordões de vegetação permanente	0.2

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1985).

2.3. Determinação da granulometria dos sedimentos totais no canal e no reservatório

Segundo Kormann (1997), a granulometria consiste em diâmetros das diversas partículas existentes no solo. A sedimentação das partículas na natureza (correspondente a granulometria dos sedimentos) é determinada pelo método de peneiração. Equipamentos utilizados são: balança, estufa, jogo de peneiras, agitador de peneiras.

2.3.1. Determinação da descarga sólida suspensa

Os valores de descarga sólida em suspensão (QSS) são determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical (CSS_i) e a respectiva descarga líquida da vertical (Q_l), como pode ver a equação 2.5:

$$Q_{SS} = \sum(C_{SSi} * Q_{li}) * 0.0864 \quad (2.5)$$

Onde:

Q_{ss} = descarga sólida em suspensão (t*dia⁻¹);

C_{ssi} = concentração de sedimento em suspensão da vertical (mg*l⁻¹);

Q_{li} = descarga líquida da respectiva vertical (m³*s⁻¹).

2.3.2. Análise granulométrica utilizando o método de peneiramento

Este método consiste em separação de partículas (maiores, médios e menores) fracções de granulometria diferente, por passagem através de peneiras. As partículas maiores ficam retidas na peneira e menores passam pela malha. A peneiração pode ser mecânica ou manual, para a peneira mecânica colocam-se as peneiras num vibrador mecânico e a peneiração manual é feita manualmente sem vibrador (CARVALHO *et al* 2000).

Segundo Suguio (1973), a quantificação das fracções de areia (grossa, média e fina) é obtida com o peneiramento. O material retido, na peneira de 20 cm de diâmetro e malha

de 0,053 pela pipetagem ou dispersão total é seco em estufa. Posteriormente submete-se ao processo mecânico de peneiramento no agitador electromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras é pesado separadamente.

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR 6502/95) citado por Souza Pinto (2000), rochas e solos define como: A areia retirada nas peneiras 2.0 mm a 0.5 mm considera-se grossa, a retida entre a peneira 0.5 mm a 0.2 mm é considerada média, e finalmente a areia retirada na peneira 0.2 mm a 0.075 mm classifica-se como a fina, essa escala foi adaptada da ABNT, como pode ver na figura 1:

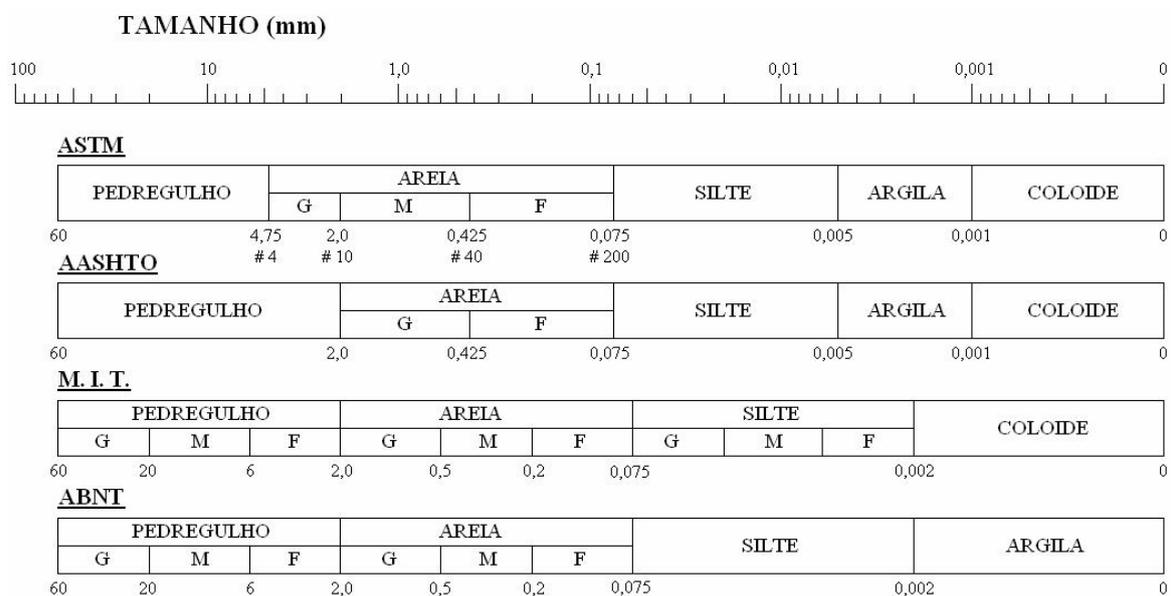


Figura 1: Escalas granulométricas adotadas pela A.S.T.M., A.A.S.H.T.O, M.I.T. e ABNT.

2.4. Determinação da distribuição do tamanho das partículas ($D > 90\%$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório

Segundo Loures (2014), a metodologia usada para a determinação de um diâmetro representativo é dividida em etapas. São descritos os passos requeridos para o estabelecimento do diâmetro de cálculo a ser usado nas equações analíticas usadas para calcular a descarga de sedimentos. Os diâmetros são identificados de D_i , sendo D o diâmetro, i a percentagem que pode ser 10%, 50% e 90%.

A identificação do diâmetro que mais aproximou o cálculo da descarga para cada equação da descarga medida foi feita por procedimento gráfico, procedendo da seguinte maneira:

entrou-se com o valor da descarga medida no eixo das ordenadas, buscando-se a intersecção na curva do eixo das abscissas, para identificar o diâmetro D_i , ou seja, aquele mais adequado para o cálculo da descarga de sedimentos. Para este caso, pode ver na figura 2:

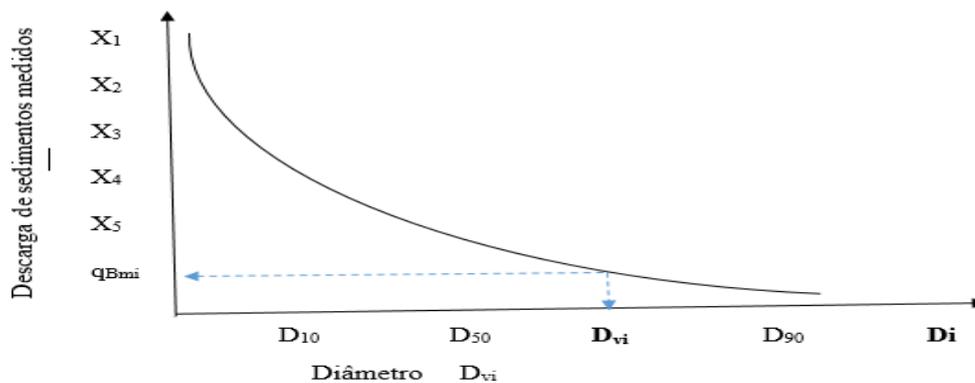


Figura 2: Demonstração do diâmetro verdadeiro para um determinado método.

2.4.1. Distribuição do tamanho de partículas

Segundo Ourique (2012), é importante conhecer a distribuição do tamanho das partículas, bem como a influência do mesmo no comportamento da suspensão e na qualidade do fluxo.

Uma das formas utilizadas na literatura científica para representar a distribuição de tamanho de partículas é através de um histograma; gráfico composto por retângulos justapostos em que a base de cada um deles corresponde ao intervalo de classe e a sua altura à respectiva frequência, nestes gráficos o tamanho médio de partículas é representado pela coluna central. Para este caso, pode ver a figura 3:

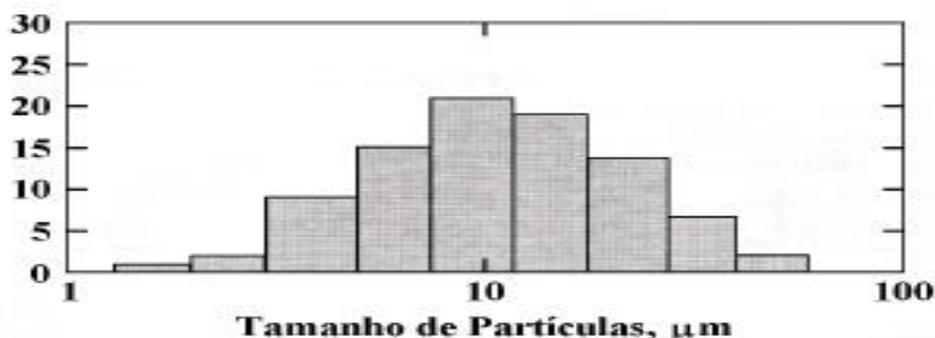


Figura 3: Histograma da distribuição de tamanho de partícula (frequência relativa).

Uma preocupação típica neste tipo de representação é com os três pontos sobre a distribuição, designados como D10, D50, D90. Estes pontos correspondem aos tamanhos de partícula de 10%, 50%, e 90%, respectivamente.

Para este caso, a representação dos tamanhos das partículas está ilustrada na figura 4:

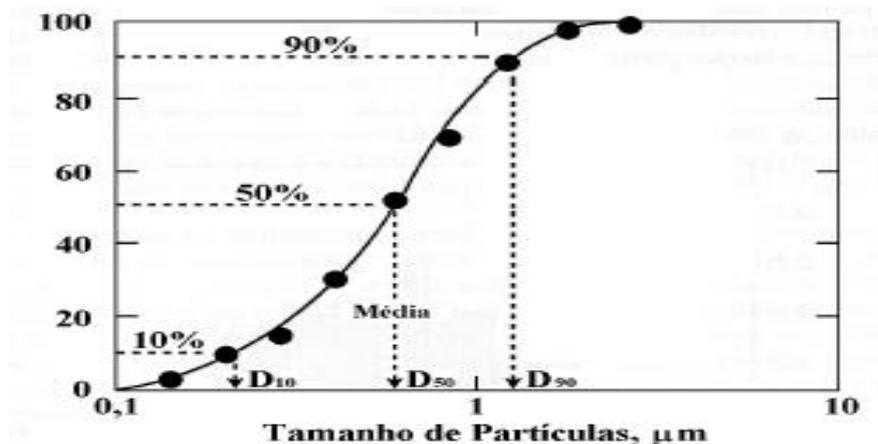


Figura 4: Demonstração dos três tamanhos de partículas D10, D50, e D90, e sua determinação sobre a distribuição de tamanho de partícula. Para este caso.

Outra medida de tamanho de partículas é o declive da distribuição, medida pelo parâmetro S_w . Este parâmetro é a inclinação da distribuição e é semelhante ao coeficiente de variação do desvio padrão. Um valor elevado para S_w corresponde a distribuição de tamanho de partículas estreita e valores menores corresponde a uma distribuição larga, ver na equação 2.6:

$$S_w = \frac{2,56}{\log_{10}\left(\frac{D_{90}}{D_{10}}\right)} \quad (2.6)$$

Onde:

D 10% e D 90% = Índice representante dos diâmetros;

2,56 = Desvio padrão;

D 50% = Diâmetro de partícula médio;

S_w = Inclinação de distribuição, medidas mais importantes à distribuição de tamanho de partículas.



2.5. Estimativa da quantidade de sedimentos totais no canal e reservatório

Williams *et al* (1984), o tamanho do reservatório implica na quantidade de sedimentos que podem ficar retidas em um reservatório. Os sedimentos transportados à jusante serão em quantidades menores e essa pequena parte irá contribuir para formar a carga de sedimentos num determinado segmento, e vice-versa. Nos grandes reservatórios, ocorre comumente mais de 99 % de retenção, enquanto reservatórios geralmente apresentam baixos índices de retenção. Para este caso, pode ver a equação 2.7:

$$Q_{st} = Q_{sf} + Q_{ss} \quad (2.7)$$

Onde:

Q_{st} = descarga total de sedimentos ($t \cdot dia^{-1}$);

Q_{sf} = descarga de sedimentos transportados no fundo ($t \cdot dia^{-1}$);

Q_{ss} = descarga de sedimentos em suspensão ($t \cdot dia^{-1}$).



III. METODOLOGIA

Neste capítulo está apresentada a descrição da área de estudo, os materiais e os respectivos procedimentos empregados para a realização do trabalho. Para tal, fez-se um trabalho de base (levantamento de dados de campo) no CEXP do ISPG nomeadamente no canal e reservatório, concernentes às características topográficas e colecta da carga sedimentar suspensa e fundo do canal e reservatório. Que estão descritos os procedimentos a partir do capítulo 3.3.

3.1. Caracterização de distrito de Chókwè

Segundo Mosca (1988), o distrito de Chókwè localiza-se no sudoeste da margem direita do rio Limpopo entre as coordenadas: Longitude 32° e 30' Este e Latitude 24° e 10' Sul, possuindo uma superfície terrestre de 3233 km², sendo a extensão Norte-Sul de aproximadamente 100 km e Leste-Oeste de 15 a 40 km. Tem como limites os rios Limpopo e Mazimuchopes e os distritos de Macia, Chibuto, Guijá, Massingir e Magude. A cidade de Chókwè dista a 120 km de Xai-Xai e cerca de 210 km de Maputo. A área de estudo, localiza-se no posto Administrativo de Lionde, distrito de Chókwè, na província de Gaza.

3.2. Caracterização do clima do distrito de Chókwè

De acordo com MAE (2005), o clima do distrito do Chókwè é do tipo semi-árido, caracterizado por grandes variações pluviométricas ao longo do ano e entre os anos.

A precipitação média anual fixa-se na ordem dos 620 mm, entre os estágios dos meses de Novembro a Março, porém o regime pluviométrico decorre com um período de crescimento estimado em cerca de 90 dias. A evapotranspiração de referência média anual corresponde aos 1500 mm e a probabilidade de ocorrência de secas nestas áreas é superior a 30 %. Entretanto, a temperatura média anual responde os 23.6 °C, e o risco de ocorrência de geadas é nulo, mesmo durante a época fria.

Com o princípio de Amilai (2008), e FAEF (2001), verifica-se uma variação e irregularidade da pluviosidade, o que torna a região propensa a práticas de actividades agropecuárias susceptíveis a resultados imprevisíveis, tanto bons quanto maus.

3.3. Descrição da área de estudo

O regadio do CEXP do ISPG localiza-se no posto administrativo de Lionde, distrito de Chókwè, aproximadamente 10 km da cidade de Chókwè. O regadio corresponde aproximadamente cerca de 3 km de extensão e não foi revestido, sendo assim um sistema de regadio de terra. Sendo uma região predominante da prática de agricultura em volta do sistema do regadio do CEXP.

3.1.1. Mapa do local de estudo

A caracterização do mapa de estudo ilustrado na figura abaixo mostra mapa de Moçambique com consideração da província de Gaza e distrito de Chókwè, onde esta inserida no posto administrativo de Lionde, sendo o local de estudo, como pode ver na figura 5:

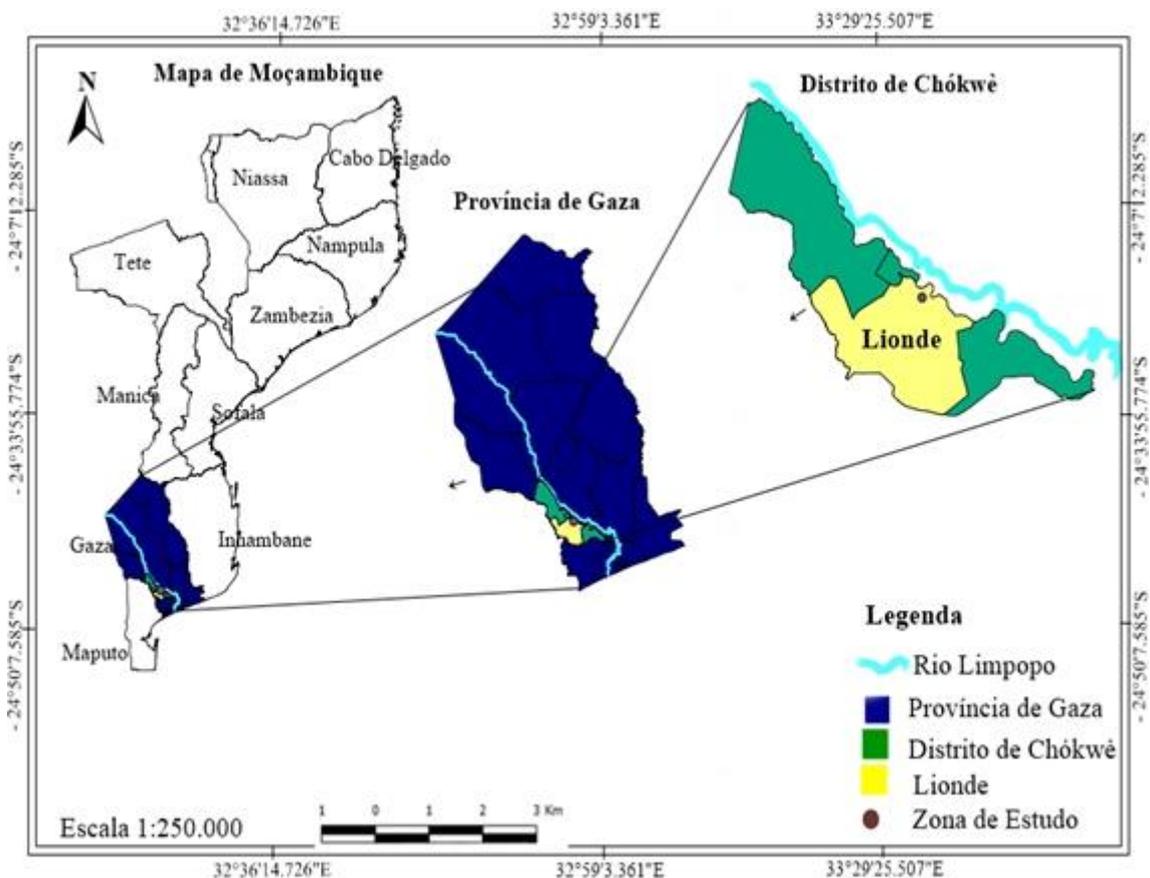


Figura 5: Mapa de localização da área de estudo (Lionde – CEXP do ISPG).

Fonte: Quantum GIS 1.8, Editado no PhotoScape v 3.6.3.



3.4. Caracterização das condições topográficas do regadio

Para caracterizar a condição topográfica do regadio usou-se Estação Total completo e materiais descritos na tabela 4:

Tabela 4: Materiais utilizados para o levantamento topográfico

Item	Denominação	Quantidade
I	Estação total	1
II	Prisma	2
III	Fita métrica	1
IV	GPS Garmin Etrex	1

Procedimentos:

O procedimento da sua instalação no campo consistiu na examinação e selecção cuidadosa do local, normalmente sem acentuação do terreno, garantindo a segurança do tripé e todo equipamento, em geral. O instrumento foi instalado nos locais sem acentuação, a prior instalou-se o tripé em seguida conectou-se Estação Total com o tripé e acertou-se a bolha de água no centro do círculo, mediu-se a altura do instrumento e fez-se a configuração.

As leituras foram efectuadas com a coordenação da Estação Total com o prisma, este processo consistiu na leitura de cotas no reservatório e na extensão do canal. A primeira posição da Estação Total designado P1, começou-se com as leituras das cotas a partir do reservatório e seguiu-se na extensão do canal. No reservatório tirou-se as leituras no talude e no fundo do mesmo (nos cantos e com ligação entre base do canal e taludes) e no canal foram efectuadas em cada 130 m e nos locais onde tem pontecas de travessias (nos taludes e no fundo do canal), como mostra a figura 6:



- a) Levantamento topográfico, usando prisma no fundo do canal;
- b) Levantamento topográfico, fazer leitura de cotas na Estação total;
- c) Levantamento topográfico, usando prisma na incidência de dois taludes do canal.

