



INSTITUTO SUPERIO POLITÉCNICO DE GAZA
DIVISÃO DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL

Monografia Científica

**ESTUDO DE SEDIMENTOS SUSPENSOS NA ENTRADA DE TOMADA DE ÁGUA DO
REGADIO DE CHÓKWE.**

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

Discente: Rogério Mutove Azarias Siteo

Tutor: Lateiro Salvador de Sousa, MEng.Sc

Lionde, Abril de 2021

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
DEDICATÓRIA.....	x
AGRADECIMENTOS.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJECTIVOS	1
1.1.1. Geral:	1
1.1.2. Específicos:.....	1
1.2. Problema de estudo e justificativa	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Sedimentos.....	3
2.2 Erosão, transporte e deposição de sedimentos.....	3
2.2.1 O papel da erosão na dinâmica da produção de Sedimentos.....	3
2.3 Batimetria.....	3
2.3.1 Factores importantes a considerar no levantamento batimétrico	4
2.3.2 Produção de sedimentos suspensos.....	5
2.3.3 Transporte de Sedimentos	5
2.4 Caracterização físico-química dos sedimentos suspensos	7
2.4.2 Sedimentos originados do leito do rio.....	7
2.4.3 Sedimentos originados da bacia hidrográfica.....	7
2.4.4. A sedimentometria e a amostragem de sólidos em suspensão	7
2.5. Parâmetros físicos-químicos de qualidade de água	8

2.5.1.	pH	8
2.5.2.	Temperatura.....	8
2.5.3.	Turbidez.....	8
2.5.4.	Condutividade eléctrica	9
2.5.5.	Sódio.....	9
3.	MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1.	Caracterização da área de estudo	11
3.2	Procedimentos para recolha de dados e sua análise.....	12
3.3	Batimetria directa.....	12
3.3	Recolha de amostras de água	13
3.4.	Análises químicas	14
3.5.	Análises físicas	14
3.5.1.	Estimativa dos sedimentos em suspensão	14
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1.	Análise estatística dos dados.....	16
4.2.	Condutividade Eléctrica em mS/cm	16
4.3.	Turbidez	18
4.4.	Temperatura °C	19
4.5.	Potencial de hidrogénio (pH).....	20
4.6.	Sódio (Na ⁺)	22
4.7.	Cálcio (Ca ²⁺)	24
4.8.	Concentração média dos sedimentos	27
4.9.	Velocidade (m/s), Área (m ²) e Caudal (m ³ /s)	29
4.10.	Caracterização da batimetria na tomada de água de regadio	30
4.11.	Correlação e regressão linear dos dados.	31

4.13	Turbidez verse Concentração dos sólidos em suspensão	32
4.14.1.	Potássio (K^+) verse Sódio (Na^+)	33
4.16.	Cálcio (Ca^{2+}) verse Potássio (K^+)	34
4.17.	Velocidade média do canal verse concentração média dos sólidos suspensos	35
4.18.	Condutividade eléctrica verse potencial de hidrogénio (pH)	36
4.19.	Temperatura verse potencial de hidrogénio (pH)	37
4.20.	Temperatura verse condutividade eléctrica	38
5.	CONCLUSÃO	40
6.	RECOMENDAÇÕES	42
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXO 1: Condutividade Eléctrica (em mS/cm) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.....		52
ANEXO 2: Turbidez (em NTU) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.....		53
ANEXO 3: Turbidez (em NTU) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.....		54
ANEXO 4: pH para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III		55
ANEXO 5: Sódio (em mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III		56
ANEXO 6: Cálcio (em mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.....		57
ANEXO 7: Potássio (em mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.....		58
ANEXO 8: Concentração media dos sedimentos em (mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.		59

ANEXO 9: Velocidade média do canal (em m/s) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I,
b) Ponto II e c) Ponto III..... 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Efeitos de alguns parâmetros físico-químicos na água para irrigação.....	10
Tabela 2: Valores da condutividade eléctrica mS/cm	16
Tabela 3: Valores da turbidez.....	18
Tabela 4: Valores da temperatura em °C	19
Tabela 5: Valores de pH	21
Tabela 6: Valores de sódio (Na+) em mg/l	22
Tabela 7: resultados do cálcio nas amostras estudadas	24
Tabela 8: Resultados do potássio	26
Tabela 9: Concentração média dos sedimentos (mg/l).....	27
Tabela 10: Valores do caudal, velocidade e área molhada nos três pontos do desvio à tomada.	29
Tabela 11: Coeficiente de correlação estatística ou coeficiente de correlação de Pearson. .	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo. Fonte: (SOUSA <i>et al</i> , 2019).....	11
Figura 2: Método directo de batimetria	13
Figura 3: Amostras dos sedimentos suspensos nas garrafas de 500 ml prontas para leituras dos parâmetros físico-químicos.	13
Figura 4: Colectas de amostras no troço do desvio à tomada de água do regadio	14
Figura 5: Variação espacial da condutividade eléctrica	17
Figura 6: Variação espacial de turbidez	19
Figura 7: Variação espacial da temperatura.	20
Figura 8: Variação espacial do pH	22
Figura 9: Variação espacial de sódio.....	24
Figura 10: Variação espacial de cálcio.	25
Figura 11: Variação espacial do potássio.	27
Figura 12: Quantidades médias de sedimentos em suspensão em toneladas.	29
Figura 13: Secções actuais topo batimétricos comparados com a secção inicial do canal...	31
Figura 14: Turbidez verse Concentração média dos sólidos em suspensão.	32
Figura 15: Correlação de cálcio verse sódio.....	33
Figura 16: Correlação de potássio verse sódio.	34
Figura 17: Correlação de potássio verse cálcio	35
Figura 18: Correlação de velocidade média do canal verse concentração média dos sólidos suspensos.	36
Figura 19: Correlação da condutividade eléctrica e potencial de hidrogénio.....	37
Figura 20: Correlação de temperatura e potencial de hidrogénio.....	38
Figura 21: Correlação de temperatura e condutividade eléctrica.	39

LISTA DE ABREVIATURAS

Siglas	Abreviaturas
Css	Concentração dos sólidos em suspensão
Ca ²⁺	Cálcio
Cm	Centímetros
Ce	Condutividade elétrica
Há	Hectares
Km	Quilómetros
Kg	Quilogramas
K ⁺	Potássio
L	Litros
m	Metros
m ²	Metros quadrados
m ³	Metros Cúbicos
mm	Milímetros
ms/cm	Milisiemens por centimetro
ml	Mililitro
mg	Miligrama
mg/l	Miligrama por litro
Na ⁺	Sódio
NTU	Unidade de turbidez
P	Peso da mistura água-sedimento
Qss	Descarga sólida em suspensão em t/dia
Std	Sais totais dissolvidos
ton	Toneladas



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia Científica sobre, “**Estudo de Sedimentos Suspensos na Entrada de Tomada de Água do Sistema do Regadio de Chókwè**”, apresentado e defendido ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

Tutor: Lateiro Salvador de Sousa, MEng.Sc.

Avaliador 1:

(Mário Tauzene Afonso Matangue, PhD)

Avaliador 2:

(Agosinho Cardoso Hlavanguane, MEng.Sc)

Lionde, Abril de 2021



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e da orientação 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, Abril de 2020

(Rogério M. Azarias Siteo)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais “*in memória*” Azarias Salomão Siteo e Elina Jeremias Muchanga, pela força e coragem que me deram no início desta batalha de formação.

A minha esposa Isabel Chicombe Siteo, pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida e principalmente o da formação.

As minhas filhas Nércia Siteo e Milena Siteo, que tomem este trabalho e sigam as pegadas do pai na arena académica.

Aos meus amigos e familiares, dedico.

AGRADECIMENTOS.

1. Agradeço imensamente à Deus, por ter-me concedido saúde, força e disposição para esta dura caminhada de formação, sem ele nada disso seria possível.
2. Também sou grato ao senhor por ter dado saúde aos meus familiares e tranquilizado o meu espírito nos momentos mais difíceis da minha trajetória acadêmica até então.
3. Agradeço aos meus pais Azarias Salomão Siteo e Elina Jeremias Muchanga, em memória que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis, no início dessa jornada.
4. O meu muito obrigado a minha esposa Isabel Chicombe Siteo, que me estimulou durante todos esses anos e compreendeu minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos.
5. Meus agradecimentos aos irmãos, cunhados, sobrinhos, tios, avós e aos meus sogros, que de alguma forma também contribuíram para que o sonho da faculdade se tornasse realidade.
6. Ao meu tutor Engenheiro Lateiro de Sousa, pela atenção, paciência, incentivo em todas as fases da elaboração deste trabalho.
7. Aos meus amigos e colegas que não me deixaram ser vencidos pelo cansaço e a classe dos docentes do curso de Hidráulica pela orientação repleta de conhecimento e inspiração na busca da ciência.
8. O meu agradecimento a HICEP por ter me proporcionado a estrutura necessária para que pudesse crescer academicamente e pessoalmente.

RESUMO

Objetivou-se estudar os sedimentos suspensos na entrada de tomada de água do sistema de regadio de Chókwè, onde, onde para a materialização desse objectivo, fez-se a batimetria usando-se equipamentos topográficos, efetuou-se as colectas das amostras da carga líquida para cálculo da concentração e a estimativa da quantidade de sedimentos suspensos, o uso de molinete para as medições da velocidade ao longo da profundidade e da largura da tomada e foram feitos análises laboratoriais para análise das características físicas e químicas dos sedimentos suspensos, onde mediu-se cálcio, sódio, potássio, condutividade eléctrica, turbidez, pH e temperatura. Na batimetria as áreas sedimentas são 2.86 m², 0.41 m² e 0.30 m². Na concentração dos sólidos suspensos obteve-se uma quantidade máxima de 737.47 ton/h. A condutividade eléctrica os valores máximos obtidos em mScm⁻¹ nos Pontos I, II e III são 0.490, 0.450 e 0.470. A turbidez apresentou uma crescente elevação em períodos em que ocorria a precipitação a montante e um rebaixamento apos a precipitação cessar de 1000 NTU a 73.00 NTU. O pH das águas foi maior que 7.00 para todos pontos. Os valores de sódio, cálcio e potássio variam nos três pontos (I, II e III) de 0.510 a 1.010 mg l⁻¹, 0.540 a 1.070 mg l⁻¹ e 4.550 a 6.190 mg l⁻¹. A velocidade média no Ponto I é de 0.246 ms⁻¹, no Ponto II é de 0.295 ms⁻¹ e no Ponto III é de 0.341 ms⁻¹, e os resultados variam consoante a profundidade do canal. Para os dados que tiveram uma boa correlação, os seus coeficientes de correlação (r) variam de 0.761 a 0.908 e os coeficientes de determinação (r²) variam de 58% a 83%. Os dados que não demonstraram nenhuma correlação, os seus coeficientes de correlação (r) variam de 0.023 a 0.117 e os coeficientes de determinação (r²) variam de 0% a 2%. Por fim os dados que demonstraram uma fraca correlação, os seus coeficientes de correlação (r) variam de 0.298 a 0.301 e os coeficientes de determinação (r²) é de 9%.

No geral há entrada de sedimentos suspensos vindo do rio que vão se acumular no canal principal e estes resultados podem ser usados nos sistemas de produção agrícola ou na operacionalização do regadio no geral.

Palavras-chaves: batimetria, parâmetros físico-químicos dos sedimentos, sedimentos suspensos.

ABSTRACT

The objective of this study was to study the suspended sediments at the water intake entrance of the Chókwè irrigation system, where, for the materialization of this objective, a bathymetry was done using topographies, performed as equipment for collecting the net load for calculation the concentration and the estimate of the amount of suspended sediment, the use of a reel for the characteristics of velocity over the depth and width of the outlet and laboratory analyzes were carried out to analyze the physical characteristics and compounds of the suspended sediments, where calcium was measured, sodium, potassium, electrical conductivity, turbidity, pH and temperature. In bathymetry, sedimentary areas are 2.86 m², 0.41 m² and 0.30 m². In the concentration of suspended solids a maximum amount of 737.47 ton / h is obtained. For electrical conductivity the maximum values obtained in mScm-1 at Points I, II and III are 0.490, 0.450 and 0.470. Turbidity showed an increasing increase in periods when the occurrence upstream and a decrease to separate from 1000 NTU to 73.00 NTU. The pH of the waters was greater than 7.00 for all points. The values of sodium, calcium and potassium vary at the three points (I, II and III) from 0.510 to 1.010 mg l⁻¹, 0.540 to 1.070 mg l⁻¹ and 4.550 to 6.190 mg l⁻¹. The average speed at Point I is 0.246 ms⁻¹, at Point II is 0.295 ms⁻¹ and at Point III is 0.341 ms⁻¹, and the results vary depending on the depth of the channel. For data that had a good correlation, their correlation coefficients (r) vary from 0.761 to 0.908 and the determination coefficients (r²) vary from 58% to 83%. The data showing no correlation, its correlation coefficients (r) vary from 0.023 to 0.117 and the determination coefficients (r²) vary from 0% to 2%. Finally, the data showing a weak correlation, its correlation coefficients (r) vary from 0.298 to 0.301 and the determination coefficients (r²) is 9%.

In general there is an entry of suspended sediments coming from the river that will not accumulate any main channel and these results can be used in agricultural production systems or in the operation of irrigation in general.

Keywords: bathymetry, physical-chemical parameters of sediments, suspended sediments.

1. INTRODUÇÃO

Segundo (ROVIRA; BATALLA, 2006 e HOROWITZ, 2008), nas últimas décadas o interesse por estimar o transporte fluvial de sedimentos em suspensão é crescente. As razões incluem questões como: transportes de contaminantes, tendências de qualidade de água, assoreamento de reservatórios, assoreamento de canais, erosão e perda de solo, bem como geração de diversos impactos.

De acordo com HICEP (2003), um corte de 300 metros foi feito entre o Rio Limpopo e a tomada de água para o regadio, como forma de desviar o curso de água e por gravidade o sistema de regadio ser abastecido. Este desvio poderá influenciar no acúmulo de sedimentos neste troço e com o passar dos anos pode criar assoreamento.

Pelo facto de não haver registos de trabalhos de dragagem á montante do açude de Macarretane e na tomada de água do regadio, surge a necessidade de estudar os sedimentos que poderão ter sido acumulados ao longo dos anos, pois é de vital importância na conservação, desenvolvimento e utilização dos solos e principalmente de qualidade da água.

A pesquisa objetivou-se em estudar os efeitos dos sedimentos suspensos na entrada do regadio à tomada de água do canal principal. O propósito da pesquisa é de compreender a real situação dos sedimentos que entram e os transportados para o canal principal e ao resto do regadio bem como as características físico-químicas dos sedimentos suspensos dado que a informação ligada a natureza desse estudo é onerosa ou dificilmente publicado.

1.1. OBJECTIVOS

1.1.1. Geral:

- Estudar o efeito dos sedimentos suspensos na entrada de tomada de água do Regadio de Chókwè.

1.1.2. Específicos:

- Caracterizar a batimetria da entrada da tomada;
- Conhecer a quantidade de sedimentos suspensos á entrada do regadio;
- Determinar as características físico-químicas dos sedimentos suspensos.

1.2. Problema de estudo e justificativa

No desvio do rio à tomada de água do canal principal do regadio de Chókwè que dista 300 metros, sofreu degradação ao longo do tempo, para além de três cheias sucessivas, nomeadamente 1977, 2000 e 2013 que destruíram praticamente 14 quilómetros do canal principal e provocou rombos no regadio. Na situação actual verifica-se no troço de 300 metros uma alteração geométrica que influencia os parâmetros hidráulicos do canal, taludes desprendidos e com vegetação, área de reservação e profundidade normal. Por outro lado, é visível a presença de partículas em suspensão, o sinal da ocorrência de sedimentos no rio que praticamente é desviado ao canal. Dai surgiu o interesse de procurar saber as quantidades dos sedimentos suspensos entrando no regadio.

A falta dessa informação levou a procurar mecanismos de se fazer um estudo logo no troço desvio à tomada do canal, dado que Madingue (2018), obteve no estudo de sedimentos do sector montante do regadio uma margem de sedimentos de 3950.4182 t/ oito semanas. E no que tange a batimetria confirma o Madingue (2018), o efeito da sedimentação na alteração da base e as margens do canal com uma diferença máxima entre as bases de 2011 e 2016 de 0.64 m e entre as banquetas esquerda e direita a diferença máxima é de 1.071 m e 1.067 respectivamente. O estudo é importante porque visa trazer resultados da qualidade físico-químico dos sedimentos, velocidade de escoamento e as quantidades dos sedimentos suspensos que consequentemente podem estar a influenciar a qualidade de água usada nos campos agrícolas ou certos resultados a serem usados para operacionalização do regadio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sedimentos

Segundo PERRY (2007), os sedimentos podem ser conceituados como fragmentos de rochas e de solo, desagregados pelo processo de intemperismo ou pela acção da erosão. Compreendem, em sua maioria, detritos minerais (como quartzo, feldspato e carbonatos), mas também está presente uma quantidade significativa de partículas orgânicas.

Actualmente tem grande importância os sedimentos de origem antropogénica, formados pelas partículas provenientes de actividades antrópicas (por exemplo: material de construção civil e indústria) e materiais resultantes de ambientes naturais altamente impactados pela acção humana. PERRY (2007).

2.2 Erosão, transporte e deposição de sedimentos

2.2.1 O papel da erosão na dinâmica da produção de Sedimentos

Segundo ALMEIDA (2008), em realidade, a erosão nada mais é do que o reflexo da rotura do equilíbrio do meio ambiente, em razão da transformação drástica da paisagem por eliminação da cobertura vegetal natural e subsequente introdução de novas formas de uso do solo. Na bacia, esse processo de desagregação do solo e transferência de sedimentos é fortemente influenciado por factores como: distribuição anual de chuvas, uso e manejo do solo, condições geomorfológicas do terreno e humidade antecedente. MINELLA (2006).

2.3 Batimetria

Segundo (KRUEGER, 2005), define batimetria como sendo um conjunto de métodos e princípios usados para determinar ou ilustrar o comportamento morfologia do fundo de um canal, rio, oceanos, lago, reservatórios, etc.

Compreende assim uma abordagem planimétrica (X,Y) que fornece a posição da embarcação onde está a estação, e a obtenção das profundidades. As coordenadas (X,Y) são frequentemente obtidas por DGPS, irradiação, intersecção à vante (conforme a situação), e as profundidades por sondagem.

As medições da profundidade podem ser feitas de forma directa (uso do prumo de mão, máquina de sondar e estadias) ou indirecta (emprego de sensores acústicos como o eco-batímetro monofeixe ou multifeixe, sensores electromagnéticos espacial ou aerotransportado) (KRUEGER, 2005).

Factores que devem ser considerados: visibilidade, profundidade, aplicação, tempo para execução, dimensão da área, etc. Uma das grandes dificuldades nos levantamentos batimétricos consiste no controle do posicionamento planimétrico da embarcação de sondagem, uma vez que não é possível a materialização de pontos estáveis de observação, e também a repetibilidade das medições visando um ajustamento das profundidades (RAMOS, 2007).

2.3.1 Factores importantes a considerar no levantamento batimétrico

Segundo KRUEGER (2005), os factores importantes a considerar no levantamento batimétrico são:

- a) Planeamento das linhas de sondagem, com verificação do espaçamento entre as mesmas, que é função da ordem do levantamento pretendido (precisão) e da profundidade in loco;
- b) As linhas de sondagem devem ter orientação transversal à direcção predominante das linhas Iso batimétricas
- c) As linhas de sondagem devem ser dispostas de forma regular, e podem ser paralelas, circulares, radiais, em zigue-zague ou aleatórias. Esta escolha depende dos recursos materiais, objectivo do trabalho e recursos humanos disponíveis (UFPR, 2013); deve-se claramente definir os "Datas" horizontais e verticais.

