



Universidade de Cabo Verde

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIENCIAS DO MAR - DECM

Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas

**“Qualidade da Água Potável Para Consumo Humano
na Cidade do Mindelo, São Vicente – Cabo Verde -
2010.”**

Lara Andrade

São Vicente

Mindelo, 18 de Julho de 2011

Dedico este trabalho á minha família, meu pai Manuel, minha mãe Paula e ao meu irmão Ivan, amo-vos muito.

Agradecimentos

Á UNI-CV por ter tornado possível o meu estágio, pelo apoio prestado a nível de transporte.

Á Câmara Municipal de São Vicente (ETAR) por ter colaborado no que diz respeito a materiais para as análises tanto de carácter físico-químico como microbiológico.

Á Electra SA por permitir que recolhesse água dos seus reservatórios para amostragem, e também por permitir que acompanhasse as suas amostragens a título de aprendizagem e por fim por ter colaborado na obtenção de reagentes para o meu trabalho.

Á Delegacia de Saúde por ter colaborado também na obtenção de reagentes necessários para realização do meu trabalho.

Á D^{ra} Mara Aburaya por ter aceitado orientar-me o estágio no que refere-se a parte microbiológica e no geral e também pela paciência, boa vontade e amizade demonstrada durante todo esse tempo.

Ao Dr. Jorge ter aceitado orientar-me o estágio no que refere-se a parte física e química e também no geral, pela boa vontade, paciência, amizade e por ter tido sempre um tempo para as minhas dúvidas mesmo estando sempre tão ocupado.

Ao Dr. João de Deus por estar sempre disponível para ajudar e ter a certeza que fazia bem o trabalho, e pela paciência e amizade.

Á Eng^a. Maria da Conceição Lima Monteiro Delgado pela enorme ajuda prestada, pela paciência, disponibilidade, boa vontade e amizade.

Ao Sr. Júlio Cesar pela paciência, disponibilidade, boa vontade e amizade.

Ao meu estimado tio, Eng. José Neves por tudo e especial apoio neste trabalho e também aos meus familiares em geral.

Aos meus colegas de bacharelato, a Eloisa, pela amizade, companheirismo, e ótimos momentos que passamos juntos.

A todos os professores que contribuíram para minha formação desde da primária até a UNI-CV.

E por último e não menos importante à todas pessoas que gentilmente abriram-me as portas das suas casas, sem elas este trabalho não teria sido possível.

Resumo

A água é o mais crítico e importante elemento para a vida humana. Compõe de 60 a 70% do nosso peso corporal, regula a nossa temperatura interna e é essencial para todas as funções orgânicas. Em função do uso a que se destina a água deve apresentar determinadas características. Assim, a água utilizada para beber denomina-se água potável. A potabilidade de uma água é definida através de um conjunto de parâmetros e padrões estabelecidos por normas e legislações sanitárias. O objectivo do presente estudo é avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da água potável da ilha de São Vicente, Cabo Verde desde do local de produção (Electra, SA) até a chegada aos consumidores. A água analisada foi colheitada directamente dos reservatórios da Electra (reservatório nas instalações da Electra, Fortinho, Cruz e Monte sossego) e de diversas localidades como Ribeirinha, Cruz João Évora, Alto Mira Mar, Centro Cidade, Monte Sossego, Monte e Fonte Francês. Foram amostradas em média 4 residências domésticas por localidade, e que apresentassem instalações onde a água pudesse ser captada directamente da rede pública. Os resultados dos parâmetros organolépticos apresentaram ausência de sabor, de cor e de turbidez. Na análise dos resultados das análises microbiológicas, todos se apresentaram abaixo do VMA estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série - Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 e também com as Directivas da União Europeia, embora se tenha verificado presença de coliformes fecais em 12.5% das placas analisadas (o que equivale uma placa das inúmeras analisadas o que torna este resultado insignificativo) e 62.5 % em relação a coliformes totais. Nas análises aos parâmetros físico-químicos, verificou-se que 86% dos parâmetros em discussão apresentam valores abaixo VMA estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série - Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 e também com as Directivas da União Europeia, sendo excepção os valores de cloreto referente aos meses de Outubro a Dezembro de 2009.

Palavra chave: água, análises microbiológicas, análises físico-químicas

Abstract

Water is the most critical and important element for human life. Composed of 60 to 70% of our body weight, regulate our internal temperature and is essential for all bodily functions. Depending on the intended use of the water must have certain characteristics. Thus, water used for drinking is called potable water. The potability of water is defined by a set of parameters and standards established by sanitary norms and laws. The purpose of this study is to evaluate the microbiological and physical-chemistry of drinking water on the island of Sao Vicente, Cape Verde from the production site (Electra, SA) until the consumer. The water was analyzed directly from harvesting reservoirs Electra (tank on the premises of Electra, Fortinho, quiet and Monte Cruz) and various locations such as Riverside, Cruz Joao Evora, Alto Mira Mar, Center City, Mount Sossego, Fountain Hill and French. We sampled four dwellings on average per household location, and to provide facilities where water could be captured directly from the public network. The results of sensory parameters showed no flavor, color and turbidity. In analyzing the results of microbiological analysis, all performed below the VMA stipulated by the Directives of Decree-Law No. 8 / 2004, Series I, Official Gazette No 6, February 23, 2004 and also with the European Union Directive, although there was Fecal coliforms in 12.5% of the plates analyzed (the equivalent of a board which makes numerous analyzed this result insignificant n = 96) and 62.5% for total coliforms. In the analysis for physico-chemical, found that 86% of the parameters under discussion have values below VMA stipulated by the Directives of Decree-Law No. 8 / 2004, Series I, Official Gazette No 6, February 23, 2004 and also with Directives European Union, with the exception of chloride values for the months of October to December 2009.

Keyword: water, microbiological, physico-chemical

Índice

1. Introdução	11
1.1 Objectivos	12
1.1.1 Objectivos gerais	12
1.1.2. Objectivos específicos	13
2. Materiais e Métodos	13
2.1 Descrição da Área de Estudo	14
2.2 - Amostragem	16
2.3 – Análises organolépticos	16
2.4 - Análises microbiológicas	17
2.5 - Análises físico-químicas	17
Para essas análises seguiu-se os protocolos em Anexo 3	17
2.5.1 Oxibilidade ao permanganato de potássio (OPK)	17
2.5.2 Cloretos	18
2.5.3 Dureza Total	18
2.5.4 Alcalinidade	19
2.5.5 pH	19
2.5.6 Condutividade Eléctrica	19
2.5.7 Temperatura	20
2.6 Erros de medição	20
2.6.1 Fontes de erro	20
2.6.2 Algarismos significativos	21
2.6.3 Precisão e Exactidão	21
2.6.4 Desvio Padrão	21
3. Resultados e Discussão	22

3.1 Parâmetros Organolépticos	22
3.2 Parâmetros Microbiológicos	22
3.3 Parâmetros Físico e Químicos.....	24
3.4 Análise de Cluster	29
3.5 Inquérito	33
4. Conclusão.....	35
5. Referências Bibliográficas	37
6. Anexos	42
Anexo 1 - Ilustração do procedimento para recolha de água para amostragem (OMS, 1998)	Erro! Indicador não definido.
Anexo 2 - Determinação de coliformes totais e fecais pela técnica de membrana filtrante	Erro! Indicador não definido.
Anexo 4 – Formúlas de cálculo dos parâmetros microbiológico, físico-químico e erros Indicador não definido.	Erro!
Anexo 5 – Tabela 3- Resultados do inquérito realizado durante as amostragens	Erro!
Anexo 6 - Tabelas apresentando os erros de medição ou propagação em relação as amostras efectuadas.....	Erro! Indicador não definido.

