

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA VEGETAL



**Ciências**  
**ULisboa**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA LUANDA-SUDESTE.  
PROPOSTA DE MELHORIA.**

Maytê Pinto Sanches Manso

**Mestrado em Microbiologia Aplicada**

Dissertação orientada por:  
Professor Doutor Divaldo Domingos da Silva  
Professora Doutora Mónica Vieira Cunha



Esta Dissertação foi realizada na Empresa Pública de Águas de Luanda (EPAL), sob a supervisão direta do Doutor Divaldo Domingos da Silva.

A Professora Mónica Vieira Cunha foi o orientador interno designado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, no âmbito do Mestrado em Microbiologia Aplicada.

## **Dedicatória e agradecimentos**

Dedico esta Dissertação, primeiramente à Deus, por ser essencial na minha vida e por ter permitido que tudo fosse possível.

Ao meu marido por toda a sua compreensão, companheirismo e, apoio quando atravessávamos por um dos momentos mais delicados das nossas vidas.

À minha querida filha Maria Leonor, que me preenche de forças e motivações diárias.

Aos meus pais e irmão, por todo o carinho, apoio demonstrado durante esta jornada, foram os meus alicerces para que nunca desistisse e, por estarem sempre desse lado.

Agradeço com toda a gratidão, ao Doutor Divaldo Silva meu orientador externo, sempre muito bem-disposto, por toda a paciência, apoio, ensinamentos e compreensão demonstrada.

À Alel Pinto minha querida prima, dentro da sua agenda super preenchida, pelo apoio, por me ter indicado o meu orientador externo.

Ao Eng.º Eduardo Cassenda, pela disponibilidade imediata, pelo companheirismo e cooperação.

À Professora Doutora Mónica Cunha por se ter disponibilizado ser minha orientadora interna.

À professora Doutora Egídia Azevedo, pelo seu apoio quando solicitei e suas palavras reconfortantes.

Aos meus familiares por serem sempre o meu porto seguro.

Enquanto podermos caminhar, nunca desistir...

## **Abstract**

This work discusses the actions to improve the operation of the ETA Luanda Sudeste, based on the longitudinal study of the parameters of the monitored water quality. The ETA Luanda Sudeste, located in the southern part of the city of Luanda, with the capture system in a channel called Canal Superior, receives raw water from the Kwanza River that is adducted from the Cassaque Pumping Station, in Capiapia. It has a nominal capacity in the order of 216,000m<sup>3</sup>/day, supplying water to around 3,500,000 inhabitants. Based on the documentation received by EPAL (Empresa Pública de Água de Luanda), a database was built based on a series of years, for the period 2013/2015. The data series was stratified into periods of higher precipitation (rainy season) and season of lower precipitation (dry season). The values of the physical-chemical and microbiological parameters of water quality were compared with the limits established in the EPAL Standard and the limits recommended by the World Health Organization (WHO). The statistical analysis of the water quality parameters of the data series for the period in question registered a significant reduction in the physical-chemical and microbiological quality of the water, justifying an intervention proposal. In a second approach, a prototype simulation model was developed, based on the physical-chemical and microbiological parameters obtained in the 2013/2015 period, with the objective of identifying actions that lead to the improvement of water quality. The developed model allowed to obtain values of the physicochemical and microbiological spectrum within the limits established by the EPAL usage norm. It was concluded, therefore, that the quality of the water treated at the ETA Luanda Sudeste can be improved if conditions are created for the application of the actions inferred through the virtual model that served as a basis for the behavioral understanding of the monitored physical-chemical and microbiological parameters.

**Key-words:** water quality, microbiological parameters, physicochemical parameters, rainfall season, simulation model

## Resumo

Neste trabalho discutem-se as ações de melhoria de operação da ETA Luanda Sudeste, a partir do estudo longitudinal dos parâmetros da qualidade da água monitorizados. A ETA Luanda Sudeste, localiza-se na zona Sul da cidade de Luanda, com o sistema de captação num canal designado por Canal Superior, recebe a água bruta do rio Kwanza que é aduzida a partir da Estação Elevatória de Cassaque, em Capiapia. Tem uma capacidade nominal na ordem de 216.000m<sup>3</sup>/dia, abastecendo água a cerca de 3.500.000 de habitantes. Com base na documentação recebida pela EPAL (Empresa Pública de Água de Luanda), construiu-se uma base de dados assente numa série de anos, relativa ao período de 2013/2015. Estratificou-se a série de dados em épocas de maior precipitação (época chuvosa) e época de menor precipitação (época seca). Os valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água foram comparados com os limites estabelecidos na Norma da EPAL e os limites recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). A análise estatística dos parâmetros de qualidade da água da série de dados para o período em apreço registou uma redução significativa da qualidade físico-química e microbiológica da água, justificando uma proposta de intervenção. Numa segunda abordagem, desenvolveu-se um modelo de simulação em protótipo, tendo por base os parâmetros físico-químicos e microbiológicos obtidos no período 2013/2015, com o objetivo de se identificarem ações que conduzam à melhoria da qualidade da água. O modelo desenvolvido permitiu obter valores dos espectro físico-químico e microbiológicos dentro dos limites estabelecidos pela Norma de uso da EPAL. Concluiu-se, assim, que a qualidade da água tratada na ETA Luanda Sudeste pode ser melhorada se se criar condições para a aplicação das ações inferidas através do modelo virtual que serviu como base de compreensão comportamental dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos monitorizados.

**Palavras chave:** qualidade de água, parâmetros microbiológicos, parâmetro físico-químicos, estação de chuvas, modelo de simulação

## Índice

Dedicatória e agradecimentos .....	iii
Abstract .....	iv
Resumo.....	v
Índice.....	vi
Índice de tabelas .....	viii
Lista de abreviaturas .....	x
Capítulo I- Introdução.....	1
I.1 Qualidade de água e saúde pública .....	1
I.2 - Parâmetros físico-químicos da água tratada .....	4
I.2.1 - Cor .....	4
I.2.2 – Turvação .....	5
I.2.3 – Temperatura.....	5
I.2.4 – pH.....	5
I.2.5 – Alcalinidade .....	6
I.3 - Parâmetros microbiológicos da água tratada .....	6
I.3.1 -Coliformes totais .....	6
I.3.2 - Coliformes termotolerantes ou <i>C. fecalis</i> .....	7
I.3.3 – <i>E. coli</i> .....	8
I.3.4 – <i>Enterococcus faecalis</i> .....	9
I.3.5 - <i>Clostridium perfringens</i> .....	9
I.4. Regulamentação do setor da água em Angola .....	10
I.5-Objetivos da Dissertação .....	12
Capítulo II- Materiais e métodos.....	12
II.2- Metodologia de execução dos parâmetros físico-químicos da água tratada.....	13
II.2.1 - Processamento de dados físico-químicos da água tratada (Época normal 2013 e Época anormal 2015) .....	13
Parâmetro Cor .....	13
Parâmetro Turvação .....	14
II.3 - Metodologia de execução dos parâmetros microbiológicos da água tratada.....	15
Método de contagem em placa.....	15
II.3.1 - Processamento dos dados microbiológicos da água tratada (Época normal 2013 e Época anormal 2015) .....	15
Parâmetro Coliformes totais.....	15
Parâmetro <i>Escherichia coli</i> .....	16
Parâmetro <i>Enterococcus faecalis</i> .....	17
Parâmetro <i>Clostridium perfringens</i> .....	18
Capítulo III- Resultados e discussão .....	19

III.1 Resultados do processamento estatístico dos parâmetros físico-químicos da água tratada (Época normal 2013).....	19
III.1.1-Parâmetro Cor .....	19
III.1.2-Parâmetro Turvação .....	21
III.2 Resultados do processamento estatístico dos parâmetros físico-químicos da água tratada (Época anormal 2015).....	22
III.2.1 Parâmetro Cor .....	22
III.2.2 Parâmetro Turvação .....	24
III.3 Resultados do processamento estatístico dos parâmetros microbiológicos da água tratada (Época normal 2013).....	25
III.3.1 Parâmetro Coliformes totais.....	25
III.3.2 Parâmetro <i>Escherichia coli</i> .....	26
III.3.3 Parâmetro <i>Enterococcus faecalis</i> .....	28
III.3.4 Parâmetro <i>Clostridium perfringens</i> .....	29
III.4 – Resultados do processamento estatístico dos parâmetros microbiológicos da água tratada (Época anormal 2015).....	30
III.4.1 Parâmetro Coliformes totais.....	30
III.4.2- Parâmetro <i>Escherichia coli</i> .....	31
III.4.3 Parâmetro <i>Enterococcus faecalis</i> .....	33
III. 4.4- Parâmetro <i>Clostridium perfringens</i> .....	34
Capítulo IV.....	37
IV.1- Proposta de metodologia para melhoria da qualidade da Água tratada na ETA Luanda Sudeste .....	37
Parâmetros físico-químicos:.....	40
Parâmetros microbiológicos:.....	44
IV.2- Conclusão .....	51
IV.3- Recomendação.....	52
IV.4-Referências bibliográficas .....	53

## Índice de tabelas

Tabela 3.1- Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa).....	20
Tabela 3.2- Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca).....	20
Tabela 3.3- Análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa).....	21
Tabela 3.4- Análise estatística descritiva do parâmetro turvação dos meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca).....	22
Tabela 3.5- Análise estatística do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa).....	23
Tabela 3.6- Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).....	23
Tabela 3.7- Análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2015 (época chuvosa).....	24
Tabela 3.8- Análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2015.....	25
Tabela 3.9- Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais para os meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2013 (época chuvosa).....	26
Tabela 3.10- Análise estatísticas do parâmetro C. totais para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2013 (época seca).....	26
Tabela 3.11- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. coli</i> para os meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2013 (época chuvosa).....	27
Tabela 3.12- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. coli</i> nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2013 (época seca).....	27
Tabela 3.13- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. faecalis</i> para os meses de janeiro, março, abril, dezembro 2013 (época chuvosa).....	28
Tabela 3.14- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. faecalis</i> para os meses de maio, junho, julho, agosto 2013 (época seca).....	29
Tabela 3.15- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>Clostridium perfringens</i> para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época seca).....	30
Tabela 3.16- Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais para os meses de janeiro, março, abril, dezembro 2015 (época chuvosa).....	31
Tabela 3.17- Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).....	31
Tabela 3.18- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. coli</i> nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa).....	32
Tabela 3.19- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. coli</i> nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).....	33
Tabela 3.20- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. faecalis</i> nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa).....	34
Tabela 3.21- Estatísticas do parâmetro <i>E. faecalis</i> nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015.....	34
Tabela 3.22- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>C. perfringens</i> nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015.....	35
Tabela 3.23- Análise estatística descritiva do parâmetro <i>C. perfringens</i> nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015.....	36
Tabela 4.1- Medições do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa).....	40
Tabela 4.2- Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa).....	40

Tabela 4.3-Medições do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021(época seca) .....	41
Tabela 4.4-Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca).....	41
Tabela 4.5-Medições do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa) .....	42
Tabela 4.6- Análise estatística descritiva do parâmetro turvação dos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa).....	42
Tabela 4.7-Medições do parâmetro turvação nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca) .....	43
Tabela 4.8-Análise estatística do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca).....	43
Tabela 4.9-Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa) .....	44
Tabela 4.10-Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa).....	44
Tabela 4.11- Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021 (época seca).....	45
Tabela 4.12-Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca).....	45
Tabela 4.13-Contagem em meio de cultura para <i>E. coli</i> , nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa) .....	46
Tabela 4.14-Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. coli</i> , nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa) .....	46
Tabela 4.15-Contagem em meio de cultura para <i>E. coli</i> , nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca) .....	47
Tabela 4.16-Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. coli</i> nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca) .....	47
Tabela 4.17-Contagem em meio de cultura para <i>E. faecalis</i> , nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa) .....	48
Tabela 4.18-Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. faecalis</i> , nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa).....	48
Tabela 4.19-Contagem em meio de cultura para <i>E. faecalis</i> , nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca).....	49
Tabela 4.20-Análise estatística descritiva do parâmetro <i>E. faecalis</i> nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca).....	49
Tabela 4.21-Contagem em meio de cultura para <i>C. perfringens</i> , nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa).....	50
Tabela 4.22-Contagem em meio de cultura para <i>C. perfringens</i> , nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca).....	50

## Lista de abreviaturas

1. OMS- Organização Mundial de Saúde
2. ONG- Organização Não Governamental
3. ONU- Organização das Nações Unidas
4. ETA- Estação de Tratamento de Água
5. VPM- Valor máximo permitido
6. NTU- Unidades Nefelométricas de Turvação
7. UFC- Unidade formadora de colónia
8. mg/l- Miligrama por litro
9. ml- Mililitro
10. E. coli- *Escherichia coli*
11. pH- Potencial hidrogénico
12. UV- Ultravioleta
13. Pt - Co/L- Platina cobalto por litro
14. MINEA- Ministério da Energia e das Águ

## Capítulo I- Introdução

### I.1 Qualidade de água e saúde pública

A preocupação com a qualidade da água destinada ao consumo humano é registrada desde 2.000 A.C. (Campos, Farache, Faria, 2002). Na antiguidade clássica (séculos III e IV a.C.), o pai da Medicina, já apontava, a importância da escolha correta das albufeiras, como forma de preservar a saúde da população (American Public Health Association, 1998). Apenas no século XIX, após ocorrerem inúmeras mortes devido à cólera, é que se estabeleceu correlação entre a água consumida e a transmissão de doenças (Tavares e Grandini, 1999). Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes químicos e/ou biológicos (vírus, bactérias e parasitas) (Torres et. al., 2000) através de contato direto ou por meio de insetos e, vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico (Charriere, Mossel, Beaudeau, 1996).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) refere que cerca de 5 milhões de pessoas morrem anualmente de doenças transmitidas pela água, tais como febre tifoide, cólera e infecções diarreicas e cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica (WHO 2005). A água é, então um potencial veículo de transmissão de doenças quando contaminada, pelo que, nessa situação, requer tratamento apropriado para que possa ser usada para consumo humano. Assim, o desenvolvimento adequado de infraestruturas de tratamento e distribuição de água e de rede de esgotos é essencial para o desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de saúde e da vida das populações.

O consumo de água contaminada com agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (Organizacion Panamericana de la Salud, 2000). O consumo de água contaminada por material de origem fecal é responsável por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifoide), com resultados frequentemente letais (D'Aguila et al., 2000). A incidência dessas doenças, principalmente em crianças, reflete as precárias condições de saneamento básico e higiene a que estão expostas, podendo agravar e muito o estado nutricional (Antunes, Castro e Guarda, 2004).

É vital reconhecer inicialmente o direito de todos os seres humanos de acesso à água de boa qualidade, pois a qualidade da água está diretamente relacionada com a saúde pública. Para os países subdesenvolvidos e em vias de desenvolvimento onde os serviços de saneamento básico são deficientes e aproximadamente 90% dos esgotos são lançados nos cursos de água sem prévio tratamento, a saúde humana está cada vez mais dependente da redução do número e concentração de substâncias tóxicas existentes na água, no ar, nos solos e nos alimentos.

A qualidade da água pode ser expressa através de diversos parâmetros ou indicadores de qualidade, que traduzem as suas principais características organolépticas, físicas, químicas, radioativas e biológicas. O tratamento da água para consumo humano baseia-se num processo de adequação das suas características a padrões de potabilidade fixados em legislação nacional e estabelecidos com base em diretivas da OMS, que avalia o risco para a saúde humana dos contaminantes físico-químicos, microbiológicos e radiológicos presentes na água.

Os critérios de qualidade da água da OMS (WHO 1996, 2006, 2011) correspondem a uma dada fase do conhecimento científico, no que se refere à relação de causa/efeito, e estão em aperfeiçoamento constante, podendo ser introduzidos novos critérios ou alterados os existentes à

medida que progride o conhecimento científico. O processo de tratamento da água pode ser mais ou menos complexo, incluindo etapas de pré-oxidação, coagulação-floculação, decantação, filtração, afinação e desinfecção, e fluoração em função da qualidade da água bruta. Quanto pior for a qualidade desta água, tanto mais complexo e caro será o seu processo de tratamento para produzir uma água potável (Boaventura, & Leitão, 2013).

O clima, especialmente no que diz respeito ao regime de precipitações, constitui um fator de origem natural que afeta as características das águas naturais superficiais (Libânio, 2010). Para além da ação natural, a ação antropogénica constitui a principal causa de contaminação ou poluição destas águas, originada principalmente pela descarga em massas de água, das águas residuais domésticas (contendo poluentes orgânicos, nutrientes e microrganismos patogénicos) e águas residuais industriais (que podem conter poluentes orgânicos e inorgânicos), sem tratamento ou com tratamento inadequado, e águas de drenagem das áreas agrícolas (contaminadas através do uso de fertilizantes e material em suspensão).

Angola continua a ser ainda um dos países críticos no que tange à disponibilidade de água potável e de saneamento básico para a sua população, apesar do crescimento económico que o país está a registar e do grande esforço do Governo nesta área através do Plano de Ação Estratégico do Sector de Águas para o período 2004-2016 (Resolução nº10/04).

A saúde em Angola é ainda classificada entre as piores do mundo e o índice de doenças e mortes, sobretudo com origem na má qualidade da água, continua muito elevado. A mortalidade infantil é estimada em 76,5 por 1000 nascidos vivos (175,9 em 2011) e a esperança de vida à nascença em 56 anos, embora fosse apenas de cerca de 39 anos em 2011 (Index Mundi, 2016).

Na opinião da autora, de acordo com Manuel P. et. al., (2018), Angola é ainda um país em que a regulação da qualidade das águas, quer naturais (águas doces superficiais e subterrâneas), quer tratadas, não está plenamente implementada. Embora no país haja legislação que permite a classificação das águas doces superficiais destinadas à produção de água para o consumo humano (Decreto Presidencial nº 261/11), não é suficientemente abrangente e detalhada, uma vez que há parâmetros de qualidade que não foram considerados e outros para os quais não são apresentados limites de concentração, causando dificuldades aos técnicos e investigadores no uso deste diploma legal para a classificação das águas doces em estudos concretos que entendam realizar.

Adicionalmente, apesar dos esforços que o governo angolano tem feito, as normas e legislação angolana que estabelecem os parâmetros da qualidade da água para o consumo humano e outros usos (rega, proteção da vida piscícola, recreio, etc.) são incipientes, pelo que é necessário recorrer a diretivas da OMS e a documentos legais de outros países, como por exemplo, de Portugal. O Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de Agosto, diploma legal que, em Portugal regulamenta a qualidade da água para consumo humano, definindo a frequência de amostragem e de análise. A água distribuída para consumo humano deve estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (Brasil, 2004), o que significa dizer que a água deve apresentar níveis de potabilidade aceitáveis, e alcançáveis mediante a combinação de várias etapas de tratamento. (Freitas, 2002).

Segundo Drewes e Fox (2000), a qualidade da água depende de todas as fases de tratamento, distribuição e armazenamento do produto. Assim, para que um programa de qualidade cumpra com sucesso as suas funções, é necessário que não só a tecnologia disponível para o tratamento e distribuição seja adequada, mas também que o sistema de armazenamento seja eficiente. De acordo com Bromberg (2009), falhas na proteção e no tratamento efetivo expõem a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas.

Segundo Maier et al., (2000), o serviço de Saúde Pública dos EUA adotou o grupo dos coliformes como indicador de contaminação fecal na água. Muitos países têm adotado coliformes (e, porventura entre 31 grupos de bactérias) como padrão oficial de qualidade microbiológica de água de consumo, águas recreacionais, e águas residuais.

Para a OMS (WHO, 2003), os coliformes são indicadores de contaminação fecal. Estes microrganismos estão presentes geralmente em maior número do que os microrganismos patogênicos e são de fácil isolamento, identificação, contagem e quantificação. Entretanto, a qualidade da água não depende apenas de condições naturais, uma vez que a ação antrópica interfere qualitativa e quantitativamente, na medida em que afeta as características químicas, físicas e biológicas dos sistemas hídricos (Pinto et al., 2009). Assim, o grupo dos coliformes, pode ser dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes ou fecais, sendo estes os mais usados na verificação da qualidade da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que podem ser ou não patogênicos (Bettega et al., 2006).

A razão da escolha dos coliformes como um dos indicadores de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores: presença nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; a sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal; de fácil detecção e quantificação por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; são mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os microrganismos patogênicos. (Brasil, 2006).

A presença de bactérias do grupo coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante residual na água distribuída. Outros indicadores bacterianos podem ser igualmente utilizados, sendo sugeridos são os *Enterococcus faecalis*, *Clostridium perfringens*.

A água quando não tratada corretamente se torna uma importante fonte de transmissão de doenças, principalmente as doenças que afetam o trato intestinal, sendo capaz de agir como meio de cultura para microrganismos patogênicos e assim causar doenças a aqueles que a ingerem, principalmente em crianças com menos de cinco anos, pois essas ainda não têm hábitos de higiene que possam evitar tais doenças.

O saneamento básico é um importante fator que ajuda a prevenir esse tipo de situação, já que o saneamento básico nada mais é do que um conjunto de medidas que tem como objetivo prevenir doenças visando uma maior qualidade de vida, prevenindo principalmente doenças transmitidas por via fecal-oral. A água só é considerada potável quando ela se encontra dentro dos limites estabelecidos pelos órgãos reguladores, onde caso eles estejam fora, esta é considerada poluída, pois se torna um possível meio de propagação de doenças fecal-oral.

O aumento da densidade populacional de baixo poder aquisitivo em áreas periféricas urbanas, as quais apresentam ineficiência ou até mesmo carência de infraestruturas básicas, constitui uma situação a ser considerada, uma vez que práticas inadequadas referentes à disposição de resíduos sólidos e esgoto são muito comuns nessas localidades e contribuem para a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

A água pode ser considerada um importante meio de transmissão de doenças, bem como, pode ser um requisito de boas condições de saúde. No entanto, não basta que a água esteja apenas disponível para consumo, oferecida em boa quantidade, é necessário que haja também um mínimo de qualidade.

Como a água é uma preocupação mundial e a sua escassez é uma realidade iminente na vida das futuras gerações, que terão de sobreviver no planeta terra, deverão ser desenvolvidas algumas ações tempo útil no sentido de minimizar os efeitos catastróficos da falta deste precioso líquido e que é vital para a sobrevivência de todos.

Para garantirmos que a qualidade da água que é ingerida pelas pessoas é de boa qualidade, são realizados testes já pré-estabelecidos. Essas análises à água são de fundamental importância, principalmente aquela destinada ao consumo humano, pois deve estar isenta de microrganismos ou de substâncias químicas, que possam prejudicar a saúde humana. É importante destacar que a água mesmo tendo uma aparência translúcida pode apresentar microrganismos patogênicos, originadores de doenças de veiculação hídrica, deixando-a imprópria para consumo humano.

A contaminação microbiológica é o principal fator de degradação das águas, enquanto para as variáveis físico-químicas tendem a atender o VMP (Tavares, 2009). A consequência desta contaminação microbiológica da água provoca influência no seu possível uso.

Destaca-se que quem aplica o sistema de colheita de água deve utilizá-lo ciente das consequências da contaminação microbiológica, orgânica e mineral na água colhida, sendo necessário tomar as medidas apropriadas para evitar o armazenamento de água contaminada em seu sistema. Alguns procedimentos relacionados com o manuseio devem ser adotados para garantir a qualidade bacteriológica e a segurança sanitária da água.

Seguidamente apresenta-se os parâmetros contaminantes da água que abordados nesta tese, de entre os quais destacamos:

## **I.2 - Parâmetros físico-químicos da água tratada**

As características físicas da água estão associadas à ordem estética e subjetiva da água, com parâmetros estabelecidos como: cor, temperatura, sabor, odor. Entretanto, a preferência pela água de melhor aparência não garante qualidade adequada ao consumo. As características químicas da água estão relacionadas às substâncias dissolvidas que alteram valores em parâmetros como: acidez, alcalinidade, pH, além disso, são importantes para detectar metais pesados na água (Telles; Costa, 2007).

Para o estabelecimento de um padrão de potabilidade das águas, existem legislações de qualidade e potabilidade da água. Elas são responsáveis por apresentar parâmetros e seus valores de referências, no que diz respeito às características físicas, químicas e biológicas da água (Sperling, 2005).

Alguns dos parâmetros físico-químicos: cor, turvação, temperatura, pH, alcalinidade total, serão descritos pois foram objeto de estudo na presente Dissertação.

### **I.2.1 - Cor**

A cor é consequência da presença de substâncias dissolvidas, quando pura, e em grandes volumes, a água é azulada, quando rica em ferro é avermelhada e quando rica em ácidos húmicos, é amarelada” (Alves, 2010).

A cor da água pode ser natural ou resultado de uma fonte de contaminação, por exemplo, por corantes industriais e esgotos domésticos, se a cor for natural chama-se de aparente ou verdadeira. A cor aparente é resultado de substâncias em suspensão ou em estado coloidal (quando há presença de bactérias e vírus, por exemplo), enquanto a cor verdadeira é consequência de outros fatores: decomposição da matéria orgânica, ácidos húmicos, presença de íons de ferro. Além disso, a cor da água está relacionada ao potencial hidrogeniônico (pH), sendo mais intenso conforme este aumenta (Lenzi; Favero; Luchese, 2009).

Os compostos orgânicos que dão cor às águas naturais estão relacionados à decomposição de matéria orgânica de origem vegetal e do metabolismo de organismos presentes no solo e de atividades antrópicas (Libânio, 2010). A coloração da água contendo matéria orgânica dissolvida,

responsável pela cor, pode gerar produtos cancerígenos (Sperling, 2005). A medida da cor de uma água é feita pela comparação com soluções conhecidas de Pt-Co (Platina-Cobalto) ou com discos de vidros corados calibrados com as mesmas soluções (Alves, 2010).

### **I.2.2 – Turvação**

Segundo Richter e Azevedo Netto (2002), a turvação é uma característica da água devida à presença de partículas suspensas na água de suspensões grosseiras aos coloides, dependendo do grau de turvação. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (Richtter e Azevedo Netto, 2002).

Conforme os mesmos autores, a turvação pode ser causada por uma variedade de materiais: partículas inorgânicas (argila, lodo, areia, silte) e descarga de esgoto doméstico ou industrial. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais provocam elevações na turvação das águas. A turvação da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. A turvação tem sua importância no processo de tratamento da água.

Água com uma turvação elevada, e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turvação. É um indicador sanitário e padrão organolético da água de consumo humano. Os períodos de chuva favorecem em quantidades o carreamento de solo para lagos e rios aumentando a turvação (Lenzi; Favero; Luchese, 2009). A presença de partículas em suspensão ou de substâncias em solução, relativas à cor, e que pode concorrer para o agravamento da poluição.