No primeiro caso, deve-se realizar levantamentos em SIRGAS2000, ou em sistemas locais no segundo caso deve-se ter conhecimento do nível médio do mar (local) e do nível de redução. As observações maregráficas são de extrema importância para o conhecimento e definição destes níveis (KRUEGER, 2005).

2.3.2 Produção de sedimentos suspensos

Segundo PEREIRA (2010), a produção de sedimentos pode ser entendida como a quantidade de partículas erodidas que são transportadas pelo curso de água. Tal produção acontece através da associação de eventos naturais e antrópicos que, associados a diversas variáveis, tem maior ou menor produção por área. A produção de sedimentos pode ser expressa em metros cúbicos ou em toneladas, quando referida a área da bacia, podendo ser também expressa como produção específica.

Segundo WALLING (1990), o tempo de produção de sedimentos representa apenas uma parcela do total de sedimentos produzidos em uma bacia hidrográfica em decorrência dos processos erosivos actuanes, visto que uma quantidade significativa de material erodido é depositada ao longo das vertentes, não sendo, portanto, removida da bacia.

BORDA *et al.* (2001), afirmam que a produção de sedimentos em uma bacia pode ser dividida em três grandes compartimentos: os interflúvios ou vertentes, que constituem a área de captação e produção de sedimentos; os leitos ou calhas, em que se concentra o escoamento e que tem por papel principal realizar a propagação de sedimentos produzidos pelos interflúvios até a saída da bacia, e as planícies aluviais ou várzeas, que circulas as calhas e que funcionam como receptores dos sedimentos produzidos mais a montante.

2.3.3 Transporte de Sedimentos

Segundo MEDEIROS, *et al.* (2008), as partículas dentro de um escoamento qualquer são erodidas ou sedimentam-se. A situação intermediária é o transporte para jusante.

Os sedimentos têm origem na erosão da bacia e na erosão do leito e margens dos rios. As partículas erodidas que chegam ao rio podem ser transportadas em suspensão no meio líquido ou pelo leito.

As partículas em suspensão se movimentam com a velocidade da corrente de água. As partículas do leito deslocam-se por arraste, ou seja, pela velocidade da corrente; mas também sofrem resistência de atrito, o que resulta numa velocidade menor que aquelas em suspensão.

Dependendo da velocidade da corrente e do efeito de turbulência as partículas podem entrar no meio líquido e ficar em suspensão ou voltar ao leito quando as forças actuantes se reduzirem. A situação intermediária é o transporte sólido sempre para a jusante. O que normalmente acontece é uma complexa interação líquido-sólido resultando em trechos com velocidades de escoamento diferentes.

A produção de sedimentos de uma determinada área da bacia é necessariamente igual ao deflúvio sólido que passa em uma secção de rio mais à jusante. Isso é porque, obviamente, parte fica depositada em algum ponto do caminho. Passando agora especificamente ao transporte concentrado dentro do rio, sabemos da hidráulica fluvial que os tipos básicos de transporte sólido são: suspensão e arraste. A suspensão inclui tanto partículas provenientes do próprio leito como a chamada carga de lavagem ou carga de finos que é uma espécie de “pano de fundo de sedimentos” provenientes da bacia bem a montante (MEDEIROS, et al, 2008).

SILVA (2003), divide o transporte de sedimentos em três grupos:

- ✚ **Carga sólida do leito ou de arrasto:** são partículas que rolam ou escorregam longitudinalmente nos cursos d’água, entrando em contacto com o leito praticamente todo o tempo;
- ✚ **Carga sólida saltitante:** são as partículas que pulam ao longo do curso d’água por efeito da correnteza ou pelo impacto de outras partículas. O impulso inicial que arremessa uma partícula na correnteza pode se dever ao impacto de uma na outra, o rolamento de uma por sobre a outra ou o fluxo de água sobre a superfície curva de uma partícula, criando assim pressão negativa;
- ✚ **Carga sólida em suspensão:** são os sedimentos suportados pelas componentes verticais das velocidades do fluxo turbulento, enquanto estão sendo transportados pelas componentes horizontais dessas velocidades, sendo suficientemente pequenas para permanecerem em suspensão, subindo e descendo na corrente acima do leito. Geralmente esse grupo de sedimento representa a maior quantidade de carga sólida do curso d’água, podendo corresponder a 99% de toda carga sólida.

2.4 Caracterização físico-química dos sedimentos suspensos

2.4.2 Sedimentos originados do leito do rio

São deslocados do leito e da margem do rio pela acção das forças do escoamento, sendo que podem ser transportados por arraste (mantendo um contacto quase que permanente com o leito) ou podem ser transportados em suspensão, pela acção das forças de advecção e difusão turbulenta. A descarga de sedimentos transportada, em geral, é relacionada a vazão líquida do escoamento (MENDES, 1995).

2.4.3 Sedimentos originados da bacia hidrográfica

Os sedimentos originados da bacia hidrográfica são normalmente de granulometria mais fina do que aqueles erodidos e transportados com o curso de água. Alguns autores como ALFREDINE (1983), comentam que a ordem de grandeza dos diâmetros desses sedimentos é inferior ao diâmetro D10 do material do leito e que tal sedimentos são constituídos basicamente por silte e argila, sendo transportados predominantemente em suspensão. A correlação com parâmetros do escoamento, como a vazão, por exemplo, torna-se difícil, devido a sua susceptibilidade as intervenções antrópicas que comumente ocorrem na bacia.

CHOW (1964) e, COIADO (2002-2003), afirmam que na maioria dos rios, os sedimentos são formados predominantemente por carga de lavagem e este valor está em torno de 80% e 90% da descarga total.

2.4.4. A sedimentometria e a amostragem de sólidos em suspensão

Segundo CARVALHO *et al.* (2000), A sedimentometria é a medida da quantidade de sedimentos transportada pelos cursos da água. Existem diversas metodologias para a realização destas medidas sendo elas directas ou indirectas. A medida da descarga sólida envolve parâmetros como medida da descarga líquida, amostragem do sedimento em suspensão, amostragem do material do leito, medidas de temperatura da água, da declividade, do gradiente energético da linha da água e das metodologias de cálculo.

2.5. Parâmetros físicos-químicos de qualidade de água

2.5.1. pH

O pH representa a concentração de iões hidrogénio, H^+ , dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água (Scuracchio, 2010). Deve-se a vários factores como a quantidade de sais e gases dissolvidos, a formação geológica do solo que atravessa e o tipo de poluição a que está sujeita (Monteiro, 2015).

2.5.2. Temperatura

Medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigénio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogénicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas), (Morais *et al.*, 2016).

O seu monitoramento é importante, visto que elevações de temperatura aumentam a velocidade de reacções químicas em meio aquoso, aumentam a taxa de transferência dos gases do meio líquido para o atmosférico e diminuem a solubilidade do oxigénio dissolvido e de outros gases em água. Assim, sua análise deve ser realizada conjuntamente com outros parâmetros de qualidade da água (Morais *et al.*, 2016).

2.5.3. Turbidez

A turbidez (uT) é o nível de resistência da água à passagem de luz devido à presença de partículas em suspensão, o que reduz a transparência da mesma e pode deixá-la com aspecto turvo (Medri *et al.*, 2012).

A turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides, dependendo do grau de turbulência. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, o seu padrão de potabilidade é de, 5 uT (Scuracchio, 2010).

2.5.4. Condutividade eléctrica

É a capacidade que a água possui de conduzir corrente eléctrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de iões dissolvidos na água, que são partículas carregadas electricamente. Quanto maior for a quantidade de iões dissolvidos, maior será a condutividade eléctrica na água (Medeiros, 2009).

Uma relação matemática entre a condutividade eléctrica e o STD foi desenvolvida, facilitando a correlação de um tipo de medição com o outro. Para a maioria das águas, o STD, em miligramas por litro, equivale a aproximadamente 640 vezes a condutividade eléctrica, em deciSiemens por metro (Rollins, 2007).

2.5.5. Sódio

Ele se encontra na forma iónica (Na^+), e na matéria das plantas e animais, já que é um elemento essencial para os organismos vivos. Aumento dos níveis na superfície da água podem provir de esgotos e efluentes industriais (Menezes *et al*, 2013).

Concentrações de sódio na superfície natural das águas varia consideravelmente dependendo das condições geológicas do local, descargas de efluentes e uso sazonal de sais em rodovias. Valores podem estender-se de 1 mg/L ou menos até 10 mg/L ou mais em salmoura natural. O limite estabelecido pela WHO para sódio nas águas potáveis é 200 mg/L. Muitas superfícies de água tem níveis bem abaixo de 50 mg/L mas em águas subterrâneas as vezes excedem 50 mg/L (Menezes *et al*, 2013).

De forma geral a tabela 1, ilustra os parâmetros estudados e seus efeitos quando se trata de água para irrigação.

Tabela 1: Efeitos de alguns parâmetros físico-químicos na água para irrigação

Efeito Considerado	Unidades	Grau do problema		
		Nenhum	Crescente	Severo
CE Ou STD (sais totais dissolvidos)	dS/m mg/l	< 0,75 < 450	0,75 - 3,0 450-2000	> 3,0 > 2000
Sódio (Na+)	mg/l	< 3,0	3 a 9	> 9,0
Potássio (K+)	mg/l	< 2,0	2,0 a 12,0	>12,0
Cálcio (Ca ²⁺)	mg/l	< 5,0	5,0 a 15,0	>15,0
Sólidos em suspensão	ppm	<50	50 a 100	>1000
Sólidos dissolvidos	ppm	<500	500 a 2000	>2000
pH		Valores normais		6,5 a 8,4

Fonte: Cordeiro, 2001

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no regadio de Chókwe (figura 1), localizado no distrito de Chókwe, província de Gaza à 200 km a Norte da província de Maputo, na margem direita do rio Limpopo, entre 40 e 100 km em linha recta a Noroeste da cidade de Xai-Xai.

O clima do distrito é dominado pelo tipo semiárido (seco de savana), onde a precipitação varia de 500 a 800mm, confirmando o gradiente do litoral para o interior, enquanto a evapotranspiração potencial de referência (ET_o) é da ordem dos 1400 a 1500 mm. As temperaturas médias anuais variam entre os 22°C e 26°C e a humidade relativa média anual entre 60-65%.

O Distrito possui solos distintos que podem ser divididos em quatro grupos principais, sendo que no presente trabalho vamos destacar o primeiro grupo que encontra-se nas áreas elevadas dos sedimentos marinhos, suavemente ondulado, em grande parte fora do sistema do regadio, com camada superior de areia com espessura que varia entre 20 a 80 cm, mal estruturado, sobre um subsolo franco argiloso muito duro e compacto, moderadamente a fortemente salino e sódico. O solo arenoso possui baixa capacidade de retenção de água e tem baixa fertilidade natural;

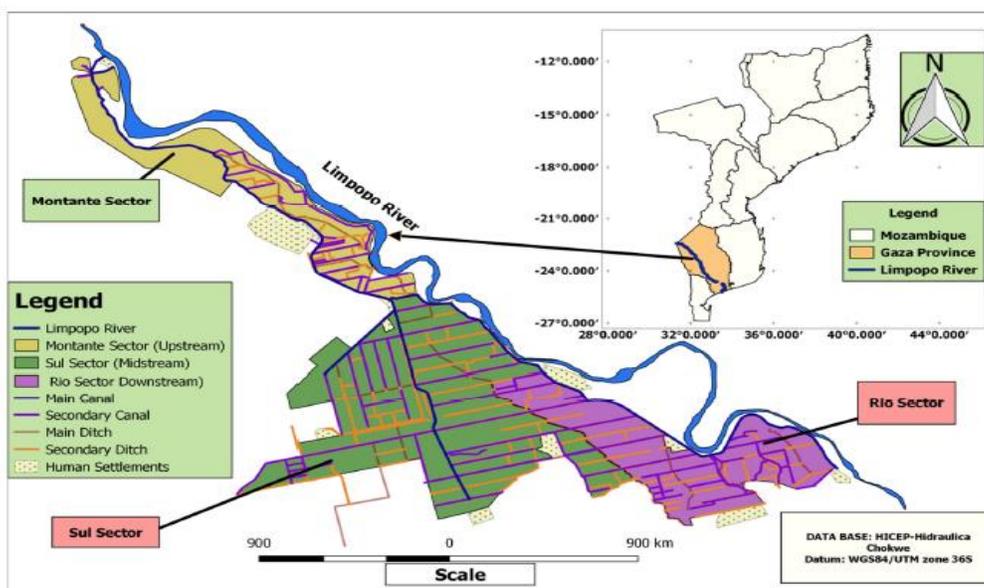


Figura 1: Mapa da área de estudo. Fonte: (SOUSA *et al*, 2019)

3.2 Procedimentos para recolha de dados e sua análise

Para facilitar a recolha de dados a secção de estudo de cerca de 372 metros foi dividida em três pontos designados Ponto I, Ponto II e Ponto 3, distanciando-se cerca de 100 metros cada um.

As análises químicas da água foram realizadas no Laboratório de Solos e Água do ISPG, e a posterior os dados foram analisados usando-se o aplicativo minitab 2016, para análise da normalidade dos dados a 95% de confiança.

Adicionalmente foram feitas investigações secundárias em outras bibliografias que ajudaram na discussão dos resultados do presente estudo.

3.3 Batimetria directa

Para levantamentos batimétricos (figura 2), usou-se a vara de sondagem, que consiste de uma vara rígida graduada em centímetros (5 a 8 m de comprimento), geralmente de corpo cilíndrico, com extremos recobertos por uma lâmina metálica para protecção, que permite a medição da profundidade da água.

Para auxiliar nesse método usou-se um cabo de aço fortemente esticado entre as duas extremidades do corpo de água, para que seja possível acompanhar o perfil desejado, evitando um possível deslocamento equivocado da embarcação.

O cabo continha marcações com distâncias entre os pontos a serem levantados, convenientemente ao meio físico (largura do rio, tempo disponível para o trabalho, vazão de água). Verificou-se o espaçamento entre as linhas, o qual erra a função principalmente da ordem do levantamento almejado e da profundidade local. As linhas eram orientadas transversalmente à direcção predominante das linhas Iso-batimétricas.

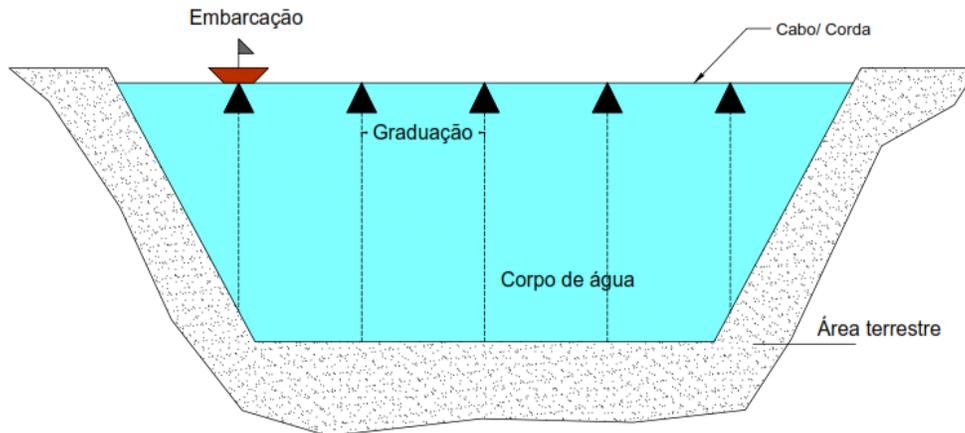


Figura 2: Método directo de batimetria

3.3 Recolha de amostras de água

As amostras de água foram colectadas nos 3 pontos, usando-se garrafas plásticas de 500 ml, seguindo os procedimentos de amostragem, que consistem em lavagem das garrafas usadas com a água da amostragem. Referir que a posterior todas as garrafas foram etiquetadas, armazenadas adequadamente como ilustra a figura 3.



Figura 3: Amostras dos sedimentos suspensos nas garrafas de 500 ml prontas para leituras dos parâmetros físico-químicos.

Fez-se amostragens em verticais ao longo de toda a secção transversal, colectou-se as amostras em quantidades suficientes para as análises desejadas. As amostras colectadas foram retiradas em 10 pontos de amostragem, da tomada até ao desvio, figura 4.



Figura 4: Colectas de amostras no troço do desvio à tomada de água do regadio

Durante o processo de amostragem mediu-se a temperatura da água para obtenção da viscosidade cinemática, que é um valor utilizado em diversas fórmulas de transporte de sedimentos.

3.4. Análises químicas

A medição do potencial de hidrogénio **pH** foi feita por meio de eléctrodo combinado imerso em suspensão solo. Líquido (água, KCl ou CaCl₂), de acordo com as normas do Embrapa (2011) e Embrapa (2017).

As análises de turbidez e condutividade, usou-se o Turbidímetro de marca HANNA onde os seus valores são expressas por unidades nefelométricas de turbidez (UNT). E a condutividade eléctrica usou-se o condutivímetro para a leitura dos catiões ou aniões que conduzem a corrente eléctrica sendo expressas as suas unidades em mS/cm. No laboratório foram analisados os elementos químicos (Na⁺, K⁺ e Ca²⁺) e os elementos físicos.

3.5. Análises físicas

3.5.1. Estimativa dos sedimentos em suspensão

O cálculo dos sedimentos em suspensão é feito considerando que o sedimento se movimenta com a velocidade da corrente em toda a seção transversal, ficando então igual ao produto da descarga líquida pela concentração, considerando a questão das unidades que

não são homogêneas, num mesmo sistema, é necessário verificar a constante adequada, como ilustra a formula 1

$$Q_{ss} = 0.0864 \times Q \times C$$

Onde: Q_{ss} - descarga sólida em suspensão em t/dia,

Q - a descarga líquida em m^3/s e

C - a concentração média medida em mg/l ou ppm e,

0.0864 a constante de transformação de unidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussão obtidos no estudo de sedimentos suspensos na entrada de tomada de água do sistema do regadio de Chókwè no período de três semanas consecutivos e por fim gerou-se os seguintes resultados:

4.1. Análise estatística dos dados

No regadio de Chókwè no troço desvio à tomada de água, num período de três semanas foi feito um estudo de sedimentos suspensos onde foram colectadas as amostras para serem feitas as análises químicas e físicas de modo a obter-se os dados da: Condutividade eléctrica, turbidez, temperatura, velocidade média do canal, pH, cálcio, sódio, potássio e concentração média dos sólidos suspensos.

Os resultados obtidos nos três pontos (I, II e III), dos parâmetros acima mencionados, foram submetidos a uma análise estatística para verificar-se a normalidade e a variabilidade dos dados, considerando-se 95% de confiança, permitindo-se 5% de erro distribuído bilateralmente.

4.2. Condutividade Eléctrica em mS/cm

Os resultados obtidos para a condutividade eléctrica em mS/cm, da secção estudada variaram de forma crescente em relação a profundidade; sendo que para o Ponto 1 foram de 0,363 a 0,403 mS/cm; no Ponto 2 variaram de 0,363 a 0,393 mS/cm; e no Ponto 3 variou de 0,387 a 0,390 mS/cm. Em todos os pontos a CE apresentou resultados dentro dos parâmetros aceitáveis para água de irrigação, conforme ilustra a tabela 2 (Anexo 1).

Tabela 2: Valores da condutividade eléctrica mS/cm

Profundidade (cm)	Condutividade eléctrica mS/cm		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	0.290	0.393	0.390
20	0.290	0.363	0.390
40	0.280	0.363	0.390
60	0.240	0.380	0.387
80	0.290	0.380	0.387
100	0.290	0.383	0.387
120		0.380	0.387
140		0.380	0.390
160		0.380	0.390

Importa referir que as profundidades consideradas para o levantamento de dados variam de 0 a 100 metros para o Ponto 1, e de 0 a 160 metros para os Pontos 2 e 3, pelo facto do Ponto 1 estar mais próximo do local do desvio do rio Limpopo para a Tomada de água.

