Análise da Qualidade das Águas - Funchal

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Kevin Michael Aires Soares

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

outubro | 2014

Aná
-R

T/M
624
SOA Ana
+CD-R

Análise da Qualidade das Águas - Funchal

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

UNIVERSIDADE DA MADEIRA
BIBLIOTECA

Kevin Michael Aires Soares
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ORIENTADOR
Sérgio António Neves Lousada

UNIVERSIDADE da MADEIRA

Centro de Competência de Ciências Exactas e da Engenharia

Análise da Qualidade das Águas - Funchal

Licenciado em Engenharia Civil (Pós-Bolonha)

Tese submetida para o grau de Mestre em Engenharia Civil na Universidade da Madeira

por

KEVIN MICHAEL AIRES SOARES

Orientador

Prof. Doutor Sérgio António Neves Lousada

(Universidade da Madeira)

Outubro de 2014

Título: Análise da Qualidade das Águas - Funchal

Palavras-Chave: Sustentabilidade, Recursos hídricos, Região hidrográfica, Águas superficiais, Águas subterrâneas, Riscos naturais.

Keywords: Sustainability, Water resources, Hydrographic area, Surface water, Groundwater, Natural hazards.

Autor: KEVIN SOARES

CCEE – Centro de Ciências Exactas e da Engenharia

Campus Universitário da Penteada

9020-015 Funchal – Portugal.

Telefone +351 291 705 230

Correio eletrónico: secretariadocentros@uma.pt

Júri:

Doutor, Sérgio António Neves Lousada, *Professor Auxiliar Convidado da Universidade da Madeira.*

Doutor, João Paulo Martins da Silva Lobo, *Professor Auxiliar na Universidade da Madeira.*

Doutor, Lino Manuel Serra Maia, *Professor Auxiliar na Universidade da Madeira.*

Doutora, Susana Luísa Rodrigues Nascimento Prada, *Professora Auxiliar Agregada na Universidade da Madeira.*

Defesa a 16 de Dezembro de 2014.

Funchal, Madeira.

Resumo

No âmbito do conceito de sustentabilidade dos recursos hídricos, foi realizado um estudo para avaliar o estado qualitativo das águas superficiais e subterrâneas de uma área em particular, mais concretamente o concelho do Funchal.

Inicialmente, fez-se uma caracterização da região hidrográfica em estudo onde se incluem aspetos geográficos, climáticos, hidrológicos, geomorfológicos e socioecónomicos.

Posteriormente, realizou-se uma apresentação gráfica de análises temporais efetuadas a parâmetros biológicos, físico-químicos e microbiológicos às águas superficiais e subterrâneas da região em estudo.

Por fim, apresenta-se e propõe-se uma vasta lista de objetivos a manter ou alcançar nos próximos anos, onde se incluem ações prioritárias e recomendações visando, não só a melhoria qualitativa e quantitativa global dos recursos hídricos no concelho mas também a proteção contra poluição e riscos naturais.

Palavras-Chave:

Sustentabilidade, Recursos hídricos, Região hidrográfica, Águas superficiais, Águas subterrâneas, Riscos naturais.

Abstract

Under the concept of sustainability of water resources, a study was conducted to assess the qualitative status of surface and groundwater in a particular area, specifically the city of Funchal.

Initially, we did a characterization of the river basin under study where geographical, climatic, hydrological, geomorphological and socio-economic aspects are included.

Subsequently held a graphical presentation of temporal analyses performed to biological, physical, chemical and microbiological parameters of surface and ground waters of the studied region.

Finally, it presents and proposes a wide range of objectives to maintain or achieve in the coming years, including priority actions and recommendations not only to improve qualitative and quantitative aspects of hydric resources but also to protect it from pollution and natural hazards.

Key words:

Sustainability, Water resources, Hydrographic area, Surface water, Groundwater, Natural hazards.

Agradecimentos

A todas as pessoas e entidades, que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho, os meus profundos e sinceros agradecimentos.

Ao professor Sérgio Lousada pela orientação ao longo da realização desta dissertação de mestrado.

Aos meus pais e familiares mais próximos pelo constante apoio e amor demostrados ao longo de todas as etapas da minha vida.

À minha namorada pelo apoio e companheirismo sempre demostrados.

Aos meus amigos, colegas e docentes, que me acompanharam ao longo de todo o meu percurso académico.

À Investimentos e Gestão da Água, em particular à Eng.ª Nélia Sousa, pela disponibilidade e cedência de toda a informação pedida.

Ao Departamento de Água e Saneamento Básico da Câmara Municipal do Funchal, em particular à Eng.ª Isabel Brandão e ao Eng.º Francisco Barradas, pela constante disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e pela cedência de informação indispensável à realização do presente trabalho.

Finalmente, mas não menos importante, agradecer à instituição que tornou possível a minha formação superior, o meu profundo obrigado à Universidade da Madeira.

Índice

1. Introdução 2
1.1 Recursos hídricos e o conceito de sustentabilidade 3
1.2 Objetivos 3
1.3 Metodologia de desenvolvimento 4
1.4 Organização da dissertação 5
2. Caracterização da área em estudo – concelho do Funchal 8
2.1 Aspetos geográficos 8
2.2 A cidade do Funchal 10
2.3 Aspetos socioeconómicos 11
2.4 Clima 14
2.5 População do concelho 14
3. Caracterização das bacias hidrográficas do Funchal 18
3.1 Caracterização geográfica, hidrológica e geomorfológica 18
3.2 Aspetos climáticos 24
3.3 Usos da água 28
3.3.1 Aproveitamentos hidráulicos 28
3.3.2 Uso doméstico 30
3.4 Escoamento 33
3.5 Redes de monitorização e gestão da água 34
3.6 Usos e necessidades da água 36
3.6.1 Abastecimento urbano 36
3.6.2 Consumo industrial e comercial 40
3.6.3 Agricultura 40
3.7 Fontes poluidoras 41
3.7.1 Origem doméstica 43
4. Caracterização da ETAR do Funchal 46
4.1 Introdução 46
4.2 ETAR do Funchal 46

4.3 Análise da qualidade das águas residuais da ETAR do Funchal 47

5. Análise da qualidade das águas subterrâneas e superficiais – Funchal 53

5.1 Análise da qualidade das águas subterrâneas do Funchal 53

5.1.1 Introdução 53

5.1.2 Origem, fontes e mecanismos de contaminação por nitratos 54

5.1.3 O ciclo do azoto 57

5.1.4 Riscos de saúde 58

5.1.5 Medidas preventivas e corretivas 59

5.1.6 Metodologias de estudo de recarga aquífera 62

5.1.7 Análise paramétrica temporal 63

5.1.8 Conclusões gerais 74

5.2 Análise da qualidade das águas superficiais do Funchal 75

5.2.1 Introdução 75

5.2.2 Águas de ribeira (parte montante) 75

5.2.3 Águas de ribeira (parte jusante) 76

5.2.4 Gestão da qualidade das águas superficiais 76

5.2.5 Recomendações à melhoria da situação atual 77

5.2.6 Análise paramétrica temporal 78

5.2.7 Conclusões gerais 86

6. Conclusões e recomendações globais 88

6.1 Identificação dos principais problemas relacionados com os recursos hídricos 88

6.2 Ações prioritárias e recomendações 89

6.3 Medidas prioritárias 92

7. Referências 97

7.1 Bibliografia consultada 97

7.2 Websites consultados 104

Anexos 106

Anexo 1 – Conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos a verificar em águas destinadas à produção de água para consumo humano. 106

Anexo 2 – Resultados de análises efetuadas a águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano – Tabelas..... 107

Anexo 3 – Resultados de análises efetuadas a águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano – Gráficos. 114

Anexo 4 – Resultados de análises efetuadas a águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano – Tabelas. 142

Anexo 5 – Resultados de análises efetuadas a águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano – Gráficos..... 144

Anexo 6 – ETAR do Funchal – Campo Almirante de Reis. 151

Índice de Figuras

Figura 1 – Organigrama ilustrativo da metodologia de trabalho utilizada. 4
Figura 2 – Funchal, 1772, Thomas Hearne. 8
Figura 3 – Inserção da área em estudo no mapa da RAM. 8
Figura 4 – Mapa da área em estudo - concelho do Funchal. 9
Figura 5 – Distribuição percentual da área das freguesias do concelho do Funchal. 9
Figura 6 – Imagem panorâmica da cidade do Funchal. 10
Figura 7 – Imagem panorâmica do Parque de Santa Catarina. 11
Figura 8 – Parque de Santa Catarina. 11
Figura 9 – Carta de uso de solos do concelho do Funchal. 13
Figura 10 – Evolução da população residente do concelho do Funchal. 14
Figura 11 – Evolução da população residente nas freguesias do concelho do Funchal. ... 15
Figura 12 – Rede hidrográfica da área em estudo. 18
Figura 13 – Rede hidrográfica do concelho do Funchal. 19
Figura 14 – Carta de declives do concelho do Funchal. 20
Figura 15 – Carta hipsométrica do concelho do Funchal. 21
Figura 16 – Carta geológica do concelho do Funchal. 22
Figura 17 – Carta de solos do concelho do Funchal. 23
Figura 18 – Precipitação média anual no concelho do Funchal. 24
Figura 19 – Humidade média relativa anual no concelho do Funchal. 25
Figura 20 – Evapotranspiração média anual no concelho do Funchal. 26
Figura 21 – Variação sazonal do regime de evapotranspiração potencial em ano médio no Funchal. 27
Figura 22 – Variação térmica anual entre 1961 a 1990 no concelho do Funchal. 27
Figura 23 – Localização de aproveitamentos hidroelétricos. 29
Figura 24 – Localização das captações de água subterrânea no concelho do Funchal. 30
Figura 25 – Localização das estações de tratamento de águas residuais no Funchal. 31
Figura 26 – Escoamento superficial na região em estudo. 34
Figura 27 – Rede de monitorização da qualidade das águas superficiais no concelho do Funchal. 35
Figura 28 – Rede do sistema de abastecimento do Funchal. 38
Figura 29 – Distribuição percentual consoante origem de água para abastecimento no concelho do Funchal em 2004. 39
Figura 30 – Identificação de fontes de poluição nas bacias hidrográficas em estudo. 41
Figura 31 – Caracterização do estado das massas de água subterrânea no concelho do Funchal. 42

Figura 32 – Sistema ilustrativo de adsorção em carvão ativado. 47
Figura 33 – Volume mensal de resíduos da ETAR do Funchal entre os anos de 2009 e 2013. 48
Figura 34 – Resíduos médios mensais gerados pela ETAR entre os anos 2009 a 2013. .. 48
Figura 35 – Eficiências de remoção de SST, CQO e CBO_5 na ETAR do Funchal para os anos 2009 e 2011-2013. 49
Figura 36 – Variação temporal mensal do parâmetro SST correspondente ao ano 2013.. 49
Figura 37 – Variação temporal mensal do parâmetro CQO, correspondente ao ano 2013..... 50
Figura 38 – Variação temporal mensal do parâmetro CBO_5, correspondente ao ano 2013..... 50
Figura 39 – Variação temporal mensal dos parâmetros Fósforo (P) e Azoto (N), correspondente ao ano 2013. 51
Figura 40 – Variação temporal anual dos parâmetros Fósforo (P) e Azoto (N) entre 2009 e 2013..... 51
Figura 41 – Evolução temporal do pH no furo JK18, na ribeira de João Gomes. 65
Figura 42 – Evolução temporal dos nitratos no furo JK19, na ribeira de São João. 66
Figura 43 – Evolução temporal dos fosfatos no furo JK19, na ribeira de São João..... 67
Figura 44 – Evolução temporal da temperatura no furo JK20, na ribeira de Santa Luzia 68
Figura 45 – Evolução temporal dos nitratos no furo JK3, na ribeira dos Socorridos..... 69
Figura 46 – Evolução temporal da temperatura no furo JK2, na ribeira dos Socorridos. . 70
Figura 47 – Evolução temporal da temperatura no furo JK1, na ribeira dos Socorridos. . 71
Figura 48 – Evolução temporal do pH no furo JK4, na ribeira dos Socorridos. 72
Figura 49 – Evolução temporal da temperatura no furo JK4, na ribeira dos Socorridos. . 73
Figura 50 – Evolução temporal dos coliformes totais na ETA da Alegria..... 80
Figura 51 – Evolução temporal do pH na ETA da Alegria. 81
Figura 52 – Evolução temporal dos coliformes totais na ETA de Santa Quitéria..... 82
Figura 53 – Evolução temporal dos coliformes fecais na ETA de Santa Quitéria. 83
Figura 54 – Evolução temporal do pH na ETA de Santa Quitéria. 84
Figura 55 – Evolução temporal do manganês na ETA de Santa Quitéria. 85

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Características gerais das bacias hidrográficas da região em estudo..... 19
Tabela 2 – Características gerais da principal central de produção de energia elétrica. ... 29
Tabela 3 – Caracterização das fontes de captação de água no concelho do Funchal. 31
Tabela 4 – Identificação e caracterização das ETAR's. 32
Tabela 5 – Índice de cobertura de abastecimento de água no concelho em estudo..... 37
Tabela 6 – Consumos de água no setor industrial no concelho do Funchal. 40
Tabela 7 – Necessidades e consumos de água para o setor agrícola na região em estudo.40
Tabela 8 – Cargas unitárias (kg/ha.ano) resultantes de rejeições industriais pontuais afluentes no meio hídrico no ano de 2009..... 42
Tabela 9 – Conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água a verificar. 64
Tabela 10 – Conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água a verificar. 79

Lista de abreviaturas e siglas

AFMS – Aproveitamento dos Fins Múltiplos dos Socorridos

CBO_5 – Carência Bioquímica de Oxigénio

CMF – Câmara Municipal do Funchal

CQO – Carência Química de Oxigénio

DQA – Diretiva Quadro da Água

DROTA – Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente do Governo Regional da Madeira

EEM – Empresa de Eletricidade da Madeira

ETA – Estação de Tratamento de Águas

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

IEM – Instituto de Emprego da Madeira

IGA – Investimentos e Gestão da Água

INAG – Instituto da Água (Atual APA – Agência Portuguesa do Ambiente)

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

N – Azoto

P – Fósforo

PGRH – Plano de Gestão de Região Hidrográfica

PIB – Produto Interno Bruto

PNA – Plano Nacional da Água

PRAM – Plano Regional da Água da Madeira

RAM – Região Autónoma da Madeira

RH10 – Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira

SRAmb – Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Governo Regional da Madeira

SST – Sólidos Suspensos Totais

UE – União Europeia

VMA – Valor Máximo Admissível

VMR – Valor Máximo Recomendável

Capítulo 1

Introdução

1. Introdução

“Enquanto o poço não seca, não sabemos dar valor à água” (Fuller, 1732).

A água, bem cada vez mais raro quer em termos de qualidade quer em quantidade disponível, tem vindo a assumir, desde os primórdios da civilização humana, um papel de recurso fundamental no processo de evolução de qualquer civilização, pelo que a sua utilização deve ser prudente e racional.

De certa forma, a escassez ou abundância da água, quer em qualidade quer em quantidade, condicionam em larga escala o desenvolvimento económico e social de uma dada região, pelo que torna-se indispensável a utilização sustentável da água, apoiada numa gestão e proteção a longo termo dos recursos hídricos disponíveis.

Muito se discute acerca de como essa gestão deve ser efetuada, mas a variável natureza encarrega-se de a descomplicar impondo que esta seja executada apenas no espaço em que a recolha manda, sendo obrigatoriamente realizada no espaço restringido ao da bacia hidrográfica.

Com isto, o correto planeamento e monitorização das águas visa a proteção e gestão das águas, concentrando-se não só na quantidade como também na qualidade, compatibilizando a sua utilização com a sua disponibilidade no meio sem comprometer a conservação e regeneração da própria rede hidrográfica, de modo a que haja uma utilização sustentável e consumo balanceado, satisfazendo as necessidades da geração atual e futura.

Nas sociedades modernas, o alucinante desenvolvimento de atividades industriais e urbanísticas têm originado uma procura incessante de água, não só em quantidade mas também em qualidade.

Os recursos hídricos são utilizáveis não só para abastecimento público, produção de energia e atividades de recreio mas também tem um papel essencial de suporte de vida nas mais diversas espécies de fauna e flora.

Assim, compete apenas e somente ao Homem aprender a coexistir com a natureza, desfrutando da mesma, sem a danificar irremediavelmente e sem comprometer o nível de vida a que nos habituamos e a que todos nós temos direito. É a este desenvolvimento

sustentável que todos nós teremos que nos habituar, pois está em causa a própria sobrevivência da espécie humana.

1.1 Recursos hídricos e o conceito de sustentabilidade

A planificação e a gestão dos recursos hídricos é um assunto que atualmente é considerado prioritário e tido de forma problemática e responsável, contrariamente ao que se evidenciava a alguns anos atrás, em que era considerada como uma medida de segundo plano, sem a devida importância e prioridade. Isso deve-se ao fato de cada vez mais se evidenciar, no nosso dia-a-dia, as consequências da poluição ambiental ocorridas ao longo de muitos anos resultantes dos padrões de vida cada vez mais exigentes.

O conceito de sustentabilidade de recursos hídricos é sinónimo de qualidade de vida em que a água, sendo um elemento vital e fundamental a uma vida saudável, deve ser preservada e protegida para que esta seja um recurso ao alcance das gerações futuras garantindo assim a sobrevivência do Homem por muitos anos.

Assim, é objetivo principal desde estudo o da sensibilização dos leitores daquele que será, no futuro, o maior dos nossos problemas: o recurso à água.

1.2 Objetivos

No âmbito do conceito de sustentabilidade hidrológica, a realização deste estudo teve como foco a análise exclusiva da qualidade das águas superficiais e subterrâneas de uma determinada região, pertencente a uma dada bacia hidrográfica do concelho do Funchal.

Apesar de este trabalho não ser um assunto inovador na matéria em questão, mas sim análogo e complementar à informação já existente, este estudo tem como objetivo o da sensibilização dos leitores para a relevância da continuidade e aperfeiçoamento da já existente monitorização das águas, superficiais e subterrâneas, como medida preponderante à sustentabilidade e qualidade do recurso água nos anos vindouros. Deste modo, este trabalho inclui:

- Identificação e caracterização das bacias hidrográficas no concelho em análise;

- Identificação, localização e descrição de impactes significativos resultantes de atividades humanas no resultado de qualidade e estado das águas no concelho em estudo;

- Identificação, localização e descrição das redes de monitorização das águas;

- Caracterização, classificação, delimitação e análise da condição ecológica das águas subterrâneas e superficiais existentes no concelho em estudo;

- Medidas, recomendações e ações prioritárias visando o cumprimento das normas de qualidade ambientais.

1.3 Metodologia de desenvolvimento

A elaboração da atual dissertação de mestrado realizou-se de acordo com a metodologia apresentada na figura 1.

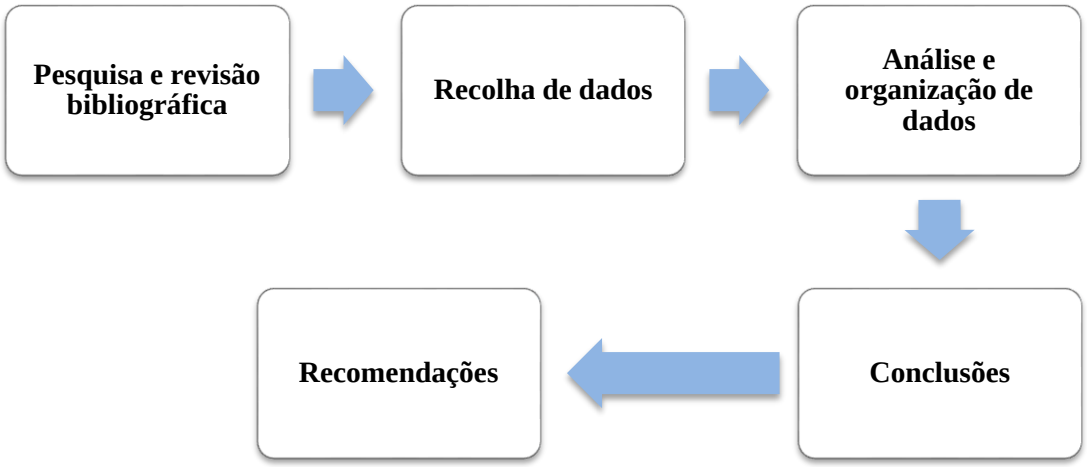


Figura 1 – Organigrama ilustrativo da metodologia de trabalho utilizada.

A primeira fase iniciou-se pela pesquisa e revisão bibliográfica referente ao tema em estudo, seguindo-se uma recolha de dados junto das entidades responsáveis pela gestão e monitorização dos recursos hídricos no Funchal.

Posteriormente, efetuou-se um tratamento aos dados obtidos, seguindo-se a etapa correspondente à exposição de conclusões das análises à qualidade das águas superficiais e subterrâneas no concelho, em acordo com legislação em vigor.

No fim, foram apresentadas medidas, recomendações e ações prioritárias visando a melhoria global da situação atual dos recursos hídricos no concelho em estudo.

1.4 Organização da dissertação

Esta dissertação de mestrado é composta por 6 capítulos.

O *capítulo 1* dedica-se à introdução ao tema em estudo – Análise da qualidade das águas no Funchal.

No *capítulo 2* é feita uma caracterização ao concelho em estudo onde se destacam aspetos demográficos, socioeconómicos e geográficos.

O *capítulo 3* corresponde à caracterização e descrição das bacias hidrográficas do concelho do Funchal, onde se incluem não só aspetos de caráter hidrológico, geomorfológico e climático mas também informação relativa ao uso de recursos hídricos e fontes de poluição e/ou contaminação.

O *capítulo 4* destina-se à caracterização da ETAR municipal do Funchal. Para além de uma descrição relativa ao funcionamento da unidade de tratamento de águas é igualmente feita uma exposição gráfica temporal de dados referentes à qualidade dos efluentes residuais entre os anos de 2009 e 2013.

O *capítulo 5* dedica-se à análise da qualidade das águas subterrâneas e superficiais do concelho do Funchal. Este capítulo destaca-se não só pela realização de uma descrição de potenciais fontes de contaminação e respetivos riscos para a saúde pública mas também pela exposição paramétrica temporal dos dados obtidos junto da entidade responsável pela exploração dos recursos hídricos no Funchal, a IGA, incluindo as respetivas conclusões.

Finalmente, é no *capítulo 6* que encontram-se expostas as conclusões gerais deste trabalho, onde se incluem algumas sugestões e recomendações à melhoria da situação atual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no concelho do Funchal.

Nos anexos, para além da legislação consultada relativa aos parâmetros de qualidade a cumprir nas águas destinadas à produção de água para consumo humano, encontram-se expostos todos os dados obtidos referentes às análises, não só à qualidade das águas subterrâneas e superficiais no concelho mas também à qualidade das águas residuais que afluem à ETAR municipal.

Capítulo 2

Caracterização da área em estudo – concelho do Funchal

2. Caracterização da área em estudo – concelho do Funchal

2.1 Aspetos geográficos

"(...) Funchal, a que o capitam deo este nome, por se fundar em hum valle fermoso de singular arvoredo, cheyo de funcho até o mar"

In Saudades da Terra, Frutuoso, Gaspar.

Figura 2 – Funchal, 1772, Thomas Hearne.

(Fonte: www.cm-funchal.pt)

Mundialmente famoso pela sua disposição em forma de anfiteatro defronte ao oceano Atlântico, contrastando ao fundo pelas imponentes montanhas, o concelho recebeu o nome Funchal devido à existência de um enorme e formoso arvoredo, composto por funchos até ao mar, no período inicial da sua colonização. O concelho do Funchal é um dos municípios que constituem a RAM, estando esta situada na parte central do Atlântico oriental (ver figura 3).

Figura 3 – Inserção da área em estudo no mapa da RAM.

(Fonte: www.madeira.pflanzenweg.de/assets/images/map_madeira.gif)

O concelho possui uma área total aproximada de 76,15 Km^2 e perímetro aproximado de 84,00 Km, estando toda esta área distribuída por dez freguesias: Imaculado Coração de Maria, Santa Maria Maior, São Gonçalo, São Martinho, São Pedro, Santa Luzia, São Roque, Sé, Monte e Santo António, tal como podemos observar na figura 4.

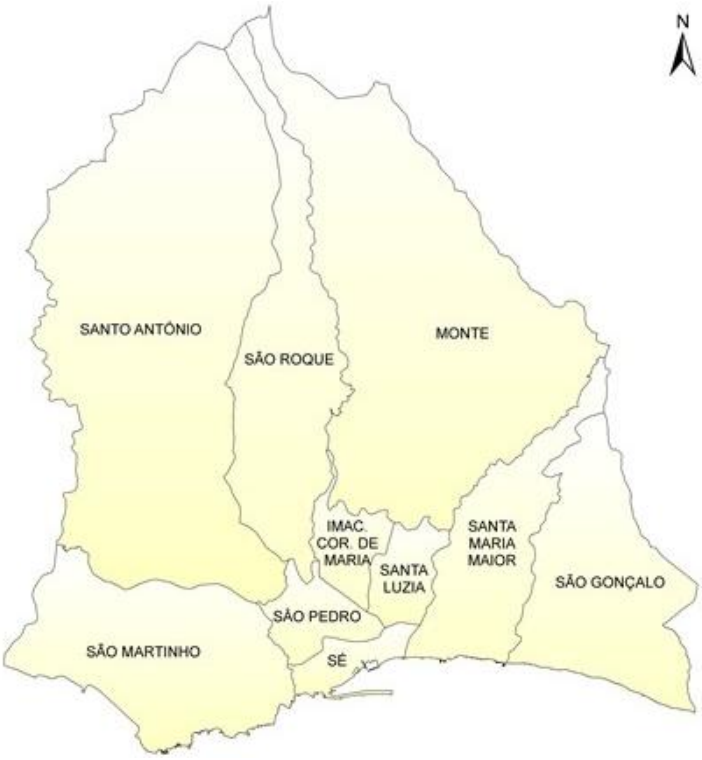


Figura 4 – Mapa da área em estudo - concelho do Funchal.

(Fonte: www.cm-funchal.pt)

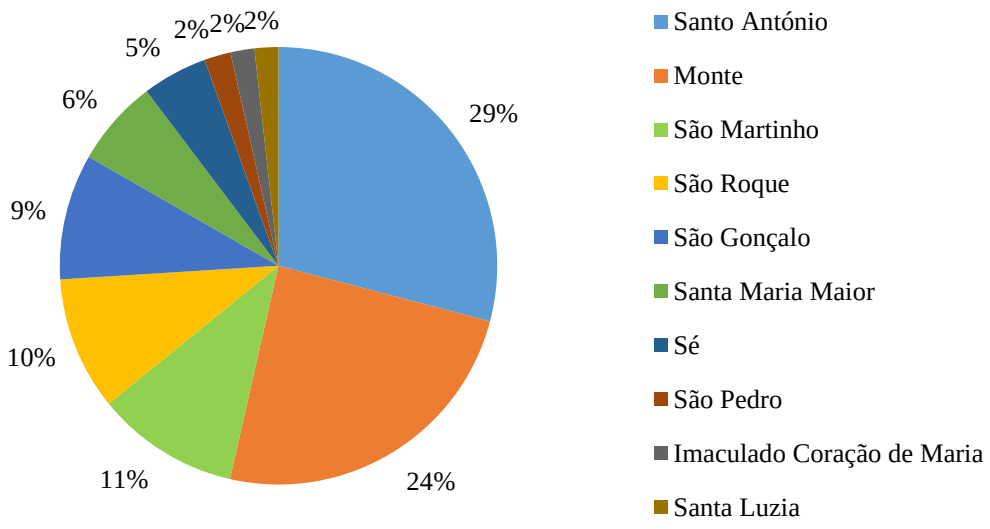


Figura 5 – Distribuição percentual da área das freguesias do concelho do Funchal.