Figura 6: Levantamento topográfico no sistema de regadio de CEXP do ISPG.

Fonte: do autor.

Para caracterizar os pontos de colecta de dados (amostras) usou-se GPS para marcar as coordenadas dos pontos de colecta de amostras, tendo-se feito cinco pontos no canal e dois no reservatório.

Tabela 5: Coordenadas dos pontos de colecta de amostra do estudo no regadio do campo experimental e de práticas do ISPG

Pontos de Colecta	Local da colecta	Coordenadas
01	Canal	36 J 0504068, UTM 7278625 e Elev 27
02	Canal	36 J 0503813, UTM 7278937 e Elev 27
03	Canal	36 J 0503818, UTM 7278987 e Elev 27
04	Canal	36 J 0503818, UTM 7278937 e Elev 27
05	Canal	36 J 0503818, UTM 7278937 e Elev 27
01	Reservatório	36 J 0503196, UTM 7279651 e Elev 29
02	Reservatório	36 J 0503163, UTM 7273663 e Elev 26

3.5. Caraterização do processo de perda do solo no canal do regadio

Para caracterizar o processo de perda de solo no canal usou-se dados de: factor energético da chuva, factor de erodibilidade do solo, factor conjunto de comprimento e grau de declive, factor de uso e manejo do solo e factor de práticas conservacionistas.



Factor energético da chuva (R): usou-se dado da precipitação média mensal e dados da precipitação média anual, como pode ver a equação 3.2:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n E_i * I_{30i}}{100} \quad EI_{mensal} = 89,823 * \left(\frac{P_m}{P_a} \right)^{0,759} \quad (3.2)$$

Factor de erodibilidade do solo (K): usou-se dados percentuais denominados (% de Silte + % areia muito fina) * (100 - % argila), (% de matéria orgânica), (coeficiente relativo à estrutura do solo) e (classe de permeabilidade), como pode ver a equação 3.3:

$$K = [2.1 * 10^{-4} * M^{1.14} * (12 - ka) + 3.25 * (kb - 2) + 2.5 * (kc - 3)] * 0.001313 \quad (3.3)$$

Factor conjunto de comprimento e grau de declive (LS): usou-se dado do nível da declividade da encosta do regadio e o comprimento do regadio, como pode ver a equação 3.4:

$$LS = \left(\frac{L}{22.1} \right)^m * (0.065 + 0.0454 * S + 0.0065 * S^2) \quad (3.4)$$

Factor de uso e manejo de solo (C): usou-se dados tabelados relacionados às condições do terreno no caso do tipo de cobertura pertinente na área de estudo, usando dados da tabela 2 citado por Lencastre e Franco (1984).

Factor de práticas conservacionistas (P): usou-se dados tabelados relacionados às práticas conservacionistas do terreno em estudo (CEXP-ISPG), usando dados da tabela 3 citado por Bertoni e Lombardi Neto (1985).

3.6. Procedimento da colecta de amostras (carga sedimentar)

A tabela abaixo mostra materiais usados para a colecta de amostra:

Tabela 6: Materiais utilizados para colecta de amostras (sedimentos)

Item	Denominação	Quantidade
I	Balde de 10 L	5
II	Garrafas de 0.5 L	25
III	Jará de 1.8 L	2
IV	Sacolas Plásticas	25
V	Estacas	6
VI	Ficha de campo	1

VII	Esferográfica	2
VIII	Fita métrica	1
IX	GPS Garmin Etrex	1

Procedimentos:

Na colecta de amostras de carga sedimentar suspensa, usou-se três (3) garrafas de 0.5 litros por cada ponto de amostra, foram feitas várias colectas e o processo realizado foi de usar a garrafa para colectar amostra da carga sedimentar na *superfície do canal* sem perturbar o fluxo. Em seguida, fez-se a segunda colecta a uma *profundidade de 20 cm* onde foi mergulhada a garrafa tampada e aberta naquela profundidade. A terceira colecta foi feita mergulhando a garrafa segurada na mão e tampada a uma *profundidade de 30 cm*, onde colectou-se amostra, como pode ver na figura 7:



Figura 7: Colecta das amostras de carga sedimentar suspensa no canal e reservatório.

Fonte: do autor.

Para a colecta de amostras de carga sedimentar de fundo, usou-se duas (2) jarás de água, um (1) balde de 10 litros e duas garrafas de 0.5 litros. Foram feitas várias colectas e foram usadas as jarás de água vazias tampadas e apenas abertos já no fundo do canal. Arrastou-se para colher a carga sedimentar.

Depois de colher tampou-se a jará com a tampa ainda estando no fundo e retirou-se a amostra colectada e depositada no balde de 10 litros. Depois disso deixou-se 30 minutos para as amostras decantar criando a realidade do fundo do regadio e de uma forma cautelosa retirou-se amostra decantada para uma garrafa de 0.5 litros.

Em seguida tirou-se a carga sedimentar para sacolas plásticas e devidamente etiquetada deixou-se de forma organizada, sendo amostras do mesmo ponto (carga suspensa em garrafas e amostras de fundo em sacolas plásticas e nas garrafas), como pode ver na figura 8:



Figura 8: Colecta das amostras de carga sedimentar suspensa no canal e reservatório.

Fonte: do autor.

3.6.1. Processamento das amostras colectadas (garrafas de 0.5 L)

No processamento das amostras colectadas, usou-se materiais mencionados na tabela 7.

Tabela 7: Materiais utilizados na medição do pH, temperatura °C, condutividade eléctrica e turbidez:

Item	Denominação	Quantidade
I	Multiparâmetro (medição do pH, temperatura °C e condutividade eléctrica)	1
II	Multiparâmetro (medição da turbidez)	1
III	Ficha de campo	2
VII	Esferográfica	2

Procedimentos:

Para começar com o procedimento de medições destes parâmetros, foi necessário organizar e limpar os equipamentos para que os resultados das leituras não fossem viciados com os estudos anterior.

No processamento deste parâmetro foi necessário agitar a garrafa da amostra colectada e de uma forma cautelosa colocou-se amostra nos recipientes adequado do multiparâmetro



(cinco recipientes do multiparâmetro, fazendo a leitura por cada recipiente), ligou-se o multiparâmetro e esperou-se aproximadamente 30 segundos enquanto o equipamento estabiliza a leitura e depois de estabilizar fez-se a leitura, depois de fazer as leituras dos dados da turbidez na primeira amostra colectada, desinfetou-se os recipientes (usando água destilada) para fazer novas leituras de outras amostras.

Para processar dados destes parâmetros (pH, condutividade eléctrica e a temperatura), foi necessário agitar a garrafa da amostra colectada e colocou-se amostras em três recipientes, para fazer leituras. Antes de colocar os sensores do multiparâmetro no recipiente colocou-se no recipiente da desinfecção (água destilada), depois colocou-se no recipiente procedente de amostra.

No processamento das amostras do peso líquido de garrafas de 0.5 litros, usou-se materiais mencionados abaixo: balança, cápsulas, proveta e estufa, fez-se este processo para conhecer a carga sedimentar suspenso no canal e reservatório.

Para processar as amostras do peso líquido na estufa, foi necessário lavar, secar, etiquetar e pesar 40 cápsulas vazias, com fins de saber o peso de todas as cápsulas em amostra. De seguida colocou-se o volume húmido da amostra usando a proveta de 100 ml como medidora e facilitador no processo, com volume húmido da amostra de 100 ml em cada cápsula fez-se novamente a pesagem da cápsula com peso húmido e colocou-se as 40 cápsulas de volume húmido da amostra na estufa a partir das 12h numa temperatura de 110 °C, até 15h:35 min e alterou-se a temperatura para 90 °C durante a noite, tirou-se as amostras do peso seco as 10h do dia seguinte. Depois se fez a pesagem das amostras do peso seco tiradas da estufa e em seguida fez-se respectivos cálculos de modo a conhecer o nível da carga sedimentar suspensa patente no regadio do CEXP-ISPG, como pode ver na figura 9:



a) Proveta de 100ml.

b) Balança em uso.

c) Cápsulas de amostras.

Figura 9: Material usado no processamento da carga sedimentar suspensa no regadio.

Fonte: do autor.

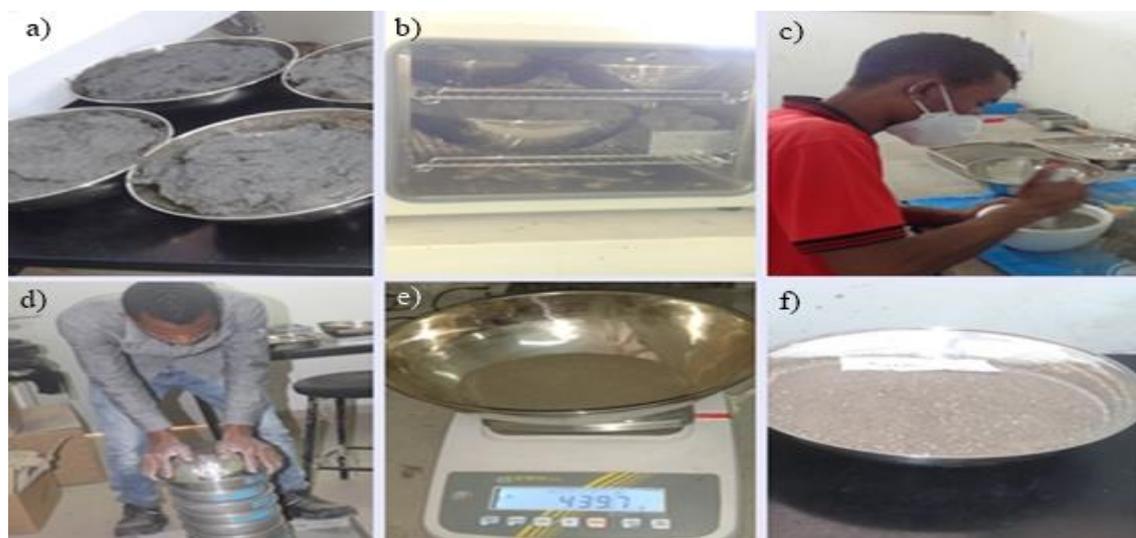
No processamento das amostras de sedimentos colectadas no fundo do regadio (canal e reservatório), foi feita pelo método alternativo usando 6 jarás de 1.8 litros vazias por cada balde de 10 litros em todos pontos de amostragem. Para o processo usou-se materiais alistados na tabela 8:

Tabela 8: Materiais utilizados no processamento de amostras de sedimentos de fundo do regadio

Item	Denominação	Quantidade
I	Sacos	7
II	Marcador	3
III	Ficha de campo	1
IV	Esferográfica	2
V	Peneira	11
VI	Cápsula	10
VII	Martelo	2
VIII	Almofariz	1
IX	Balança	1
X	Estufa	1
XI	Mascara	2

Para processar as amostras da carga sedimentar do fundo do regadio, fez-se secagem do peso húmido dos pontos de amostragem ao ar livre durante 5 dias, de modo a diminuir e eliminar a humidade. Depois de 5 dias de secagem ao ar livre (devido ao espaço na estufa), levou-se o peso húmido dos dois pontos de amostragem da carga sedimentar para a estufa, numa temperatura de 110 °C com duração de 24 horas. Quando as amostras colocadas na estufa completaram o processo de secagem a 110 °C deixou-se 1 hora para arrefecimento das amostras e colocou-se as amostras do peso seco de cada ponto, em sacos aberto. Posteriormente com ajuda de martelo desfe-se a aglomeração das partículas para grão sem quebrar os grãos, apenas separar os grãos, usou-se o almofariz para ajudar com a separação das partículas mais finas.

Em seguida, prosseguiu-se com o processo da pesagem de cada ponto do volume seco para conhecer a quantidade de cada ponto antes do processo de peneiração, onde fez-se um ponto por cada vez. O processo de peneiração foi feito com ajuda de 11 peneiras, cujos diâmetros: de 2 mm, 1.7 mm, 1.4 mm, 1.0 mm, 0.71 mm, 0.5 mm, 0.355 mm, 0.212 mm, 0.150 mm, 0.100 mm e 0.075 mm, fez-se a vibração das peneiras manualmente durante 20 minutos e começou-se a pesagem das amostras retidas em cada peneira e foi registado de acordo com o diâmetro da peneira, assim sucessivamente em todos pontos de amostragem, como mostra a figura 10:



a) Amostras (peso húmido) na cápsula. b) Cápsulas na estufa. c) Processo de desfazer as partículas agredadas.
d) Processo de peneiração. e) Balança em uso. e) Cápsula de peso seco.

Figura 10: Processamento da carga sedimentar do fundo do regadio.

Fonte: do autor.

3.7. Determinação da granulometria dos sedimentos totais no canal e no reservatório

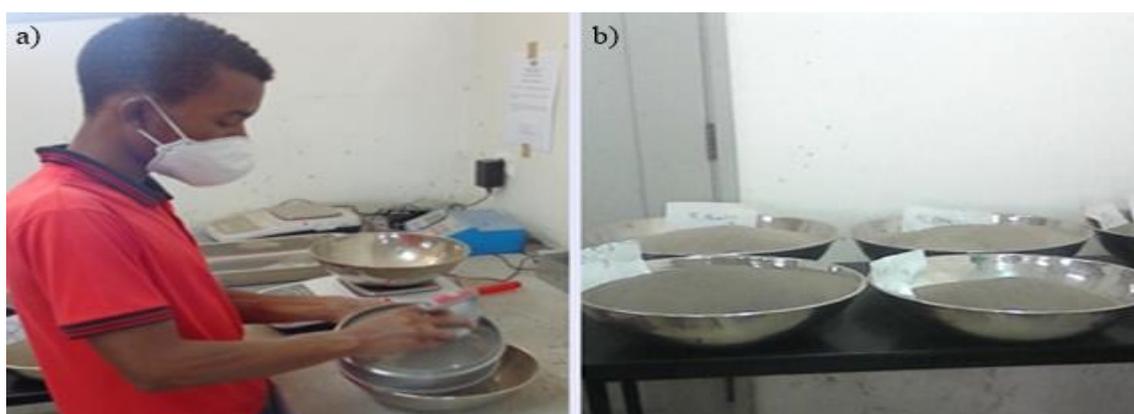
Para a determinação da granulometria dos sedimentos totais no regadio usou-se os materiais mencionados na tabela 9:

Tabela 9: Materiais utilizados para determinação da granulometria dos sedimentos totais no regadio

Item	Denominação	Quantidade
I	Estufa	2
II	Balança	1
III	Peneiras	11
VII	Cápsulas	10

Procedimentos:

Já feito o procedimento da separação das partículas (método de peneiração), prosseguiu-se com a determinação da granulometria dos sedimentos do regadio, onde se fez com a classificação dos diâmetros das diversas partículas existente no regadio. Na classificação determinou-se segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR 6502/95) terminologia - rochas e solos citado por Souza Pinto (2000), que define como: A areia retirada nas peneiras 2.0 mm a 0.5 mm considera-se grossa, a retida entre a peneira 0.5 mm a 0.2 mm é considerada média, e finalmente a areia retirada na peneira 0.2 mm a 0.075 mm classifica-se como a fina, como mostra a figura 11:



a) Processo de separação das partículas. b) Amostras (peso seco) processado.

Figura 11: Processamento granulométrico da carga sedimentar do regadio.

Fonte: do autor.



3.8. Determinação da distribuição do tamanho das partículas ($D > 90\%$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório.

Na determinação da distribuição do tamanho das partículas ($D > 90\%$, $D_{50\%}$ e $\leq D_{10\%}$) ao longo do canal e no reservatório usou-se os materiais mencionados na tabela 9.

Procedimentos:

Para determinar a distribuição do tamanho dos sedimentos do regadio, foi necessário o processo de peneiração usando a graduação das peneiras e a norma da Associação Brasileira ABNT (A areia retirada nas peneiras 2.0 mm a 0.5 mm considera-se grossa, a retida entre a peneira 0.5 mm a 0.2 mm é considerada média e finalmente a areia retirada na peneira 0.2 mm a 0.075 mm classifica-se como a fina). A identificação dos diâmetros ($D_{10\%}$ - finos, $D_{50\%}$ - médios e $D_{90\%}$ - maiores) foi processada usando software de criação de gráficos no Excel, com a representação através de um gráfico denominado Histograma que mostra a percentagem dos sedimentos em três diâmetros referentes ($D_{10\%}$, $D_{50\%}$ e $D_{90\%}$).

Para determinar a inclinação de distribuição do tamanho das partículas ($D_{10\%}$, $D_{50\%}$ e $D_{90\%}$), foi utilizada a metodologia de Ourique (2012), onde usou-se a equação 3.6:

$$S_w = \frac{2,56}{\log_{10}\left(\frac{D_{90}}{D_{10}}\right)} \quad (3.6)$$

3.9. Estimativa da quantidade de sedimentos totais no canal e reservatório

Para estimar a quantidade de sedimentos totais no canal e no reservatório usou-se resultados dos dados dos pontos de amostragem processados no laboratório do Instituto Superior Politécnico de Gaza. Para determinar a descarga de sedimentos em suspensão, foi utilizada a metodologia de Carvalho *et al* (2000), com este método usou-se a equação 3.5:

$$Q_{ss} = \sum(C_{ss_i} * Q_{l_i}) * 0.0864 \quad (3.5)$$

Na estimativa da quantidade de sedimentos totais do regadio, foi utilizada a metodologia de Williams *et al* (1984). Com resultados da descarga de sedimentos suspensos e do fundo, usou-se este método de Williams para calcular a descarga de sedimentos totais do regadio usando a equação 3.7:

$$Q_{st} = Q_{sf} + Q_{ss} \quad (3.7)$$

IV. RESULTADOS

4.1. Processo da perda de solo no canal

Os resultados apresentados pela equação universal da perda de solo – EUPS (Wischmeier e Smith, 1978) para o cálculo de perda de solo no regadio mostram que perde 0.001 t/ha.ano, equivalente a 1 kg/ha.ano.

$$A = R * K * LS * C * P \quad (3.1)$$

4.2. Parâmetros de carga sedimentar do regadio

Os resultados apresentado pelo gráfico 1 e 2 mostra que os dados relativos à pH de água referentes ao canal e reservatório. Para o canal verifica-se que nos pontos P1-ponte (0m), P2-100m, P3-200m, P4-300m e P5-400m, cujas profundidades são, respectivamente, 0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo, mostra valores com tendência ácida de pH <7. Por outro lado, no reservatório nos pontos P1 e P2, cujas profundidades são, respectivamente, 0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo, mostra valores com tendência ácida de pH <7, como pode ver nos gráficos 1 e 2:

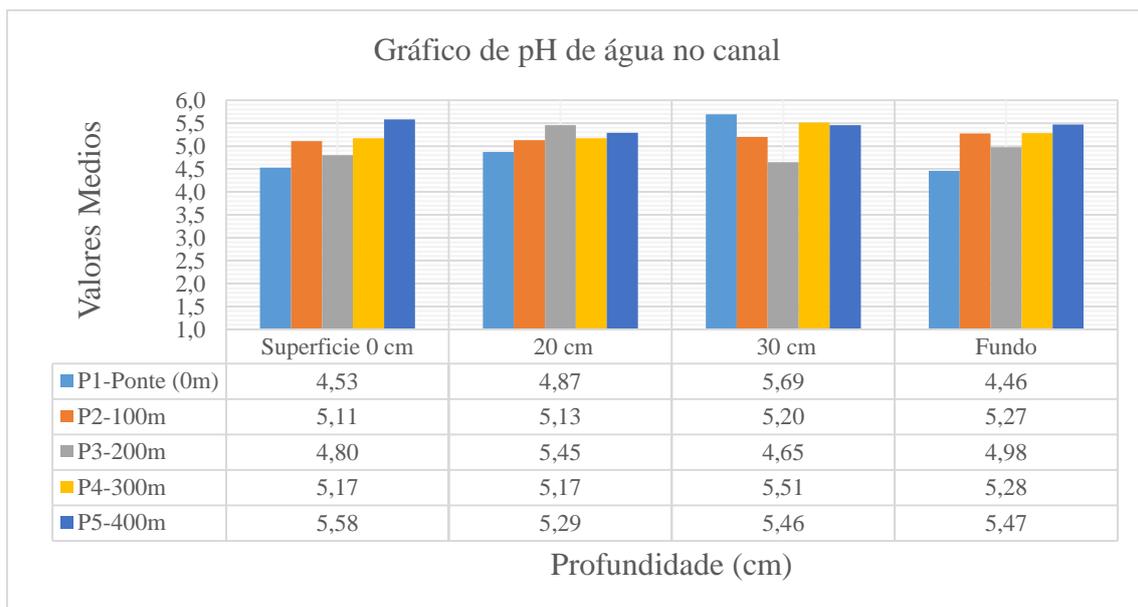


Gráfico 1: Valores de pH ao longo do canal.