### **I.2.3 – Temperatura**

A temperatura é uma condição ambiental importante, citada em diversos estudos relacionados à monitorização da qualidade de águas. É a medida da intensidade do calor, esse parâmetro influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais) (Sperling, 2005). De acordo com Von Sperling (2005), as elevações da temperatura são responsáveis pelo aumento da taxa de reações químicas e biológicas, diminuindo a solubilidade dos gases, como o oxigênio dissolvido.

A temperatura possui duas origens, quando relacionada como parâmetro de caracterização das águas. A primeira é a origem natural, e está relacionada à transferência de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo, enquanto a origem antropogênica está relacionada com águas de torres de arrefecimento e descargas industriais (Alves, 2010).

### **I.2.4 – pH**

O pH ou potencial de hidrogênio, indica a acidez, alcalinidade/basicidade de uma solução, numa escala de 0 a 14, tendo uma solução ácida um pH menor que 7, uma solução alcalina/básica um pH maior que 7, e uma solução neutra um pH igual a 7. A maioria das águas potáveis têm um pH entre 6,5 e 8,5, valor que pode baixar com o aumento de concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na água (WHO, 2007). Recomendações internacionais referem que para um pH de 6-8, o cloro residual livre deve ser entre 0,4-0,5 mg/L, enquanto que a um pH entre 8-9 o valor de

desinfetante deve ser aumentado para 0,6 mg/L, e a um pH superior a 9, a desinfecção por cloro pode ser ineficaz (WHO, 2006). O pH representa a concentração de iões hidrogénio, H<sup>+</sup>, dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água. Trata-se de um parâmetro de carácter operacional importante e deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento (Baird, 2004). Nas estações de tratamento de águas, são várias as unidades cujo o controlo envolve as determinações de pH. A coagulação e a floculação que a água sofre inicialmente é um processo unitário dependente do pH; existe uma condição denominada “pH ótimo” de floculação que corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial.

A desinfecção pelo cloro é um outro processo dependente do pH. Em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso formando hipoclorito é menor, sendo o processo mais eficiente. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso, o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. Este é um dos indicativos mais importantes de monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza (Baird, 2004).

O termo pH representa a concentração de iões hidrogénio em uma solução. Na água, esse fator é de grande importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controlo da desinfecção.

### **I.2.5 – Alcalinidade**

A alcalinidade é medida por meio da quantificação de sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos, isto é a quantidade de substâncias que atuam como um tampão (Libânio, 2010; Rice et al., 2012), em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água.

A alcalinidade da água é representada pela presença de iões hidróxido, carbonato e bicarbonato. A importância do conhecimento das concentrações destes iões permite obter informações sobre as características corrosivas ou incrustantes da água (Macedo, 2001). Sperling (2005) afirma que é uma determinação importante no tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão nas tubulações.

## **I.3 - Parâmetros microbiológicos da água tratada**

### **I.3.1 - Coliformes totais**

O grupo coliforme são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que podem ser ou não patogénicos (Bettega et al., 2006). Geralmente, na determinação de coliformes, realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não-fecal. De acordo com Zulpo et al., (2006), os coliformes não-fecais como a *Serratia* e *Aeromonas*, são encontradas no solo e vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água com relativa

facilidade. No entanto os coliformes de origem fecal, não se multiplicam facilmente no ambiente externo e são capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas. Define-se coliformes totais como bastonetes gram-negativos, não esporulados, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas à temperatura de 35°C (e podem apresentar atividades da enzima  $\beta$ galactosidase). O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais encontram-se tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotérmicos, como também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas (Silva et al., 2005). A detecção de coliformes totais em amostras de águas não é necessariamente um indicativo de contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos (Souza e Perrone, 2000). A presença de coliformes totais em recursos hídricos deve ser interpretada de acordo com o tipo de água. Naquela que sofreu desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes (Rego, Barros e dos Santos, 2010). A presença do grupo coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante residual na água distribuída (Lechavallier, Welch, Smith, 1996). Aquando do teste confirmativo para coliformes totais, o meio de cultura utilizado apresenta sais biliares que inibem o crescimento de microrganismos gram positivos e a lactose é utilizada como substrato para produção de gás pelos coliformes. O crescimento com produção de gás no tubo de Durham evidencia um teste positivo (Hajdenwurcel, 1998).

### **I.3.2 - Coliformes termotolerantes ou C. fecais**

Um outro subgrupo dos coliformes são os coliformes termotolerantes ou fecais, são capazes de fermentar a lactose a 44 - 45°C ( $\pm 0,2$ ) em 24 horas, produzem indol a partir do triptofano, são oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glucuronidase) (Guerra et al., 2006). Atualmente sabe-se, entretanto, que o grupo dos coliformes fecais inclui pelo menos três gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (Moura, Assumpção, Bischoff, 2009), dos quais dois gêneros (*Enterobacter* e *Klebsiella*) incluem estirpes de origem não fecal (Silva et al., 2005). Por esse motivo, a presença de coliformes termotolerantes em água e alimentos é menos representativa, como indicação de contaminação fecal, do que a enumeração direta de *Escherichia coli*, porém, muito mais significativa do que a presença de coliformes totais, dada a alta incidência de *E. coli* dentro do grupo fecal. (Silva et al., 2005). Os avanços técnicos entretanto ocorridos nos testes de detecção de *E. coli*, tornam este parâmetro mais frequentemente utilizado (Doyle & Erickson, 2006). São um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas; tendo como principal representante a *E. coli*, de origem exclusivamente fecal. (Fundação Nacional de Saúde. (2013) Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa). Estes microrganismos, são um grupo constituído por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares e que possuem a enzima  $\beta$ -galactosidase. Fermentam a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de 44-45°C em 24 horas e, segundo (Apha 2005) a *E. coli* é predominante neste grupo. A determinação de coliformes termotolerantes ou fecais é aplicada na investigação de contaminação de água bruta destinada a captação, poluição de corpo de água, tratamento de esgotos, mananciais, águas de recreação e para o monitoramento da água tratada (Apha, 2005). O teste para coliformes termotolerantes ou fecais é feito a uma elevada temperatura, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido. O subgrupo dos coliformes termotolerantes ou fecais possui as mesmas características dos coliformes totais, com a diferença de que fermenta a lactose em 24h à temperatura de 44,5°C e também produz indol a essa temperatura (Hoadley & Dutra Moraes Barros, 1997).

### I.3.3 – *E. coli*

*Escherichia coli* é o microrganismo mais estudado em todo o mundo, considerado o principal representante do grupo (Ziese et al., 1996). Segundo Elmund et al. (1999), *E. coli* constitui o melhor indicador específico de contaminação fecal, distinguindo-se de outras bactérias intestinais por fermentar a lactose do meio de cultura, produzindo gás. (Branco, 1986; Mota, 1997; Cerqueira, 2000). Entre as bactérias de habitat reconhecidamente fecal, dentro do grupo dos *coliformes fecais*, *E. coli* é o microrganismo mais conhecido e o mais facilmente diferenciado dos membros não fecais. A contaminação fecal direta ocorre durante o processamento de matérias-primas de origem animal e devido à falta de higiene pessoal dos manipuladores. A sua contaminação indireta pode ocorrer através de águas poluídas e de esgotos (Ray, 1996). A origem fecal da *E. coli* é inquestionável, o que valida seu papel mais preciso de organismo indicador de contaminação, tanto em águas naturais quanto tratadas. A contagem padrão de bactérias é muito importante durante o processo de tratamento da água, visto que permite avaliar a eficiência das várias etapas do tratamento. (Fundação Nacional de Saúde. (2013) Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa). Segundo Levinson & Jawetz (2005), *E. coli* é um bastonete gram-negativo que fermenta a lactose, produzindo ácido, gás e indol na presença de triptofano. É o anaeróbio facultativo mais abundante no cólon e nas fezes. É o indicador fecal utilizado atualmente pela OMS, citado no “Guideline for drinking-water quality” de 2004 e muitos países a incluíram em suas normas como o indicador primário de contaminação fecal (Payment e Robertson, 2004). A presença de *E. coli* além de ser importante por indicar contaminação fecal, pode representar riscos à saúde humana, pois algumas estirpes são capazes de produzir toxinas e, portanto, causar doenças como diarreias. De acordo com Trabulsi (1991), alguns serotipos de *E. coli* fazem parte da microbiota normal dos intestinos de animais homeotermos, sendo que a maioria 33 corresponde aos grupos associados a infecção urinária, meningite e bacteriemia. Outros sorotipos são agentes de infecção intestinal, e são descritas por Rodriguez-Angeles (2002) como: *E. coli enteropatogênica clássica (EPEC)*, *E. coli enterotoxigênica (ETEC)*, *E. coli enteroinvasora (EIEC)*, *E. coli enterohemorrágica (EHEC)*, *E. coli enteroagregativa (EAEC ou EAaggEC)* e *E. coli difusamente aderente (DAEC)*. Conforme Kaper et al. (2004), *EPEC* são importantes agentes de diarreia infantil, predominando, sobretudo, nos seis primeiros meses de vida. O reservatório das *EPEC* parece ser o próprio homem. Conforme Koneman et al. (2008), aderem às células epiteliais produzindo lesões histopatológicas características. A patologia é caracterizada por febre baixa, mal-estar, vômitos, diarreia aquosa profusa com muco, porém sem sangue visível. De acordo com Kaper et al. (2004), *ETEC* são biosorotipos de *E. coli* que produzem enterotoxinas secretoras termolábeis (LT) e termo-estáveis (ST I e II), que segundo Schaechter et al. (2002) modificam o transporte de líquido no intestino, substituindo o processo de absorção por secreção. Além disso, apresentam fímbrias, cuja função é fixá-las à mucosa do intestino delgado. As toxinas formadas determinam diarreia aquosa. A infecção é superficial, portanto os pacientes não apresentam leucócitos, sangue ou muco nas fezes. A transmissão ocorre pela ingestão de água e alimentos contaminados e, de acordo com Rodriguez-Angeles (2002). As infecções provocadas por *EIEC* são mais comuns em crianças, maiores de dois anos, e no adulto. O reservatório da bactéria é o próprio homem. As infecções adquiridas pela ingestão de água e alimentos contaminados e por contacto pessoal (Trabulsi, 1991), e conforme Koneman et al. (2008), manifesta-se por diarreia aquosa e algumas pessoas podem manifestar febre e colite com tenesmo, sangue, muco e numerosos leucócitos nas fezes. De acordo com Nataro & Kaper (1998), a dose infetante é geralmente entre  $10^6$  e  $10^8$  microrganismos por g ou ml. A principal manifestação clínica provocada pela *EHEC* é a diarreia sanguinolenta, de acordo com Trabulsi (1991). As *EHEC* aderem à mucosa do intestino grosso

por meio de fímbrias codificadas por plasmídeos. De acordo com Schaechter et al. (2002), *EHEC* coloniza porções terminais do intestino, ficando na mucosa, multiplicando-se localmente, sem invadir a corrente sanguínea. A produção de toxina e a interação com citocinas inflamatórias parece ser a causa do sangramento. Segundo Trabulsi (1991) e Koneman et al. (2008), as *EPEC*, *EIEC*, *ETEC* e *EHEC*, raramente causam infecções extraintestinais. Essas infecções são causadas por estirpes de *E. coli* dos serotipos que participam da microbiota normal dos intestinos, e podem se localizar em qualquer órgão ou tecido do corpo humano. Entretanto três grupos de infecções são mais frequentes: infecções urinárias, meningite do recém-nascido e bacteriemia. De acordo com Nataro & Kaper (1998), de maneira usual *E. coli* mantém-se confinada inofensivamente no lúmen intestinal; de qualquer forma, em hospedeiros debilitados ou imunocomprometidos, ou quando as barreiras intestinais são violadas, até mesmo as estirpes “não patogênicas” de *E. coli* podem causar infecção. Além disso, mesmo uma pessoa saudável pode ser suscetível a infecção por uma espécie patogênica que tenha desenvolvido a habilidade de causar um amplo espectro de doenças humanas. Infecções devidas à *E. coli* patogênicas podem ser limitadas a superfícies mucosas ou podem disseminar-se para todas as partes do corpo. É a causa mais comum de infecção urinária, sendo responsável por 90% ou mais das infecções adquiridas na comunidade.

#### **I.3.4 – *Enterococcus faecalis***

De acordo com Levinson & Jawetz (2005), Enterococos são cocos esféricos gram-positivos normalmente organizados em cadeias ou pares. Todos os Enterococos são catalase e oxidase negativos e de acordo com Schaechter et al. (2002), possuem metabolismo fermentativo (anaeróbio), embora a maioria seja tolerante ao oxigênio. Podem ser classificados de três maneiras diferentes. Um dos critérios para a identificação é o tipo de hemólise: *Enterococcus α-hemolíticos* resultam em lise incompleta das hemácias, *Enterococcus β-hemolíticos* produzem lise completa das hemácias e *γ-hemolíticos* não produzem hemólise (Levinson & Jawetz, 2005). *Enterococcus faecalis* têm sido usados como indicadores de poluição fecal em águas recreacionais; contudo, o grupo inclui espécies de diferentes significados sanitários e características de sobrevivência. As espécies de Enterococos são diferentes em fezes de animais e do homem. As espécies que predominam no ambiente aquático são *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* e *E. durans* (WHO, 2003).

Os *Enterococcus faecalis* apresentam algumas vantagens sobre os Coliformes e Coliformes termotolerantes como bactérias indicadoras, pois raramente se multiplicam na água, são mais resistentes ao stress ambiental e a cloração e geralmente persistem mais longamente no ambiente (Maier et al., 2003; Ea, 2002; Méndez et al.; 2004). Os Enterococos têm sido sugeridos como úteis para indicar o risco de gastroenterites em águas recreacionais e são recomendados como padrão de qualidade para essas águas (Maier et al., 2000).

#### **I.3.5 - *Clostridium perfringens***

O gênero *Clostridium* são bacilos curtos, gram-positivos, anaeróbios obrigatórios, imóveis, esporulados, composto por várias espécies, e cada uma delas é caracterizada por possuir um conjunto de fatores de virulência distinto. Entre essas espécies, destaca-se o grupo dos *Clostridium sulfito-redutores*, que se caracteriza por reduzir o sulfito a sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) a 46°C. A sua aplicação na análise de água é fornecer uma indicação simples e rápida da potencial presença de *Clostridium perfringens*, espécie capaz de causar doença transmitida por água.

As bactérias, *C. perfringens*, tem sido utilizada como indicador bacteriológico de contaminação fecal, pois sua incidência no meio aquático está constantemente associada a dejetos humanos, sendo sua presença detetada em fezes, esgotos e águas poluídas. Por serem esporuladas, essas bactérias apresentam grande resistência aos desinfetantes e às condições desfavoráveis do meio ambiente.

Os *C. perfringens* estão presentes no trato intestinal do Homem e outros seres vertebrados. Não possuem catalase, fermentam a lactose, manose e sacarose com produção de gás, reduzem o sulfito a sulfeto de hidrogénio e o nitrato a nitrito. (Mendes & Oliveira, 2004)

O exame de *C. perfringens* é recomendado como um complemento valioso para outros testes bacteriológicos de avaliação da qualidade da água, particularmente em certas situações específicas, entre as quais se incluem o exame de águas cloradas e águas não tratadas contendo resíduos industriais letais a bactérias não esporuladas. Normalmente, está presente em águas residuais, não se multiplica em ambientes aquáticos, e é uma bactéria cujos esporos são resistentes, inclusive ao processo de desinfecção. Permanecem, por isso, por longos períodos em locais contaminados evidenciando assim a sua presença, uma contaminação de origem fecal antiga, prolongada ou intermitente (Mendes & Oliveira, 2004; WHO, 2008). Quando ingerido via água ou alimentos contaminados provoca gastroenterites, e quando contacta com feridas provoca gangrena gasosa, uma infeção grave dos tecidos que pode levar à morte (Brooks et al., 2001).

#### **I.4. Regulamentação do setor da água em Angola**

Em Angola, o setor da água, encontra-se regulamentado por diferentes entidades, cabendo assim às várias instituições a tutela de cada um dos domínios ambientais. A tutela do setor da água em Angola está a cargo do Ministério da Energia e das Águas (MINEA), que tem por objetivo fundamental propor a formulação, condução, execução e controlo da política do Executivo nos domínios da energia, águas e saneamento (Vieira et al., 2014). O abastecimento de água e sua qualidade para o consumo humano é regulamentado com base num conjunto de diplomas legislativos onde se destaca, a “Lei de Águas, Lei nº 6/02 de 21 de junho”, aprovada pela Assembleia Nacional.

A presente lei no seu artigo 1.º define os princípios gerais do regime jurídico inerente ao uso dos recursos hídricos (Lei de Águas, 2002). Estabelece as regras para o uso e utilização da água tendo em vista a gestão integrada, o desenvolvimento dos recursos hídricos, a sua proteção e conservação, compete às instituições do Estado a definição da política geral e o seu desenvolvimento. Devido à tendência de descentralização da gestão dos recursos hídricos para as entidades autónomas, criaram-se as Direções Provinciais de Energia e Águas (DPEA). O abastecimento de água é assegurado pelas Empresas Públicas de Água e Saneamento (EPAS), principalmente nos centros urbanos (Vogel, 2011). Os recursos hídricos são geridos de forma integrada e sustentada pelos governos; esta gestão deverá ser processada no âmbito das bacias hidrográficas, o que requer a existência e criação de um plano de bacia. É visível a ausência de um conjunto de instituições para a gestão das mesmas e para o desenvolvimento de planos de bacia, pelo que este facto contribui para que haja dificuldades de acesso à água.

O abastecimento de água na cidade de Luanda tem uma importância acrescida uma vez que Luanda continua a registar um crescimento demográfico acentuado o que contribui para que o sistema de abastecimento de água fique cada vez mais sobre carregado. O alcance das metas definidas para o aumento da capacidade nominal instalada de tratamento de água em pelo menos 750.000 m<sup>3</sup>/dia na província de Luanda, implicam a continuidade de construção de novos sistemas de abastecimento de água. É de destacar que os projetos de Bitá e Quilonga apresentam-se neste

momento como os projetos mais importantes no abastecimento de água à cidade de Luanda, para o período de 2018-2027. Há que manter o empenho na melhoria da qualidade do serviço de abastecimento de água, tanto nas zonas urbanas como nas áreas suburbanas de maior densidade demográfica.

Face à insuficiente capacidade do setor, grande parte da população é abastecida a partir da venda ambulante de água, por meio de camiões de água, não sendo segura a qualidade da água fornecida. O abastecimento de água por camiões tem aumentado significativamente, sobretudo, em Luanda. Em Angola, a qualidade da água para o consumo humano é regulamentada pelo Decreto Presidencial nº 261/11, de 6 de outubro, segundo o qual, a água para o consumo humano, deve ser transparente, sem gosto e sem cheiro que possam incomodar, não deve apresentar microrganismos e substâncias em quantidades demasiadas que representem riscos à saúde de quem a consome. Ainda segundo o supracitado decreto, água potável, é aquela reservada para o consumo humano, tendo os seus parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos dentro dos padrões de potabilidade e que não apresenta riscos à saúde. A população encara sérios problemas no que diz respeito ao acesso à água tratada. Reforçando que nas zonas urbanas, a água para o consumo humano chega às populações a partir da rede pública, onde infelizmente há cortes no abastecimento. Nas periferias, onde habita a maior parte da população, cerca de 70%, fontanários são as principais formas de aquisição da água para o consumo, mas muitos destes não funcionam. Sendo assim, os populares das zonas urbanas, bem como os das periferias, consomem água de qualidade duvidosa, transportada por camiões cisternas.

A água consumida pela população de Luanda, é oriunda das captações do rio Kwanza e do rio Bengo, passando por um tratamento até a sua distribuição às populações. Em algumas ocasiões e por razões técnicas ela é distribuída com algumas impurezas, podendo estar contaminada por bactérias, protozoários e vírus, pelo que, torna-se necessário determinar os parâmetros de qualidade microbiológica para o seu consumo.

A Direção Nacional de Águas (DNA) estima que apenas 15 a 20 % da população rural (aproximadamente 6,1 milhões em 2002) tem acesso a fontes seguras de água, principalmente através de uma rede de mais de 3.300 pontos de abastecimento, dos quais até 50% podem estar inoperacionais devido à falta de peças sobressalentes e manutenção regular. Esse facto faz com que uma elevada proporção da população rural esteja dependente de abastecimentos sazonais de água superficial que podem obrigar a percorrer distâncias significativas para recolher pequenas quantidades de água. São as mulheres e raparigas que têm que percorrer longas distâncias para recolher a água. Carregar água, ou como se diz usualmente em Angola “cartar água”, faz parte da desigualdade do género e retarda as perspectivas de desenvolvimento humano (BM, 2005).

A província de Luanda localiza-se a noroeste de Angola, com uma extensão territorial de 18.826 Km<sup>2</sup>, com aproximadamente 9.000.000 de habitantes, com uma taxa de crescimento na ordem dos 3%. Constituída por 9 Municípios, nomeadamente Luanda, Cazenga, Cacuaco, Viana, Kilamba-Kiaxi, Talatona, Belas, Icolo e Bengo e Quiçama, sendo a província com a maior densidade populacional do país. A zona de influência geográfica da EPAL, é composta pela totalidade dos municípios que integram a província de Luanda, com cerca de 600 bairros. A problemática da carência hídrica na província de Luanda é resultante de um défice a nível da produção e, de gestão adequada e ao que acresce um índice elevado de perdas em toda a cadeia dos sistemas de abastecimento de água. Para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes da província de Luanda, a melhoria e a modernização das infraestruturas de abastecimento de água, mostra-se como uma boa solução.

As atuais infraestruturas de abastecimento de água da província de Luanda, têm eficácia comprometida por fatores como a crescente demanda por água, número limitado de fontes e distribuição espacial irregular de seus estoques viáveis, que representam apenas o 60% da taxa de

cobertura. O rápido crescimento populacional nas últimas décadas, conduziu a uma grande demanda hídrica, agravada principalmente pelo desperdício de água, ocasionando sobrecarga dos sistemas de abastecimento da água. Neste panorama antagónico de crescente demanda versus recurso limitado, a ONU (2012) estimou que cerca de 1,6 bilhão de pessoas não tem acesso a uma solução de abastecimento de água suficiente.

## **I.5-Objetivos da Dissertação**

Este estudo tem como objetivo geral elaborar uma estratégia para a melhoria da qualidade da água a partir de indicadores microbiológicos da qualidade da água na ETA Luanda Sudeste. Como caso de estudo, estudou-se como parâmetros indicadores da qualidade microbiológica os coliformes totais, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. perfringens*. E ainda os indicadores de qualidade físico-química, nomeadamente a cor e a turvação; realizou-se um estudo aplicado aos referidos parâmetros intervenientes na qualidade da água da ETA Luanda Sudeste e, verificou-se a combinação de diferentes fatores associados a diferentes estações climáticas presentes em Luanda/Angola, concluindo-se o seguinte: Em épocas de maior precipitação, os níveis de contaminação das águas dos rios aumentam, pelo simples facto de se registarem maiores arrastes de matéria contaminante para os rios, daí a influência do fator clima, a partir de estudos estatísticos da base de dados construída, foi possível se conhecer como os diferentes parâmetros se têm comportado durante determinado período. Usaram-se os dados do ano 2013 como referência para um ano em que os parâmetros medidos encontravam-se relativamente dentro dos limites estabelecidos pela OMS, em contraste usou-se os dados do ano 2015 como representativos de um ano com parâmetros fora dos limites estabelecidos pelos normativos vigentes. Um dos grandes objetivos e desafios é realizar esforços para melhoria da qualidade da água a abastecer nas populações da província de Luanda, sendo que se for possível conhecer o comportamento de determinados parâmetros físico-químico e microbiológicos presentes no tratamento da água numa e outra época do ano, pensamos ser possível avançar-se com uma proposta de melhoria da qualidade da água que abastece as populações da cidade de Luanda. Elaborou-se a seguir um modelo protótipo a seguir na ETA e aplicando as medidas recomendadas, pensando-se ser possível melhorar consideravelmente a qualidade da água. De modo a facilitar a concretização dos objetivos gerais estabelecidos, os seguintes objetivos foram considerados, analisar os parâmetros microbiológicos da água estudadas na EPAL E.P., analisar os parâmetros físico-químicos que mais influenciam na qualidade da água; identificar as principais doenças derivadas da qualidade da água; analisar a situação atual do abastecimento da água potável à população de Luanda.

## **Capítulo II- Materiais e métodos**

### **II.1- Área de estudo**

A ETA Luanda Sudeste, foi o local escolhido para que este trabalho fosse desenvolvido, de entre todas as estações de tratamento de água, é a que apresenta a maior capacidade nominal instalada, abastece a Grande Luanda, entre os seus mais de 600 bairros, tendo registado nos últimos tempo um rendimento abaixo da sua capacidade instalada, devido ao baixo nível do canal de adução de água bruta, os constantes cortes de energia elétrica, obriga com frequência a redução dos grupos de bombagem, a avaria nos compressores de ar e variações das características da água bruta, com

níveis altos de turvação (100-300 NTU). No laboratório de controlo de qualidade da referida estação, foi possível aferir a qualidade da água tratada distribuída à população.

## **II.2- Metodologia de execução dos parâmetros físico-químicos da água tratada**

A metodologia seguida é de natureza qualitativa - quantitativa, com pesquisa de campo do tipo exploratória, visando caracterizar a qualidade microbiológica da água tratada, sem descurar parâmetros físico-químicos de maiores incidências na água com grau de potabilidade aceitável. Estas análises permitiram aferir a qualidade da água para o consumo humano de toda a cidade de Luanda, e a qualidade do serviço realizado pelo laboratório. Assim sendo, colheu-se amostras diárias de água para um frasco de vidro de 1000 ml, após todos os processos e etapas de tratamento de água, o presente trabalho focou-se na qualidade de água tratada em períodos de época chuvosa (janeiro, março, abril, dezembro), e em período de época seca (maio, junho, julho, agosto). Usaram-se os dados de 2013 como referência para um ano em que os parâmetros medidos encontravam-se relativamente dentro dos limites estabelecidos pela OMS. Em contraste, usou-se os dados de 2015 como representativos de um ano com parâmetros fora dos limites estabelecidos pelos normativos vigentes.

As amostras recolhidas para investigação dos parâmetros estudados, eram amostras pontuais, colhidas no período da manhã por volta das 09.00h, manualmente, através de uso de uma torneira existente no tanque de água tratada como ponto de colheita.

Selecionou-se amostras do ano de 2013 e designou-se como o ano de “Época normal”, selecionou-se amostras do ano de 2015 e designou-se como o ano de “Época anormal”, pelo facto deste último, apresentar parâmetros fora dos limites aceitáveis. Os limites vigentes para o parâmetro cor, são 15 Pt-Co/L e, os usados para o parâmetro turvação são 5 NTU.