O Funchal localiza-se na costa sul da Ilha da Madeira e confina com os concelhos de Câmara de Lobos a oeste, Santana a norte, Machico a nordeste e finalmente Santa Cruz a este.

Em relação à sua hidrografia, este concelho é entalhado por cinco cursos de água principais, sendo eles as ribeiras de São Gonçalo, de João Gomes, de Santa Luzia, de São João e finalmente a dos Socorridos.

2.2 A cidade do Funchal

Dona de uma beleza ímpar, louvada em versos e eternizada em quadros, a Ilha da Madeira e, sobretudo, a cidade do Funchal tornaram-se, ao longo de séculos, num autêntico mito romântico europeu, passando a estar incluída, quase obrigatoriamente, nos roteiros de excelência do turismo internacional.

Figura 6 – Imagem panorâmica da cidade do Funchal.

(Fonte: www.panoramio.com/photo/100558912)

Detentora de uma paisagem única, composta por maravilhosos jardins verdejantes, onde despontam flores de beleza singular influenciadas pelo clima mediterrâneo ao longo de todo o ano, defronte ao resplandecente azul do mar e abrigada pelas majestosas montanhas, a cidade do Funchal é, assim, viva e descontraída durante o dia mas vibrante e eclética à noite.

Figura 7 – Imagem panorâmica do Parque de Santa Catarina.

(Fonte: www.panoramio.com/photo/100558386)

O Funchal é, desde há vários anos, um dos principais portos de navios cruzeiro do mundo sendo a aproximação das embarcações ao seu porto extremamente reconhecida como uma das mais espetaculares do mundo, rivalizando com o porto do Rio de Janeiro tamanho estatuto.

Figura 8 – Parque de Santa Catarina.

(Fonte: www.panoramio.com/photo/100557744)

2.3 Aspetos socioeconómicos

Esta é uma região que em termos socioeconómicos apresenta algumas carências, especialmente em termos de taxa de empregabilidade. Relatórios recentes elaborados pelo

IEM dão conta da existência de uma taxa de desemprego a rondar os 17,50% da população ativa, o que corresponde a aproximadamente 15.889 pessoas desempregadas, sendo que o desemprego no concelho do Funchal corresponde a uns impressionantes 42% do total registado na RAM, sendo que as quebras evidenciadas nos setores da construção civil, comércio a retalho, alojamento e restauração foram as atividades económicas que mais contribuíram para este valor.

Em relação à população ativa, destacam-se neste concelho a predominância do setor terciário cada vez mais influente na economia municipal, intimamente ligado à atividade do turismo, nomeadamente às áreas de comércio, serviços de hotelaria e restauração. As condições naturais, ambientais e humanas, aliadas à riqueza da paisagem e património cultural e arquitetónico da cidade deixam antever boas perspetivas ao crescimento da atividade turística na cidade.

No que respeita ao setor primário, este tem um papel relativamente significante e expressivo no tecido industrial do concelho, sendo o vinho o produto agroindustrial de maior peso na economia local, destacando-se a produção do mundialmente famoso "*Madeira Wine*".

O cultivo de flores ornamentais e frutos subtropicais são outras das atividades que se evidenciam neste pequeno setor económico.

Contudo, tem-se verificado um abandono progressivo nas atividades agrónomas nos últimos anos, em parte devido à economia local maioritariamente composta por atividades do setor terciário mas também devido à falta de mão-de-obra especializada e à perda de solos para usos urbanos, com consequências negativas no uso sustentável do solo e da água.

Seguidamente, na figura 9, encontra-se exposta a carta de usos do solo no concelho do Funchal.

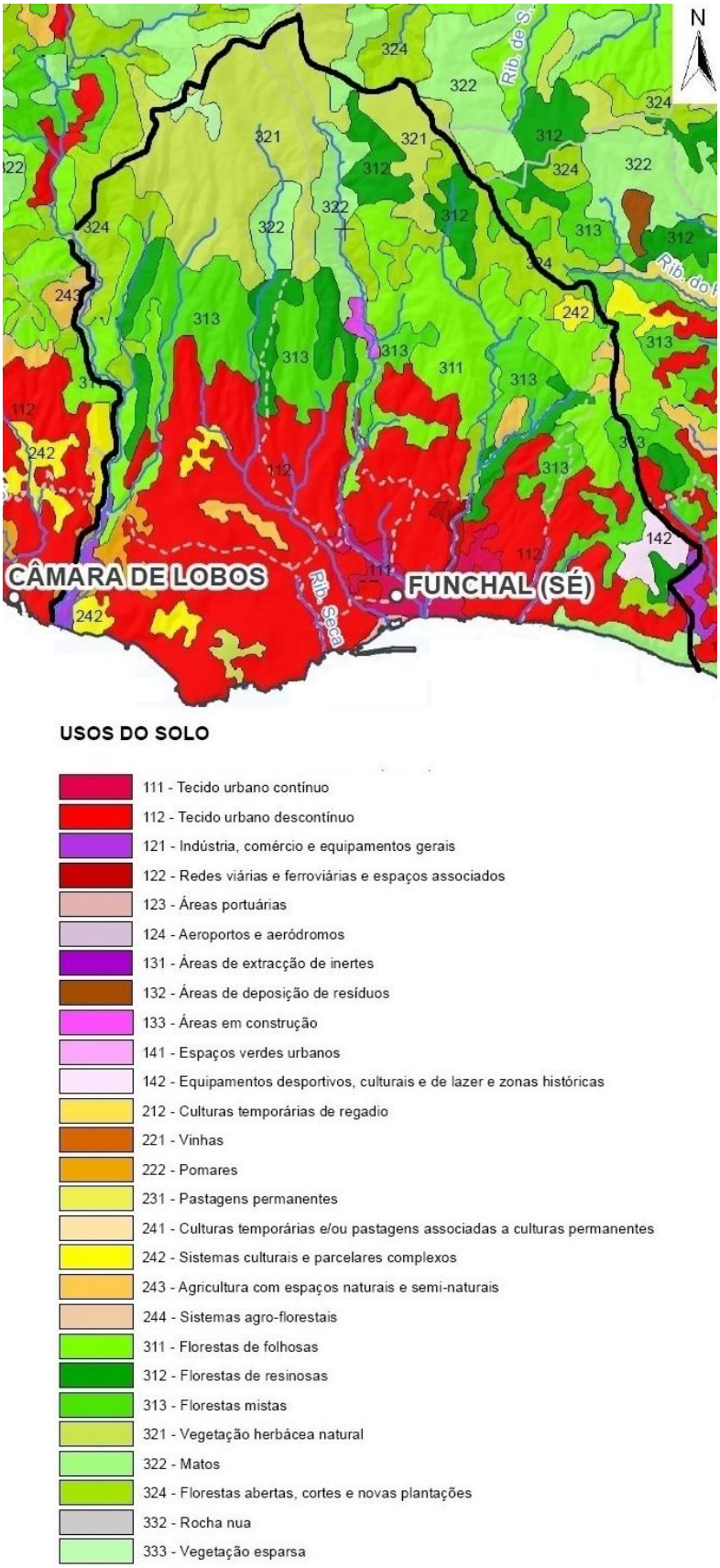


Figura 9 – Carta de uso de solos do concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

2.4 Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, o concelho do Funchal apresenta um clima temperado húmido, com verão seco e quente, com temperaturas amenas durante todo o ano, possuindo uma temperatura média anual de 19,60 ˚C (fonte: IPMA).

O nível de humidade mantém-se relativamente constante entre os 70% a 73%, provocando um efeito de sensação térmica superior às temperaturas efetivas.

A precipitação total anual oscila muito de ano para ano, sendo que relativamente ao ano de 2012, os registos apontam para um total de 627,20 mm de precipitação anual total.

Devido ao fato da cidade estar disposta em forma de anfiteatro com as montanhas de um lado e o mar do outro, é muito frequente a ocorrência de nebulosidade, vento e chuva nas zonas altas e simultaneamente céu limpo nas áreas junto à costa.

2.5 População do concelho

Em acordo com relatórios realizados pelo INE, ao longo dos últimos 30 anos constata-se que o número populacional do concelho do Funchal tem vindo a ser constante, sendo que ocorreu um ligeiro crescimento, na ordem dos 8%, nos últimos 10 anos, tal como é visível na figura 10.

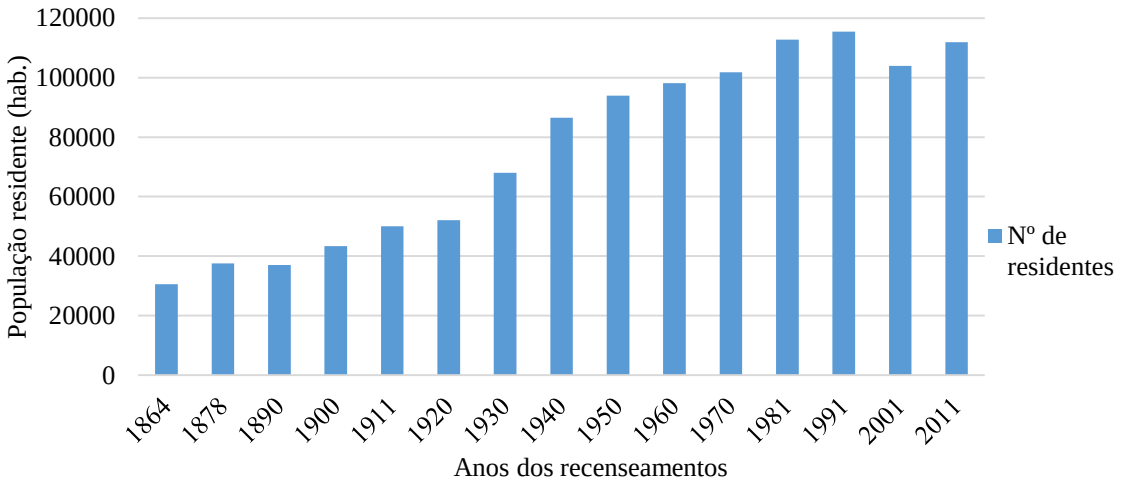


Figura 10 – Evolução da população residente do concelho do Funchal.

(Fonte: www.ine.pt)

O Funchal apresenta uma densidade populacional de aproximadamente 1.469 hab./Km^2, valor substancialmente mais elevado ao registado a nível nacional cujo valor é na ordem dos 115 hab./Km^2, e ao registado a nível regional que é de 334 hab./Km^2.

As freguesias de São Pedro, Imaculado Coração de Maria e Santa Luzia são as mais densamente povoadas em todo o concelho, sendo que as freguesias de Santo António e de São Martinho foram aquelas que mais viram a sua população residente crescer entre os anos de 2001 e 2011, tal como podemos comprovar pela figura 11.

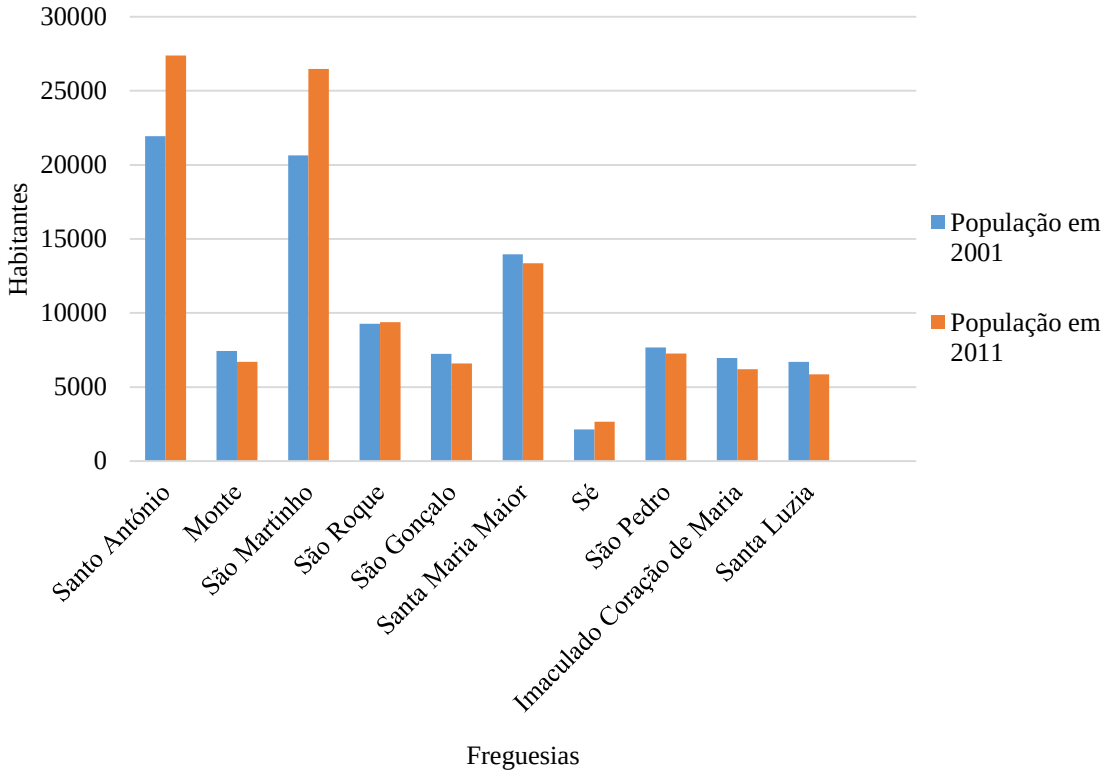


Figura 11 – Evolução da população residente nas freguesias do concelho do Funchal.

(Fonte: www.cm-funchal.pt)

Segundo dados obtidos junto do INE, o concelho em estudo apresenta uma estrutura etária com uma redução na base da pirâmide etária, com baixo número de população jovem (inferior a 20 anos), devida essencialmente ao declínio da taxa de natalidade verificada nos últimos anos (-7,10% de 2001 para 2011) o que provoca obrigatoriamente um aumento da população idosa.

É de realçar que o concelho do Funchal conta com 17906 habitantes com idade superior a 65 anos, correspondendo a 16% do total dos residentes do concelho. Este valor cresceu aproximadamente 23% desde 2001 e infelizmente a tendência é para continuar a aumentar.

Outro aspeto demográfico interessante é a existência de 2434 residentes estrangeiros no concelho, cuja origem é maioritariamente Europeia (1241) seguindo-se a América do Sul (813).

Capítulo 3

Caracterização das bacias hidrográficas do Funchal

3. Caracterização das bacias hidrográficas do Funchal

3.1 Caracterização geográfica, hidrológica e geomorfológica

O concelho do Funchal é entalhado por cinco cursos de água principais, sendo eles as ribeiras de São Gonçalo, de João Gomes, de Santa Luzia, de São João e finalmente dos Socorridos, tal como é possível observar pelas figuras 12 e 13, em que as características gerais das mesmas encontram-se expostas na tabela 1.

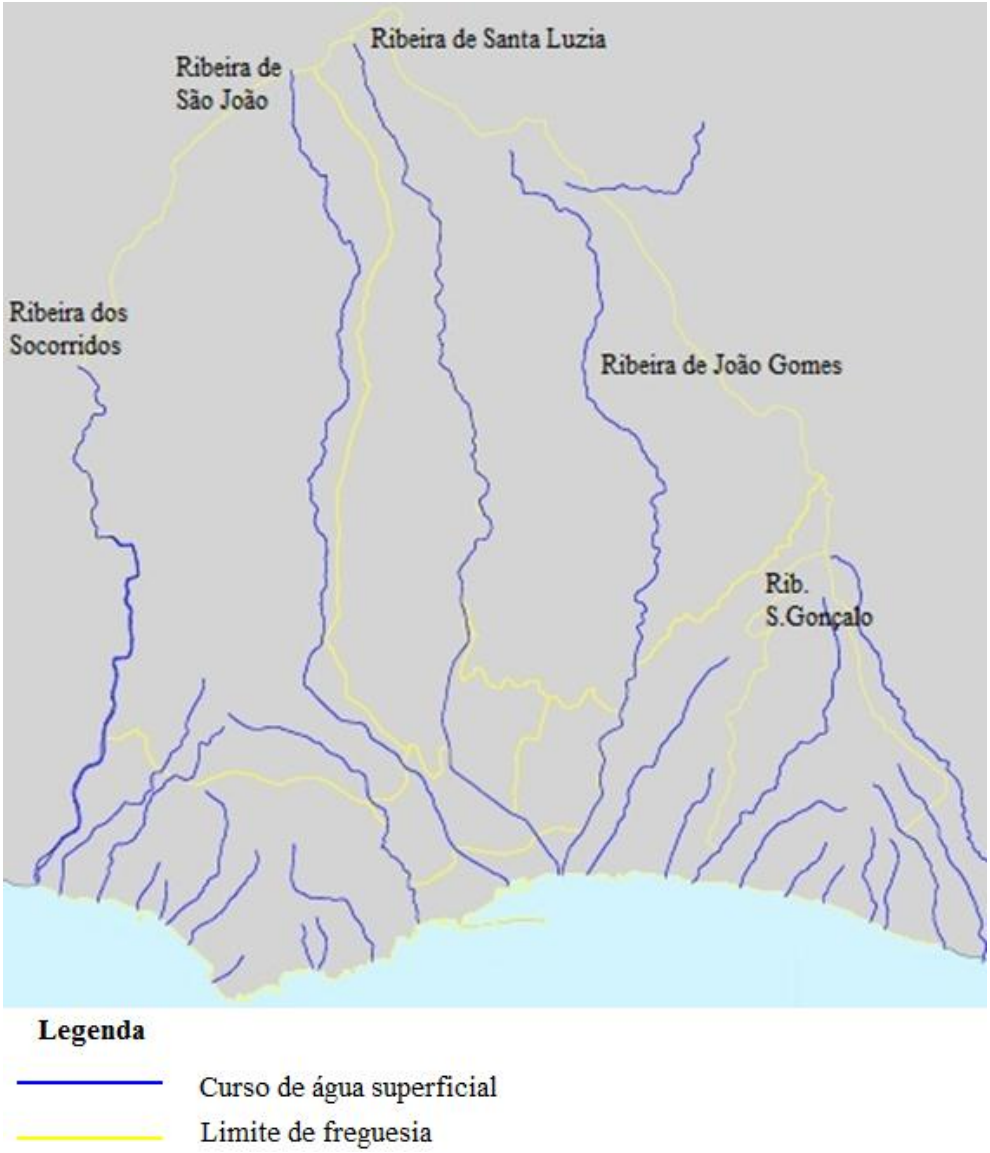


Figura 12 – Rede hidrográfica da área em estudo.

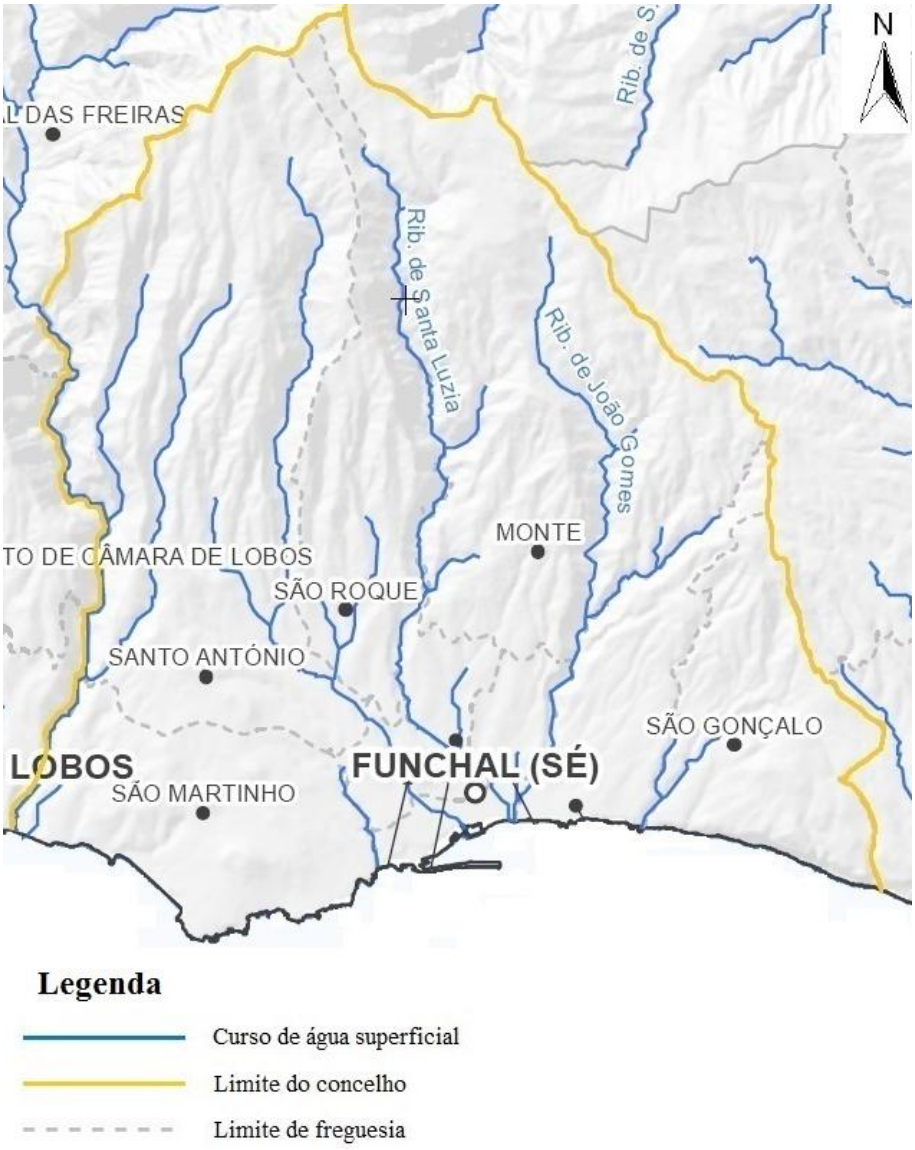


Figura 13 – Rede hidrográfica do concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Tabela 1 – Características gerais das bacias hidrográficas da região em estudo.

(Fonte: Enxurradas e inundações na Madeira (2010))

Ribeira	Área (Km^2)	Perímetro (Km)	Cota máxima (m)	Comprimento do troço principal (Km)
Socorridos	38,90	36,30	1780	16,50
São João	14,60	23,70	1710	11,50
Santa Luzia	14,40	23,30	1760	11,40
João Gomes	12,60	22,20	1550	10,70
São Gonçalo	4,00	11,80	960	5,70

Ao longo do seu percurso, de montante para jusante, as ribeiras apresentam uma variação média de declives entre os 20˚ e os 35˚, atingindo valores máximos na ordem dos 77˚ nos cursos superior e médio e mínimos de 6˚ a 7˚ no curso inferior (Silva, Almeida, Gomes, 2010). Esta rede hidrográfica apresenta sinais de extrema juventude, daí a reduzida erosão lateral.

A nível topográfico, as bacias são compostas maioritariamente por vales profundos, cujo perfil transversal tem forma em V a montante, nos maciços rochosos, e em U a jusante das bacias. Os declives mais acentuados encontram-se entre os 200 e os 1000 metros de altitude com valores máximos situados entre 75% a 100%, tal como é possível observar pela figura 14.

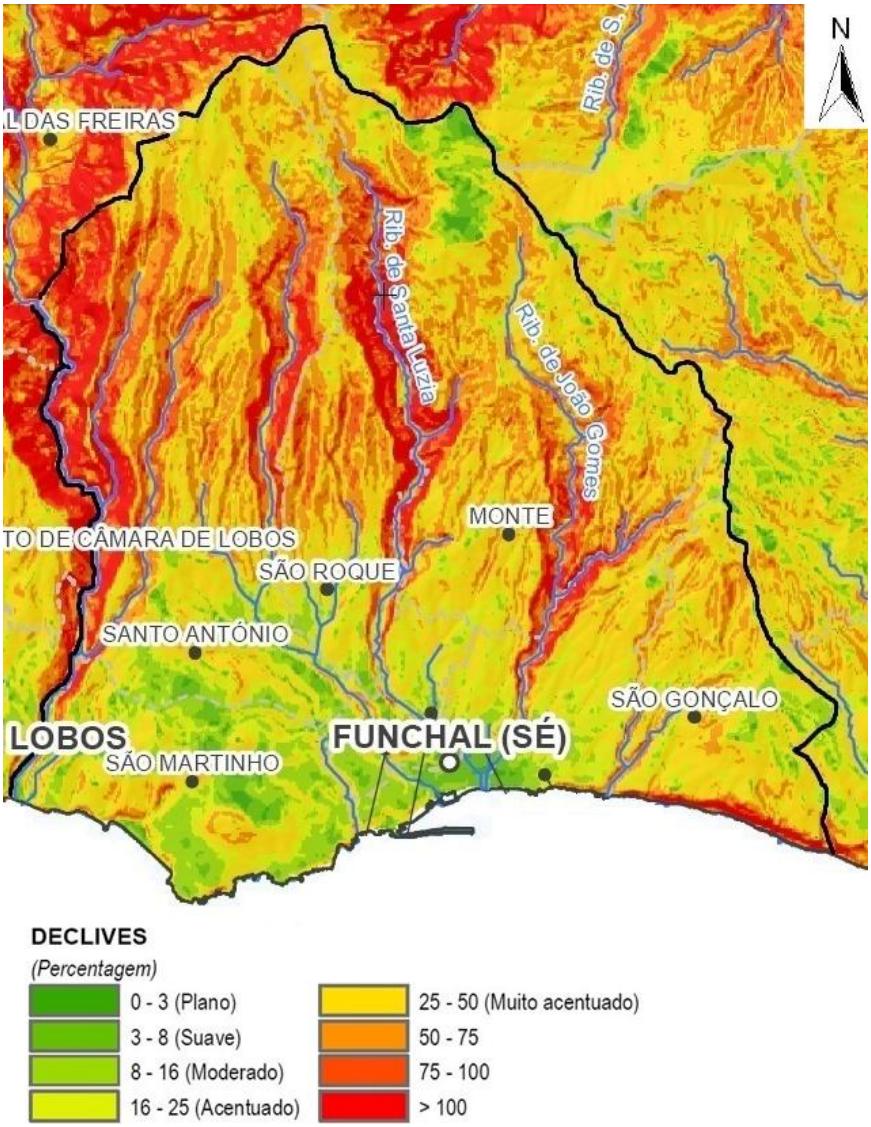


Figura 14 – Carta de declives do concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

O declive bastante acentuado, a fraca permeabilidade dos solos nas encostas juntamente com a forma alongada que a bacia possui, contribui, em caso de ocorrência de intensidade de precipitação elevada, para um aumento da possibilidade de ocorrência de cheias súbitas, tal como ocorreu na fatídica data de 20 de fevereiro de 2010.