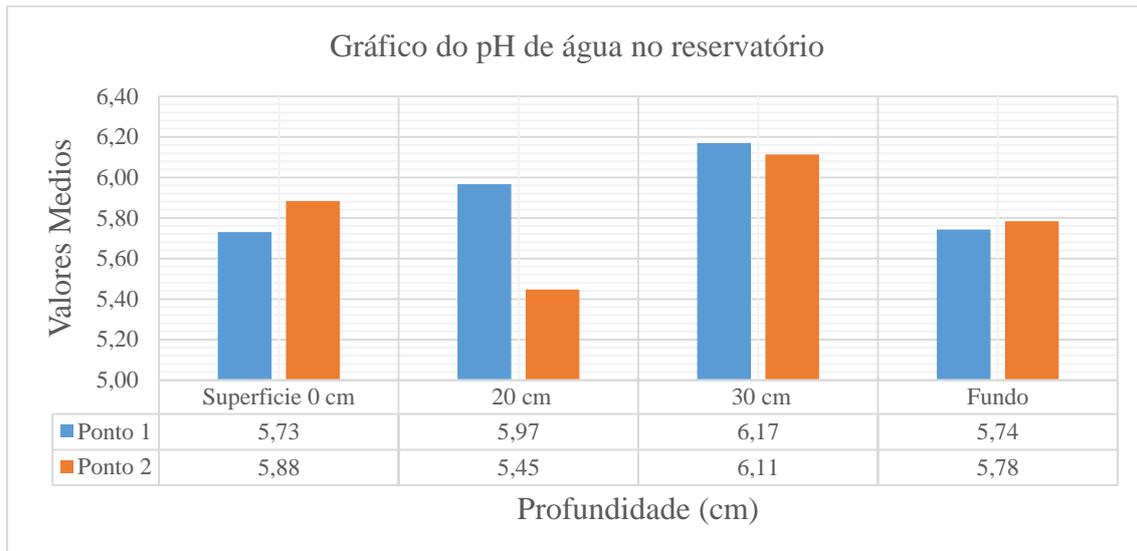


Gráfico 2: Valores de pH no reservatório.

Os resultados apresentados pelos gráficos 3 e 4 mostra que os dados relativos à condutividade eléctrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$, referentes ao canal e reservatório. Para o canal verifica-se que nos pontos P1-ponte (0m), P2-100m, P3-200m, P4-300m e P5-400m, cujas profundidades *0 cm*, *20 cm*, *30 cm* e *fundo*, mostram valores entre a 17 e 87 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por outro lado, no reservatório nos pontos P1 e P2, cujas profundidades são *0 cm*, *20 cm*, *30 cm* e *fundo*), mostram valores entre 11 e 46 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sendo fluxo proveniente do rio Limpopo (água doce) escoado pelo regadio de Chókwè, tendo como intervalo da condutividade eléctrica da água doce entre 0 e 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

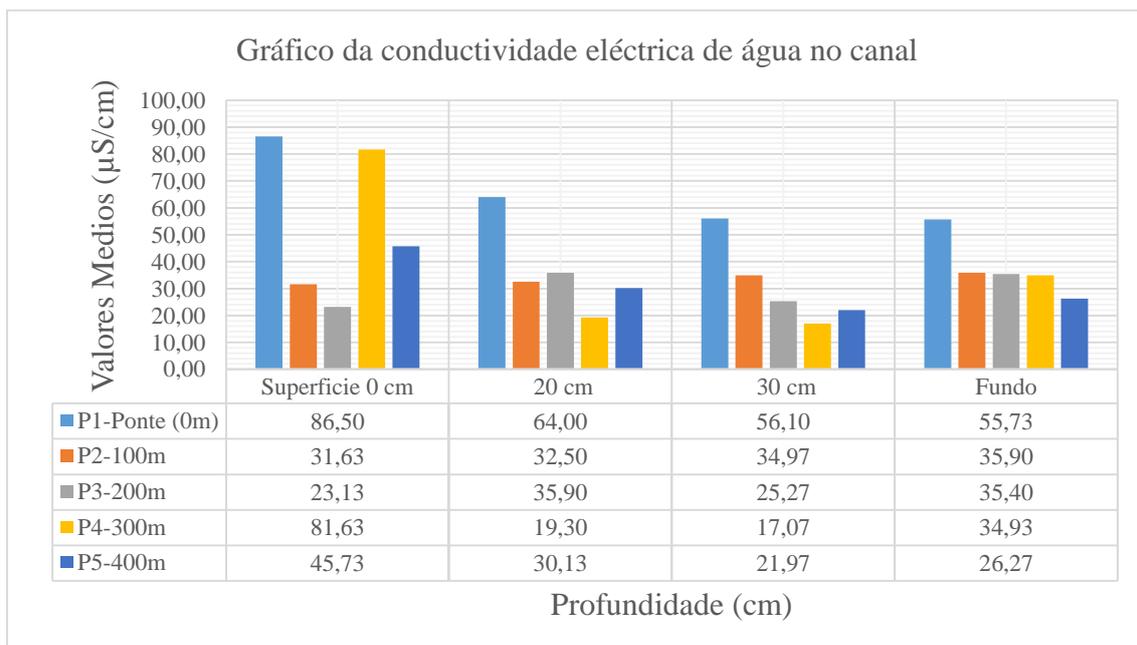


Gráfico 3: Valores da condutividade eléctrica ao longo do canal.

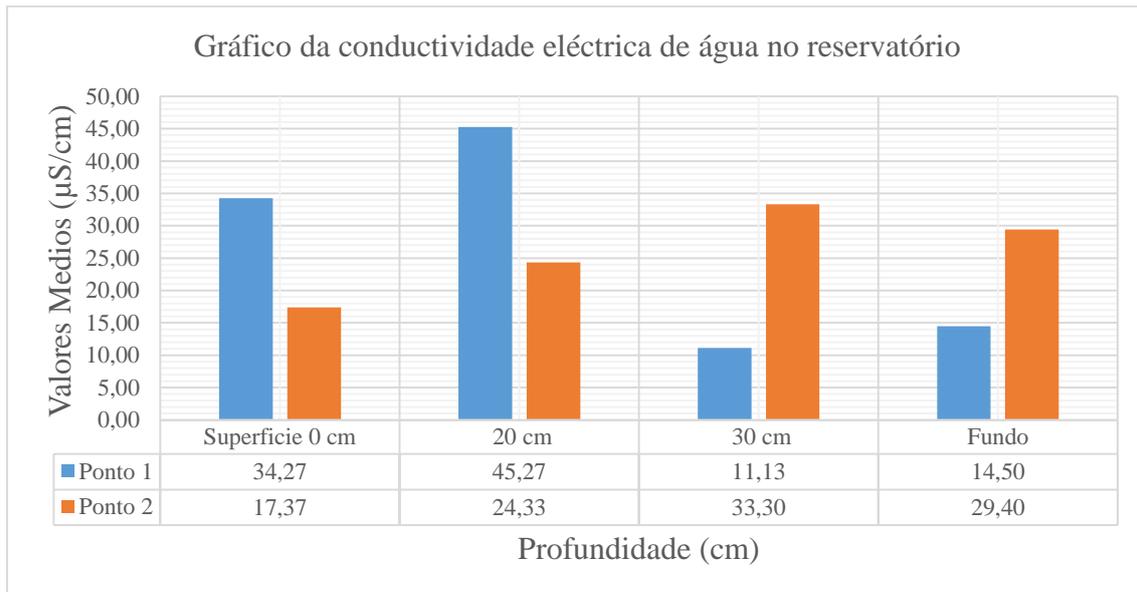


Gráfico 4: Valores da condutividade eléctrica no reservatório.

Os resultados apresentados pelos gráficos 5 e 6 mostra que os dados relativos à temperatura °C do fluxo do canal e reservatório. Para o canal verifica-se que nos pontos P1-ponte 0m, P2-100m, P3-200m, P4-300m e P5-400m, cujas profundidades são, respectivamente, *0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo*, mostram valores entre 21 e 23°C. Por outro lado, no reservatório nos pontos P1 e P2, cujas profundidades são, respectivamente, *0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo*, mostra valores entre 21 e 23°C.

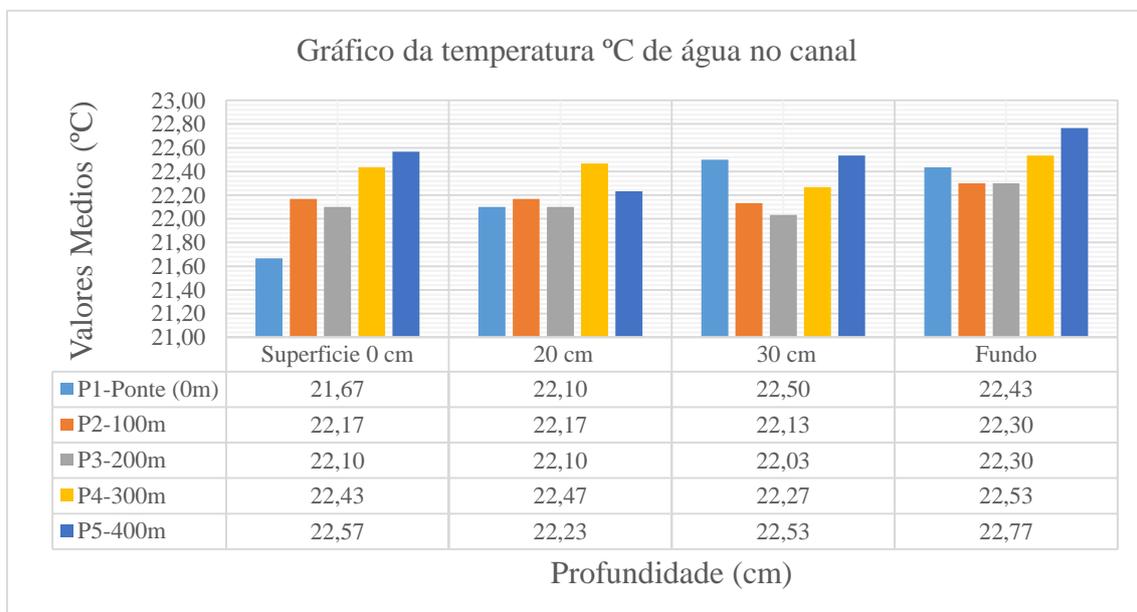


Gráfico 5: Valores da temperatura no canal.

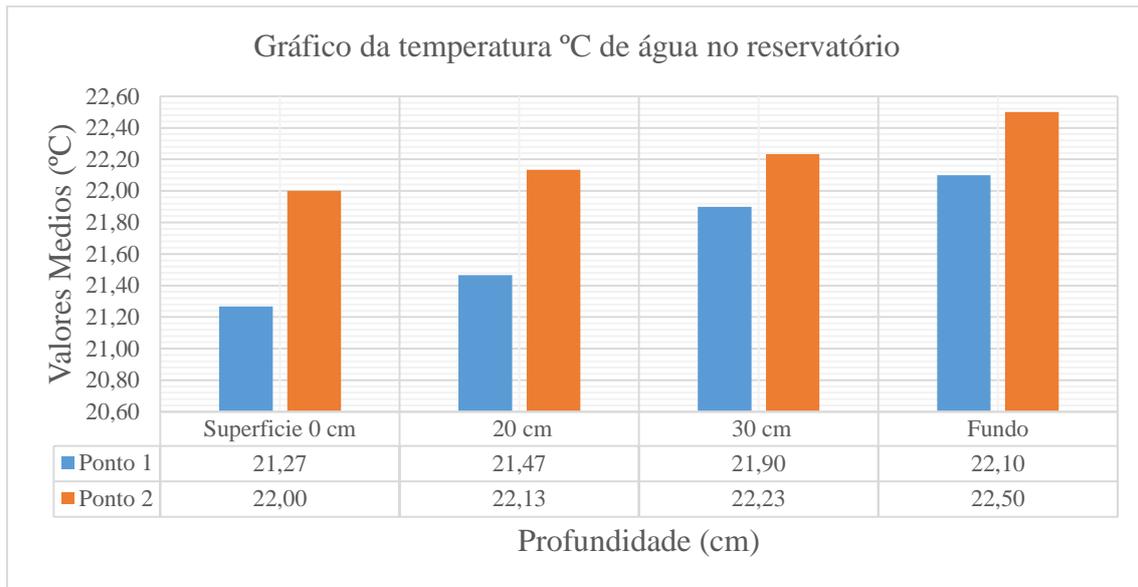


Gráfico 6: Valores da temperatura no reservatório.

Os resultados apresentados pelos gráficos 7 e 8, mostra que os dados relativos à turbidez em UNT, referentes ao canal e reservatório. Para o canal verifica-se que nos pontos P1-ponte (0m), P2-100m, P3-200m, P4-300m e P5-400m, cujas profundidades são, respectivamente, *0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo*, mostram valores entre 1 e 1000 UNT. Por outro lado, no reservatório nos pontos P1 e P2, cujas profundidades são, respectivamente, *0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo*, mostram valores entre 13 e 760 UNT.

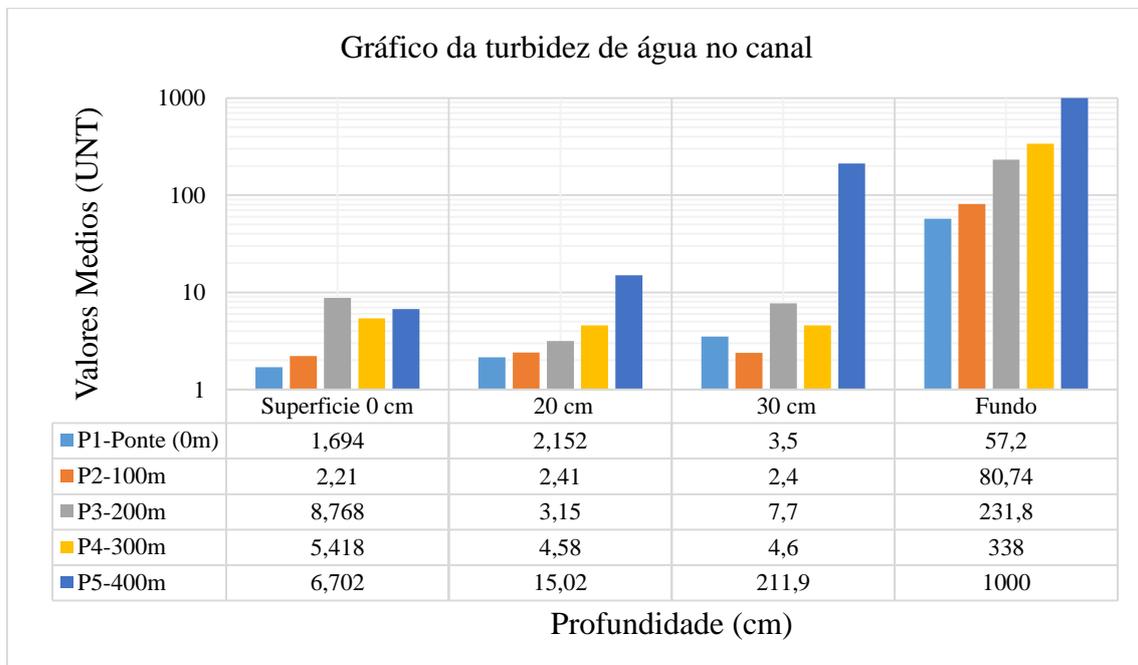


Gráfico 7: Valores da turbidez ao longo do canal.

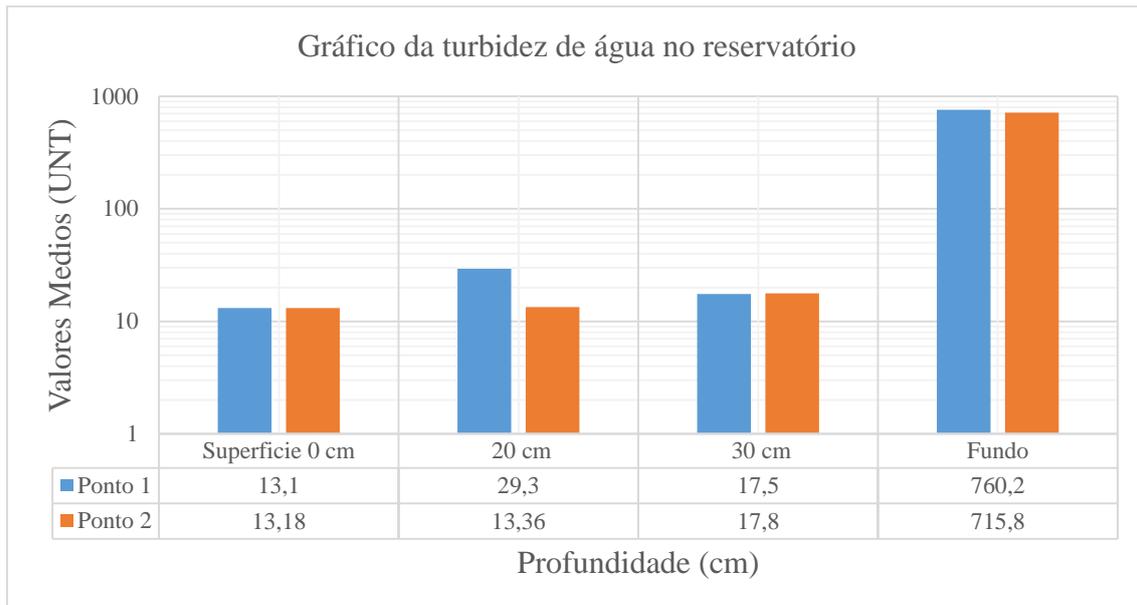


Gráfico 8: Valores da turbidez no reservatório.

4.3. Carga sedimentar suspensa no regadio

O resultado apresentado pelo gráfico 9 mostra que os dados relativo à carga sedimentar suspensa referente ao canal. Para o canal verifica-se que nos pontos P1-ponte 0m, P2-100m, P3-200m, P4-300m e P5-400m, cujas profundidades são, respectivamente, *0 cm*, *20 cm*, *30 cm* e *fundo*. Desta forma, no P1-ponte 0m, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.056g, 0.073g, 0.031g e 0.198g. Para o P2-100m, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.075g, 0.038g, 0.057g e 0.204g. No P3-200m, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.036g, 0.053g, 0.073g e 0.214g. No P4-300m, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.039g, 0.054g, 0.031g e 0.231g e no P5-400m, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.034g, 0.045g, 0.055g e 0.237g.