Os métodos de determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estão descritos no manual de procedimentos existente no laboratório de controlo de qualidade, onde todos os técnicos se devem basear. Estes, devem estar devidamente equipados, para que as boas práticas laboratoriais sejam cumpridas. Todos os resultados devem ser anotados e arquivados no laboratório. Seguidamente, aborda-se os procedimentos de determinação de parâmetros físico-químicos contaminantes da água que foram estudados neste trabalho, de entre os quais destacamos a Cor e a Turvação.

### **II.2.1 - Processamento de dados físico-químicos da água tratada (Época normal 2013 e Época anormal 2015)**

Os processos de tratamento de água e o critério de verificação de conformidade da qualidade da água, são feitos através do controlo de rotina e de inspeção. Para tal, foram definidos os pontos de recolha das amostras, a frequência mínima de recolha das mesmas para as análises de controlo de qualidade da água e, alguns parâmetros que nos permitem monitorizar a qualidade de água distribuída, assegurando que essa mesma água cumpra minimamente os requisitos impostos para o consumo humano.

#### **Parâmetro Cor**

A cor é responsável pela coloração da água, e está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2010). A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo da quantidade e da natureza do material presente. Os dados usados para o processamento estatístico para o parâmetro

cor, foram obtidos no laboratório da ETA Luanda Sudeste. As análises foram realizadas diariamente, onde foi tomado como amostra padrão os anos de 2013 e de 2015, em que se teve em consideração o período da época chuvosa, caracterizando-se por ser uma época onde a chuva é mais intensa, constante e, portanto, um período mais conturbado para que se consiga aferir e garantir a qualidade da água distribuída à população.

Para análise da concentração da cor em mg/l / Pt-Co, utiliza-se a técnica de colorimetria comparador, com níveis de aceitação descritos por normas de potabilidade, cujo o limite de aceitação são 15 Pt-Co/L. As medições apresentadas nas Tabelas em anexo (Tabela A1, Tabela A2), referem-se aos resultados das medições diárias do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) e, meses maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca), respetivamente. As medições apresentadas nas Tabelas em anexo (Tabela A3, Tabela A4) respetivamente, referem-se aos resultados das medições diárias do parâmetro cor referente aos meses de janeiro, março, abril e dezembro (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto (época seca) de 2015.

Determinou-se a cor, com ajuda de um comparador de cor (escala 0-90), tendo o devido cuidado de higienizar (por três vezes) a cuvete com água destilada, encheu-se e eliminou-se as bolhas de ar dentro da mesma. De seguida secou-se a cuvete com um papel absorvente e macio antes de se proceder a análise. Colheu-se a amostra de água a analisar. Homogeneizou-se a cuvete com 10 ml da amostra, e em seguida o mesmo procedimento em outra cuvete com o branco (água destilada) e, colocou-se no comparador, onde se procedeu-se a devida análise.

### **Parâmetro Turvação**

A turvação é o parâmetro que permite identificar a presença de partículas em suspensão na água, gerada pela matéria orgânica em suspensão. As fontes de matéria orgânica e concentrações elevadas de microrganismos formam a matéria em suspensão nas águas naturais, deixando-as turvas. (Lenzi; Favero; Luchese, 2009). Dada a presença de material em suspensão finamente divididos em argilas, metais, grãos de areia, matéria orgânica, entre outros variando com o número, tamanho e tipo do material em suspensão. O parâmetro turvação será tanto menor quanto mais eficiente for o tratamento da água bruta, por isso é importante um adequado controlo na determinação da eficiência dos tratamentos na ETA.

Os resultados apresentados nas Tabelas em anexo (Tabela A5, Tabela A6), resultam de medições realizadas ao parâmetro turvação no laboratório de controlo de qualidade da ETA Luanda Sudeste, durante os meses de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) do ano 2013, e meses maio, junho, julho, agosto (época seca) de 2013, respetivamente. Os resultados apresentados nas Tabelas em anexo (Tabela A7, Tabela A8) respetivamente, resultam de medições realizadas ao parâmetro turvação, durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2015

Determinou-se a turvação por meio de um aparelho, um turbidímetro de marca WTW e modelo 550. Teve-se o cuidado de homogeneizar por três vezes a tina com água da amostra, encher e eliminar as bolhas de ar dentro da mesma. Secou-se a tina com papel absorvente e macio. Colheu-se a amostra de água a analisar. Homogeneizou-se a cuvete com água a analisar, encheu-se até a marca e secou-se a cuvete por fora com um papel absorvente e macio. Colocou-se a cuvete com amostra no turbidímetro. Pressionou-se a tecla de leitura. Aguardou-se a leitura no ecrã e anotou-se o resultado. No fim retirou-se a tina com a amostra do aparelho, lavou-se, secou-se e foi guardada.

## **II.3 - Metodologia de execução dos parâmetros microbiológicos da água tratada**

A análise microbiológica, com o objetivo de se verificar quais e quantos microrganismos estão presentes é fundamental para se conhecer as condições de higiene e tratamento, os riscos que a água de qualidade duvidosa pode oferecer à saúde do consumidor e de toda a população. Essa análise é indispensável para se verificar se os padrões e especificações microbiológicos para água, nacionais e internacionais são respeitados de acordo à orientação da OMS.

### **Método de contagem em placa**

O método de contagem de microrganismos em placas é um método geral, que pode ser usado para contagem de grandes grupos microbianos, como aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotóxicos, termófilos, bolores, e leveduras, variando-se o tipo de meio, a temperatura e o tempo de incubação (Hajdenwurcel, 1998; Siva et al., 1997).

Segundo Jay (1998) e Swanson et al., (1992), as amostras são homogeneizadas, diluídas em série, em diluente específico, plaqueadas com ou sobre um meio de agar apropriado e incubadas. Após a incubação todas as colônias visíveis são contadas, ou seja, o procedimento baseia-se na premissa de que cada célula microbiana presente em uma amostra irá formar uma colônia separada e visível, quando fixa em um meio que lhe permite crescer.

As células microbianas podem ser agrupadas em (pares, tétrades, cachos, cadeias entre outros), não é possível estabelecer uma relação direta entre o número de colônias e o número de células. A relação correta é feita entre o número de unidades formadoras de colônias (UFC), podendo ser células individuais como agrupamentos característicos de determinados microrganismos, por mililitro, ou grama de amostra (Silva et al., 1997).

Especialistas referem que essa metodologia é certamente a mais usada nos laboratórios de análises, sendo que diferentes grupos de microrganismos podem ser enumerados de acordo com o meio de cultura e/ou as condições de incubação (tempo, temperatura e atmosfera) empregues.

### **II.3.1 - Processamento dos dados microbiológicos da água tratada (Época normal 2013 e Época anormal 2015)**

#### **Parâmetro Coliformes totais**

De acordo com Brasil (2006), o grupo dos coliformes inclui bactérias não exclusivamente de origem fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas. Além disso, principalmente em climas tropicais, onde os coliformes apresentam capacidade de se multiplicar na água. Este parâmetro é comumente utilizado como indicador da qualidade da água, pela sua sensibilidade à desinfecção (WHO, 2006).

Os resultados apresentados nas Tabelas em anexo (Tabela A9 e Tabela A10) respetivamente, resultam da recolha de amostras diárias e contagem em meio de cultura, realizado ao parâmetro coliformes totais, no laboratório de controlo de qualidade da ETA Luanda Sudeste, durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, período de maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2013. E os seguintes referem-se igualmente a recolha diária, e contagem dos C. totais, nas Tabelas em anexo (Tabela A11 e Tabela A12) durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2015.

Concernente a sua pesquisa, preparou-se o meio de cultura, pesando-se o 39g meio endo Agar (meio de cultura desidratado) em um balão de *Erlenmeyer*, e dissolveu-se em 1000ml de água destilada previamente aquecida; seguidamente adicionou-se um mililitro de tiosulfito de sódio para regular o pH; colocou-se o meio em autoclave a uma temperatura de 121°C durante 15 minutos para ser esterilizado; após a esterilização, distribuiu-se o meio em placas de Petri estéreis; o meio é mantido no frigorífico à 4°C até a sua posterior utilização;

No ensaio e pesquisa dos coliformes totais, verteu-se cuidadosamente, 100ml de amostra no porta-filtro, filtrou-se 100ml da amostra, com auxílio de uma bomba de vácuo; com apoio de uma pinça esterilizada, retirou-se cuidadosamente a membrana do filtro de Ø 47 mm e porosidade de 0,45 µm, para a placa de Petri esterilizada de Ø 47mm contendo o meio de cultura; incubou-se a placa de Petri invertida à 37°C, durante 24± 2 horas; após o período de incubação em estufa bacteriológica, examinou-se a membrana fazendo a contagem das colónias; após contagem das colónias fez-se a leitura dos resultados expressos em UFC/ml.

As colónias indicativas de coliformes totais apresentavam uma coloração rosa, ou vermelho escuro, com um brilho metálico. O brilho poderá encontrar-se presente no centro ou na periferia da colónia.

### **Parâmetro *Escherichia coli***

De acordo com WHO (2006), este microrganismo, é usado no controlo da qualidade da água para consumo humano como indicador de contaminação fecal recente, uma vez, que a temperatura da água e a disponibilidade de nutrientes num sistema de abastecimento e distribuição não são suficientes para favorecer o crescimento de *E. coli*. A deteção deste parâmetro pode sugerir uma desinfeção ineficaz ou existência de ruturas nas condutas ou canalizações dos sistemas de abastecimento e distribuição.

Os resultados apresentados nas Tabelas em anexo (Tabela A13 e Tabela A14) respetivamente, resultam da recolha de amostras diárias e contagem em meio de cultura, realizado ao parâmetro *E. coli*, durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, período de maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2013. E os seguintes referem-se igualmente a recolha diária, e contagem do parâmetro *E. coli*, nas Tabelas em anexo (Tabelas A15 e Tabela A16) durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2015.

As colheitas foram feitas na ETA Luanda Sudeste, e analisadas diariamente no seu laboratório de controlo de qualidade. As colónias foram contadas em placa após terem sido incubadas à 44,5°C, durante 24h. Os resultados são expressos em UFC/ml.

Preparou-se, o meio *Faecal coliforms agar (m-FC agar)*, pesando 52g do meio (meio desidratado) e dissolveu-se em um balão de *Erlenmeyer* contendo 1000ml de água bidestilada aquecida; agitou-se a mistura até a total diluição; em seguida colocou-se dentro do balão um agitador magnético, e colocou-se na placa de aquecimento. Em um copo, pesou-se 0,5g de ácido rosólico que se dilui em 350 ml de água bidestilada e adicionou-se 4,5 ml de NaOH a 2N. Esta mistura foi adicionada ao meio diluído. Distribuiu-se o meio em placas de Petri estéreis, manteve-se o meio no frigorífico até a sua utilização.

No ensaio e pesquisa dos coliformes fecais/*E. coli* pelo método de membrana filtrante de Ø 47 mm e porosidade de 0,45 µm; colocou-se a membrana filtrante no porta-filtro, com o auxílio de uma pinça; verteu-se cuidadosamente 100 ml de amostra no porta-filtro, ligou-se a bomba de vácuo e fez-se a sucção; filtrou-se 100 ml de amostra. Com a pinça esterilizada, retirou-se cuidadosamente a membrana de filtro para a placa de cima; tapou-se a placa de Petri esterilizada de Ø 47mm e incubou-se invertida a 44,5 ±0,2°C, durante 24horas. Após o período de incubação,

examinou-se a membrana fazendo a contagem das colónias. As colónias indicativas de coliformes fecais aparecem de cor azul, as não coliformes, aparecem com coloração clara ou rosada. Seguidamente realizou-se, a partir dos tubos positivos dos coliformes fecais a prova de Indol. Esta prova destina-se a demonstrar a capacidade que possuem certas bactérias, de decompor o aminoácido triptofano com produção de indol, ácido pirúvico e amónio, que se acumula no meio de cultura. Retirou-se uma colónia da placa de Petri positiva de bactérias coliformes fecais; fez-se a passagem de colónia para um tubo de ensaio contendo 10 ml de caldo lactosado com tubo de Durham; incubou-se os tubos numa estufa, regulada à 44°C durante 48 horas; retirou-se os tubos da estufa, realizou-se a leitura, sendo que os tubos que apresentam turvação do meio e produção de gás no seu interior são considerados positivo para coliformes fecais; adicionou-se 1 ml do reagente de indol kovac no tubo positivo para coliformes fecais, e aguardou-se até no máximo cinco minutos; os tubos que apresentaram na porção superior (interface da cultura e o reagente) um anel de cor vermelha rosado, é considerado positivo para a bactéria *E. coli*; A prova é negativa para a *E. coli* quando o tubo apresentar outra cor ou ausência de coloração.

### **Parâmetro *Enterococcus faecalis***

Os *Enterococcus faecalis* são excretados nas fezes humanas em menor quantidade quando comparado à *E. coli*, porém, em outros animais homeotermos, ocorrem em números superiores aos de coliformes fecais. Os *E. faecalis* tem sido citado como a espécie de maior prevalência em infeções secundárias e persistentes devido à sua capacidade de se adaptar a condições hostis e ao seu potencial para formação de fatores de virulência, podendo manter a sua viabilidade por até doze meses na falta de nutrientes. A relação entre coliformes fecais e *E. faecalis* é um bom indicador sobre a origem da contaminação. Quanto maior o valor da relação considera-se que seja maior a contribuição relativa da contaminação de origem humana.

Os resultados apresentados nas Tabelas em anexo (Tabela A17 e Tabela A18) respetivamente, resultam da recolha de amostras diárias e contagem em meio de cultura, realizado ao parâmetro *E. faecalis*, durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, período de maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2013. E os seguintes referem-se igualmente a recolha diária, e contagem do parâmetro *E. faecalis*, nas Tabelas em anexo (Tabela A19 e Tabela A20) durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2015.

Na pesquisa de *E. faecalis*, preparou-se o meio de *Kanamycin esculina azide agar (AKEA)*, meio de cultura desidratado, de acordo com as instruções do fabricante, pesou-se 47,5g do meio de cultura e dissolveu-se em 1000 ml de água destilada; de seguida adicionou-se 1 ml de sulfato de canamicina para equilibrar o pH. Esterilizou-se o meio em autoclave a uma temperatura de 121°C durante 15 minutos; distribui-se em placas de Petri estéreis de Ø 47mm e deixou-se arrefecer, manteve-se no frigorífico até a sua utilização; procedeu-se a ao ensaio e pesquisa pelo método de membrana filtrante de Ø 47 mm e porosidade de 0,45 µm; colocou-se a membrana filtrante no porta-filtro, com o auxílio de uma pinça; agitou-se bem o frasco contendo a amostra; verteu-se cuidadosamente 100 ml de amostra no porta-filtro.; ligou-se a bomba de vácuo e fez-se a sucção. Filtrou-se 100 ml de amostra; com a pinça esterilizada, retirou-se cuidadosamente a membrana de filtro para a placa de Petri, contendo o meio de cultura; tapou-se a placa de Petri e incubou-se invertida, numa estufa bacteriológica à 37°C durante 48 horas; após o período de incubação, examinou-se a membrana fazendo a contagem das colónias. Após o período de incubação, verificou-se se colónias típicas. As colónias típicas apresentam uma coloração vermelha,

vermelho-escuro, ou cor de rosa-escuro, quer no centro, quer em toda a placa; os resultados são expressos em unidade formadora de colônia /100 ml;

No caso, de se observarem colônias características procedeu-se ao teste de confirmação, o meio de cultura para confirmação de colônias suspeitas de Enterococos é o *Bile esculina-agar* (BEA). Com auxílio de uma pinça estéril, transferiu-se a membrana, para uma placa de Petri contendo o meio bile-esculina-agar previamente aquecido à 44°C posteriormente incubou-se a placa a 37°C±0,5°C por um período de 24h;

Efetou-se a leitura, fazendo a contagem em placas e todas as colônias características apresentavam uma coloração negra circundante, o que indica uma reação positiva, por conseguinte a existência de *E. faecalis*.

### **Parâmetro *Clostridium perfringens***

*C. perfringens* está presente no trato intestinal do Homem e outros seres vertebrados, é uma bactéria anaeróbia estrita, gram positiva, em forma de bacilos, sulfito redutora e formadora de esporos (Mendes & Oliveira, 2004). Frequentemente presente em águas residuais, não se multiplica em ambientes aquáticos, e é uma bactéria cujos esporos são resistentes inclusive ao processo de desinfecção. Permanecem, por longos períodos em locais contaminados relacionando assim a sua presença, a uma contaminação de origem fecal antiga, prolongada ou intermitente (Mendes & Oliveira, 2004; WHO, 2008).

A determinação de esporos de *C. perfringens* em água é uma importante avaliação indicativa de contaminação fecal, útil em situações onde outros indicadores de menor resistência, tais como a *E. coli*, já não se encontrariam presentes. A amostra é inoculada em meio de cultura seletivo. Após a incubação em anaerobiose, os *Clostridium* formam colônias negras, devido à reação de redução de sulfito a sulfeto, que reage com citrato de amônio e ferro III, formando um precipitado negro.

Os resultados apresentados nas Tabelas em anexo (Tabela A21 e Tabela A22) respetivamente, resultam da recolha de amostras diárias e contagem em meio de cultura, realizado ao parâmetro *C. perfringens*, durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, período de maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2013. E os seguintes referem-se igualmente a recolha diária, e contagem do parâmetro *C. perfringens*, nas Tabelas em anexo (Tabela A23 e Tabela A24), durante o período de janeiro, março, abril, dezembro (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto (época seca) do ano 2015.

Durante a pesquisa da bactéria *C. perfringens*, foi constituído-se a preparação do meio *Nutrient agar DEV*, dissolvendo 20g de D (+) glucose monohidratado mais 20g de Agar nutritivo em 1000ml de água destilada; em seguida o meio foi para autoclave a uma temperatura de 121°C durante 15 minutos; após a esterilização, distribuiu-se em balões de *Erlenmeyers* estéreis 20 ml do meio, arrefeceu-se a temperatura ambiente e colocou-se no frigorífico.

Ao proceder-se ao ensaio da amostra colocou-se uma membrana filtrante de Ø 47 mm e porosidade de 0,45 µm, no porta-filtro, com o auxílio de uma pinça de aço inox; agitou-se bem o frasco contendo a amostra; verteu-se cuidadosamente 100 ml de amostra no porta-filtro, ligou-se a bomba de vácuo; filtrou-se 100ml de amostra.

Com a pinça esterilizada, retirou-se cuidadosamente a membrana de filtro para a placa de Petri esterilizada de Ø 47mm contendo o meio de cultura; tapou-se e incubou-se invertida a 44 ±2°C, durante 24 horas; após o período de incubação, examinou-se a membrana fazendo a contagem em placa das colônias. Verificou-se a existência de colônias típicas, que por sua vez apresentam uma coloração negra.

## **Capítulo III- Resultados e discussão**

### **III.1 Resultados do processamento estatístico dos parâmetros físico-químicos da água tratada (Época normal 2013)**

Para o processamento dos dados Físico – Químicos e Microbiológicos com o auxílio do programa Excel, tomou-se em consideração os anos de 2013 e 2015, com medições semanais para determinação da média dos dados processados e para determinação dos limites aceitáveis. Para a realização do estudo da base de dados, e dado o caráter aleatório das variáveis (dados) foi fundamental fazer-se uma caracterização a partir da determinação da média aritmética dos valores observados. Como parte da estratégia no processamento estatístico dos dados (amostras), foi necessário a planificação do plano amostral, considerando-se suficiente a precisão para se fazer inferências válidas. Tendo em conta o poder suficiente para se detetar diferenças ou efeitos quando estes estiverem presentes; precisão suficiente expressa em termos de magnitude da margem de erro. A não existência de um valor pré-estabelecido para o tamanho da amostra de interesse, o estudo prendeu-se a caracterizar uma variável ainda não investigada na população (estimação), comparar duas populações em relação a um certo desfecho (teste de hipóteses), verificar uma possível associação entre duas variáveis (teste de hipóteses), o tipo de desfecho quantitativos (quando estivermos em presença de maiores amostras para dados mais dispersos) e qualitativos (geralmente exigindo amostras maiores que os quantitativos). Na validação da amostra foi fundamental a análise do erro estatístico. A autora assumiu que quanto menor o erro em suas medições, maior deverá ser o tamanho da amostra, considerando diferença entre a estatística amostral e o correspondente parâmetro. A análise do tamanho da amostra esteve norteado essencialmente por duas condições: primeira estimação por intervalos de confiança (fixar margem de erro). Teste de hipóteses (fixar poder em algum valor da hipótese alternativa) e segundo o tipo de desfecho medido (quantitativo ou qualitativo).

Seguidamente, analisou-se o intervalo dentro do qual um parâmetro populacional é esperado ocorrer. Para a presente investigação a autora fixou o intervalo de confiança entre 95 % e 99 % das médias amostrais para um tamanho de amostra especificado que cairão a uma distância máxima de 1,96 desvios padrões da média populacional. Por último, a autora considerou na análise dos dados os resultados da variância populacional, obtido através da soma dos quadrados da diferença entre cada valor e a média aritmética e o desvio padrão da amostra de dados, de tipo quantitativo, para inferir a dispersão dos dados relativamente à média.

#### **III.1.1-Parâmetro Cor**

Nas Tabela 3.1 e Tabela 3.2 respetivamente, discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro cor nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (meses de época chuvosa) e maio, junho, julho, agosto de 2013 (meses de época seca). De todos elementos estatísticos para análise da presente investigação a autora, dará maior ênfase na análise da média, erro padrão, curtose, variância e, assimetria. Como parte do procedimento e análise de resultados a autora da presente investigação, constatou a partir da série de dados do ano 2013 e referente ao período de dezembro a abril que os valores da média estatística oscilaram de 4,0 a 4,9. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto também se constatou a similitude do parâmetro média 0,6 a 1,5. Para o mesmo ano a autora realizou a análise longitudinal ao longo dos meses, comparando a época chuvosa e a época seca, constatou uma discrepância em termos do parâmetro média 0,6 a 4,9. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores semelhantes menores que um, oscilando de 0,5 a 0,8, e para o período de maio a agosto valores de 0,1 a 0,1. Para o mesmo ano foram

feitas análises longitudinais e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão variando de 0,1 a 0,8, valores menores que um.

Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificaram-se valores diferentes oscilando de 3,2 a 11,3, no período de maio a agosto valores entre -0,4 a 0,2. De igual modo, para o mesmo ano foram feitas análises longitudinais e verificou-se discrepâncias dos valores obtidos nas medições, variando de -0,4 a 11,3. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a um, oscilando entre 9,1 a 21, e para o período de maio a agosto valores de 0,2 a 0,4 valores menores que um. Para o mesmo ano fez-se a análise longitudinal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando de 0,2 a 21, valores maiores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a unidade entre 2,2 a 3,4, e para o período de maio a agosto valores de -0,3 a 0,8 menores que um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e observou-se semelhança entre os valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando de -0,3 a 3,4, maiores que um.

**Tabela 3.1-** Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa)

	jan/13		mar/13		abr/13		dez/13
Média	4,9	Média	4,0	Média	4,6	Média	4,2
Erro-padrão	0,7	Erro-padrão	0,8	Erro-padrão	0,7	Erro-padrão	0,5
Mediana	3,6	Mediana	2,5	Mediana	3,4	Mediana	3,7
Moda	3,6	Moda	2,1	Moda	2,9	Moda	3,8
Desvio-padrão	3,7	Desvio-padrão	4,6	Desvio-padrão	3,6	Desvio-padrão	3,0
Variância da amostra	13,6	Variância da amostra	21,0	Variância da amostra	13,2	Variância da amostra	9,1
Curtose	5,6	Curtose	3,2	Curtose	5,8	Curtose	11,3
Assimetria	2,6	Assimetria	2,2	Assimetria	2,6	Assimetria	3,4
Intervalo	13,3	Intervalo	15,4	Intervalo	13,4	Intervalo	13,2
Mínimo	2,4	Mínimo	0,2	Mínimo	2,1	Mínimo	2,1
Máximo	15,7	Máximo	15,6	Máximo	15,5	Máximo	15,3
Soma	151,9	Soma	124,1	Soma	136,5	Soma	130,1
Contagem	31,0	Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0
Maior(2)	15,7	Maior(2)	15,6	Maior(2)	15,3	Maior(2)	15,2
Menor(2)	2,5	Menor(2)	0,4	Menor(2)	2,3	Menor(2)	2,3
Nível de confiança(95,0%)	1,4	Nível de confiança(95,0%)	1,7	Nível de confiança(95,0%)	1,4	Nível de confiança(95,0%)	1,1

**Tabela 3. 2 -** Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca)

	mai/13		jun/13		jul/13		ago/13
Média	1,5	Média	1,1	Média	0,9	Média	0,6
Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	1,5	Mediana	1,2	Mediana	0,8	Mediana	0,5
Moda	1,6	Moda	1,3	Moda	1,4	Moda	0,3
Desvio-padrão	0,6	Desvio-padrão	0,5	Desvio-padrão	0,5	Desvio-padrão	0,4
Variância da amostra	0,4	Variância da amostra	0,3	Variância da amostra	0,2	Variância da amostra	0,2
Curtose	0,2	Curtose	-0,9	Curtose	-1,3	Curtose	-0,4
Assimetria	-0,3	Assimetria	-0,3	Assimetria	0,0	Assimetria	0,8
Intervalo	2,5	Intervalo	1,7	Intervalo	1,7	Intervalo	1,4
Mínimo	0,2	Mínimo	0,2	Mínimo	0,1	Mínimo	0,1
Máximo	2,7	Máximo	1,9	Máximo	1,8	Máximo	1,5
Soma	46,4	Soma	34,1	Soma	27,8	Soma	18,7
Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0	Contagem	31,0
Maior(2)	2,5	Maior(2)	1,9	Maior(2)	1,6	Maior(2)	1,4
Menor(2)	0,3	Menor(2)	0,3	Menor(2)	0,2	Menor(2)	0,1
Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,1

### III.1.2-Parâmetro Turvação

Na Tabela 3.3 e na Tabela 3.4 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro considerados meses da época chuvosa, e para os meses de maio, junho, julho e agosto considerados meses da época seca, para o ano de 2013. Observou-se nos resultados que os valores da média estatística oscilaram entre 2,6 a 6,9 no período de dezembro a abril, para o mesmo ano e no período de maio a agosto constatou-se semelhanças entre os valores do parâmetro média 2,3 a 3,0. Na análise longitudinal verifica-se uma discrepâncias em termos do parâmetro média 2,3 a 6,9, o erro padrão para o mesmo ano e ambos os períodos observou-se valores semelhantes menores que a unidade, oscilando entre 0,1. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e não se verificou discrepância entre os valores obtidos nas medições para o erro padrão.