A condutividade eléctrica é um parâmetro químico que dita a presença de catiões ou aniões que conduzem a corrente eléctrica, apesar de não fornecer medidas reais da concentração de um determinado anião ou catião presente, ela nos dá uma noção bastante boa da salinidade total, o que sugere a origem e o grau de contaminação da água assim como dos solos na área de irrigação (Cordeiro, 2001). A figura 5 mostra a careações de CE durante o período de estudo.

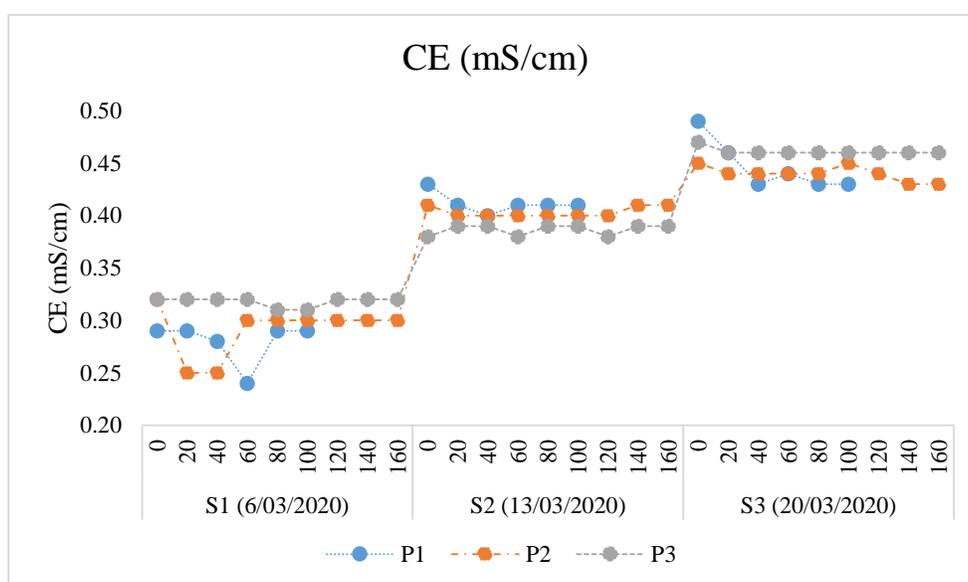


Figura 5: Variação espacial da condutividade eléctrica

Em análise estatística, a as curvas de CE em mS/cm (ANEXO 1), de cada ponto de estudo, sendo de distribuição normal, intervalos de confiança e dos diagramas de caixa por boxplot que representam as variações dos resultados obtidos das variáveis por meios de quartis. Em ambos pontos os dados não seguem a distribuição normal com um P-value menor que 0.005.

4.3. Turbidez

Os resultados obtidos para a turbidez, da secção estudada variaram de forma crescente em relação a profundidade; sendo que para o Ponto 1 variou de 278 a 442 NTU; no Ponto 2 variaram de 290 a 451 NTU; e no Ponto 3 variou de 279 a 414, conforme ilustra a tabela 3.

Tabela 3: Valores da turbidez

Profundidade (cm)	Turbidez (NTU)		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	287	290	280
20	414	357	300
40	361	372	279
60	429	399	353
80	442	428	334
100	433	435	370
120		434	374
140		451	414
160		437	394

A presença da turbidez na água de irrigação em geral não significa um problema de qualidade de água, sendo que interfere apenas na transmissão da luz nos corpos de água, interferindo nos processos biológicos.

As variações da turbidez na primeira semana subiu em ambos pontos variando em profundidades e na segunda e a terceira semana, a turbidez desceu bruscamente em ambos pontos seguindo uma trajectória meio uniforme em todas profundidades. Os valores máximos e mínimos obtidos em NTU nos Pontos I, II e III são 1000 e 73.800 NTU, 1000 e 88.900 NTU e 948.800 e 83.800 NTU, respectivamente, como ilustram a figuras 6.

No geral na primeira semana teve muita entrada de material em suspensão no canal que foi diminuindo nas restantes semanas. Este facto pode ser o resultado de aumento do caudal no rio, pelas descargas da barragem de Massingir, podendo ser o factor que influenciou os resultados da turbidez nos corpos de água do rio afectando o regadio.

Calijuri *et al.* (2012), diz que a turbidez dos 600 NTU a 1000 NTU como no caso da 1ª semana, representa o grau de interferência de partículas em suspensão e ou elementos em

solução na passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma e podendo obstruir sistemas de irrigação sofisticados.

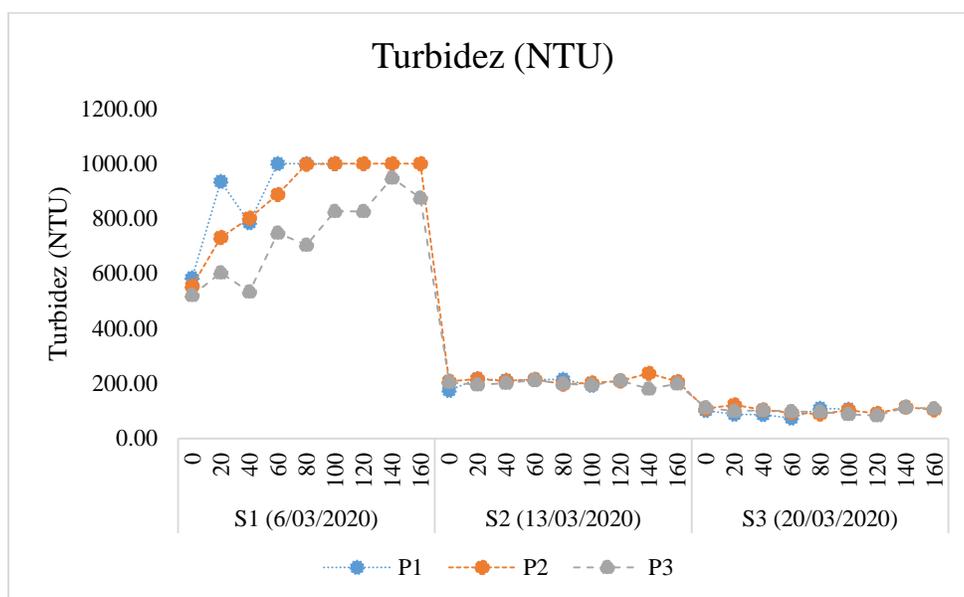


Figura 6: Variação espacial de turbidez

Os dados na turbidez não seguem a distribuição normal, pois indica que os parâmetros determinados sob o meio natural, dificilmente são uniformes e não seguem a distribuição Gauziana. (ANEXO 2).

4.4. Temperatura °C

Os dados foram recolhidos em temperatura ambiente que estiveram entre 25 e 26 °C, sendo temperaturas adequadas para recolhas de amostra de água, conforme ilustra a tabela 4.

Tabela 4: Valores da temperatura em °C

Profundidade (cm)	Temperatura °C		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	25.70	25.63	25.80
20	25.70	25.77	25.80
40	25.70	25.77	25.80
60	25.73	25.77	25.83
80	25.73	25.77	25.83
100	25.73	25.77	25.83
120		25.77	25.87
140		25.77	25.83
160		25.77	25.80

A figura 7, mostra a variação da temperatura na secção estudada. Referir que a temperatura é dos factores pouco estudado, mais é de grande interesse, devido a sua importância na dissolução dos sais na água.

Segundo Almeida (2010), as grandes variações de temperatura incidem sobre os parâmetros físicos-químicos e podem afectar a qualidade de água para irrigação. Defende ainda que uma água de irrigação a temperatura ambiente (25°C), é muito mais eficaz na lixiviação dos solos.

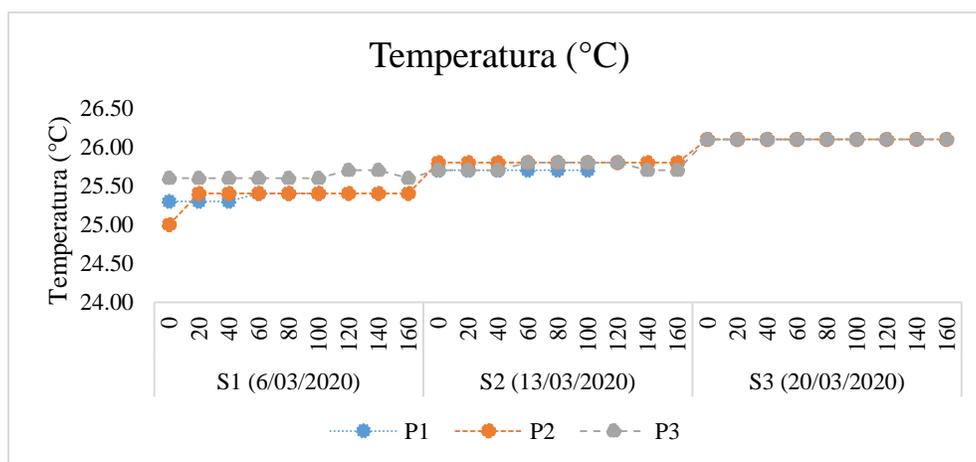


Figura 7: Variação espacial da temperatura.

Os resultados estatísticos da temperatura nos três pontos, segundo a interpretação gráfica os dados não seguem a distribuição normal em todos pontos o que dita a não haver uniformidade nos dados. (ANEXO 3)

4.5. Potencial de hidrogénio (pH)

O resultado do pH encontrado nas amostras de água extraídas em diferentes profundidades, variou de 7,79 a 8,31 para o Ponto I; 8,32 a 8,49 no Ponto II e 8,23 a 8,35 no Ponto III.

Segundo a Tabela 1, estes resultados estão dentro da faixa normal para água de irrigação, uma vez que dentro da faixa 6,5 a 8,4 é considerado normal, quando se trata de água para irrigação.

Tabela 5: Valores de pH

Profundidade (cm)	pH		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	8.31	8.34	8.23
20	8.23	8.35	8.24
40	8.32	8.49	8.35
60	8.23	8.33	8.34
80	8.29	8.33	8.34
100	7.79	8.29	8.33
120		8.34	8.26
140		8.33	8.35
160		8.32	8.35

Os valores altos de pH podem acarretar incrustações nas tubulações do sistema de irrigação (LIBÂNIO, 2005), devido a presença de carbonatos e bicarbonatos. O pH registrado nas amostras alcalino para todos pontos dado que esta acima do 7.00, isso pode-se se explicar a presença de elementos ou compostos tipo base nos corpos de água podendo neutralizar os elementos ácidos que poderiam de alguma forma obstruir a estrutura de solo, influenciando a salinidade nos campos agrícolas. Por outro lado, o pH é de extrema importância para o controle das reações químicas que podem ocorrer nos corpos de água do regadio favorecendo ou não suas liberações, A figura 8, ilustram as variações do pH nos pontos estudados.

Com os valores de pH acima de 8,4 indicam uma tendência para dissolução do cálcio do solo através da água em movimento. Além disso, as águas com baixas concentrações de sais que nem estas causam problemas de permeabilidade devido a dispersão dos minerais do solo e da matéria orgânica, e pela grande capacidade que tem tais águas para dissolver e eliminar o cálcio (MEDINA SAN JUAN, 1997).

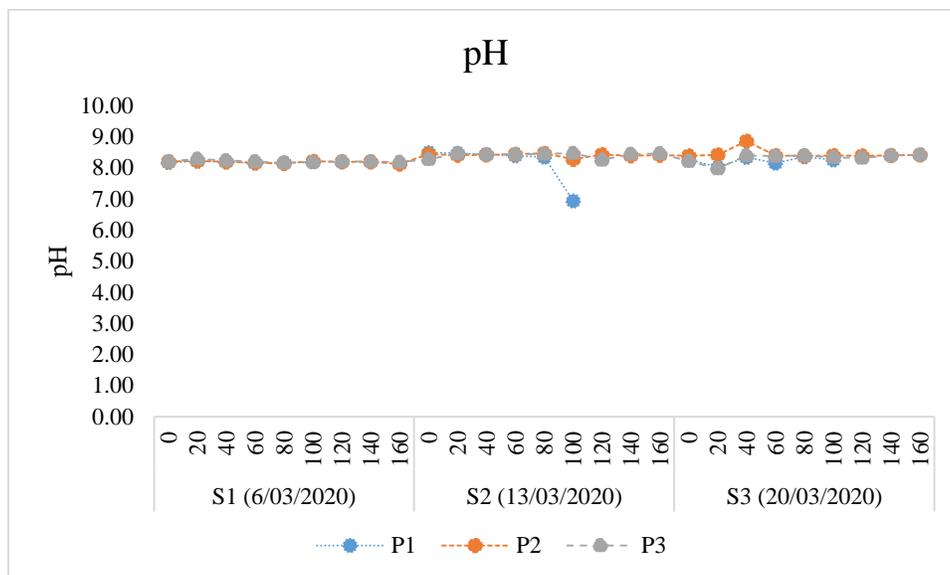


Figura 8: Variação espacial do pH

A variação estatística do pH, onde o resultado do P-Value é menor que 0.005 para todos pontos, isto significa que os dados não seguem a distribuição normal. (ANEXO 4).

4.6. Sódio (Na⁺)

Os resultados para o sódio Na⁺ encontrados no estudo estão reflectidos na tabela 5, esses valores não representam nenhum efeito considerado para água de irrigação. No Ponto I variaram de 0,67 a 0,71. mg/l no Ponto II de 0,53 a 0,55 mg/l e no Ponto III variaram de 0,54 á 0,57. mg/l

Tabela 6: Valores de sódio (Na⁺) em mg/l

Profundidade (cm)	Sódio (Na ⁺) em mg/l		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	0.69	0.55	0.57
20	0.69	0.54	0.56
40	0.71	0.55	0.55
60	0.67	0.56	0.55
80	0.68	0.53	0.55
100	0.68	0.54	0.55
120		0.53	0.54
140		0.54	0.55
160		0.55	0.55

De acordo com a figura 13, as variações gráficas dos valores do sódio em mg l^{-1} obtidos nos três pontos, onde no Ponto I, a variação do sódio na primeira e na terceira semana quase é a mesma diferente da segunda semana que subiu. No Ponto II e III, o sódio na 1ª e a 2ª semana tem uma tendência similar diferentemente da 3ª semana que os dois pontos se diferem. Os valores máximos obtidos no Ponto I, II e III são 1.010, 0.590 e 0.600 mg/l e os valores mínimos foram 0.520, 0.520 e 0.510, mg/l respectivamente. Importa referir que as concentrações de Na^+ são necessários pois ajudam a identificar alguns efeitos tóxicos em plantas.

A figura 9, mostra os resultados obtidos dos cátions Sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{2+}) e Potássio (K^+) mais comuns presentes na água de irrigação. A proporção relativa desses íons é muito importante, no que diz respeito a seu uso na água de irrigação, pois dependendo da textura, estrutura e permeabilidade do solo, determinada água poderá ser utilizada ou não (LIYERLY e LONGENECKES, 1962).

Para Cordeiro (2001), afirma que as águas com concentração salina entre 500 e 1.500 mg/l têm sido usadas na irrigação de plantas sensíveis a sais em solos de boa drenagem interna ou providos de sistema de drenagem. As águas que contêm de 1.500 a 2.000 mg/l podem ser usadas na irrigação de culturas moderadamente tolerantes se uma maior frequência de irrigação combinada com uma lâmina de sobre-riego for adoptada.

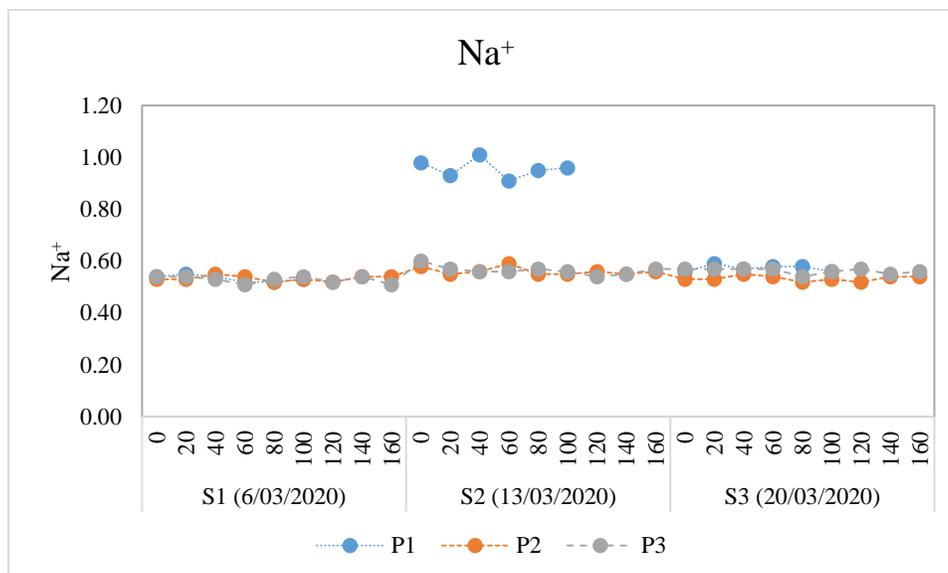


Figura 9: Variação espacial de sódio.

Os resultados estatísticos de sódio em diferentes pontos, onde observa-se no ponto I que os dados não tendem a normalidade com P-Value menor que 0.005. já nos pontos II e III os resultados são diferentes, os dados tendem a normalidade com P-Value oscilando de 0.044 e 0.033. (ANEXO 5).

4.7. Cálcio (Ca²⁺)

Os valores de cálcio das amostras analisadas não tiveram grandes variações para os 3 pontos estudadas, conforme ilustra a tabela 7, sendo que as figuras 16 (a,b e c) apresentam as curvas para este parâmetro analisado.

Tabela 7: resultados do cálcio nas amostras estudadas

Profundidade (cm)	Cálcio Ca ²⁺ (mg/l)		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	0.80	0.99	0.94
20	0.81	0.94	1.02
40	0.83	0.99	0.95
60	0.83	0.98	0.94
80	0.85	0.98	0.94
100	0.84	1.01	0.96
120		0.98	0.99
140		1.00	0.99
160		0.98	0.93

Para o Cálcio verifica-se uma variação oscilante na figura 10, isto é, no Ponto I o cálcio na 1ª e a 3ª semana apresenta valores máximos e na 2ª semana apresenta valores mínimos. No Ponto II e III os valores do cálcio não diferem la muito e o gráfico tende a subir e descer seguindo então a trajetória periódica.

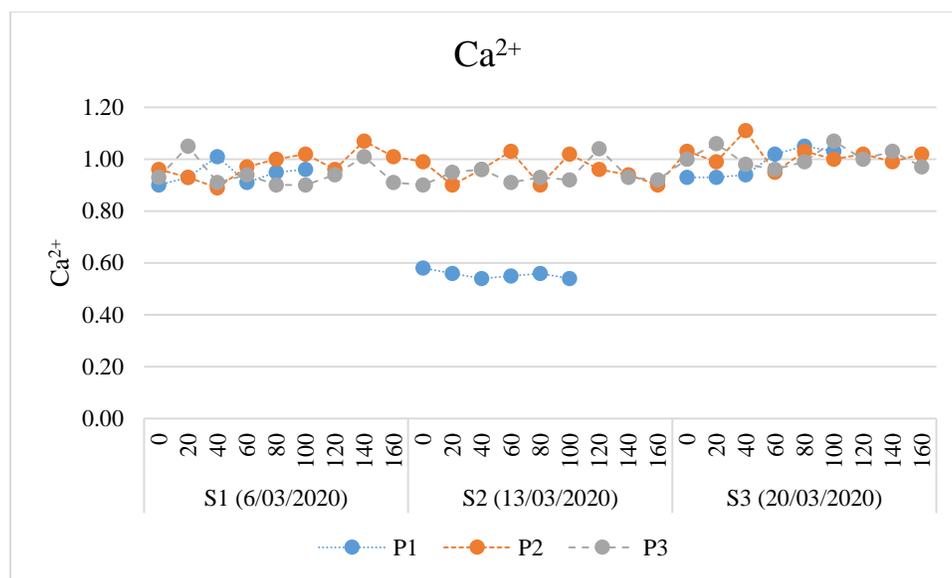


Figura 10: Variação espacial de cálcio.