Adicionalmente, um relevo muito acentuado, testemunhado na bacia em estudo (ver figura 15), contribui decisivamente para um fraco escoamento subterrâneo na região, daí o reduzido caudal de exploração evidenciado nas captações de água subterrânea no concelho.

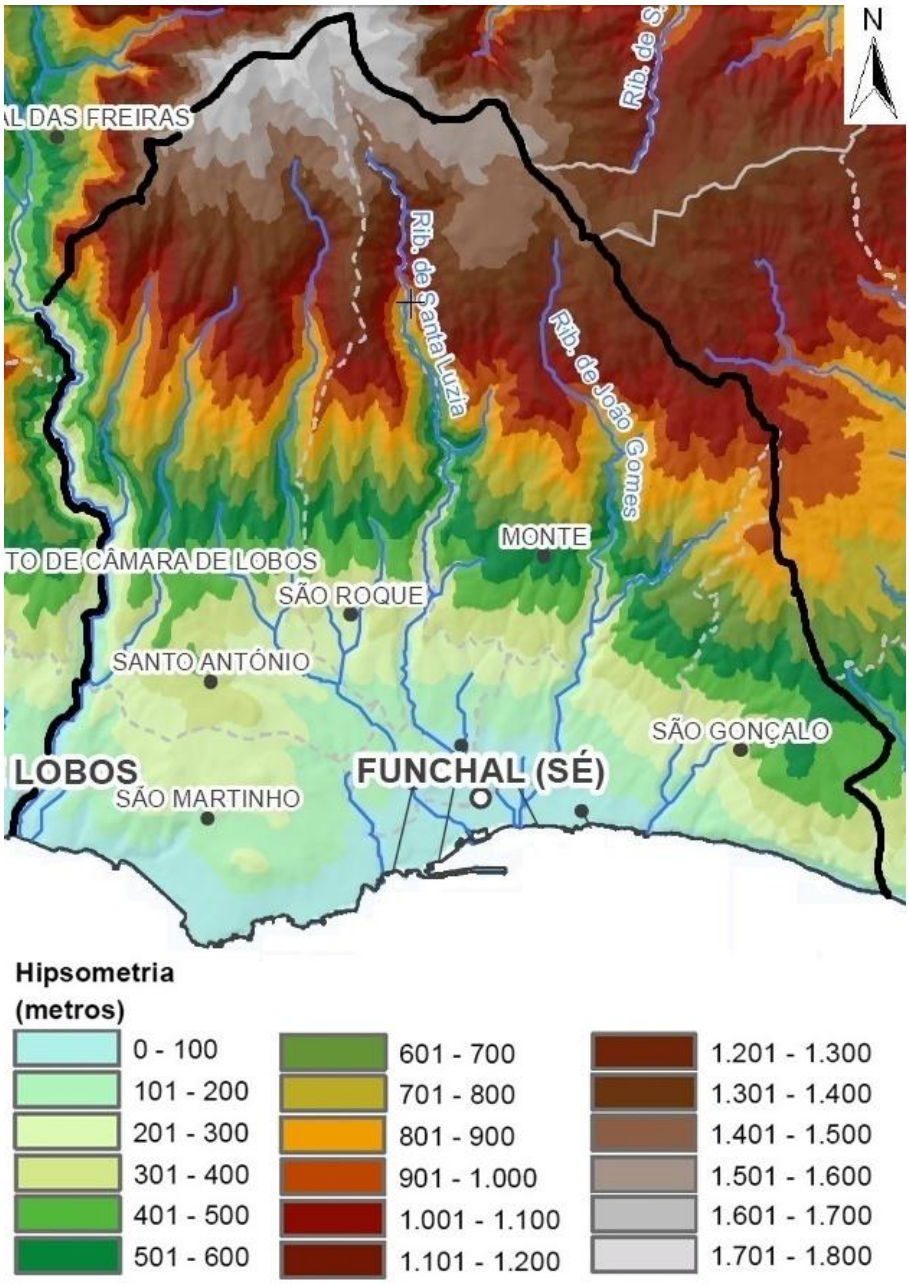


Figura 15 – Carta hipsométrica do concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Em termos geomorfológicos, tal como é possível concluir pela análise à figura 16, as bacias hidrográficas em análise inserem-se no complexo vulcânico principal, que sendo mais recente está naturalmente menos erodido, daí a existência de um declive médio acentuado em toda a área da bacia.

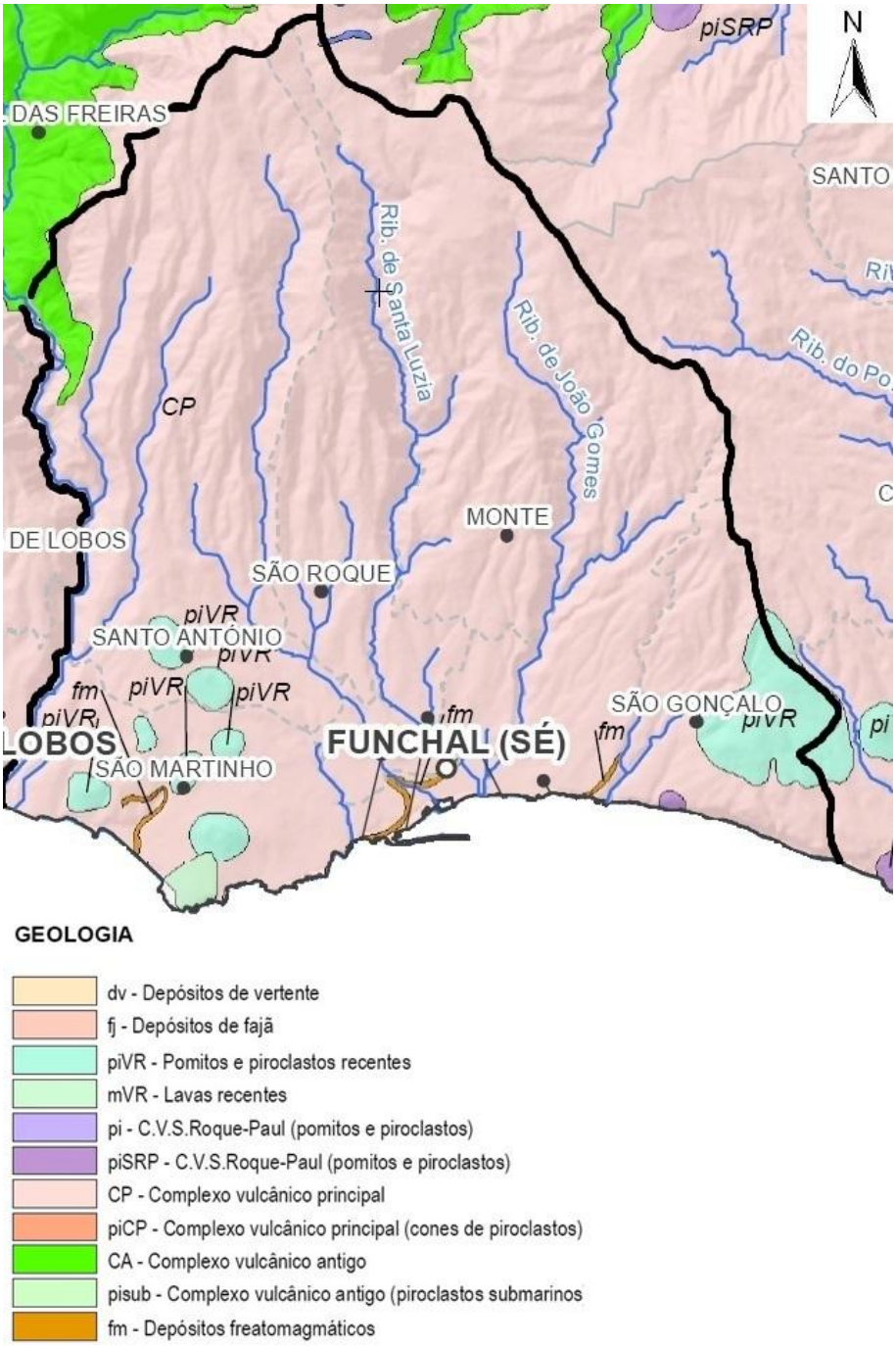


Figura 16 – Carta geológica do concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

O tipo de solo predominante nas bacias é de origem basáltica, tal como no restante território da ilha, sendo o *Umbric Andosols* o tipo de solo predominante nas bacias em estudo, correspondendo a aproximadamente 60% de ocupação da área total das mesmas (ver figura 17).

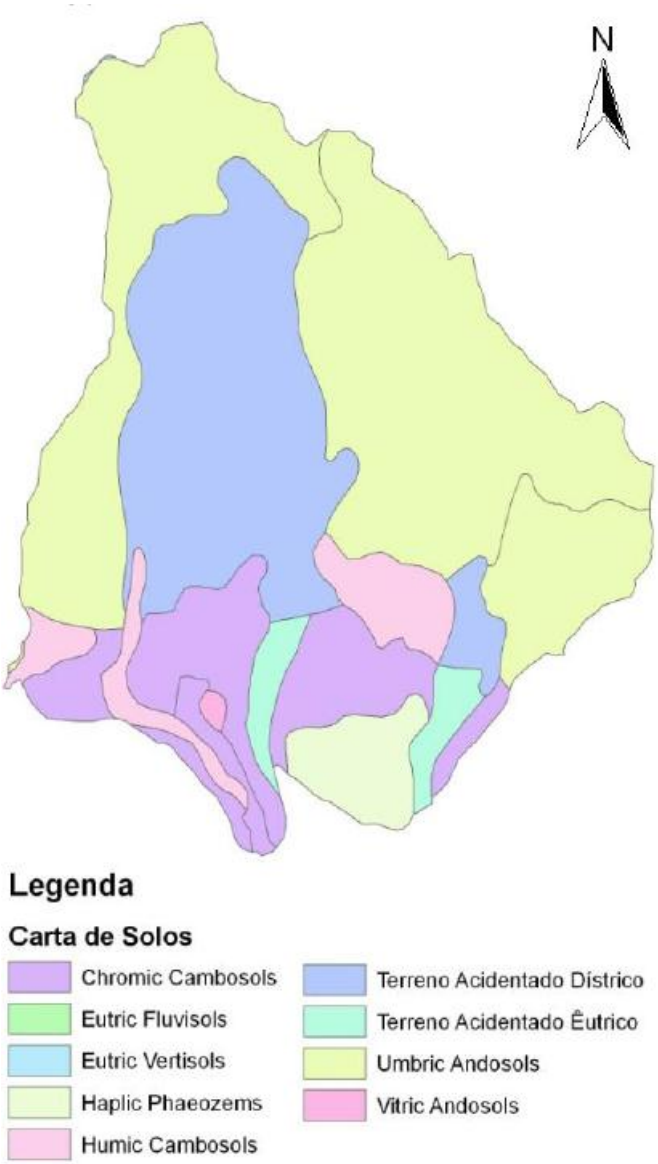


Figura 17 – Carta de solos do concelho do Funchal.

(Fonte: Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha da Madeira (2010))

No aspeto hidrológico, a recarga dos aquíferos ocorre essencialmente nas zonas de maior altitude da bacia e tal situação deve-se ao fato da precipitação tomar valores superiores nestas zonas montanhosas.

As zonas centrais das bacias apresentam aquíferos locais e contínuos, devido essencialmente à irregularidade do terreno e à existência formações vulcânicas pouco permeáveis. As zonas mais próximas da foz correspondem à região de menor infiltração de água no solo, quer devido à reduzida precipitação na área, quer também à alta taxa de urbanização nas zonas a jusante das bacias, contribuindo desse modo para um reduzido escoamento subterrâneo.

3.2 Aspetos climáticos

Em relação à precipitação média anual nas bacias em estudo, este valor aumenta à medida que se dirige para o interior das mesmas, devendo-se não só ao aumento da altitude mas também à ocorrência de precipitação orográfica, tal como é possível observar pela figura 18.

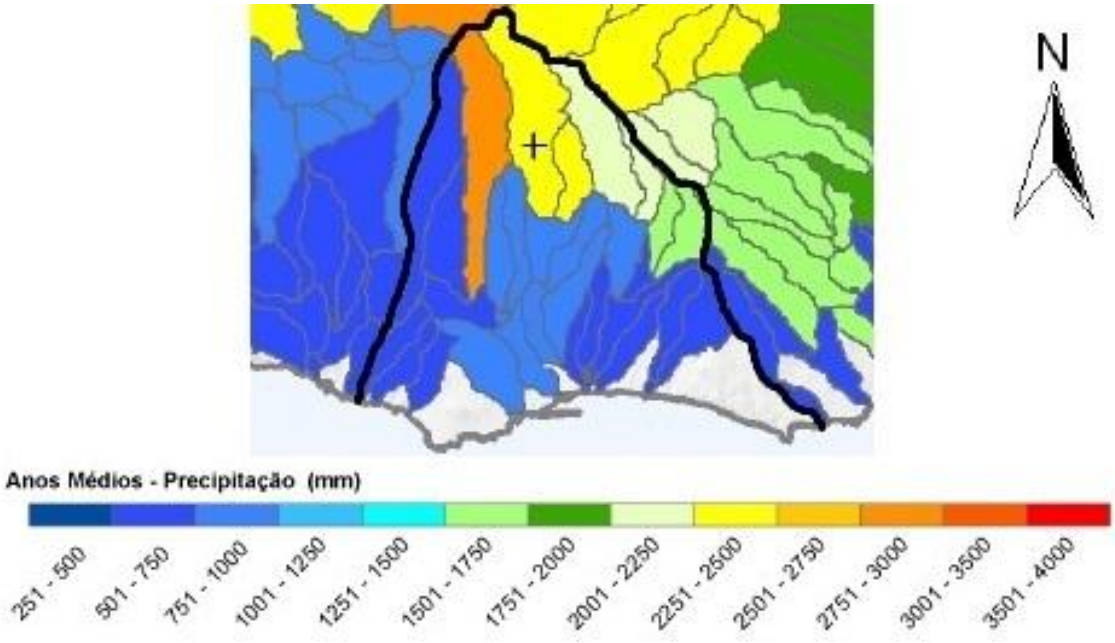


Figura 18 – Precipitação média anual no concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Este último fenómeno natural depende fundamentalmente da humidade relativa, da temperatura do ar e da pressão atmosférica e consiste numa massa de ar húmida, que no caso trata-se de vento marítimo, que é "empurrada" contra as montanhas forçando-a a

ascender. Durante a ascensão, a temperatura do ar desce até atingir o ponto de condensação da água originando desse modo a ocorrência de chuva.

Nestas zonas de maior altitude verificam-se valores de precipitação média anual superiores a 2800 mm enquanto nas zonas a jusante esse valor é de aproximadamente 800 mm.

Em relação à humidade média relativa na região em estudo, podemos concluir que esta mantém-se relativamente constante ao longo dos anos, com valores a oscilar maioritariamente entre os 70% a 73% de humidade relativa no intervalo compreendido entre os anos de 1952 a 1995, tal como é possível concluir pela figura 19.

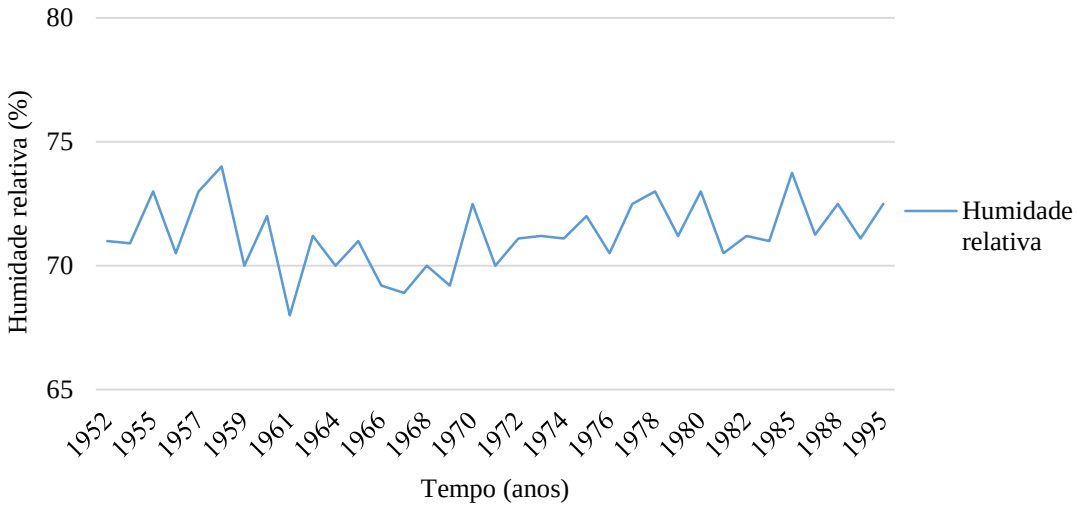


Figura 19 – Humidade média relativa anual no concelho do Funchal.

(Fonte: Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira (2006))

Segundo dados obtidos junto do IPMA, os ventos de maior intensidade ocorrem segundo as direções este e oeste nas zonas baixas da região em análise, sendo que os ventos provenientes de nordeste e sudoeste são os mais frequentes nas zonas baixas com valores aproximados de 7 Km/h. Nas regiões de maior altitude, a maior intensidade de ventos ocorrem segundo as direções norte e nordeste com valores de 20,10 Km/h e 22,40 Km/h respetivamente.

No que à evapotranspiração média anual no concelho do Funchal diz respeito, observando a figura 20, conclui-se que os valores na região em estudo situam-se entre os 301 mm e os 600 mm.

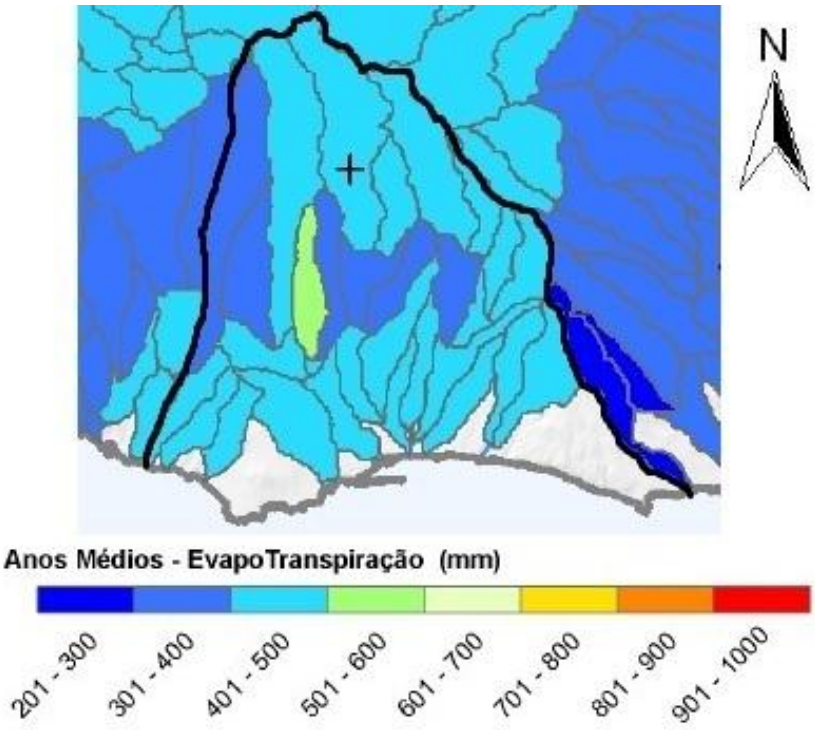


Figura 20 – Evapotranspiração média anual no concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Em relação às perdas de água para a atmosfera, vulgarmente designada por evapotranspiração, regista o seu valor mínimo de 53 mm no mês de dezembro, enquanto no mês de julho regista o seu valor máximo de 125 mm (ver figura 21).

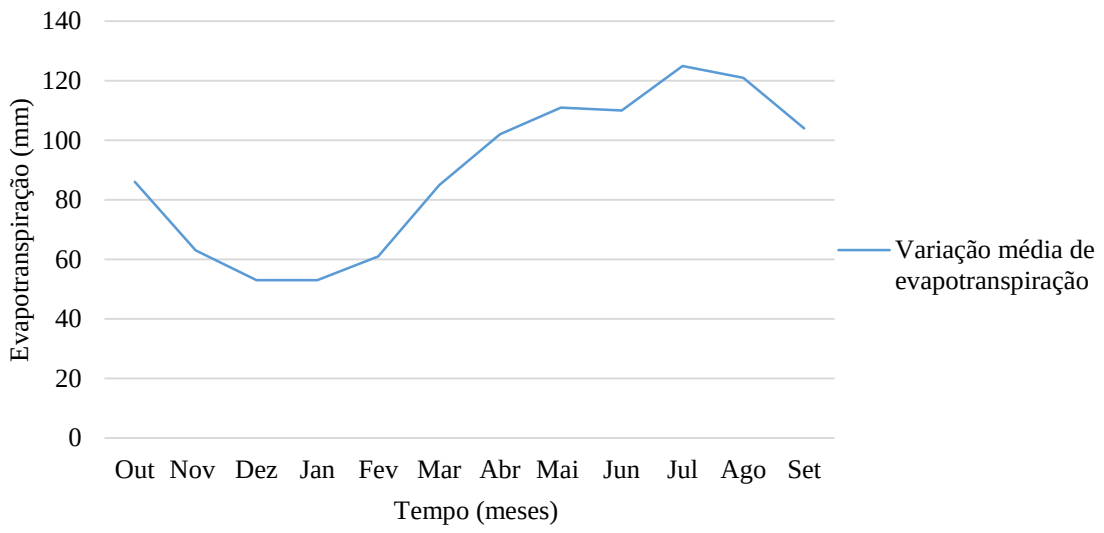


Figura 21 – Variação sazonal do regime de evapotranspiração potencial em ano médio no Funchal.

(Fonte: PRAM (2003))

Segundo dados obtidos junto do IPMA, o concelho do Funchal possui uma temperatura média anual entre 18,70˚C na baixa da cidade e 9,10˚C no Areeiro com uma amplitude térmica na ordem dos 6,40˚C e 6,10˚C respetivamente.

Pela observação da figura 22, relativa ao ciclo anual da variação térmica no Funchal registada entre 1961 até 1990, conclui-se que agosto e setembro são os meses mais quentes enquanto os meses de janeiro e fevereiro são os mais frios.

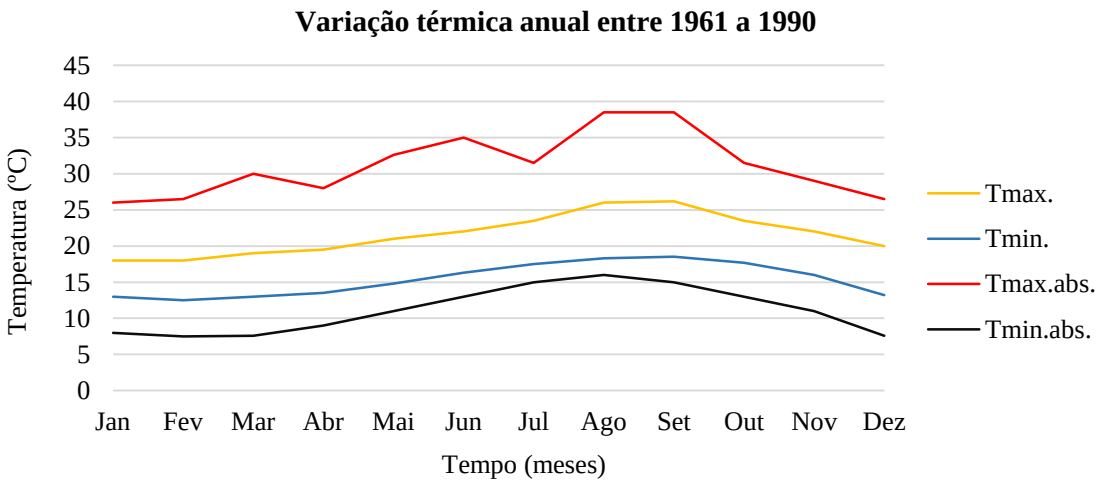


Figura 22 – Variação térmica anual entre 1961 a 1990 no concelho do Funchal.

(Fonte: Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira (2006))

No que ao clima diz respeito, segundo a classificação de Köppen, a região em estudo apresenta um clima temperado húmido com verão seco e quente, com temperaturas amenas durante o ano.

3.3 Usos da água

3.3.1 Aproveitamentos hidráulicos

Os recursos hídricos detêm um papel essencial para a produção de energia elétrica, sendo utilizados volumes significativos de água na sua produção no concelho do Funchal.

Como a maioria das centrais de produção de energia elétrica situam-se nas proximidades de pontos de captação ou adução de água, esta, depois de turbinada, é novamente reposta no sistema de transporte de água a fim de ser utilizada para o abastecimento urbano e regadio agrícola.

No concelho do Funchal existem duas centrais hidroelétricas com um volume anual turbinado combinado de 12 250 235 m^3 de água, situadas em Santa Quitéria (a de maior produção), freguesia de Santo António e na Alegria (mini central hídrica), freguesia de São Roque (ver figura 23). As principais características da central de maior produção elétrica no concelho encontram-se expostas na tabela 2.

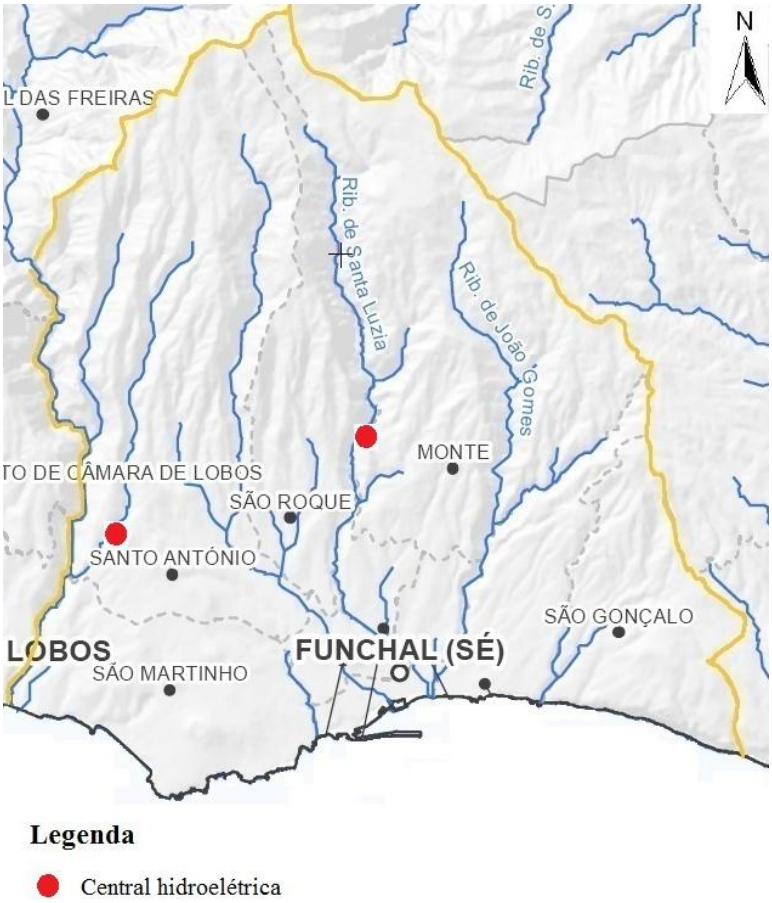


Figura 23 – Localização de aproveitamentos hidroelétricos.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

É de realçar o fato da produção de energia hidroelétrica variar ao longo de todo o ano, essencialmente devido à variância das condições hidrológicas anuais evidenciadas na região em estudo.