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Valores médiosNíveis de coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) estimados nas amostras de água potável analisadas.....	24
Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicos (média total da ilha).....	25
Tabela 3 – Resultados das análises físicos e químicos das águas para o consumo humano.....	26
Tabela 4 - Comparação da média total em relação ao VMA.....	29

Índice de Figuras

Figura 1- Mapa com localização da área de estudo, cidade do Mindelo, Ilha de São Vicente.....	17
Figura 2 – Comparação da similaridade das concentrações da oxibilidade das águas das localidades amostradas.....	31
Figura 3 – Comparação da similaridade das concentrações da Cl total das águas das localidades amostradas.....	32
Figura 4 – Comparação da similaridade das concentrações da dureta total das águas das localidades amostradas.....	33
Figura 5 – Comparação da similaridade das concentrações da alcalinidade total das águas das localidades amostradas.....	34

Lista de abreviatura e siglas

Am – Alto Mira Mar

Cl – Cloretos

C – Cruz João Évora

Cd – Cento da Cidade

CaCO₃ – Carbonato de cálcio

CT - Coliformes Totais

CF - Coliformes Fecais

ELECTRA, SA.-

FF- Fonte Francês

INGRH - Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos

m Endo Agar – Meio de cultura utilizado para crescimento de coliformes totais

m FC Agar - Meio de cultura utilizado para crescimento de coliformes fecais

MS – Monte sossego

Mt - Monte

mg/L - Miligrama por litro

O₂ - Oxigénio

OMS – Organização Mundial de Saúde

OPK- Oxidabilidade ao permanganato de potássio

pH – Potencial hidrogénico

R - Ribeirinha

Re - Reservatórios

VMA – Valor Máximo Admissível

1. Introdução

A água é o mais crítico e importante elemento para a vida humana. Compõe de 60 a 70% do nosso peso corporal, regula a nossa temperatura interna e é essencial para todas as funções orgânicas. Em média, nosso organismo precisa de 4 litros de água por dia (Guia para o estudo da água, 2002).

Em função do uso a que se destina, a água deve apresentar determinadas características. Assim, a água utilizada para beber denomina-se água potável. A potabilidade de uma água é definida através de um conjunto de parâmetros e padrões estabelecidos por normas e legislações sanitárias, ou seja, deverá preencher todos os requisitos de natureza física, química e biológica, seguindo os padrões estabelecidos pela legislação nacional e internacional. Estabelecer um padrão de potabilidade é definir, para cada parâmetro, um valor ou concentração a partir do qual seu consumo pode induzir a riscos à saúde (Lessa, 2007).

A água potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal tradicionalmente aceitos pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes, família Enterobacteriaceae (Funasa, 2009).

Embora as características físicas da água tenham importância relativamente pequena do ponto de vista sanitário, elas podem ser determinantes na escolha da tecnologia de tratamento. Normalmente, as características físicas são facilmente determinadas, com destaque para as seguintes: cor, sabor e odor, temperatura e condutividade elétrica. As características químicas das águas são determinadas por meio de análises químicas, seguindo métodos adequados e padronizados para cada substância (Unesp, 2010).

O tratamento de água tem como objectivo reduzir a concentração de poluentes até o ponto em que não apresentem riscos para a saúde pública. O grau e o tipo de tratamento vão variar de acordo com as normas de cada país e, principalmente, com a qualidade da água de abastecimento (Molinerio *et al.*, 2009).

A água potável constitui um recurso natural escasso em Cabo Verde. Este facto impõe a necessidade de se valorizar os recursos disponíveis e de se recorrer às tecnologias de dessalinização de água salobra ou água salgada como fontes alternativas. As principais fontes de água utilizadas para o consumo no país são os furos de exploração, as nascentes e poços e a dessalinização da água do mar (Água e Saneamento Básico, 2005).

A produção e distribuição de água dessalinizada nas ilhas de Santiago, São Vicente e Sal são realizadas pela empresa Electra, SA. Enquanto a exploração de furos, nascentes e poços está a cargo de INGRH (Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos) e de particulares (como por exemplo PURÁGUA e Águas Trindade). Apesar dos progressos verificados no abastecimento de água no período após a independência, o nível de serviços e o grau de cobertura estão aquém do necessário, pois uma fracção significativa da população ainda não tem acesso ao abastecimento regular. Nas zonas rurais a situação é ainda mais deficitária devido à dispersão das comunidades e à dificuldade de acesso a muitas delas (Água e Saneamento Básico, 2005).

O presente trabalho tem por finalidade avaliar a qualidade microbiológica (quanto à presença de coliformes totais e fecais), e a qualidade físico-química da água potável destinada ao abastecimento público, na cidade do Mindelo – ilha de São Vicente, Cabo Verde. A avaliação da qualidade da água potável foi segundo as normas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série- Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004.

1.1 Objectivos

1.1.1 Objectivos gerais

O trabalho foi efectuado tendo em conta a satisfação do seguinte objectivo geral: avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água potável, fornecida pela ELECTRA S.A, destinada ao abastecimento público, na cidade do Mindelo – ilha de São Vicente, Cabo Verde.

1.1.2. Objectivos específicos

- a) Determinação dos parâmetros microbiológicos, que consistiram na determinação de Coliformes Totais (CT), Coliformes Fecais (CF), utilizando meios de cultura específicos para cada grupo de microrganismos visando o seu crescimento e melhor visualização;
- b) Determinação dos seguintes parâmetros físico – químicos:
 - ✚ Oxidabilidade ao Permanganato de Potássio
 - ✚ Cloretos
 - ✚ Dureza Total
 - ✚ Alcalinidade Total
 - ✚ pH
 - ✚ Condutividade eléctrica
 - ✚ Temperatura
- c) Determinação dos parâmetros organolépticos: sabor, cor, turbidez e aroma;
- d) Estabelecer a relação entre os parâmetros determinados e o seu efeito na saúde do consumidor, tendo em conta as normas estabelecidas pelo Decreto-lei nº 8/2004 de 23 de Fevereiro da I série-nº6 do «B.O.» da República de Cabo Verde.

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido de uma forma faseada, sendo:

- ✚ A primeira fase consistiu em pesquisas bibliográficas, planificação do trabalho e recolha das amostras de água tanto em depósitos (reservatórios da ELECTRA SA.), assim como em algumas residências escolhidas aleatoriamente e a realização de inquérito.

✚ A segunda fase consistiu na análise laboratorial, empregando métodos padronizados para a determinação dos parâmetros microbiológicos, químicos e físicos.

✚ A terceira fase consistiu no tratamento, análise dos dados e elaboração do relatório.

2.1 Descrição da Área de Estudo

A ilha de São Vicente fica situada entre as latitudes extremas de 16°55'19'' – 16°46'21''N e nas longitudes extremas de 24°51'48'' – 25°05'40''W (Figura 1).

A ilha apresenta uma superfície máxima de 227 km², com a altitude máxima no Monte Verde com 725 m. Tem uma largura máxima de 16,2 km entre a Ponta João d'Évora e a Ponta Lombinho no sentido aproximado N-S, e um comprimento máximo de 24,2 km, entre a Ponta Machado e a Ponta do Calhau, no sentido aproximadamente W-E (Instituto Hidrográfico, 1970).

Actualmente a distribuição de água potável dessalinizada em São Vicente é feita pela Electra SA, que até a data de 2008 ostentava uma taxa de cobertura de rede de aproximadamente 64,3 %. A distribuição da água é feita através dos reservatórios da Electra para os diversos reservatórios actualmente em funcionamento nomeadamente Alto de São Nicolau (Fortinho), Cruz João Évora, Monte Sossego Alto e Monte Sossego Baixo com capacidades de armazenamento que variam entre 350 - 3000 m³ (Electra, 2008).

A restante da população é abastecida igualmente pela Electra, em que a água é disponibilizada através do serviço de auto tanques por meio de postos espalhados pela ilha que recebem a água através da rede pública, por fontenários e também sentinas (Electra, 2008).

Na ilha de São Vicente a produção de água potável é feita através da dessalinização da água do mar que é um processo através do qual se removem os sais em excesso da água do mar, ou de outras fontes, de forma a poder ser utilizada para irrigação da terra ou para abastecimento de água para consumo público (Fermendes, 2005).