Os resultados estatísticos, dos pontos II e III, seguem a distribuição normal com P-value=0,371 para ponto II e P-value=0.045, no ponto III. O P-value do ponto I é menor que 0.005, oque significa que os dados não tendem a normalidade. (ANEXO 6)

Potássio (K⁺)

Os resultados para o potássio estão ilustrados na tabela 8. Este é um dos parâmetros importantes a ser estudado pois contribui ligeiramente para a salinidade.

Tabela 8: Resultados do potássio

Profundidade (cm)	Potássio (mg/l)		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	5.48	5.27	5.56
20	5.08	5.14	5.37
40	5.40	5.12	5.27
60	5.32	5.21	5.27
80	5.27	5.48	5.23
100	5.34	5.18	5.53
120		5.65	5.40
140		5.41	5.37
160		5.32	5.31

Fez se a mesma análise no potássio (K^+) onde os resultados são amostrados na figura 11, onde obteve-se em $mg\ l^{-1}$ os seguintes resultados máximos e mínimos 5.920 e 4.600, 6.150 e 4.510 e 6.190 e 4.680 correspondente aos Pontos I, II e III respectivamente.

Para Fonseca (2011), explica que algumas partículas de minerais argilosos podem ter unicamente origem no novo ambiente sedimentar representado pelas albufeiras. Nas reacções responsáveis pela sua síntese, existe a recombinação de iões como o silício, alumínio, ferro, magnésio, potássio e outros, existentes em solução. Estes novos minerais - minerais de neoformação - são intensamente afectados pelo potencial de oxidação do meio, no qual tem particular importância, o material orgânico aí existente em teores apreciáveis.

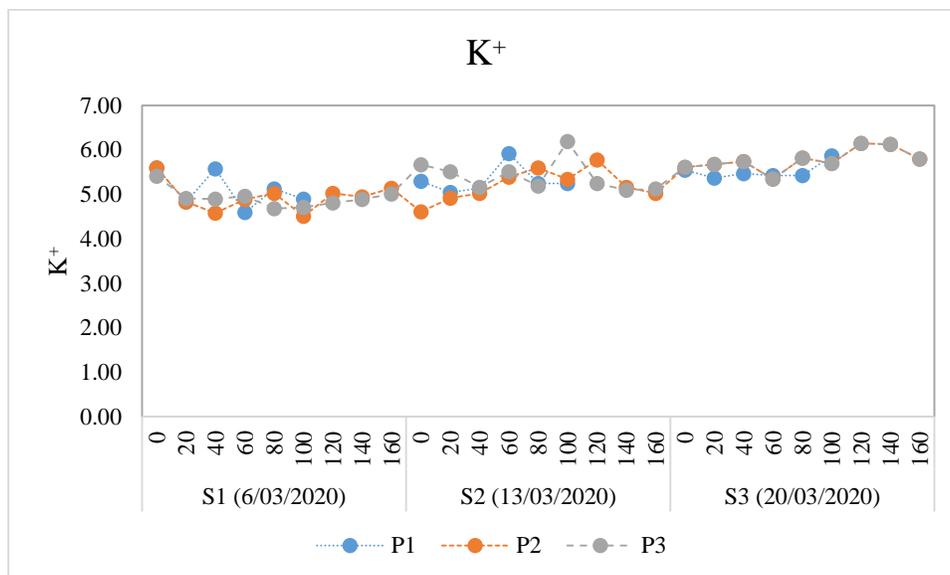


Figura 11: Variação espacial do potássio.

A distribuição gaussiana, referente aos dados de potássio demonstra a uniformidade dos dados em ambos pontos visto que o P-Value dos mesmos é maior que 0.005. isto é, os dados seguem a distribuição normal. (ANEXO 7).

4.8. Concentração média dos sedimentos

A tabela 9 ilustra a variação média dos sedimentos na entrada do regadio do Chókwè. Os mesmos variaram em função da profundidade, no Ponto I de 311.11 mg/l a 470 mg/l; no Ponto II 266.67 mg/l a 453.33 mg/l e no Ponto III de 320 a 406.67 mg/l, segundo que as curvas correspondentes são apresentadas nas figuras 37, 38, e 39.

Tabela 9: Concentração média dos sedimentos (mg/l)

Profundidade (cm)	CSS (mg/l)		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0	337.78	286.67	370.00
20	311.11	361.11	355.56
40	328.89	338.89	381.11
60	293.33	315.56	346.67
80	426.67	364.44	371.11
100	470.00	434.44	406.67
120		393.33	396.67
140		453.33	373.33
160		266.67	320.00

O Madingue (2018), no estudo similar no regadio de Chókwè no Sector Montante obteve maior quantidade de concentração dos sedimentos na tomada 405.856 mg^l⁻¹, que neste estudo representa o Ponto III.

Fazendo uma análise dos resultados obtidos neste estudo comparado com os obtidos na época quente obtidos pelo Madingue (2018), verifica-se uma diferença nas áreas molhadas, concentrações de sedimentos e aproxima-se os valores da velocidade média do canal. Isto é normal pode ser dar o caso de o autor ter feito a colecta dos dados enquanto o regadio recebia maiores volumes vindo do rio influenciando a área da secção molhada do canal.

A figura 12, ilustra a quantidade de sedimentos suspensos nos três pontos do troço tomada ao desvio de onde obteve-se maior quantidade no Ponto III com 737.47 toneladas em três semanas seguido pelo Ponto I com 530.98 toneladas em três semanas e por fim no Ponto II com 514.37 toneladas em três semanas.

Estes resultados eram de se esperar dado que o Ponto III por estar mais próximo a estrutura de regularização da tomada de água do regadio, pode existir a maior concentração de sedimentos fluando a espera de passar para o lado jusante da estrutura onde o comportamento do fluxo irá ser normal. Por outro lado, olhando a figura 22 secção do Ponto III é possível perceber-se que é a secção menos sedimentada justificando maior passagem de vazão.

O Ponto I por estar próximo ao rio explica-se menores valores devido a variação da velocidade logo no desvio, já no Ponto II que é o ponto com menor quantidade de sedimentos pode ser o caso de os sedimentos se espalharem ao longo da secção não seguindo única direcção central.

Pereira *et al.*, (2009) afirmam que as maiores quantidades de sedimentos suspensos são influenciadas com maiores vazões, ressaltando que a força da água é a maior responsável pelo fluxo de sedimento dentro do canal. Pode ser que o caso de Ponto I e Ponto II terem baixas concentrações de sedimentos seja devido a menores vazões aí observadas relativamente à Ponto III.

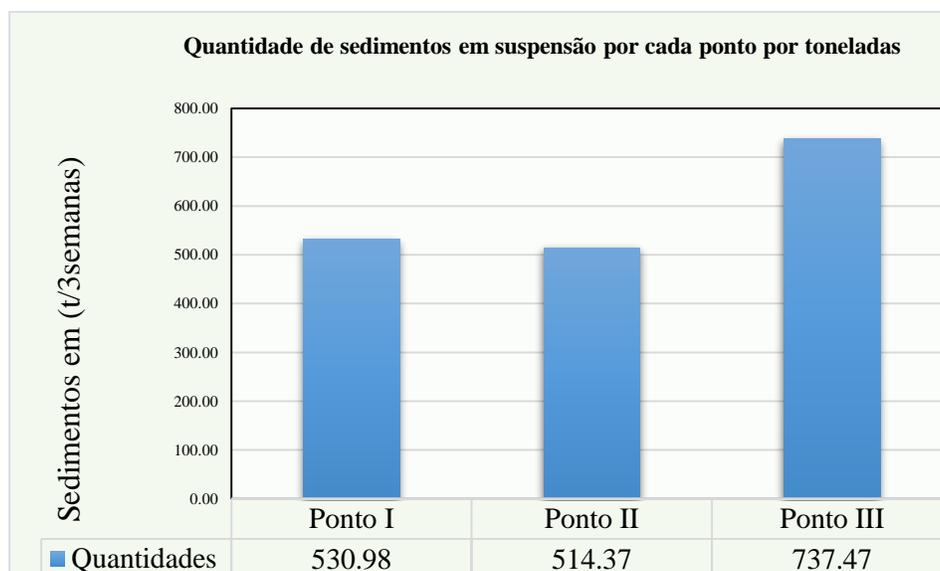


Figura 12: Quantidades médias de sedimentos em suspensão em toneladas.

Os resultados estatísticos da concentração dos sedimentos suspensos, observa-se que no ponto I e III que os dados tenderam a normalidade com P-value oscilando de 0,003 e 0,009 diferentemente do ponto II com P-vaule < 0,005 (ANEXO 8).

4.9.Velocidade (m/s), Área (m²) e Caudal (m³/s)

A tabela 10, mostra os valores do caudal, velocidade média e área molhada nos três pontos do desvio à tomada de água do regadio do Chókwè.

Tabela 10: Valores do caudal, velocidade e área molhada nos três pontos do desvio à tomada.

	Velocidade média (m/s)	Área molhada (m ²)	Caudal (m ³ /s)
Ponto I	0.246	69.083	17.010
Ponto II	0.295	56.525	16.669
Ponto III	0.341	67.833	23.131

Ainda no mesmo autor no mesmo ponto obteve maior caudal, maior área molhada e maior velocidade media onde os resultados são 45.017 m³s⁻¹, 120.045 m² e 0.345 ms⁻¹ respectivamente, Sendo que as figuras 49, 50 e 51 mostra as variações gráficas dos pontos estudados.

Os resultados estatísticos da velocidade média da água, que correm no canal, onde observa-se no ponto II e III que os dados não tendem a normalidade diferentemente do ponto I que os seus dados seguem a distribuição normal com P-Value igual a 0.016. (ANEXO 9).

4.10. Caracterização da batimetria na tomada de água de regadio

A batimetria no desvio do rio à tomada de água do regadio de Chókwè no período de três semanas mostrou resultados significativos da ocorrência de sedimentos. De acordo com a figura 13, é possível ver na secção inicial após a sua reabilitação nas cheias de 2013, que o canal ficou em forma sem alterações da sua forma geométrica trapezoidal possuindo as seguintes dimensões 8 m de altura e 65 m de largura.

A actual situação verifica-se nos três pontos feito o levantamento topo batimétrico, onde na secção do ponto I (logo no desvio) regista-se alterações das taludes e da base do canal transformando-se a sua forma geométrica em irregular, o total da área sedimentada é de 2.86 m². Na secção do ponto II (meio do canal) verifica-se a alteração da base menor do canal nas extremidades tentando a forma circular, apenas no eixo da base coincide com a base do canal inicial, o total da área sedimentada é 0.41 m². Continuou-se a mesma análise para a secção do ponto III (próximo a tomada) onde verifica-se a alteração dos taludes e da base menor, tentando a sua forma geométrica a oval, o total da área sedimentada é de 0.30 m².

As alterações nos leitos ou canais no desvio de rio ou canal são de se esperar devido a turbulência da água visto que à tendência da mudança do seu fluxo normal. Por outro devido a regulação da tomada de água no regadio e do açude no rio Limpopo, pode se dar o caso de ter elevadas pressões visto que a velocidade e a vazão é maior logo no início do desvio.

Num estudo similar o Pimenta (1981), explica que os cursos de água se encontram sempre em busca de seu perfil de equilíbrio, erodindo seus leitos em determinados pontos, transportando sedimentos de um ponto a outro e depositando-os em locais à jusante. A tendência natural dos rios é erodir à montante e depositar à jusante. O Cunha e Guerra (2003), afirmam que os rios ou canais desenvolvem um perfil longitudinal específico,

dinâmico e estão em equilíbrio com seus fluxos, havendo um balanço entre a descarga líquida, o transporte de sedimentos, a erosão e a deposição de sedimentos.

No geral regista-se maior alteração na secção do ponto I, seguidamente do ponto II e por fim do ponto III.

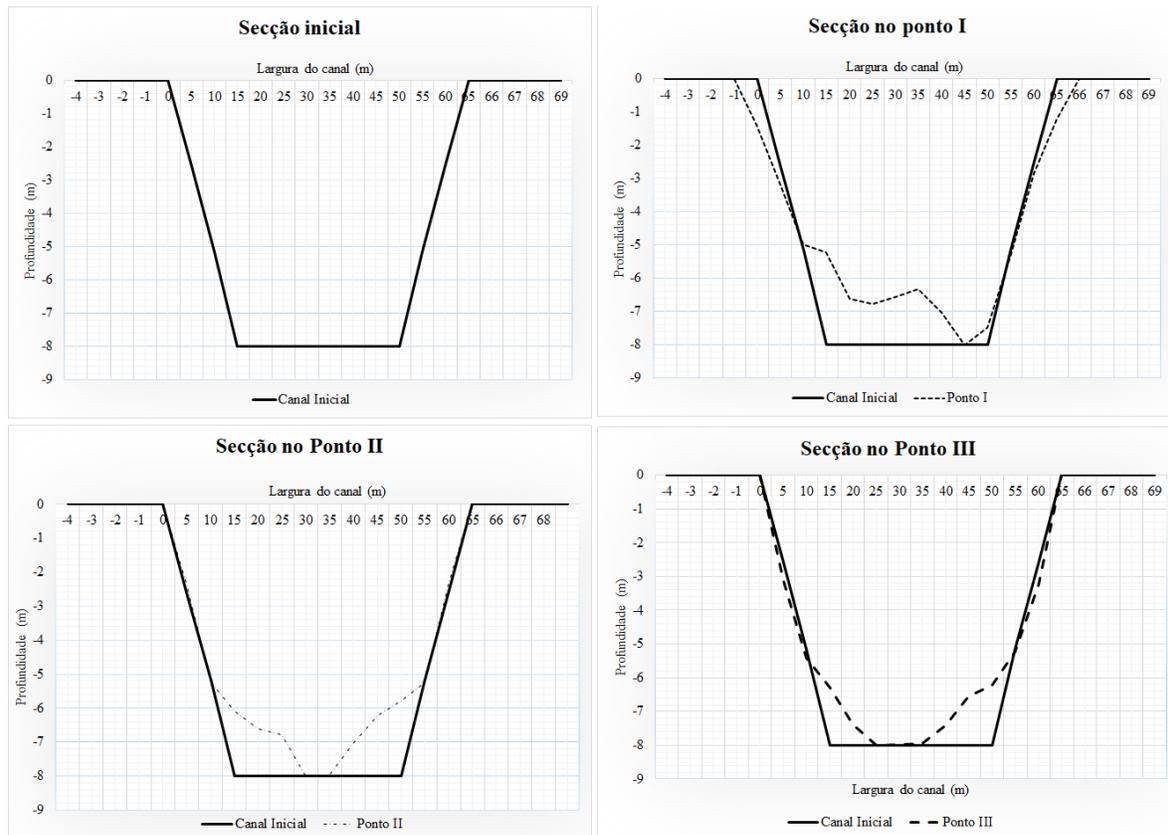


Figura 13: Secções actuais topo batimétricos comparados com a secção inicial do canal.

4.11. Correlação e regressão linear dos dados.

Foi feita a correlação e a regressão linear dos dados, conhecidos como ferramentas de Liman usados para avaliar um tipo de problema entre duas variáveis dependentes.

É importante realçar que todos os resultados a serem obtidos na correlação ou regressão linear serão discutidos de acordo com a tabela 11.

Tabela 11: Coeficiente de correlação estatística ou coeficiente de correlação de Pearson.

R^2	Definição
0.00 a 0.19	Correlação bem fraca
0.20 a 0.39	Correlação fraca
0.40 a 0.69	Correlação moderada
0.70 a 0.89	Correlação forte
0.90 a 1.00	Correlação muito forte

Fonte: Devore (2006).

4.13 Turbidez versus Concentração dos sólidos em suspensão

A figura 14, explica a correlação existente entre a turbidez e a concentração média dos sedimentos suspensos. Onde o coeficiente de correlação (R) foi de 0.761, o que significa que há uma correlação positiva forte entre a variação da turbidez e da concentração média dos sólidos suspensos. O coeficiente de determinação foi de 58% esse coeficiente explica quanto a variável X explica em percentagem a variável Y. Por outro lado, quer dizer que na medida em que a turbidez aumenta os sólidos em suspensão aumentam no canal a 58%.

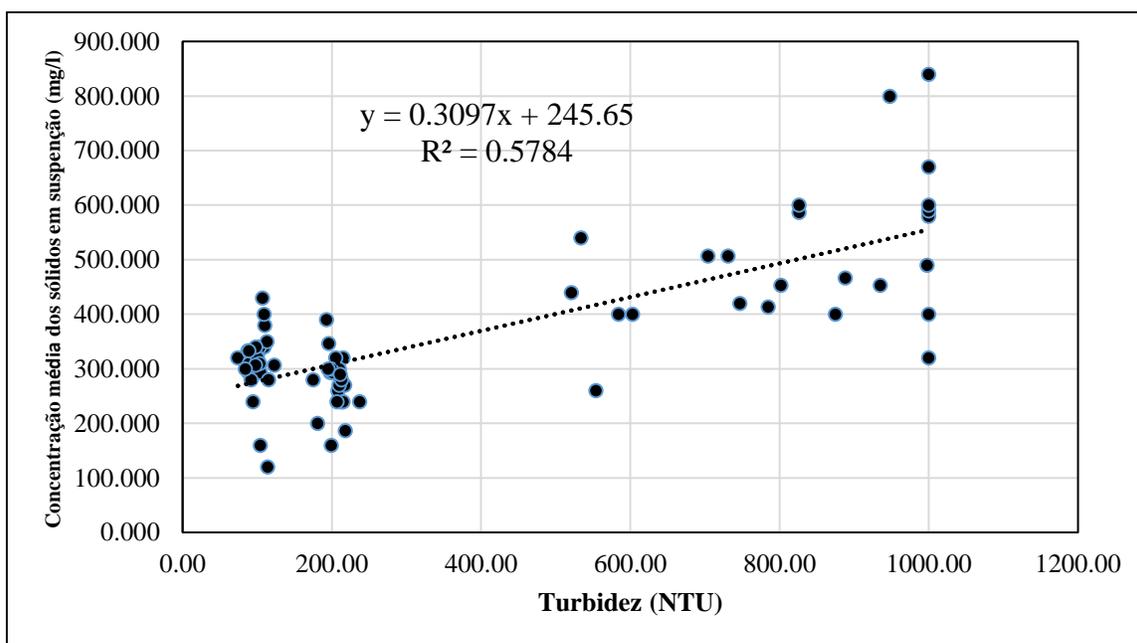


Figura 14: Turbidez verse Concentração média dos sólidos em suspensão.

Cálcio (Ca²⁺) versus Sódio (Na⁺)

Conforme a figura 15, a correlação existente entre o sódio (Na) e cálcio (Ca) é uma correlação negativa forte com $r = -0.897$. O coeficiente de determinação foi de 81% esse coeficiente explica quanto a variável x explica em porcentagem a variável y. Por outro lado, quer dizer que na medida em que o sódio diminui o cálcio também reduz no canal à 81%.