De igual forma realizou-se análises ao parâmetro estatístico curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril, onde os valores apresentaram diferenças entre - 0,9 a -1,5 e no período de maio a agosto os valores oscilaram entre -1,0 a 0,2. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose variando entre -0,9 a 0,2. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e no período de dezembro a abril e no período de maio a agosto verificaram-se valores inferiores a unidade, oscilando entre 0,1 a 0,5. Na análise longitudinal, observou-se nas medições da variância da amostra a variação entre 0,1 a 0,5, valores menores que um. Para assimetria da amostra no período de dezembro a abril verificou-se valores inferiores a unidade, oscilando entre 0,2 a 0,5, e para o período de maio a agosto oscilaram entre -0,1 a 0,9 menores que um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre -0,1 a 0,9, valores menores que um.

**Tabela 3. 3** - Análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa)

jan/13		mar/13		abr/13		dez/13	
Média	5,9	Média	2,6	Média	6,9	Média	6,9
Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	5,9	Mediana	2,4	Mediana	6,6	Mediana	6,6
Moda	5,9	Moda	2,0	Moda	6,5	Moda	6,5
Desvio-padrão	0,3	Desvio-padrão	0,7	Desvio-padrão	0,5	Desvio-padrão	0,5
Variância da amostra	0,1	Variância da amostra	0,5	Variância da amostra	0,3	Variância da amostra	0,3
Curtose	-0,9	Curtose	-1,0	Curtose	-1,5	Curtose	-1,3
Assimetria	0,5	Assimetria	0,2	Assimetria	0,4	Assimetria	0,3
Intervalo	1,0	Intervalo	2,5	Intervalo	1,4	Intervalo	1,7
Mínimo	5,5	Mínimo	1,1	Mínimo	6,4	Mínimo	6,1
Máximo	6,5	Máximo	3,6	Máximo	7,8	Máximo	7,8
Soma	182,9	Soma	81,1	Soma	207,8	Soma	213,9
Contagem	31,0	Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0
Maior(2)	6,5	Maior(2)	3,6	Maior(2)	7,8	Maior(2)	7,8
Menor(2)	5,5	Menor(2)	2,0	Menor(2)	6,4	Menor(2)	6,2
Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,3	Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,2

**Tabela 3. 4 - Análise estatística descritiva do parâmetro turvação dos meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca)**

	mai/13		jun/13		jul/13		ago/13
Média	3,0	Média	2,7	Média	3,0	Média	2,3
Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	3,0	Mediana	3,0	Mediana	3,0	Mediana	2,2
Moda	3,0	Moda	3,0	Moda	3,0	Moda	2,0
Desvio-padrão	0,7	Desvio-padrão	0,7	Desvio-padrão	0,7	Desvio-padrão	0,4
Variância da amostra	0,5	Variância da amostra	0,5	Variância da amostra	0,5	Variância da amostra	0,1
Curtose	-1,0	Curtose	0,2	Curtose	-1,0	Curtose	-0,4
Assimetria	0,1	Assimetria	-0,1	Assimetria	0,1	Assimetria	0,9
Intervalo	2,0	Intervalo	3,0	Intervalo	2,0	Intervalo	1,0
Mínimo	2,0	Mínimo	1,0	Mínimo	2,0	Mínimo	2,0
Máximo	4,0	Máximo	4,0	Máximo	4,0	Máximo	3,0
Soma	92,9	Soma	80,9	Soma	92,9	Soma	71,6
Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0	Contagem	31,0
Maior(2)	4,0	Maior(2)	4,0	Maior(2)	4,0	Maior(2)	3,0
Menor(2)	2,0	Menor(2)	2,0	Menor(2)	2,0	Menor(2)	2,0
Nível de confiança(95,0%)	0,3	Nível de confiança(95,0%)	0,3	Nível de confiança(95,0%)	0,3	Nível de confiança(95,0%)	0,1

### III.2 Resultados do processamento estatístico dos parâmetros físico-químicos da água tratada (Época anormal 2015)

#### III.2.1 Parâmetro Cor

Na Tabelas 3.5 e na Tabela 3.6 respetivamente, como parte do procedimento e análise de resultados da presente investigação, observou-se que a partir da série de dados do ano 2015 e referente ao período de dezembro a abril os valores da média estatística oscilaram entre os valores de 16 a 19,2. No período de maio a agosto os valores do parâmetro média estiveram entre os valores de 8,7 a 10,9. Na análise longitudinal observou-se discrepância no parâmetro estatístico média variando entre 8,7 a 19,2. O erro padrão para o mesmo ano e período de dezembro a abril foram semelhantes com valores menores a unidade, oscilando entre 0,1, e para o período de maio à agosto valores entre 0,1 a 0,2. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão variando entre 0,1 a 0,2, valores menores que um.

Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores diferentes variando entre -0,6 a 0,3, para o período de maio a agosto valores que oscilaram entre -0,3 a (-1,5). Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose variando de -0,3 a 0,3. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro à abril verificou-se valores inferiores a um, oscilando entre 0,1 a 0,4, e para o período de maio à agosto valores entre 0,5 a 1,6 semelhante a um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando entre 0,1 a 1,6, valores semelhantes/ maiores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores inferiores a um, oscilando entre -0,3 a 0,6 e, para o período de maio a agosto valores entre 0 a 0,1 menores que um. No mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se uma semelhança entre valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre -0,3 a 0,6, valores menores que um.

**Tabela 3. 5** - Análise estatística do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa)

	jan/15		mar/15		abr/15		dez/15
Média	16,6	Média	16,0	Média	19,2	Média	16,7
Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	16,6	Mediana	16,1	Mediana	19,4	Mediana	16,6
Moda	16,4	Moda	16,4	Moda	19,8	Moda	16,5
Desvio-padrão	0,3	Desvio-padrão	0,5	Desvio-padrão	0,6	Desvio-padrão	0,4
Variância da amostra	0,1	Variância da amostra	0,2	Variância da amostra	0,4	Variância da amostra	0,1
Curtose	0,3	Curtose	-0,6	Curtose	-1,6	Curtose	-1,2
Assimetria	0,6	Assimetria	-0,4	Assimetria	-0,3	Assimetria	0,2
Intervalo	1,3	Intervalo	1,9	Intervalo	1,8	Intervalo	1,2
Mínimo	16,0	Mínimo	15,0	Mínimo	18,1	Mínimo	16,1
Máximo	17,3	Máximo	16,9	Máximo	19,9	Máximo	17,3
Soma	514,7	Soma	496,0	Soma	576,7	Soma	517,7
Contagem	31,0	Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0
Maior(2)	17,2	Maior(2)	16,8	Maior(2)	19,9	Maior(2)	17,3
Menor(2)	16,2	Menor(2)	15,1	Menor(2)	18,4	Menor(2)	16,2
Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,1

**Tabela 3. 6** - Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca)

	mai/15		jun/15		jul/15		ago/15
Média	10,9	Média	9,5	Média	8,7	Média	10,8
Erro-padrão	0,2	Erro-padrão	0,2	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	10,9	Mediana	9,4	Mediana	8,5	Mediana	10,5
Moda	12,5	Moda	10,1	Moda	8,8	Moda	10,1
Desvio-padrão	1,1	Desvio-padrão	1,3	Desvio-padrão	0,7	Desvio-padrão	0,8
Variância da amostra	1,2	Variância da amostra	1,6	Variância da amostra	0,5	Variância da amostra	0,6
Curtose	-1,0	Curtose	-0,3	Curtose	-0,4	Curtose	-1,5
Assimetria	0,1	Assimetria	0,0	Assimetria	0,0	Assimetria	0,1
Intervalo	3,7	Intervalo	5,0	Intervalo	2,7	Intervalo	2,6
Mínimo	9,2	Mínimo	6,9	Mínimo	7,1	Mínimo	9,5
Máximo	12,9	Máximo	11,9	Máximo	9,8	Máximo	12,1
Soma	339,0	Soma	284,1	Soma	269,3	Soma	334,3
Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0	Contagem	31,0
Maior(2)	12,6	Maior(2)	11,6	Maior(2)	9,8	Maior(2)	11,9
Menor(2)	9,3	Menor(2)	7,3	Menor(2)	7,5	Menor(2)	9,7
Nível de confiança(95,0%)	0,4	Nível de confiança(95,0%)	0,5	Nível de confiança(95,0%)	0,3	Nível de confiança(95,0%)	0,3

### III.2.2 Parâmetro Turvação

Na Tabela 3.7 e na Tabela 3.8 respectivamente discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro turvação nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca). Como parte do procedimento e análise de resultados, constatou-se que a partir da série de dados do ano 2015 e referente ao período de dezembro a abril os valores da média estatística oscilaram entre 7,8 a 8,1. Para o mesmo ano e período de maio à agosto constatou-se uma discrepância entre os valores do parâmetro média variando entre 4,2 a 4,9. Para o mesmo ano realizou-se a análise longitudinal e constatou-se uma discrepância em termos do parâmetro média 4,2 a 8,1. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e períodos de dezembro a abril e, maio a agosto verificou-se valores semelhantes menores que um, oscilando entre 0 a 0,1. No mesmo ano e parâmetro estatístico foi feita a análise longitudinal e verificou-se semelhança nos valores obtidos nas medições do erro padrão de variando de 0 a 0,1, valores menores que um. Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores diferentes variando entre -0,8 a 0,2, para o período de maio a agosto, os valores oscilaram entre -0,5 a 1,9. No corrente ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a variação dos valores obtidos nas medições da curtose variando de -0,5 a 1,9.

Na análise da variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril, verificou-se valores inferiores a um, oscilando entre 0,2 a 0,5, e para o período de maio a agosto valores de 0,1 a 0,2 menores que um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se semelhança nos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando de 0,1 a 0,5, valores menores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores inferiores a um, oscilando entre -1,2 a 0,9, e para o período de maio a agosto valores de -1,0 a 0,7 menores que um. No corrente ano foi feita a análise na horizontal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre -1,0 a 0,9, valores menores que um.

**Tabela 3.7** - Análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2015 (época chuvosa)

jan/15		mar/15		abr/15		dez/15	
Média	7,8	Média	8,1	Média	7,8	Média	8,1
Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	7,7	Mediana	8,1	Mediana	7,6	Mediana	8,4
Moda	7,4	Moda	8,1	Moda	7,4	Moda	8,5
Desvio-padrão	0,5	Desvio-padrão	0,4	Desvio-padrão	0,5	Desvio-padrão	0,7
Variância da amostra	0,2	Variância da amostra	0,2	Variância da amostra	0,3	Variância da amostra	0,5
Curtose	-0,9	Curtose	-0,8	Curtose	0,1	Curtose	0,2
Assimetria	0,2	Assimetria	0,0	Assimetria	0,9	Assimetria	-1,2
Intervalo	1,8	Intervalo	1,4	Intervalo	2,1	Intervalo	2,3
Mínimo	6,9	Mínimo	7,4	Mínimo	6,7	Mínimo	6,6
Máximo	8,7	Máximo	8,8	Máximo	8,9	Máximo	8,9
Soma	240,4	Soma	251,7	Soma	232,8	Soma	251,0
Contagem	31,0	Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0
Maior(2)	8,5	Maior(2)	8,8	Maior(2)	8,8	Maior(2)	8,8
Menor(2)	7,1	Menor(2)	7,4	Menor(2)	7,4	Menor(2)	6,6
Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,3

**Tabela 3. 8** - Análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2015

mai/15		jun/15		jul/15		ago/15	
Média	4,5	Média	4,9	Média	4,5	Média	4,2
Erro-padrão	0,0	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1
Mediana	4,6	Mediana	4,8	Mediana	4,6	Mediana	4,4
Moda	4,6	Moda	4,8	Moda	4,6	Moda	4,6
Desvio-padrão	0,3	Desvio-padrão	0,3	Desvio-padrão	0,4	Desvio-padrão	0,4
Variância da amostra	0,1	Variância da amostra	0,1	Variância da amostra	0,1	Variância da amostra	0,2
Curtose	1,7	Curtose	-0,5	Curtose	1,9	Curtose	-0,8
Assimetria	-1,3	Assimetria	0,7	Assimetria	-1,0	Assimetria	-0,5
Intervalo	1,1	Intervalo	1,0	Intervalo	1,8	Intervalo	1,7
Mínimo	3,8	Mínimo	4,5	Mínimo	3,4	Mínimo	3,2
Máximo	4,9	Máximo	5,5	Máximo	5,2	Máximo	4,9
Soma	140,0	Soma	146,7	Soma	141,0	Soma	131,5
Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0	Contagem	31,0
Maior(2)	4,8	Maior(2)	5,5	Maior(2)	5,1	Maior(2)	4,8
Menor(2)	3,9	Menor(2)	4,5	Menor(2)	3,9	Menor(2)	3,5
Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,2

### III.3 Resultados do processamento estatístico dos parâmetros microbiológicos da água tratada (Época normal 2013)

#### III.3.1 Parâmetro Coliformes totais

Na Tabela 3.9 e na Tabela 3.10 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro coliformes totais nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época seca) e maio, junho, julho, agosto de 2013 (época chuvosa).

Como parte do procedimento e análise de resultados, constatou-se a partir da série de dados do ano 2013 e referente ao período de dezembro a abril, que os valores da média estatística oscilaram entre 8. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto se constatou uma semelhança entre os valores do parâmetro média variando ente 4 a 7. Para o mesmo a ano a autora realizou a análise longitudinal e constatou uma semelhança em termos do parâmetro média variando entre 4 a 8. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e períodos de dezembro a abril, e de maio a agosto valores iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão igual a zero.

Na análise da curtose para o mesmo ano e mesmos períodos de dezembro a abril, maio a agosto verificou-se valores variando entre - 1 a 0. Para o mesmo ano foi feita a analise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a um, oscilando entre 1 a 2, e para o período de maio a agosto valores iguais a um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando de 1 e 2, valores iguais a um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril, maio a agosto verificou-se valores igual a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se semelhança nos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra.

**Tabela 3.9** - Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais para os meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2013 (época chuvosa)

	jan/13		mar/13		abr/13		dez/13
Média	8	Média	8	Média	8	Média	8
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	8	Mediana	8	Mediana	8	Mediana	8
Moda	8	Moda	7	Moda	8	Moda	8
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	2	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1
Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	0	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	5	Intervalo	3	Intervalo	3	Intervalo	3
Mínimo	6	Mínimo	7	Mínimo	7	Mínimo	7
Máximo	11	Máximo	10	Máximo	10	Máximo	10
Soma	259	Soma	253	Soma	251	Soma	255
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	11	Maior(2)	10	Maior(2)	10	Maior(2)	9
Menor(2)	6	Menor(2)	7	Menor(2)	7	Menor(2)	7
Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

**Tabela 3.10** - Análise estatísticas do parâmetro C. totais para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2013 (época seca)

	mai/13		jun/13		jul/13		ago/13
Média	7	Média	6	Média	5	Média	4
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	7	Mediana	6	Mediana	5	Mediana	4
Moda	7	Moda	7	Moda	5	Moda	4
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	1	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1
Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	0	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	4	Intervalo	4	Intervalo	4	Intervalo	2
Mínimo	5	Mínimo	4	Mínimo	3	Mínimo	3
Máximo	9	Máximo	8	Máximo	7	Máximo	5
Soma	218	Soma	190	Soma	160	Soma	124
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	9	Maior(2)	8	Maior(2)	7	Maior(2)	5
Menor(2)	5	Menor(2)	5	Menor(2)	4	Menor(2)	3
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

### III.3.2 Parâmetro *Escherichia coli*

Na Tabela 3.11 e na Tabela 3.12 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizado ao parâmetro *E. coli* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) e, maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca).

Como parte do procedimento e análise de resultados, constatou-se a partir da série de dados do ano 2013 e referente ao período de dezembro a abril os valores da média estatística oscilaram entre 6 a 8. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto constatou-se uma semelhança entre os valores do parâmetro média variando entre 4 a 7. No mesmo ano realizou-se a análise longitudinal e constatou-se uma semelhança em termos do parâmetro média variando entre 4 a 8.

Na análise do erro padrão período de dezembro a abril, maio a agosto verificou-se valores iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise na horizontal e verificou-se valores obtidos nas medições do erro padrão variando entre 0, valores menores que um.

Na análise da curtose para o mesmo ano e períodos de dezembro a abril, maio a agosto verificou-se valores diferentes variando de -1 a 1. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose variando de -1 a 1. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a um, oscilando entre 1 a 2, e para o período de maio a agosto valores de 0 a 4. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando de 1 a 4, valores maiores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores inferiores a um (1), oscilando entre -1 a 1, para o período de maio a agosto valores de 0 a 1. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre -1 a 1.

**Tabela 3.11** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. coli* para os meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2013 (época chuvosa)

	jan/13		mar/13		abr/13		dez/13	
Média	6		Média	8	Média	6	Média	8
Erro-padrão	0		Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	6		Mediana	8	Mediana	6	Mediana	9
Moda	7		Moda	9	Moda	6	Moda	9
Desvio-padrão	1		Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	1		Variância da amostra	2	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1
Curtose	1		Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	-1
Assimetria	1		Assimetria	-1	Assimetria	1	Assimetria	0
Intervalo	5		Intervalo	5	Intervalo	3	Intervalo	4
Mínimo	5		Mínimo	5	Mínimo	5	Mínimo	6
Máximo	10		Máximo	10	Máximo	8	Máximo	10
Soma	199		Soma	251	Soma	183	Soma	258
Contagem	31		Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	9		Maior(2)	10	Maior(2)	8	Maior(2)	10
Menor(2)	5		Menor(2)	5	Menor(2)	5	Menor(2)	7
Nível de confiança(95,0%)	0		Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

**Tabela 3.12** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. coli* nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2013 (época seca)

	mai/13		jun/13		jul/13		ago/13	
Média	7		Média	5	Média	5	Média	4
Erro-padrão	0		Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	7		Mediana	5	Mediana	5	Mediana	4
Moda	8		Moda	5	Moda	3	Moda	4
Desvio-padrão	1		Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	1		Variância da amostra	0	Variância da amostra	4	Variância da amostra	1
Curtose	-1		Curtose	1	Curtose	-1	Curtose	0
Assimetria	0		Assimetria	1	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	3		Intervalo	2	Intervalo	6	Intervalo	5
Mínimo	5		Mínimo	5	Mínimo	2	Mínimo	2
Máximo	8		Máximo	7	Máximo	8	Máximo	7
Soma	209		Soma	163	Soma	148	Soma	133
Contagem	31		Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	8		Maior(2)	7	Maior(2)	8	Maior(2)	6
Menor(2)	5		Menor(2)	5	Menor(2)	2	Menor(2)	3
Nível de confiança(95,0%)	0		Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0

### III.3.3 Parâmetro *Enterococcus faecalis*

Na Tabela 3.13 e na Tabela 3.14 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro *E. faecalis* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013(época chuvosa) e maio, junho, julho, agosto de 2013(época seca).

Como parte do procedimento e análise de resultados, constatou-se a partir da série de dados do ano 2013 e referente ao período de dezembro a abril, os valores da média estatística oscilaram entre 7. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto verificou-se uma semelhança entre os valores do parâmetro média. Para o mesmo a ano a autora realizou a análise longitudinal e constatou-se uma semelhança em termos do parâmetro média entre 5 a 7. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e períodos de dezembro a abril, maio a agosto verificou-se valores iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão sendo igual a zero.

Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores iguais -1, para o período de maio a agosto valores que oscilam entre -1 a 0. Para o mesmo ano foi feita a análise na horizontal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose variando entre -1 a 0. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores semelhante a um, oscilando entre 1 a 2, e para o período de maio a agosto valores de 0 a 1. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se semelhança dos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando entre 0 a 2. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores iguais a zero e, para o período de maio a agosto valores entre 0 a 1. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre 0 a 1.

**Tabela 3.13** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. faecalis* para os meses de janeiro, março, abril, dezembro 2013 (época chuvosa)

	jan/13		mar/13		abr/13		dez/13
Média	7	Média	7	Média	7	Média	7
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	8	Mediana	7	Mediana	7	Mediana	7
Moda	8	Moda	8	Moda	8	Moda	6
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	1	Variância da amostra	1	Variância da amostra	2	Variância da amostra	1
Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	3	Intervalo	4	Intervalo	4	Intervalo	2
Mínimo	6	Mínimo	5	Mínimo	5	Mínimo	6
Máximo	9	Máximo	9	Máximo	9	Máximo	8
Soma	226	Soma	221	Soma	206	Soma	210
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	9	Maior(2)	9	Maior(2)	9	Maior(2)	8
Menor(2)	6	Menor(2)	6	Menor(2)	5	Menor(2)	6
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0

**Tabela 3.14** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. faecalis* para os meses de maio, junho, julho, agosto 2013 (época seca)

mai/13		jun/13		jul/13		ago/13	
Média	5	Média	5	Média	5	Média	5
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	5	Mediana	5	Mediana	5	Mediana	5
Moda	6	Moda	5	Moda	5	Moda	5
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1
Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	0	Curtose	0
Assimetria	-1	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	2	Intervalo	2	Intervalo	3	Intervalo	4
Mínimo	4	Mínimo	4	Mínimo	4	Mínimo	3
Máximo	6	Máximo	6	Máximo	7	Máximo	7
Soma	165	Soma	157	Soma	164	Soma	143
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	6	Maior(2)	6	Maior(2)	6	Maior(2)	6
Menor(2)	4	Menor(2)	4	Menor(2)	4	Menor(2)	3
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

### III.3.4 Parâmetro *Clostridium perfringens*

Na Tabela 3.15 discutiu-se, e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro *C. perfringens* para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época seca). Nos meses de maio, junho, julho e, agosto não ocorreu contaminação por *C. perfringens*, não se identificou crescimento microbiano em meio de cultura, não sendo possível realizar a análise estatística descritiva para os meses do período seco (maio, junho, julho, agosto). Como parte do procedimento e análise dos resultados constatou a partir da série de dados do ano 2013 e referente ao período de dezembro a abril que os valores da média estatística oscilaram entre 0 a 1. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto, não foi possível analisar os parâmetros estatísticos devido a ausência de contaminação nesses meses. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores iguais a zero. Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores diferentes variando entre -2 a 0. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores igual a zero. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores entre -1 a 1.

**Tabela 3.15** - Análise estatística descritiva do parâmetro *Clostridium perfringens* para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época seca)

jan/13		mar/13		abr/13		dez/13	
Média	1	Média	1	Média	1	Média	0
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	1	Mediana	1	Mediana	1	Mediana	0
Moda	1	Moda	1	Moda	1	Moda	0
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	0	Desvio-padrão	0
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0
Curtose	-2	Curtose	-2	Curtose	0	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	-1	Assimetria	1
Intervalo	1	Intervalo	1	Intervalo	1	Intervalo	1
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	1	Máximo	1	Máximo	1	Máximo	1
Soma	16	Soma	16	Soma	23	Soma	8
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	1	Maior(2)	1	Maior(2)	1	Maior(2)	1
Menor(2)	0	Menor(2)	0	Menor(2)	0	Menor(2)	0
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

### III.4 – Resultados do processamento estatístico dos parâmetros microbiológicos da água tratada (Época anormal 2015)

#### III.4.1 Parâmetro Coliformes totais

Na Tabelas 3.16 e na Tabela 3.17 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro coliformes totais nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) e maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).

Como parte do procedimento e análise de resultados da presente investigação, constatou-se que a partir da série de dados do ano 2015 e referente ao período de dezembro a abril os valores da média estatística oscilaram entre 32 a 33. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto constatou-se uma discrepância entre os valores do parâmetro média 17 a 18. Para o mesmo a ano realizou-se a análise longitudinal e constatou uma discrepância em termos do parâmetro média 17 a 33. Na análise do erro padrão para ambas as épocas verificou-se valores igual a zero (0). Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão igual a zero.

Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores diferentes variando de -1 a 5, para o período de maio a agosto os valores oscilaram entre -1 a 0. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da curtose variando entre -1 a 5. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a um, oscilando entre 1 a 4, e para o período de maio a agosto valores entre 1 a 3. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da variância da amostra entre de 1 a 4, valores maiores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores semelhantes a um, oscilando entre -2 a 1, e para o período de maio a agosto valores semelhantes a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise na horizontal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra de variando de 0 a 1, valores iguais a um.

**Tabela 3.16** - Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais para os meses de janeiro, março, abril, dezembro 2015 (época chuvosa)

jan/15		mar/15		abr/15		dez/15	
Média	32	Média	32	Média	33	Média	32
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	32	Mediana	32	Mediana	33	Mediana	32
Moda	31	Moda	32	Moda	33	Moda	32
Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	4	Variância da amostra	4	Variância da amostra	4	Variância da amostra	1
Curtose	-1	Curtose	5	Curtose	1	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	-2	Assimetria	0	Assimetria	1
Intervalo	6	Intervalo	10	Intervalo	9	Intervalo	3
Mínimo	30	Mínimo	25	Mínimo	29	Mínimo	31
Máximo	36	Máximo	35	Máximo	38	Máximo	34
Soma	1003	Soma	992	Soma	990	Soma	997
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	36	Maior(2)	35	Maior(2)	36	Maior(2)	34
Menor(2)	30	Menor(2)	29	Menor(2)	30	Menor(2)	31
Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0

**Tabela 3.17** - Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca)

mai/15		jun/15		jul/15		ago/15	
Média	18	Média	18	Média	17	Média	17
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	18	Mediana	18	Mediana	17	Mediana	17
Moda	19	Moda	17	Moda	18	Moda	16
Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	3	Variância da amostra	1	Variância da amostra	2	Variância da amostra	1
Curtose	-1	Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	0
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	6	Intervalo	5	Intervalo	5	Intervalo	4
Mínimo	15	Mínimo	16	Mínimo	15	Mínimo	15
Máximo	21	Máximo	21	Máximo	20	Máximo	19
Soma	553	Soma	544	Soma	528	Soma	518
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	20	Maior(2)	20	Maior(2)	19	Maior(2)	19
Menor(2)	15	Menor(2)	17	Menor(2)	15	Menor(2)	15
Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0

#### III.4.2- Parâmetro *Escherichia coli*

Na Tabela 3.18 e na Tabela 3.19 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro *E. coli* durante os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) e maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).

Como parte do procedimento e análise de resultados, constatou-se a partir da série de dados do ano 2015 e referente ao período de dezembro a abril que os valores da média estatística oscilaram entre 40 a 45. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto constatou-se uma discrepância entre os valores do parâmetro média entre os 14 a 18. Para o mesmo a ano realizou-se uma análise

longitudinal e constatou-se uma discrepância em termos do parâmetro média entre os valores 14 a 45. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores semelhantes a um, oscilando entre 0 a 1, e para o período de maio a agosto valores iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão variando entre 0 a 1, valores semelhantes a um.

Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores diferentes variando de -1 a 4, para o período de maio a agosto os valores oscilaram entre -1 a 0. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose variando entre -1 a 4. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a um, oscilando entre 1 a 57, e para o período de maio a agosto valores entre 1 a 3 maiores que um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da variância da amostra variando entre 1 a 57, valores maiores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores oscilando entre -1 a 2, e para o período de maio a agosto valores de 0 a 1 semelhantes a um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre 0 a 2.

**Tabela 3.18** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. coli* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015(época chuvosa)

	jan/15		mar/15		abr/15		dez/15
Média	43	Média	40	Média	45	Média	40
Erro-padrão	1	Erro-padrão	0	Erro-padrão	1	Erro-padrão	0
Mediana	47	Mediana	40	Mediana	45	Mediana	40
Moda	49	Moda	41	Moda	44	Moda	40
Desvio-padrão	8	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	3	Desvio-padrão	3
Variância da amostra	57	Variância da amostra	1	Variância da amostra	9	Variância da amostra	7
Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	4
Assimetria	-1	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	2
Intervalo	24	Intervalo	4	Intervalo	10	Intervalo	12
Mínimo	28	Mínimo	38	Mínimo	40	Mínimo	37
Máximo	52	Máximo	42	Máximo	50	Máximo	49
Soma	1345	Soma	1248	Soma	1347	Soma	1254
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	51	Maior(2)	42	Maior(2)	50	Maior(2)	47
Menor(2)	29	Menor(2)	38	Menor(2)	40	Menor(2)	38
Nível de confiança(95,0%)	3	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	1

**Tabela 3. 19** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. coli* nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015(época seca)

	mai/15		jun/15		jul/15		ago/15
Média	18	Média	14	Média	15	Média	14
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	18	Mediana	15	Mediana	15	Mediana	14
Moda	18	Moda	15	Moda	15	Moda	15
Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	3	Variância da amostra	1	Variância da amostra	2	Variância da amostra	1
Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	-1
Assimetria	1	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	7	Intervalo	3	Intervalo	5	Intervalo	3
Mínimo	15	Mínimo	13	Mínimo	12	Mínimo	13
Máximo	22	Máximo	16	Máximo	17	Máximo	16
Soma	551	Soma	432	Soma	455	Soma	440
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	21	Maior(2)	16	Maior(2)	16	Maior(2)	16
Menor(2)	16	Menor(2)	13	Menor(2)	13	Menor(2)	13
Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

### III.4.3 Parâmetro *Enterococcus faecalis*

Na Tabela 3.20 e na Tabela 3.21 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro *E. faecalis* durante os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015(época chuvosa) e maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).

Como parte do procedimento e análise de resultados, constatou-se a partir da série de dados do ano 2015 e referente ao período de dezembro a abril que os valores da média estatística oscilaram entre 24 a 30, para o mesmo ano e no período de maio a agosto constatou-se uma discrepância entre os valores do parâmetro média oscilando entre 8 a 16. Para o mesmo ano a autora realizou a análise longitudinal e constatou-se uma discrepância em termos do parâmetro média 8 a 30. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e, para ambos os períodos verificou-se valores iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise na horizontal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos. Na análise da curtose para o mesmo ano e ambos os períodos se verificou valores variando entre -1 a 0. Para o mesmo ano foi feita a análise na horizontal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da curtose variando de -1 a 0. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores semelhantes, oscilando entre 0 a 2, e para o período de maio a agosto valores entre 1 a 5 maiores que um. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da variância da amostra entre 0 a 5, valores maiores que um. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores inferiores a um, oscilando entre -1 a 0, e para o período de maio a agosto valores iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra de variando entre 0 a (-1), valores inferiores a um.

**Tabela 3. 20** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. faecalis* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa)

	jan/15		mar/15		abr/15		dez/15
Média	29	Média	28	Média	30	Média	24
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	29	Mediana	28	Mediana	30	Mediana	24
Moda	29	Moda	28	Moda	30	Moda	24
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	2
Variância da amostra	1	Variância da amostra	0	Variância da amostra	1	Variância da amostra	2
Curtose	0	Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	0
Assimetria	-1	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	-1
Intervalo	4	Intervalo	3	Intervalo	3	Intervalo	5
Mínimo	26	Mínimo	26	Mínimo	28	Mínimo	21
Máximo	30	Máximo	29	Máximo	31	Máximo	26
Soma	884	Soma	853	Soma	892	Soma	744
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	30	Maior(2)	28	Maior(2)	31	Maior(2)	26
Menor(2)	26	Menor(2)	27	Menor(2)	28	Menor(2)	21
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	1

**Tabela 3.21** - Estatísticas do parâmetro *E. faecalis* nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015

	mai/15		jun/15		jul/15		ago/15
Média	16	Média	13	Média	9	Média	8
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	17	Mediana	13	Mediana	9	Mediana	8
Moda	18	Moda	12	Moda	9	Moda	8
Desvio-padrão	2	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	5	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1	Variância da amostra	1
Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	0	Curtose	0
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	8	Intervalo	3	Intervalo	4	Intervalo	3
Mínimo	12	Mínimo	11	Mínimo	7	Mínimo	6
Máximo	20	Máximo	14	Máximo	11	Máximo	9
Soma	504	Soma	380	Soma	264	Soma	233
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	20	Maior(2)	14	Maior(2)	10	Maior(2)	9
Menor(2)	13	Menor(2)	11	Menor(2)	7	Menor(2)	6
Nível de confiança(95,0%)	1	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

### III. 4.4 - Parâmetro *Clostridium perfringens*

Na Tabela 3.22 e na Tabela 3.23 discutiu-se e verificou-se os resultados do processamento estatístico realizados ao parâmetro *C. perfringens* durante os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) e maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca).

Como parte do procedimento e análise de resultados da presente investigação, constatou-se a partir da série de dados do ano 2015 e referente ao período de dezembro a abril que os valores da média estatística oscilaram entre um. Para o mesmo ano e no período de maio a agosto se constatou uma semelhança entre os valores do parâmetro média entre 0 a 1. Para o mesmo ano realizou-se a análise longitudinal e constatou uma semelhança em termos do parâmetro média

entre 0 a 1. Na análise do erro padrão para o mesmo ano e ambos os períodos se verificou valores semelhantes iguais a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos nas medições do erro padrão igual a zero.

Na análise da curtose para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores semelhantes variando entre 0 a 3, para o período de maio a agosto valores que oscilam entre -1 a 4. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se uma discrepância dos valores obtidos nas medições da curtose variando de -1 a 4. Na análise de variância da amostra para o mesmo ano e ambos períodos verificou-se valores inferiores a um, igual a zero. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a semelhança dos valores obtidos. Na análise de assimetria da amostra para o mesmo ano e período de dezembro a abril verificou-se valores superiores a um, oscilando entre 0 a 5, e para o período de maio a agosto valores de -2 a 1. Para o mesmo ano foi feita a análise longitudinal e verificou-se a discrepância dos valores obtidos nas medições da assimetria da amostra variando entre -2 a 1, valores semelhantes a um.

**Tabela 3.22** - Análise estatística descritiva do parâmetro *C. perfringens* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015

jan/15		mar/15		abr/15		dez/15	
Média	1	Média	1	Média	1	Média	1
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	1	Mediana	1	Mediana	1	Mediana	1
Moda	1	Moda	1	Moda	1	Moda	1
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	0	Desvio-padrão	0
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0
Curtose	0	Curtose	3	Curtose	30	Curtose	0
Assimetria	0	Assimetria	2	Assimetria	5	Assimetria	0
Intervalo	2	Intervalo	3	Intervalo	1	Intervalo	2
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	1	Mínimo	0
Máximo	2	Máximo	3	Máximo	2	Máximo	2
Soma	27	Soma	38	Soma	31	Soma	24
Contagem	31	Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31
Maior(2)	2	Maior(2)	3	Maior(2)	1	Maior(2)	1
Menor(2)	0	Menor(2)	1	Menor(2)	1	Menor(2)	0
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0,182413

**Tabela 3.23** - Análise estatística descritiva do parâmetro *C. perfringens* nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015

	mai/15		jun/15		jul/15		ago/15
Média	0	Média	1	Média	1	Média	1
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	0	Mediana	1	Mediana	1	Mediana	1
Moda	0	Moda	1	Moda	1	Moda	1
Desvio-padrão	0	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	0
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0
Curtose	-1	Curtose	-1	Curtose	-2	Curtose	4
Assimetria	1	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	-2
Intervalo	1	Intervalo	2	Intervalo	1	Intervalo	1
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	1	Máximo	2	Máximo	1	Máximo	1
Soma	8	Soma	20	Soma	17	Soma	27
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	1	Maior(2)	1	Maior(2)	1	Maior(2)	1
Menor(2)	0	Menor(2)	0	Menor(2)	0	Menor(2)	0
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

Como inferência ao parâmetro turvação, observou-se uma discrepância na ordem dos 35,9% entre o valor calculado e o valor do limite aceitável utilizado pela EPAL na análise longitudinal, para o período 2013 e 2015. Relativamente ao parâmetro cor, apesar da discrepância nos valores observados e atendendo aos fenômenos adversos em determinada época do ano (altas precipitações, com arrastos de matéria orgânica contaminante) o mesmo apresenta uma discrepância na ordem de 21,87% para além do valor estabelecido pela a EPAL.

Concomitantemente na inferência feita ao parâmetro *C. totais*, nos valores observados no espectro estatístico a discrepância esteve em 45% acima do espectro recomendado pela OMS, e de utilização na EPAL. Paralelamente foram realizadas inferências aos parâmetros *E. coli*, *E. faecalis* e *C. perfringens* todos com valores de limite de aceitação zero, com respeito ao espectro de referencia indicados pela OMS, cujo os cálculos observaram valores de 27%, 35% e, 30% respetivamente. Como parte dos trabalhos laboratoriais para proposta de melhoria da qualidade da água, nas épocas chuvosas e secas. Verifica-se como estratégia tomada pela autora, a adoção do que foi tratado anteriormente, enquanto medições por meio de comparadores, assim como dever-se-á respeitar os procedimentos avançados no Capítulo II, para o qual a norma estabelece limites de aceitação.

## Capítulo IV

### IV.1- Proposta de metodologia para melhoria da qualidade da Água tratada na ETA Luanda Sudeste

Na expectativa de corrigir as anomalias que as amostras em ensaio laboratorial apresentaram, propôs-se a metodologia que aparece seguidamente.

Como proposta de melhoria da qualidade da água na ETA Luanda Sudeste, após uma série de medições realizadas em laboratório e com base na criação de um modelo protótipo da situação existente na estação de tratamento de água, avançou-se com as seguintes medidas: i) colocou-se um sistema de alerta à montante da estação (em determinados pontos do canal), com vários pontos de avaliação, ao longo do percurso no canal superior, para se testar por meio de sensores (que pudessem ser traduzidos em fibra ótica) definiu-se alguns parâmetros como (cor, turvação, e matéria orgânica) através de sensores e painel de controlo a jusante, tornou-se possível monitorar a contaminação dos parâmetros pré-estabelecidos, testou-se o sistema repetidor de alerta em dimensões pequenas (miniatura), obtendo-se melhores resultados, esta simulação foi viável para se controlar e monitorar a contaminação a entrada da estação. Sendo, que sempre que houvesse um sinal de alerta, era reduzido o caudal de água bruta a entrada da estação; ii) em casos de matéria orgânica excessiva sugeriu-se a implementação de um sistema de electro cloração e, ou injeção de cloro ( $\text{Cl}_2$ ) gasoso (medida aplicada no modelo protótipo) na etapa de pré-tratamento, no sentido de mitigar e reduzir significativamente a quantidade inicial da matéria orgânica; iii) em casos excessivos de turvação ocorrido principalmente em épocas de maior precipitação, reduziu-se a comporta de entrada de água bruta, no sentido de facilitar o tratamento, e de se adotar medidas na correta dosagem do sulfato de alumínio, este acerto foi realizado com base no JAR Test, permitindo em época de turvação alta redefinir a taxa de tratamento. Em época crítica, de elevada contaminação e com valores fora do vigente normativo para o parâmetro cor e, face a permanência excessiva de matéria dissolvida (Ferro  $\text{Fe}^{3+}$ ), resistentes ao processo de tratamento da água sugere-se a colocação ao longo do percurso de dispositivos de salto hidráulico ao fim de proporcionarem o arejamento das partículas de água, desta forma, o fluxo de água a entrada do tratamento apresentaria índices reduzidos desse elemento químico, facilitando as etapas seguintes de tratamento no interior da estação. Depois das medidas anteriores adotadas e, seguindo o processo de tratamento no interior da ETA, ocorrerá como sugestão injeção de sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) na calha de Parshall à entrada na zona de maior turbulência. Após medidas tomadas, e monitorando as etapas seguintes de tratamento de água no interior da estação. Seguidamente, aferiu-se a qualidade da água através da instalação de um tanque de radiação UV entre 100-400 nm, bastante eficaz contra patogénicos de origem alimentar, microbiota, fungos e leveduras. Colocou-se um pequeno reservatório com radiação UV entre o reservatório de água tratada e poço de sucção das bombas de distribuição, como etapa final de tratamento de água para o consumidor. Demonstrando melhorias significativas na qualidade da água distribuída.

As medidas mencionadas tiveram um feito muito positivo, nos resultados microbiológicos das amostras. Não obstante ao que foi adotado, em laboratório tomou-se algumas precauções, para se evitar a contaminação microbiológica das amostras, medidas de prevenção e correção com o objetivo de se eliminar e, evitar o aumento da contaminação e proliferação bacteriana. Nomeadamente no momento de manipulação e execução das amostras, melhoria de qualidade higiénica da matéria-prima, adequada manipulação das mesmas, seu correto armazenamento e transporte até ao laboratório. Aplicação de processos tecnológicos adequados às necessidades da estação de tratamento de água.

Boas práticas higiénicas por parte do manipulador das amostras como exemplo (correto armazenamento dos meios de cultura; correta esterilização de materiais e meios de cultura em laboratórios; limpeza correta e desinfeção de estufas de incubação). Melhoria das condições laboratoriais criando um plano de controlo de qualidade da água no sistema de abastecimento, aplicando a princípio de que a responsabilidade pelo controlo da qualidade do produto deve ser independente das atividades de produção e de exploração do sistema de abastecimento da água. Como validação do procedimento e modelo protótipo fez-se algumas simulações laboratoriais permitindo aferir, melhorias significativas nos resultados das medições obtidas em laboratório, se se colocar em pratica as medidas acima mencionadas.

Apresentam-se os resultados obtidos durante a simulação em laboratório. Nas seguintes tabelas, discutiu-se e verificou-se os resultados das medições com base no modelo protótipo de simulação em laboratório. Na tabela 4.1 referente as novas medições realizadas aos meses de janeiro, março, abril e dezembro do ano 2021 (época chuvosa), onde é notório a descida dos valores das medições para o parâmetro cor, rondando uma média entre 3,04 a 3,22 Pt-Co/L, valores que se encontram dentro dos limites aceitáveis indicados pela norma de potabilidade vigente na EPAL. Na Tabela 4.2, referente a análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa) com base no processamento, é possível se observar que as medições tiveram uma descida substancial corroborada pelos valores médios do espectro estatístico, onde a média (3,0), erro padrão (0,1), variância (0,2), curtose (-0,5), e assimetria (0,0), que de forma geral e, em função da curva de campana de Gaus, mostravam que os valores médios apresentavam maior concentração no meio do espectro, o que nos permitiu aferir que todos classificavam o mesmo elemento. Consequentemente, na Tabela 4.3, referente as medições do parâmetro cor, para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca), constatou-se uma descida ainda mais significativa com valores de medições rondando uma média de 1,12 a 1,60 Pt-Co/L. Na tabela 4.4, referente a análise estatística descritiva do parâmetro cor para o mesmo período, é possível observar-se uma descida, com valores médios do espectro estatístico rondando, a média (1,1), erro padrão (0,1), variância (0,2), curtose (-1,0), assimetria (-0,4).

Na Tabela 4.5 resultados extraídos do processamento das medições para o parâmetro turvação, durante a época chuvosa se observou uma descida substancial em que a média variou entre os 2,26-2,44 NTU, encontrando-se dentro dos parâmetros do limite aceitável. Na Tabela 4.6, referente a análise estatística descritiva do mesmo parâmetro e para o mesmo período, com base no processamento estatístico, foi possível verificar que houve redução considerável do parâmetro em que os valores médios do espectro estatístico, variaram entre as seguintes média (3,0), erro padrão (0,1), variância (0,2), curtose (0,5), assimetria (0), que de forma geral expressam uma redução de índice concentração de matéria orgânica arrastada na fase inicial do processo de tratamento da água.

Na Tabela 4.7, referente ao processamento das medições do parâmetro turvação, a média esteve entre 1,19 a 1,197 NTU. Na Tabela 4.8, referente a análise estatística descritiva do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca), com base no processamento estatístico, foi possível verificar que houve uma descida considerável do parâmetro variando o espectro estatístico entre os seguintes valores, média (1,2), erro padrão (0,1), variância (0,2), curtose (-1,7), assimetria (-0,3), de salientar que para esta época do ano é expectável uma descida ainda maior de contaminantes, por se tratar de uma época em que ocorre menos chuvas, e consequente há menos arraste de matéria orgânica e contaminante.

Verificando os resultados seguintes, extraídos do processamento, da contagem em meio de cultura para a seguintes bactérias, que se encontram descritas nas Tabelas 4.9, 4.13, 4.17,4.21 referentes aos parâmetros *C. totais*, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. perfringens* respetivamente e, sendo as medições

no período da época chuvosa, foi possível se observar uma significativa redução no número de colónias em placa. Cujas a média para a colónia C. totais, esteve na ordem de 4 UFC/ml, para a colónia *E. coli* 4 UFC/ml, para a colónia *E. faecalis* 4 UFC/ml e, para a colónia *C. perfringens* 0UFC/ml.

Nas Tabelas 4.10, 4.14, 4.18, referentes a análise estatística descritiva das bactérias C. totais, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. perfringens* respetivamente e, para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa), foi possível observar essa descida ao analisar os parâmetros estatísticos, em que se obteve uma média (4), erro padrão (0), variância (1), curtose (-1), assimetria (0) para os C. totais, uma média (4); erro padrão (0), variância (0), curtose (-1), assimetria (1) para a *E. coli*; uma média (4), erro padrão (0), variância (0), curtose (-1), assimetria (-1) para os *E. faecalis*; ausência de contaminação para parâmetro *C. perfringens*, indicando um ideal funcionamento da proposta de melhoria, simulada a partir de um protótipo em laboratório. No que tange a redução microbiana foi possível se verificar que adotando as medidas acima citadas é possível chegar a um resultado ideal e assim fornecer-se uma água de melhor qualidade a toda população da cidade de Luanda.

Nas tabelas 4.11, 4.15, 4.19, 4.22, referentes aos resultados, extraídos do processamento, da contagem em meio de cultura para as seguintes bactérias, C. totais, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. perfringens* respetivamente e, sendo as medições para o período da época seca, foi possível se observar uma grande redução no número de colónias em placa, expectável para a época. Cujas a média para a colónia C. totais, esteve na ordem de 2/3UFC/ml, para a colónia *E. coli* 3UFC/ml, para a colónia *E. faecalis* 2 UFC/ml e, para a colónia *C. perfringens* 0UFC/ml.

Nas Tabelas 4.12, 4.16, 4.20, referentes a análise estatística descritiva das bactérias C. totais, *E. coli*, *E. faecalis*, *C. perfringens* respetivamente e, para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021(época seca), foi possível observar essa descida ao analisar os parâmetros estatísticos, em que se obteve uma média (2), erro padrão (0), variância (0), curtose (5), assimetria (2) para os C. totais, uma média (3); erro padrão (0), variância (0), curtose (-1), assimetria (0) para a *E. coli*; uma média (3), erro padrão (0), variância (1), curtose (-1), assimetria (1) para os *E. faecalis*; ausência de contaminação para parâmetro *C. perfringens*.

A redução microbiana foi possível se verificar que adotando as medidas acima citadas é possível chegar a um resultado ideal e assim fornecer-se uma água de melhor qualidade a toda população da cidade de Luanda.

**Parâmetros físico-químicos:  
Cor**

**Tabela 4. 1-**Medições do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor
1	2,1	1	2,9	1	2,8	1	3,5
2	2,4	2	3,1	2	2,4	2	3,8
3	2,5	3	3,4	3	2,6	3	3,7
4	3,1	4	3,2	4	2,8	4	3,8
5	3,2	5	3,3	5	3,2	5	3,3
6	3,8	6	3,2	6	3,5	6	3,7
7	4,2	7	3,1	7	3,6	7	3,2
8	3,2	8	3,5	8	3,9	8	3,1
9	3,1	9	3,3	9	3,1	9	3,9
10	3,5	10	2,9	10	3,7	10	3,8
11	3,1	11	2,7	11	3,5	11	3,2
12	2,8	12	2,9	12	3,9	12	3,5
13	2,9	13	2,7	13	3,1	13	3,3
14	3,1	14	2,8	14	2,9	14	3,4
15	3,2	15	3,1	15	2,8	15	3,1
16	3,9	16	2,5	16	3,1	16	3,5
17	2,8	17	2,8	17	3,2	17	3,3
18	2,6	18	3,8	18	3,6	18	3,6
19	2,5	19	2,9	19	3,7	19	3,7
20	2,4	20	2,5	20	3,2	20	3,5
21	2,5	21	2,9	21	3,9	21	3,4
22	2,6	22	2,3	22	3,9	22	3,3
23	2,8	23	2,2	23	3,6	23	3,5
24	3,1	24	2,6	24	3,7	24	2,6
25	3,4	25	2,7	25	3,8	25	2,2
26	3,3	26	3,2	26	3,5	26	2,3
27	3,7	27	3,4	27	3,2	27	2,7
28	3,8	28	3,6	28	3,3	28	2,6
29	3,5	29	3,1	29	3,1	29	2,5
30	3,9	30	3,8	30	3,2	30	2,4
31	3,7	31	3,7			31	2,3
soma	96,7	soma	94,1	soma	99,8	soma	99,7
média	3,12	média	3,04	média	3,22	média	3,22

**Tabela 4.2 -** Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa)

	jan/21	mar/21	abr/21	dez/21
Média	3,1	3,0	3,3	3,2
Erro-padrão	0,1	0,1	0,1	0,1
Mediana	3,1	3,1	3,3	3,3
Moda	3,1	2,9	3,2	3,5
Desvio-padrão	0,5	0,4	0,4	0,5
Variância da amostra	0,3	0,2	0,2	0,3
Curtose	-0,8	-0,5	-0,7	-0,7
Assimetria	0,1	0,0	-0,3	-0,7
Intervalo	2,1	1,6	1,5	1,7
Mínimo	2,1	2,2	2,4	2,2
Máximo	4,2	3,8	3,9	3,9
Soma	96,7	94,1	99,8	99,7
Contagem	31,0	31,0	30,0	31,0
Maior(2)	3,9	3,8	3,9	3,8
Menor(2)	2,4	2,3	2,6	2,3
Nível de confiança(95,0%)	0,2	0,2	0,2	0,2

**Tabela 4.3** - Medições do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor
1	1,9	1	1,7	1	1,8	1	1,3
2	1,5	2	1,6	2	1,5	2	1,3
3	1,4	3	1,6	3	1,3	3	1,4
4	1,8	4	1,8	4	1,4	4	1,8
5	1,5	5	1,7	5	1,8	5	1,4
6	1,4	6	1,5	6	1,7	6	1,5
7	1,4	7	1,6	7	1,1	7	1,7
8	1,3	8	1,4	8	1,3	8	1,3
9	1,2	9	1,2	9	1,8	9	1,8
10	1,5	10	1,1	10	1,3	10	1,3
11	1,1	11	1,3	11	0,5	11	1,5
12	1,4	12	1,4	12	0,2	12	0,5
13	1,3	13	1,2	13	0,4	13	0,9
14	1,2	14	1,1	14	0,8	14	0,6
15	1,3	15	1,2	15	1,2	15	0,7
16	1,5	16	1,3	16	1,4	16	0,9
17	2,2	17	1,1	17	1,4	17	0,8
18	2,3	18	1,3	18	1,6	18	0,7
19	2,4	19	1,2	19	1,3	19	0,8
20	2,6	20	1,5	20	0,8	20	1,5
21	2,4	21	1,3	21	1,5	21	1,4
22	1,7	22	1,4	22	0,6	22	1,5
23	1,8	23	1,6	23	0,7	23	1,7
24	1,6	24	1,4	24	1,1	24	1,6
25	1,5	25	1,5	25	1,3	25	0,5
26	1,4	26	1,6	26	1,8	26	0,9
27	1,3	27	1,3	27	1,3	27	0,6
28	1,2	28	1,5	28	0,5	28	0,7
29	1,3	29	1,4	29	0,2	29	1,4
30	1,5	30	1,5	30	0,4	30	1,5
31	1,8			31	0,8	31	1,8
soma	49,7	soma	42,3	soma	34,8	soma	37,3
média	1,60	média	1,36	média	1,12	média	1,20

**Tabela 4.4** - Análise estatística descritiva do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca)

	mai/21	jun/21	jul/21	ago/21
Média	1,6	1,4	1,1	1,2
Erro-padrão	0,1	0,0	0,1	0,1
Mediana	1,5	1,4	1,3	1,3
Moda	1,5	1,6	1,3	1,5
Desvio-padrão	0,4	0,2	0,5	0,4
Variância da amostra	0,2	0,0	0,2	0,2
Curtose	0,5	-0,8	-1,0	-1,3
Assimetria	1,2	0,1	-0,4	-0,3
Intervalo	1,5	0,7	1,6	1,3
Mínimo	1,1	1,1	0,2	0,5
Máximo	2,6	1,8	1,8	1,8
Soma	49,7	42,3	34,8	37,3
Contagem	31,0	30,0	31,0	31,0
Maior(2)	2,4	1,7	1,8	1,8
Menor(2)	1,2	1,1	0,2	0,5
Nível de confiança(95,0%)	0,1	0,1	0,2	0,2