O processo de dessalinização utilizado pela Electra, SA actualmente é a osmose inversa ou reversa que de acordo com Neto & Pinho, (2003) é fenómeno que ocorre quando duas soluções de concentrações diferentes (ex. água potável e água do mar), são separadas por uma membrana semipermeável. Haverá um fluxo de moléculas de água da solução mais diluída (água potável) para a solução mais concentrada (água do mar). O fluxo ocorre de forma natural e poderá ser acelerado aplicando-se por meio de equipamentos as leis da física, química e da hidráulica (Neto & Pinho, 2003).

O processo de tratamento de água incorporado neste sistema é dividido em três partes principais: os furos de captação de água do mar, os filtros de areia e o contentor com os componentes do sistema de dessalinização por osmose inversa (RO) (Melicio, 2007).

Anteriormente os processos utilizados eram Destilação de Múltiplos Efeitos (MED) e Compressão Mecânica de Vapor (MVC ou VC). MED que é um processo que consiste em evaporar a água do mar em várias etapas em que na primeira etapa é necessário recorrer a energia externa e nas etapas seguintes dá-se o aproveitamento do calor resultante da condensação do vapor. MVC em que o calor necessário para a evaporação da água é proveniente maioritariamente do calor resultante da compressão do vapor, também pode vir das trocas directas de calor do vapor (Levy, 2005).

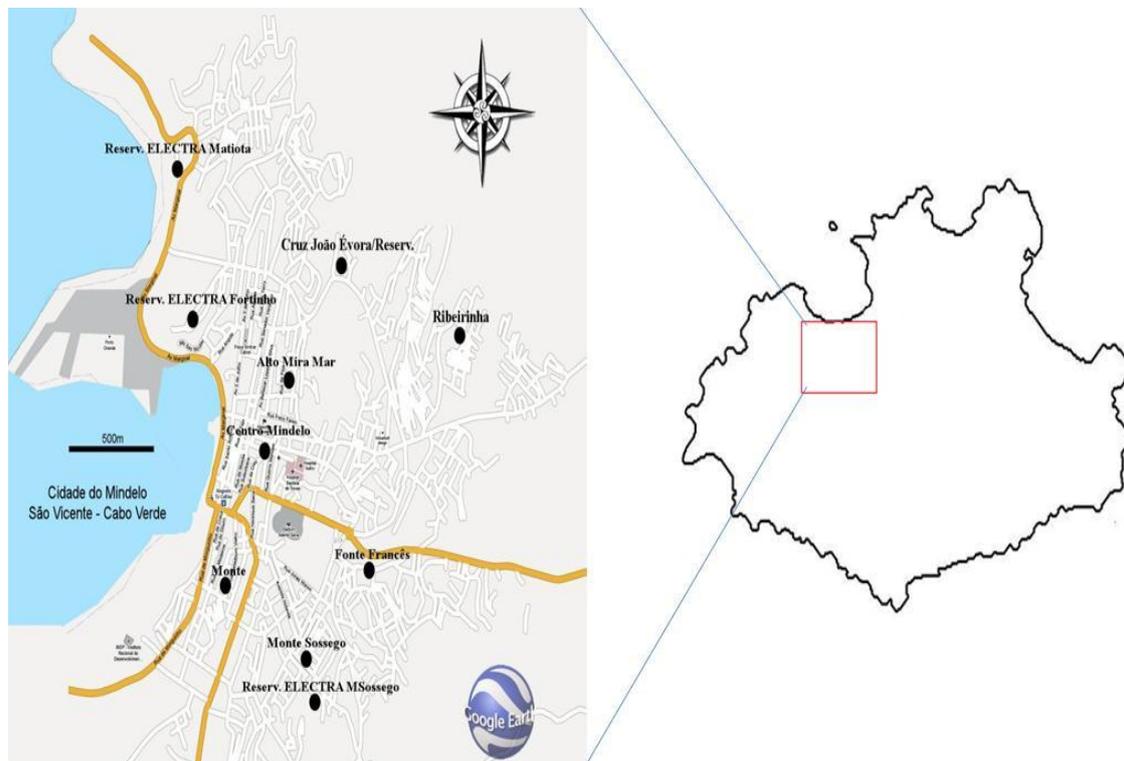


Figura 1- Mapa com localização da área de estudo, cidade do Mindelo, Ilha de São Vicente. Adaptado do Google Earth acessado ao 15/02/2010.

2.2 - Amostragem

A recolha de água foi feita em diversas localidades da cidade do Mindelo concretamente em residências domésticas escolhidas aleatoriamente (em média 4 residências por localidade) e que apresentassem instalações onde a água pudesse ser captada directamente da rede pública.

Para a colheita da água á domicílio bem como a recolha nos reservatórios da Electra. SA, seguiu-se o procedimento da Organização Mundial da Saúde (OMS) (Anexo 1).

2.3 – Análises organolépticos

A técnica utilizada para obtenção dos parâmetros organolépticos foi a técnica sensorial baseada no Rodier, (2006).

2.4 - Análises microbiológicas

A técnica utilizada para estas análises cujo objectivo foi determinar CT e CF foi o Método de Membranas Filtrantes (Anexo 2), utilizando os meios mEndo Agar e mFC Agar sendo a incubação feita a uma temperatura de 37 ° C e 44 °C, respectivamente, por um período de 24 horas. Depois fez-se a contagem directa das colónias que cresceram nas placas com o auxílio de lupa (ampliação x10).

Em microbiologia todo o manuseamento das amostras deve assegurar, que os resultados obtidos respeitam os microrganismos nelas contidos, e não a qualquer contaminante atmosférico ou das mãos e vias respiratórias do operador.

Por isso as amostras são manuseadas em cima da bancada recém desinfectada, e só com material previamente esterelizado. As técnicas usadas para a prevenção de contaminação durante a manipulação de culturas e meios de cultura estéreis, são designadas técnicas de assépsia (Ferreira & Sousa, 1998). As bancadas foram desinfectadas com álcool etílico a 90%, antes e depois das incubações, os frascos e os materiais da Rampa de filtrações foram esterelizados e todo o procedimento foi realizado na presença da chama.

2.5 - Análises físico-químicas

Para essas análises seguiu-se os protocolos em Anexo 3.

2.5.1 Oxibilidade ao permanganato de potássio (OPK)

A importância deste teste está relacionada principalmente com a constatação das características da água, inadequadas para o consumo humano e manutenção de seres aquáticos (Colombo, 2005).

Aplica-se em águas de consumo humano, dado que permite analisar amostras com carga poluente baixa. Mede a oxidabilidade parcial da matéria orgânica e inorgânica (Artideas, 2010).

O método utilizado foi a titulometria, mais precisamente Método de Kubel-Tiemann que na presença de uma solução tampão (ácido sulfúrico a 33%) e solução de permanganato de potássio (KMnO₄), ferve-se durante 10 minutos seguidamente titula-se

com ácido oxálico até a descoloração. Após conseguir esta descoloração titula-se com KMnO_4 até aparecimento de uma leve coloração rosa.

A equação que traduz a reacção final é:



o excesso de permanganato de potássio determina-se fazendo reagir sobre ele ácido oxálico segundo a equação:

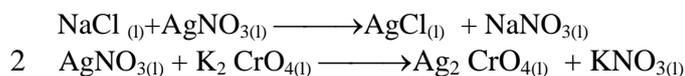


2.5.2 Cloretos

Para as águas de abastecimento público, a concentração de cloreto constitui-se em padrão de potabilidade. O cloreto provoca sabor “salgado” na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo por provocar sabor em concentrações da ordem de 250 mg/L, valor este que é tomado como padrão de potabilidade (CETEBS, 2010).

O método utilizado na determinação de cloreto – Método de Mohr – consiste numa volumetria de precipitação em que o ião cloreto reage com um catião prata, originando um composto de baixa solubilidade. O indicador usado é uma solução de cromato de potássio que origina um precipitado vermelho-tijolo de Ag_2CrO_4 (Simões *et al.*, 1998).