Tabela 2 – Características gerais da principal central de produção de energia elétrica.

(Fonte: EEM e IGA)

Local	Potência instalada (MW)	Produção (GW)	Emissão (GWh)	Altura de queda (m)	Tipo de turbina	Volume total turbinado em 2013 (m^3)
Santa Quitéria	1,70	1,99	1,99	212	Pelton	12 250 235

3.3.2 Uso doméstico

3.3.2.1 Captações de água

Presentemente no Funchal existem 6 furos de captação na Ribeira dos Socorridos, um nas ribeiras de João Gomes, Santa Luzia e São João. As suas localizações encontram-se apresentadas na figura 24 e as principais características dos furos analisados no presente trabalho encontram-se na tabela 3.

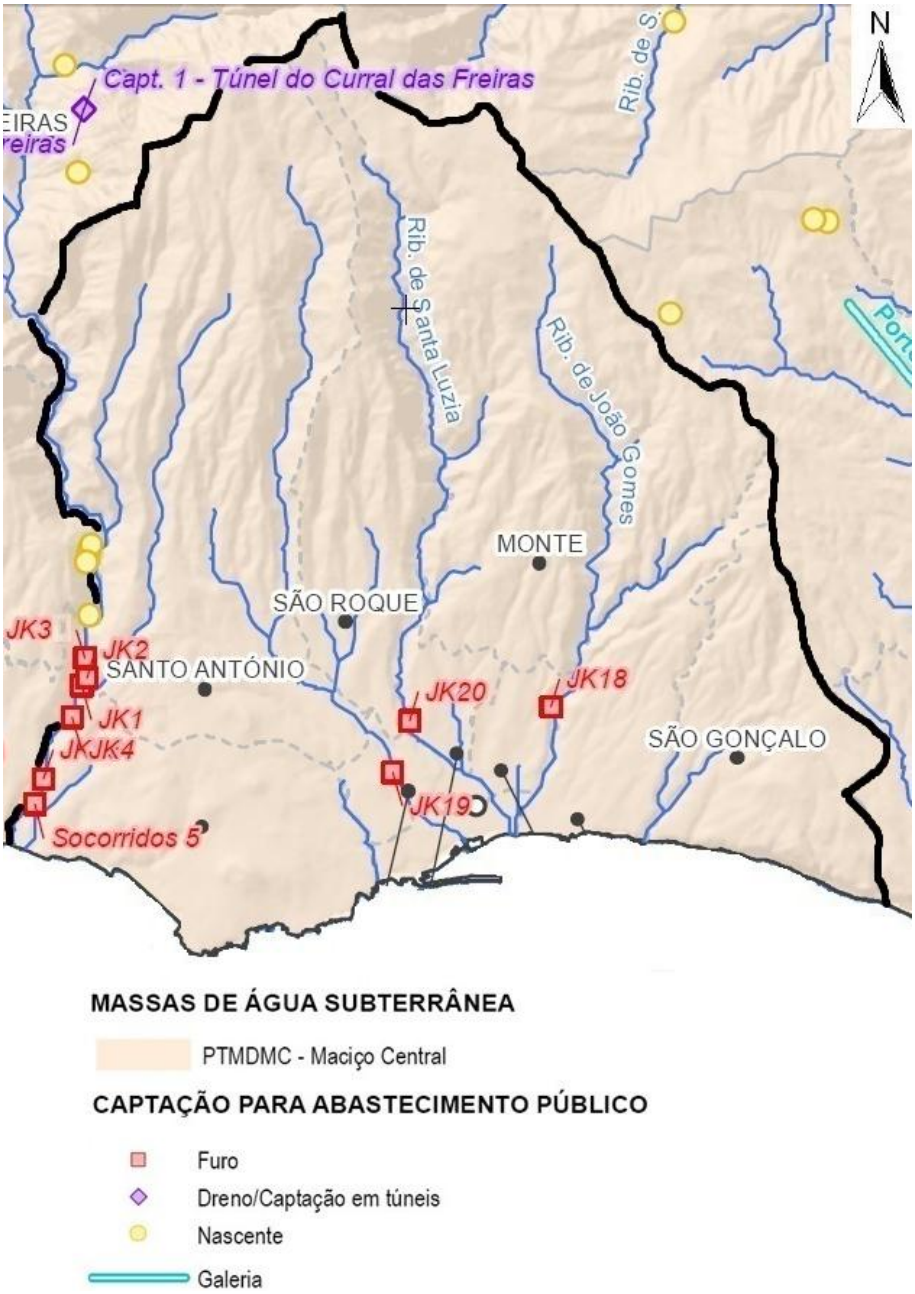


Figura 24 – Localização das captações de água subterrânea no concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Tabela 3 – Caracterização das fontes de captação de água no concelho do Funchal.

(Fonte: Geologia e Recursos Hídricos Subterrâneos da Ilha da Madeira (2000) e IGA)

Designação	Localização	Ribeira	Profundidade (m)	Distância à foz (m)	Volume captado em 2013 (m^3)	Ano de início de exploração
JK1	Funchal/Cª Lobos	Socorridos	157	2 325	629 400	1988
JK2	Funchal/Cª Lobos	Socorridos	157	2 170	585 648	1988
JK3	Funchal/Cª Lobos	Socorridos	146	2 030	470 501	1988
JK4	Funchal/Cª Lobos	Socorridos	117	1 680	415 869	1988
JK18	Funchal	João Gomes	149	1 500	236 365	1996
JK19	Funchal	São João	145	1 150	266 291	1996
JK20	Funchal	Santa Luzia	153	1 525	230 272	1996

3.3.2.2 Rejeição e tratamento de efluentes

Presentemente, o Funchal possui duas ETAR´s, tal como é possível observar pela figura 25.

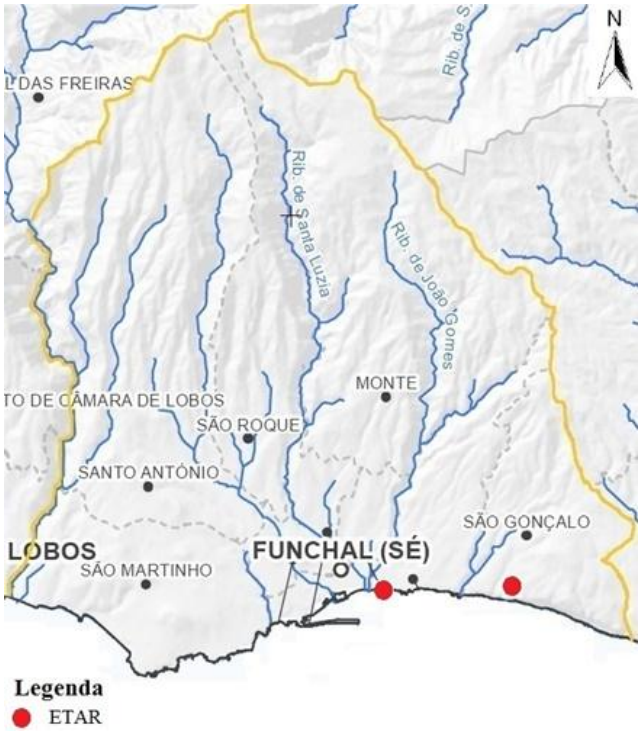


Figura 25 – Localização das estações de tratamento de águas residuais no Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

A unidade secundária, localizada na urbanização da montanha, serve aproximadamente 20 a 30 casas e consiste num sistema independente de tratamento secundário por discos biológicos. Os biodiscos, vulgarmente conhecidos por discos biológicos, são sistemas que recorrem a processos aeróbicos de decomposição de matéria orgânica. Estes discos encontram-se parcialmente submersos no efluente a tratar e enquanto giram promovem o contato direto do efluente com o oxigénio, elemento fundamental no processo, estimulando desse modo todo o processo aeróbico com vista à decomposição da matéria orgânica.

Quanto à unidade principal, esta encontra-se situada à beira mar, no Campo Almirante de Reis. Seguidamente apresentam-se, na tabela 4, as características gerais das ETAR's existentes no concelho em estudo.

Tabela 4 – Identificação e caracterização das ETAR's.

(Fonte: CMF)

Concelho	Localização	Pop. servida	Tipo de tratamento	Local de descarga
Funchal	Funchal	100 000	Pré-primário	Oceano Atlântico
Funchal	São Gonçalo	300	Secundário	Oceano Atlântico

A unidade principal serve aproximadamente 85% da população do concelho e realiza um tratamento físico preliminar aos efluentes, compostos pelas três seguintes operações:

- **Gradagem:** inclui todos os processos de remoção de material sólido grosseiro e areias de forma a evitar o desgaste dos equipamentos mecânicos localizados a jusante. A câmara de gradagem é composta por três grades cuja capacidade é de 2,10 m^3/s e velocidade de escoamento de 1 m/s. O espaçamento entre as grades é de 20 mm. Toda a matéria resultante deste processo é conduzida por uma tela transportadora e seguidamente para um compactador.

- **Desarenação:** tem como objetivo a remoção de partículas suficientemente densas que decantam quando a velocidade de atravessamento é reduzida. O desarenador possui uma planta quadrada com 10 m de lado. A areia extraída por bombagem é

então sujeita a uma lavagem através de um clarificador de areias, sendo seguidamente armazenada num contentor.

- **Tamisação:** corresponde à etapa final de todo este processo. A estação em estudo está equipada com três tamisadores, sendo que dois deles possuem uma malha de 0,50 mm e uma de 1,50 mm, sendo que este último apenas entra em funcionamento em caso de anomalia. Os sólidos removidos neste processo são conduzidos por uma tela transportadora a fim de serem compactados e armazenados em contentores.

Finalmente, a água residual obtida neste processo é encaminhada para uma estação elevatória de onde parte um emissário submarino. Este emissário é composto por tubagens de PEAD, com um diâmetro de 120 mm. O troço inicial possui 550 m de comprimento e encontra-se equipado com 62 orifícios atingindo uma cota de - 50 m em relação ao nível médio do mar.

É de notar que todos os resíduos gerados ao longo de todo este processo de tratamento de efluentes são recolhidos pelos serviços municipais de recolha de resíduos sólidos.

De maneira a controlar a influência do efluente tratado no meio recetor efetuam-se periodicamente análises à entrada e à saída da ETAR bem como na área de influência do emissário submarino. Devido à existência de praias balneares em zonas circundantes à estação de tratamento, são também realizadas análises a amostras de água recolhidas na praia da Barreirinha e do Garajau. Relatórios recentes elaborados pelo Instituto de Administração da Saúde e Assuntos Sociais da RAM classificam-nas com uma qualidade recomendável para contacto direto com a população nas atividades balneares.

3.4 Escoamento

O escoamento superficial é um parâmetro hidrológico que representa o fluxo de água sobre a superfície do solo de uma bacia hidrográfica e pelos seus múltiplos canais. Tal como é possível visualizar pela figura 26, na região hidrográfica do Funchal o escoamento superficial varia entre valores médios anuais na ordem dos 200 mm junto à costa e de aproximadamente 1 500 mm nas zonas montanhosas do concelho. Tal diferença deve-se

à maior ocorrência de precipitação nas regiões montanhosas, o que contribui em larga medida para um maior valor de escoamento superficial nessa região.

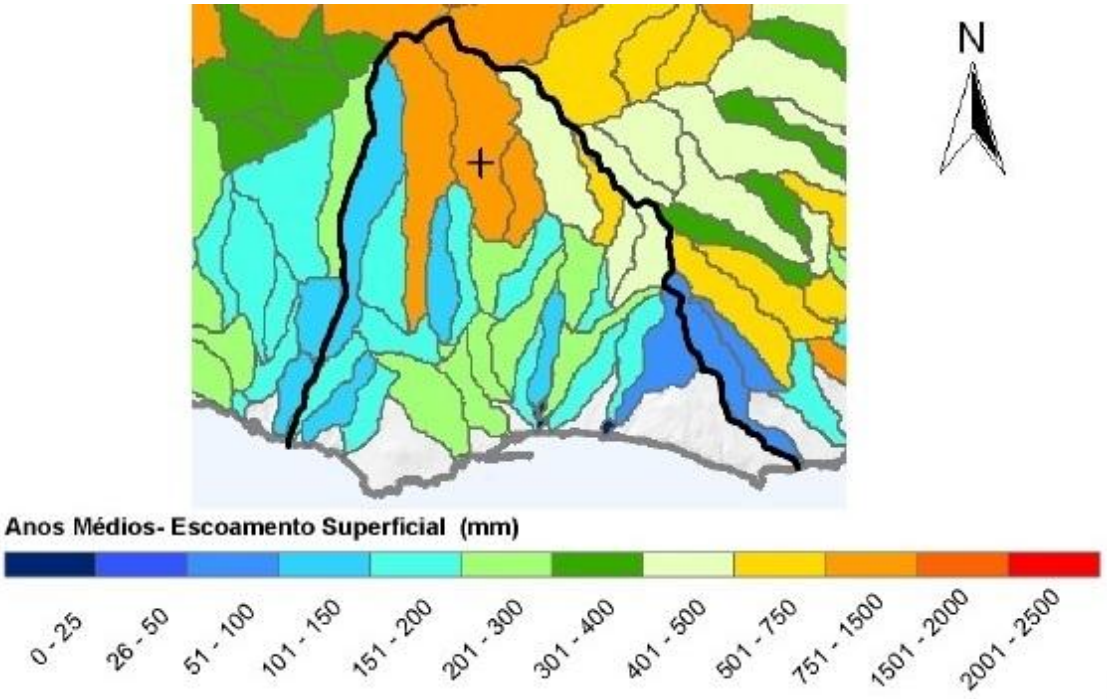


Figura 26 – Escoamento superficial na região em estudo.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

3.5 Redes de monitorização e gestão da água

Na gestão dos recursos hídricos de qualquer região hidrográfica, torna-se indispensável e fundamental a classificação da qualidade da água para os mais diversos usos e utilizações bem como a definição dos objetivos de forma a alcançar uma qualidade minimamente satisfatória da água, sendo esta uma das tarefas à responsabilidade da DROTA.

Em cumprimento com a DQA (2000/60/CE, de 23 de outubro), "é necessária a elaboração e implementação de programas de monitorização de vigilância das águas de forma a fornecer uma avaliação do estado das águas, superficiais e subterrâneas, de uma dada região hidrográfica", de forma a, de acordo com o definido no anexo V, ponto 1.3.1 da DQA:

- Completar e validar o processo de avaliação do impacto sobre as massas de água;

- Desenvolver de forma eficaz e eficiente, futuros programas de monitorização;
- Avaliar as alterações nas condições naturais das massas de água a longo termo;
- Avaliar as alterações resultantes de atividades antropogénicas a longo termo.

O concelho em estudo, em cumprimento com a DQA, possui uma rede de monitorização das massas de água. Os pontos de monitorização existentes no concelho do Funchal necessários à classificação ecológica e química das massas de água encontram-se assinalados na figura 27.

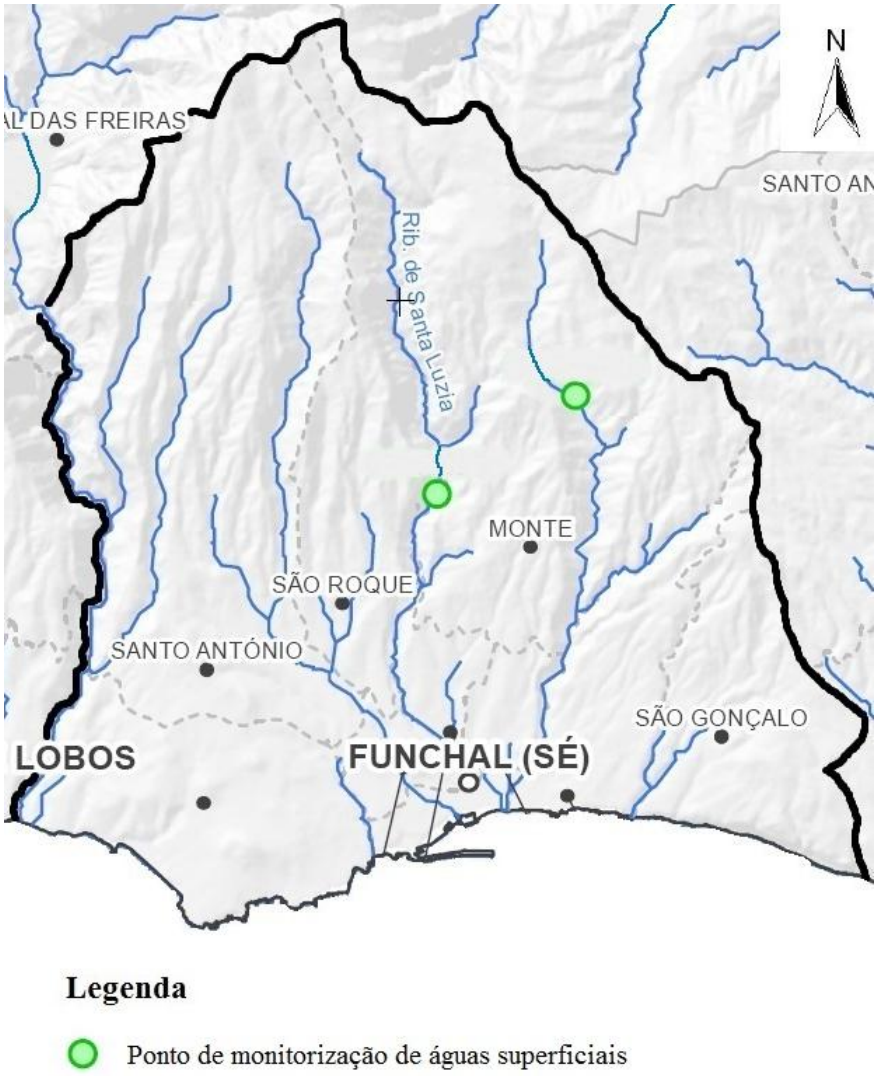


Figura 27 – Rede de monitorização da qualidade das águas superficiais no concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (2013))

Na rede de monitorização e vigilância das águas superficiais no concelho do Funchal, a avaliação da qualidade físico-química das águas depende de condições térmicas (temperatura), condições de oxigenação (oxigénio dissolvido, oxidabilidade, carência bioquímica de oxigénio (CBO_5 (20˚C)), carência química do oxigénio (CQO)), salinidade (condutividade), estado de acidificação (pH, alcalinidade, dureza total, cálcio, magnésio) e finalmente as condições nutricionais (sólidos suspensos totais (SST), nitratos, nitritos, azoto amoniacal, azoto total, fósforo total, azoto kjeldahl, fosfato).

3.6 Usos e necessidades da água

Os padrões de qualidade da água a atingir ou a conservar dependem do conhecimento das necessidades e usos da água. Apesar do avultado investimento na melhoria da qualidade do abastecimento de água à população, ainda é possível constatar alguns problemas na gestão dos recursos hídricos, tais como:

- Ocorrência de perdas avultadas de água ao longo da rede de distribuição, devidas essencialmente a fugas e consumos não faturados;
- Deficiente gestão das águas reservadas ao regadio causado essencialmente pelo enorme desperdício de água pelos seus usuários;
- Irregularidades no fornecimento de água ao regadio causado pela reduzida capacidade de armazenamento disponível, agravada pelas extensas distâncias de condução da água.

De seguida é feita uma exposição e apresentação dos usos e necessidades no consumo de água na região em análise, tendo em conta as diversas atividades que dela necessitam.

3.6.1 Abastecimento urbano

O concelho do Funchal detém, há já largos anos, um sistema de abastecimento público e predial de água, sendo que ao longo dos últimos anos têm-se vindo a realizar extensões à rede de abastecimento de água inicial.

Estas ampliações ao sistema de abastecimento têm vindo a ser efetuadas com o objetivo de, cita-se como exemplo, o aumento do volume de captação de água para abastecimento

público, sendo que é de realçar que 97% da população residente no município em estudo encontra-se servida com rede pública de abastecimento de água, tal como é possível observar na tabela 5.

Tabela 5 – Índice de cobertura de abastecimento de água no concelho em estudo.

(Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (2014))

Concelho	Índice de abastecimento (%)	Pop. servida por rede pública (%)	Pop. servida por rede particular (%)	Pop. sem água canalizada ou outros (%)
Funchal	100	97	1	0,10

Relativamente às captações realizadas no concelho do Funchal, as condições hidrogeológicas não são favoráveis à captação de caudais significativos, destacando-se a existência de nove furos construídos nos leitos de ribeiras, em zonas de baixa altitude, de modo a reduzir a profundidade necessária para atingir o aquífero de base.

Para além de potenciais problemas de contaminação marinha devido à proximidade do mar, o caudal recolhido nestes furos é muito escasso, face ao consumo de água evidenciado no concelho do Funchal.

Para fazer face às necessidades de água, o concelho em estudo recorre à água proveniente de captações em nascentes construídas nas zonas mais altas da ilha, tal como podemos observar pela figura 28, que representa todo o sistema de abastecimento de água do concelho do Funchal.

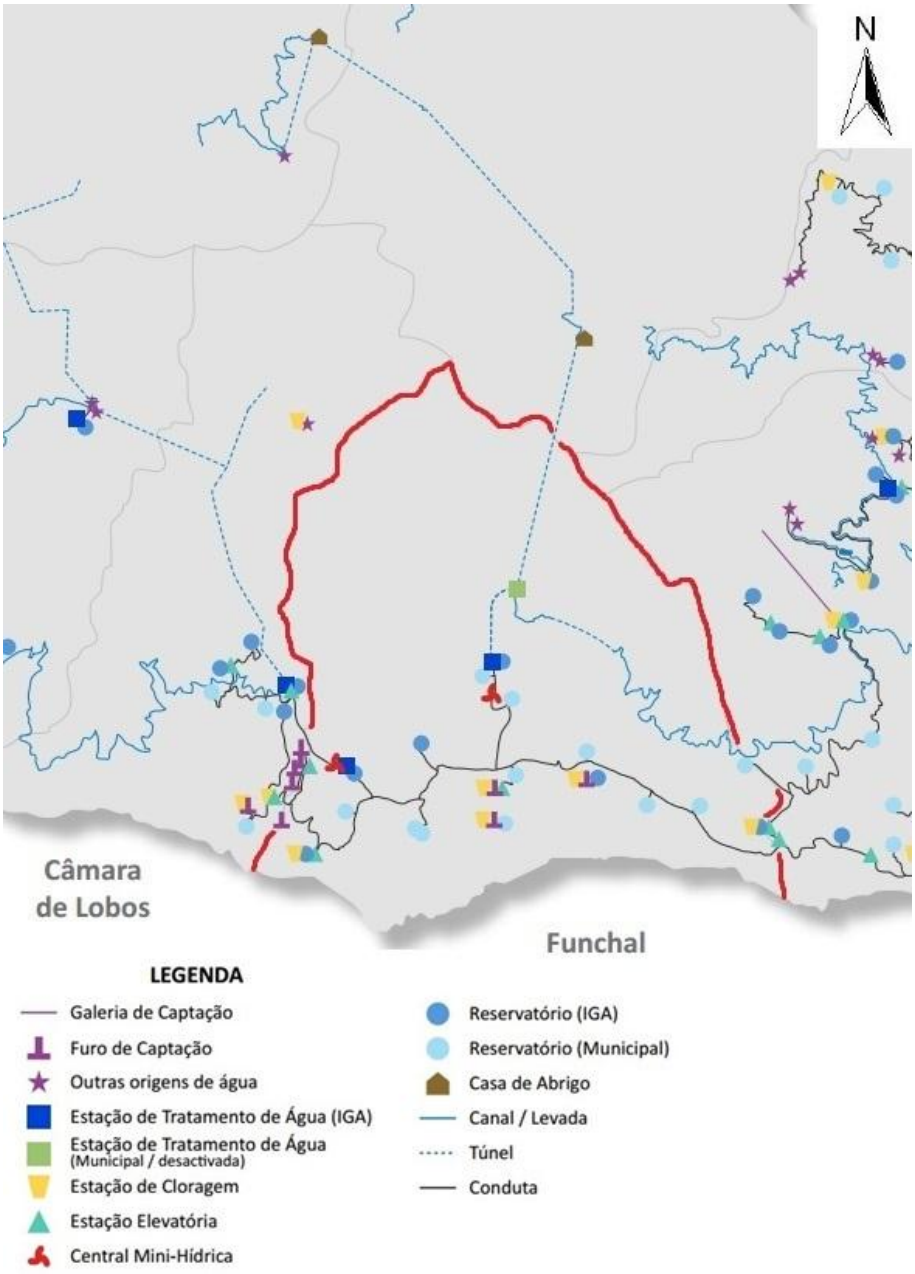


Figura 28 – Rede do sistema de abastecimento do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Segundo (Prada, 2000), este sistema de captação de água por meio de galerias e/ou túneis tem como principais vantagens a obtenção de grandes caudais de água não só devido ao fato das perfurações atravessarem formações com idade geológica mais recente e de maior transmissividade mas também devido à circulação da água por gravidade.

Tal como é possível evidenciar pela figura 29, o sistema dos Tornos e o aproveitamento dos fins múltiplos dos Socorridos, juntos, são os que mais contribuem para o abastecimento de água do Funchal, correspondendo a aproximadamente 90% do total de

água captada entre os meses de novembro e maio e 50% durante a época de verão, sendo que o restante abastecimento é complementado com água proveniente de captações por furos.