## Turvação

**Tabela 4.5** - Medições do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

Jan Dia	Turvação	Mar Dia	Turvação	Abr Dia	Turvação	Dez Dia	Turvação
1	2,2	1	2,1	1	2,1	1	2,2
2	2,3	2	2,4	2	2,4	2	2,1
3	2,1	3	3,4	3	2,3	3	2,3
4	2,3	4	2,5	4	2,5	4	2,1
5	2,1	5	1,5	5	1,5	5	2,5
6	2,4	6	1,5	6	1,5	6	2,1
7	2,3	7	2,4	7	2,4	7	2,3
8	2,2	8	3,4	8	3,4	8	2,5
9	2,4	9	1,4	9	1,4	9	1,9
10	2,2	10	1,5	10	2,5	10	2,3
11	2,5	11	3,6	11	3,6	11	2,3
12	2,7	12	2,3	12	2,3	12	2,4
13	2,8	13	3,4	13	3,4	13	2,1
14	2,9	14	1,4	14	1,4	14	2,3
15	2,1	15	1,22	15	1,21	15	2,6
16	2,6	16	1,16	16	1,3	16	2,5
17	2,5	17	2,4	17	2,4	17	2,2
18	2,3	18	3,2	18	3,2	18	2,3
19	2,8	19	1,16	19	3,1	19	2,2
20	2,9	20	2,2	20	2,25	20	2,1
21	2,8	21	3,2	21	3,2	21	2,4
22	2,1	22	2,2	22	2,2	22	1,8
23	2,3	23	3,4	23	3,4	23	2
24	2,4	24	3,2	24	2,2	24	2,1
25	2,5	25	3,4	25	2,4	25	2,4
26	2,1	26	3,3	26	2,3	26	2,3
27	2,6	27	3,4	27	2,4	27	2,5
28	2,5	28	2,3	28	2,3	28	2,1
29	2,3	29	2	29	2,2	29	2,3
30	2,8	30	1,55	30	2,1	30	2,4
31	2,6	31	1,6			31	2,5
soma	75,60	soma	73,69	soma	70,86	soma	70,10
média	2,44	média	2,38	média	2,29	média	2,26

**Tabela 4.6** - Análise estatística descritiva do parâmetro turvação dos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

	jan/21	mar/21	abr/21	dez/21
Média	2,4	2,4	2,4	2,3
Erro-padrão	0,0	0,1	0,1	0,0
Mediana	2,4	2,3	2,3	2,3
Moda	2,3	3,4	2,4	2,3
Desvio-padrão	0,3	0,8	0,7	0,2
Variância da amostra	0,1	0,7	0,4	0,0
Curtose	-1,0	-1,5	-0,5	-0,2
Assimetria	0,3	0,0	0,1	-0,4
Intervalo	0,8	2,4	2,4	0,8
Mínimo	2,1	1,2	1,2	1,8
Máximo	2,9	3,6	3,6	2,6
Soma	75,6	73,7	70,9	70,1
Contagem	31,0	31,0	30,0	31,0
Maior(2)	2,9	3,4	3,4	2,5
Menor(2)	2,1	1,2	1,3	1,9
Nível de confiança(95,0%)	0,1	0,3	0,2	0,1

**Tabela 4.7 -** Medições do parâmetro turvação nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	Turvação	Dia	Turvação	Dia	Turvação	Dia	Turvação
1	2	1	2,1	1	1,5	1	2,1
2	2,1	2	1,7	2	1,8	2	2,2
3	2	3	1,5	3	1,6	3	1,9
4	1,3	4	1,7	4	2,2	4	1,8
5	1,2	5	2	5	2,3	5	1,7
6	1,4	6	2,4	6	1,9	6	2,4
7	1,1	7	1,8	7	1,8	7	2,2
8	1,4	8	1,8	8	2,1	8	2,1
9	1,3	9	1,9	9	2,3	9	2,3
10	1,5	10	1,1	10	2,4	10	1,9
11	2,1	11	1,4	11	2,5	11	1,7
12	1,7	12	1,2	12	2,1	12	1,8
13	1,5	13	1,5	13	1,8	13	1,9
14	1,7	14	1,1	14	1,9	14	1,8
15	2	15	1,6	15	1,7	15	1,7
16	2,4	16	1,4	16	1,6	16	1,6
17	1,8	17	2,1	17	1,8	17	1,5
18	1,8	18	2,2	18	1,9	18	1,9
19	1,9	19	2	19	2	19	1,7
20	2,1	20	1,9	20	2	20	2,1
21	2,2	21	2,1	21	2,1	21	2,2
22	2,3	22	2,3	22	2,3	22	2,4
23	2,5	23	2,1	23	2,2	23	2,2
24	2,4	24	1,8	24	2,4	24	2,2
25	2,7	25	1,7	25	2,2	25	2,1
26	2,1	26	1,6	26	1,6	26	1,9
27	2,5	27	2,2	27	2,2	27	1,8
28	2,1	28	2,5	28	1,7	28	1,9
29	1,8	29	2,3	29	1,6	29	1,6
30	1,9	30	2,5	30	1,8	30	1,5
31	2,1			31	1,9	31	1,7
soma	58,90	soma	55,50	soma	61,20	soma	59,80
média	1,90	média	1,79	média	1,97	média	1,93

**Tabela 4.8 -** Análise estatística do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca)

mai/21		jun/21		jul/21		ago/21	
Média	1,9	Média	1,9	Média	2,0	Média	1,9
Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,1	Erro-padrão	0,0	Erro-padrão	0,0
Mediana	2,0	Mediana	1,9	Mediana	1,9	Mediana	1,9
Moda	2,1	Moda	2,1	Moda	1,8	Moda	1,9
Desvio-padrão	0,4	Desvio-padrão	0,4	Desvio-padrão	0,3	Desvio-padrão	0,3
Variância da amostra	0,2	Variância da amostra	0,2	Variância da amostra	0,1	Variância da amostra	0,1
Curtose	-0,7	Curtose	-0,7	Curtose	-1,1	Curtose	-1,0
Assimetria	-0,2	Assimetria	-0,2	Assimetria	0,1	Assimetria	0,2
Intervalo	1,6	Intervalo	1,4	Intervalo	1,0	Intervalo	0,9
Mínimo	1,1	Mínimo	1,1	Mínimo	1,5	Mínimo	1,5
Máximo	2,7	Máximo	2,5	Máximo	2,5	Máximo	2,4
Soma	58,9	Soma	55,5	Soma	61,2	Soma	59,8
Contagem	31,0	Contagem	30,0	Contagem	31,0	Contagem	31,0
Maior(2)	2,5	Maior(2)	2,5	Maior(2)	2,4	Maior(2)	2,4
Menor(2)	1,2	Menor(2)	1,1	Menor(2)	1,6	Menor(2)	1,5
Nível de confiança(95,0%)	0,2	Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,1	Nível de confiança(95,0%)	0,1

## Parâmetros microbiológicos:

### Coliformes totais

**Tabela 4.9** - Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais
1	5	1	5	1	4	1	4
2	5	2	4	2	4	2	4
3	4	3	4	3	4	3	4
4	4	4	4	4	4	4	3
5	4	5	4	5	5	5	3
6	4	6	3	6	5	6	4
7	4	7	4	7	5	7	4
8	5	8	4	8	5	8	4
9	4	9	4	9	5	9	4
10	4	10	4	10	5	10	4
11	5	11	5	11	6	11	4
12	3	12	5	12	5	12	5
13	3	13	3	13	5	13	5
14	3	14	4	14	4	14	5
15	3	15	3	15	4	15	4
16	4	16	3	16	5	16	4
17	5	17	4	17	4	17	3
18	5	18	4	18	4	18	3
19	4	19	3	19	4	19	3
20	5	20	3	20	5	20	3
21	5	21	4	21	5	21	4
22	6	22	4	22	5	22	4
23	6	23	4	23	6	23	4
24	5	24	3	24	6	24	4
25	5	25	3	25	6	25	4
26	6	26	4	26	7	26	5
27	4	27	4	27	7	27	4
28	4	28	4	28	5	28	4
29	3	29	4	29	5	29	4
30	4	30	3	30	4	30	4
31	4	31	4			31	4
<b>soma</b>	<b>135</b>	<b>soma</b>	<b>118</b>	<b>soma</b>	<b>148</b>	<b>soma</b>	<b>122</b>
<b>média</b>	<b>4,35</b>	<b>média</b>	<b>3,81</b>	<b>média</b>	<b>4,77</b>	<b>média</b>	<b>3,94</b>

**Tabela 4.10** - Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021(época chuvosa)

	jan/21	mar/21	abr/21	dez/21
Média	4	4	5	4
Erro-padrão	0	0	0	0
Mediana	4	4	5	4
Moda	4	4	5	4
Desvio-padrão	1	1	1	1
Variância da amostra	1	0	1	0
Curtose	-1	0	0	0
Assimetria	0	0	1	0
Intervalo	3	2	3	2
Mínimo	3	3	4	3
Máximo	6	5	7	5
Soma	135	118	148	122
Contagem	31	31	30	31
Maior(2)	6	5	7	5
Menor(2)	3	3	4	3
Nível de confiança(95,0%)	0	0	0	0

**Tabela 4.11** - Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021 (época seca)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais
1	2	1	2	1	2	1	1
2	2	2	2	2	2	2	1
3	2	3	2	3	2	3	3
4	2	4	2	4	2	4	1
5	2	5	2	5	3	5	2
6	3	6	2	6	3	6	2
7	3	7	3	7	3	7	2
8	3	8	3	8	3	8	2
9	2	9	3	9	2	9	3
10	2	10	2	10	2	10	3
11	2	11	2	11	2	11	3
12	2	12	3	12	2	12	3
13	3	13	2	13	3	13	2
14	3	14	2	14	3	14	3
15	3	15	3	15	3	15	3
16	3	16	3	16	3	16	2
17	3	17	3	17	3	17	3
18	2	18	3	18	3	18	3
19	2	19	2	19	3	19	3
20	2	20	3	20	2	20	3
21	2	21	3	21	2	21	3
22	2	22	3	22	2	22	3
23	2	23	3	23	2	23	3
24	2	24	3	24	3	24	3
25	3	25	3	25	3	25	2
26	3	26	3	26	2	26	2
27	3	27	2	27	3	27	2
28	3	28	2	28	3	28	3
29	2	29	2	29	3	29	3
30	2	30	2	30	2	30	2
31	5			31	2	31	3
<b>soma</b>	<b>77</b>	<b>soma</b>	<b>75</b>	<b>soma</b>	<b>78</b>	<b>soma</b>	<b>77</b>
<b>média</b>	<b>2,48</b>	<b>média</b>	<b>2,42</b>	<b>média</b>	<b>2,52</b>	<b>média</b>	<b>2,48</b>

**Tabela 4.12** - Análise estatística descritiva do parâmetro C. totais, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca)

mai/21		jun/21		jul/21		ago/21	
Média	2	Média	3	Média	3	Média	2
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	2	Mediana	3	Mediana	3	Mediana	3
Moda	2	Moda	2	Moda	3	Moda	3
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0
Curtose	5	Curtose	-2	Curtose	-2	Curtose	0
Assimetria	2	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	-1
Intervalo	3	Intervalo	1	Intervalo	1	Intervalo	2
Mínimo	2	Mínimo	2	Mínimo	2	Mínimo	1
Máximo	5	Máximo	3	Máximo	3	Máximo	3
Soma	77	Soma	75	Soma	78	Soma	77
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	3	Maior(2)	3	Maior(2)	3	Maior(2)	3
Menor(2)	2	Menor(2)	2	Menor(2)	2	Menor(2)	1
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

## *E. coli*

**Tabela 4.13** - Contagem em meio de cultura para *E. coli*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	<i>E. coli</i>	Dia	<i>E. coli</i>	Dia	<i>E. coli</i>	Dia	<i>E. coli</i>
1	4	1	4	1	5	1	4
2	4	2	4	2	5	2	4
3	4	3	4	3	4	3	4
4	4	4	4	4	4	4	5
5	4	5	4	5	4	5	4
6	5	6	4	6	4	6	4
7	5	7	4	7	4	7	4
8	4	8	4	8	4	8	4
9	4	9	5	9	4	9	5
10	4	10	5	10	4	10	5
11	4	11	4	11	4	11	4
12	5	12	4	12	4	12	4
13	5	13	4	13	4	13	5
14	5	14	4	14	4	14	4
15	4	15	4	15	4	15	4
16	4	16	5	16	5	16	4
17	4	17	5	17	5	17	4
18	4	18	5	18	5	18	5
19	5	19	5	19	4	19	5
20	5	20	4	20	4	20	5
21	4	21	4	21	4	21	4
22	4	22	4	22	4	22	4
23	4	23	4	23	3	23	4
24	5	24	4	24	4	24	4
25	5	25	4	25	4	25	4
26	5	26	4	26	4	26	4
27	4	27	3	27	5	27	3
28	4	28	3	28	4	28	3
29	4	29	3	29	4	29	4
30	4	30	4	30	4	30	4
31	4	31	4			31	3
<b>soma</b>	<b>134</b>	<b>soma</b>	<b>127</b>	<b>soma</b>	<b>124</b>	<b>soma</b>	<b>128</b>
<b>média</b>	<b>4,32</b>	<b>média</b>	<b>4,10</b>	<b>média</b>	<b>4,00</b>	<b>média</b>	<b>4,13</b>

**Tabela 4.14** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. coli* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

	jan/21	mar/21	abr/21	dez/21
Média	4	4	4	4
Erro-padrão	0	0	0	0
Mediana	4	4	4	4
Moda	4	4	4	4
Desvio-padrão	0	1	0	1
Variância da amostra	0	0	0	0
Curtose	-1	1	2	0
Assimetria	1	0	1	0
Intervalo	1	2	2	2
Mínimo	4	3	3	3
Máximo	5	5	5	5
Soma	134	127	124	128
Contagem	31	31	30	31
Maior(2)	5	5	5	5
Menor(2)	4	3	4	3
Nível de confiança(95.0%)	0	0	0	0

Tabela 4.15 - Contagem em meio de cultura para *E. coli*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>E. coli</i>	Dia	<i>E. coli</i>	Dia	<i>E. coli</i>	Dia	<i>E. coli</i>
1	2	1	2	1	3	1	3
2	2	2	2	2	3	2	3
3	2	3	2	3	3	3	3
4	2	4	2	4	3	4	3
5	2	5	2	5	4	5	2
6	2	6	2	6	4	6	2
7	2	7	2	7	3	7	2
8	2	8	2	8	3	8	3
9	4	9	4	9	3	9	2
10	4	10	4	10	3	10	2
11	4	11	3	11	3	11	2
12	4	12	3	12	3	12	2
13	3	13	3	13	3	13	2
14	3	14	3	14	3	14	2
15	3	15	3	15	4	15	2
16	3	16	4	16	4	16	2
17	2	17	4	17	2	17	2
18	2	18	4	18	2	18	2
19	3	19	4	19	2	19	3
20	3	20	4	20	2	20	3
21	3	21	3	21	2	21	3
22	3	22	3	22	2	22	3
23	2	23	3	23	2	23	3
24	2	24	3	24	3	24	3
25	2	25	4	25	3	25	3
26	3	26	4	26	3	26	3
27	3	27	4	27	3	27	4
28	3	28	2	28	3	28	4
29	3	29	2	29	2	29	3
30	3	30	3	30	2	30	3
31	3			31	2	31	3
<b>soma</b>	<b>84</b>	<b>soma</b>	<b>90</b>	<b>soma</b>	<b>87</b>	<b>soma</b>	<b>82</b>
<b>média</b>	<b>2,71</b>	<b>média</b>	<b>2,90</b>	<b>média</b>	<b>2,81</b>	<b>média</b>	<b>2,65</b>

Tabela 4.16 - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. coli* nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021 (época seca)

mai/21		jun/21		jul/21		ago/21	
Média	3	Média	3	Média	3	Média	3
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	3	Mediana	3	Mediana	3	Mediana	3
Moda	3	Moda	2	Moda	3	Moda	3
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	0	Variância da amostra	1	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0
Curtose	-1	Curtose	-2	Curtose	-1	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0
Intervalo	2	Intervalo	2	Intervalo	2	Intervalo	2
Mínimo	2	Mínimo	2	Mínimo	2	Mínimo	2
Máximo	4	Máximo	4	Máximo	4	Máximo	4
Soma	84	Soma	90	Soma	87	Soma	82
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	4	Maior(2)	4	Maior(2)	4	Maior(2)	4
Menor(2)	2	Menor(2)	2	Menor(2)	2	Menor(2)	2
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

## *E. faecalis*

**Tabela 4.17** - Contagem em meio de cultura para *E. faecalis*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

Jan Dia	<i>E. faecalis</i>	Mar Dia	<i>E. faecalis</i>	Abr Dia	<i>E. faecalis</i>	Dez Dia	<i>E. faecalis</i>
1	3	1	3	1	3	1	3
2	3	2	3	2	3	2	3
3	4	3	4	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	3
5	4	5	4	5	4	5	3
6	4	6	4	6	4	6	3
7	4	7	4	7	4	7	3
8	4	8	4	8	4	8	4
9	3	9	4	9	4	9	4
10	3	10	3	10	4	10	4
11	3	11	3	11	3	11	3
12	4	12	4	12	3	12	3
13	4	13	4	13	4	13	3
14	4	14	4	14	4	14	4
15	4	15	4	15	4	15	4
16	4	16	4	16	4	16	4
17	4	17	4	17	4	17	5
18	4	18	4	18	4	18	4
19	4	19	4	19	4	19	4
20	4	20	4	20	4	20	4
21	4	21	4	21	4	21	3
22	4	22	4	22	4	22	3
23	3	23	4	23	4	23	3
24	3	24	3	24	3	24	4
25	3	25	3	25	3	25	3
26	3	26	3	26	3	26	3
27	3	27	3	27	3	27	3
28	4	28	3	28	3	28	4
29	4	29	3	29	4	29	4
30	4	30	3	30	4	30	4
31	4	31	4			31	4
<b>soma</b>	<b>114</b>	<b>soma</b>	<b>113</b>	<b>soma</b>	<b>110</b>	<b>soma</b>	<b>109</b>
<b>média</b>	<b>3,68</b>	<b>média</b>	<b>3,65</b>	<b>média</b>	<b>3,55</b>	<b>média</b>	<b>3,52</b>

**Tabela 4.18** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. faecalis*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

	jan21	mar21	abr21	dez21
Média	4	4	4	4
Erro-padrão	0	0	0	0
Mediana	4	4	4	3
Moda	4	4	4	3
Desvio-padrão	0	0	0	1
Variância da amostra	0	0	0	0
Curtose	-1	-2	-2	-1
Assimetria	-1	-1	-1	1
Intervalo	1	1	1	2
Mínimo	3	3	3	3
Máximo	4	4	4	5
Soma	114	113	110	109
Contagem	31	31	30	31
Maior(2)	4	4	4	4
Menor(2)	3	3	3	3
Nível de confiança(95,0%)	0	0	0	0

**Tabela 4.19** - Contagem em meio de cultura para *E. faecalis*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>
1	2	1	3	1	3	1	2
2	2	2	3	2	3	2	2
3	2	3	3	3	4	3	2
4	3	4	2	4	3	4	2
5	3	5	3	5	3	5	2
6	2	6	3	6	4	6	3
7	2	7	3	7	4	7	3
8	2	8	3	8	4	8	3
9	2	9	3	9	3	9	2
10	2	10	3	10	2	10	2
11	3	11	4	11	3	11	2
12	2	12	4	12	3	12	2
13	2	13	4	13	3	13	3
14	2	14	2	14	3	14	4
15	3	15	2	15	2	15	4
16	3	16	2	16	2	16	4
17	3	17	2	17	3	17	3
18	2	18	3	18	3	18	3
19	2	19	3	19	3	19	4
20	2	20	3	20	3	20	4
21	3	21	3	21	3	21	4
22	2	22	3	22	2	22	2
23	3	23	3	23	2	23	3
24	3	24	3	24	2	24	3
25	3	25	3	25	2	25	3
26	3	26	3	26	2	26	2
27	3	27	2	27	3	27	2
28	3	28	2	28	3	28	2
29	3	29	2	29	3	29	2
30	3	30	2	30	2	30	2
31	3			31	2	31	3
<b>soma</b>	<b>78</b>	<b>soma</b>	<b>84</b>	<b>soma</b>	<b>87</b>	<b>soma</b>	<b>84</b>
<b>média</b>	<b>2,52</b>	<b>média</b>	<b>2,71</b>	<b>média</b>	<b>2,81</b>	<b>média</b>	<b>2,71</b>

**Tabela 4.20** - Análise estatística descritiva do parâmetro *E. faecalis* nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2021(época seca)

mai/21		jun/21		jul/21		ago/21	
Média	3	Média	3	Média	3	Média	3
Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0	Erro-padrão	0
Mediana	3	Mediana	3	Mediana	3	Mediana	3
Moda	3	Moda	3	Moda	3	Moda	2
Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1	Desvio-padrão	1
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	0	Variância da amostra	1
Curtose	-2	Curtose	0	Curtose	-1	Curtose	-1
Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	0	Assimetria	1
Intervalo	1	Intervalo	2	Intervalo	2	Intervalo	2
Mínimo	2	Mínimo	2	Mínimo	2	Mínimo	2
Máximo	3	Máximo	4	Máximo	4	Máximo	4
Soma	78	Soma	84	Soma	87	Soma	84
Contagem	31	Contagem	30	Contagem	31	Contagem	31
Maior(2)	3	Maior(2)	4	Maior(2)	4	Maior(2)	4
Menor(2)	2	Menor(2)	2	Menor(2)	2	Menor(2)	2
Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0	Nível de confiança(95,0%)	0

## *C. perfringens*

**Tabela 4.21** - Contagem em meio de cultura para *C. perfringens*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2021 (época chuvosa)

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	<i>C. perfringens</i>	Dia	<i>C. perfringens</i>	Dia	<i>C. perfringens</i>	Dia	<i>C. perfringens</i>
1	0	1	0	1	0	1	0
2	0	2	0	2	0	2	0
3	0	3	0	3	0	3	0
4	0	4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0	10	0
11	0	11	0	11	0	11	0
12	0	12	0	12	0	12	0
13	0	13	0	13	0	13	0
14	0	14	0	14	0	14	0
15	0	15	0	15	0	15	0
16	0	16	0	16	0	16	0
17	0	17	0	17	0	17	0
18	0	18	0	18	0	18	0
19	0	19	0	19	0	19	0
20	0	20	0	20	0	20	0
21	0	21	0	21	0	21	0
22	0	22	0	22	0	22	0
23	0	23	0	23	0	23	0
24	0	24	0	24	0	24	0
25	0	25	0	25	0	25	0
26	0	26	0	26	0	26	0
27	0	27	0	27	0	27	0
28	0	28	0	28	0	28	0
29	0	29	0	29	0	29	0
30	0	30	0	30	0	30	0
31	0	31	0			31	0
<b>soma</b>	<b>0</b>	<b>soma</b>	<b>0</b>	<b>soma</b>	<b>0</b>	<b>soma</b>	<b>0</b>
<b>média</b>	<b>0,00</b>	<b>média</b>	<b>0,00</b>	<b>média</b>	<b>0,00</b>	<b>média</b>	<b>0,00</b>

**Tabela 4.22** - Contagem em meio de cultura para *C. perfringens*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2021 (época seca)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>C. perfringens</i>	Dia	<i>C. perfringens</i>	Dia	<i>C. perfringens</i>	Dia	<i>C. perfringens</i>
1	0	1	0	1	0	1	0
2	0	2	0	2	0	2	0
3	0	3	0	3	0	3	0
4	0	4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0	10	0
11	0	11	0	11	0	11	0
12	0	12	0	12	0	12	0
13	0	13	0	13	0	13	0
14	0	14	0	14	0	14	0
15	0	15	0	15	0	15	0
16	0	16	0	16	0	16	0
17	0	17	0	17	0	17	0
18	0	18	0	18	0	18	0
19	0	19	0	19	0	19	0
20	0	20	0	20	0	20	0
21	0	21	0	21	0	21	0
22	0	22	0	22	0	22	0
23	0	23	0	23	0	23	0
24	0	24	0	24	0	24	0
25	0	25	0	25	0	25	0
26	0	26	0	26	0	26	0
27	0	27	0	27	0	27	0
28	0	28	0	28	0	28	0
29	0	29	0	29	0	29	0
30	0	30	0	30	0	30	0
31	0			31	0	31	0
<b>soma</b>	<b>0</b>	<b>soma</b>	<b>0</b>	<b>soma</b>	<b>0</b>	<b>soma</b>	<b>0</b>
<b>média</b>	<b>0,00</b>	<b>média</b>	<b>0,00</b>	<b>média</b>	<b>0,00</b>	<b>média</b>	<b>0,00</b>

## IV.2- Conclusão

A água pode ser considerada um importante meio de transmissão de doenças, bem como, pode ser um requisito de boas condições de saúde. No entanto, não basta que a água esteja apenas disponível para o consumo, é necessário que haja também um mínimo de qualidade, a sua escassez é uma realidade iminente na vida das futuras gerações, que deverão ser desenvolver algumas ações em tempo hábil no sentido de minimizar os efeitos catastróficos de um inadequado uso e, que é vital para a sobrevivência de todos.

Para presente Dissertação cujo o objetivo foi elaborar a proposta de melhoria a partir do estudo comportamental dos parâmetros intervenientes na qualidade da água da ETA Luanda Sudeste, como caso de estudo, chegou-se as seguintes conclusões:

Os valores encontrados como resultado das análises físico-químicas e microbiológicas a partir do processamento estatísticos da série de dados de 2013 e de 2015, permitiram aferir que os parâmetros contrastados com a legislação vigente usada pela EPAL, se encontravam fora dos valores recomendados sendo que para físico-químicos, os parâmetros cor variaram entre 9,1 a 16,70 Pt-Co/L e para o parâmetro turvação 4,24 a 8,10 NTU, observou-se no que tange aos parâmetros micrológicos que os mesmos variavam para C. totais 17 a 32 UFC/ml, *Escherichia coli* 14 a 42 UFC/ml, *Enterococcus faecalis* 8 a 29 UFC/ml, *Clostridium perfringens* 1 a 3 UFC/ml, pelo que, se decidiu avançar com a proposta de melhoria.

A criação do modelo protótipo para análise e dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos na série de dados 2013-2015, aplicando a proposta de melhoria expressa ponto IV do capítulo III, permitiu obter valores dos espectro físico-químico e microbiológicos dentro dos limites permitidos pela legislação vigente de uso na EPAL. De acordo ao modelo aplicado os parâmetros cor variaram entre 1,12 a 3,22 Pt-Co/L e para o parâmetro turvação variaram entre 1,79 a 2,44 NTU, observou-se que quanto aos parâmetros microbiológicos que os mesmos variaram para C. totais entre 2 a 4 UFC/ml, *Escherichia coli* entre 3 a 5 UFC/ml, *E. faecalis* entre 3 a 4 UFC/ml, *Clostridium perfringens* 0 UFC/ml, no caso desta ultima bactéria não se constatou qualquer crescimento bacteriano para a época chuvosa e época seca.

No final concluiu-se que a qualidade da água nas condições atuais da ETA Luanda Sudeste poderá ser melhorada se se criar condições físicas para a aplicação das ações inferidas no modelo virtual que serviu como base de compreensão comportamental dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os processos de tratamentos aplicados no tratamento da água para a rede de distribuição da cidade de Luanda foram considerados eficientes.