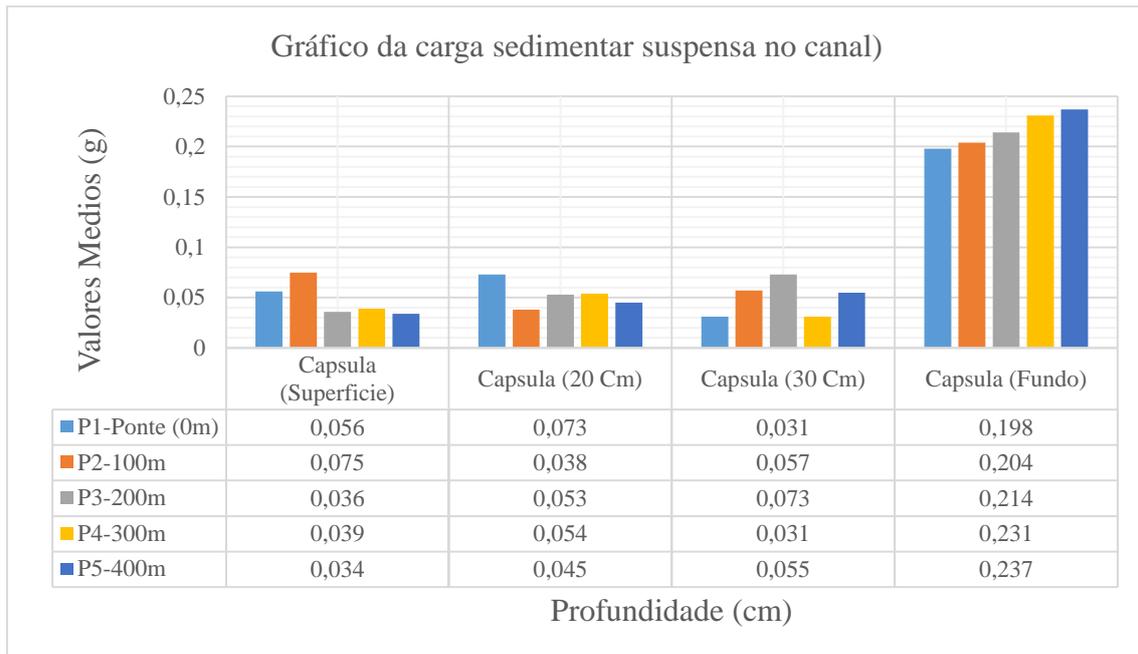


Gráfico 9: Valores da carga sedimentar no canal.

O resultado apresentado pelo gráfico 10 mostra que os dados relativos à carga sedimentar suspensa referente ao reservatório. Neste caso, para o reservatório verifica-se que nos pontos P1 e P2, cujas profundidades são, respectivamente, *0 cm, 20 cm, 30 cm e fundo*. Para o P1, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.086g, 0.097g, 0.106g e 0.198g e no P2, cujas profundidades são, respectivamente, identificados pelos valores da carga sedimentar de 0.077g, 0.111g, 0.095g e 0.291g.

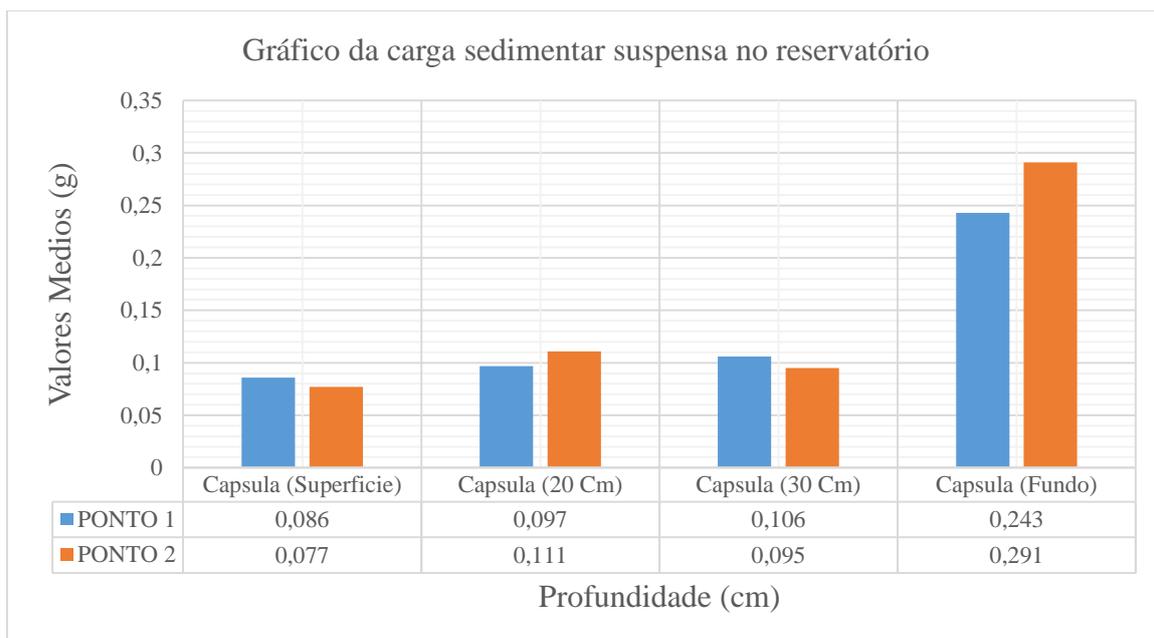


Gráfico 10: Valores correspondentes à carga sedimentar no reservatório.

4.4. Carga sedimentar no fundo do regadio

O resultado apresentado pelo gráfico 11 mostra que os dados relativos à carga sedimentar de fundo referente ao reservatório. Para o reservatório verifica-se que os dados nos pontos P1 e P2, cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, 2.0 mm, 1.7 mm, 1.4 mm, 1.0 mm, 0.71 mm, 0.5 mm, 0.355 mm, 0.212 mm, 0.15 mm, 0.1 mm, 0.075 mic e sobras, mostram partículas retidas por cada peneira. Para tal, no P1 cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 230.9g, 207.3g, 196.5g, 756.1g, 1214.5g, 1480.1g, 1641.3g, 1953.2g, 519.4g, 619.9g, 350.6g e 22.3g. Para o P2 cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 952.6g, 238.4g, 409.6g, 1323.6g, 1978.8g, 1518.9g, 1546.7g, 1416.4g, 521.1g, 214.1g e 16.1g.

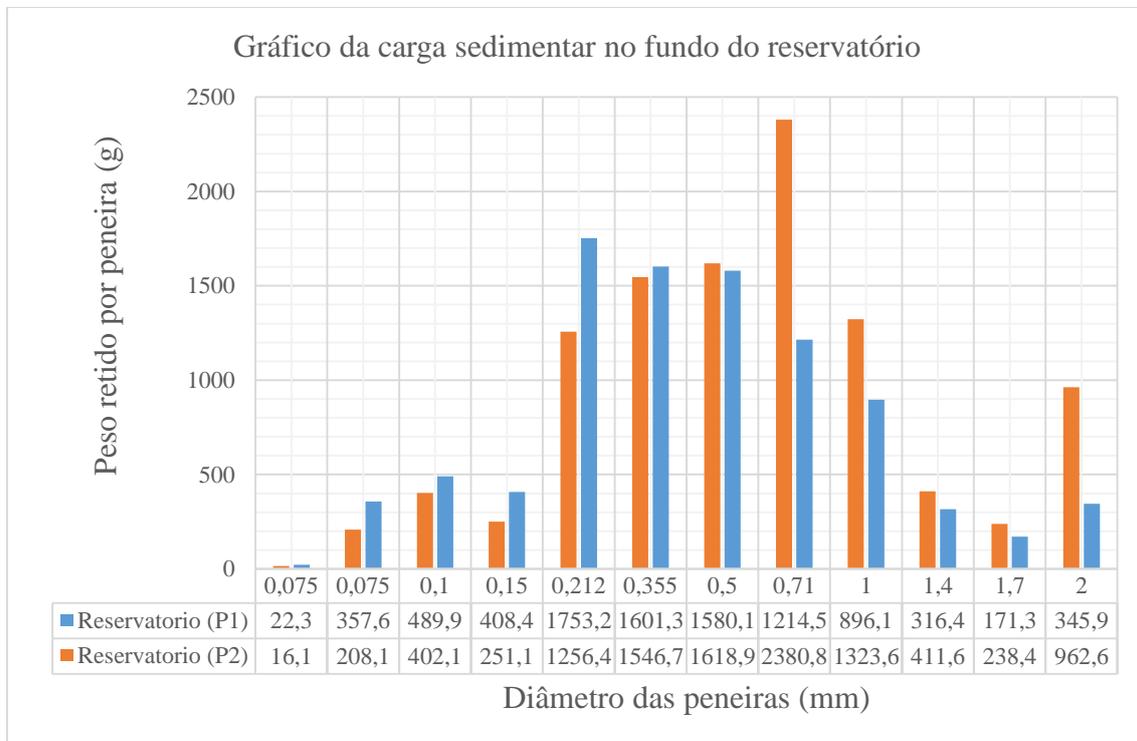


Gráfico 11: Valores correspondentes à carga sedimentar do fundo do reservatório.

O resultado apresentado pelo gráfico 12 mostra que os dados relativos à carga sedimentar de fundo referente ao canal. Para o canal verifica-se que nos pontos P1-ponte 0m, P2-100m, P3-200m, P4-300m e P5-400m, cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, 2.0 mm, 1.7 mm, 1.4 mm, 1.0 mm, 0.71 mm, 0.5 mm, 0.355 mm, 0.212 mm, 0.15 mm, 0.1 mm, 0.075 mic e sobras, mostram partículas retidas por cada peneira. Para tal, no P1 cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 283.2g, 354.6g, 457.6g, 1013.4g, 1395.4g, 965.8g, 694.9g, 801g,

445.8g, 174.9g, 103.5g e 23.07g. No P2-100m cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 258.3g, 306.1g, 484.1g, 1604.4g, 1033.8g, 1249.4g, 1301.7g, 1415.5g, 762.5g, 216.8g, 73.5g e 25.52g. No P3-200m cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 365.2g, 262g, 730.2g, 1342.1g, 1452.6, 1099.9, 791.3g, 891.7g, 292.1g, 149.2, 85.8 e 18.65g. No P4-300m 200m cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 316.2g, 374.4g, 471.2g, 1408.5g, 1201.7g, 798.7g, 706.9g, 593.6g, 208.6g, 111.6g, 110.1g e 16.45g. No P5-400m 200m cujos diâmetros das peneiras são, respectivamente, identificados pela carga sedimentar seca retida nas peneiras: 122.8g, 255.5g, 380.1g, 1654g, 777g, 429.5g, 423.1g, 806.3g, 328.7g, 208.9g, 22.7g e 16.97g.

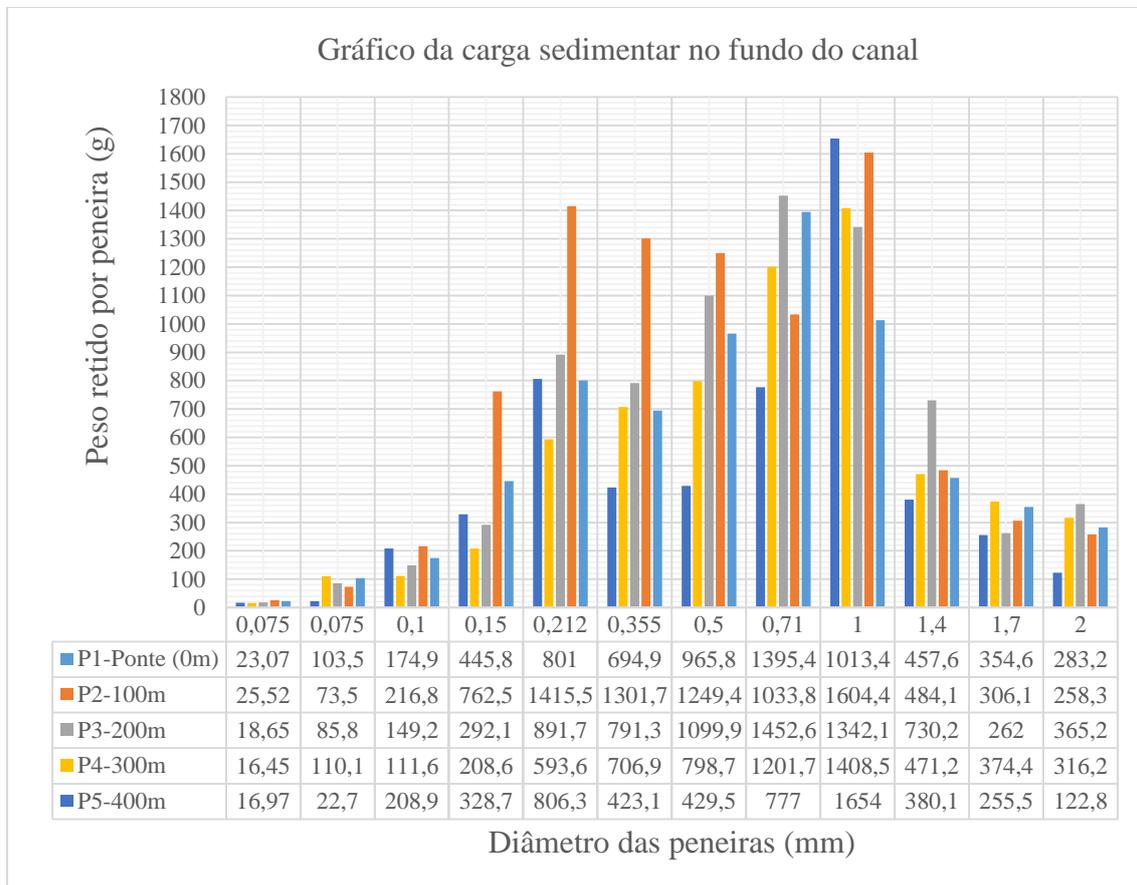


Gráfico 12: Valores correspondentes à carga sedimentar do P1, P2, P3, P4 e P5 do fundo do canal.

4.5. Granulometria da carga sedimentar do regadio

O resultado apresentado pelo gráfico 13 mostra que os dados relativos à curva granulométrica do Ponto 1 e 2 referentes ao reservatório. Para o reservatório verifica-se nos dados processados do ponto 1, que apresenta valores entre 0.24 e 97.25 %, em relação a curva granulométrica do P1, que apresenta valores entre 0.15 e 90.91 % do P2.

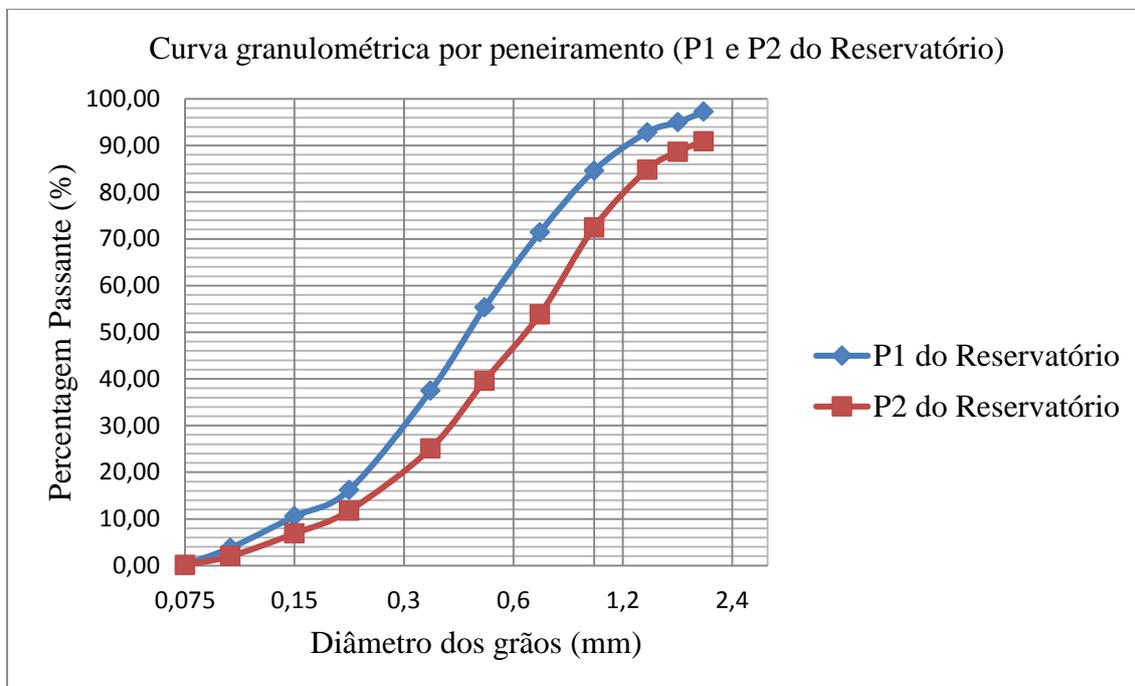


Gráfico 13: Curva granulométrica por peneiração, do Ponto 1 e 2 da carga sedimentar do fundo do reservatório.

O resultado apresentado pelo gráfico 14 mostra que os dados relativos à curva granulométrica do ponto 1, 2, 3, 4 e 5 referentes do canal. Para o canal verifica-se nos dados processados do P1, que apresenta valores entre 0.34 e 95.44 %. A curva granulométrica do P2 mostra valores entre 0.29 e 96.75 %. A curva granulométrica do P3 mostra valores entre 0.25 e 94.87 %. A curva granulométrica do P4 mostra valores entre 0.26 e 94.73 % e a curva granulométrica do P5 mostra valores entre 0.31 e 97.42 %.

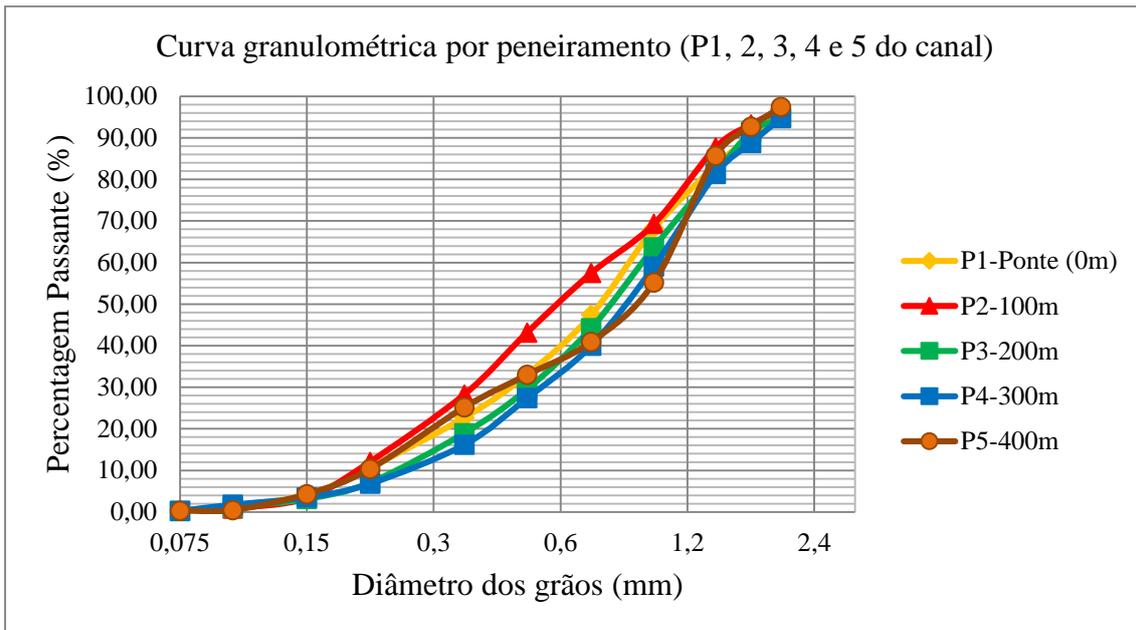


Gráfico 14: Curva granulométrica por peneiração, do Ponto 1, 2, 3, 4 e 5 da carga sedimentar do fundo do canal.