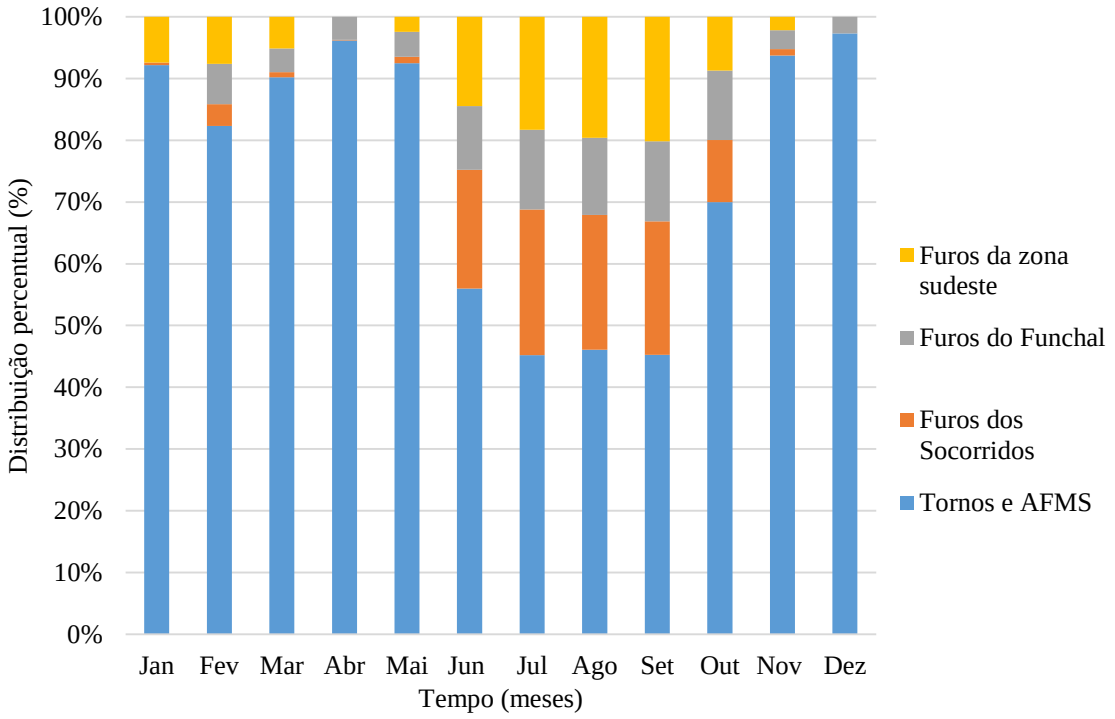


Figura 29 – Distribuição percentual consoante origem de água para abastecimento no concelho do Funchal em 2004.

(Fonte: Adaptado de Disponibilidades hídricas subterrâneas e riscos de contaminação na Ilha da Madeira (2005))

O sistema dos Tornos é composto por quatro túneis e uma galeria, a da Fajã do Penedo, e destina-se fundamentalmente ao transporte de água captada na Serra do Faial, na Fajã da Nogueira, e em São Jorge.

Entre os túneis que integram este sistema encontram-se os dois de maior comprimento já construídos na Ilha da Madeira. O maior, com 5,40 Km de comprimento, teve como início de construção o ano de 1960 e desenvolve-se à cota de 600 m, começando na Fajã da Nogueira, município de Santana. O segundo, com 4,30 Km encontra-se entre a Ribeira Grande, em São Jorge e a Ribeira Seca no Faial. Este sistema tem origem na Boaventura, concelho de São Vicente, atravessa o Funchal e acaba no concelho de Santa Cruz.

3.6.2 Consumo industrial e comercial

Apesar do consumo de água nas atividades industriais e comerciais no concelho em estudo apresentar uma expressão muito significativa, esta é, de uma forma geral, satisfeita pela rede pública de abastecimento existente no concelho. Dados referentes ao ano de 2001 indicam um consumo anual total 257,60x10^3 m^3 de água, tal como podemos observar pela soma dos consumos indicados na tabela 6.

Tabela 6 – Consumos de água no setor industrial no concelho do Funchal.

(Fonte: PRAM (2003))

Concelho	Consumos (x10^3 m^3/ano)	
	Ligados à rede	Origem própria
Funchal	180,30	77,30

3.6.3 Agricultura

A atividade agrónoma no Funchal encontra-se fundamentalmente direcionada para a exportação dos produtos agrícolas tais como a banana, a vinha e alguma cana sacarina. A generalidade das explorações agrícolas são de pequena dimensão e são do tipo familiar recorrendo a pequenos canais de irrigação (levadas).

Infelizmente, verifica-se neste setor económico um grande desperdício de água por parte dos utilizadores essencialmente devido à técnica de regadio utilizada, que consiste basicamente numa rega por alagamento, quando esta deveria ser feita de forma localizada.

Na tabela 7 encontram-se expostos os valores dos consumos e necessidades no setor agrícola no concelho do Funchal.

Tabela 7 – Necessidades e consumos de água para o setor agrícola na região em estudo.

(Fonte: PRAM (2003))

Concelho	Consumos (x10^3 m^3/ano)	Necessidades (x10^3 m^3/ano)
Funchal	1 940	3 530

3.7 Fontes poluidoras

No que às águas superficiais dizem respeito, as conclusões à qualidade das mesmas são, de ordem geral, positivas, bastante influenciadas pelo empenho demonstrado nos últimos 10 anos pelas várias entidades da administração regional em cumprir com os requisitos legais de controlo da qualidade das águas superficiais em vigor.

Num contexto geral, as pressões de origem difusas e pontuais atualmente são pouco significativas sobre as massas de água subterrâneas na região em análise. Tal como podemos constatar pela figura 30, existem um reduzido número de pressões de origem pontual identificadas, sendo que nas pressões do tipo difusa o setor que mais significativamente contribui é o setor agrícola.

Figura 30 – Identificação de fontes de poluição nas bacias hidrográficas em estudo.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014))

Em relação às fontes de poluição pontuais sobre cursos de água, dados referentes a 2009 demonstraram níveis alarmantes de cargas efluentes nos cursos de água superficiais, essencialmente devidos a descargas de origem industrial, tal como é possível constatar pela tabela 8.

Tabela 8 – Cargas unitárias (kg/ha.ano) resultantes de rejeições industriais pontuais afluentes no meio hídrico no ano de 2009.

(Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (2014))

Bacia hidrográfica	CQO	CBO_5	SST	N_{total}	P_{total}
Ribeiras do Funchal	0,43	0,11	0,06	0,02	0,00
Ribeira dos Socorridos	592,69	59,27	98,78	14,82	2,23

No que às águas subterrâneas diz respeito, apesar de possuírem uma boa qualidade, tal como é possível observar pela figura 31, as massas de água subterrâneas da área em estudo estão, de igual modo, suscetíveis a potenciais fontes de poluição.

Figura 31 – Caracterização do estado das massas de água subterrânea no concelho do Funchal.

(Fonte: Adaptado do PGRH do Arquipélago da Madeira (Nemus, Hidromod, 2014)).

Entre elas destaca-se a poluição por contaminação química. A utilização de quantidades excessivas de fertilizantes e pesticidas nas diversas atividades agrónomas, especialmente os adubos azotados, constituem uma grave ameaça à qualidade dos recursos hídricos naturais. A contaminação dessas massas de água dá-se logo após à lixiviação desses compostos químicos nos solos irrigados, que por efeito de gravidade infiltram-se ao longo da camada de solo até alcançar os aquíferos. É de realçar que a presença destes compostos químicos é altamente nociva à saúde pública.

Através dos resultados às análises laboratoriais efetuadas nas captações de água subterrânea, nomeadamente a nascentes, galerias, túneis e furos, evidencia-se, mesmo que esporadicamente, um teor superior ao máximo recomendável de nitratos nos furos dos Socorridos, enquanto no furo de S. João esse teor é ligeiramente superior ao VMR. A presença destes compostos químicos devem-se essencialmente às atividades agrónomas (especificamente o cultivo de bananeiras) praticadas na bacia da Ribeira dos Socorridos e à poluição urbana resultante da intensa ocupação humana na cidade do Funchal para o caso da Ribeira de S. João.

3.7.1 Origem doméstica

Os efluentes domésticos são responsáveis por uma elevada carga poluente nos cursos de água quando descarregados descontroladamente, constituindo assim uma grave ameaça para a saúde pública.

As águas residuais domésticas apresentam uma constituição bastante variada de substâncias dissolvidas e não dissolvidas de origem orgânica e mineral. Normalmente 50 a 70 % do parâmetro SST são de natureza orgânica, encontrando-se no esgoto fresco 70 a 80 % destas substâncias orgânicas sob a forma não dissolvida. Elas são constituídas na sua maior parte por proteínas (40 a 50 %), hidratos de carbono (40 a 50 %) e gorduras (5 a 50 %). Uma outra característica é o seu teor em microrganismos maioritariamente de carácter patogénico (vírus e bactérias).

Algumas vezes, devido à proximidade de urbanizações com unidades industriais, misturam-se as águas de origem urbana com as de proveniência industrial, acrescentando-se assim metais pesados às águas residuais, devendo estas ser encaminhadas para as

devidas estações de tratamento, as ETAR's, resolvendo-se assim um potencial problema de saúde pública e ambiental.

No que ao concelho do Funchal diz respeito, este usufrui, desde a alguns anos, de uma rede de drenagem de águas residuais responsável por encaminhar os efluentes para uma unidade de tratamento, a ETAR municipal, sendo esta responsável por servir aproximadamente 85% da população do concelho.

Capítulo 4

Caracterização da ETAR municipal do Funchal

4. Caracterização da ETAR do Funchal

4.1 Introdução

As ETAR's são instalações fundamentais não só no âmbito do tratamento de afluentes residuais mas de igual modo na preservação ambiental dos recursos hídricos, de maneira a que as futuras gerações não sofram com a degeneração atual desses mesmos recursos hídricos, que é cada vez maior devido a descargas diretas de afluentes residuais no ambiente hídrico provenientes, não só das ETAR´s, que porventura não cumprem a legislação estipulada mas também pela população que, quiçá de forma inconsciente, descarrega resíduos de origem doméstica diretamente sobre linhas de água superficiais e em aquíferos subterrâneos, oriundos de fossas sépticas e outros afins.

Com isto, e no âmbito deste estudo, será efetuada uma caracterização da situação atual da ETAR municipal do Funchal no aspeto qualitativo e quantitativo do tratamento realizado aos afluentes residuais, avaliando o seu comportamento temporal.

Como nota, importa realçar o fato do concelho do Funchal possuir uma outra ETAR, localizada na freguesia de São Gonçalo, mas que devido à reduzida importância da mesma no contexto geral do concelho em estudo a mesma não foi analisada.

4.2 ETAR do Funchal

A ETAR municipal do Funchal é um edifício situado em plena baixa da cidade, na Avenida do Mar, junto ao oceano Atlântico. Todos os equipamentos encontram-se numa unidade fechada, abaixo do nível da avenida.

Segundo (Manteigas, 2000), esta estação encontra-se dimensionada para um caudal médio diário de 60 000 m^3/dia, e o tipo de tratamento realizado compreende todos os processos inerentes à gradagem, desarenação, remoção de óleos e tamisação dos afluentes residuais. É de realçar a existência de uma unidade de bombagem dos efluentes tratados para um emissário submarino.

Quanto ao sistema de purificação de ar, segundo (Manteigas, 2000) a unidade efetua um tratamento dos gases por meio de adsorção em dois filtros de carvão ativado, dimensionados para um caudal de 17 100 m^3/h de ar. Os referidos filtros possuem 3 m de diâmetro, detendo aproximadamente 12,7 m^3 de carvão ativado granular, organizados em duas camadas com 90 cm de espessura cada uma, tal como podemos observar pela figura 32.

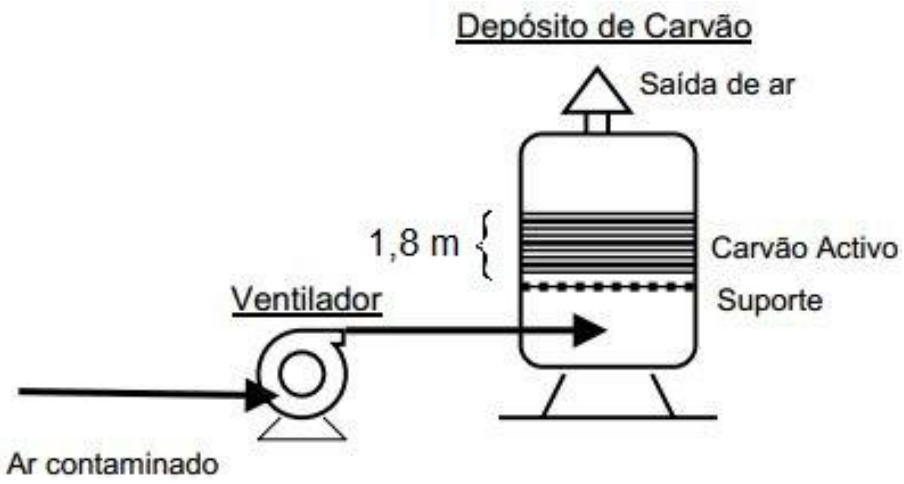


Figura 32 – Sistema ilustrativo de adsorção em carvão ativado.

(Fonte: Adaptado de Manteigas (2000))

4.3 Análise da qualidade das águas residuais da ETAR do Funchal

Seguidamente efetua-se uma análise evolutiva temporal paramétrica, referentes à qualidade e eficiência do tratamento das águas residuais que afluem à ETAR municipal, através de dados obtidos junto da Divisão de Águas Residuais da Câmara Municipal do Funchal.

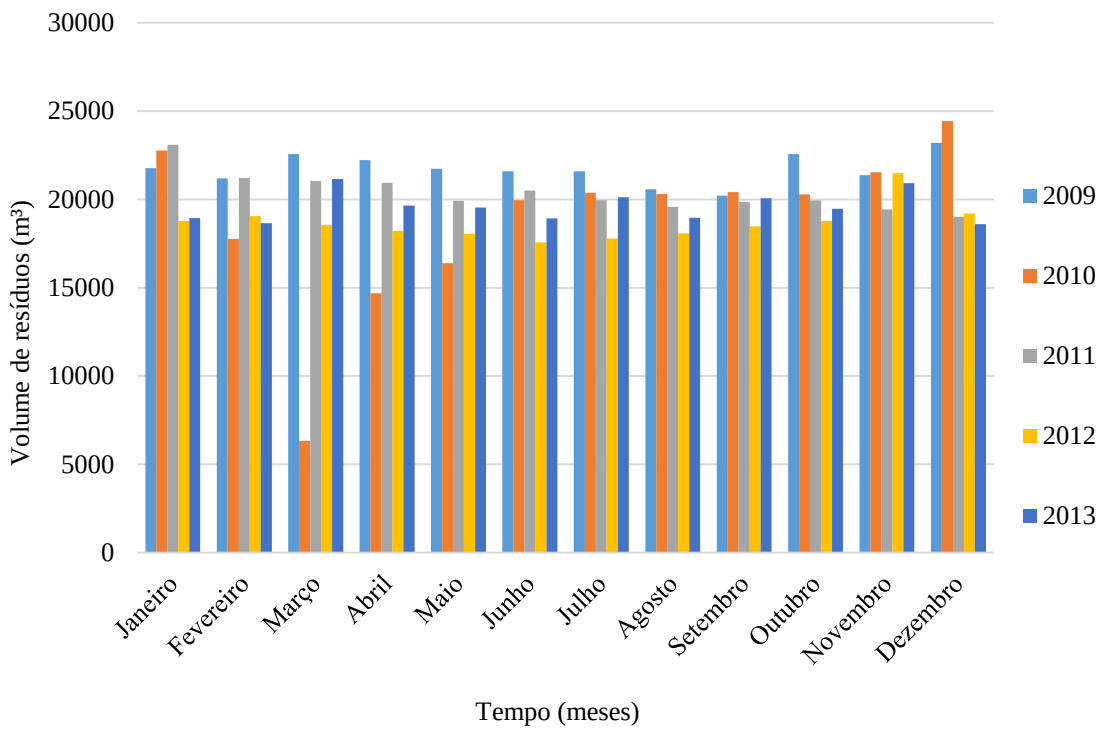


Figura 33 – Volume mensal de resíduos da ETAR do Funchal entre os anos de 2009 e 2013.

(Fonte: CMF)

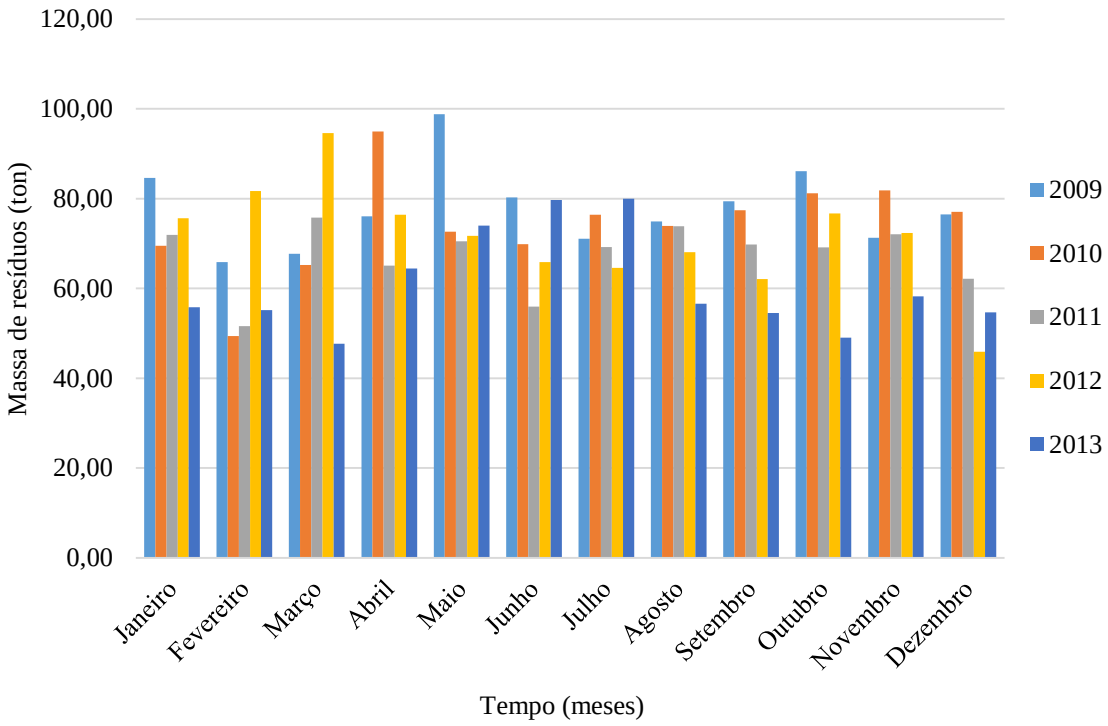


Figura 34 – Resíduos médios mensais gerados pela ETAR entre os anos 2009 a 2013.

(Fonte: CMF)

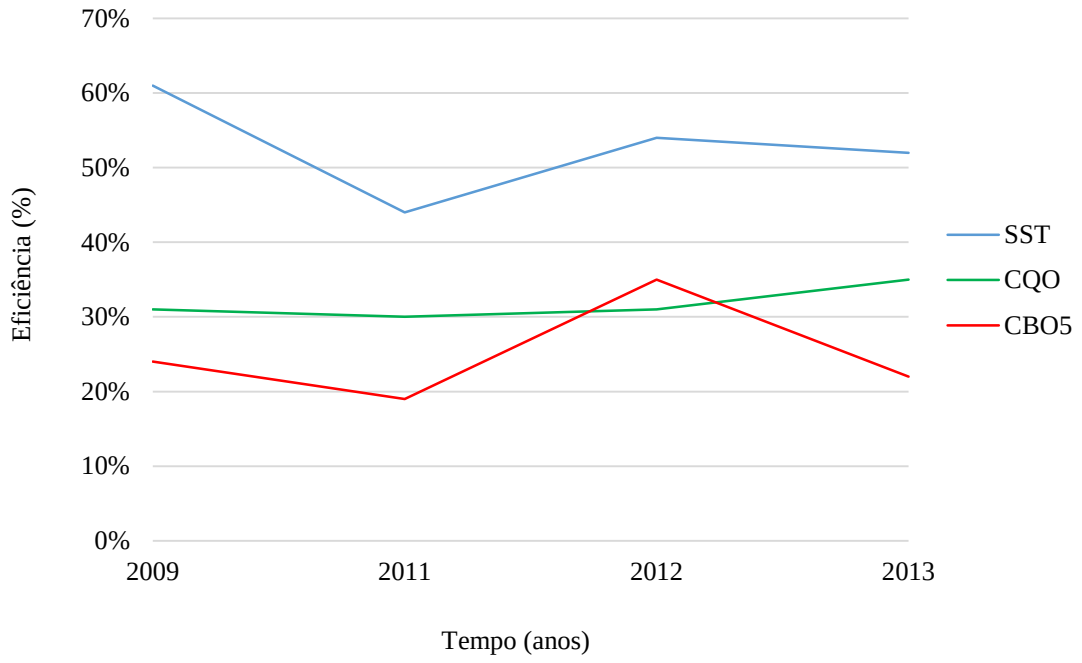


Figura 35 – Eficiências de remoção de SST, CQO e CBO_5 na ETAR do Funchal para os anos 2009 e 2011-2013.

(Fonte: CMF)

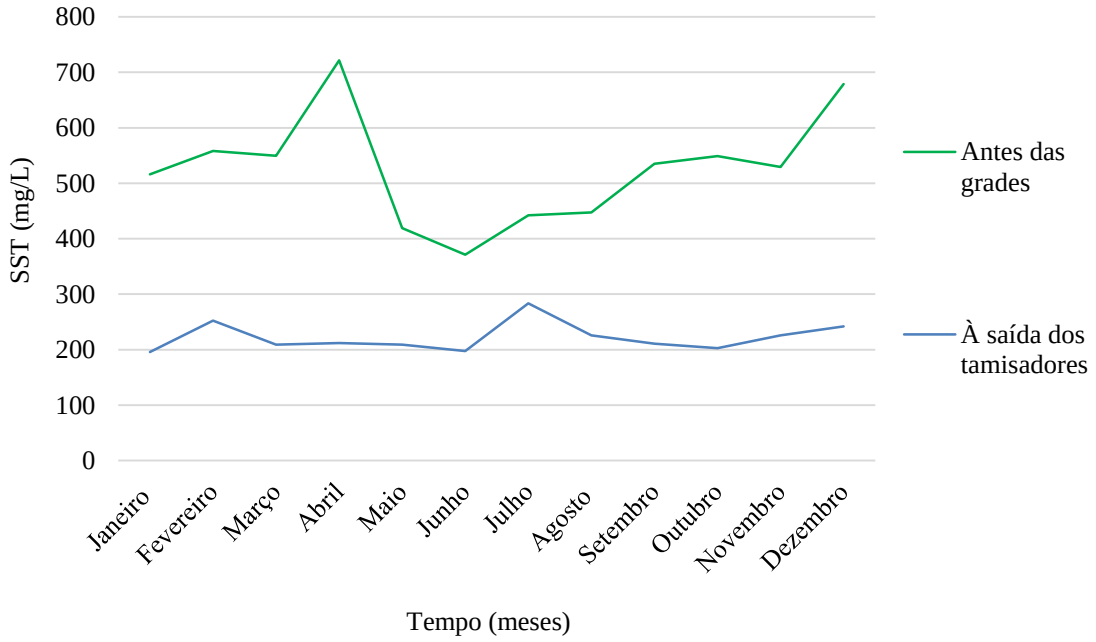


Figura 36 – Variação temporal mensal do parâmetro SST correspondente ao ano 2013.

(Fonte: CMF)

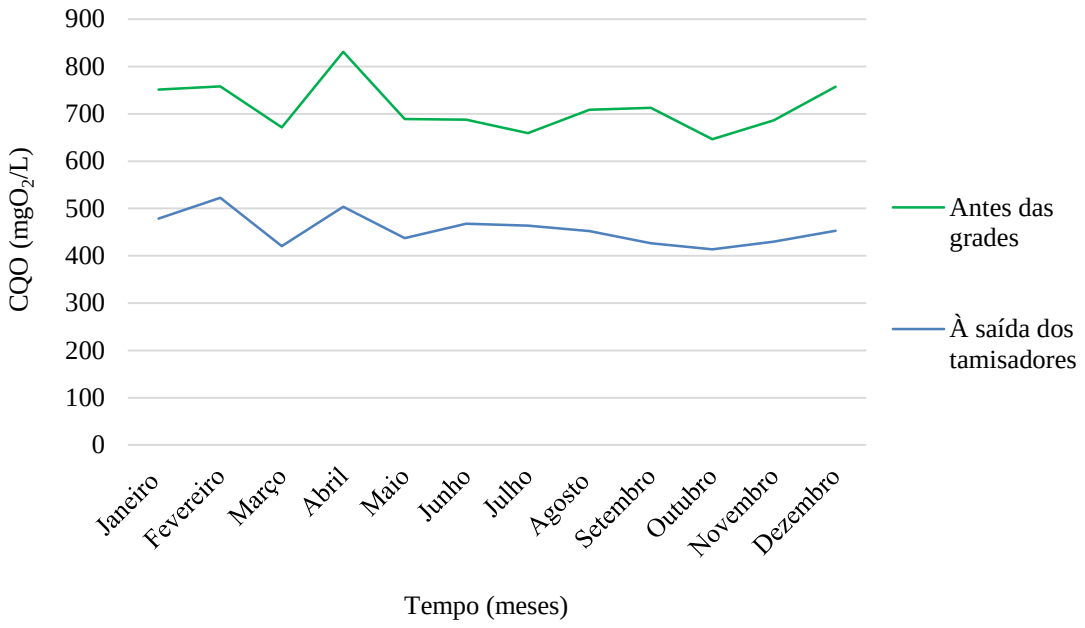


Figura 37 – Variação temporal mensal do parâmetro CQO, correspondente ao ano 2013.

(Fonte: CMF)

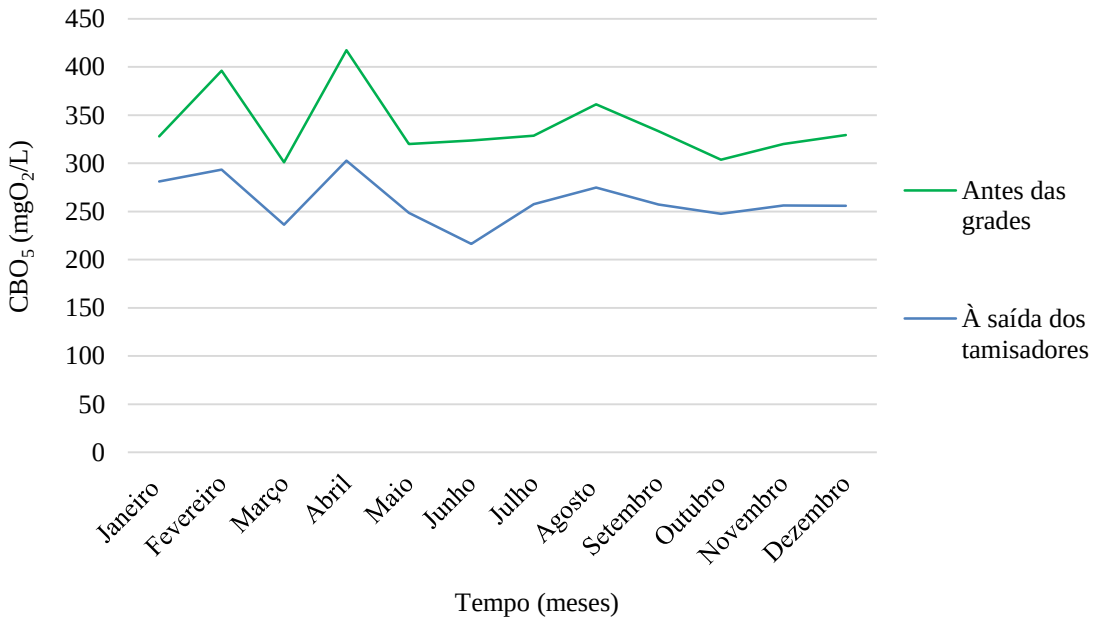


Figura 38 – Variação temporal mensal do parâmetro CBO_5, correspondente ao ano 2013.