As reacções que traduzem a equação final são:



2.5.3 Dureza Total

A dureza da água é um parâmetro importante tanto nas águas domésticas como nas industriais. É dada pela quantidade de sais alcalinos-terrosos que contém, principalmente cálcio e magnésio, ou seja, é a concentração total de cálcio e de magnésio (Simões *et al.*, 1998).

O método utilizado na determinação da dureza foi a titulometria, que na presença de uma solução tampão (pH 9.5 – 10) e do indicador (Negro Ericrómio T)

titula-se com o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) até a viragem da cor vermelho-vinona para azul (Rodier, 1975).

2.5.4 Alcalinidade

A alcalinidade presente na água auxilia na determinação da dosagem das substâncias flocculantes, no tratamento da água e de despejos industriais e junto com outros parâmetros analisados, fornece informações para o estudo das características corrosivas ou incrustantes da água (Colombo, 2005).

O método utilizado na determinação de alcalinidade foi o titulométrico na presença do indicador fenolftaleína. Se a amostra não apresentar coloração a alcalinidade é zero, mas se apresentar a coloração vermelha titula-se com o ácido sulfúrico (H_2SO_4) até o desaparecimento da cor. Na mesma amostra adiciona-se o indicador alaranjado de metilo e se a amostra ficar amarela titula-se com H_2SO_4 até coloração levemente avermelhada (Colombo, 2005).

2.5.5 pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento o pH é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção (Funasa, 2009).

O pH foi determinado mediante a leitura directa através de um potenciômetro da marca Consort C535 multi-parameter analyser pH, que contém eléctrodos de vidro que colocados em contacto com a solução detectam a concentração de íon H^+ em solução.

2.5.6 Condutividade Eléctrica

É a medida da capacidade que essa água tem para conduzir a corrente eléctrica. O seu valor pode ser considerado como uma medida da matéria total ionizável presente numa água, uma vez que pura pouco contribui para essa condutividade (Simões *et al.*, 1998).

Para a sua medida foi utilizado um condutivímetro da marca- WTW LF340 Conductivity Meter que fornece o resultado em $\mu\text{s}/\text{cm}$ à temperatura ambiente.

2.5.7 Temperatura

A temperatura da água é um parâmetro físico que é indispensável conhecer, uma vez que a sua variação interfere com os outros parâmetros e pode afectar os processos de tratamento dessa água (Simões *et al.*, 1998).

A sua determinação foi realizada *in situ* e imediatamente após a colheita, utilizando-se para o efeito um termómetro com graduação de 0 °C – 100 °C.

2.6 Erros de medição

Todas as medições experimentais estão sujeitas a erros. O resultado de uma análise pode ser quantitativo ou qualitativo. Quando o resultado é quantitativo, é extremamente importante fazer uma estimativa dos erros envolvidos na medição. Um resultado é inútil se não for acompanhado de uma estimativa dos erros envolvidos na sua medição (Cavaco & Garcia, 2003).

2.6.1 Fontes de erro

É impossível listar todas as causas dos erros indeterminados e determinados, mas as mais comuns são:

- Erros instrumentais

Todos os equipamentos possuem erros associados. Mas existem situações que são mais evidentes como por exemplo: balanças não calibrados; material de vidro calibrado utilizando temperaturas inconvenientes.

- Erros pessoais

A cor de uma solução no ponto final de uma titulação, o nível do líquido em relação a uma pipeta graduada. Esses erros podem ser reduzidos pela experiência e cuidado do analista em relação as manipulações físicas.

- Erros do método

Erros introduzidos devido a alterações químicos e físicos dos reagentes. Estes são os erros mais sérios da análise. A maior parte dos erros anteriores podem ser

minimizados ou corrigidos mas, erros inerentes ao método não podem ser modificados a não ser que as condições da determinação sejam alteradas (Wastowski, 2007).

2.6.2 Algarismos significativos

O número de algarismos significativos é definido como o número de dígitos necessário para expressar os resultados de uma medida, consistente com a precisão com que essa medida foi efetuada (Wastowski, 2007). O número de algarismos significativos com que apresentamos o valor de uma grandeza pressupõe um conhecimento da incerteza (ou estimativa de incerteza) que afecta esse valor (Marques, 2006).

2.6.3 Precisão e Exactidão

Exactidão é, a aproximação entre o resultado da medição e o valor verdadeiro, ou o convencionalmente considerado como verdadeiro (Pinto *et al.*, 1999).

Precisão está directamente relacionada com a repetibilidade das leituras nos ensaios e traduz a aproximação entre os diversos resultados das medições sucessivas efectuadas nas mesmas condições de operação (Pinto *et al.*, 1999).

A precisão de uma série de medidas numa mesma experiência, realizadas em princípio sob condições praticamente idênticas, por exemplo: porex, ensaios consecutivos, dá-se o nome de repetibilidade. A precisão associada a uma série de medições em ocasiões diferentes, e, como tal, onde se espera uma maior dispersão do que no caso anterior, dá-se o nome de reprodutibilidade (Marques, 2006).

2.6.4 Desvio Padrão

O desvio padrão indica o afastamento dos valores observados em relação a média aritmética da amostra analisada. É um conceito imprescindível para análises gráficas, determinação de confiabilidade e estudos de distribuições.

3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na tabela 1 correspondem aos valores médios dos parâmetros microbiológicos e, os das tabelas 2 e 3 referem-se a média e o desvio padrão dos resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos.

3.1 Parâmetros Organolépticos

De acordo com Vieira & Feijó (2004), a turbidez e a cor podem ser de origem natural ou de origem antropogênica, causados por partículas, por substâncias metálicas como o ferro ou manganês, microrganismos, despejos industriais e domésticos entre outros, que lhe dão um mau sabor, o que não se verificou nas águas analisadas.

Em relação ao sabor e a aroma, todas as amostras apresentaram-se normais, ou seja, a água não acusou sabor salobro nem outro tipo de sabor estranho e igualmente para o odor. E quanto a cor e turbidez as amostras apresentaram cor transparente e totalmente límpida, ou seja, com ausência de sólidos suspensos.

3.2 Parâmetros Microbiológicos

Coliformes totais são bactérias escassas em fezes, e por ocorrerem em grande quantidade em sementes e plantas, indicam contaminação pelo solo. A presença de coliformes na água indica que a água está sujeita a poluição potencialmente perigosa (Silva & Araújo, 2000).

Tabela 1- Valores médios de coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) estimados nas amostras de água potável analisadas.

Local	CT (Média)	CF (Média)
R	3	N.D
C	14	N.D
AM	1	2
Cd	42	N.D
MS	N.D	N.D
Re	25	N.D
Mt	N.D	N.D
FF	N.D	N.D

N.D - Não Detectado (representa valores iguais á zero)

R- Ribeirinha; C - Cruz; AM - Alto Miramar; Cd - Cidade; R - Reservatórios; M - Monte; FF - Fonte Francês.

A excepção das zonas do Monte de Sossego, Monte e Fonte de Francês, todas as zonas acusaram presença de CT. Isso pode ser explicada pela presença de plantas na grande maioria das casas amostradas e visto que estas apresentavam instalações onde recolhia-se a água directamente da rede no quintal e geralmente cobertas de plantas (tabela 1).

A presença de coliformes fecais indica a contaminação da água por matéria fecal recente e serve como indicador da provável existência de microorganismos intestinais patogénicos (Bittencourt *et al.*, 2003). O que não se verifica na tabela 1 visto que, os valores encontrados estão dentro do estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série- Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 e também com as Directivas da União Europeia á excepção da zona de Alto Mira-mar (Tabela 1).

O facto de Alto Mira-mar apresentar CF, não quer dizer necessariamente que a água esteja contaminada, mas que pode ter sido contaminada entre a recolha e/ou durante a análise, visto que só uma única placa acusou CF.