### **IV.3- Recomendação**

Para futuros trabalhos recomenda-se a multiplicação de protótipo de simulação para se estudar os parâmetros da qualidade da água das outras ETAs atendendo aos pontos de captação existentes nas regiões Norte e Sul, uma vez, que existem evidências laboratoriais de resultados disparees da água captada numa e noutra região. Recomenda-se aplicação de metodologia avançada pela autora nas outras infraestruturas de abastecimento de água, assim como, a inferência de novidades a nível de resultados para se validar e possíveis melhorias na proposta de melhoria da qualidade de água na ETA Luanda Sudeste aqui avançada. No seguimento do processo de melhorias contínuas dos processos, sistemas e das tecnologias, sugere-se ainda a criação de um Plano de Segurança da Água, em todo o sistema de abastecimento, de acordo com as exigências e métodos indicados pela OMS, numa visão de análise e prevenção de riscos em sistemas de abastecimento de água. Esse plano irá contemplar todo o sistema de abastecimento da EPAL, desde das bacias hidrográficas onde estão localizadas as origens que a EPAL utiliza para produção de água destinada ao consumo humano até às torneiras dos consumidores finais (origens, captações, tratamentos, distribuição, até ao consumidor final). O plano desenvolvido terá a capacidade e objetivo de garantir os requisitos relativos à qualidade e à quantidade da água para o consumo humano no sistema de abastecimento, identificando as boas práticas operacionais e medidas preventivas e corretivas, com base na identificação de perigos e análise de riscos, permitindo assim: a proteção da saúde dos consumidores; cumprimento dos requisitos legais e das recomendações da OMS; aumento da confiança e satisfação dos consumidores; melhorando a qualidade dos serviços em particular no que respeita à pressão e aos caracteres físicos, microbiológicas e organoléticos da água fornecida e o abastecimento sem interrupções.

#### IV.4-Referências bibliográficas

1. American Public Health Association. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 15th ed. New York, 1134.
2. Antunes, C.A., Castro, M.C.F.M., Guarda, V.L.M. (2004) Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto – MG. Alim. Nutr., Araraquara, v.15, 3, 221-226.
3. Alves, C. (2010). Tratamento de Águas de Abastecimento 3ª Edição. Porto: Publindústria.
4. Baird C. (2004) Química Ambiental. Porto Alegre: Bookman, 622.
5. Banco Mundial (2005). Soluções Privadas para a Infraestrutura em Angola, Washington.
6. Bettega, J.M.P.R. (2006) Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano, vol.30, 5, 950-954.
7. Boaventura R. A. R., Leitão A. (2013) Qualidade da água para consumo na cidade do Uíge (Angola): água tratada do sistema de abastecimento público e água não tratada fontes alternativa
8. Brasil. (2006) Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde.212.
9. Bromberg, M. (2009) Safe drinking water: Microbial Standards Help Ensure Water Quality for Consumers.
10. Campos, J. A. D. B., Farache, F. A., Faria, J. B. (2002). Qualidade sanitária da água distribuída para consumo humano pelo sistema de abastecimento público da cidade de Araraquara, SP. Rev. Alim. Nutr., v. 13, 117-129.
11. Charriere, G., Mossel, D. A. A., Beaudou, P. (1996). Assessment of the marker value of various components of the coli - aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. for the official 25 monitoring of drinking water supplies. Journal of Applied Bacteriology, 76, 336-344.
12. D'Águila O. S., Roque O. C. C., Miranda C. A. S., Ferreira A. P. (2000) Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. Cad. Saúde Publica v.16, 3,791-798.
13. Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de Agosto. Diário da República nº 164 – 1ª Série A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Portugal.
14. Decreto Presidencial nº 261/11, de 6 de Outubro. Diário da República nº 193 – 1ª Série. Presidente da República, Angola.
15. Drewes, J. E.; Fox, P. (2000). Effect of drinking water sources on reclaimed water quality in water reuse systems. Water Environ. Res., v. 3, 353-362.
16. Freitas, V. P. S. (2002). Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. Revista Instituto Adolfo Lutz, Campinas, v.61, 1,51-58.
17. Fundação Nacional da Saúde. (2013). Manual Prático de Análise de Água-4. ed.- Brasília: Funasa.
18. Gava, A.J., Silva, C.A., Frias, J. (2008). Tecnologias de alimentos Princípios e Aplicações. São Paulo, 85-112.
19. Gonçalves, E. M. (2009) Avaliação da Qualidade da água do Rio Uberabinha Uberlândia – MG. 159.
20. Guerra, N. M. M., Otenio, M. H., Silva, M. E. Z., Guilhermetti, M., Nakamura, C. V., Nakamura, T. U., Dias Filho, B. P. (2006). Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável, v.28,1,13-18.

21. Hajdenwurcel, J.R. (1998) Avaliação do método SimPlate para contagem de coliformes totais e *E.coli* em leite fluido. Indústria de Laticínios, v.3,18,71-77.
22. Hood, M., Ness, G.E., Blake, N.J., (1983). Relationship Among Fecal Coliforms, *Escherichia coli*, and *Salmonella* spp. in Shellfish, Applied and Environmental Microbiology, 45, 122-126.
23. Index Mundi. (2016). Angola - Country Profile - 2020 (indexmundi.com)
24. Jay, J.M. Modern food microbiology. 5.ed. Gaithersburg:Aspen Publishers, 661.
25. Lechevallier, M. W., Welch, N. J., Smith, D. B. (1996). Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. Appl. Environm. Microbiol., v.62,7, 2201-2211.
26. Governo de Angola (2002). Lei de Águas.
27. Lenzi, E., Favero, L. O. B., Luchese, E. B.(2009) Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência. Rio de Janeiro: LTC.
28. Libânio, M. (2010). Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª ed. revisada e ampliada. Campinas, SP: Átomo.
29. Macêdo, J. A. B. (2001). Águas & águas. São Paulo: Varela,263.
30. Maier, R. M., Pepper, I. L., Gerba, C. P. (2000) Environmental microbiology. San Diego: Academic Press.
31. Manuel, P., Leitão, A.A., Boaventura, R.A.R. (2018). Qualidade da água para consumo humano na cidade do Uíge (Angola): água tratada do sistema de abastecimento público e água não tratada de fontes alternativas,75-93.
32. Mendes, B., Oliveira, J. F. S. (2004). Qualidade da água para consumo humano. LIDEL - Edições Técnicas, Lda. Lisboa.
33. Ministério da Energia e Águas (2011). Programa de Desenvolvimento do Sector das Águas, Luanda.
34. Moura, A. C., Assumpção, R. A. B, Bischoff, J. (2009). Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006, v.76, 1,17-22.
35. Nações Unidas. (2012) Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH). Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat).
36. Organización Panamericana de la Salud. (2000). La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Publicación científica, n.572, OPS, Washington, D.C, 298.
37. Pestana, N. (2011). Pobreza, Água e Saneamento Básico, Centro de Estudos e Investigação Científica- Universidade Católica de Angola, Luanda.
38. Pinto, A. G. N., Horbe, A. M. C., Silva, M. S. R., Miranda, S. A. F.; Pascoaloto, D., Santos, H. M. C. (2009) Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. Acta Amazonica, v. 39,3,627 – 638.
39. Rego N. A. C., Barros S. R., Dos Santos J. W. B. (2010). Avaliação espaço temporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ilhéus – BA. Revista Eletrônica do Prodepa, v. 4,1,55-69.
40. Richter, C. A., Netto J. M. A. (2002). Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher,332.
41. Silva, N, Neto, R.C., Junqueira A.C.V., Silveira, A.F.N. (2005) Manual de métodos de análise microbiológica da água. São Paulo: Varela.
42. Silva N., Junqueira V.C.A., Silveira N.F.A. (1997) Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo.Varela, 259
43. Souza, R. M. G. L., Perrone, M. A. (2014). Padrões de potabilidade da água.
44. Sperling, M. (2005) Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG, v. 1, 452.

45. Swanson, K.M.J., Busta, F.F., Peterson, E.H., Johnson, M.G. (1992) Colony count methods. In: Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F. (Ed.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3.ed. Washington: American Public Health Association, 75-95.
46. Tavares, A. C. (2009) Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no semiárido paraibano. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 166.
47. Tavares, D., Grandini A. A. (1999). Prevalência e aspectos epidemiológicos de enteroparasitoses na população de São José da Bela Vista, S.P. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., 32, 63-65.
48. Telles, D. D., Costa. R.H. P. G. (2007) Reúso da água: Conceitos, Teorias e práticas. São Paulo: Blucher, 31.
49. Torres, D. A. G. V., Chieffi P.P., Costa W. A., Kudzielics E. (2000). Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo, 33, 137- 141.
50. Vieira, C., Nuno F., Roque S. (2014). Cluster da Água em Angola: Uma estratégia coletiva, manual de boas Práticas. ISBN 978-972-8702-95-3.
51. WHO (1996). World Health Organization: Guidelines for drinking water quality, ed. WHO-World Health Organization Second ed., Geneva Switzerland.
52. WHO (2003). Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety - The Significance of HPCs for Water Quality and Human Health. World Health Organization. London, United Kingdom.
53. WHO (2005). The treatment of diarrhoea: a manual for physicians and other senior health workers. 4<sup>a</sup> Ver., 44. Retrieved from.
54. WHO (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition, vol. 1, Recommendations, 3rd ed. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
55. WHO (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition, vol. 1, Recommendations, 3rd ed. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
56. WHO (2007). pH in Drinking-water. Revised background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.
57. WHO. (2008). Guidelines for Drinking-water Quality. Third edition (Incorporating the first and second addenda) Volume 1- Recommendations, WHO. Geneva, Switzerland.
58. WHO (2011). Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, World Health Organization. Geneva, Switzerland.
59. Ziese, T., Anderson, Y., Jong, B., Lofdhal, S., Ramberg M. (1996). Surto de *Escherichia coli* O157 na Suécia. Relatório de investigação de surtos., v.1,1,10.
60. Zulpo, D. L., Peretti, J., Ono, L. M., Garcia, J. L. (2006). Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.27, 1, 107-110.

## ANEXOS

Tabela A1-Medições do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)

Jan Dia	Cor	Mar Dia	Cor	Abr Dia	Cor	Dez Dia	Cor
1	4,1	1	15,6	1	4,7	1	3,2
2	4,4	2	15,3	2	4,3	2	3,2
3	3,5	3	3,7	3	4,8	3	2,9
4	3,6	4	3,4	4	3,8	4	2,8
5	2,7	5	3,2	5	3,7	5	2,1
6	4,4	6	3,4	6	3,1	6	3,1
7	4,2	7	1,7	7	2,9	7	4,2
8	15,6	8	1,7	8	2,7	8	5,1
9	5,1	9	1,9	9	2,1	9	15,3
10	3,8	10	1,6	10	2,3	10	3,8
11	3,6	11	2,5	11	4,3	11	3,6
12	3,2	12	2,1	12	14,4	12	3,7
13	3,2	13	0,9	13	2,9	13	3,2
14	2,9	14	0,4	14	3,8	14	3,9
15	2,8	15	0,2	15	3,9	15	3,8
16	5,1	16	2,6	16	3,1	16	4,3
17	3,1	17	2,1	17	4,1	17	2,5
18	2,6	18	1,8	18	15,5	18	2,5
19	2,5	19	1,9	19	3,7	19	2,3
20	2,4	20	15,5	20	3,3	20	3,1
21	3,4	21	3,9	21	3,1	21	4,1
22	3,6	22	3,3	22	2,9	22	15,2
23	4,6	23	3,1	23	2,6	23	4,1
24	15,7	24	2,9	24	3,5	24	3,8
25	5,4	25	2,6	25	3,1	25	4,1
26	5,7	26	2,1	26	2,9	26	2,9
27	4,6	27	2,3	27	2,7	27	2,8
28	4,7	28	15,6	28	15,3	28	3,7
29	15,7	29	3,1	29	4,1	29	3,8
30	2,8	30	2,1	30	2,9	30	3,3
31	2,9	31	1,6			31	3,7
<b>soma</b>	<b>151,9</b>	<b>soma</b>	<b>124,1</b>	<b>soma</b>	<b>136,5</b>	<b>soma</b>	<b>130,1</b>
<b>média</b>	<b>4,90</b>	<b>média</b>	<b>4,00</b>	<b>média</b>	<b>4,40</b>	<b>média</b>	<b>4,20</b>

Tabela A2-Medições do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)

Mai Dia	Cor	Jun Dia	Cor	Jul Dia	Cor	Ago Dia	Cor
1	2,7	1	1,3	1	0,4	1	0,3
2	1,9	2	1,8	2	0,2	2	0,2
3	1,6	3	1,5	3	0,4	3	0,4
4	2,5	4	1,8	4	0,6	4	0,8
5	2,1	5	1,6	5	1,4	5	0,4
6	1,9	6	1,1	6	1,3	6	1,5
7	1,4	7	1,9	7	1,1	7	1,2
8	1,9	8	1,4	8	1,3	8	0,3
9	1,6	9	1,9	9	1,8	9	0,8
10	2,5	10	1,6	10	1,3	10	0,3
11	2,1	11	1,2	11	0,5	11	0,5
12	0,9	12	1,4	12	1,2	12	1,2
13	0,4	13	0,8	13	1,4	13	1,4
14	0,2	14	0,7	14	0,8	14	0,8
15	0,3	15	0,4	15	1,2	15	1,2
16	0,5	16	0,3	16	1,4	16	0,3
17	1,2	17	0,5	17	1,4	17	0,2
18	1,4	18	0,2	18	1,6	18	0,3
19	1,5	19	1,3	19	1,3	19	0,8
20	1,6	20	1,1	20	0,8	20	0,3
21	1,4	21	1,3	21	1,5	21	1,3
22	1,5	22	0,8	22	0,6	22	0,6
23	1,1	23	0,3	23	0,7	23	0,7
24	1,3	24	0,5	24	0,1	24	0,1
25	1,8	25	1,2	25	0,8	25	0,5
26	1,5	26	1,4	26	0,3	26	0,3
27	1,8	27	0,8	27	0,2	27	0,2
28	1,6	28	1,7	28	0,4	28	0,4
29	1,1	29	1,2	29	0,8	29	0,6
30	1,3	30	1,1	30	0,7	30	0,7
31	1,8	31	1,1	31	0,3	31	0,1
<b>soma</b>	<b>46,4</b>	<b>soma</b>	<b>34,1</b>	<b>soma</b>	<b>27,8</b>	<b>soma</b>	<b>18,7</b>
<b>média</b>	<b>1,50</b>	<b>média</b>	<b>1,10</b>	<b>média</b>	<b>0,90</b>	<b>média</b>	<b>0,60</b>

Tabela A3-Medições do parâmetro cor para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor
1	16,2	1	16,4	1	18,1	1	16,2
2	16,4	2	15,6	2	18,4	2	16,1
3	16,4	3	16,2	3	18,4	3	16,3
4	16,5	4	15,8	4	18,4	4	16,2
5	16,6	5	16,4	5	18,5	5	16,3
6	16,6	6	16,2	6	18,6	6	16,5
7	16,7	7	16,4	7	18,6	7	16,5
8	16,5	8	16,2	8	18,7	8	16,6
9	16,4	9	16,5	9	18,5	9	16,7
10	16,4	10	16,6	10	19,3	10	16,6
11	16,8	11	15,8	11	19,5	11	16,5
12	16,7	12	15,9	12	19,7	12	16,5
13	16,8	13	16,1	13	19,8	13	16,6
14	16,9	14	15,4	14	19,8	14	16,2
15	16,7	15	15,7	15	19,9	15	16,3
16	16,8	16	15,3	16	19,9	16	16,5
17	16,2	17	16,2	17	19	17	16,5
18	16,2	18	16,4	18	19,8	18	16,6
19	16,3	19	16,3	19	19,8	19	16,7
20	16,4	20	16,2	20	19,9	20	16,8
21	16,4	21	16,1	21	18,7	21	17,2
22	16,4	22	15,3	22	18,8	22	17,1
23	16,5	23	15,2	23	18,9	23	17
24	16,5	24	15,1	24	19,3	24	17
25	16,6	25	15,8	25	19,5	25	17,2
26	16,6	26	15	26	19,7	26	17,1
27	16,7	27	15,8	27	19,9	27	17
28	17	28	16	28	19,8	28	17
29	17,2	29	16,8	29	19,7	29	17,3
30	17,2	30	16,4	30	19,8	30	17,3
31	17,3	31	16,9			31	17,3
<b>soma</b>	<b>514,9</b>	<b>soma</b>	<b>496</b>	<b>soma</b>	<b>576,7</b>	<b>soma</b>	<b>517,7</b>
<b>média</b>	<b>16,61</b>	<b>média</b>	<b>16,00</b>	<b>média</b>	<b>18,60</b>	<b>média</b>	<b>16,70</b>

Tabela A4-Medições do parâmetro cor para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor	Dia	Cor
1	12,9	1	9,3	1	8,8	1	10,1
2	12,5	2	10,1	2	8,5	2	10,4
3	12,3	3	10,3	3	8,2	3	11,9
4	11,2	4	11,6	4	7,9	4	11,8
5	11,3	5	10,7	5	7,5	5	11,4
6	10,9	6	10,3	6	8,2	6	11,2
7	10,8	7	10,1	7	8,1	7	10,2
8	10,2	8	9,3	8	8,9	8	10,5
9	11,5	9	9,5	9	8,3	9	9,7
10	12,6	10	10,1	10	7,9	10	9,9
11	11,9	11	11,1	11	7,1	11	9,5
12	12,3	12	10,5	12	8,3	12	9,8
13	12,5	13	11,6	13	8,5	13	10,1
14	11,7	14	11,9	14	9,8	14	10,5
15	11,4	15	8,9	15	9,5	15	11,4
16	10,5	16	8,5	16	9,4	16	11,8
17	10,3	17	7,9	17	9,7	17	11,5
18	10,1	18	7,3	18	9,8	18	10,4
19	9,9	19	6,9	19	8,4	19	10,2
20	10,5	20	7,5	20	8,3	20	10,1
21	11,5	21	7,8	21	8,4	21	11,2
22	11,3	22	9,2	22	8,7	22	11,5
23	10,9	23	9,4	23	8,8	23	10,1
24	10,8	24	9,7	24	9,3	24	10,8
25	10,2	25	9,8	25	8,8	25	11,9
26	9,5	26	8,9	26	8,5	26	11,8
27	9,3	27	8,7	27	8,2	27	11,4
28	9,6	28	8,9	28	9,1	28	11,2
29	9,3	29	9,2	29	9,5	29	10,2
30	10,1	30	9,1	30	9,8	30	9,7
31	9,2			31	9,1	31	12,1
<b>soma</b>	<b>339</b>	<b>soma</b>	<b>284,1</b>	<b>soma</b>	<b>269,3</b>	<b>soma</b>	<b>334,3</b>
<b>média</b>	<b>10,94</b>	<b>média</b>	<b>9,16</b>	<b>média</b>	<b>8,69</b>	<b>média</b>	<b>10,78</b>

**Tabela A5-Medições do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

<b>Jan</b>		<b>Mar</b>		<b>Abr</b>		<b>Dez</b>	
<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>	<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>	<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>	<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>
1	3,6	1	4,2	1	4,6	1	4,5
2	3,5	2	4,3	2	4,2	2	4,3
3	4,1	3	5,1	3	4,1	3	3,8
4	3,9	4	4,7	4	3,6	4	3,7
5	3,8	5	4,8	5	3,4	5	3,8
6	3,9	6	5	6	4,5	6	4,1
7	4,5	7	2	7	4,6	7	4,2
8	4,3	8	3,6	8	4,4	8	4,4
9	4,6	9	2,4	9	3,6	9	4,5
10	4,5	10	3,4	10	3,5	10	3,6
11	4,5	11	3,6	11	3,5	11	3,7
12	4,4	12	2	12	3,5	12	3,9
13	3,8	13	1,126	13	4,5	13	4,4
14	3,7	14	2,4	14	4,4	14	4,1
15	3,8	15	3,4	15	4,3	15	3,9
16	3,5	16	2	16	4,6	16	3,6
17	4,1	17	2,4	17	4,2	17	3,6
18	3,9	18	3,4	18	4,3	18	3,5
19	3,5	19	3,6	19	3,7	19	3,7
20	3,8	20	2,4	20	3,5	20	3,9
21	3,9	21	3,4	21	3,6	21	4,1
22	3,2	22	2	22	3,8	22	4,2
23	3,1	23	2	23	3,8	23	4,3
24	3,3	24	3,6	24	4,5	24	3,9
25	3,5	25	2,4	25	4,4	25	3,7
26	3,7	26	3,6	26	4,3	26	3,5
27	4,4	27	2	27	4,6	27	4,4
28	4,5	28	2,35	28	4,2	28	4,1
29	4,5	29	2	29	4,3	29	3,9
30	3,9	30	2,6	30	3,9	30	4
31	4	31	2,6			31	4,4
<b>soma</b>	<b>121,70</b>	<b>soma</b>	<b>94,38</b>	<b>soma</b>	<b>122,40</b>	<b>soma</b>	<b>123,70</b>
<b>média</b>	<b>3,93</b>	<b>média</b>	<b>3,04</b>	<b>média</b>	<b>3,95</b>	<b>média</b>	<b>3,99</b>

**Tabela A6-Medições do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

<b>Mai</b>		<b>Jun</b>		<b>Jul</b>		<b>Ago</b>	
<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>	<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>	<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>	<b>Dia</b>	<b>Turvação</b>
1	3	1	3	1	3	1	2
2	2	2	2	2	2	2	2
3	4	3	1	3	4	3	2,5
4	3	4	3	4	3	4	3
5	3	5	3	5	3	5	2,2
6	4	6	2	6	4	6	2
7	2	7	2	7	2	7	2
8	2	8	2	8	2	8	2
9	3	9	3	9	3	9	3
10	4	10	4	10	4	10	2,6
11	2,5	11	2,5	11	2,5	11	2,5
12	2	12	2	12	2	12	2
13	4	13	4	13	4	13	2
14	3	14	3	14	3	14	2,5
15	3	15	3	15	3	15	2
16	2,4	16	2,4	16	2,4	16	2,4
17	3	17	3	17	3	17	2,2
18	3	18	3	18	3	18	3
19	4	19	2	19	4	19	2
20	4	20	3	20	4	20	3
21	3	21	3	21	3	21	3
22	2	22	2	22	2	22	2,2
23	3	23	3	23	3	23	2
24	4	24	3	24	4	24	2,5
25	4	25	4	25	4	25	2,3
26	2	26	2	26	2	26	2
27	2	27	2	27	2	27	2
28	3	28	3	28	3	28	2
29	3	29	3	29	3	29	2
30	3	30	3	30	3	30	2,4
31	3			31	3	31	2,3
<b>soma</b>	<b>92,90</b>	<b>soma</b>	<b>80,90</b>	<b>soma</b>	<b>92,90</b>	<b>soma</b>	<b>71,60</b>
<b>média</b>	<b>3,00</b>	<b>média</b>	<b>2,61</b>	<b>média</b>	<b>3,00</b>	<b>média</b>	<b>2,31</b>

Tabela A7-Medições do parâmetro turvação para os meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)

Jan Dia	Turvação	Mar Dia	Turvação	Abr Dia	Turvação	Dez Dia	Turvação
1	7,4	1	8,1	1	7,8	1	8,41
2	7,6	2	8,6	2	7,9	2	7,88
3	7,4	3	8,2	3	7,5	3	8,51
4	8,1	4	7,9	4	7,66	4	7,91
5	8,3	5	7,8	5	7,74	5	8,22
6	8,4	6	8,1	6	6,74	6	8,73
7	7,9	7	8,2	7	7,5	7	8,05
8	7,9	8	8,5	8	7,53	8	7,91
9	7,7	9	7,9	9	7,51	9	7,99
10	7,9	10	7,8	10	7,55	10	7,55
11	8,2	11	8,8	11	7,41	11	8,25
12	8,5	12	8,5	12	7,42	12	8,42
13	8,1	13	8,1	13	7,42	13	8,66
14	8,5	14	7,7	14	7,45	14	8,69
15	8,7	15	7,9	15	7,55	15	8,72
16	7,6	16	8,4	16	7,56	16	8,75
17	7,8	17	8,5	17	7,61	17	8,65
18	7,1	18	7,4	18	7,63	18	6,63
19	6,9	19	7,6	19	7,37	19	6,67
20	7,1	20	7,7	20	7,41	20	6,6
21	7,2	21	8,1	21	7,4	21	6,59
22	7,5	22	8,2	22	7,42	22	6,77
23	7,4	23	7,9	23	7,43	23	7,78
24	7,6	24	7,7	24	8,41	24	8,35
25	7,4	25	7,4	25	8,4	25	8,51
26	7,2	26	8,1	26	8,5	26	8,66
27	7,3	27	8,8	27	8,88	27	8,69
28	7,5	28	8,5	28	8,75	28	8,72
29	7,7	29	8,1	29	8,81	29	8,55
30	8,1	30	8,7	30	8,55	30	8,3
31	8,4	31	8,5			31	8,9
<b>soma</b>	<b>240,40</b>	<b>soma</b>	<b>251,70</b>	<b>soma</b>	<b>232,81</b>	<b>soma</b>	<b>251,02</b>
<b>média</b>	<b>7,75</b>	<b>média</b>	<b>8,12</b>	<b>média</b>	<b>7,51</b>	<b>média</b>	<b>8,10</b>

Tabela A8-Medições do parâmetro turvação para os meses de maio, junho, julho e agosto de 2015 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)

Mai Dia	Turvação	Jun Dia	Turvação	Jul Dia	Turvação	Ago Dia	Turvação
1	4,3	1	4,61	1	4,81	1	4,51
2	4,8	2	4,54	2	4,89	2	4,07
3	4,91	3	5,51	3	5,03	3	4,51
4	4,83	4	5,23	4	5,22	4	4,66
5	4,35	5	5,2	5	5,05	5	4,55
6	4,44	6	4,8	6	4,99	6	4,61
7	4,51	7	4,77	7	4,61	7	4,55
8	4,54	8	4,73	8	4,22	8	4,57
9	4,55	9	4,63	9	4,4	9	4,61
10	4,62	10	4,65	10	4,6	10	4,69
11	4,71	11	4,5	11	4,51	11	4,71
12	3,91	12	5,1	12	4,44	12	4,75
13	3,81	13	4,9	13	4,61	13	4,69
14	3,85	14	4,8	14	4,65	14	4,71
15	4,84	15	4,9	15	4,68	15	4,88
16	4,2	16	5,31	16	4,1	16	4,05
17	4,5	17	5,51	17	3,99	17	4,21
18	4,7	18	5,03	18	3,98	18	4,44
19	4,35	19	4,71	19	3,89	19	4,55
20	4,55	20	4,66	20	3,4	20	3,9
21	4,61	21	4,55	21	4,68	21	4,1
22	4,64	22	4,61	22	4,61	22	3,5
23	4,62	23	4,56	23	4,58	23	3,2
24	4,68	24	5,1	24	4,53	24	3,8
25	4,61	25	4,9	25	4,5	25	3,91
26	4,58	26	4,8	26	4,8	26	3,87
27	4,53	27	4,9	27	4,55	27	3,78
28	4,5	28	5,11	28	4,59	28	3,76
29	4,7	29	5,3	29	4,61	29	3,67
30	4,66	30	4,8	30	4,71	30	3,8
31	4,55			31	4,75	31	3,9
<b>soma</b>	<b>139,95</b>	<b>soma</b>	<b>146,72</b>	<b>soma</b>	<b>140,98</b>	<b>soma</b>	<b>131,51</b>
<b>média</b>	<b>4,51</b>	<b>média</b>	<b>4,73</b>	<b>média</b>	<b>4,55</b>	<b>média</b>	<b>4,24</b>