(Fonte: CMF)

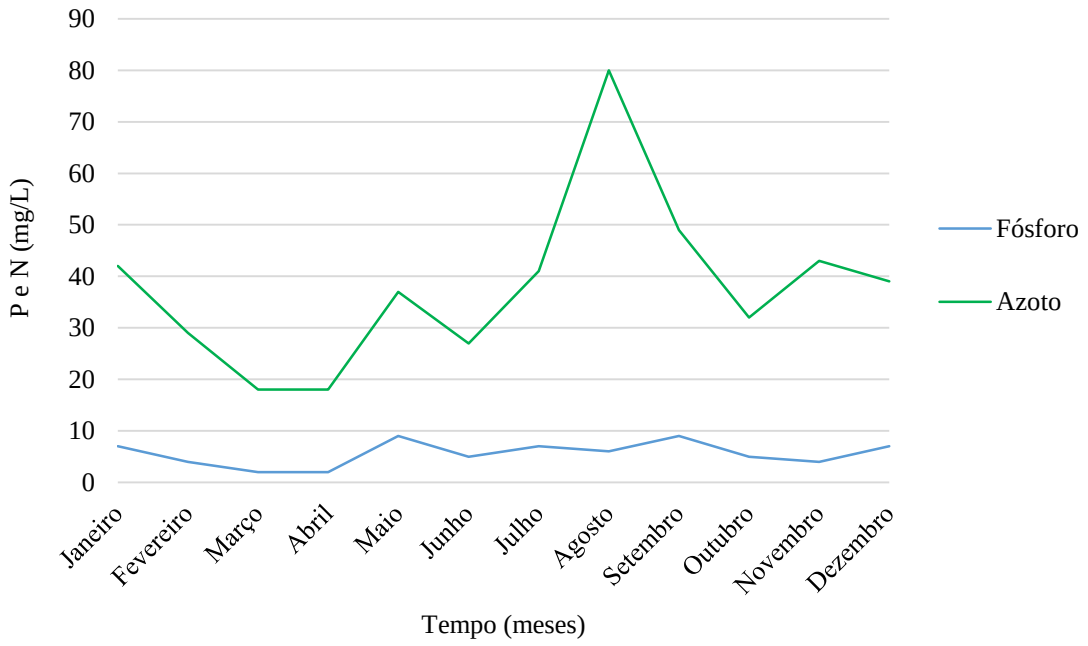


Figura 39 – Variação temporal mensal dos parâmetros Fósforo (P) e Azoto (N), correspondente ao ano 2013.

(Fonte: CMF)

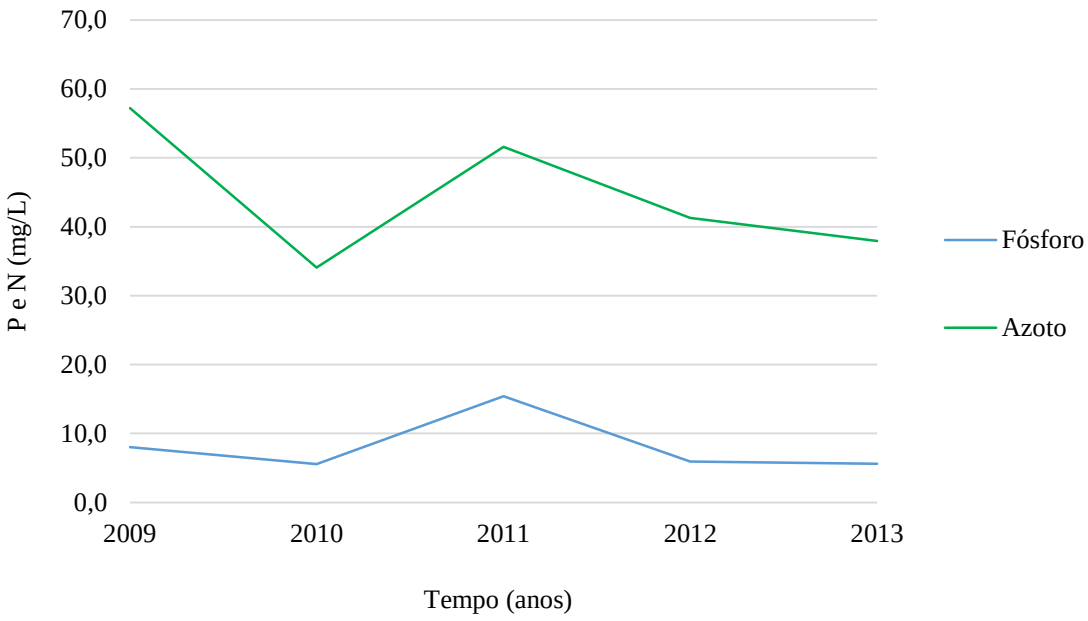


Figura 40 – Variação temporal anual dos parâmetros Fósforo (P) e Azoto (N) entre 2009 e 2013.

(Fonte: CMF)

Capítulo 5

Análise da qualidade das águas subterrâneas e superficiais – Funchal

5. Análise da qualidade das águas subterrâneas e superficiais – Funchal

5.1 Análise da qualidade das águas subterrâneas do Funchal

5.1.1 Introdução

Neste tipo de recurso hídrico é frequente observar-se certas características muito singulares. As águas subterrâneas vulgarmente encontram-se livres de material em suspensão e de poluição de origem industrial e doméstica, conservando as suas características ao longo do tempo. Estas possuem impurezas dissolvidas, tais como magnésio, ferro, flúor, sais de cálcio, manganês, entre outros, e a sua constituição depende diretamente do tipo de estratos subterrâneos que a água atravessa.

Entre as mais diversas características das águas subterrâneas destacam-se as seguintes:

- Reduzida turvação, pois as águas percolam naturalmente durante a infiltração no solo;
- Contaminação bacteriana quase inexistente, essencialmente devido aos elevados períodos de detenção da água no solo e à ausência de matéria orgânica nos estratos subterrâneos;
- Reduzido índice de cor, pois não há contato com plantas que originem coloração;
- Caudal de percolação constante ao longo de todo o ano;
- Elevada dureza da água devido essencialmente ao contato da água com formações rochosas que contenham minerais metálicos pesados (Mg^{+}, $Ca2^{+}$, entre outros);
- Elevada concentração de metais tais como ferro (Fe) e manganês (Mn);
- Temperatura constante devida essencialmente à ausência de contato da água com a atmosfera e consequentemente com a radiação solar;

A qualidade química primária das águas subterrâneas está diretamente relacionada com o tipo de solo por onde percola e pelo tipo de formações rochosas que atravessa, conferindo desse modo características químicas muito singulares.

Infelizmente, a qualidade deste tipo de recurso hídrico é, muito frequentemente, modificada como consequência indireta de atividades agrícolas, pecuárias e industriais mas principalmente pelas atividades urbanas de origem antrópica.

Na prática, as mais diversas atividades contribuem e muito para a deposição não controlada de compostos químicos altamente poluentes no solo, acabando sempre por contaminar as massas de água subterrâneas.

As atividades de maior influência na modificação e degeneração da qualidade das águas subterrâneas estão habitualmente agrupadas em atividades industriais, urbanas e agropecuárias, dividindo-se o seu efeito da seguinte forma:

Atividade industrial: A indústria mineira, de produção de adubos, produção de papel e outros produtos químicos são uns dos demais tipos de fontes de poluição cuja origem é industrial. O lançamento a céu aberto de efluentes industriais diretamente em cursos de água e o depósito de resíduos em aterros sanitários (lixeiras) não impermeabilizados constituem uma das muitas formas de poluição proveniente de atividades industriais;

Atividade agropecuária: Estes dois ramos económicos, fundamentais no tecido económico do país, têm um papel muito significativo na poluição ambiental por contaminação dos solos em Portugal. A inexistência de uma prática agrícola moderna e protetora do ambiente bem como a utilização excessiva de fertilizantes e pesticidas traduzem-se em elevados índices de contaminação química e orgânica das águas;

Atividade urbana: A evacuação e tratamento dos resíduos líquidos e sólidos das superfícies urbanas é a situação que contribui de forma mais óbvia para a poluição dos aquíferos. De igual modo, a utilização de fossas sépticas sem a realização da devida limpeza periódica aliada à inexistência de sistemas de recolha e tratamento de esgotos em muitas regiões do país apenas pioram a situação da qualidade das águas subterrâneas.

5.1.2 Origem, fontes e mecanismos de contaminação por nitratos

Os processos de poluição de águas subterrâneas por contaminação estão diretamente relacionados não só com o modo como decorre todo o processo de recarga e escoamento das massas de água nos aquíferos mas também à própria vulnerabilidade à contaminação dos mesmos. Este último conceito depende de diversos fatores que têm influência direta

no escoamento e no tempo de contato direto entre os poluentes químicos retidos no solo e a água, tais como o tipo de solo e respetiva condutividade hidráulica e profundidade a que se encontra o aquífero.

Na análise do processo de contaminação das águas subterrâneas por concentração excessiva de componentes azotados, devem destacar-se dois elementos de importância especial:

- Fontes de contaminação normalmente ligadas à atividade dos mais variados setores económicos;
- Mecanismos de contaminação limitados pelas leis físicas e químicas que regem todos os processos inerentes à integração do ião nitrato no aquífero.

A evolução destes mecanismos de contaminação é influenciada pelos seguintes fatores:

- Características endógenas do aquífero que podem promover, retardar ou até impossibilitar a chegada do composto nocivo à massa de água. A textura, a estrutura e características geoquímicas do estrato geológico a atravessar são um dos demais fatores hidrogeológicos que influenciam o grau de vulnerabilidade de um aquífero;
- Fatores exógenos dependentes, por um lado, das circunstâncias climatológicas (temperatura, humidade relativa e pluviosidade) do local e, por outro lado, dos riscos inerentes à interferência humana no terreno.

No que às fontes de contaminação dizem respeito, destacam-se dois tipos principais:

- Pontuais, produzidas frequentemente em esgotos urbanos ou industriais cuja localização é relativamente simples de efetuar pois encontram-se em zonas de reduzida extensão e, como tal, as medidas corretivas a adotar não são de difícil implementação;
- Difusas, onde não existe uma localização precisa e exata da origem dos focos de contaminação dos aquíferos, geradas a partir de extensas áreas de ocupação antrópica, essencialmente originadas por atividades agrícolas.

Em resumo, a chegada do elemento químico azoto ao sistema solo-planta advém das seguintes fontes:

I) Fontes naturais:

- Microrganismos bacteriológicos, algas azuis-verdes e alguns fungos possuem a capacidade para absorver azoto atmosférico;
- Quantidades consideráveis de nitrato e amónia podem ser removidas da atmosfera através da ocorrência de precipitação depositando-se no solo;
- Depósitos em estratos geológicos de sais de nitrato, quando irrigados, provocam um aumento considerável da quantidade deste químico nas massas de água subterrâneas.

II) Fontes antropogénicas:

- Nas ETAR´s ocorre a transformação de azoto amoniacal ou orgânico em nitratos, sendo que as águas residuais tratadas são lançadas em linhas de água superficiais ou em águas costeiras para que se realize a sua diluição. Desta forma, este tipo de poluição afeta essencialmente os rios, lagos, albufeiras e águas costeiras;
- Esgotos de águas residuais de origem industrial. Apesar da rejeição de nitratos nos efluentes industriais ser reduzida quando equiparada com a praticada pelo setor agrícola, o seu impacto em áreas localizadas pode ser bastante elevado;
- Lixiviação de compostos azotados em locais de despejo não vigiados;
- Remanescentes de fertilizantes azotados sob a forma nítrica, não aproveitados pela planta e lixiviados para uma camada saturada. As perdas devidas à ocorrência de lixiviação são especialmente elevadas quando sucedidas em culturas hortícolas, conseguindo superar os 500 mg/l de concertação de nitratos na frente de contaminação sob a zona radicular.

A prática de uma agricultura intensiva de regadio caracteriza-se não só pela utilização de enormes volumes de água de rega mas também pela excessiva utilização de adubos e fertilizantes em culturas. Os fertilizantes azotados servem de suplemento face às carências nutritivas evidenciadas durante o crescimento das culturas, enquanto a adubagem serve de reposição dos elementos químicos removidos pela colheita ou pela lixiviação do solo.

Um incremento da concentração de nutrientes no solo causada pela prática de adubagem traduz-se num aumento da quantidade total de nutrientes retidos pelas plantas, obtendo-

se dessa forma um maior rendimento das colheitas. Alcançando um certo limite, a quantidade de substâncias nutritivas absorvida em relação à quantidade empregue começa a decrescer. O remanescente de azoto, sempre que se encontra na forma solúvel de nitratos, pode ser arrastado pelo movimento descendente da água até atingir o aquífero, contaminando dessa forma as massas de água subterrâneas.

A causa principal para a aplicação exagerada do azoto é que o agricultor, na maioria das vezes, não possui a informação necessária sobre as necessidades efetivas de azoto na cultura. Para além disso, o custo económico da fertilização excessiva é muito inferior ao da fertilização insuficiente, daí a fertilização azotada na forma irracional e desmedida ser uma prática corrente na atividade agrícola.

5.1.3 O ciclo do azoto

No que aos mecanismos de contaminação dizem respeito, independentemente da fonte da mesma, o nível de concentração do elemento nitrato nas massas hídricas subterrâneas é controlado por todo um conjunto de processos naturais biológicos, químicos e hidrológicos de elevada complexidade, que ocorrem nos estratos geológicos subterrâneos.

O elemento químico azoto (N) existe na natureza sob múltiplas formas, devido essencialmente ao número de estados de oxidações que esta substância química pode apresentar.

As reações químicas naturais encontradas no ciclo do nitrogénio ou do azoto são as seguintes: fixação, amonificação, assimilação, nitrificação e desnitrificação. Existem duas formas de fixação do elemento químico azoto (N): biológica e físico-química.

A fixação biológica do azoto é um processo realizado por microrganismos bacteriológicos especializados que possuem a capacidade de capturar as moléculas de nitrogénio (N_2) presentes no solo transformando-as em compostos químicos indispensáveis à continuidade do ciclo do nitrogénio.

O processo de fixação do tipo físico-química envolve reações fotoquímicas entre o ozono e o nitrogénio, também designado por azoto atmosférico, bem como a formação de amoníaco e ácido nítrico.

Nos processos correspondentes à assimilação e absorção, as plantas transformam os nitratos e os compostos amoníacos em proteínas e outras substâncias azotadas, enquanto alguns microrganismos bacteriológicos possuem a capacidade de reduzir os nitratos até originarem o ião amónio (NH_4^+), correspondendo esta etapa ao primeiro passo à sua transformação em aminoácidos para que, posteriormente, sejam incluídos na própria matéria celular.

O processo de mineralização ou decomposição do azoto orgânico ocorre ao longo de três fases principais:

- ***Amonificação:*** consiste na transformação do azoto orgânico em amoníaco ou amónio, por decomposição de matéria orgânica proveniente de cadáveres, fezes e outros detritos, sendo realizada por microrganismos, tais como bactérias e alguns fungos;
- ***Nitrificação:*** corresponde ao processo de oxidação biológica da substância amónio, numa primeira fase para nitrito (NO_2^-) e depois para nitrato com recurso à intervenção de bactérias nitrificadoras aeróbicas. A quantidade de nitrato obtida neste processo depende não só da temperatura do solo, da humidade, da disponibilidade de oxigénio e de carbono no estrato geológico mas também da própria natureza da matéria orgânica envolvida no ciclo;
- ***Desnitrificação:*** corresponde ao processo de redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-) e do óxido nitroso (N_2O) a nitrogénio (N_2) e é realizada por algumas espécies de bactérias heterotróficas em ambiente anaeróbico. Uma concentração de matéria orgânica facilmente decomponível, um índice de acidez do solo reduzido e uma temperatura superior a 25 ºC correspondem às condições mais propícias ao início do processo de desnitrificação biológica.

5.1.4 Riscos de saúde

Os principais riscos à saúde humana provocados pela ingestão involuntária de nitratos devem-se ao consumo de alimentos de origem vegetal, de água contaminada e de produtos conservantes. A proveniência do azoto na alimentação humana tem como origem principal os produtos vegetais (86%) e seguidamente as carnes com conservantes (9%).

Ocasionalmente, em algumas colheitas agrícolas, os níveis de nitrato nas culturas podem atingir a preocupante concentração de 100 mg/Kg.

As principais consequências para a saúde humana apenas ocorrem quando o composto químico nitrato é reduzido a nitrito, substância tóxica a ter em conta. A decomposição de nitrato a nitrito acontece em locais particulares do corpo humano, tais como na saliva e no estômago. A intensidade desta redução aumenta quanto menor for a acidez do meio, pois um pH alto (acidez reduzida) promove a reprodução das bactérias responsáveis pela transformação de nitrato em nitrito.

Embora rara, uma das consequências à saúde humana provocada pela ingestão de nitratos é a metahemoglobinemia. Esta desordem resulta da reação do nitrito com a hemoglobina presente no sangue, cujo ferro ferroso é oxidado formando ferro férrico, causando assim a metahemoglobinemia. A primeira manifestação clínica é a cianose, vulgarmente conhecida pela doença da pele azul. Esta ocorre quando o nível de metahemoglobinemia alcança os 10% da hemoglobina total no corpo. Concentrações compreendidas entre os 30% e 40% originam sinais de anoxia cujos sintomas incluem cefaleias, astenia, dispneia, taquicardia e vómitos podendo acontecer o coma caso seja atingida uma concentração superior a 40% do total de hemoglobina.

Nas situações de metahemoglobinemia causadas por água contaminada, uma mudança da fonte de abastecimento corresponde à medida mais eficaz a adotar.

Como é prática comum realizar-se a cloração como forma de purificação da água durante o seu processo de tratamento, a concentração de nitritos na água é praticamente insignificante, contribuindo decisivamente para a redução do número de situações clínicas causadas por metahemoglobinemia.

5.1.5 Medidas preventivas e corretivas

A implementação de normas que apontem à correção e extinção de fontes causadoras de contaminação de massas hídricas subterrâneas devido à concentração excessiva de nitratos deve levar em conta o contexto e circunstância de cada situação.

Apesar da adoção de procedimentos corretivos atingirem resultados muito eficientes, a prevenção é sempre a melhor opção a tomar para impedir um aumento do teor de nitratos nas massas de água subterrâneas.

O modelo de vigilância a implementar incluem três grupos de medidas, sendo elas: técnicas, económico-financeiras e educativas.

O primeiro grupo contém medidas técnicas preventivas e corretivas.

a) Medidas técnicas preventivas

Incluem não só a realização e implementação de redes de monitorização/vigilância e execução de mapas de vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos à contaminação mas também a elaboração de uma lista de medidas a adotar que visem a redução de práticas contaminantes realizadas pelos setores agropecuário e industrial.

Os dados obtidos através da rede de vigilância devem ser totalmente informatizados em plataformas públicas para que o seu acesso e análise permitam apurar a evolução da condição e comportamento hidrodinâmico dos aquíferos e respetivo estado de recarga, descarga e renovação hídrica.

A realização de cartas de vulnerabilidade de recursos hídricos assume-se como um estímulo à adoção de uma estratégia preventiva à deterioração de aquíferos. Nesses mapas estima-se o nível de vulnerabilidade à contaminação baseando-se na natureza geológica e litológica do aquífero, condutividade hidráulica, direção de correntes de água e estado de recarga e descarga aquífera.

Uma outra estratégia de prevenção à contaminação consiste na adoção de medidas de boas práticas a realizar pelos intervenientes diretamente envolvidos na exploração agrícola, tais como:

- Adubagem realizada preferencialmente entre a primavera e o início do verão;
- Fertilização efetuada em conformidade com o desenvolvimento das culturas agrícolas de maneira que o azoto seja assimilado em épocas de vegetação intensa;
- Redução no emprego de adubos azotados no solo quando este não se encontra cultivado;

- Rotação de culturas, trocando as necessidades de adubação;
- Rega gota a gota.

b) Medidas técnicas corretivas

Neste tipo de medida incluem-se as que alteram as condições de exploração das massas de água subterrânea e as que diminuem a concentração de nitratos nas fontes de abastecimento de água.

Na primeira situação deve-se evitar a todo o custo que dois aquíferos com concentrações distintas de nitritos entrem em contato um com o outro, pelo que deve-se proibir não só a construção incorreta e imperfeita de furos de captação ou poços mas também a sua sobre-exploração.

Quando a captação de águas subterrâneas com alta concentração em nitratos é inevitável basta submeter-se as mesmas à desnitrificação quer pelos meios físico-químicos ou biológicos.

Em relação às medidas económico-financeiras, estas consistem, muito simplificadamente, em incentivos à descontaminação de forma que os benefícios económicos desta estratégia sejam superiores ao seu próprio custo. Os resultados destas medidas incluem não só uma notável melhoria na qualidade e conservação do aquífero mas também uma redução dos riscos à saúde humana.

Por fim, as medidas de cariz educativo têm como objetivo principal recomendar o aperfeiçoamento progressivo no exercício do cultivo realçando a importância e benefícios da proteção ecológica da natureza para a atividade agrónoma futura.

Infelizmente, a eficiência das políticas de prevenção e de correção da contaminação hídrica subterrânea por nitratos encontra-se restringida pelo desconhecimento do próprio processo. Lapsos na compreensão da dinâmica do processo de contaminação hídrica subterrânea por nitratos reduzem e muito a eficiência das políticas preventivas e corretivas adotadas, daí a necessidade adicional de um investimento na pesquisa e investigação científica.

As diretrizes de investigação mais relevantes são:

- Melhoria na compreensão e quantificação do ciclo do azoto, da lixiviação dos nitratos e respetivos processos de migração de nitratos à superfície, em substratos geológicos e aquíferos;
- Recurso a processos isotópicos para deteção da fonte dos nitratos no terreno e nos aquíferos;
- Definição da quantidade e evolução temporal ideais no emprego de fertilizantes químicos ao longo do ano;
- Pesquisa de novos tipos de culturas agrícolas capazes de aproveitar o azoto disponível no solo de forma mais eficiente;
- Análise dos mecanismos de dispersão dos nitratos na região não-saturada do estrato incluindo a previsão do período de permanência no mesmo;
- Processos de desnitrificação e respetivos procedimentos de aplicação;
- Aperfeiçoamento dos sistemas simulação do transporte de massa;
- Melhoria das condições físicas dos locais de depósito e de aplicação de adubos de proveniência animal;
- Melhoria na compreensão do perigo para a saúde cuja dieta, inconscientemente inclua nitratos e nitrosaminas.

5.1.6 Metodologias de estudo de recarga aquífera

A recarga consiste num processo natural hidrológico de renovação das reservas de águas subterrâneas dos aquíferos. A sua avaliação, não só quantitativa mas também qualitativa, corresponde a uma das etapas fundamentais na caracterização hídrica e geológica dos aquíferos. Caso seja efetuada uma correta exploração dos recursos hídricos subterrâneos então o processo natural de recarga de aquíferos compensa as suas extrações, evitando assim um défice de reservas hídricas subterrâneas que a longo termo eventualmente originaria o seu próprio esgotamento.

O processo de recarga constitui-se igualmente num significativo meio de transporte de produtos nocivos acumulados na zona de aeração, também designada por zona não saturada, devidas às origens antropogénicas, desde o setor agrícola até ao industrial sem esquecer as atividades domésticas. Por outro lado, valores significativos de recarga originam uma maior diluição de substâncias contaminantes no aquífero, reduzindo desse modo os riscos inerentes ao seu consumo para a saúde humana.

A recarga de aquíferos pode efetuar-se segundo os mais variados tipos, dos quais se realçam a recarga através da infiltração superficial direta da água proveniente de rios e lagos, recarga por fluxo subterrâneo e a recarga por infiltração direta e funda de água pluviométrica.

A renovação de aquíferos através de fluxos subterrâneos realiza-se pela descarga hídrica proveniente de aquíferos vizinhos.

O processo de recarga aquífera mais expressivo no ciclo hidrológico é claramente a que é feita com recurso à infiltração profunda da água.

5.1.7 Análise paramétrica temporal

No âmbito deste estudo, seguidamente encontram-se apresentados, sob a forma gráfica, alguns dos resultados obtidos através da análise temporal de diversos parâmetros, fornecidos pela entidade responsável pela exploração e gestão dos recursos hídricos no concelho do Funchal, a IGA, cujos dados podem ser consultados na sua íntegra no anexo 2. Para tal foi verificada a conformidade com as normas em vigor referentes à qualidade das águas que se destinam ao consumo humano, mais concretamente o decreto-lei n.º 236/98.

Como tratam-se de águas subterrâneas possivelmente destinadas ao consumo humano, apenas foram considerados os limites paramétricos para a classe de águas A1, a qual corresponde a um tratamento físico e desinfeção, em conformidade com o ponto nº 2 do artigo 14º do decreto-lei n.º 236/98.

O conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água utilizados no presente subcapítulo encontram-se expostos na tabela 9. É de notar que, relativamente a parâmetros com intervalos de variação, consideraram-se, para efeitos de legenda gráfica, a atribuição da denominação de “Limite superior” ao valor superior do intervalo em análise e para o valor inferior do mesmo intervalo a denominação “ Limite inferior”, para a classe de tratamento correspondente.

Tabela 9 – Conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água a verificar.

(Fonte: Adaptado do Anexo I do decreto-lei n.º 236/98)

Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano			
Parâmetro	**Expressão dos resultados**	**A1**	
		V.M.R.	**V.M.A.**
pH	Escala de Sorensen	6,5-8,5	-
Nitratos	mg/L NO_3	25	50
Fosfatos	mg/L PO_4	0,4	-
Temperatura	ºC	22	25

Nota:
Classe A1 – Tratamento físico e desinfecção.