A equação gerada pelos dados de cálcio verse sódio é $Y = 0.3097x + 245,65$

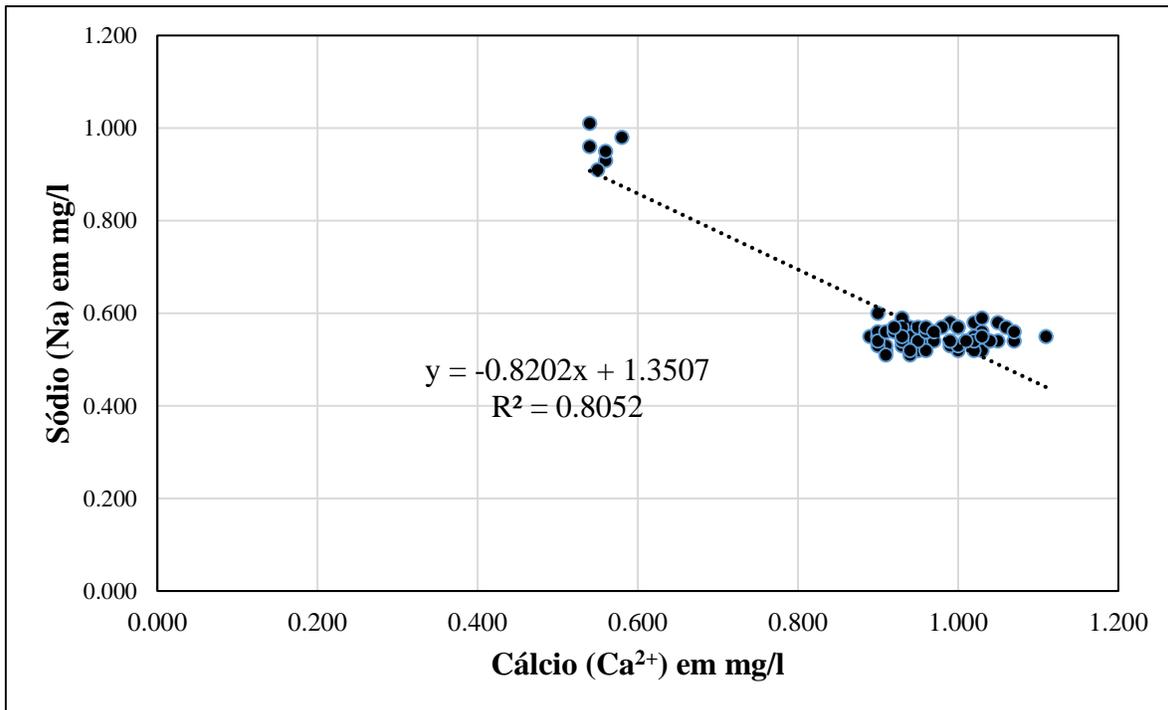


Figura 15: Correlação de cálcio verse sódio.

4.14.1. Potássio (K⁺) versus Sódio (Na⁺)

A figura 16, mostra os resultados obtidos da correlação do sódio (Na) e potássio (K), conforme a interpretação do gráfico deu para perceber que entre o sódio e potássio não existe nenhuma correlação. Onde o coeficiente de correlação ($R = 0.023$) e o coeficiente de determinação foi de 0%, esse coeficiente explica quanto a variável x explica em porcentagem a variável y. Por outro lado, quer dizer que não há conexão entre sódio e potássio.

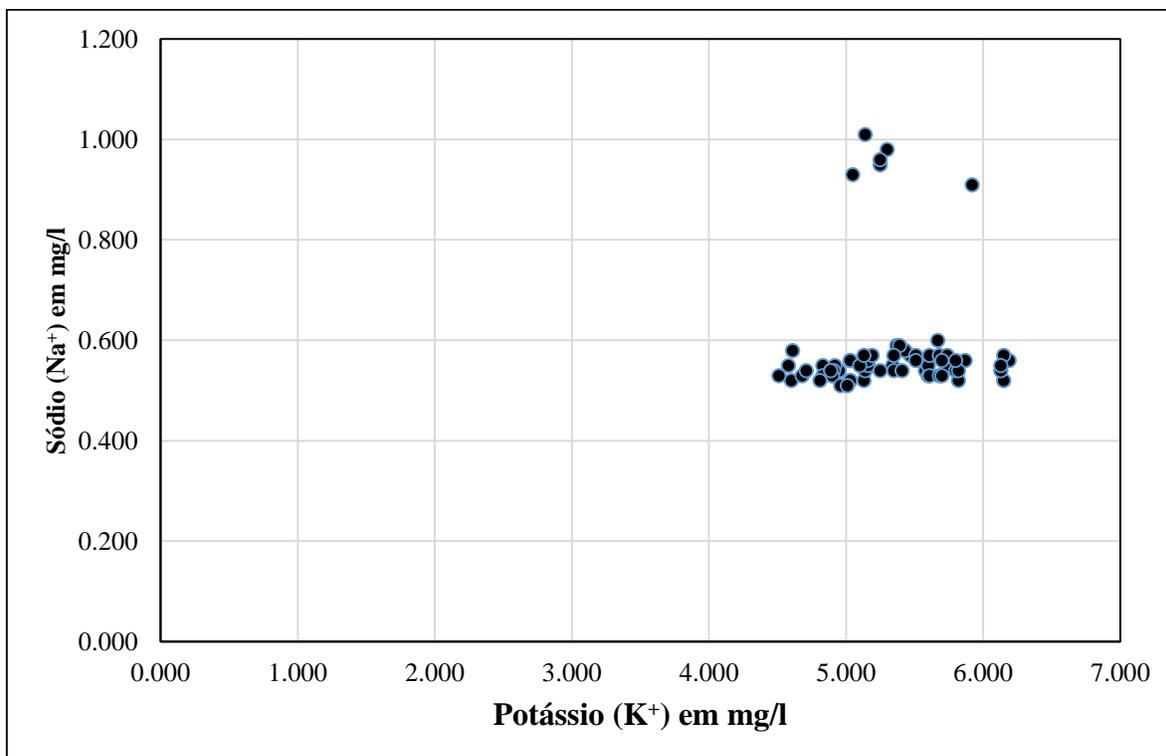


Figura 16: Correlação de potássio verse sódio.

4.16. Cálcio (Ca²⁺) versus Potássio (K⁺)

Conforme a figura 17, não há correlação existente entre o cálcio (Ca) e potássio (K) com $R = 0.144$. O coeficiente de determinação foi de 2% esse coeficiente explica quanto a variável x explica em percentagem a variável y.

A equação gerada pelos dados de cálcio verse sódio é $Y = 0.4838x + 4.8806$

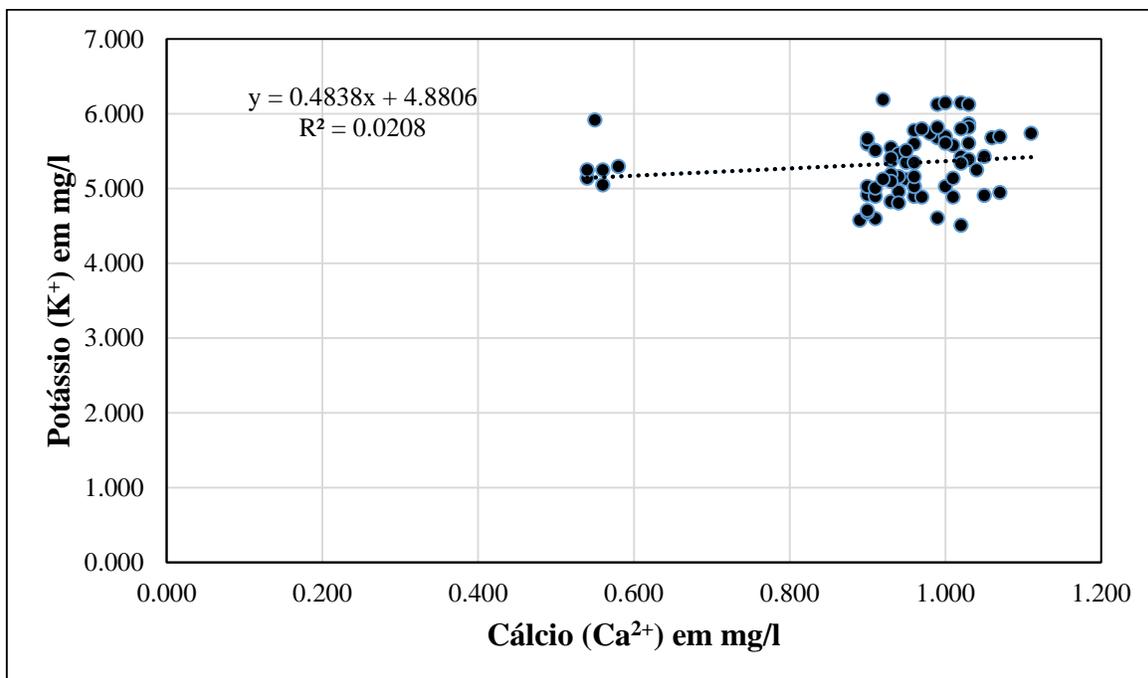


Figura 17: Correlação de potássio verse cálcio

4.17. Velocidade média do canal versus concentração média dos sólidos suspensos

A figura 18, mostra a ausência da correlação entre os dados da velocidade média do canal e a concentração média dos sólidos suspensos.

O resultado de coeficiente de correlação é igual a 0.117 ($R = 0.117$) e o coeficiente de determinação que procura explicar quanto a variável x explica em percentagem a variável y é igual a um 1% ($R^2 = 1\%$). Por outro lado, este resultado quer dizer que não há dependência da velocidade média das águas do canal em relação a concentração média dos sólidos suspensos que fluem com as águas do canal.

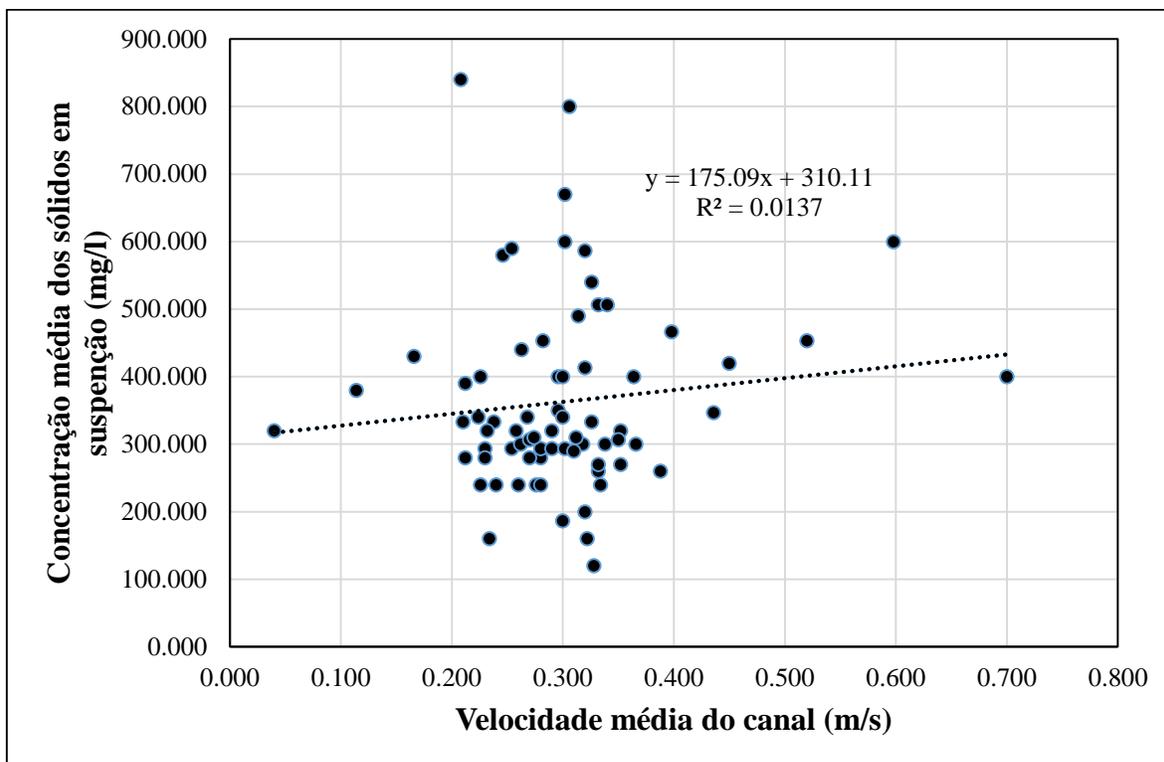


Figura 18: Correlação de velocidade média do canal verse concentração média dos sólidos suspensos.

4.18. Condutividade eléctrica versus potencial de hidrogénio (pH)

A figura 19, mostra uma correlação fraca entre os dados da condutividade eléctrica e potencial de hidrogénio.

O resultado de coeficiente de correlação é igual a 0.298 ($R = 0.298$) e o coeficiente de determinação que procura explicar quanto a variável x (condutividade eléctrica) explica em percentagem a variável y (potencial de hidrogénio) é igual a um 1% ($R^2 = 9\%$). Por outro lado, este resultado quer dizer que há pouca dependência entre a condutividade eléctrica e o potencial de hidrogénio das águas do canal.

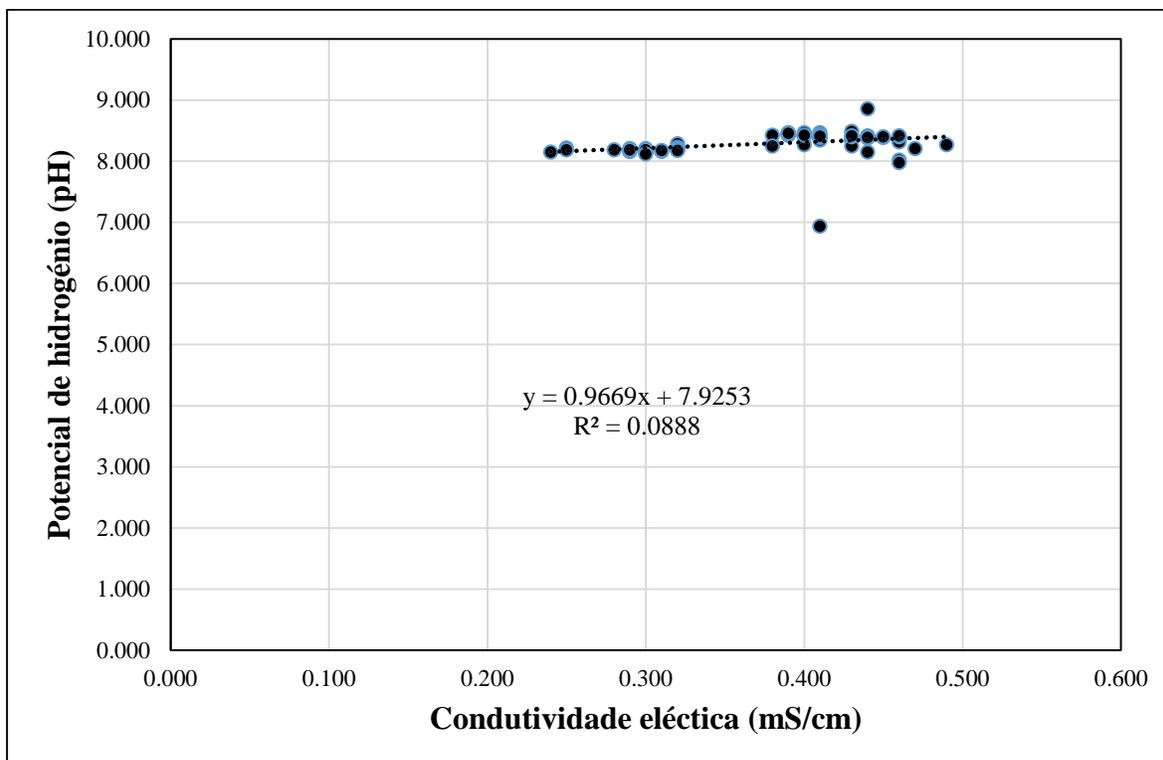


Figura 19: Correlação da condutividade eléctrica e potencial de hidrogénio.

4.19. Temperatura versus potencial de hidrogénio (pH)

A figura 20, mostra uma correlação fraca entre os dados da temperatura e potencial de hidrogénio.

O resultado de coeficiente de correlação é igual a 0.301 ($R = 0.301$) e o coeficiente de determinação que procura explicar quanto a variável x (temperatura) explica em percentagem a variável y (potencial de hidrogénio) é igual a um 1% ($R^2 = 9\%$). Por outro lado, este resultado quer dizer que há pouca influência entre a temperatura e o potencial de hidrogénio das águas do canal.

A equação gerada entre a temperatura e o potencial de hidrogénio é $y = 0.2273x + 2.437$.

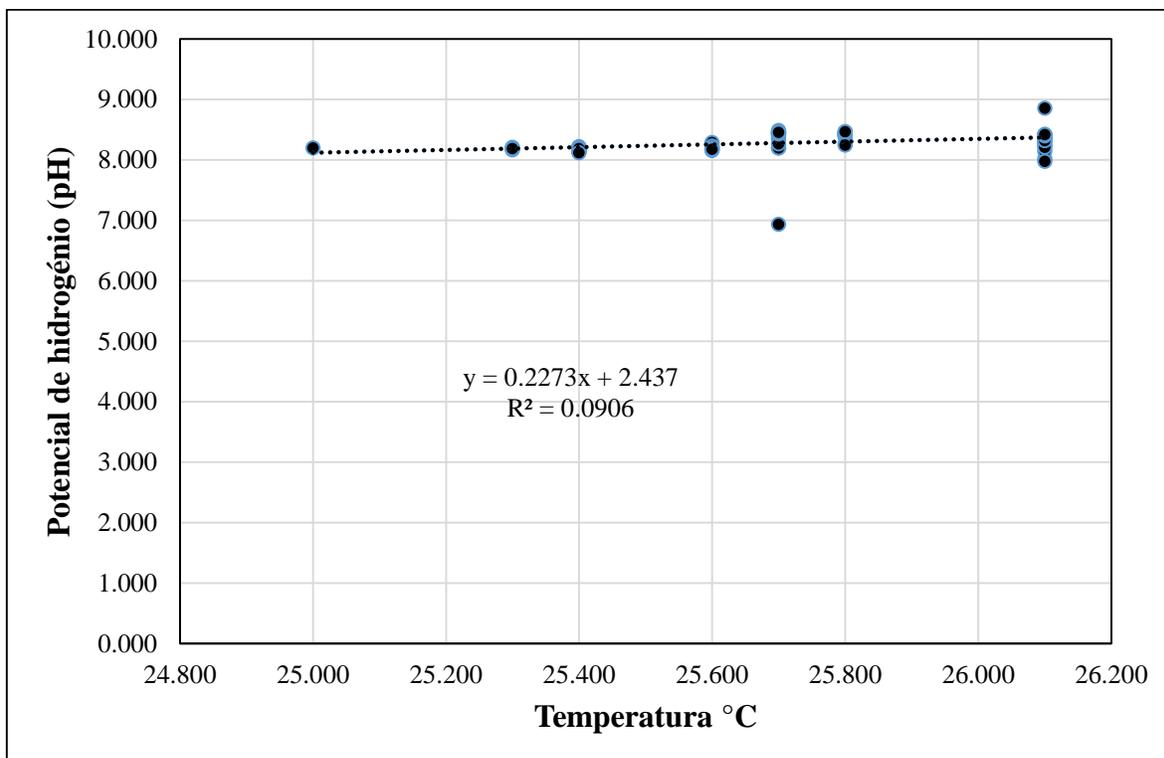


Figura 20: Correlação de temperatura e potencial de hidrogénio.

4.20. Temperatura versus condutividade eléctrica

Fez se a mesma análise entre os dados da temperatura e da condutividade eléctrica, de onde a figura 21, mostrando uma correlação muito forte entre os dados da temperatura e condutividade eléctrica das águas do canal.