3.3 Parâmetros Físico e Químicos

Todas as medições experimentais estão sujeitas a erros, sendo extremamente importante fazer uma estimativa dos erros envolvidos na medição. O uso de materiais de vidro como pipetas volumétricas (classe AS; ± 0.03) e graduadas, balões volumétricos [100 ml (classe AS; ± 0.10); 200 ml (classe A; ± 0.15); 500 ml (classe A; ± 0.03); 1000 ml (classe A; ± 0.40)], buretas [50 ml (classe AS; ± 0.05)] entre outros, na preparação de soluções rigorosas assim como, nas titulações, faz com que os resultados experimentais venham afectados de uma propagação de incertezas (tabela 3).

Tabela 2- Resultados das análises físico-químicos (média da ilha)

Parâmetros	Concentração (Média)	Propagação de incertezas (média)	
Oxidabilidade (mg O ₂ /L)	3,65	0,07	2%
Cloretos (mg Cl/L)	272,847	0,002	<0.5%
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	14,12	0,70	5%
Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)	803	55	7%

A tabela 3 apresenta os valores da média total dos parâmetros titulométricos com os seus respectivos erros de medição ou propagação.

As expressões usadas nos cálculos dessas incertezas encontram-se no Anexo 5 (expressões 9, 10 e 11). Essas incertezas estão associadas aos erros aleatórios que afectam a precisão das medições e a forma de os minimizar é através de um elevado número de medições. O tratamento estatístico dos resultados fornece uma indicação quantitativa da forma como a propagação de incertezas afectam o valor médio determinado.

Os valores da média da concentração total dos parâmetros analisados, a excepção dos valores dos cloretos estão dentro do VMA.

Tabela 3- Resultados ^{a)} das análises físicos e químicos das águas para o consumo humano

Zonas	Oxidabilidade (RSD%) ^{b)} (mg O ₂ /L)	Cloretos (RSD%) ^{b)} (mg Cl/L)	Dureza Total (RSD%) ^{b)} (mg CaCO ₃ /L)	Alcalinidade (RSD%) ^{b)} (mg CaCO ₃ /L)	pH	Condutividade	Temperatura
Riberinha	*	223,44 ± 1,00 (0,4)	22,90 ± 8,87 (38,7)	879 ± 249 (28,3)	*	*	*
Cruz	*	324,32 ± 2,42 (0,7)	12,80 ± 0,44 (3,4)	755 ± 31(4,1)	8,50	1018	27
Alto Miramar	5,01 ± 0,35 (7,0)	327,51 ± 0,74 (0,2)	13,62 ± 1,65 (12,1)	1021 ± 78 (7,6)	8,58	1028	27
Cidade	3,87 ± 1,10 (28,4)	320,04 ± 5,90 (1,8)	*	816 ± 137 (16,8)	8,95	1000	27
Monte Sossego	3,74 ± 0,45 (12,0)	319,58 ± 2,87 (0,9)	11,15 ± 1,39 (12,5)	702 ± 25 (3,6)	8,48	*	28
Reservatórios	4,53 ± 0,88 (19,4)	229,54 ± 5,39 (2,3)	15,63 ± 3,61 (23,1)	634 ± 141 (22,2)	8,90	728	26
Monte	3,55 ± 0,14 (3,9)	224,66 ± 7,55 (3,4)	11,38 ± 0,89 (7,8)	879 ± 92 (10,5)	9,00	725	28
Fonte Francês	1,23 ± 0,16 (13,0)	213,69 ± 5,72 (2,7)	11,36 ± 0,76 (6,7)	740 ± 128 (17,3)	9,00	720	26

a) Média ± Desvio-padrão (n=3)

b) RSD- *Relative Standard Deviation*

c) * Não foi possível determinar os valores deste parâmetro

Os valores da oxidabilidade ao permanganato de potássio (OPK) em relação as zonas amostradas, estão de acordo com o VMA (Valor Máximo Admissível) previsto pela Directivas da União Europeia e Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série- Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 (tabela 3).

Segundo Rodier (1975), não é possível fazer uma separação verdadeira dos materiais orgânicos de origem animal e vegetal referente as águas. O seu teor é apreciado, principalmente para os testes de redução do permanganato de potássio em meio ácido e meio alcalino. Na realidade, as substâncias oxidantes não são somente de origem orgânica mas são igualmente de origem mineral (sulfures, nitrites, amoníaco, etc.). Então é difícil tirar conclusões sobre a origem vegetal ou animal das substâncias presentes, mesmo que o teste do permanganato seja praticado em meio ácido ou alcalino).

Na água, não se encontra só matérias orgânicas e os resultados podem ser modificados por outras substâncias redutoras, como os sulfuretos, os nitritos, o ferro ou também a interferência dos cloretos principalmente sua o seu teor é elevado. Um teor elevado em matérias orgânicas deverá sempre levantar suspeita de uma contaminação microbiana (Rodier, 2006).

A zona da cidade (Cd) possui o maior RSD devido ao facto da amostra Cd1 apresentar uma média superior aos restantes. A zona de Fonte Francês (FF) possui um valor de concentração de 1,23 mg O₂/L o que significa que todas as localidades analisadas, a que possui água com maior qualidade é a de FF, em termos de oxidabilidade.

Os valores das concentrações de Cloretos (Cl) (tabela 3) das zonas da Cruz á Cidade ficaram acima do limite de 250 mg/L estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, e as Directivas da União Europeia. Isto foi consequência dos valores da condutividade destas zonas terem atingido o VMA.

De acordo com Sousa (2001), no controlo da qualidade das águas, relativamente aos cloretos, interessa mais saber se este valor se mantém constante do que o seu valor

real, desde que este não exceda 600 mg/L, valor considerado, pela OMS como máximo admissível para abastecimento público.

Concentrações de cloretos, mesmo superiores a 1 000 mg/L, não são prejudiciais ao homem, a menos que ele sofra de problemas cardíacos ou renais. A restrição da sua concentração máxima está ligada, entretanto, ao gosto que o sal confere à água (Unesp, 2010).

Mas a partir de meados do mês de Janeiro até ao término das amostragem, houve uma diminuição dos valores da condutividade o que reflectiu também nos valores das concentrações dos cloretos que baixaram para o limite estabelecido pelas directivas, isso devido a uma mudança de filtros efectuados na empresa responsável pela distribuição da água (Electra).

Para os resultados da dureza total os valores encontrados foram baixos (tabela 3) devido ao facto da água consumida ser dessalinizada o que lhe retira aproximadamente 98 % de todos os sais, inclusive cálcio e magnésio.

Isso faz com que a percentagem de cálcio presente nesta água seja muito baixo, logo os valores da dureza também e são consideradas como águas moles (Anexo 4).

Do ponto de vista sanitário a alcalinidade não tem significado relevante, mesmo para valores elevados (Alves, 2007). Em concentrações moderadas não há restrição ao consumo humano mas em níveis elevados pode conferir sabor desagradável (Lessa, 2007). Segundo Colombo (2002), uma água que possui alta alcalinidade apresenta valores acima de 2000 mg/L de CaCO_3 , e uma água que possui baixa alcalinidade apresenta valores abaixo de 20 mg/L, sendo que os valores obtidos se situaram entre 600 a 1000 mg CaCO_3 /L podem ser classificados como sendo de alcalinidade média (tabela 3)

Em relação a dureza e a alcalinidade, a zona da Ribeirinha apresenta os maiores valores de desvio padrão devido, essencialmente a problemas relacionados com viragem de cor que representa o fim da titulação. Isto fez com que houvesse alguma discordância entre as médias, daí uma dispersão tão grande entre os valores.

Os valores do pH situaram-se entre 8.5 – 9.0 estando dentro do previsto pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, e Directivas da União Europeia bem como os da temperatura (tabela 3).

A precisão dos resultados e do método analítico é expressa pelo *Relative Standard Deviation* (RSD), dado pela expressão 12 (anexo 4) que é um exemplo de erro relativo (Miller & Miller, 1993).

Os valores de RSD variam de 0.2 % até 28.4 %, para os vários métodos de determinação, sendo aceites segundo a *Environment Protection Agency* (EPA) (Aguilar *et al.*, 1998). A EPA fixa o valor máximo de 30 %. O único valor superior a esta referência é dureza total da localidade da Riberinha (38%), que deve-se ao facto de ter tido dificuldades no ponto de viragem na titulação.