4.6. Classificação granulometria por peneiramento da carga sedimentar do regadio

O resultado apresentado pelo gráfico 15 mostra que os dados relativos à classificação granulométrica do P1 e P2 referentes ao reservatório. Para reservatório verifica-se que no P1 mostra 97.25 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mma peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 55.31 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se 16.21 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*.

Para o P2 mostra 90.91 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mm a peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 39.58 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se que de 11.77 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*, como pode ver no gráfico abaixo:

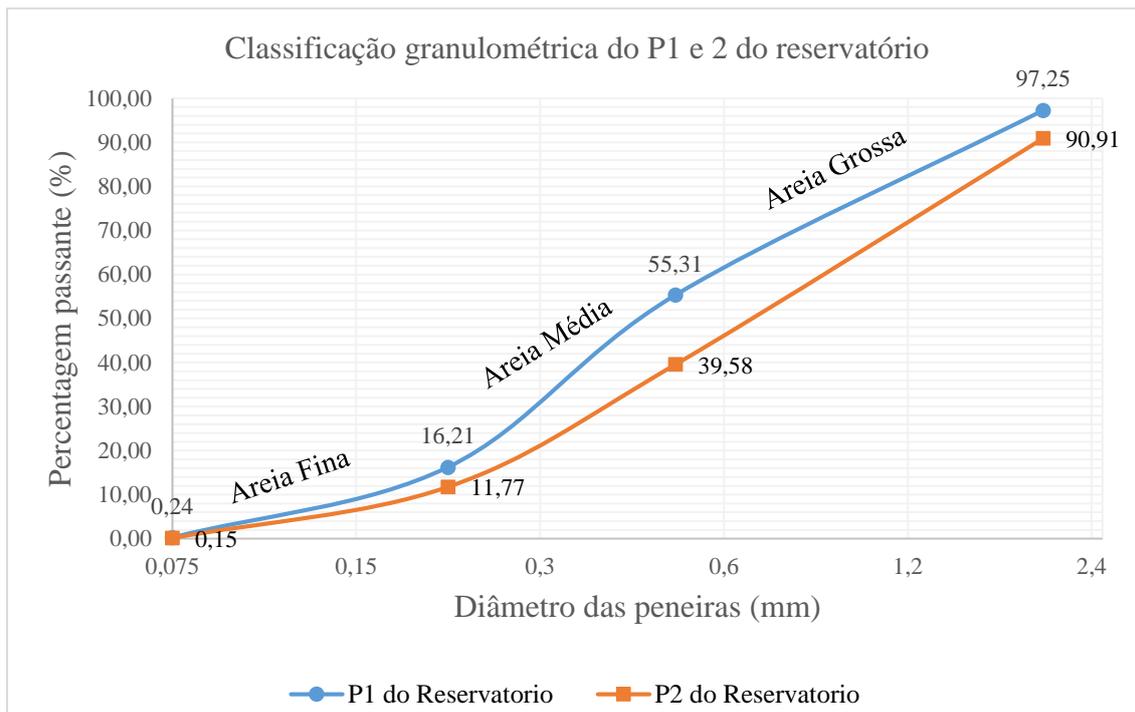


Gráfico 15: Classificação granulométrica do P1 e 2 da carga sedimentar do fundo do reservatório.

Os resultados apresentados pelo gráfico 16 mostra que os dados relativos à classificação granulométrica do ponto 1, 2, e 3 referentes ao canal. Para o canal verifica-se que no P1 mostra 95.44 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mm a peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 33.07 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se 10.79 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*. Para o P2 mostra 96.75 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mm a peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 43.18 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se 12.06 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*. Para o P2 mostra 94.87 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mm a peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 29.54 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se 7.05 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*, como pode ver no gráfico 16:

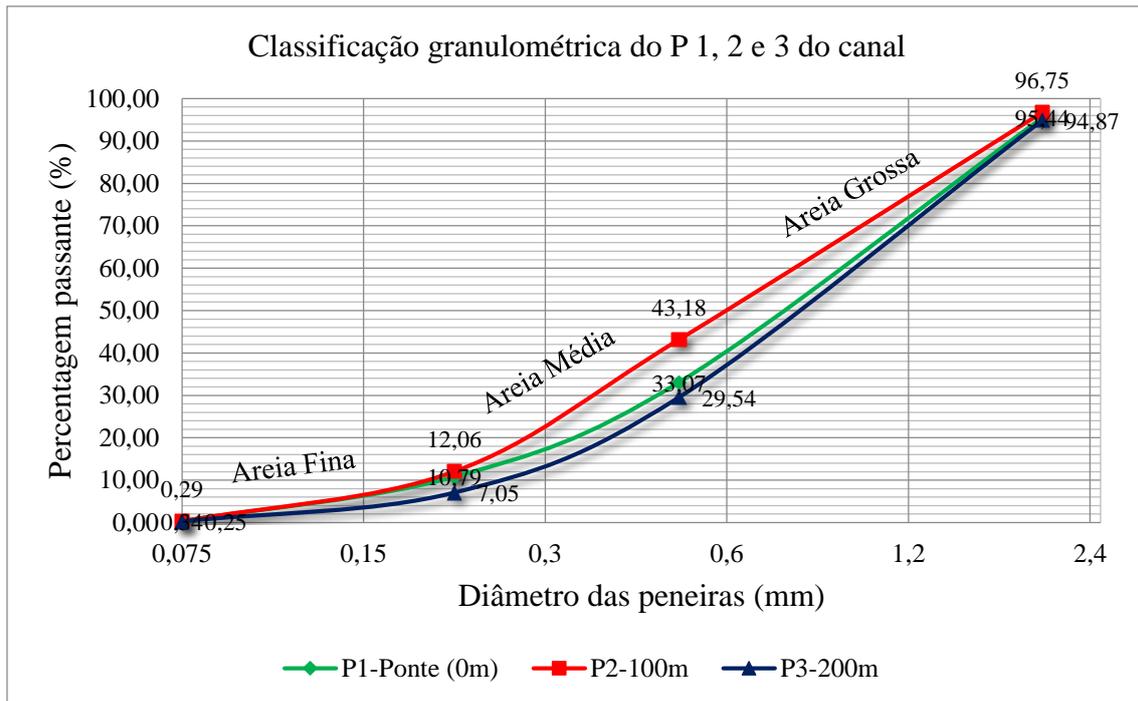


Gráfico 16: Classificação granulométrica do P1, 2 e 3 da carga sedimentar do fundo do canal.

Os resultados apresentados pelo gráfico 17 mostra que os dados relativos à classificação granulométrica do ponto 4 e 5 referentes ao canal. Para o P4 do canal mostra 94.73 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mm a peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 27.39 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se que de 6.81 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*. Para P5 do canal mostra 97.42 da percentagem passante e retida a partir da peneira 2 mm a peneira 0.5 mm, considera-se *Areia grossa*. Observa-se 32.99 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.5 mm a peneira 0.212 mm, considera-se *Areia média*. Por fim, observa-se 10.33 da percentagem passante e retida a partir da peneira 0.212 mm a peneira 0.075 mm, considera-se *Areia fina*, como pode ver no gráfico 17:

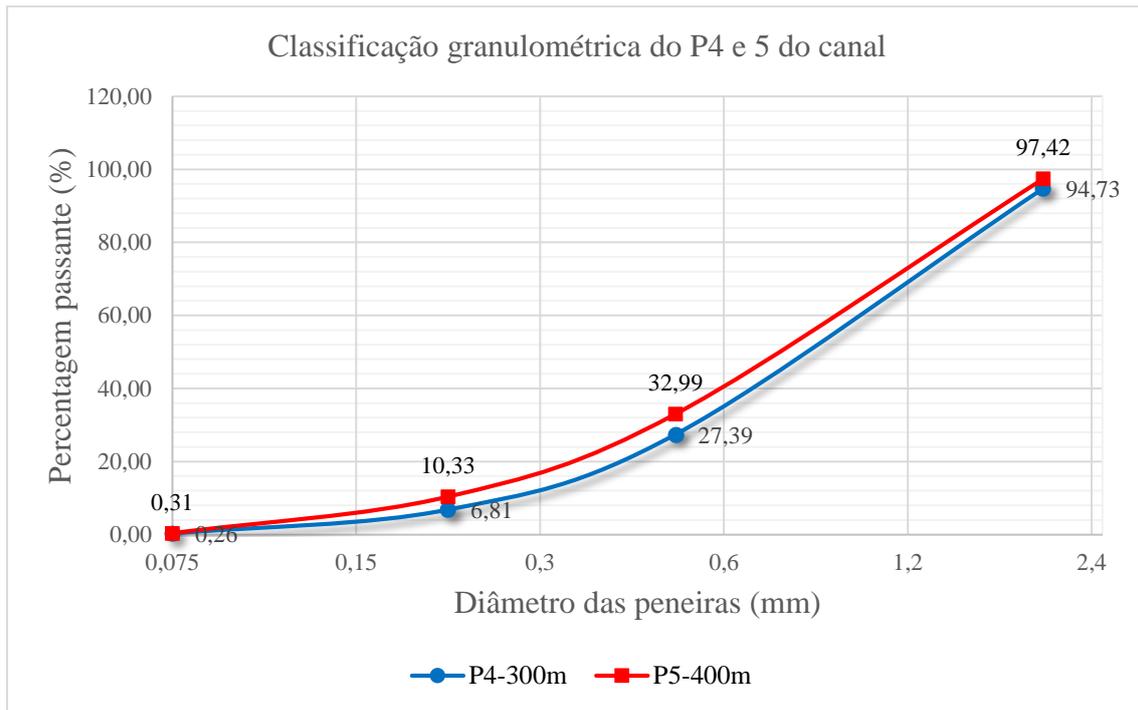


Gráfico 17: Classificação granulométrica do P4 e 5 da carga sedimentar do fundo do canal.

4.7. Distribuição do tamanho da carga sedimentar (D_{90} , D_{50} e D_{10}) ao longo do canal e no reservatório

O resultado representado pelo gráfico 18 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao reservatório. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P1 do reservatório, mostra 7.71% do diâmetro D_{10} , 36.33% do diâmetro D_{50} e 82.74% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 18:

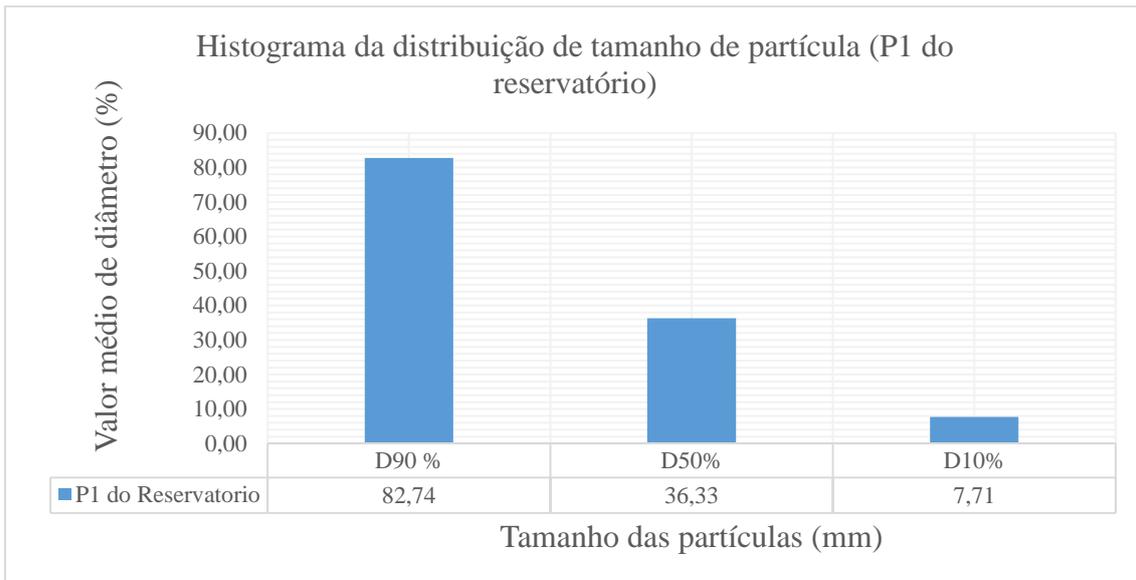


Gráfico 18: Distribuição de tamanho das partículas, do P1 da carga sedimentar do reservatório.

Os resultados representados pelo gráfico 19 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao reservatório. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P2 do reservatório, onde se observa 5.20% do diâmetro D_{10} , 25.47% do diâmetro D_{50} e verifica-se 71.70% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 19:

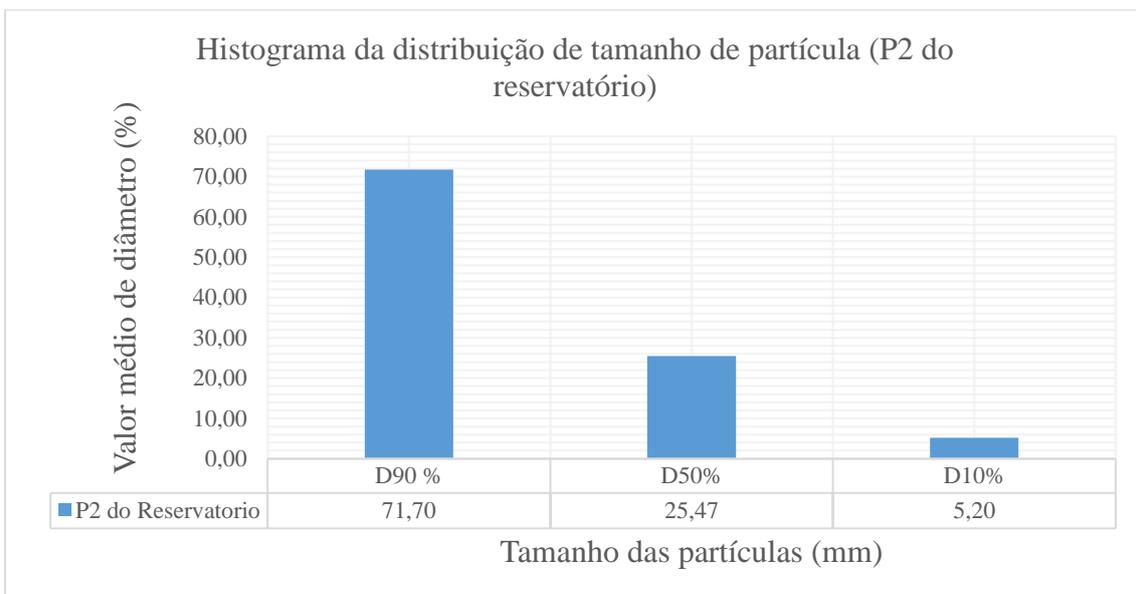


Gráfico 19: Distribuição de tamanho das partículas, do P2 da carga sedimentar do reservatório.

Os resultados representados pelo gráfico 20 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao canal. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P1 do canal, onde se verifica 4.21% do diâmetro D_{10} , 22.19% do diâmetro D_{50} e verifica-se 69.62% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 20:

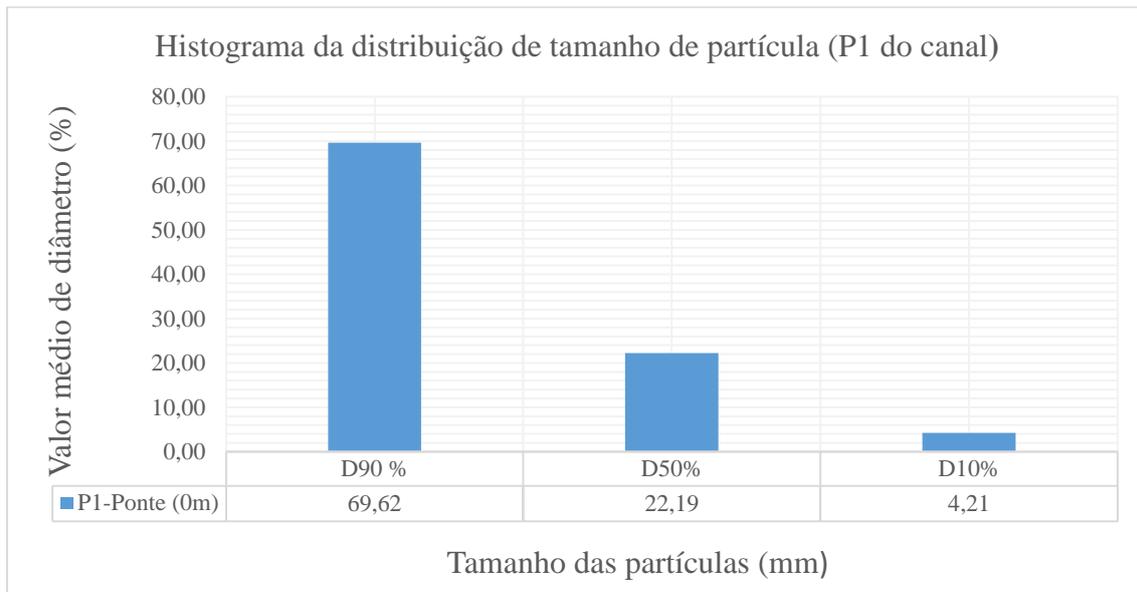


Gráfico 20: Distribuição de tamanho das partículas, do P1 da carga sedimentar do canal.

Os resultados representados pelo gráfico 21 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao regadio. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P2 do canal, onde se verifica 4.13% do diâmetro D_{10} , 27.83% do diâmetro D_{50} e verifica-se 74.61% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 21:

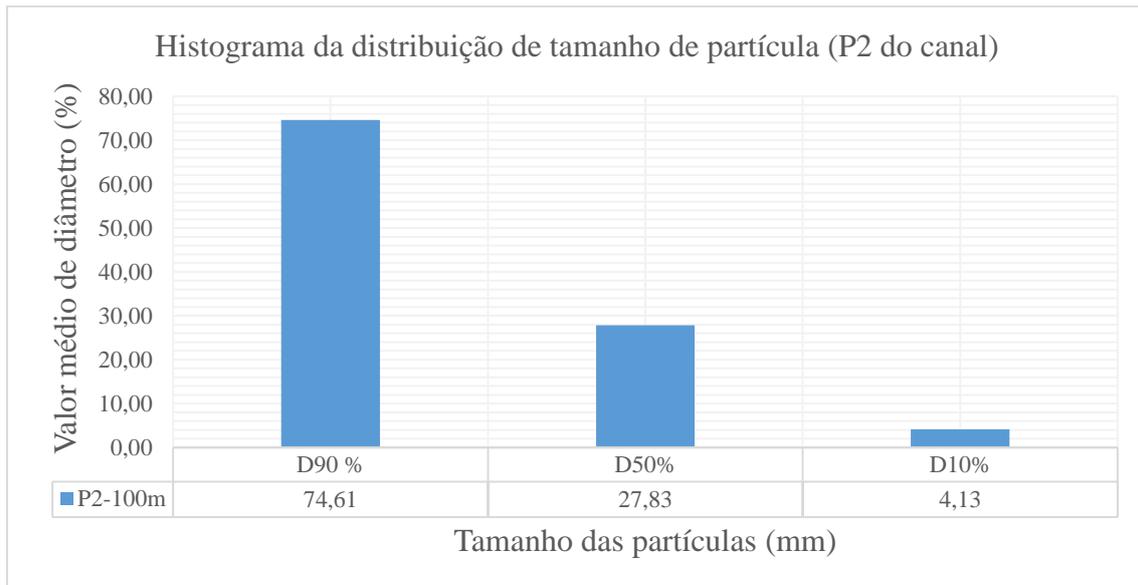


Gráfico 21: Distribuição de tamanho das partículas, do P2 da carga sedimentar do canal.