O resultado de coeficiente de correlação é ($R = 0.908$) e o coeficiente de determinação que procura explicar quanto a variável X (temperatura) explica em percentagem a variável Y (condutividade eléctrica) é igual a um 83% ($R^2 = 83\%$).

Por outro lado, este resultado quer dizer que a temperatura tem uma influência muito forte nos elementos presentes nas águas que fluem no regadio de Chókwè, contribuindo para uma boa condução eléctrica dos elementos presentes na água. Em outras palavras quis dizer que há elementos presentes nas águas que entram no regadio de Chókwè que dependem da temperatura para uma boa condução eléctrica.

A equação gerada entre a temperatura e a condutividade eléctrica é $y = 0.2114x - 5.0662$.

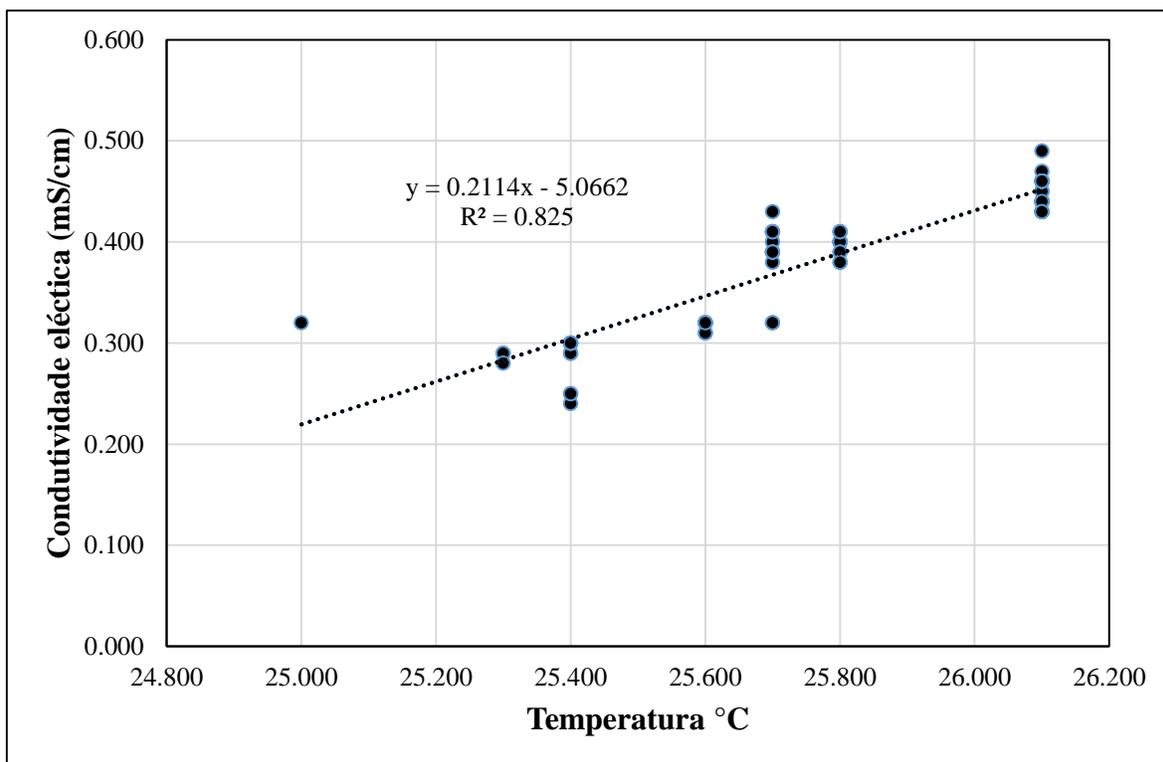


Figura 21: Correlação de temperatura e condutividade eléctrica.

No geral os dados que demonstraram uma boa correlação são de turbidez verse concentração dos sólidos em suspensão, cálcio (Ca^{2+}) verse sódio (Na^+) e temperatura verse condutividade eléctrica.

E os dados que não demonstraram nenhuma correlação são de potássio (K^+) verse sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}) verse potássio (K^+) e velocidade média do canal verse concentração média dos sólidos suspensos.

Por fim os dados que demonstraram uma fraca correlação destacam-se condutividade eléctrica verse potencial de hidrogénio (pH) e temperatura verse potencial de hidrogénio.

5. CONCLUSÃO

1. A partir da análise batimétrica e concentração de sedimentos feita no desvio do canal foi possível concluir que:

- a) A batimetria feita nos três Pontos (I, II e III) que se situam no troço desvio à tomada de água, regista-se maior alteração na secção do Ponto I, seguidamente do Ponto II e por fim do Ponto III e as quantidades encontradas foram de 2.86 m², 0.41 m² e 0.30 m², respectivamente.
- b) De acordo com os dados obtidos durante o estudo no troço desvio à tomada no regadio de Chókwè conclui-se que há entrada de sedimentos suspensos que vai-se depositando ao longo de tempo e espaço no canal.
- c) Na estimativa de quantidades de sedimentos suspensos no troço desvio à tomada, obteve-se maior quantidade no Ponto III com 737.47 toneladas em três semanas seguido pelo Ponto I com 530.98 toneladas em três semanas e por fim no Ponto I com 514.37 toneladas em três semanas.

2. Em análises físico-químicas foi possível concluir que:

- a) Quanto as características físico-químicas dos sedimentos suspensos, na (CE), os valores máximos obtidos em mScm⁻¹ nos Pontos I, II e III são 0.490, 0.450 e 0.470 e os valores mínimos são 0.240, 0.250 e 0.310 respectivamente. Esses resultados indicam que as águas do regadio podem ser usadas para irrigação na maior parte das culturas e em todos tipos de solos.
- b) Os resultados da turbidez foram satisfatórios, confirmando a presença de partículas em suspensão flutuando nos corpos de água do rio e no regadio de onde registou-se seguintes valores máximos e mínimos 1000 e 73.800 NTU, 1000 e 88.900 NTU e 948.800 e 83.800 NTU obtidos nos Pontos I, II e III, respectivamente.
- c) O pH das águas do regadio é alcalino para todos pontos dado que esta acima do 7.00, isso é positivo porque os elementos ácidos serão neutralizados evitando-se a destruição da estrutura do solo dos campos agrícolas dado que são usadas essas águas para irrigação.
- d) Obteve-se para sódio (Na⁺), nos três pontos os seguintes valores máximos são 1.010, 0.590 e 0.600 e os valores mínimos são 0.520, 0.520 e 0.510, respectivamente. No cálcio (Ca²⁺), os valores máximos e mínimos são 1050 e 0.540,

1.110 e 0.890 e 1.070 e 0.900, respectivamente. E por fim no potássio (K^+), os máximos e mínimos são 5.920 e 4.600, 6.150 e 4.510 e 6.190 e 4.680 correspondente aos Pontos I, II e III respectivamente em mg/l.

3. Análise estatística

- a) Quanto a análise estatística dos dados, os dados da condutividade eléctrica (CE), turbidez e temperatura não tenderam a normalidade ao longo das três semanas. Os dados de sódio (Na^+), potássio (K^+), e cálcio (Ca^{2+}), demonstraram uniformidade ao longo das três semanas do estudo. E o potencial de hidrogénio (pH), concentração média dos sólidos em suspensão e a velocidade foram oscilantes nos três pontos.
- b) No geral, os dados da correlação e regressão linear, os dados que demonstraram uma boa correlação são de turbidez verse concentração dos sólidos em suspensão, cálcio (Ca^{2+}) verse sódio (Na^+) e temperatura verse condutividade eléctrica. Os seus coeficientes de correlação (R) variam de 0.761 a 0.908 e os coeficientes de determinação (R^2) variam de 58% a 83%.
- c) E os dados que não demonstraram nenhuma correlação são de potássio (K^+) verse sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}) verse potássio (K^+) e velocidade média do canal verse concentração média dos sólidos suspensos. Os seus coeficientes de correlação (R) variam de 0.023 a 0.117 e os coeficientes de determinação (R^2) variam de 0% a 2%.
- d) Por fim os dados que demonstraram uma fraca correlação destacam-se condutividade eléctrica (CE), verse potencial de hidrogénio (pH) e temperatura verse potencial de hidrogénio. Os seus coeficientes de correlação (R) variam de 0.298 a 0.301 e os coeficientes de determinação (R^2) é de 9%.

6. RECOMENDAÇÕES

- Necessidade de se fazer novamente este estudo para envolvendo mais parâmetros químicos melhor ilações ao gestor do regadio.
- Necessidade de dragagem do troço que foi estudado e ainda montante do açode de Macarretane.
- Instalação de postos fluviométricos ao longo do regadio para o registo das quantidades que entram e que são transportados para diferentes sectores do regadio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORDAS, M.P, et all. Elementos de engenharia de sedimentos. Porto alegre: Editora da universidade federal do Rio Grande do sul, 2001, p. 915-93
2. CARVALHO, Newton de Oliveira, Hidrossedimentologia Prática, Eletrobras, CPRM, Rio de Janeiro, 1994.
3. CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P. **Guia de Práticas Sedimentométricas**. Brasília – DF: ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2005, 154p.
3. HOROWITZ, A. J. *Determining annual suspended sediment and sediment associated trace element and nutrient fluxes*. Science of the Total Environment, Atlanta, V. 400, p. 315 – 343, 2008.
4. KRUEGER, C.P., *Levantamentos Batimétricos*, Revista INFOGEO 39 (MUNDOGEO) Setembro 2005, Disponível em <http://mundogeo.com/blog/2005/09/27/levantamentos-batimetricos>). Acesso em 24/09/2015.
5. PEREIRA, M.A.F. processos hidrossedimentologicos em diferentes escalas espaços temporais no Bioma Mata Atlântica. 2010. Santa Maria, 2010.
6. RAMOS, A. M. Aplicação, Investigação e Análise da Metodologia de Reduções Batimétricas Através do Método GPS Diferencial Preciso. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná.
7. SILVA, A. M., Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas, 2003.
8. WALLING, D.E. Linking the field to the river: sediment delivery from agricultural land, 1990.
9. CORDEIRO, G. G. 2001. Qualidade de Água para Fins de Irrigação (Conceitos básicos e práticos). Embrapa. Consultado no 13 de Junho de 2020, disponível em http://www.cpatia.embrapa.br/public_eletronica/downloads/SDC167.pdf
10. CALIJURI, M. L.; COUTO, E. A.; CAMARGO, R. A *et al.* 2012. *Evaluation of the Influence of Natural and Anthropogenic Processes on Water Quality in Karstic Region*. Water, Air & Soil Pollution, v. 223, n. 5, p. 2157-2168.
11. LIBÂNIO, M. 2005. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. Campinas: Editora Átomo.

12. LYERLY, P.J.; LONGENECKER, D.E. 1962. *Salinity control in irrigation agriculture*. College station, Texas. Agricultural Experiment Station. Bulletin, 876.
13. Pereira, R. A, Silva, J. F, Netto, F. M e Rodrigues, S. C 2009. *Transporte e concentração de sedimentos na bacia hidrográfica do córrego barrerinho uberlândia – mg*. Brasil
14. MEDINA SAN JUAN, J. A. 1997. *Riego por gotejo teoria y practica*. 4ª ed. rev y amp. Madrid: Ediciones Mundi-Presa.
15. FONSECA, R. M. F. 2011. *Biogeoquímica de Sedimentos Aquáticos*. Consultado no dia 14 de Junho de 2020, disponível em <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/9816/5/I-%20Geoqu%C3%ADmica%20de%20Sedimentos%20Aqu%C3%A1ticos2011.pdf>
16. MADINGUE, A. F. (2018). *Estudo do processo de sedimentação no sector montante do regadio de Chókwè*. Tese de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural, Instituto Superior Politécnico de Gaza.
17. MEDEIROS, C. F. (2009). *Abastecimento de Água*. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.
18. MONTEIRO, A. F. (2015). *Relatório de Estagio - Estação de tratamento de Agua do Caldeirão*. Guarda: Escola Superior de Tecnologia e Gestão.
19. SCURACCHIO, P. A. (2010). *Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de são carlos - SP*. São Paulo: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”.
20. CARVALHO, N. O.; SALGADO, J. C. M.; ROSS, J.; RUIZ, N. C. P.; SILVA, L. F. A.; MESQUITA, J. B.; GOULART NETTO, A. A.; SILVA, L. P. Revisão dos estudos sedimentológicos do Rio Madeira e Mamoré, RO. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Novembro, 2005, João Pessoa, PB.

APÊNDICE:**Tabela 7.1.** Dados da Condutividade eléctrica, turbidez, temperatura, potencial de hidrogénio, cálcio, potássio, concentração de sólidos em suspensão, velocidade média do canal, do Ponto I.

Semana	Prof. (cm)	Datas	CE (mS/cm)-PI	Turbidez (NTU) - PI	Temp. (°C)	pH - PI	Na - PI	Ca - PI	K - PI	CSS (mg/L)	V(m/s)	P. final
S1	0	6/3/2020	0.290	584.00	25.300	8.170	0.540	0.90 0	5.600	400.000	0.296	0.030
	20	6/3/2020	0.290	935.00	25.300	8.210	0.550	0.93 0	4.830	453.333	0.520	0.034
	40	6/3/2020	0.280	785.00	25.300	8.190	0.540	1.01 0	5.580	413.333	0.320	0.031
	60	6/3/2020	0.240	1000.00	25.400	8.150	0.520	0.91 0	4.600	320.000	0.040	0.032
	80	6/3/2020	0.290	1000.00	25.400	8.160	0.520	0.95 0	5.130	580.000	0.246	0.058
	100	6/3/2020	0.290	1000.00	25.400	8.190	0.530	0.96 0	4.900	590.000	0.254	0.059
S2	0	13/3/2020	0.430	175.00	25.700	8.490	0.980	0.58 0	5.300	280.000	0.280	0.021

	20	13/3/2020	0.410	218.00	25.700	8.470	0.930	0.56 0	5.050	186.667	0.300	0.014
	40	13/3/2020	0.400	212.00	25.700	8.430	1.010	0.54 0	5.140	240.000	0.240	0.018
	60	13/3/2020	0.410	214.00	25.700	8.390	0.910	0.55 0	5.920	240.000	0.276	0.024
	80	13/3/2020	0.410	215.00	25.700	8.350	0.950	0.56 0	5.250	320.000	0.258	0.032
	100	13/3/2020	0.410	193.00	25.700	6.940	0.960	0.54 0	5.250	390.000	0.212	0.039
S3	0	20/3/2020	0.490	102.00	26.100	8.270	0.560	0.93 0	5.550	333.333	0.238	0.025
	20	20/3/2020	0.460	88.30	26.100	8.020	0.590	0.93 0	5.370	293.333	0.230	0.022
	40	20/3/2020	0.430	87.30	26.100	8.340	0.570	0.94 0	5.470	333.333	0.210	0.025
	60	20/3/2020	0.440	73.80	26.100	8.150	0.580	1.02 0	5.430	320.000	0.232	0.032
	80	20/3/2020	0.430	110.00	26.100	8.360	0.580	1.05 0	5.430	380.000	0.114	0.038
	100	20/3/2020	0.430	107.00	26.100	8.250	0.560	1.03	5.870	430.000	0.166	0.043

								0				
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Tabela 7-2: Dados da Condutividade eléctrica, turbidez, temperatura, potencial de hidrogénio, cálcio, potássio, concentração de sólidos em suspensão, velocidade média do canal, do Ponto II.

Semana	Prof. (cm)	Datas	CE (mS/cm)- PII	Turbidez (NTU)- PII	Temp. (°C) - PII	pH- PII	Na - PII	Ca - PII	K -PII	CSS (mg/L)	V(m/s)	P. final
S1	0	6/3/2020	0.320	554.000	25.000	8.200	0.530	0.960	5.600	260.000	0.388	0.013
	20	6/3/2020	0.250	731.000	25.400	8.220	0.530	0.930	4.830	506.667	0.332	0.038
	40	6/3/2020	0.250	802.000	25.400	8.190	0.550	0.890	4.580	453.333	0.282	0.034
	60	6/3/2020	0.300	888.000	25.400	8.160	0.540	0.970	4.890	466.667	0.398	0.035
	80	6/3/2020	0.300	998.000	25.400	8.140	0.520	1.000	5.030	490.000	0.314	0.049
	100	6/3/2020	0.300	1000.000	25.400	8.210	0.530	1.020	4.510	670.000	0.302	0.067
	120	6/3/2020	0.300	1000.000	25.400	8.190	0.520	0.960	5.030	600.000	0.598	0.060
	140	6/3/2020	0.300	1000.000	25.400	8.190	0.540	1.070	4.950	840.000	0.208	0.021
	160	6/3/2020	0.300	1000.000	25.400	8.120	0.540	1.010	5.140	400.000	0.226	0.010
S2	0	13/3/2020	0.410	208.000	25.800	8.440	0.580	0.990	4.610	260.000	0.332	0.026
	20	13/3/2020	0.400	217.000	25.800	8.410	0.550	0.900	4.920	270.000	0.352	0.027
	40	13/3/2020	0.400	210.000	25.800	8.420	0.560	0.960	5.030	270.000	0.332	0.027
	60	13/3/2020	0.400	215.000	25.800	8.440	0.590	1.030	5.390	240.000	0.334	0.024

	80	13/3/2020	0.400	198.000	25.800	8.470	0.550	0.900	5.600	293.333	0.280	0.022
	100	13/3/2020	0.400	203.000	25.800	8.270	0.550	1.020	5.340	293.333	0.254	0.022
	120	13/3/2020	0.400	210.000	25.800	8.430	0.560	0.960	5.780	300.000	0.262	0.015
	140	13/3/2020	0.410	237.000	25.800	8.390	0.550	0.940	5.160	240.000	0.226	0.006
	160	13/3/2020	0.410	207.000	25.800	8.410	0.560	0.900	5.030	240.000	0.260	0.006
S3	0	20/3/2020	0.450	109.000	26.100	8.390	0.530	1.030	5.610	340.000	0.268	0.017
	20	20/3/2020	0.440	123.000	26.100	8.420	0.530	0.990	5.680	306.667	0.270	0.023
	40	20/3/2020	0.440	104.000	26.100	8.860	0.550	1.110	5.740	293.333	0.290	0.022
	60	20/3/2020	0.440	94.200	26.100	8.400	0.540	0.950	5.350	240.000	0.280	0.018
	80	20/3/2020	0.440	88.900	26.100	8.380	0.520	1.030	5.820	310.000	0.274	0.031
	100	20/3/2020	0.450	103.000	26.100	8.400	0.530	1.000	5.700	340.000	0.224	0.034
	120	20/3/2020	0.440	91.700	26.100	8.390	0.520	1.020	6.150	280.000	0.212	0.028
	140	20/3/2020	0.430	115.000	26.100	8.400	0.540	0.990	6.130	280.000	0.230	0.007
	160	20/3/2020	0.430	104.000	26.100	8.420	0.540	1.020	5.800	160.000	0.234	0.004

Semana	Prof. (cm)	Datas	CE (mS/cm) - PIII	Turbidez (NTU) - PIII	Temp. (°C)	pH - PIII	Na - PIII	Ca - PIII	K - PIII	CSS (mg/L)	V(m/s)	P. final
S1	0.00	6/3/2020	0.320	521.00	25.60	8.20	0.54	0.93	5.41	440.00	0.26	0.04
	20.00	6/3/2020	0.320	603.00	25.60	8.29	0.54	1.05	4.91	400.00	0.70	0.04