Em termos de comparação da precisão dos resultados dos parâmetros nas várias localidades, 55% dos resultados possui um RSD de cerca de 5% que é o ideal em termos da avaliação da proximidade dos resultados, nomeadamente a relação entre o desvio padrão e a média (Molinero *et al.*, 2009).

Os resultados acima da média de 5% devem-se a problemas como os prazos dos reagentes, a soluções titulométricas que deviam serem preparadas a cada análise, mas que por ter pouco reagente disponível não foi possível, a erros sistemáticos devido ao ponto de viragem nas titulações (buretas) e a leitura nas pipetas volumétricas.

Tabela 4- Comparação da média total em relação ao VMA

Parâmetros	Média concentração	VMA	Relação VMA (%)	com
Oxidabilidade	3,65 (mg O ₂ /L)	5 (mg O ₂ /L)	73%	
Cloretos	272,847 (mg Cl/L)	250 (mg Cl/L)	109%	
Dureza Total	14,12 (mgCaCO ₃ /L)	500 (mgCaCO ₃ /L)	2%	
Alcalinidade Total	803 (mg CaCO ₃ /L)	* ₂ (mgCaCO ₃ /L)	40%	

*₂ Para a alcalinidade os valores estão sendo comparados com o valor considerado alto para alcalinidade segundo Colombo, 2002 (Anexo3).

A tabela 5 apresenta o quociente entre os valores experimentais e os VMA (percentagem) estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, e também com as Directivas da União Europeia.

A média total encontrada para estes parâmetros estão abaixo do VMA a excepção dos cloretos, daí os seus valores estarem 9% acima do estipulado.

3.4 Análise de Cluster

A análise de clusters pretende organizar um conjunto de casos em grupos homogéneos, de tal modo que os indivíduos pertencentes a um grupo são o mais semelhante possível entre si e diferenciados dos restantes (Santos & Neves, 2004).

Esta análise procura classificar um conjunto de objectos (indivíduos, produtos, etc.) em grupos ou categorias usando os valores observados das variáveis, sem que seja necessário definir critérios que classifiquem os dados que integram determinado grupo (Santos & Neves, 2004).

Os grupos, nos métodos hierárquicos, são geralmente representados por um diagrama bi-dimensional chamado de dendograma ou diagrama de árvore. Neste diagrama, cada ramo representa um elemento, enquanto a raiz representa o agrupamento de todos os elementos (Doni, 2004).

As figuras abaixo indicam o grau de similaridade dos valores de concentração entre amostras analisadas.

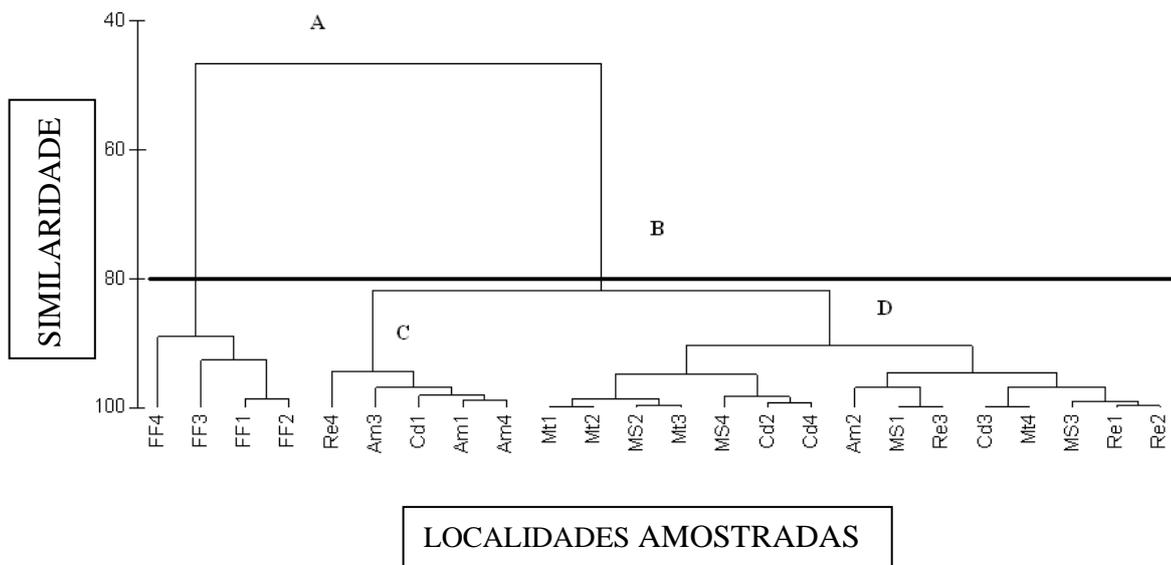


Figura 2 - Comparação da similaridade das concentrações da oxibilidade das águas das localidades amostradas: Am - Alto Miramar; Cd - Cidade; Re - Reservatórios; M - Monte; FF - Fonte Francês;

A similaridade entre as concentrações de oxidabilidade é superior a 50 % (Figura 2), em que se pode observar uma divisão em dois grupos A e B. O grupo A fica isolado porque foram os valores mais baixos de oxidabilidade obtidos e únicos em relação a todas as amostragens, enquanto o grupo B pode-se observar uma grande similaridade entre a maioria das amostras das várias localidades da ilha, como se pode constatar no subgrupo D. O grau de similaridade entre o subgrupo D e C é maior que 90%.

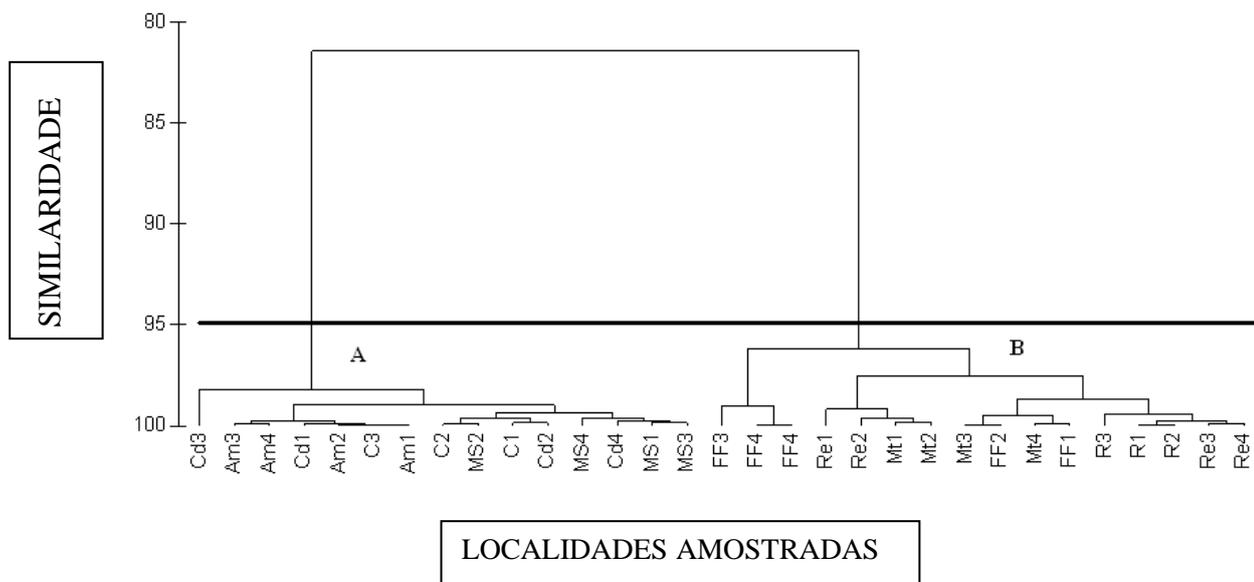


Figura 3 – Comparação da similaridade das concentrações dos cloretos das águas das localidades amostradas: R- Ribeirinha; C - Cruz; Am - Alto Miramar; Cd - Cidade; Re - Reservatórios; M - Monte; FF - Fonte Francês.