Os resultados representados pelo gráfico 22 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao regadio. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P3 do canal, onde se verifica 2.90% do diâmetro D_{10} , 18.52% do diâmetro D_{50} e verifica-se 67.55% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 22:

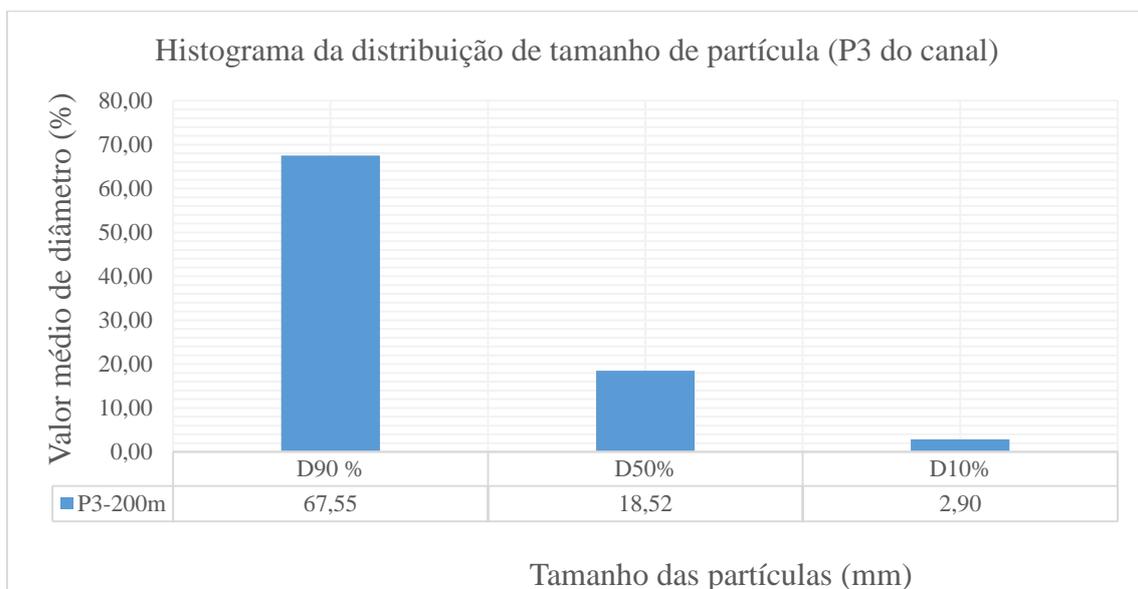


Gráfico 22: Distribuição de tamanho das partículas, do P3 da carga sedimentar do canal.

Os resultados representados pelo gráfico 23 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao regadio. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P4 do canal, onde se verifica 3.08% do diâmetro D_{10} , 16.80% do diâmetro D_{50} e verifica-se 65.23% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 23:

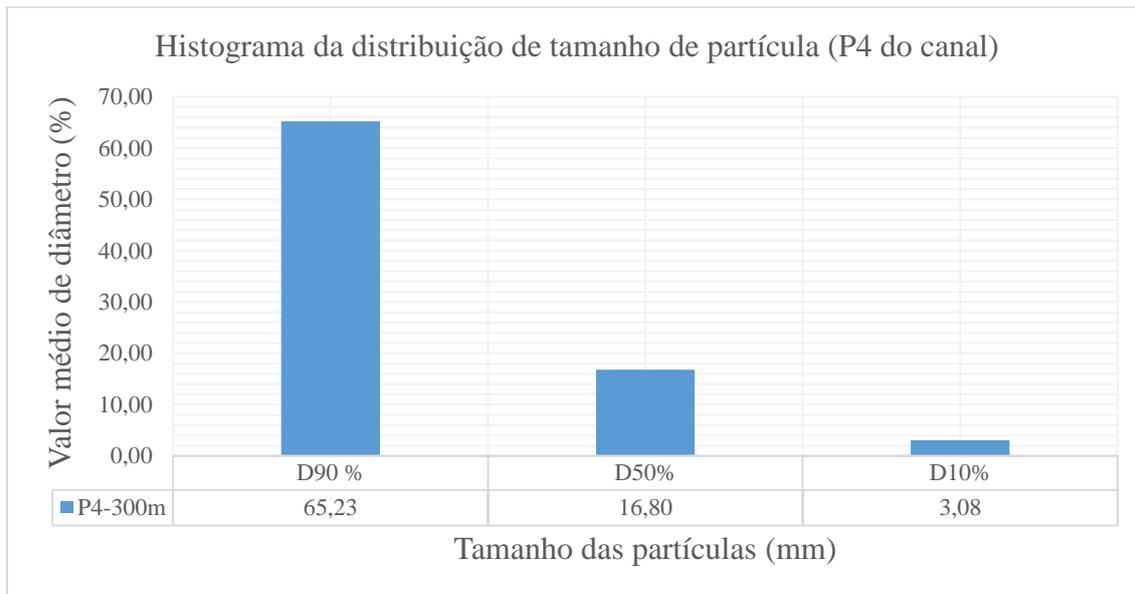


Gráfico 23: Distribuição de tamanho das partículas, do P4 da carga sedimentar do canal.

Os resultados representados pelo gráfico 24 mostra que os dados relativos à distribuição do tamanho de partículas referentes ao regadio. Usou-se histograma, para representar três pontos de distribuição, designados como diâmetros: D_{10} , D_{50} e D_{90} e estes diâmetros referenciados correspondem aos tamanhos de partícula em percentagem. A demonstração da distribuição de tamanho de partícula da carga sedimentar do P5 do canal, onde se verifica 3.83% do diâmetro D_{10} , 22.83% do diâmetro D_{50} e verifica-se 67.49% do diâmetro D_{90} , como pode ver no gráfico 24:

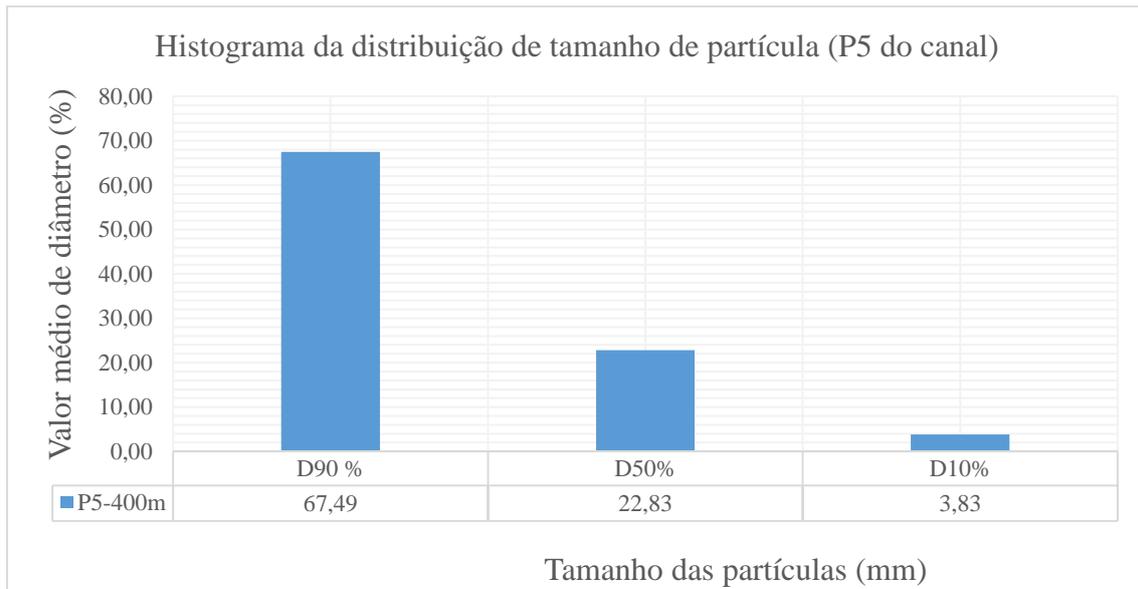


Gráfico 24: Distribuição de tamanho das partículas, do P5 da carga sedimentar do canal.

Para a distribuição do tamanho das partículas (D 10%, D 50% e D 90%), foi utilizado a metodologia de Ourique (2012). Com este método calculou-se e obteve-se a inclinação de distribuição das partículas de 2.1 através da equação (2.7).

4.8. Quantidade da carga sedimentar no canal e reservatório

Os resultados apresentados no gráfico 25 mostra à estimativa da quantidade da carga sedimentar no regadio considera-se a quantidade de sedimentos que estão no próprio canal e a carga sedimentar depositado no reservatório do regadio.

Desta forma, verifica-se a quantidade da carga sedimentar suspenso no canal dos 5 (cinco) pontos de amostragem corresponde a 0.002 kg equivalente a 1.183 gramas. A carga sedimentar suspenso no reservatório dos 2 (dois) pontos de amostragens corresponde a 0.001 kg equivalente a 1.106 gramas.

A carga sedimentar do fundo no canal dos 5 (cinco) pontos de amostragens corresponde a 19.85 kg equivalente a 19847.4 gramas. A carga sedimentar do fundo no reservatório dos 2 (dois) pontos de amostragens corresponde a 40.68 kg equivalente a 40677 gramas, como pode ver no gráfico.

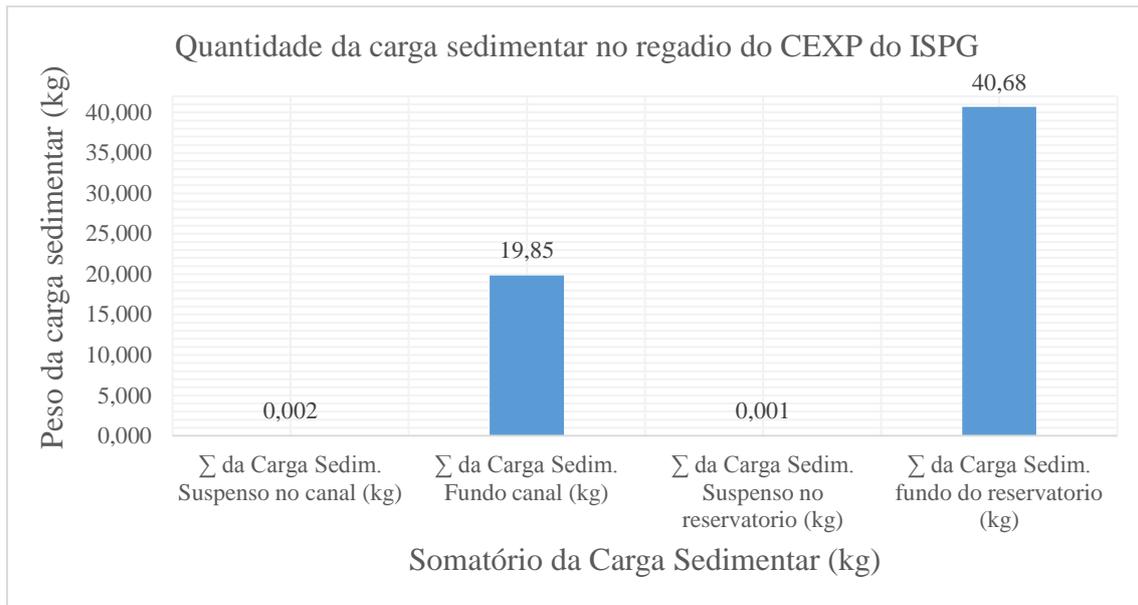


Gráfico 25: Quantidade da carga sedimentar dos pontos de amostragens do regadio do CEXP do ISPG.

Na estimativa da descarga de sedimentos suspensos no regadio foi utilizada a metodologia de Carvalho *et al* (2000). Utilizando este método calculou-se e obteve-se 0.025 kg, usou-se equação 2.5:

$$Q_{ss} = \sum(C_{ss_i} * Q_{l_i}) * 0.0864 \quad (2.5)$$

Para se determinar a quantidade de sedimentos totais no regadio foi utilizada a metodologia simplificada de Williams *et al* (1984). Tendo resultado da estimativa da descarga de sedimentos suspensos no regadio e carga sedimentar do fundo, usando o método de Williams calculou-se e obteve-se 60.55 kg da descarga de sedimentos totais no regadio, usou-se equação 2.7:

$$Q_{st} = Q_{sf} + Q_{ss} \quad (2.7)$$



V. DISCUSSÃO

Wischmeier e Smith (1978), dizem que o modelo EUPS faz estimativa da perda de solo média, em períodos longos proveniente da erosão laminar. Para o caso concreto do presente estudo, verificou-se que a estimativa da perda de solo no sistema de regadio do CEXP do ISPG corresponde a 0.001 t/ha.ano (1kg/ha.ano). Este resultado significa que observa-se uma perda de carga sedimentar, calculada pelo modelo da EUPS, numa taxa média anual resultante das actividades ocorridas no regadio no período coberto pelos dados da precipitação. Contudo, não se pode atribuir períodos longos de observação do fenómeno, devido a única amostragem feita neste estudo. Apesar do resultado ser de interesse técnico-científico, o mesmo seria mais consistente caso fossem feitas mais amostras e em longos períodos de tempo. Mas, isto não invalida as indicações observadas, tendo em conta que o CEXP existe há sensivelmente 1.5 anos. Por isso, aceita-se que a perda de 1kg/ha.ano de solo no regadio pode ser devido ao fluxo escoado no mesmo.

Reid e Wood (1976), afirmam que canais e rios que drenam fluxo de água possuem normalmente pontencial de hidrogênio iónico (pH) bastante ácido devido a presença de ácidos húmidos decorrentes do processo de decomposição de matéria orgânica. Esta pode ser explicação encontrada para os valores obtidos nos pontos de amostragem neste estudo, que baixos valores de pH foram observados no canal e reservatório. O pH da água mostra uma tendência de situar-se abaixo de 7, podendo ser uma indicação água de classe ligeiramente ácida. Este valor tendencial de pH <7 ácida, esta relacionada à natureza dos solos da bacia, que, apresentam a presença de vegetação, elevado teor de alumínio e baixos teores de matéria orgânica, sendo caracterizado como solos ácidos. A relação que o pH tem com o processo da sedimentação consiste nas partículas minerais e orgânicas resultantes da variação deste parâmetro, podendo ser positivas ou negativas e que o pH influencia na solubilidade das substâncias, na predominância de determinadas espécies mais ou menos tóxicas e nos processos de adsorção ou sedimentação das partículas e outras substâncias no fluxo hidrico.

Reis *et al.* (2002) e Argenton (2004) dizem que trabalhos de sólidos suspensos realizados em período seco, oferece baixos valores de turbidez, isto é, abaixo de 100 UNT. Esta afirmação pode servir de explicação aos valores de turbidez observados, se considerar que as amostras deste estudo foram colhidas em Junho de 2017 (época seca em Chókwe). A turbidez do fundo do canal é superior ao da superfície do mesmo, respectivamente,



1000 UNT e 1.7 UNT. E a turbidez do fundo do reservatório mostra valores superiores ao da superfície do mesmo, respectivamente, 760 UNT e 13 UNT, pode ser devido à dinâmica (do fluxo para rega no CEXP do ISPG). Desta forma, a relação da turbidez de água e a análise de sedimentos servi como explicação, que nos pontos onde o fluxo hídrico demonstra maiores valores de turbidez, logo há maior ocorrência da carga sedimentar no fundo, que até afecta a visibilidade do próprio fluxo.

Novotny e Olem (1993), dizem que a presença da carga sedimentar provoca aumento da turbidez na água, por impedir a penetração da luz nesta. Este fenómeno observa-se no CEXP, como potencial evidência da presença de carga sedimentar afecta a visibilidade de fluxo (turbidez). Isto pode então, mostrar que a turbidez no canal e no reservatório é resultante da descarga e deposição da carga sedimentar.

Segundo CETESB (1980), defende que os valores de conductividade eléctrica acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são indicativos de ambientes a altas concentrações de íons dissolvidos no fluxo, sendo maior concentração de íons dissolvidos, entretanto, caracterizam águas com alto poder corrosivo (que destrói aos poucos as paredes ou taludes de canais ou reservatórios). A conductividade eléctrica do canal varia entre 17.07 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 86.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e, no reservatório varia entre 11.13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 45.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os valores de conductividade eléctrica obtidos neste estudo são todos inferiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Isto pode indicar que o fluxo do regadio tem menor poder corrosivo, isto é, o fluxo do regadio apresenta menores sólidos dissolvidos. Visto que, este parâmetro mede a capacidade que o fluxo hídrico tem de transmitir a corrente eléctrica e esta directamente relacionado com a concentração de cargas dissolvidas no sistema de regadio.

Segundo ESTEVES (1998), a temperatura de água exerce influência directa os organismos aquáticos e nos demais parâmetros analisados. No período seco, a temperatura da água mostra valores máximos numéricos entre 22 e 28°C. A temperatura do canal e do reservatório CEXP do ISPG em todas as profundidades, apresentam respectivamente, a variação entre 21 e 23°C. Podendo ser esta razão dos valores devido a vulnerabilidade da vegetação ao longo do regadio. Por tanto, este parâmetro serve como factor que influencia particamente em todos processos físicos e salietando que as variações de temperatura no fluxo hídrico são sazonais e acompanham as flutuações do clima durante o ano. Visto que, as maiores temperaturas tem o efeito de diminuir a



densidade e a viscosidade da água e facilitando a sedimentação da carga sedimentar suspensa para fundo do regadio.

Segundo Paiva (2007), o depósito de sedimentos em canais e reservatório ocorre normalmente quando a formação da carga sedimentar é deslocada pelas suas paredes devido às ações de força de escoamento, podendo ser deslocado por arraste, em suspensão e a maior carga depositada no fundo do reservatório. Verifica-se que a carga sedimentar suspensa em pontos de amostragem, mostra valor de 0.002 kg diferente em relação ao valor de 0.001 kg do reservatório. Observa-se também que a carga sedimentar do fundo do canal em todos pontos verificou-se 40.68 kg e 19.85 kg no fundo do reservatório.

Segundo Kormann (1997), a curva granulométrica é constituída pela representação dos diâmetros das partículas no eixo das abcissas, em escala logarítmica, as percentagens passantes corresponderão ao eixo das ordenadas, em escala linear. Verifica-se nos gráficos da curva granulométrica, dos dados processados neste trabalho mostra a técnica usada de acordo com Kormann.

A curva granulométrica dos dados de amostragem do reservatório, mostra-se variações nos diâmetros das peneiras. Para o P1, a peneira de diâmetro 2 mm mostra a percentagem passante de 97.25 enquanto, no P2 mostra 90.91, contudo as percentagens passantes nos dois pontos, mostra diferença de 6.34. No diâmetro da peneira 0.5 mm nos dois pontos de amostragem mostra diferença de 15.73. No diâmetro da peneira 0.212 mm mostra diferença de 4.44 e no diâmetro da peneira 0.075 mm mostra diferença de 0.09. Sendo P1 com a maior percentagem passante em todos diâmetros, pois tem maior carga sedimentar no P1 em relação ao P2 devido a perda de solo na parede do reservatório.

A curva granulométrica dos dados de amostragem do canal, mostra que o P5 concede uma curva granulométrica com 97.42 da percentagem passante, sendo a maior curva de todos pontos de amostragem, com maior carga sedimentar por ser o ponto de amostragem colectado próximo ao reservatório.