	40.00	6/3/2020	0.320	534.00	25.60	8.23	0.53	0.91	4.90	540.00	0.33	0.05
	60.00	6/3/2020	0.320	747.00	25.60	8.20	0.51	0.94	4.96	420.00	0.45	0.04
	80.00	6/3/2020	0.310	704.00	25.60	8.16	0.53	0.90	4.68	506.67	0.34	0.04
	100.00	6/3/2020	0.310	826.00	25.60	8.18	0.54	0.90	4.71	586.67	0.32	0.04
	120.00	6/3/2020	0.320	826.00	25.70	8.20	0.52	0.94	4.81	600.00	0.30	0.03
	140.00	6/3/2020	0.320	948.00	25.70	8.20	0.54	1.01	4.89	800.00	0.31	0.02
	160.00	6/3/2020	0.320	875.00	25.60	8.18	0.51	0.91	5.01	400.00	0.36	0.01
S2	0.00	13/3/2020	0.380	205.00	25.70	8.27	0.60	0.90	5.67	320.00	0.35	0.02
	20.00	13/3/2020	0.390	196.00	25.70	8.46	0.57	0.95	5.51	346.67	0.44	0.03
	40.00	13/3/2020	0.390	201.00	25.70	8.43	0.56	0.96	5.16	293.33	0.30	0.02
	60.00	13/3/2020	0.380	213.00	25.80	8.43	0.56	0.91	5.51	280.00	0.27	0.02
	80.00	13/3/2020	0.390	199.00	25.80	8.45	0.57	0.93	5.19	300.00	0.37	0.03
	100.00	13/3/2020	0.390	195.00	25.80	8.47	0.56	0.92	6.19	300.00	0.32	0.03
	120.00	13/3/2020	0.380	211.00	25.80	8.25	0.54	1.04	5.25	290.00	0.31	0.03
	140.00	13/3/2020	0.390	181.00	25.70	8.44	0.55	0.93	5.10	200.00	0.32	0.01
	160.00	13/3/2020	0.390	199.00	25.70	8.46	0.57	0.92	5.13	160.00	0.32	0.00
S3	0.00	20/3/2020	0.470	113.00	26.10	8.21	0.57	1.00	5.61	350.00	0.30	0.03
	20.00	20/3/2020	0.460	100.00	26.10	7.98	0.57	1.06	5.68	320.00	0.29	0.03
	40.00	20/3/2020	0.460	103.00	26.10	8.40	0.57	0.98	5.74	310.00	0.31	0.03
	60.00	20/3/2020	0.460	98.10	26.10	8.38	0.57	0.96	5.35	340.00	0.30	0.03

	80.00	20/3/2020	0.460	97.80	26.10	8.40	0.54	0.99	5.82	306.67	0.35	0.02
	100.00	20/3/2020	0.460	88.50	26.10	8.34	0.56	1.07	5.70	333.33	0.33	0.02
	120.00	20/3/2020	0.460	83.80	26.10	8.32	0.57	1.00	6.15	300.00	0.34	0.01
	140.00	20/3/2020	0.460	114.00	26.10	8.40	0.55	1.03	6.13	120.00	0.33	0.00
	160.00	20/3/2020	0.460	109.00	26.10	8.42	0.56	0.97	5.80	400.00	0.30	0.01

Tabela 7-3: Dados da Condutividade eléctrica, turbidez, temperatura, potencial de hidrogénio, cálcio, potássio, concentração de sólidos em suspensão, velocidade média do canal, do Ponto III.

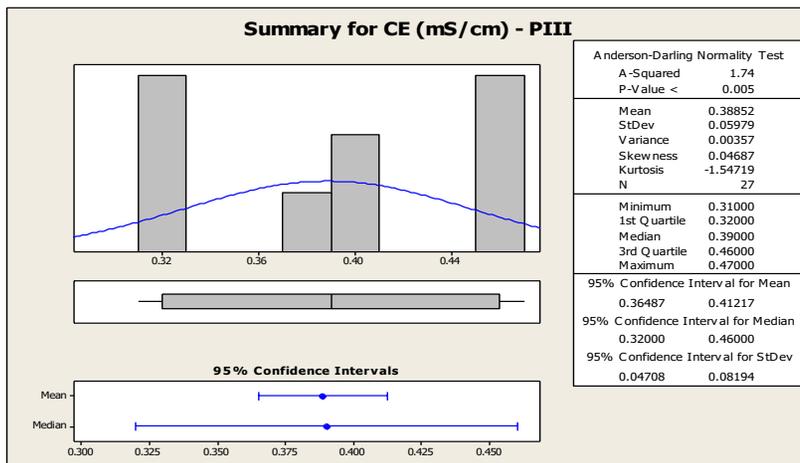
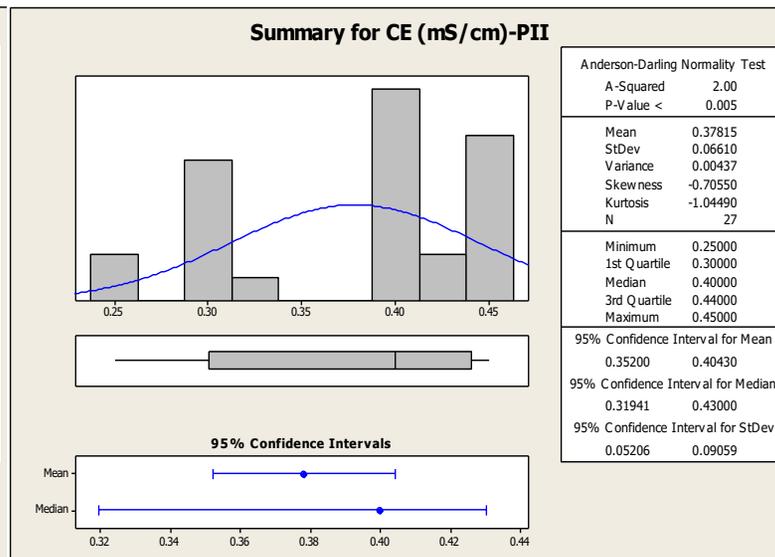
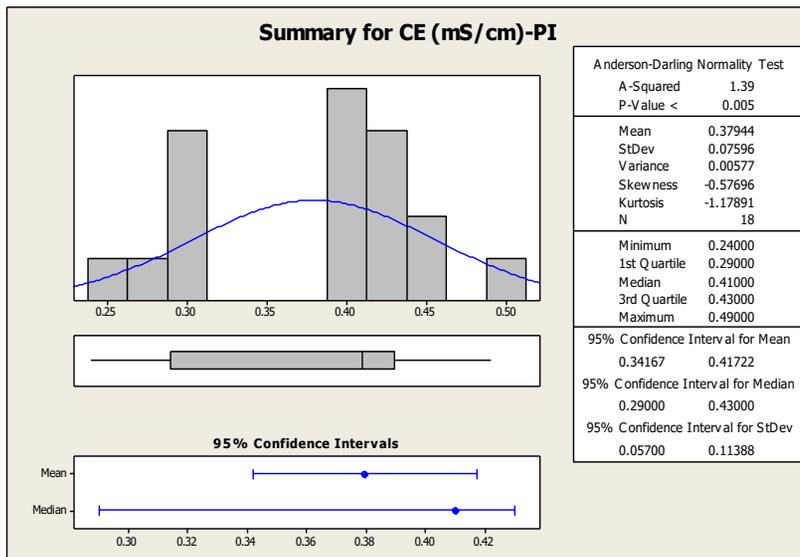
Semana	Prof. (cm)	Datas	CE (mS/cm) - PIII	Turbidez (NTU) - PIII	Temp. (°C)	pH - PIII	Na - PIII	Ca - PIII	K - PIII	CSS (mg/L)	V(m/s)	P. final
S1	0.00	6/3/2020	0.320	521.00	25.60	8.20	0.54	0.93	5.41	440.00	0.26	0.04
	20.00	6/3/2020	0.320	603.00	25.60	8.29	0.54	1.05	4.91	400.00	0.70	0.04
	40.00	6/3/2020	0.320	534.00	25.60	8.23	0.53	0.91	4.90	540.00	0.33	0.05
	60.00	6/3/2020	0.320	747.00	25.60	8.20	0.51	0.94	4.96	420.00	0.45	0.04
	80.00	6/3/2020	0.310	704.00	25.60	8.16	0.53	0.90	4.68	506.67	0.34	0.04
	100.00	6/3/2020	0.310	826.00	25.60	8.18	0.54	0.90	4.71	586.67	0.32	0.04
	120.00	6/3/2020	0.320	826.00	25.70	8.20	0.52	0.94	4.81	600.00	0.30	0.03
	140.00	6/3/2020	0.320	948.00	25.70	8.20	0.54	1.01	4.89	800.00	0.31	0.02
	160.00	6/3/2020	0.320	875.00	25.60	8.18	0.51	0.91	5.01	400.00	0.36	0.01
S2	0.00	13/3/2020	0.380	205.00	25.70	8.27	0.60	0.90	5.67	320.00	0.35	0.02

	20.00	13/3/2020	0.390	196.00	25.70	8.46	0.57	0.95	5.51	346.67	0.44	0.03
	40.00	13/3/2020	0.390	201.00	25.70	8.43	0.56	0.96	5.16	293.33	0.30	0.02
	60.00	13/3/2020	0.380	213.00	25.80	8.43	0.56	0.91	5.51	280.00	0.27	0.02
	80.00	13/3/2020	0.390	199.00	25.80	8.45	0.57	0.93	5.19	300.00	0.37	0.03
	100.00	13/3/2020	0.390	195.00	25.80	8.47	0.56	0.92	6.19	300.00	0.32	0.03
	120.00	13/3/2020	0.380	211.00	25.80	8.25	0.54	1.04	5.25	290.00	0.31	0.03
	140.00	13/3/2020	0.390	181.00	25.70	8.44	0.55	0.93	5.10	200.00	0.32	0.01
	160.00	13/3/2020	0.390	199.00	25.70	8.46	0.57	0.92	5.13	160.00	0.32	0.00
S3	0.00	20/3/2020	0.470	113.00	26.10	8.21	0.57	1.00	5.61	350.00	0.30	0.03
	20.00	20/3/2020	0.460	100.00	26.10	7.98	0.57	1.06	5.68	320.00	0.29	0.03
	40.00	20/3/2020	0.460	103.00	26.10	8.40	0.57	0.98	5.74	310.00	0.31	0.03
	60.00	20/3/2020	0.460	98.10	26.10	8.38	0.57	0.96	5.35	340.00	0.30	0.03
	80.00	20/3/2020	0.460	97.80	26.10	8.40	0.54	0.99	5.82	306.67	0.35	0.02
	100.00	20/3/2020	0.460	88.50	26.10	8.34	0.56	1.07	5.70	333.33	0.33	0.02
	120.00	20/3/2020	0.460	83.80	26.10	8.32	0.57	1.00	6.15	300.00	0.34	0.01
	140.00	20/3/2020	0.460	114.00	26.10	8.40	0.55	1.03	6.13	120.00	0.33	0.00
	160.00	20/3/2020	0.460	109.00	26.10	8.42	0.56	0.97	5.80	400.00	0.30	0.01

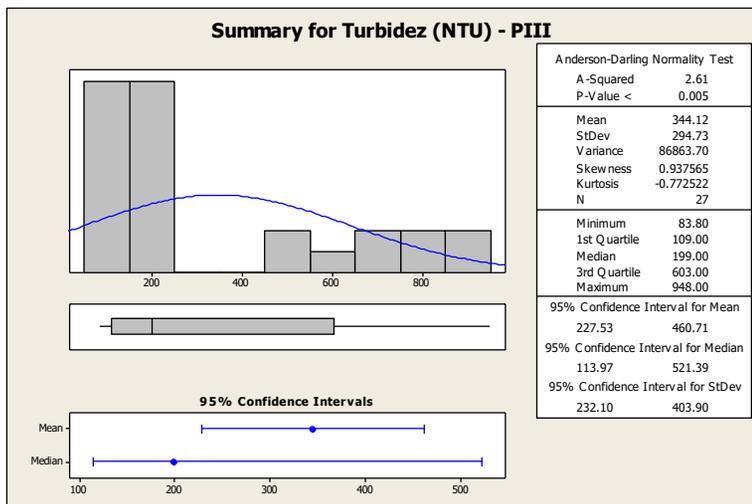
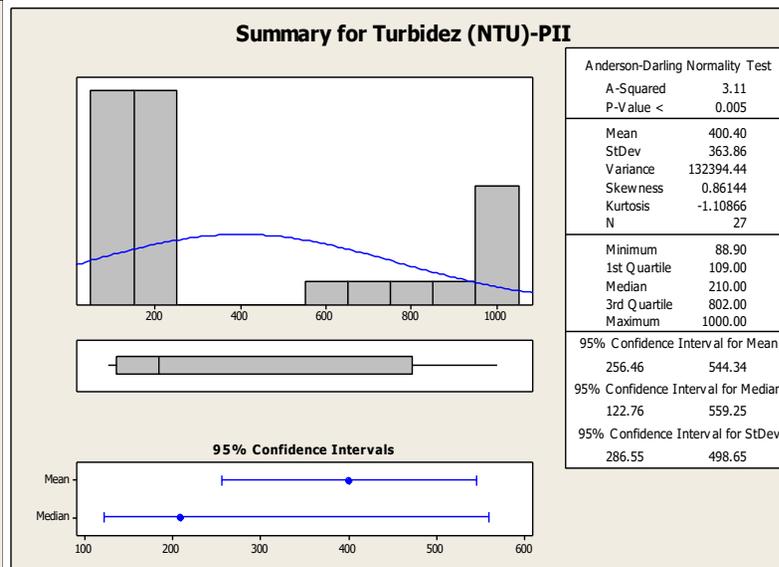
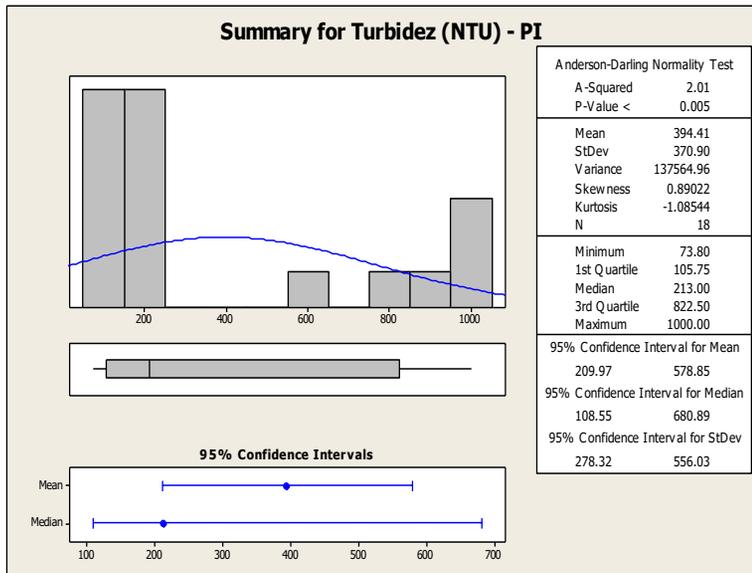
Designação S: Semanas d colecta de sedimentos, **CE:** condutividade eléctrica, **Temp:** temperatura, **Ca:** Cálcio **Na:** Sódio **K:** Potássio, **Mg:** magnésio, **Css:** concentração de sedimentos, **V:** velocidade da água, **P:** peso final da capsola

ANEXOS.

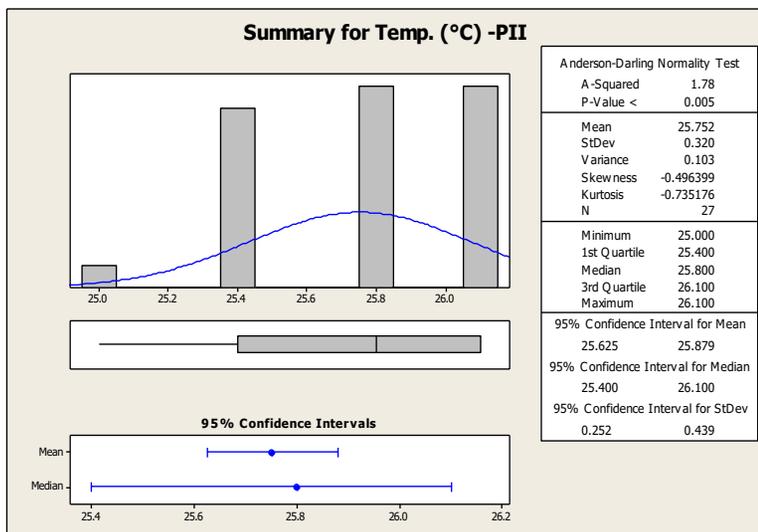
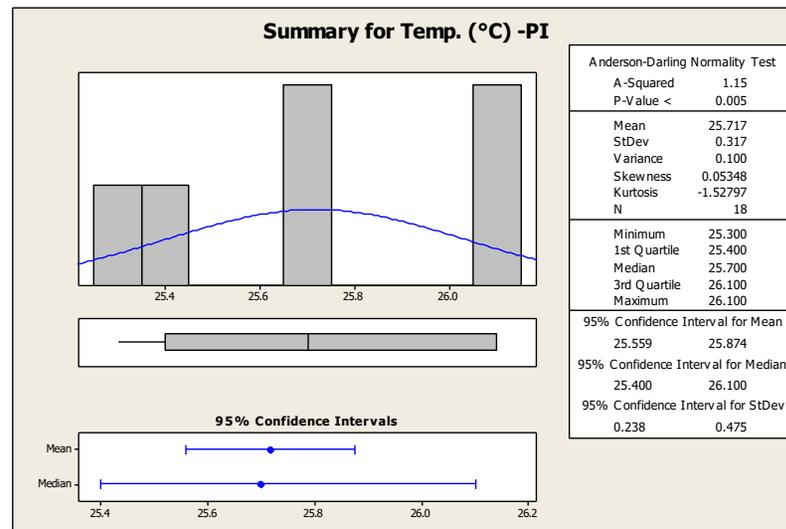
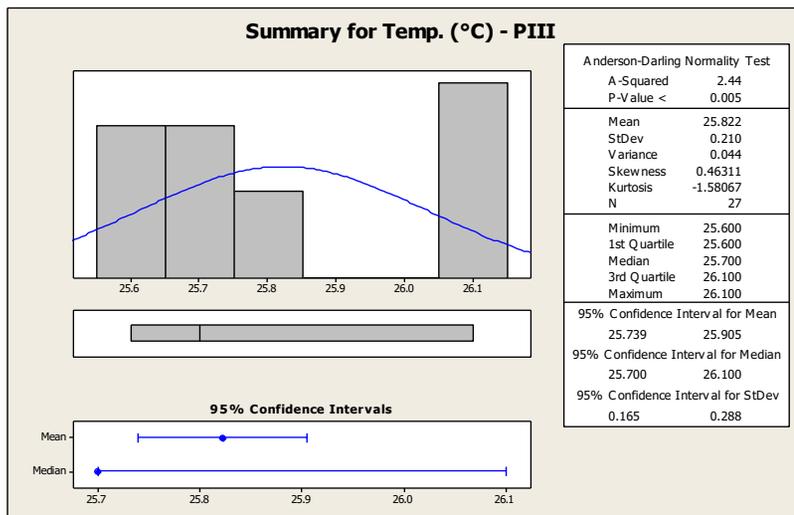
ANEXO 1: Condutividade Eléctrica (em mS/cm) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) PontoII e c) Ponto III



ANEXO 2: Turbidez (em NTU) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.