A nível das análises, os valores de cloreto são os que apresentam maior similaridade (95%) (Figura 3). Pode-se observar dois únicos grupos A e B, apresentando uma similaridade de aproximadamente 80 % e que fazem a separação das amostras onde foram determinados valores altos de cloretos (grupo A) e a normalização das concentrações obtidas (grupo B). O grupo A apresenta maior similaridade entre as concentrações do que o grupo B.

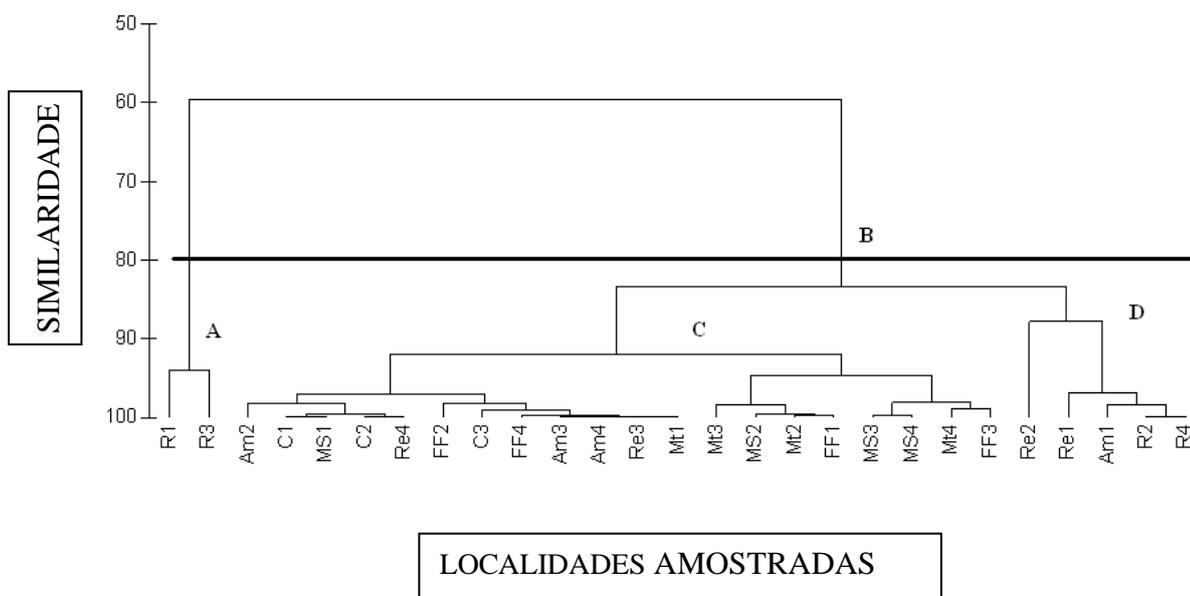


Figura 4 - Comparação da similaridade das concentrações da dureza total das águas das localidades amostradas: R- Ribeirinha; C - Cruz; Am - Alto Miramar; Cd - Cidade; Re - Reservatórios; M - Monte; FF - Fonte Francês.

Em relação a dureza total a similaridade encontrada é de aproximadamente 80% (Figura 4) e pode-se observar que o grupo B alberga todos os valores determinados a exceção de R1 e R3 (grupo A) embora havendo uma similaridade de 60% entre o grupo A e B. O grupo B apresenta uma divisão, onde se pode observar uma grande concentração dos valores (grupo C) revelando uma grande similaridade entre eles de aproximadamente 95 % igualmente para o grupo D (a exceção do Re1).

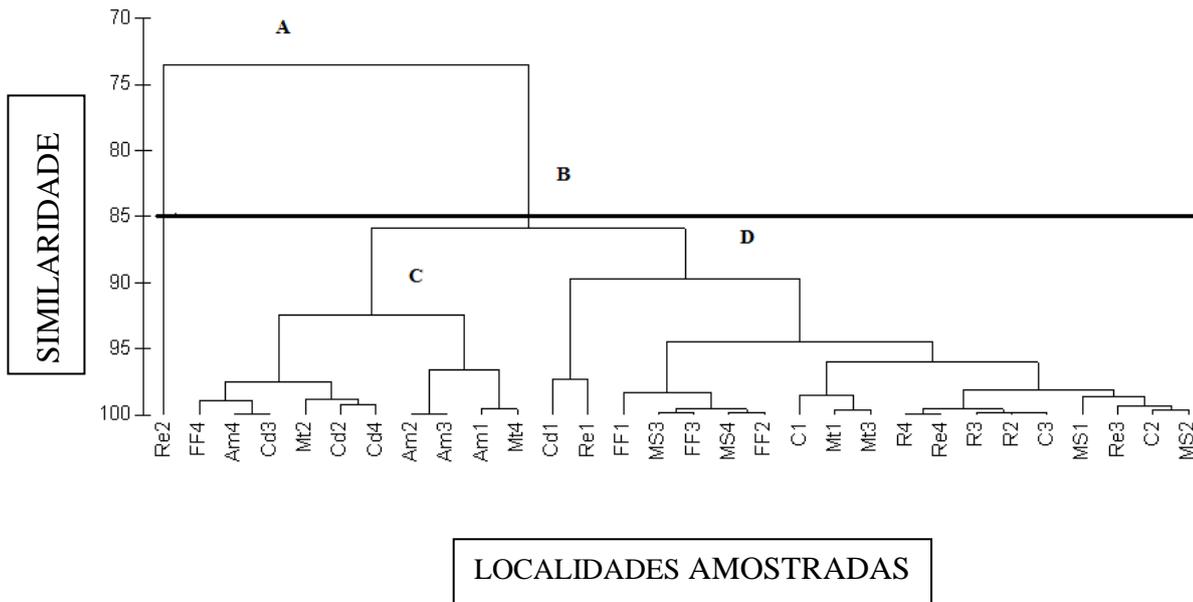


Figura 5 - Comparação da similaridade das concentrações da alcalinidade total das águas das localidades amostradas. R- Ribeirinha; C - Cruz; Am - Alto Miramar; Cd - Cidade; Re - Reservatórios; M - Monte; FF - Fonte Francês.

Os valores obtidos para a alcalinidade apresentam uma similaridade de 85 % (Figura 5), em que no grupo B se encontram todos os valores obtidos das amostragens a excepção do Re2 (grupo A) em que apresenta uma similaridade de quase 75 %, sendo que a maior concentração de amostras encontra-se no grupo D. Os subgrupos C e D apresentam uma similaridade acima dos 90%.

Pode-se constatar que há uma boa similaridade entre os resultados obtidos (superior a 80 %), em relação as médias no que diz respeito a cada parâmetro analisado em todas as localidades amostradas.

3.5 Inquérito

Das 27 residências onde foram feitas as recolhas de água 25.9 % utilizam directamente a água da rede pública, isto é não têm reservatório, 74.8 % para cozinhar, 92.6 % para lavar, enquanto 70.4 % utilizam para beber e 59.3 % adicionam

desinfetante (lixívia) na água para a lavagem de frutas, legumes e outros alimentos (Anexo7).

4. Conclusão

A qualidade microbiológica e físico-química da água potável da ilha de São Vicente, Cabo Verde foi considerada satisfatória, isto é, não apresenta risco a saúde pública quanto aos parâmetros analisados no período de Outubro de 2009 a Fevereiro de 2010.

Os resultados dos parâmetros organolépticos apresentaram ausência de sabor, de cor e de turbidez.

Na análise aos resultados microbiológicos, todos se apresentaram abaixo do VMA estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série- Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 e também com as Directivas da União Europeia, embora se tenha verificado presença de coliformes fecais em 12.5% das placas analisadas (o que equivale uma placa das inúmeras analisadas o que torna este resultado insignificativo sendo o $n = 96$, e 62.5 % em relação a coliformes totais).