Segundo Souza Pinto (2000), baseando-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR6502/95), defende que a classificação granulométrica de solos compreende a peneiras (2.0 mm a 0.5 mm – areia grossa, 0.5 mm a 0.2 mm – areia média e 0.2 mm a 0.075 mm considerada areia fina), com esta base classificou-se as amostras da carga sedimentar colectadas no regadio do CEXP do ISPG. Observou-se que areia grossa no P1 no reservatório corresponde 82.74 % e no P2 corresponde 71.70 %. Areia média no P1



verificou-se 36.33 % e no P2 verificou-se 25.47%. Areia fina no P1 verificou-se 7.71 % e 5.20 no P2.

No canal, verificou-se *areia grossa* de 69.62 % no P1, 74.61 % no P2, 67.55 % no P3, 65.23 % no P4 e 67.49% no P5. Observou-se *areia média* de 22.19 % no P1, 27.83 no P2, 18.52 % no P3, 16.80 no P4 e 22.83 % no P5. E por fim, observou-se *areia fina* de 4.21 % no P1, 4.13 % no P2, 2.90 % no P3, 3.08 % no P4 e 3.83 % no P5.

Contudo verificou-se que no regadio há maior predominância da carga sedimentar de diâmetro D_{90} . Isto é devido a perda de solo nas estruturas (taludes) do regadio, que por sua vez são depositados no fundo do canal e no reservatório.

Portanto, o diâmetro D_{10} da areia fina, produzida pela erosão do escoamento do regadio, verificou-se valores da carga sedimentares menores devido à predominância de menor escoamento, escoamento laminar franco sem nenhuma pulsação da corrente.

Segundo Carvalho (1994), o reservatório é classificado na classe moderadamente vulnerável às perdas de solos e maior deposição de sedimentos, observou-se nos dados processados dos pontos de amostragem do regadio que no reservatório mostra-nos 82.74% de sedimentos com diâmetro maiores provenientes das paredes da estrutura. Verificou-se 36.33% de sedimentos com diâmetro médios e 7.71% de sedimentos com diâmetros menores.



VI. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no processamento de dados neste trabalho permitiram constatar que as análises feitas, começando da perda de solo no sistema de regadio, onde nota-se que a carga sedimentar aumenta em períodos de precipitação, devido à ocorrência de escoamento superficial.

Os valores numéricos do processo da perda de solo no regadio evidenciam com a consolidação dos resultados apresentados pela equação universal da perda de solo (EUPS), que existe ocorrência de cerca de 1 kg/ha.ano, podendo ser esta uma das razões que torna o local de estudo vulnerável à ocorrência de sedimentos no sistema de regadio. Contudo, apesar dos factores calculados neste trabalho encontrarem-se evidências susceptíveis à ocorrência de sedimentos, como também há evidência que a precipitação local pode causar a ocorrência de sedimentos devido ao escoamento superficial causando a produção de sedimentos no regadio.

As curvas granulométricas obtidas dos valores numéricos do peso seco da carga sedimentar do sistema de regadio mostraram a relação entre a quantidade e dimensão das partículas presentes. Contudo, a determinação das partículas (areia grossa, areia média e areia fina) no ensaio de peneiramento determinou-se a quantidade percentual das partículas, onde notou-se o valor máximo de 97.42 da percentagem passante no P5.

Os valores numéricos da distribuição do tamanho das partículas encontram-se demonstradas em diâmetros (D 10% - finos, D 50% - médios e D 90% - maiores), onde verificou-se favoravelmente à percentagem dos diâmetros maiores. Podendo ser D 90% da areia grossa o mais existente no regadio em relação aos diâmetros (D10% e D50%). Esta vulnerabilidade pode ser devido as perdas de solo nas paredes do regadio, não há evidências da ocorrência pelo escoamento do fluxo proveniente do regadio de Chókwe pela razão do fraco escoamento, mas sim pela perda de solo das paredes.

Os resultados referentes aos valores numéricos da estimativa da quantidade da carga sedimentar do regadio, encontram-se evidências da ocorrência de 61 kg da carga sedimentar, sendo que a maior carga foi encontrada no fundo do regadio proveniente pelas perdas de solo. Considerar que é um sistema de regadio sem revestimento que é muito vulnerável a ocorrência de sedimentos.



VII. RECOMENDAÇÕES

Para melhorar a gestão do sistema de regadio do CEXP do ISPG, tomando em consideração valores numéricos obtidos no processamento dos dados dos pontos de amostragem do regadio, pertencentes a Instituto Superior Politécnico de Gaza, seguem-se as seguintes recomendações:

i) Instituto Superior Politécnico de Gaza

Adoptar melhoria do sistema de regadio ao nível da exploração agrícola, visto que é necessário uma atenção e paciência do acompanhamento técnico devido à população que desfazem a forma das talude pela caça de ratos e assistência do funcionamento do sistema de regadio.

Recomenda-se a reabilitação do regadio, visto que tem certos locais ao longo do canal onde a falta das baquetas e facilita a funga do escoamento;

Recomenda-se a limpeza do regadio do CEXP do ISPG, devido assoreamento ao longo do canal;

Recomenda-se o uso de comportas adequadas, além dos sacos enchido de areia que os agricultores usam para barramento e desvio de água para seus campos;

Recomenda-se aconselhamento aos pastores de gado bovino e caprino etc, que por vezes deixam seu gado usar o canal como o seu beberamento que por sua vez vem criando a ocorrência de sedimento transportado para o fundo do canal, desabilitando seu período de vida útil;

Recomenda-se a criação de normais de forma preventiva para o uso de água no canal, evitando à poluição do regadio e dar prioridade a manutenção do regadio, contribuindo para uma boa gestão criando condições de alcançar a finalidade do sistema.

ii) Aos académicos investigadores ou instituições

Recomenda-se a comunidade académica a expectativas de novos estudos, como continuação deste estudo de forma conducente a muitos estudos que poderá ser feitos no sistema de regadio. Que este estudo sirva de início para a realização de mais estudos em épocas diferentes, salientando que o regadio do CEXP do ISPG necessita de melhoramento técnico e gerar mais conhecimento científico com profundezas.



VIII. LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L, N, P, BINDANDI, S, C, BINDANDI, N, M 2010, *Erosão Marginal e Transporte de Sedimentos na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego das Pitãs/MT*, Gestão Ambiental, Editora UNEMAT.
- ARROIO J, P, P 2013, *Avaliação da produção e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Itaqueri, município de Itirapina e Brotas – SP*, 112 p, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- ARGENTON, E, C 2004, *Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na empresa do lobo (Broa)*, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- BAYER, M, CARVALHO, T, M 2008, *Processos morfológicos e sedimentos no canal do Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, Rio Araguaia, Revista de estudos ambientais.
- BERTONI, J, LOMBARDI, N, F 1985, *Conservação do solo*, Piracicaba.
- BRIDGE, J, S 2003, *Rivers and Floodplains: Forms, Processes and Sedimentary Record*, Blackwell Publishing Limited, Oxford.
- CARVALHO, N, O 2008, *Hidrossedimentologia pratica*, 2ª edição, Rio de Janeiro, CPRM.
- CARVALHO, D, F e SILVA, L, D, B Agosto / 2006, *Escoamento superficial, Hidrologia*.
- CARVALHO, N, O, 1994, *Hidrossedimentologia Prática*, Rio de Janeiro, CPRM.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB) 1980, *Drenagem Urbana, Manual de Projecto*, 2ª Edição, São Paulo.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA 1997, *Manual de métodos de análises de solo*, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.
- ESTEVES, F, A 1998, *Fundamentos de Limnologia*, 2ª Edição, Rio de Janeiro.
- FAEF. (2001). Programa Competir: região agrícola do Chókwè diagnóstico da fileira agrícola, FAEF – UEM, Maputo.
- FERNADEZ, O, V, Q, O 1990, *Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens*, Região de Porto Rico, Dissertação de Mestrado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Naturais, Rio Claro.
- FOSTER, G, R, HAAN, C, T, JOHNSON, H, P, BRAENSIE, D, L 1982, *Hydrologic Modeling of small warwesheds*, St, Joseph, ASAE.



- GUIMARAES, CARVALHO e SILVA Agosto / 2007, *Saneamento Básico*.
- KORMANN, A, C 1997, *Ensaio de compactação e caracterização*, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- LENCASTRE, A, FRANCO, F, M 1984, *Lições de Hidrologia*, Universidade Nava de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- LOMBARDI, N, F 1996, *Geração de sedimentos em bacias hidrográficas e seus impactos ambientais*, Vitória.
- LOURES, R, S 2014, *Cálculo analítico do diâmetro representativo da partícula do leito*.
- MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL 2005, *Perfis Distritais de Moçambique*.
- MOSCA, J (1988), *Contribuição para o estudo do sector agrário de Chókwè para agricultura regada na área do "SIREMO", vale do Limpopo*; Instituto Nacional.
- NOVOTNY, V, OLEM, H 1993, *Prevention, identification and management of diffuse pollution*, New York, Van Nostrand – Reinhold.
- OURIQUE, P, A 2012, *Efeito das variáveis de processamento em misturas de alumina com ligantes orgânicos usados na moldagem por injeção em baixa pressão*.
- PAIVA, L, E, D 2007, *A influência do diâmetro representativo do material do leito nas fórmulas de cálculo do transporte de sedimentos em escoamentos com superfície 50*, UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- Paz, A 2004, *Hidrologia Aplicada. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na Unidade de Caxias do sul*, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.
- PORTUGUES, C, L, P, B, D 2008, *Avaliação dos Modelos Matemáticos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em Rios*.
- PIRES, E, T 1982, *Informações mínimas para drenagem de várzea*, Belo Horizonte, EMATER (MG).
- RHODIA S, A 1978, *Drenos e princípios básicos e sistemas drenantes*, São Paulo.
- SCHWAB, G, O 1966, *Soil and water conservation engineering*. 2ª Edição. Nova Iorque: John Wiley & Sons.
- SILVA, A, J 2006, *Avaliação da erosão na margem direita do rio Paraguai a jusante da praia do Julião no município de Cáceres*, Monografia (Licenciatura em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso.



SILVA, E, S, F, SOUZA, C, A 2012, *Aporte de sedimentos do rio Paraguai no trecho entre Furado do Touro e Passagem Velha*, Cáceres, Dinâmica das águas, São Carlos. Editora Cubo.

STEVAUX, J, C, FILHO, E, E, MARTINS, D, P 2004, *Characteristics and dynamics of the Paraná river channel bedform, Sand mining, and channel construction*.

TABORGA, J, J, T 1974, *Práticas Hidrológicas*, Rio de Janeiro, TRANSCON.26 -

TEIXEIRA, A, L 1969, *Cálculo estimativo de hidrograma de cheia*. Belo Horizonte.

TOUBER, L, NOORT, L, F 1985, Série terra e água – comunicação n° 26, *Avaliação de terra para agricultura regada na área do “SIREMO”, vale do Limpopo*. Instituto Nacional de Investigação Agronómica. Maputo. Moçambique.

UNITED KINGDOM GEOLOGICAL SOCIETY de junho 2012, *Apresenta os mecanismos de transporte de sedimentos*, Londres/Reino Unido, Disponível em: <http://WWW.geolsoc.org.uk/page3581.html>.

VILLELA, S, M, MATTO 1975, A. *Hidrologia aplicada*, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil.

WILKEN, P, S 1978, *Engenharia de drenagem superficial*, São Paulo.

WARD, A, D, TRIMBLE, S, W 1995, *Environmental hydrology*, 2ªed, New York: Lewis Publishers.

WISCHMEIER, W, H, SMITH, D, D 1978, *Kineros a kinematic runoff and erosion model*, Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

YANG, CHIH TED 2003, *Sediment transport. Theory and practice*. Krieger Publishing, Florida.



IX. ANEXOS

ANEXO A: Dados do canal referentes aos parâmetros (pH, Condutividade eléctrica, Temperatura °C e Turbidez) de água dos pontos de amostragem coletados no regadio do CEXP do ISPG

Tabela de Anexo A: 1: Parâmetro denominado pH de água no canal

Prof	Ponto 1	Média	Prof	Ponto 2	Média	Prof	Ponto 3	Média	Prof	Ponto 4	Média	Prof	Ponto 5	Média
	4.31			5.19			5.2			4.5			5.86	
0 cm	4.78	4.53	0 cm	5.19	5.11	0 cm	4.97	4.80	0 cm	5.68	5.17	0 cm	5.81	5.58
	4.5			4.94			4.23			5.34			5.07	
	4.72			5.27			5.5			4.8			5.09	
20 cm	4.86	4.87	20 cm	5.21	5.13	20 cm	5.41	5.45	20 cm	5.52	5.17	20 cm	5.68	5.29
	5.03			4.91			5.45			5.2			5.1	
	4.93			5.29			4.99			5.59			5.68	
30 cm	7.14	5.69	30 cm	5.2	5.20	30 cm	4.78	4.65	30 cm	5.61	5.51	30 cm	5.04	5.46
	5.0			5.1			4.2			5.3			5.7	
	4.78			5.27			4.5			5.26			5.43	
Fundo	4.2	4.46	Fundo	5.25	5.27	Fundo	5.4	4.98	Fundo	5.27	5.28	Fundo	5.53	5.47
	4.41			5.3			5.03			5.31			5.46	



Tabela de Anexo A: 2: Parâmetro denominado Conductividade eléctrica de água no canal

Prof	Ponto 1	Média	Prof	Ponto 2	Média	Prof	Ponto 3	Média	Prof	Ponto 4	Média	Prof	Ponto 5	Media
	97			21.9			23.7			87.9			45.1	
0 cm	84.3	86.50	0 cm	35.9	31.63	0 cm	21.7	23.13	0 cm	86.1	81.63	0 cm	57.2	45.73
	78.2			37.1			24			70.9			34.9	
	65.3			32.5			49.3			19.7			32	
20 cm	64.8	64.00	20 cm	33.9	32.50	20 cm	28.6	35.90	20 cm	21.3	19.30	20 cm	17.4	30.13
	61.9			31.1			29.8			16.9			41	
	51.1			36			27.1			19.6			28	
30 cm	51.6	56.10	30 cm	36	34.97	30 cm	26.7	25.27	30 cm	16.9	17.07	30 cm	17.8	21.97
	65.6			32.9			22.0			14.7			20.1	
	58.9			40.7			30.2			36.9			28.1	
Fundo	57.1	55.73	Fundo	34.5	35.90	Fundo	48.6	35.40	Fundo	32.9	34.93	Fundo	26.5	26.27
	51.2			32.5			27.4			35			24.2	



Tabela de Anexo A: 3: Parâmetro denominado Temperatura °C de água no canal

Prof	Ponto 1	Média	Prof	Ponto 2	Média	Prof	Ponto 3	Média	Prof	Ponto 4	Média	Prof	Ponto 5	Média
	21.6			22.1			21.9			22.1			22.5	
0 cm	21.6	21.67	0 cm	22.4	22.17	0 cm	22.1	22.10	0 cm	22.4	22.43	0 cm	22.4	22.57
	21.8			22			22.3			22.8			22.8	
	21.7			21.9			21.9			22.2			22.1	
20 cm	22.2	22.10	20 cm	22.1	22.17	20 cm	22.2	22.10	20 cm	22.5	22.47	20 cm	22.2	22.23
	22.4			22.5			22.2			22.7			22.4	
	22.3			22			21.7			21.8			22.6	
30 cm	22.6	22.50	30 cm	22.3	22.13	30 cm	21.9	22.03	30 cm	22.3	22.27	30 cm	22.5	22.53
	22.6			22.1			22.5			22.7			22.5	
	22.2			22			21.9			22.3			22.7	
Fundo	22.5	22.43	Fundo	22.4	22.30	Fundo	22.3	22.30	Fundo	22.6	22.53	Fundo	22.6	22.77
	22.6			22.5			22.7			22.7			23	



Tabela de Anexo A: 4: Parâmetro denominado Turbidez de água no canal

Prof	Rep	Ponto 1	Média	Prof	Rep	Ponto 2	Média	Prof	Rep	Ponto 3	Média	Prof	Rep	Ponto 4	Média	Prof	Rep	Ponto 5	Média
	R1	1.79			R1	2.11			R1	12.1			R1	5.29			R1	6.15	
	R2	1.59			R2	2.13			R2	10.3			R2	5.04			R2	6.56	
0 cm	R3	1.99	1.694	0 cm	R3	2.26	2.21	0 cm	R3	8.47	8.768	0 cm	R3	6.26	5.418	0 cm	R3	6.85	6.702
	R4	1.55			R4	2.18			R4	6.63			R4	5.5			R4	6.33	
	R5	1.55			R5	2.37			R5	6.34			R5	5			R5	7.62	
	R1	2.21			R1	2.33			R1	2.8			R1	4.78			R1	13.5	
	R2	2.15			R2	2.47			R2	2.57			R2	4.33			R2	15.5	
20 cm	R3	2.2	2.152	20 cm	R3	2.5	2.41	20 cm	R3	2.54	3.15	20 cm	R3	4.53	4.58	20 cm	R3	15.3	15.02
	R4	2.27			R4	2.28			R4	5.3			R4	4.56			R4	14.3	
	R5	1.98			R5	2.48			R5	2.52			R5	4.69			R5	16.5	
	R1	3.64			R1	2.39			R1	5.98			R1	4.59			R1	15.5	
	R2	4.81			R2	2.51			R2	6.52			R2	4.69			R2	14.2	
30 cm	R3	3.37	3.5	30 cm	R3	2.36	2.4	30 cm	R3	6.11	7.7	30 cm	R3	4.67	4.6	30 cm	R3	15	211.9
	R4	3.11			R4	2.34			R4	9.89			R4	4.52			R4	15	
	R5	2.56			R5	2.37			R5	9.91			R5	4.34			R5	1000	
	R1	54.2			R1	88.2			R1	238			R1	291			R1	1000	
	R2	63.1			R2	83.4			R2	253			R2	265			R2	1000	
Fundo	R3	57	57.2	Fundo	R3	78	80.74	Fundo	R3	229	231.8	Fundo	R3	350	338	Fundo	R3	1000	1000
	R4	56.2			R4	76.3			R4	183			R4	327			R4	1000	
	R5	56			R5	77.5			R5	256			R5	457			R5	1000	



Dados do reservatório referentes aos parâmetros (pH, Conductividade eléctrica, Temperatura °C e Turbidez) de água dos pontos de amostragem coletados no regadio do CEXP do ISPG

Tabela de Anexo A: 5: Parâmetros (pH e Conductividade eléctrica) de água no reservatório

Prof	pH	
	Ponto 1	Média
	6.07	
0 cm	6.03	5.73
	5.09	
	5.44	
20 cm	6.03	5.97
	6.43	
	6.43	
30 cm	5.9	6.17
	6.2	
	5.6	
Fundo	5.75	5.74
	5.88	

Prof	pH	
	Ponto 2	Média
	6.21	
0 cm	5.23	5.88
	6.21	
	5.49	
20 cm	5.36	5.45
	5.49	
	6.17	
30 cm	5.88	6.11
	6.3	
	5.9	
Fundo	5.59	5.78
	5.86	

Prof	Cond.Eléctrica	
	Ponto 1	Média
	28.7	
0 cm	16	34.27
	58.1	
	78	
20 cm	32.7	45.27
	25.1	
	8.5	
30 cm	15.7	11.13
	9.2	
	8.9	
Fundo	11.3	14.50
	23.3	

Prof	Cond.Eléctrica	
	Ponto 2	Média
	21.3	
0 cm	10.7	17.37
	20.1	
	23.9	
20 cm	21.4	24.33
	27.7	
	26.1	
30 cm	42	33.30
	31.8	
	35.3	
Fundo	17.8	29.40
	35.1	



Tabela de Anexo A: 6: Parâmetros (Temperatura °C e Turbidez) de água no reservatório