5.1.7.1 Furo da Ribeira de João Gomes – JK18 – pH

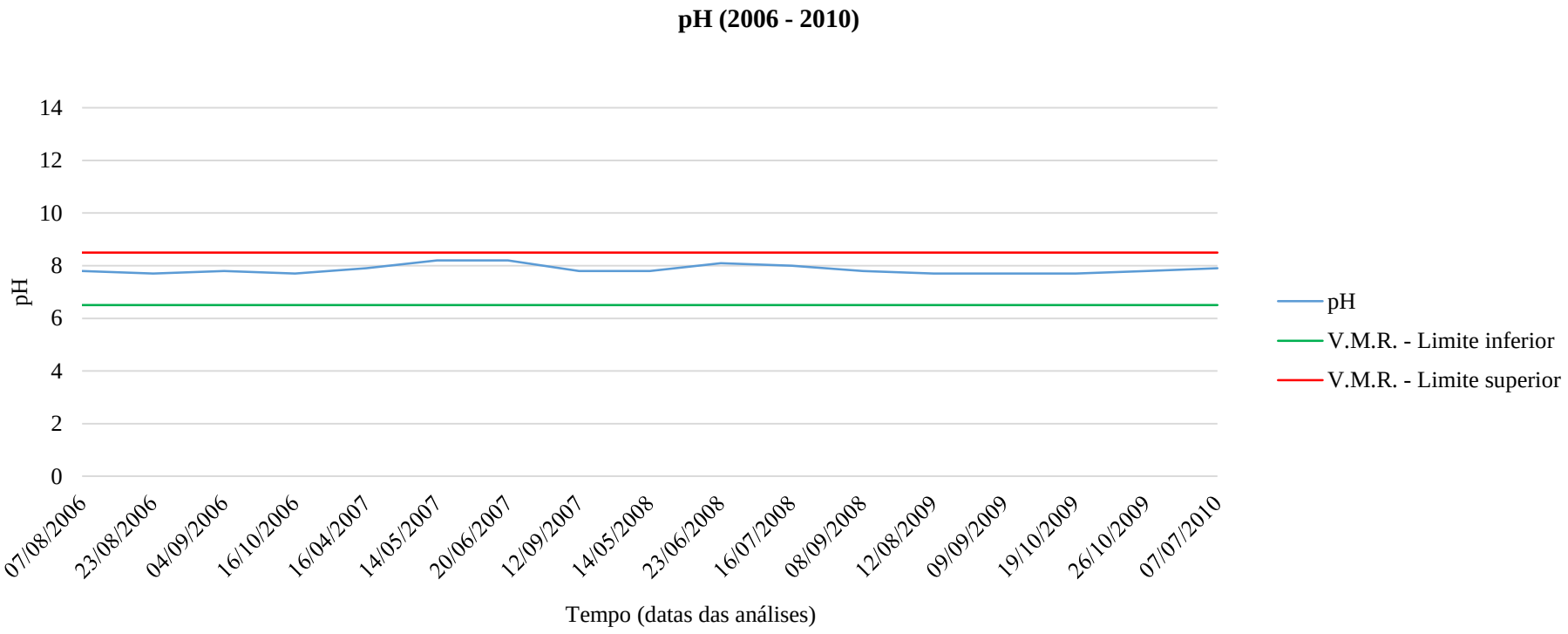


Figura 41 – Evolução temporal do pH no furo JK18, na ribeira de João Gomes.

5.1.7.2 Furo da Ribeira de São João – JK19 – Nitratos

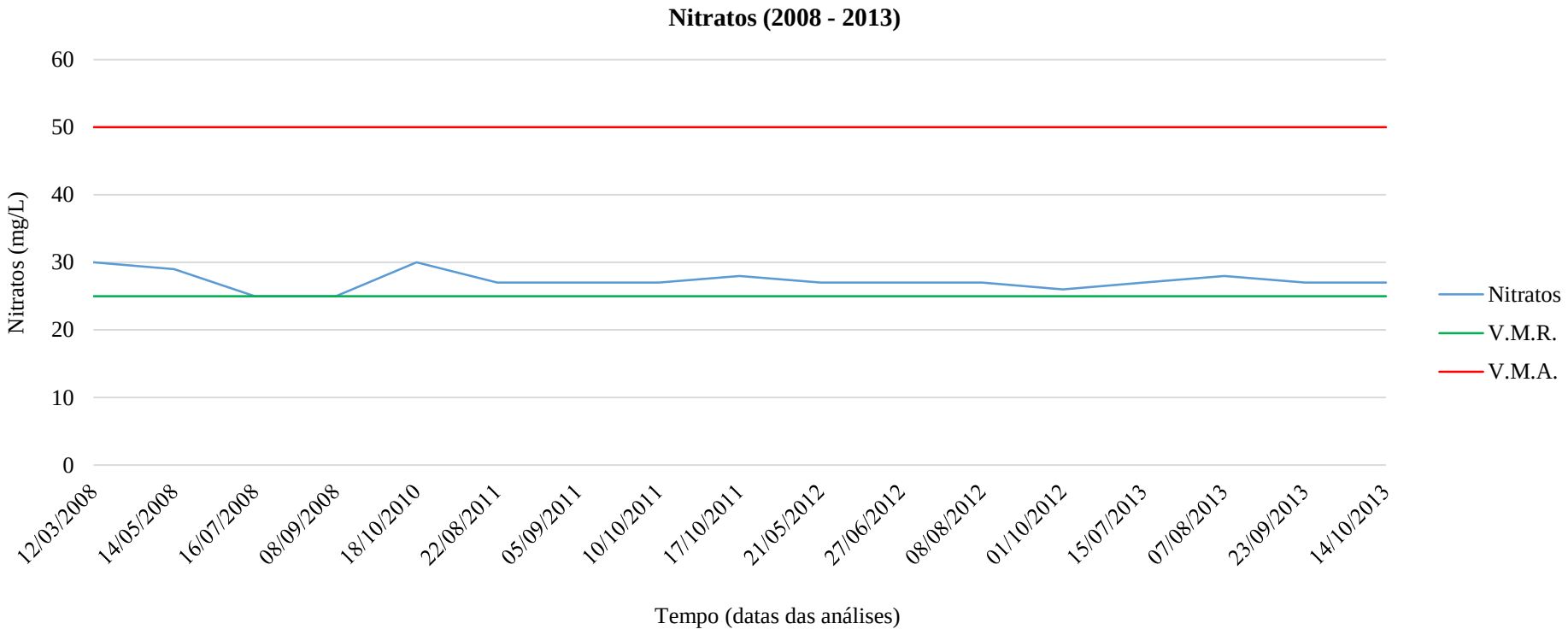


Figura 42 – Evolução temporal dos nitratos no furo JK19, na ribeira de São João.

5.1.7.3 Furo da Ribeira de São João – JK19 – Fosfatos

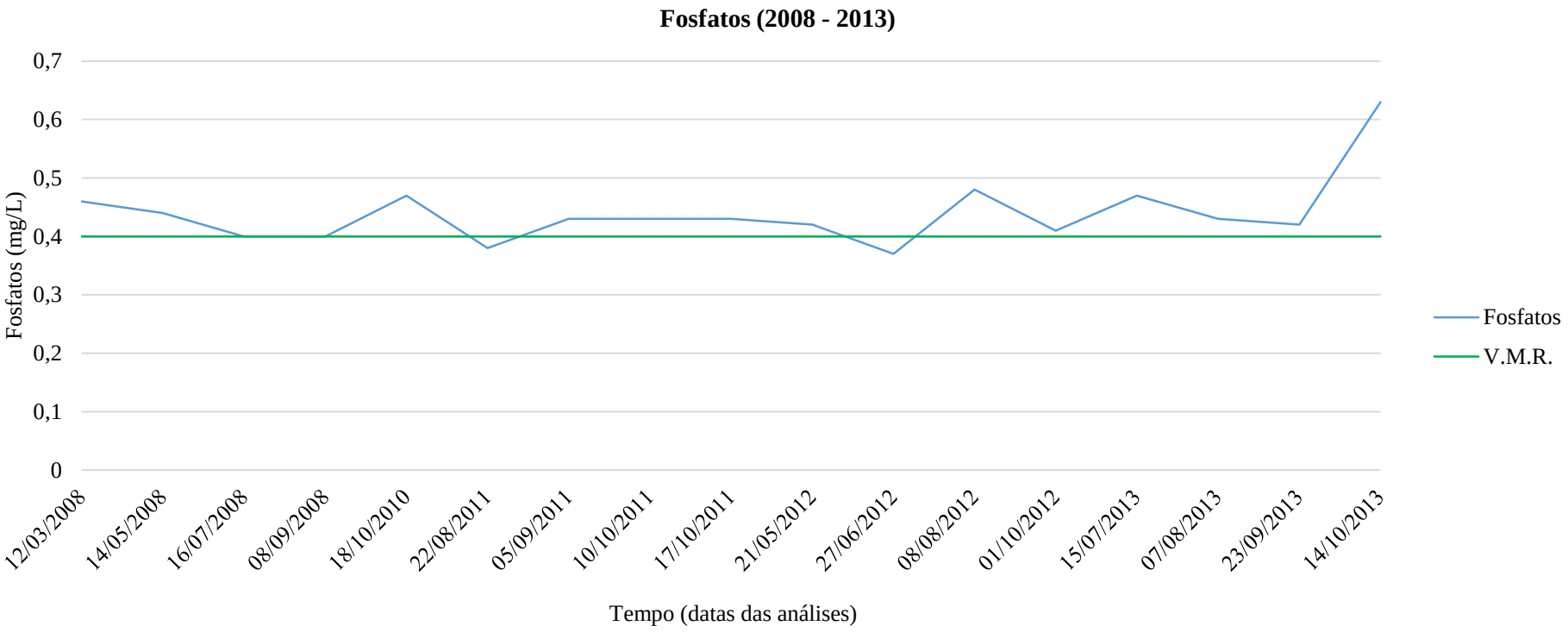


Figura 43 – Evolução temporal dos fosfatos no furo JK19, na ribeira de São João.

5.1.7.4 Furo da Ribeira de Santa Luzia – JK20 – Temperatura

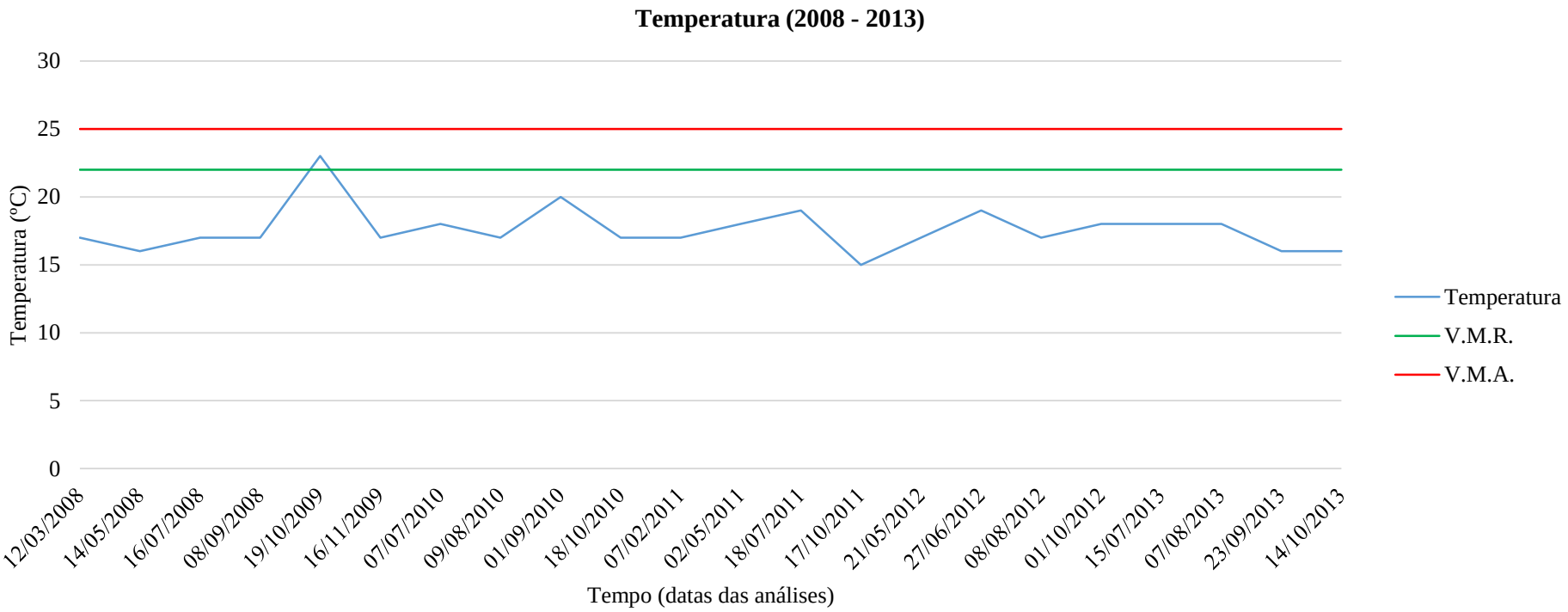


Figura 44 – Evolução temporal da temperatura no furo JK20, na ribeira de Santa Luzia

5.1.7.5 Furo 1 da Ribeira dos Socorridos – JK3 – Nitratos

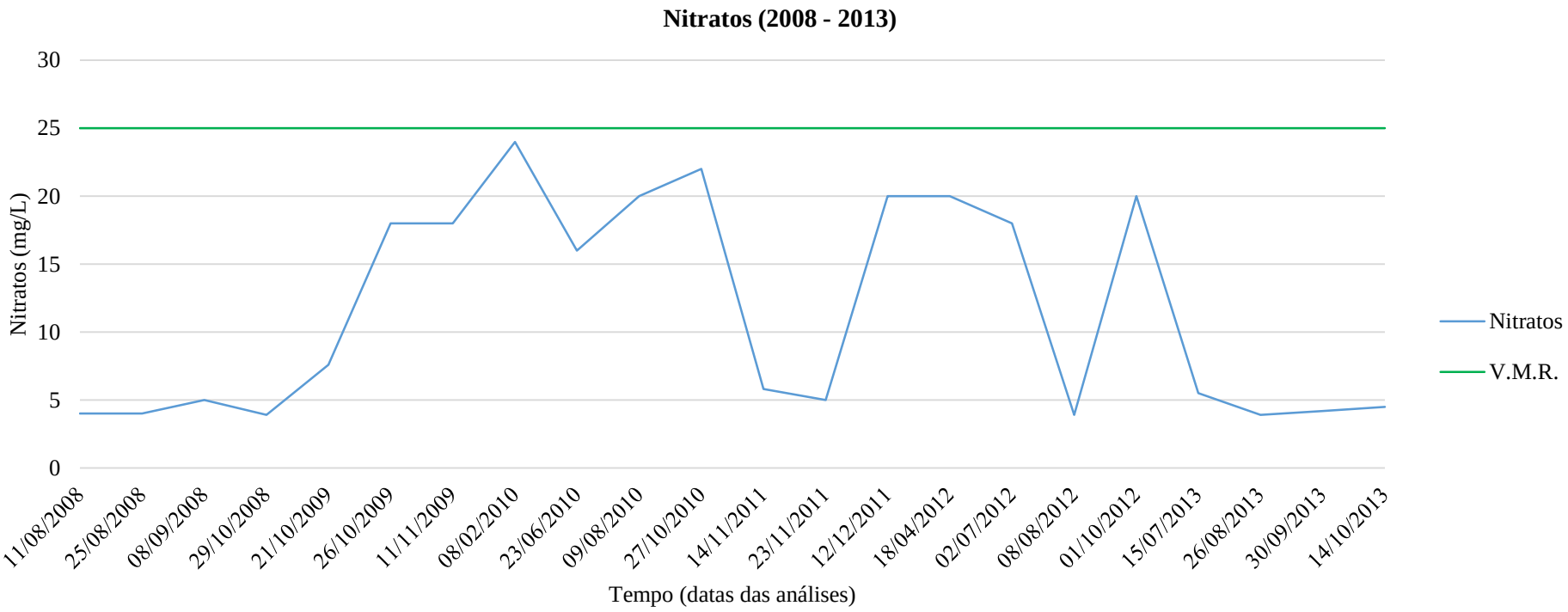


Figura 45 – Evolução temporal dos nitratos no furo JK3, na ribeira dos Socorridos.

5.1.7.6 Furo 2 da Ribeira dos Socorridos – JK2 – Temperatura

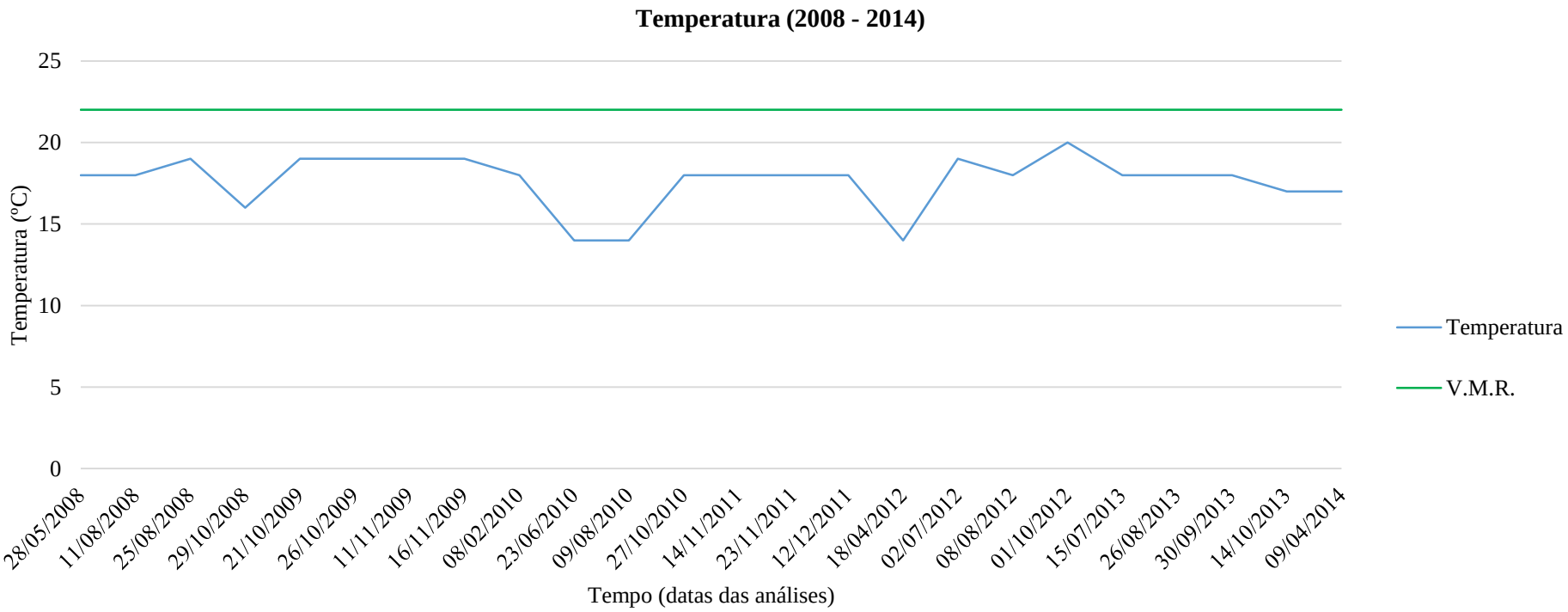


Figura 46 – Evolução temporal da temperatura no furo JK2, na ribeira dos Socorridos.

5.1.7.7 Furo 3 da Ribeira dos Socorridos – JK1 – Temperatura

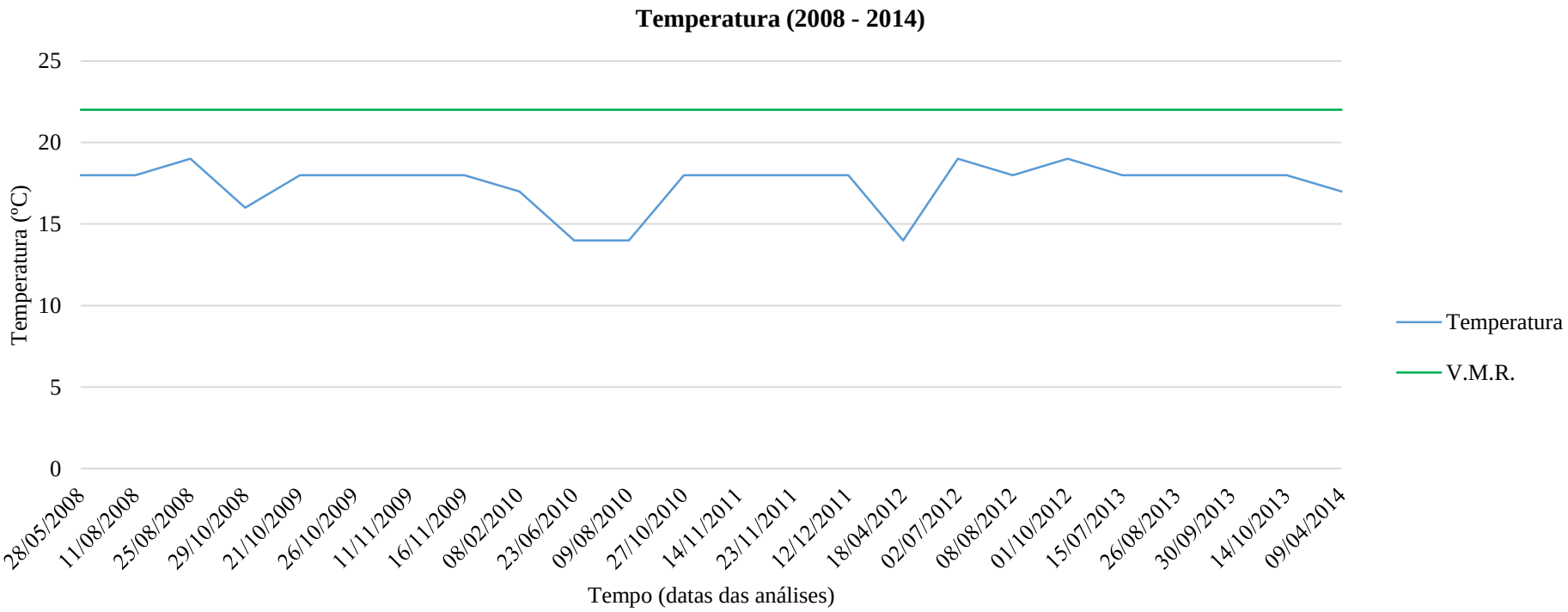


Figura 47 – Evolução temporal da temperatura no furo JK1, na ribeira dos Socorridos.

5.1.7.8 Furo 4 da Ribeira dos Socorridos – JK4 – pH

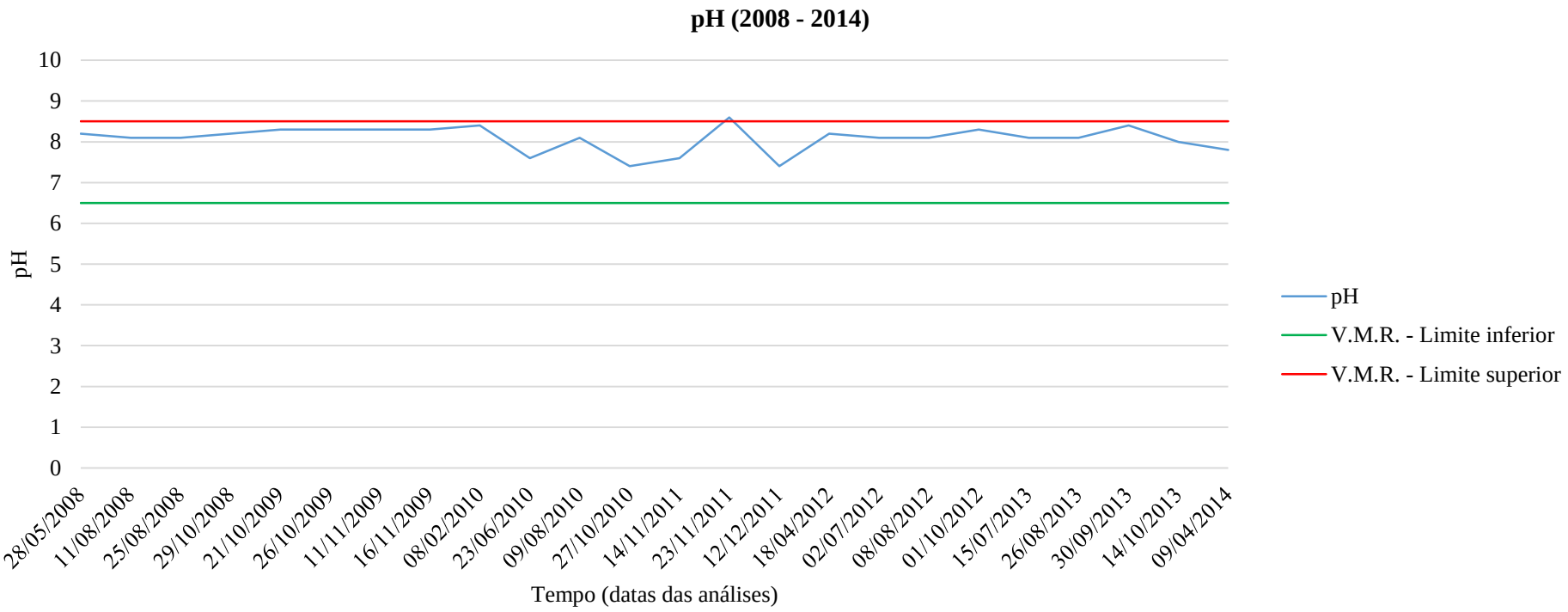


Figura 48 – Evolução temporal do pH no furo JK4, na ribeira dos Socorridos.

5.1.7.9 Furo 4 da Ribeira dos Socorridos – JK4 – Temperatura

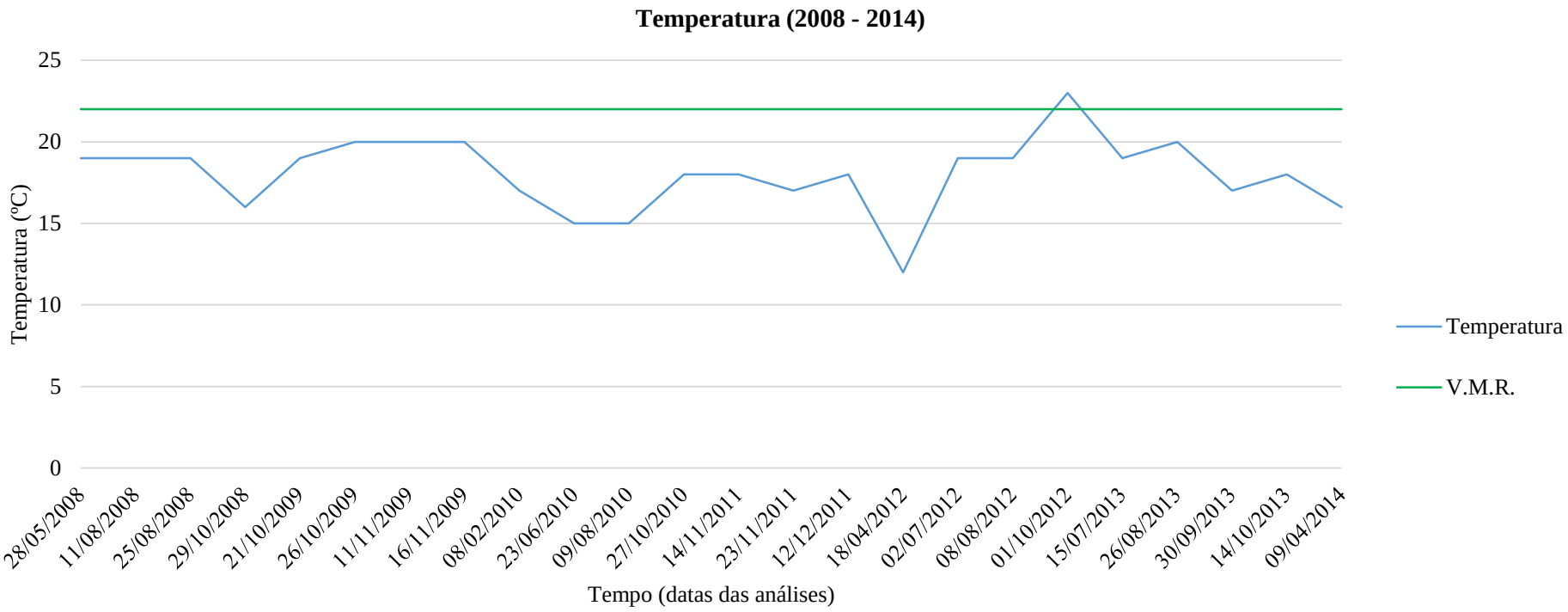


Figura 49 – Evolução temporal da temperatura no furo JK4, na ribeira dos Socorridos.