Nas análises aos parâmetros físico-químicas, verificou-se que 86% dos parâmetros em discussão apresentam valores abaixo VMA estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série- Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 e também com as Directivas da União Europeia, sendo excepção os valores de cloreto referente aos meses de Outubro a Dezembro de 2009.

Em relação a propagação de incertezas referente aos parâmetros físico-químicos, os resultados encontrados situaram-se entre 0.002 a 55, ou seja, maior que 0.5 e inferior a 7 % constatando-se confiabilidade nos resultados obtidos, isto é, uma boa precisão dos resultados obtidos.

Os valores de RSD variam de 0.2 % até 28.4 %, para os vários métodos de determinação. A EPA recomenda o valor máximo para RSD de 30 %. O único valor superior a esta referência é dureza total da localidade da Riberinha (38%).

Em termos de comparação da precisão dos resultados dos parâmetros nas várias localidades, 55% dos resultados possui um RSD de cerca de 5% que é o ideal em termos

da avaliação da proximidade dos resultados, nomeadamente a relação entre o desvio padrão e a média.

A média total das concentrações encontradas para estes parâmetros estão abaixo do VMA (percentagem), a excepção dos cloretos, os seus valores estão 9% acima do estipulado pelas Directivas do Decreto-Lei nº8/2004, I Série - Boletim Oficial nº6 de 23 de Fevereiro de 2004 e também com as Directivas da União Europeia.

Quanto à análise de Cluster, a similaridade encontrada entre os valores das concentrações de oxidabilidade são superiores a 50 %, enquanto os valores para as concentrações de cloretos a similaridade é de 95 %. Para concentrações de dureza total a similaridade é de 80 % e para a alcalinidade total é de 85 % para todas localidades amostradas. Pode-se constatar que há uma boa similaridade entre os resultados obtidos (superior a 80 %), no que diz respeito a cada parâmetro analisado.

5. Referências Bibliográficas

Água e Saneamento Básico, (2005). Acedido em 15 de Março de 2009 no site: www.portugalcaboverde.com

Aguilar, C.; Penalver, S.; Pocurull, E.; Borrull, F.; Marcé, R. M.; (1998). Solid-phase microextraction and gás chromatography with mass spectrometric detection for the determination of pesticides in aqueous samples (ar 48) - Journal of chromatography, 795, 111-112.

Alves, M.; (2007). Universidade Federal de Pelotas; Instituto de Química e Geociências; Cor, Turbidez, pH, Temperatura, Alcalinidade e Dureza. Acedido em em 10 de Maio de 2010 site: www.biologica.eng.uminho.pt/.

Bittencourt, A. V. L.; Filho, E. F. R.; (2003). Mantovani, L. E.; Tomazoni, J. C.; 2003; A qualidade da água das bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau – Sudoeste do Estado do Paraná; Sanare. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v.20, n.20, 28-34.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Acedido em 12 de Maio de 2010 no site: www.cetesb.sp.gov.br/

Colombo; (2002). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Química e Biologia. Acedido em 29 de Março de 2010 no site : WWW.ufpa.br/.

Decreto-lei nº 8/2004 de 23 de Fevereiro da I série-nº6 do «B.O.» da República de Cabo Verde.

Difco; (1984). Dehydrated Culture Media and Reagent for Microbiology; Difco Laboratories; Tenth Edition; 1155.

Directiva 98/83/CE do Conselho de 3 de Novembro de 1998 relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. Jornal Oficial das Comunidades Europeias 5.12.98.

Doni, M. V.; (2004). Análise De Cluster: Métodos Hierárquicos e de Particionamento.

Fada, (2010). Universidade Federal do Pará, Laboratório de Química Analítica e Ambiental. Acedido em 02 de Março de 2010 no site: <http://www.ufpa.br/>

Ferreira, W. C.; Sousa, J. C. F.; (1998). Microbiologia Volume I; Lidel-Edições Técnicas, Lda; 83, 221, 285, 289, 290.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), (2009). Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. – Brasília, Brasil, 144.

Gil, V.M. S. (1997). Química 10º Ano; Plântano Editora, SA; 195 .

Guia para o estudo da água, (2002). Acedido em 25 de Fevereiro de 2009 no site: WWW.cunolatina.com.br/.

Instituto Hidrográfico, (1970). Roteiro do Arquipélago de Cabo Verde. Vol. II. Lisboa.

Lessa, Ruth; (2007). Universidade de Pelotas, Instituto de Química e Geociências, Análise da Alcalinidade da Água. Acedido em 26 de Maio de 2010, no site: www.coladaweb.com/.

Levy, J. Q.; (2005). Novas Estratégias Ambientais, Reutilização de Águas residuais, Dessalinização Aplicação de SIG/GPS. Acedido em 15 de Março de 2011 no site: www.ecoservicos.com.

Melicio, C. (2007); ELECTRA, S.A.; Manual de Instruções Tratamento de Água por Osmose Inversa; Segunda Edição.

- Miller, J.C.; Miller, J .N.; (1993). *Statistics For Analytical Chemistry*; London, 3rd Edition; Ellis Horwood Limited; 34, 35, 275, 276.
- Molinero, E. M.; Caputo, L. F. G.; Amendoeira, M. R.; (2009). Conceito e métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde; VOLUME I; 90, 275-276.
- Neto, F. L.; Pinho, J. H. O.; (2003). Programa de Dessalinização de Água para Pequenas Comunidades – Posto de Atendimento Electrónico.
- Pinto, H. C.; Carvalho, M. J.; Fialho, M. M., (1999). *Técnicas Laboratórias De Química*; Texto Editora, 160.
- Qualidade das Águas, acedido em 10 de Maio de 2010 no site: www.uniaqua.org.br/.
- Rodier J., (1975). *L´analyse de L´eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Volume 2*.Dunod Technique. cinquième édition. Paris Bruxelles Montreal; 364.
- Rodier J., (1975). *L´analyse de L´eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Volume1*.Dunod Technique. cinquième édition. Paris Bruxelles Montreal; 630.
- Rodier, J.; (1996). *L´analyse de L´eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod Technique. 8^{ème} édition. Paris.*
- Santos, F. E. A. S.N.; Neves, M. M. C. F. S.; (2004). *O Marketing e a Análise de Dados para a Tomada de Decisões*: www.ipv.pt/.
- Schuller, D.; 2005; *Microbiologia de água destinada ao consumo humano*. Acedido em 27 de Maio de 2010 no site: repositorium.sdum.uminho.pt/.
- Silva, R. C. A.; Araújo; T. M.; (2002). Avaliação da qualidade bacteriológica e físico e química, para o consumo humano, da água do manancial subterrâneo, em áreas urbanas de Feira de Santana - Bahia – Brasil.

Simões, M.; Queirós, M.; Simões, T.; (1998). Técnicas Laboratoriais de Química, Bloco III; Porto Editor; 266.

Simões, M.; Queirós, M.; Simões, T.; (1999). Técnicas Laboratoriais de Química; Bloco II; Porto Editora; 191.

Sousa, E. R.; (2001). Noções Sobre Qualidade da Água. Acedido em 25 de Maio de 2010 no site: dspace.ist.utl.pt/.

The Merck Index; 1968; An Encyclopedia of the Chemistry and Drugs, Eighth edition; MERCK & CO., Inc.; 1713.

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Campus de Guaratinguetá. Acedido em 27 de Maio de 2010 no site: www.feg.unesp.br/.

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP Centro Superior de Educação Tecnológica – CESET Divisão Tecnológica de Saneamento – DTS. Biologia Aplicada II - ST 207.

Páginas WEB consultadas:

- sosapontamentos.blogspot.com/, acedido em 09 Março de 2009.
- www.patentesonline.com.br/, acedido em 10 de Março de 2009.
- gaianet.wordpress.com/, acedido em 10 de Março de 2009.
- www.brasilecola.com/, acedido em 06 de Outubro de 2009.
- www.ideiasambientais.com.pt/, acedido em 07 de Janeiro de 2010.
- www.dec.ufcg.edu.br/, acedido em 07 de Maio de 2010.