		Temperatura °C	
Prof	Ponto 1	Média	
	21.3		
0 cm	21.2	21.27	
	21.3		
	21.4		
20 cm	21.5	21.47	
	21.5		
	21.8		
30 cm	21.9	21.90	
	22.0		
	22		
Fundo	22.1	22.10	
	22.2		

		Temperatura °C	
Prof	Ponto 2	Média	
	21.9		
0 cm	22	22.00	
	22.1		
	22.1		
20 cm	22.1	22.13	
	22.2		
	22.1		
30 cm	22.2	22.23	
	22.4		
	22.6		
Fundo	22.4	22.50	
	22.5		

		Turbidez	
Prof	Rep	Ponto 1	Média
	R1	13.2	
	R2	13.30	
0 cm	R3	13.1	13.1
	R4	13	
	R5	12.90	
	R1	18.6	
	R2	18.5	
20 cm	R3	18.0	29.3
	R4	17	
	R5	74.4	
	R1	18.40	
	R2	17.8	
30 cm	R3	17.4	17.5
	R4	16.6	
	R5	17.20	
	R1	728	
	R2	706	
Fundo	R3	768	760.2
	R4	780	
	R5	819	

		Turbidez	
Prof	Rep	Ponto 2	Média
	R1	13.7	
	R2	12.40	
0 cm	R3	13.4	13.18
	R4	13.1	
	R5	13.30	
	R1	14	
	R2	12.8	
20 cm	R3	13.3	13.36
	R4	14	
	R5	12.7	
	R1	19.10	
	R2	17	
30 cm	R3	18.8	17.8
	R4	17.8	
	R5	16.30	
	R1	546	
	R2	578	
Fundo	R3	636	715.8
	R4	819	
	R5	1000	



Dados do canal: referente a carga sedimentar suspensa dos pontos de amostragens colectados no regadio do CEXP do ISPG

Tabela de Anexo A: 7: Dados da carga sedimentar suspensa no canal (R1)

		Repetição1	Repetição1		
PONTO 1	Peso da Capsula (g)	Peso com Água (g)	Peso sem Água (g)	Tamanho da Capsula (mm)	CARGA SEDIMENTAR (Gramas)
Cápsula (Superfície)	44.095	145.528	44.151	760	0.056
Cápsula (20 Cm)	44.086	142.971	44.159	760	0.073
Cápsula (30 Cm)	44.076	140.939	44.107	760	0.031
Cápsula (Fundo)	44.088	138.671	44.286	760	0.198
PONTO 2					
Cápsula (Superfície)	44.083	142.089	44.158	760	0.075
Cápsula (20 Cm)	44.091	140.855	44.129	760	0.038
Cápsula (30 Cm)	37.591	127.271	37.648	650	0.057
Cápsula (Fundo)	37.538	132.118	37.742	760	0.204
PONTO 3					
Cápsula (Superfície)	37.577	135.768	37.613	650	0.036
Cápsula (20 Cm)	37.573	127.659	37.626	650	0.053
Cápsula (30 Cm)	37.556	134.311	37.629	650	0.073
Cápsula (Fundo)	37.577	129.935	37.791	650	0.214
PONTO 4					
Cápsula (Superfície)	37.385	134.903	37.424	650	0.039
Cápsula (20 Cm)	37.501	128.823	37.555	650	0.054
Cápsula (30 Cm)	37.567	136.762	37.598	650	0.031
Cápsula (Fundo)	37.792	130.539	38.023	650	0.231



PONTO 5					
Cápsula (Superfície)	37.507	135.412	37.541	650	0.034
Cápsula (20 Cm)	37.526	130.997	37.571	650	0.045
Cápsula (30 Cm)	37.546	135.44	37.601	650	0.055
Cápsula (Fundo)	37.522	130.341	37.759	650	0.237

Tabela de Anexo A: 8: Dados da carga sedimentar suspensa do canal (R2)

PONTO 1	Peso da Cápsula (g)	Repetição2 Peso com Água (g)	Repetição2 Peso sem Água (g)	Tamanho da Cápsula (mm)	CARGA SEDIMENTAR (Gramas)
Cápsula (Superfície)	44.073	141.106	44.125	760	0.052
Cápsula (20 Cm)	37.406	135.748	37.477	650	0.071
Cápsula (30 Cm)	44.075	141.483	44.111	760	0.036
Cápsula (Fundo)	37.565	130.856	37.759	650	0.194
PONTO 2					0
Cápsula (Superfície)	37.567	135.725	37.641	650	0.074
Cápsula (20 Cm)	37.547	137.806	37.583	650	0.036
Cápsula (30 Cm)	44.057	133.758	44.109	760	0.052
Cápsula (Fundo)	44.053	138.214	44.258	760	0.205
PONTO 3					0
Cápsula (Superfície)	37.579	135.814	37.611	650	0.032
Cápsula (20 Cm)	37.543	129.526	37.601	650	0.058



Cápsula (30 Cm)	37.557	135.894	37.631	650	0.074
Cápsula (Fundo)	37.556	125.793	37.775	650	0.219
PONTO 4					0
Cápsula (Superfície)	37.499	134.608	37.536	650	0.037
Cápsula (20 Cm)	37.439	129.008	37.495	650	0.056
Cápsula (30 Cm)	37.592	136.903	37.625	650	0.033
Cápsula (Fundo)	37.606	131.209	37.835	650	0.229
PONTO 5					0
Cápsula (Superfície)	37.502	134.146	37.533	650	0.031
Cápsula (20 Cm)	37.509	127.067	37.553	650	0.044
Cápsula (30 Cm)	37.541	134.955	37.602	650	0.061
Cápsula (Fundo)	37.557	133.976	37.793	650	0.236



Dados do reservatório, referente a carga sedimentar suspensa dos pontos de amostragens colectados no regadio do CEXP do ISPG

Tabela de Anexo A: 9: Dados da carga sedimentar suspensa no reservatório (R1)

PONTO 1	Peso da Cápsula (g)	Peso com Água (g)	Peso sem Água (g)	Tamanho da Cápsula (mm)	CARGA SEDIMENTAR (Gramas)
Cápsula (Superfície)	44.085	143.134	44.171	760	0.086
Cápsula (20 Cm)	44.022	142.743	44.119	760	0.097
Cápsula (30 Cm)	44.061	143.332	44.167	760	0.106
Cápsula (Fundo)	44.053	147.383	44.296	760	0.243
PONTO 2					
Cápsula (Superfície)	44.049	143.071	44.126	760	0.077
Cápsula (20 Cm)	44.094	142.504	44.189	760	0.095
Cápsula (30 Cm)	44.077	144.974	44.188	650	0.111
Cápsula (Fundo)	44.031	146.951	44.322	760	0.291



Dados do canal: referente a carga sedimentar do fundo dos pontos de amostragem colectados no regadio do CEXP do ISPG

Tabela de Anexo A: 10: Dados da carga sedimentar do fundo do canal (P1)

P1-Ponte (0m)	(gramas)	(gramas)	Soma
Peneiras	R1	R2	
2mm	179.8	103.4	283.2
1.7mm	230.8	123.8	354.6
1.4mm	316.1	141.5	457.6
1.0mm	681.3	332.1	1013.4
710mic	1029.1	366.3	1395.4
500mic	630.4	335.4	965.8
355mic	440.4	254.5	694.9
212mic	529.7	271.3	801
150mic	224.5	221.3	445.8
100mic	89.3	85.6	174.9
75mic	44.9	58.6	103.5
Sobra	11.51	11.56	23.07
Total:			6713.17

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	283.2	4.22	4.22	95.44
P2	1.7	354.6	5.28	9.50	90.16
P3	1.4	457.6	6.82	16.32	83.34
P4	1	1013.4	15.10	31.41	68.24
P5	0.71	1395.4	20.79	52.20	47.46
P6	0.5	965.8	14.39	66.59	33.07
P7	0.355	694.9	10.35	76.94	22.72
P8	0.212	801	11.93	88.87	10.79
P9	0.15	445.8	6.64	95.51	4.15
P10	0.1	174.9	2.61	98.11	1.54
P11	0.075	103.5	1.54	99.66	0.34
Sobra	0.075	23.07	0.34	100.00	0.00
	Σ	6713.17	100		



Tabela de Anexo A: 11: Dados da carga sedimentar do fundo do canal (P2)

P2-100m	(gramas)
Peneiras	
2mm	258.3
1.7mm	306.1
1.4mm	484.1
1.0mm	1604.4
710mic	1033.8
500mic	1249.4
355mic	1301.7
212mic	1415.5
150mic	762.5
100mic	216.8
75mic	73.5
Sobra	25.52
Total:	8731.62

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	258.3	2.96	2.96	96.75
P2	1.7	306.1	3.51	6.46	93.24
P3	1.4	484.1	5.54	12.01	87.70
P4	1	1604.4	18.37	30.38	69.33
P5	0.71	1033.8	11.84	42.22	57.49
P6	0.5	1249.4	14.31	56.53	43.18
P7	0.355	1301.7	14.91	71.44	28.27
P8	0.212	1415.5	16.21	87.65	12.06
P9	0.15	762.5	8.73	96.38	3.32
P10	0.1	216.8	2.48	98.87	0.84
P11	0.075	73.5	0.84	99.71	0.29
Sobra	0.075	25.52	0.29	100.00	0.00
	Σ	8731.62	100		



Tabela de Anexo A: 12: Dados da carga sedimentar do fundo no canal (P3)

P3-200m	(gramas)	(gramas)	Soma
Peneiras	R1	R2	
2mm	196.1	169.1	365.2
1.7mm	87.6	174.4	262
1.4mm	341.8	388.4	730.2
1.0mm	612.5	729.6	1342.1
710mic	827.2	625.4	1452.6
500mic	640.6	459.3	1099.9
355mic	508.6	282.7	791.3
212mic	587.5	304.2	891.7
150mic	194.9	97.2	292.1
100mic	72.9	76.3	149.2
75mic	59.1	26.7	85.8
Sobra	7.98	10.67	18.65
Total:			7480.75

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	365.2	4.88	4.88	94.87
P2	1.7	262	3.50	8.38	91.37
P3	1.4	730.2	9.76	18.15	81.61
P4	1	1342.1	17.94	36.09	63.66
P5	0.71	1452.6	19.42	55.50	44.25
P6	0.5	1099.9	14.70	70.21	29.54
P7	0.355	791.3	10.58	80.78	18.97
P8	0.212	891.7	11.92	92.70	7.05
P9	0.15	292.1	3.90	96.61	3.14
P10	0.1	149.2	1.99	98.60	1.15
P11	0.075	85.8	1.15	99.75	0.25
Sobra	0.075	18.65	0.25	100.00	0.00
	Σ	7480.75	100		



Tabela de Anexo A: 13: Dados da carga sedimentar do fundo no canal (P4)

P4-300m	(gramas)	(gramas)	Soma
Peneiras	R1	R2	
2mm	163.6	152.6	316.2
1.7mm	236.4	138	374.4
1.4mm	289.9	181.3	471.2
1.0mm	1040.9	367.6	1408.5
710mic	838.8	362.9	1201.7
500mic	546.5	252.2	798.7
355mic	542.3	164.6	706.9
212mic	446.1	147.5	593.6
150mic	143	65.6	208.6
100mic	78.9	32.7	111.6
75mic	96.7	13.4	110.1
Sobra	6.92	9.53	16.45
Total:			6317.95

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	316.2	5.00	5.00	94.73
P2	1.7	374.4	5.93	10.93	88.81
P3	1.4	471.2	7.46	18.39	81.35
P4	1	1408.5	22.29	40.68	59.06
P5	0.71	1201.7	19.02	59.70	40.04
P6	0.5	798.7	12.64	72.34	27.39
P7	0.355	706.9	11.19	83.53	16.21
P8	0.212	593.6	9.40	92.93	6.81
P9	0.15	208.6	3.30	96.23	3.51
P10	0.1	111.6	1.77	98.00	1.74
P11	0.075	110.1	1.74	99.74	0.26
Sobra	0.075	16.45	0.26	100.00	0.00
	Σ	6317.95	100		



Tabela de Anexo A: 14: Dados da carga sedimentar do fundo no canal (P5)

P5-400m	(gramas)
Peneiras	R1.
2mm	122.8
1.7mm	255.5
1.4mm	380.1
1.0mm	1654
710mic	777
500mic	429.5
355mic	423.1
212mic	806.3
150mic	328.7
100mic	208.9
75mic	22.7
Sobra	16.97
Total:	5425.57

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	122.8	2.26	2.26	97.42
P2	1.7	255.5	4.71	6.97	92.71
P3	1.4	380.1	7.01	13.98	85.71
P4	1	1654	30.49	44.46	55.22
P5	0.71	777	14.32	58.78	40.90
P6	0.5	429.5	7.92	66.70	32.99
P7	0.355	423.1	7.80	74.50	25.19
P8	0.212	806.3	14.86	89.36	10.33
P9	0.15	328.7	6.06	95.42	4.27
P10	0.1	208.9	3.85	99.27	0.42
P11	0.075	22.7	0.42	99.69	0.31
Sobra	0.075	16.97	0.31	100.00	0.00
	Σ	5425.57	100		



Dados do reservatório: referente a carga sedimentar do fundo dos pontos de amostragem coletados no regadio do CEXP do ISPG

Tabela de Anexo A: 15: Dados da carga sedimentar do fundo do reservatório (P1)

P1 do Reservatório	(gramas)	(gramas)	Soma
Peneiras	R1	R2	
2mm	95.5	135.4	230.9
1.7mm	82	125.3	207.3
1.4mm	76.5	120	196.5
1.0mm	209.4	546.7	756.1
710mic	208.7	1005.8	1214.5
500mic	416.4	1063.7	1480.1
355mic	537.6	1103.7	1641.3
212mic	583.6	1369.6	1953.2
150mic	124.7	394.7	519.4
100mic	270	349.9	619.9
75mic	166.4	184.2	350.6
Sobra	8.4	13.9	22.3
Total:			9192.1

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	230.9	2.51	2.51	97.25
P2	1.7	207.3	2.26	4.77	94.99
P3	1.4	196.5	2.14	6.90	92.85
P4	1	756.1	8.23	15.13	84.63
P5	0.71	1214.5	13.21	28.34	71.41
P6	0.5	1480.1	16.10	44.44	55.31
P7	0.355	1641.3	17.86	62.30	37.46
P8	0.212	1953.2	21.25	83.55	16.21
P9	0.15	519.4	5.65	89.20	10.56
P10	0.1	619.9	6.74	95.94	3.81
P11	0.075	350.6	3.81	99.76	0.24
Sobra	0.075	22.3	0.24	100.00	0.00
	Σ	9192.1	100		



Tabela de Anexo A: 16: Dados da carga sedimentar do fundo do reservatório (P2)

P2 do Reservatório	(gramas)	(gramas)	Soma
Peneiras	R1	R2	
2mm	401.8	550.8	952.6
1.7mm	113.6	124.8	238.4
1.4mm	212.4	197.2	409.6
1.0mm	757.4	566.2	1323.6
710mic	983.4	995.4	1978.8
500mic	939.7	579.2	1518.9
355mic	1022.4	524.3	1546.7
212mic	753.4	663	1416.4
150mic	227.5	293.6	521.1
100mic	246.6	272.5	519.1
75mic	177.8	36.3	214.1
Sobra	6.8	9.3	16.1
Total:			10655.4

Peneiras	Diâmetro (mm)	Peso retido	% Retida	%Acumulada	%Passante
P1	2	952.6	8.94	8.94	90.91
P2	1.7	238.4	2.24	11.18	88.67
P3	1.4	409.6	3.84	15.02	84.83
P4	1	1323.6	12.42	27.44	72.41
P5	0.71	1978.8	18.57	46.01	53.83
P6	0.5	1518.9	14.25	60.27	39.58
P7	0.355	1546.7	14.52	74.78	25.06
P8	0.212	1416.4	13.29	88.08	11.77
P9	0.15	521.1	4.89	92.97	6.88
P10	0.1	519.1	4.87	97.84	2.01
P11	0.075	214.1	2.01	99.85	0.15
Sobra	0.075	16.1	0.15	100.00	0.00
	Σ	10655.4	100		



ANEXO B: Dados da precipitação: estes dados referentes a precipitação do distrito de Chókwè, foram usados para implementar os cálculos da perda de solo no regadio do CEXP do ISPG, onde usou-se a média de 10 anos a partir do ano 2003 a 2012, são dados disponíveis no momento.

Tabela de Anexo B: 17: Dados da precipitação do distrito do Chókwè

Ano	Meses	Chókwè
2003	Jan	7.1
2003	Fev	70.2
2003	Mar	19.2
2003	Abr	6.0
2003	Mai	11.6
2003	Jun	134.6
2003	Jul	39.2
2003	Ago	0.0
2003	Set	33.6
2003	Out	116.9
2003	Nov	27.5
2003	Dez	68.2
2004	Jan	147.0
2004	Fev	73.0
2004	Mar	281.5
2004	Abr	61.8
2004	Mai	3.4
2004	Jun	203.5
2004	Jul	69.8
2004	Ago	4.5
2004	Set	12.2

Ano	Meses	Chókwè
2006	Jan	134.6
2006	Fev	13.6
2006	Mar	281.6
2006	Abr	18.0
2006	Mai	44.0
2006	Jun	33.2
2006	Jul	8.0
2006	Ago	4.2
2006	Set	25.2
2006	Out	34.8
2006	Nov	123.2
2006	Dez	93.8
2007	Jan	53.4
2007	Fev	56.9
2007	Mar	25.9
2007	Abr	87.7
2007	Mai	0.0
2007	Jun	14.3
2007	Jul	15.2
2007	Ago	7.8
2007	Set	2.0

Ano	Meses	Chókwè
2009	Jan	134.4
2009	Fev	91.1
2009	Mar	62.7
2009	Abr	16.8
2009	Mai	30.8
2009	Jun	17.2
2009	Jul	0.1
2009	Ago	6.2
2009	Set	7.7
2009	Out	7.0
2009	Nov	99.8
2009	Dez	12.2
2010	Jan	77.8
2010	Fev	68.4
2010	Mar	59.1
2010	Abr	193.4
2010	Mai	64.9
2010	Jun	8.9
2010	Jul	24.3
2010	Ago	11.3
2010	Set	4.0

Ano	Meses	Chókwè
2012	Jan	247.7
2012	Fev	48.0
2012	Mar	112.9
2012	Abr	14.1
2012	Mai	2.6
2012	Jun	58.9
2012	Jul	33.2
2012	Ago	0.0
2012	Set	59.3
2012	Out	37.8
2012	Nov	36.2
2012	Dez	28.9



2004	Out	51.9
2004	Nov	87.1
2004	Dez	25.9
2005	Jan	77.2
2005	Fev	41.5
2005	Mar	44.5
2005	Abr	28.1
2005	Mai	5.6
2005	Jun	0.0
2005	Jul	28.2
2005	Ago	0.0
2005	Set	16.6
2005	Out	4.2
2005	Nov	83.4
2005	Dez	91.1

2007	Out	40.7
2007	Nov	76.4
2007	Dez	151.8
2008	Jan	88.2
2008	Fev	2.6
2008	Mar	21.8
2008	Abr	9.5
2008	Mai	6.4
2008	Jun	27.2
2008	Jul	5.0
2008	Ago	3.0
2008	Set	1.9
2008	Out	10.7
2008	Nov	57.5
2008	Dez	65.4

2010	Out	10.5
2010	Nov	291.3
2010	Dez	216.1
2011	Jan	264.8
2011	Fev	16.6
2011	Mar	17.0
2011	Abr	0.6
2011	Mai	26.0
2011	Jun	25.5
2011	Jul	38.2
2011	Ago	23.9
2011	Set	0.1
2011	Out	18.4
2011	Nov	77.5
2011	Dez	59.2