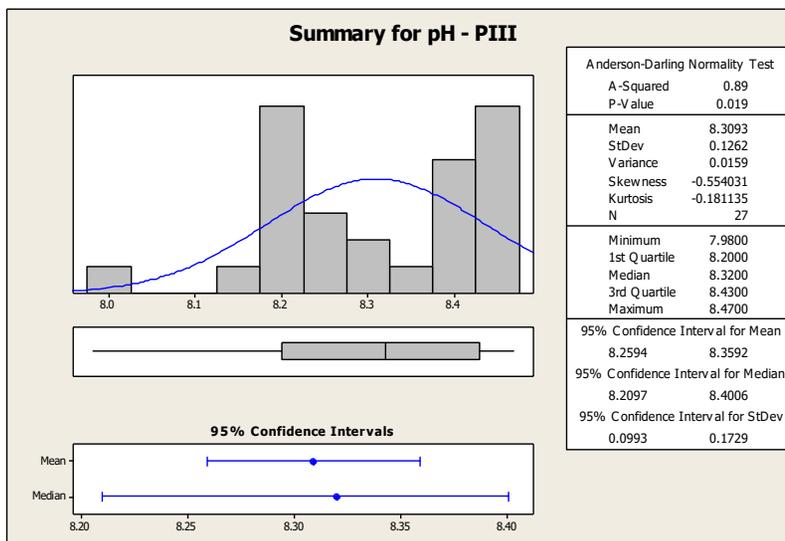
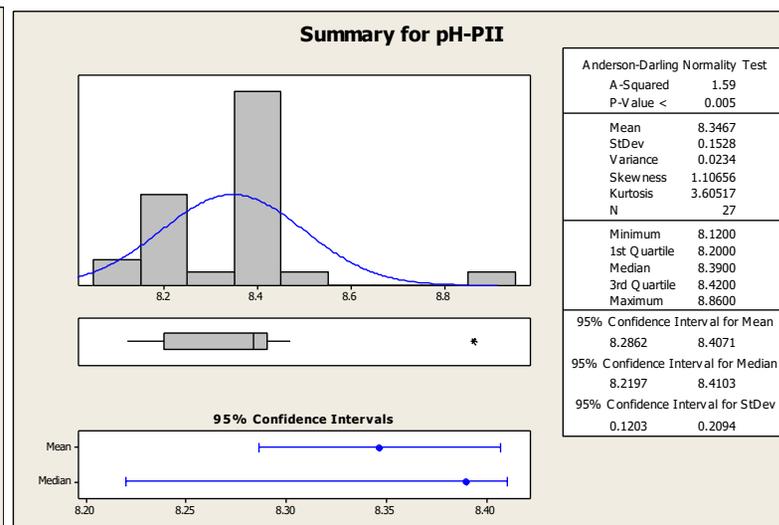
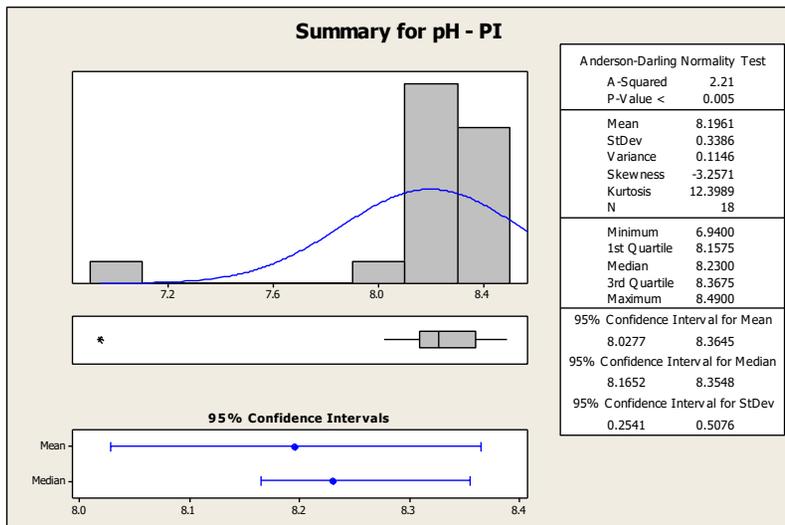


ANEXO 3: Turbidez (em NTU) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.

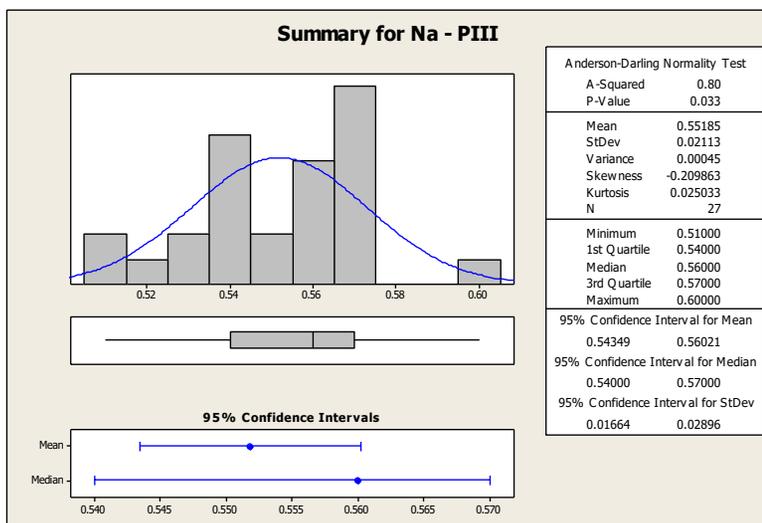
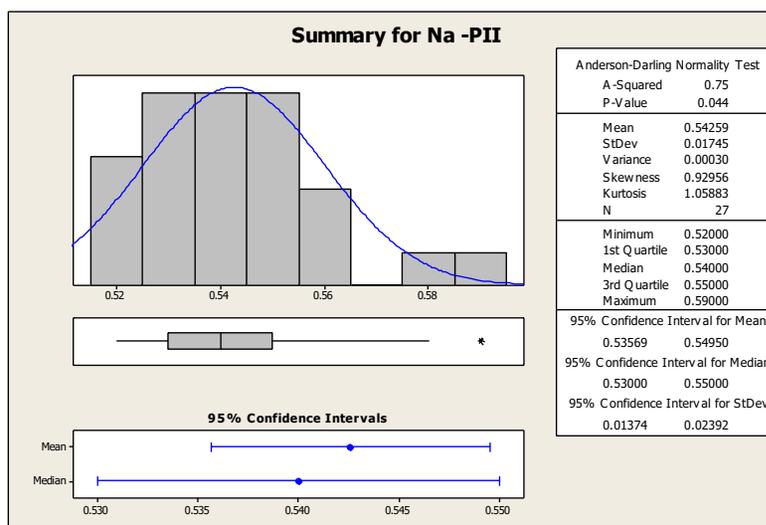
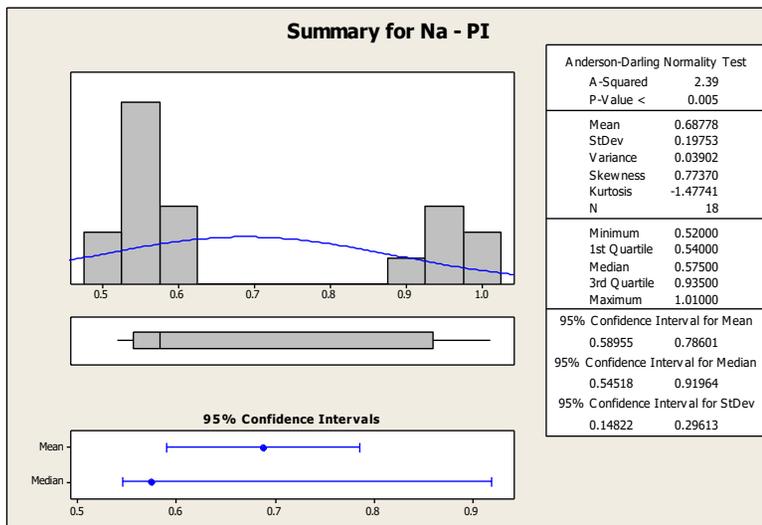


0

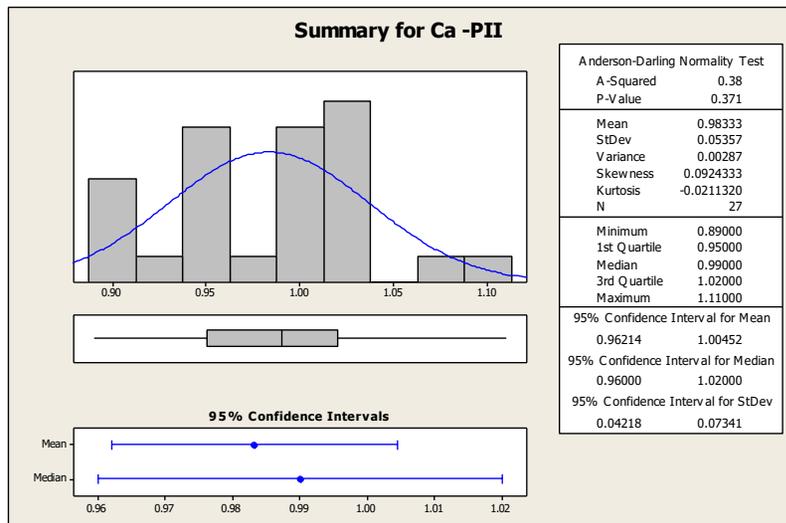
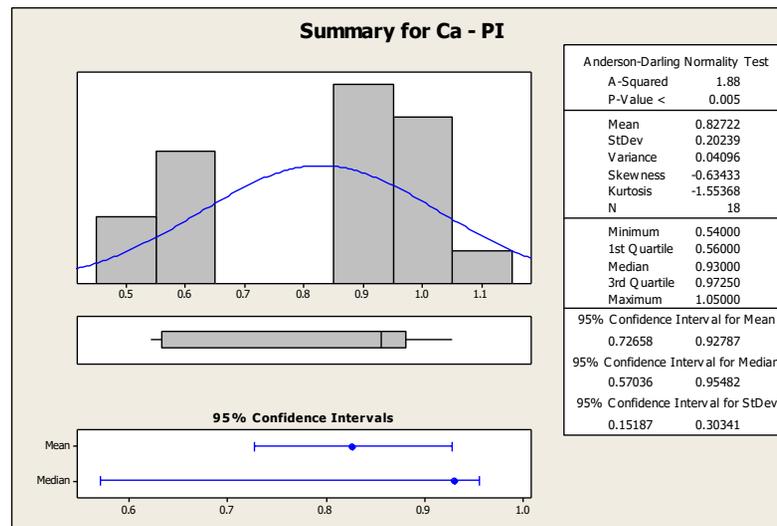
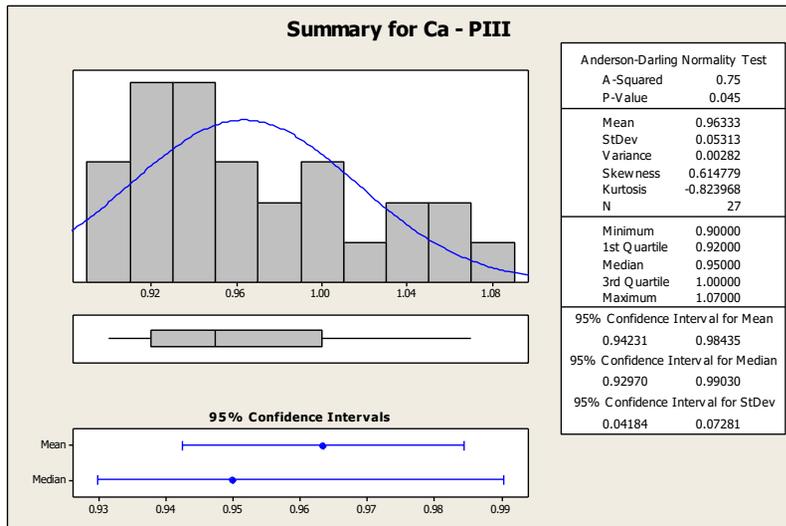
ANEXO 4: pH para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III



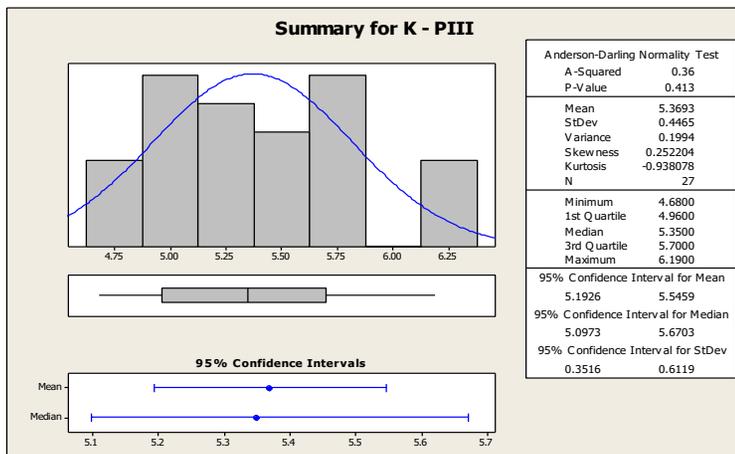
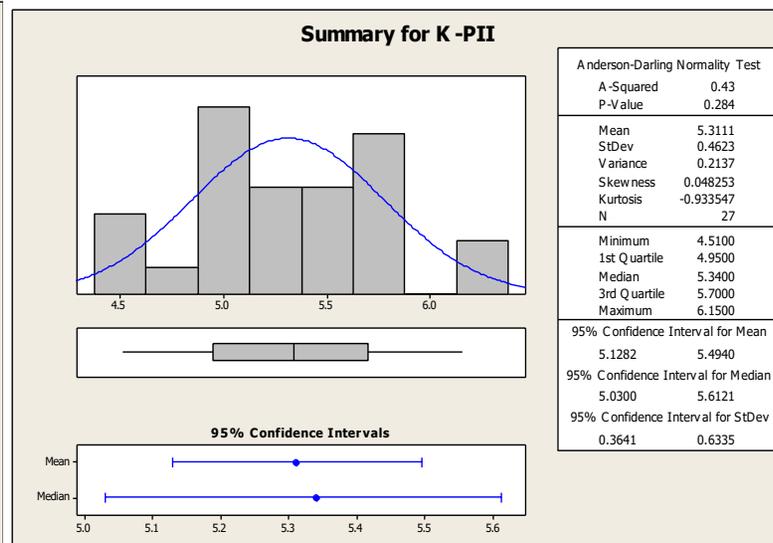
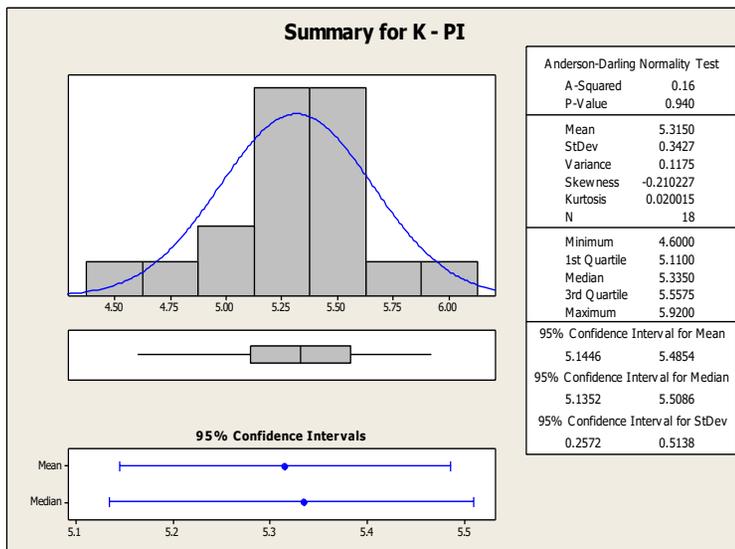
ANEXO 5: Sódio (em mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III



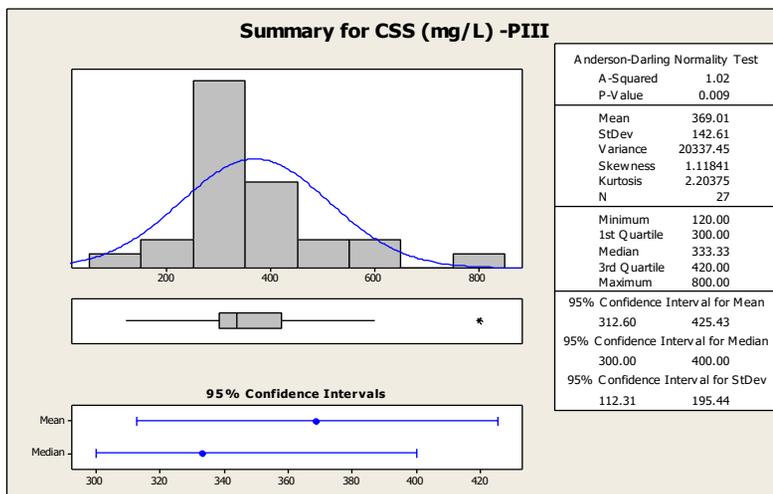
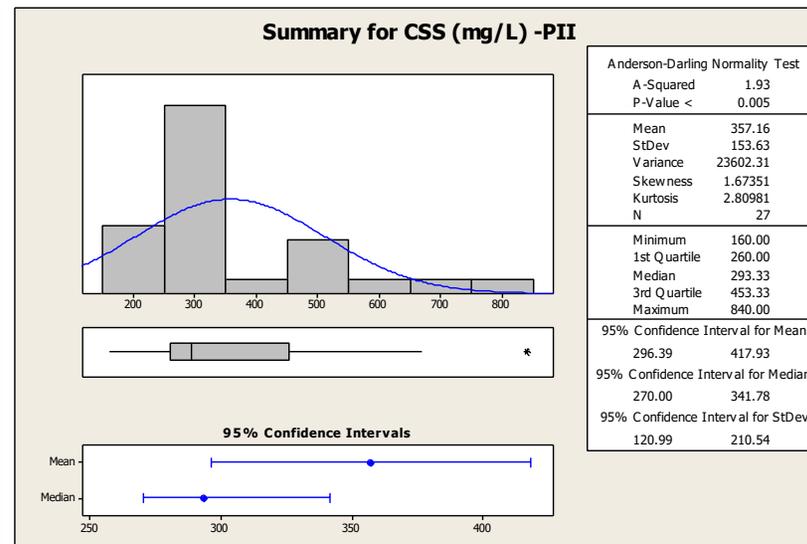
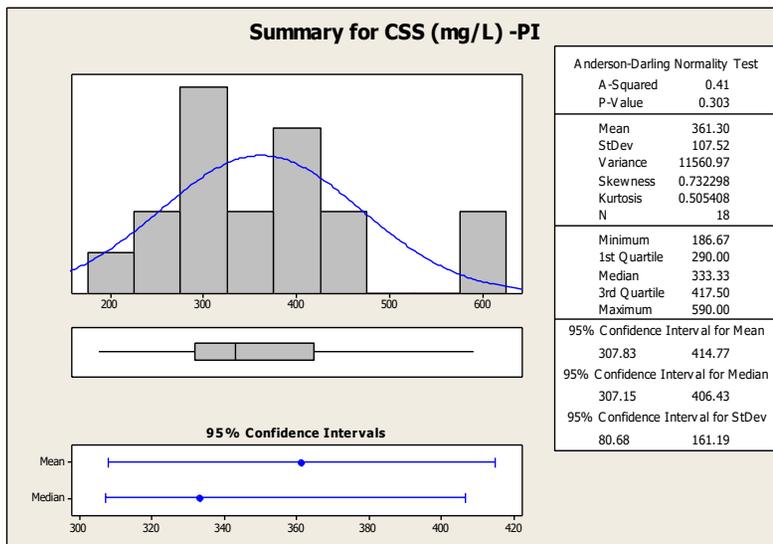
ANEXO 6: Cálcio (em mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.



ANEXO 7: Potássio (em mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.



ANEXO 8: Concentração média dos sedimentos em (mg/l) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.



ANEXO 9: Velocidade média do canal (em m/s) para diferentes pontos, sendo a) Ponto I, b) Ponto II e c) Ponto III.