**Tabela A9-Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan			Mar			Abr			Dez	
Dia	C. totais		Dia	C. totais		Dia	C. totais		Dia	C. totais
1	10		1	7		1	8		1	7
2	9		2	7		2	8		2	7
3	7		3	7		3	8		3	9
4	7		4	8		4	7		4	9
5	9		5	9		5	7		5	8
6	9		6	7		6	8		6	8
7	8		7	7		7	8		7	8
8	10		8	8		8	8		8	7
9	11		9	10		9	7		9	7
10	8		10	10		10	7		10	8
11	10		11	9		11	9		11	8
12	8		12	9		12	9		12	8
13	7		13	10		13	9		13	8
14	9		14	7		14	8		14	7
15	10		15	7		15	9		15	7
16	8		16	8		16	9		16	9
17	6		17	7		17	8		17	9
18	7		18	7		18	8		18	9
19	8		19	8		19	8		19	8
20	9		20	8		20	9		20	8
21	6		21	7		21	9		21	8
22	8		22	9		22	8		22	9
23	8		23	9		23	9		23	9
24	11		24	9		24	8		24	8
25	8		25	8		25	8		25	8
26	10		26	10		26	9		26	8
27	9		27	9		27	9		27	9
28	7		28	8		28	9		28	9
29	8		29	8		29	10		29	9
30	6		30	8		30	10		30	9
31	6		31	8					31	10
<b>soma</b>	<b>257</b>		<b>soma</b>	<b>253</b>		<b>soma</b>	<b>251</b>		<b>soma</b>	<b>255</b>
<b>média</b>	<b>8,29</b>		<b>média</b>	<b>8,16</b>		<b>média</b>	<b>8,10</b>		<b>média</b>	<b>8,23</b>

**Tabela A10-Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2013 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai			Jun			Jul			Ago	
Dia	C. totais		Dia	C. totais		Dia	C. totais		Dia	C. totais
1	7		1	6		1	4		1	4
2	7		2	6		2	4		2	4
3	6		3	8		3	5		3	5
4	6		4	8		4	3		4	3
5	6		5	7		5	5		5	4
6	6		6	7		6	6		6	3
7	7		7	5		7	4		7	4
8	7		8	7		8	5		8	5
9	8		9	7		9	5		9	3
10	7		10	8		10	4		10	4
11	7		11	7		11	5		11	5
12	7		12	7		12	5		12	5
13	7		13	8		13	4		13	4
14	7		14	7		14	7		14	3
15	8		15	6		15	5		15	4
16	7		16	6		16	6		16	4
17	8		17	6		17	6		17	5
18	8		18	7		18	5		18	3
19	7		19	7		19	4		19	5
20	8		20	6		20	6		20	3
21	5		21	7		21	7		21	4
22	7		22	5		22	7		22	5
23	9		23	5		23	5		23	3
24	8		24	6		24	5		24	5
25	8		25	5		25	5		25	5
26	5		26	6		26	4		26	5
27	6		27	5		27	7		27	3
28	8		28	4		28	6		28	4
29	7		29	5		29	5		29	3
30	9		30	6		30	6		30	4
31	5					31	5		31	3
<b>soma</b>	<b>218</b>		<b>soma</b>	<b>190</b>		<b>soma</b>	<b>160</b>		<b>soma</b>	<b>124</b>
<b>média</b>	<b>7,03</b>		<b>média</b>	<b>6,13</b>		<b>média</b>	<b>5,16</b>		<b>média</b>	<b>4,00</b>

**Tabela A11-Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de janeiro, março, abril e dezembro de 2015 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais
1	33	1	32	1	31	1	31
2	30	2	33	2	32	2	31
3	31	3	33	3	34	3	31
4	31	4	34	4	35	4	33
5	30	5	35	5	35	5	34
6	30	6	35	6	36	6	33
7	32	7	32	7	38	7	33
8	31	8	33	8	34	8	32
9	31	9	32	9	33	9	34
10	35	10	33	10	33	10	34
11	34	11	33	11	31	11	32
12	34	12	34	12	32	12	32
13	32	13	32	13	29	13	31
14	33	14	32	14	30	14	31
15	34	15	33	15	31	15	33
16	31	16	33	16	34	16	34
17	30	17	32	17	34	17	32
18	32	18	31	18	33	18	31
19	35	19	33	19	33	19	33
20	33	20	32	20	32	20	32
21	36	21	33	21	35	21	31
22	32	22	32	22	33	22	31
23	30	23	32	23	33	23	32
24	30	24	31	24	35	24	32
25	32	25	31	25	34	25	32
26	31	26	29	26	33	26	34
27	31	27	29	27	33	27	32
28	35	28	30	28	32	28	32
29	34	29	31	29	31	29	31
30	34	30	32	30	31	30	31
31	36	31	25			31	32
<b>soma</b>	<b>1003</b>	<b>soma</b>	<b>992</b>	<b>soma</b>	<b>990</b>	<b>soma</b>	<b>997</b>
<b>média</b>	<b>32,35</b>	<b>média</b>	<b>32,00</b>	<b>média</b>	<b>31,94</b>	<b>média</b>	<b>32,16</b>

**Tabela A12-Contagem em meio de cultura para C. totais, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2015 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais	Dia	C. totais
1	19	1	17	1	18	1	17
2	15	2	17	2	19	2	18
3	18	3	18	3	19	3	18
4	18	4	18	4	17	4	17
5	17	5	18	5	18	5	17
6	15	6	18	6	18	6	16
7	15	7	17	7	18	7	16
8	19	8	19	8	17	8	17
9	19	9	19	9	17	9	15
10	20	10	17	10	16	10	15
11	20	11	16	11	16	11	16
12	19	12	19	12	18	12	16
13	19	13	19	13	16	13	17
14	15	14	18	14	17	14	16
15	15	15	17	15	15	15	16
16	17	16	17	16	16	16	16
17	17	17	18	17	15	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	18	19	18	19	17	19	16
20	19	20	20	20	15	20	18
21	19	21	21	21	15	21	17
22	20	22	20	22	19	22	16
23	20	23	19	23	19	23	15
24	18	24	18	24	20	24	16
25	17	25	17	25	16	25	16
26	17	26	19	26	15	26	17
27	21	27	19	27	16	27	18
28	16	28	17	28	15	28	19
29	18	29	19	29	18	29	19
30	17	30	17	30	17	30	16
31	18			31	18	31	17
<b>soma</b>	<b>553</b>	<b>soma</b>	<b>544</b>	<b>soma</b>	<b>528</b>	<b>soma</b>	<b>518</b>
<b>média</b>	<b>17,84</b>	<b>média</b>	<b>17,55</b>	<b>média</b>	<b>17,03</b>	<b>média</b>	<b>16,71</b>

**Tabela A13-Contagem em meio de cultura para *E. coli*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan		Mar		Abril		Dez	
Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>
1	6	1	5	1	6	1	10
2	5	2	5	2	5	2	10
3	5	3	7	3	6	3	9
4	6	4	7	4	7	4	9
5	6	5	7	5	7	5	9
6	6	6	6	6	7	6	8
7	6	7	10	7	6	7	8
8	10	8	10	8	6	8	7
9	7	9	9	9	6	9	7
10	7	10	9	10	5	10	7
11	9	11	9	11	5	11	7
12	8	12	8	12	5	12	7
13	7	13	8	13	6	13	9
14	7	14	7	14	5	14	8
15	7	15	7	15	5	15	7
16	6	16	7	16	6	16	7
17	5	17	6	17	6	17	7
18	5	18	8	18	5	18	6
19	5	19	10	19	5	19	9
20	7	20	9	20	5	20	9
21	5	21	9	21	6	21	9
22	5	22	8	22	6	22	10
23	5	23	9	23	6	23	10
24	6	24	9	24	6	24	9
25	6	25	9	25	7	25	9
26	7	26	10	26	7	26	9
27	7	27	9	27	7	27	8
28	7	28	9	28	8	28	8
29	7	29	9	29	8	29	8
30	7	30	8	30	8	30	9
31	7	31	8			31	9
<b>soma</b>	<b>199</b>	<b>soma</b>	<b>251</b>	<b>soma</b>	<b>183</b>	<b>soma</b>	<b>258</b>
<b>média</b>	<b>6,42</b>	<b>média</b>	<b>8,10</b>	<b>média</b>	<b>5,90</b>	<b>média</b>	<b>8,32</b>

**Tabela A14- Contagem em meio de cultura para *E. coli*, nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2013 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>
1	8	1	5	1	8	1	4
2	8	2	5	2	8	2	5
3	7	3	7	3	7	3	4
4	6	4	6	4	8	4	4
5	5	5	6	5	8	5	5
6	6	6	6	6	7	6	6
7	7	7	5	7	6	7	3
8	8	8	5	8	5	8	3
9	8	9	5	9	6	9	3
10	7	10	7	10	7	10	4
11	6	11	6	11	3	11	5
12	5	12	5	12	3	12	4
13	8	13	5	13	3	13	4
14	8	14	5	14	6	14	5
15	7	15	5	15	5	15	5
16	6	16	5	16	2	16	7
17	5	17	5	17	2	17	6
18	6	18	5	18	6	18	5
19	7	19	5	19	3	19	4
20	8	20	5	20	3	20	4
21	8	21	5	21	4	21	3
22	7	22	6	22	2	22	4
23	6	23	6	23	5	23	3
24	5	24	7	24	5	24	5
25	8	25	5	25	3	25	5
26	8	26	5	26	3	26	4
27	7	27	5	27	3	27	3
28	6	28	5	28	3	28	4
29	5	29	5	29	5	29	5
30	6	30	6	30	6	30	5
31	7			31	3	31	2
<b>soma</b>	<b>209</b>	<b>soma</b>	<b>163</b>	<b>soma</b>	<b>148</b>	<b>soma</b>	<b>133</b>
<b>média</b>	<b>6,74</b>	<b>média</b>	<b>5,26</b>	<b>média</b>	<b>4,77</b>	<b>média</b>	<b>4,29</b>

**Tabela A15-Contagem em meio de cultura para *E. coli*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>
1	29	1	41	1	44	1	41
2	28	2	42	2	41	2	41
3	30	3	42	3	41	3	40
4	31	4	40	4	40	4	39
5	30	5	40	5	40	5	39
6	30	6	40	6	43	6	41
7	48	7	41	7	49	7	41
8	48	8	41	8	49	8	47
9	49	9	40	9	46	9	47
10	50	10	41	10	47	10	49
11	52	11	38	11	48	11	40
12	50	12	38	12	48	12	41
13	51	13	39	13	49	13	41
14	49	14	39	14	40	14	40
15	49	15	40	15	44	15	40
16	48	16	40	16	46	16	39
17	48	17	41	17	46	17	38
18	45	18	41	18	46	18	38
19	49	19	42	19	47	19	40
20	40	20	42	20	50	20	40
21	42	21	39	21	50	21	42
22	44	22	38	22	45	22	38
23	49	23	39	23	45	23	39
24	48	24	39	24	43	24	39
25	45	25	41	25	44	25	40
26	47	26	42	26	44	26	40
27	45	27	40	27	42	27	39
28	49	28	40	28	43	28	37
29	40	29	40	29	43	29	39
30	42	30	41	30	44	30	39
31	40	31	41			31	40
<b>soma</b>	<b>1345</b>	<b>soma</b>	<b>1248</b>	<b>soma</b>	<b>1347</b>	<b>soma</b>	<b>1254</b>
<b>média</b>	<b>43,39</b>	<b>média</b>	<b>40,26</b>	<b>média</b>	<b>43,45</b>	<b>média</b>	<b>40,45</b>

**Tabela A16-Contagem em meio de cultura para *E. coli*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca) Fonte:(EPAL 2021)**

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>	Dia	<i>E.coli</i>
1	20	1	16	1	15	1	15
2	21	2	16	2	15	2	14
3	21	3	15	3	15	3	14
4	22	4	15	4	15	4	15
5	20	5	14	5	17	5	14
6	19	6	15	6	16	6	15
7	20	7	14	7	16	7	13
8	17	8	14	8	16	8	13
9	16	9	15	9	14	9	13
10	18	10	13	10	15	10	15
11	18	11	13	11	15	11	15
12	18	12	14	12	16	12	16
13	16	13	15	13	13	13	13
14	16	14	14	14	14	14	14
15	17	15	15	15	15	15	14
16	16	16	15	16	13	16	15
17	16	17	16	17	12	17	15
18	17	18	15	18	15	18	13
19	18	19	15	19	13	19	14
20	18	20	14	20	13	20	14
21	18	21	15	21	14	21	16
22	18	22	14	22	13	22	13
23	17	23	14	23	16	23	14
24	17	24	15	24	14	24	14
25	16	25	15	25	15	25	15
26	16	26	13	26	15	26	15
27	15	27	13	27	16	27	13
28	18	28	13	28	13	28	15
29	18	29	13	29	16	29	15
30	17	30	14	30	16	30	13
31	17			31	14	31	13
<b>soma</b>	<b>551</b>	<b>soma</b>	<b>432</b>	<b>soma</b>	<b>455</b>	<b>soma</b>	<b>440</b>
<b>média</b>	<b>17,77</b>	<b>média</b>	<b>13,94</b>	<b>média</b>	<b>14,68</b>	<b>média</b>	<b>14,19</b>

**Tabela A17-Contagem em meio de cultura para *E. faecalis*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan Dia	<i>E. faecalis</i>	Mar Dia	<i>E. faecalis</i>	Abr Dia	<i>E. faecalis</i>	Dez Dia	<i>E. faecalis</i>
1	8	1	8	1	8	1	8
2	8	2	8	2	8	2	8
3	8	3	8	3	7	3	6
4	6	4	8	4	7	4	6
5	6	5	6	5	8	5	6
6	6	6	6	6	8	6	6
7	6	7	6	7	9	7	6
8	6	8	6	8	9	8	7
9	6	9	5	9	5	9	7
10	7	10	7	10	5	10	8
11	7	11	6	11	5	11	8
12	8	12	6	12	5	12	7
13	8	13	7	13	8	13	8
14	7	14	8	14	8	14	8
15	7	15	8	15	6	15	6
16	7	16	8	16	6	16	6
17	6	17	7	17	6	17	6
18	8	18	7	18	7	18	7
19	8	19	7	19	7	19	7
20	6	20	7	20	8	20	7
21	6	21	6	21	8	21	8
22	8	22	6	22	7	22	8
23	8	23	8	23	7	23	6
24	8	24	8	24	8	24	6
25	8	25	9	25	5	25	6
26	9	26	9	26	5	26	6
27	9	27	7	27	5	27	6
28	8	28	7	28	5	28	6
29	8	29	7	29	8	29	6
30	8	30	7	30	8	30	7
31	7	31	8			31	7
<b>soma</b>	<b>226</b>	<b>soma</b>	<b>221</b>	<b>soma</b>	<b>206</b>	<b>soma</b>	<b>210</b>
<b>média</b>	<b>7,29</b>	<b>média</b>	<b>7,13</b>	<b>média</b>	<b>6,65</b>	<b>média</b>	<b>6,77</b>

**Tabela A18- Contagem em meio de cultura para *E. faecalis*, nos meses de maio, junho, julho, agosto 2013 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai Dia	<i>E. faecalis</i>	Jun Dia	<i>E. faecalis</i>	Jul Dia	<i>E. faecalis</i>	Ago Dia	<i>E. faecalis</i>
1	6	1	5	1	5	1	4
2	6	2	5	2	5	2	4
3	6	3	6	3	5	3	4
4	6	4	6	4	5	4	4
5	5	5	6	5	7	5	3
6	5	6	6	6	5	6	3
7	6	7	5	7	5	7	3
8	6	8	5	8	4	8	3
9	6	9	5	9	4	9	5
10	6	10	5	10	4	10	5
11	5	11	5	11	4	11	7
12	5	12	5	12	6	12	5
13	4	13	6	13	6	13	5
14	4	14	6	14	6	14	4
15	4	15	6	15	6	15	4
16	4	16	6	16	6	16	4
17	6	17	6	17	5	17	4
18	6	18	5	18	5	18	5
19	6	19	5	19	5	19	5
20	6	20	5	20	5	20	5
21	5	21	4	21	6	21	6
22	5	22	4	22	6	22	6
23	5	23	4	23	6	23	6
24	5	24	4	24	5	24	6
25	5	25	6	25	5	25	5
26	5	26	6	26	5	26	5
27	5	27	5	27	5	27	5
28	5	28	5	28	5	28	4
29	5	29	5	29	6	29	4
30	6	30	5	30	6	30	5
31	6			31	6	31	5
<b>soma</b>	<b>165</b>	<b>soma</b>	<b>157</b>	<b>soma</b>	<b>164</b>	<b>soma</b>	<b>143</b>
<b>média</b>	<b>5,32</b>	<b>média</b>	<b>5,06</b>	<b>média</b>	<b>5,29</b>	<b>média</b>	<b>4,61</b>

**Tabela A19- Contagem em meio de cultura para *E. faecalis*, nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) Fonte: (EPAL2021)**

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>
1	29	1	28	1	30	1	25
2	29	2	28	2	30	2	24
3	30	3	27	3	29	3	23
4	29	4	28	4	29	4	24
5	28	5	28	5	30	5	24
6	28	6	27	6	30	6	24
7	27	7	27	7	31	7	25
8	29	8	28	8	30	8	26
9	29	9	27	9	30	9	26
10	29	10	27	10	30	10	26
11	29	11	27	11	31	11	25
12	28	12	28	12	31	12	25
13	27	13	28	13	31	13	24
14	28	14	27	14	30	14	24
15	28	15	27	15	30	15	25
16	29	16	27	16	29	16	24
17	26	17	28	17	30	17	25
18	26	18	28	18	30	18	25
19	26	19	28	19	31	19	26
20	28	20	27	20	31	20	26
21	28	21	27	21	31	21	25
22	29	22	26	22	31	22	24
23	30	23	28	23	29	23	24
24	30	24	28	24	29	24	23
25	29	25	28	25	28	25	22
26	29	26	29	26	28	26	22
27	29	27	28	27	28	27	21
28	28	28	27	28	28	28	21
29	30	29	27	29	29	29	22
30	30	30	27	30	28	30	21
31	30	31	28			31	23
<b>soma</b>	<b>884</b>	<b>soma</b>	<b>853</b>	<b>soma</b>	<b>892</b>	<b>soma</b>	<b>744</b>
<b>média</b>	<b>28,52</b>	<b>média</b>	<b>27,52</b>	<b>média</b>	<b>28,77</b>	<b>média</b>	<b>24,00</b>

**Tabela A20- Contagem em meio de cultura para *E. faecalis*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>	Dia	<i>E. faecalis</i>
1	20	1	12	1	11	1	8
2	20	2	12	2	9	2	8
3	18	3	13	3	9	3	8
4	18	4	13	4	9	4	8
5	16	5	12	5	10	5	7
6	18	6	12	6	10	6	7
7	18	7	11	7	10	7	9
8	18	8	11	8	10	8	9
9	17	9	11	9	9	9	8
10	18	10	12	10	9	10	8
11	17	11	14	11	9	11	7
12	17	12	14	12	8	12	7
13	18	13	13	13	8	13	8
14	18	14	13	14	8	14	7
15	18	15	14	15	7	15	7
16	18	16	14	16	7	16	8
17	16	17	12	17	8	17	8
18	18	18	14	18	8	18	8
19	17	19	13	19	7	19	6
20	16	20	13	20	7	20	6
21	16	21	13	21	7	21	7
22	14	22	12	22	9	22	7
23	14	23	14	23	9	23	7
24	13	24	12	24	8	24	7
25	13	25	13	25	9	25	8
26	13	26	12	26	9	26	8
27	14	27	12	27	9	27	7
28	14	28	12	28	8	28	7
29	13	29	14	29	8	29	8
30	14	30	13	30	8	30	7
31	12			31	7	31	8
<b>soma</b>	<b>504</b>	<b>soma</b>	<b>380</b>	<b>soma</b>	<b>264</b>	<b>soma</b>	<b>233</b>
<b>média</b>	<b>16,26</b>	<b>média</b>	<b>12,26</b>	<b>média</b>	<b>8,52</b>	<b>média</b>	<b>7,52</b>

**Tabela A21-Contagem em meio de cultura para *C. perfringens* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2013 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>
1		1	0	1	1	1	1
2	1	2	0	2	1	2	1
3	1	3	0	3	1	3	1
4	1	4	0	4	1	4	1
5	1	5	0	5	1	5	1
6	1	6	0	6	1	6	1
7	1	7	0	7	1	7	1
8	1	8	0	8	1	8	1
9	1	9	0	9	1	9	0
10	1	10	0	10	1	10	0
11	1	11	0	11	1	11	0
12	1	12	0	12	1	12	0
13	1	13	0	13	1	13	0
14	1	14	0	14	1	14	0
15	1	15	0	15	1	15	0
16	1	16	1	16	1	16	0
17	0	17	1	17	1	17	0
18	0	18	1	18	1	18	0
19	0	19	1	19	1	19	0
20	0	20	1	20	1	20	0
21	0	21	1	21	1	21	0
22	0	22	1	22	1	22	0
23	0	23	1	23	1	23	0
24	0	24	1	24	0	24	0
25	0	25	1	25	0	25	0
26	0	26	1	26	0	26	0
27	0	27	1	27	0	27	0
28	0	28	1	28	0	28	0
29	0	29	1	29	0	29	0
30	0	30	1	30	0	30	0
31	0	31	1			31	0
soma	15	soma	16	soma	23	soma	8
média	0,48	média	0,52	média	0,74	média	0,26

**Tabela A22- Contagem em meio de cultura para bactéria *C. perfringens*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2013 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>
1	0	1	0	1	0	1	0
2	0	2	0	2	0	2	0
3	0	3	0	3	0	3	0
4	0	4	0	4	0	4	0
5	0	5	0	5	0	5	0
6	0	6	0	6	0	6	0
7	0	7	0	7	0	7	0
8	0	8	0	8	0	8	0
9	0	9	0	9	0	9	0
10	0	10	0	10	0	10	0
11	0	11	0	11	0	11	0
12	0	12	0	12	0	12	0
13	0	13	0	13	0	13	0
14	0	14	0	14	0	14	0
15	0	15	0	15	0	15	0
16	0	16	0	16	0	16	0
17	0	17	0	17	0	17	0
18	0	18	0	18	0	18	0
19	0	19	0	19	0	19	0
20	0	20	0	20	0	20	0
21	0	21	0	21	0	21	0
22	0	22	0	22	0	22	0
23	0	23	0	23	0	23	0
24	0	24	0	24	0	24	0
25	0	25	0	25	0	25	0
26	0	26	0	26	0	26	0
27	0	27	0	27	0	27	0
28	0	28	0	28	0	28	0
29	0	29	0	29	0	29	0
30	0	30	0	30	0	30	0
31	0			31	0	31	0
soma	0	soma	0	soma	0	soma	0
média	0,00	média	0,00	média	0,00	média	0,00

**Tabela A23- Contagem em meio de cultura para bactéria, *C. perfringens* nos meses de janeiro, março, abril, dezembro de 2015 (época chuvosa) Fonte: (EPAL 2021)**

Jan		Mar		Abr		Dez	
Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>
1	2	1	2	1	1	1	1
2	1	2	1	2	1	2	1
3	2	3	1	3	1	3	1
4	1	4	1	4	2	4	1
5	1	5	1	5	1	5	1
6	1	6	0	6	1	6	1
7	2	7	1	7	1	7	1
8	1	8	1	8	1	8	1
9	1	9	1	9	1	9	1
10	1	10	1	10	1	10	1
11	1	11	2	11	1	11	1
12	1	12	2	12	1	12	1
13	1	13	3	13	1	13	1
14	1	14	3	14	1	14	1
15	1	15	1	15	1	15	2
16	1	16	1	16	1	16	1
17	1	17	1	17	1	17	1
18	1	18	1	18	1	18	1
19	1	19	1	19	1	19	1
20	1	20	1	20	1	20	1
21	1	21	2	21	1	21	1
22	1	22	1	22	1	22	1
23	1	23	1	23	1	23	1
24	1	24	1	24	1	24	0
25	0	25	1	25	1	25	0
26	0	26	1	26	1	26	0
27	0	27	1	27	1	27	0
28	0	28	1	28	1	28	0
29	0	29	1	29	1	29	0
30	0	30	1	30	1	30	0
31	0	31	1			31	0
soma	27	soma	38	soma	31	soma	24
média	0,87	média	1,23	média	1,00	média	0,77

**Tabela A24- Contagem em meio de cultura para *C. perfringens*, nos meses de maio, junho, julho, agosto de 2015 (época seca) Fonte: (EPAL 2021)**

Mai		Jun		Jul		Ago	
Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>	Dia	<i>Clostridium perfringens</i>
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	1	2	1	2	1
3	1	3	1	3	1	3	1
4	1	4	1	4	1	4	1
5	1	5	2	5	1	5	1
6	1	6	1	6	1	6	1
7	1	7	1	7	0	7	1
8	1	8	1	8	0	8	1
9	0	9	1	9	0	9	1
10	0	10	0	10	0	10	1
11	0	11	0	11	0	11	1
12	0	12	0	12	0	12	0
13	0	13	0	13	1	13	1
14	0	14	0	14	1	14	1
15	0	15	0	15	1	15	1
16	0	16	0	16	1	16	1
17	0	17	0	17	0	17	0
18	0	18	0	18	0	18	1
19	0	19	0	19	1	19	1
20	0	20	0	20	1	20	1
21	0	21	1	21	0	21	1
22	0	22	1	22	0	22	0
23	0	23	1	23	0	23	0
24	0	24	1	24	1	24	1
25	0	25	1	25	1	25	1
26	0	26	1	26	0	26	1
27	0	27	1	27	0	27	1
28	0	28	1	28	0	28	1
29	0	29	1	29	0	29	1
30	0	30	1	30	1	30	1
31	0			31	1	31	1
soma	8	soma	20	soma	17	soma	27
média	0,26	média	0,65	média	0,55	média	0,87