5.1.8 Conclusões gerais

Após a observação gráfica dos resultados obtidos das análises à qualidade físico-química das águas subterrâneas no concelho do Funchal, conclui-se que estas encontram-se, numa forma geral, num bom estado químico, próprias para produção de água para consumo humano.

Apesar disso destacam-se três situações em que o parâmetro analisado atingiu e/ou ultrapassou o VMR. A primeira situação ocorreu no furo JK3 da ribeira dos Socorridos, em que o parâmetro em questão, os nitratos, atingiu um valor muito próximo do VMR. Como trata-se de uma região intensamente cultivada, tal situação deve-se, muito provavelmente, à utilização de elevadas quantidades de fertilizantes químicos para a produção agrícola o que aumenta consideravelmente a concentração deste composto no solo, atingindo inevitavelmente as reservas de água subterrânea da região, afetando negativamente a sua qualidade.

Os dois casos seguintes aconteceram ambos no furo JK19 situado na ribeira de São João, em que os parâmetros "Nitratos" e "Fosfatos" ultrapassaram o VMR permitido pelo anexo I do decreto-lei n.º 236/98, cujo valor paramétrico é de 25 mg/L NO_3 e 0,4 mg/L PO_4 respetivamente. Tal ocorrência poderá dever-se à elevada taxa de ocupação do solo por zonas urbanizadas, que através de descargas de águas residuais urbanas nas fossas sépticas quiçá mal concepcionadas, aumentam e muito a concentração no subsolo destes poluentes químicos altamente nocivos, quer à saúde quer à qualidade das águas subterrâneas na área em estudo.

De forma a cumprir com a legislação em vigor, todos os recursos hídricos subterrâneos extraídos nos furos devem passar por um tratamento físico e pela desinfeção, correspondentes à classe de tratamento A1, antes de poderem ser encaminhados para o sistema de abastecimento público de água potável.

5.2 Análise da qualidade das águas superficiais do Funchal

5.2.1 Introdução

O anexo II da DQA estabelece quatro grandes categorias de águas de superfície – rios, lagos, águas de transição e costeiras – e duas categorias adicionais – massa de água superficial artificial e massa de água superficial fortemente modificada.

De acordo com (Nemus, Hidromod, 2014), no concelho em estudo, o Funchal, não existem lagos de dimensão apreciável para os objetivos da DQA passíveis de serem analisados como também as águas de transição não têm grande expressão no mesmo, pelo que não foram consideradas neste trabalho.

Na bacia hidrográfica em estudo os cursos de água são de pequenas dimensões, com extensão e caudal muito reduzidos quando comparados a um rio, daí todos eles designarem-se por ribeiras.

5.2.2 Águas de ribeira (parte montante)

A região superior de uma ribeira (parte montante) localiza-se frequentemente numa superfície montanhosa com desenvolvimento urbano e industrial muito reduzido ou inexistente.

As águas superficiais destas regiões resumem-se às seguintes características:

- Turvação elevada, daí o regime torrencial do curso de água influenciar diretamente no transporte de enormes quantidades de material sólido em suspensão;
- Baixa temperatura, devendo-se ao fato de estas águas terem como proveniência as nascentes e derretimento de neves;
- Reduzido índice de cor, pois estas águas como estão permanentemente em movimento não favorecem o crescimento de agentes pigmentadores da água tais como algas;
- Baixo valor de contaminação bacteriana, em consequência da escassa pressão urbana e industrial na região.

5.2.3 Águas de ribeira (parte jusante)

A zona inferior de uma ribeira (parte jusante) localiza-se geralmente em áreas densamente povoadas e com um setor industrial muito desenvolvido, daí as massas de água superficiais serem claramente de menor qualidade e de difícil tratamento comparativamente às águas localizadas a montante.

As suas principais propriedades são:

- Concentração elevada de microrganismos bacteriológicos e patogénicos provenientes essencialmente da rejeição de efluentes de origem doméstica, agrícola e industrial;
- Teor elevado em matéria orgânica e inorgânica nos efluentes residuais;
- Índice de cor excessivo, pois na região a jusante do curso de água a velocidade de escoamento é menor favorecendo dessa forma as condições ao aparecimento de algas pigmentadoras.

É de realçar o fato das características qualitativas e quantitativas das massas de água de uma ribeira variarem significativamente ao longo do tempo.

5.2.4 Gestão da qualidade das águas superficiais

Em (Vieira, 1986), sita que a gestão qualitativa das massas de água superficiais assume uma relevância vital no planeamento de recursos hídricos a nível regional. Os programas de ação a estabelecer para a rede de águas e esgotos devem incluir os objetivos a alcançar no que à qualidade da água e estado ecológico de ecossistemas aquáticos dizem respeito. Para tal é necessário executar variadas tarefas nas mais diversas especialidades, sendo elas:

- Adoção de sistemas de monitorização da qualidade das águas;
- Localização de todas as fontes de poluição na rede hidrográfica;
- Análise de possíveis sistemas de tratamento de águas e efluentes;
- Execução de estudos a problemas específicos da bacia hidrográfica em questão;
- Adoção de modelos qualitativos atualizados.

O grau de qualidade que deve ser exigido às águas superficiais habitualmente encontra-se organizado em três fases sucessivas, mediante os seus diversos proveitos e usos, sendo elas:

- Determinação de normas qualitativas das massas de água superficiais;
- Definição de padrões qualitativos a observar nas águas superficiais;
- Estabelecimento de critérios qualitativos da água de acordo com o seu emprego.

A deterioração ecológica dos recursos hídricos superficiais, consequência de esporádicos episódios de contaminação química deram início a uma enorme inquietação política em promulgar legislação visando o seu controlo e supervisão.

Grande parte da legislação promulgada enfatizava o cariz regional natural da rede hidrográfica, tomando toda a área da bacia hidrográfica como uma unidade única e individual de planeamento, em conformidade com um dos pontos da Carta Europeia da Água, celebrada 1968 na cidade de Estrasburgo pelo conselho europeu: "A gestão dos recursos deve inserir-se no âmbito da bacia hidrográfica natural e não no das fronteiras administrativas e políticas".

5.2.5 Recomendações à melhoria da situação atual

Em inúmeros estudos e congressos científicos defende-se a concretização da remodelação e reorganização das instituições responsáveis pela gestão e monitorização da qualidade da água no território português, devendo, na perspetiva técnica e regional de administração dos recursos hídricos, cumprir-se cumulativamente os próximos ideais:

- Convergência de poder técnico e administrativo numa única entidade competente responsável pela gestão de recursos hídricos da bacia hidrográfica em questão;
- Adoção de uma estratégia eficiente na prevenção e controlo de descargas de efluentes residuais diretas nos cursos de água superficiais baseando-se num plano de aplicação de taxas equilibrado;

- Construção de novas e modernas ETA's de forma a satisfazerem-se as necessidades reais atuais e futuras de consumo de água, não só em termos quantitativos mas também qualitativos;
- Construção de novas ETAR's de modo a reduzir os impactos ambientais negativos resultantes de rejeições de efluentes residuais;
- Implementação de sistemas de pré-tratamento de efluentes de origem industrial;
- Implementação de planos visando a reutilização de águas consumidas pelos setores agrícola e industrial;
- Dotar as entidades institucionais responsáveis pela gestão hídrica em recursos humanos e equipamentos técnicos laboratoriais necessários de forma a obter o controlo real dos recursos hídricos da bacia;
- Produção de planos diretores que visem a utilização de recursos hídricos de forma racional e equitativa por parte dos setores económicos interessados;
- Execução e implementação de planos de qualidade da água fixando níveis mínimos de parâmetros qualitativos a serem satisfeitos.

Os planos de qualidade da água devem ter em atenção as diversas particularidades, nomeadamente as condições hidrogeológicas, climáticas, económicas e sociais de cada região hidrográfica, impondo, com a devida cautela, objetivos realistas a longo prazo. Só assim poderá desenrolar-se um desenvolvimento faseado, sustentado e equilibrado de todo o processo, originando, muito naturalmente, a melhoria qualitativa dos recursos hídricos em todo o território nacional.

5.2.6 Análise paramétrica temporal

Neste subcapítulo encontram-se apresentados, através de representações gráficas, alguns dos resultados das análises físico-químicas às águas superficiais na região em estudo, provenientes do sistema adutor dos Tornos e do AFMS, encaminhadas para as respetivas estações de tratamento.

Para tal consideraram-se como águas superficiais todos os recursos hídricos obtidos por captação devido ao facto destas serem transportadas recorrendo a um sistema de transporte superficial, nomeadamente as levadas. Os dados tratados foram fornecidos pela

entidade responsável pela exploração e gestão dos recursos hídricos no concelho do Funchal, a empresa IGA, que podem ser consultados na sua íntegra no anexo 4.

Como tratam-se de águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano foram considerados os limites paramétricos na legislação em vigor, nomeadamente o decreto-lei n.º 236/98, cujos limites utilizados no presente subcapítulo podem ser consultados na tabela 10, incluindo respetivas classes de tratamento. É de realçar que aos valores paramétricos com intervalo de variação, consideraram-se, para efeitos de legenda gráfica, a atribuição da denominação de "Limite superior" ao valor superior do referido intervalo do parâmetro em análise. Por sua vez, para o valor inferior do mesmo intervalo atribuiu-se a denominação de " Limite inferior" para cada uma das classes de tratamento correspondentes (Classes A1, A2 e A3).

Tabela 10 – Conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água a verificar.

(Fonte: Adaptado do Anexo I do decreto-lei n.º 236/98)

Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano							
Parâmetro	**Expressão dos resultados**	**A1**		**A2**		**A3**	
		V.M.R.	**V.M.A.**	**V.M.R.**	**V.M.A.**	**V.M.R.**	**V.M.A.**
pH	Escala de Sorensen	6,5-8,5	-	5,5-9,0	-	5,5-9,0	-
Coliformes Totais	ufc/100 ml	50	-	5 000	-	50 000	-
Coliformes Fecais	ufc/100 ml	20	-	2 000	-	20 000	-
Manganês	mg/L Mn	0,05	-	0,1	-	1	-

Nota:
Classe A1 – tratamento físico e desinfeção.
Classe A2 – tratamento físico e químico e desinfeção.
Classe A3 – tratamento físico, químico de afinação e desinfeção.

5.2.6.1 Estação de Tratamento de Água Eng.º Amaro da Costa, Alegria – Coliformes Totais

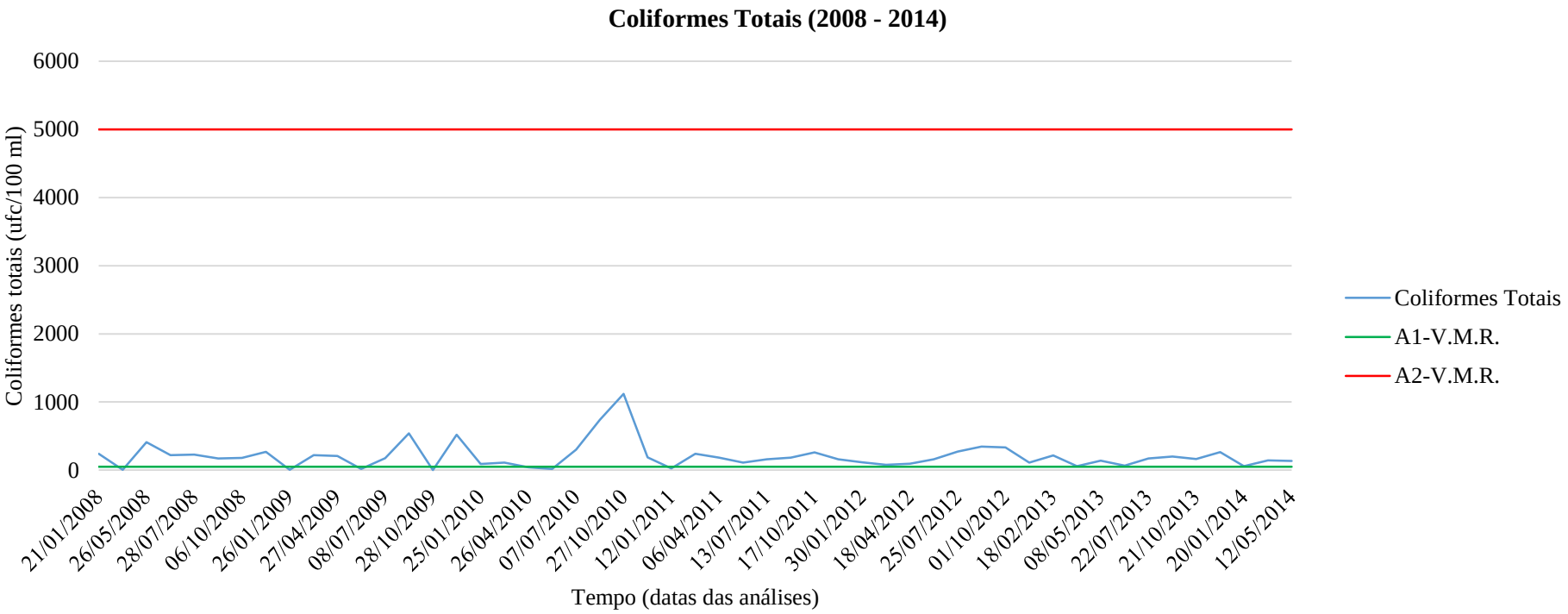


Figura 50 – Evolução temporal dos coliformes totais na ETA da Alegria.

5.2.6.2 Estação de Tratamento de Água Eng.º Amaro da Costa, Alegria – pH

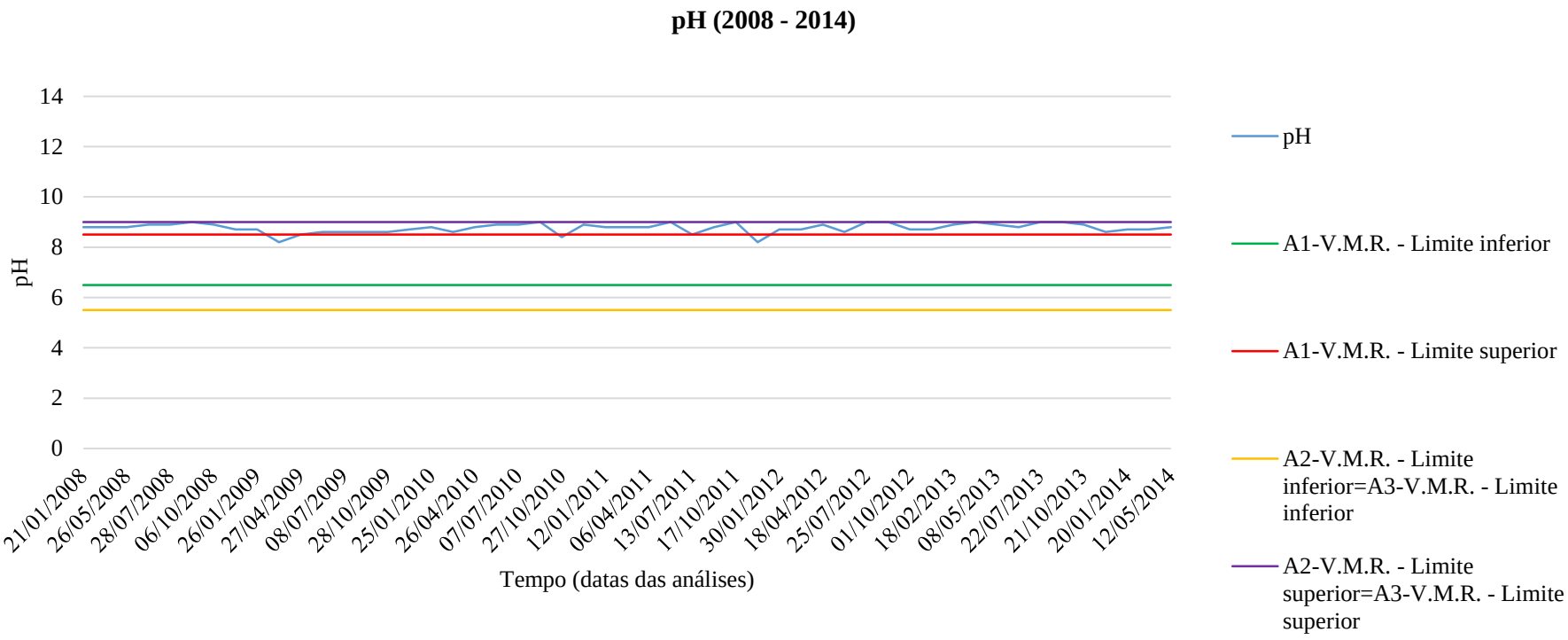


Figura 51 – Evolução temporal do pH na ETA da Alegria.

5.2.6.3 Estação de Tratamento de Água de Santa Quitéria – Coliformes Totais

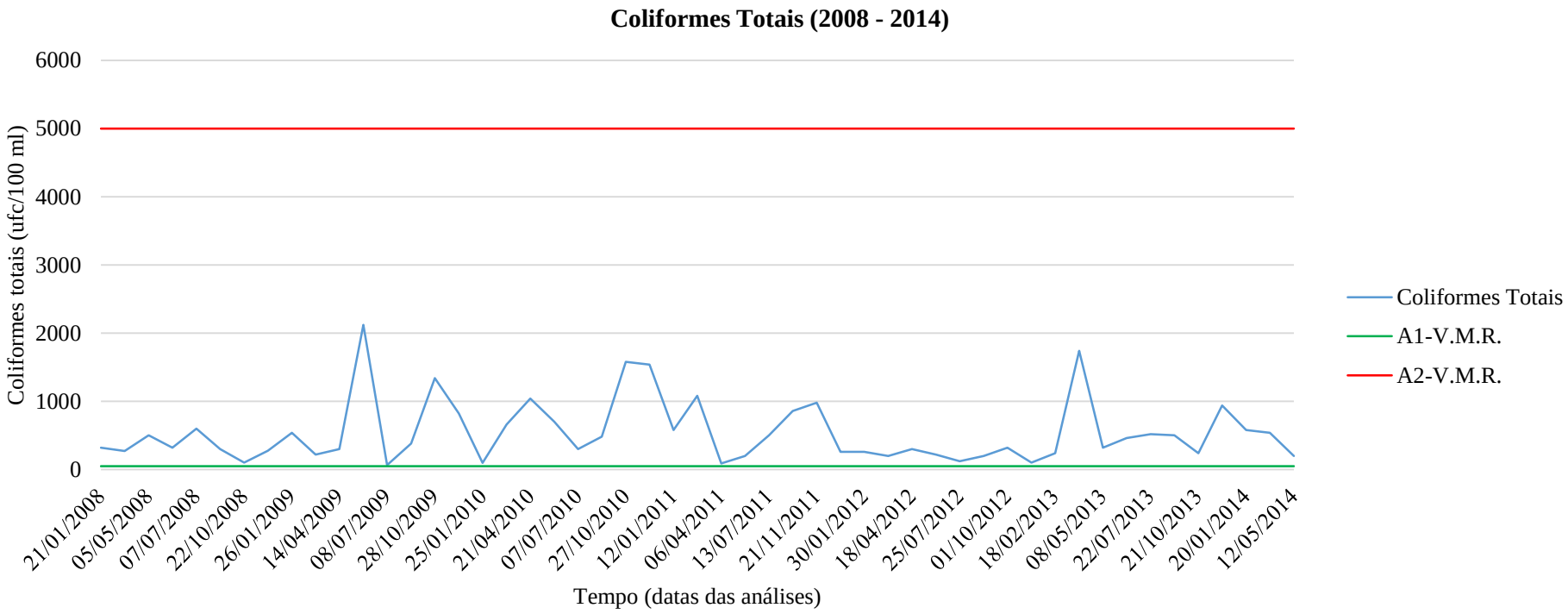


Figura 52 – Evolução temporal dos coliformes totais na ETA de Santa Quitéria.

5.2.6.4 Estação de Tratamento de Água de Santa Quitéria – Coliformes Fecais

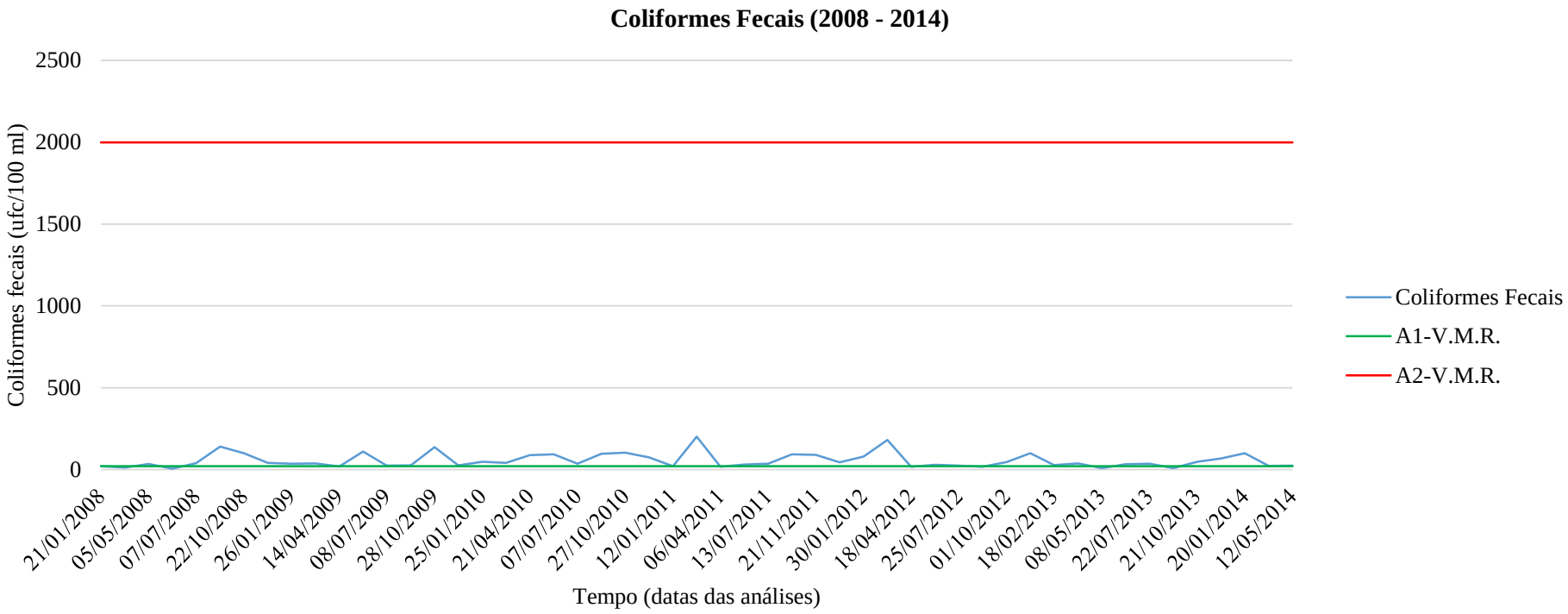


Figura 53 – Evolução temporal dos coliformes fecais na ETA de Santa Quitéria.

5.2.6.5 Estação de Tratamento de Água de Santa Quitéria – pH

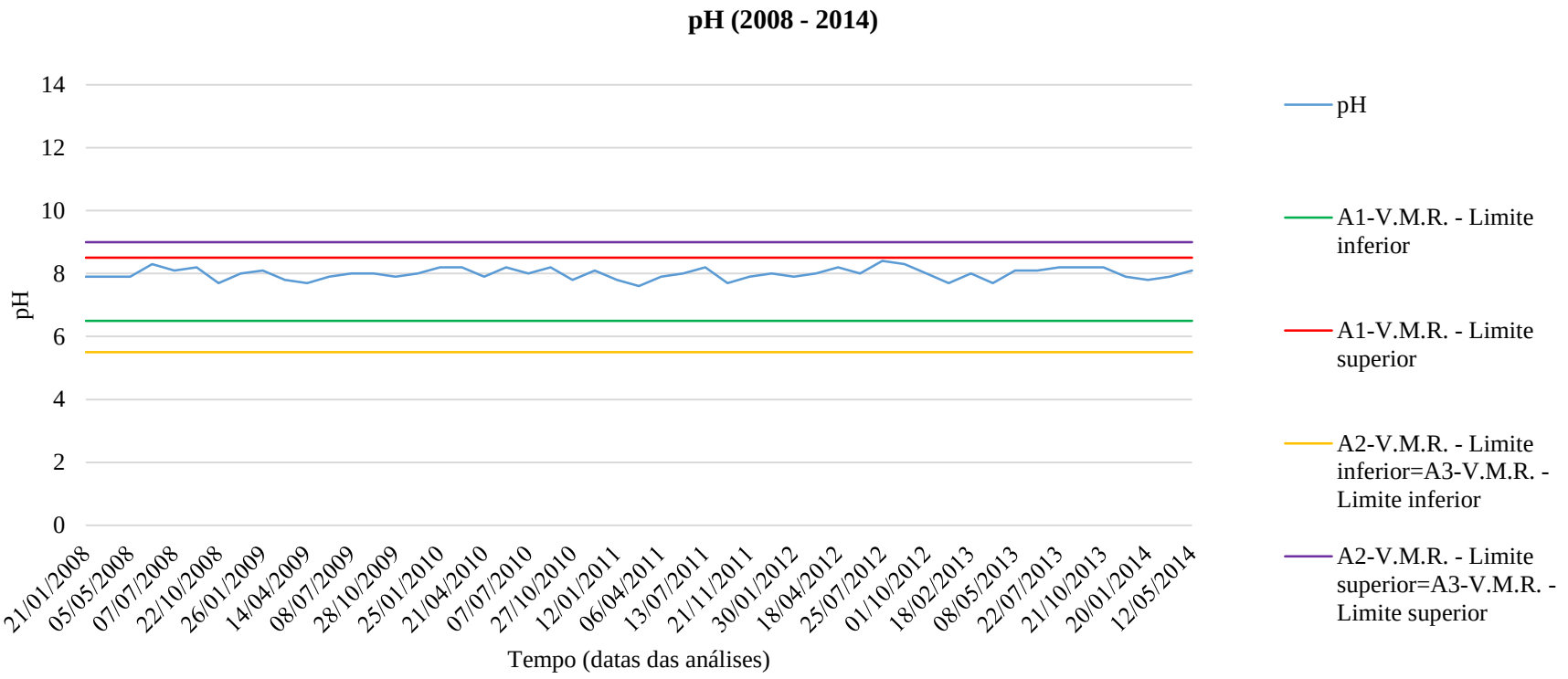


Figura 54 – Evolução temporal do pH na ETA de Santa Quitéria.

5.2.6.6 Estação de Tratamento de Água de Santa Quitéria – Manganês

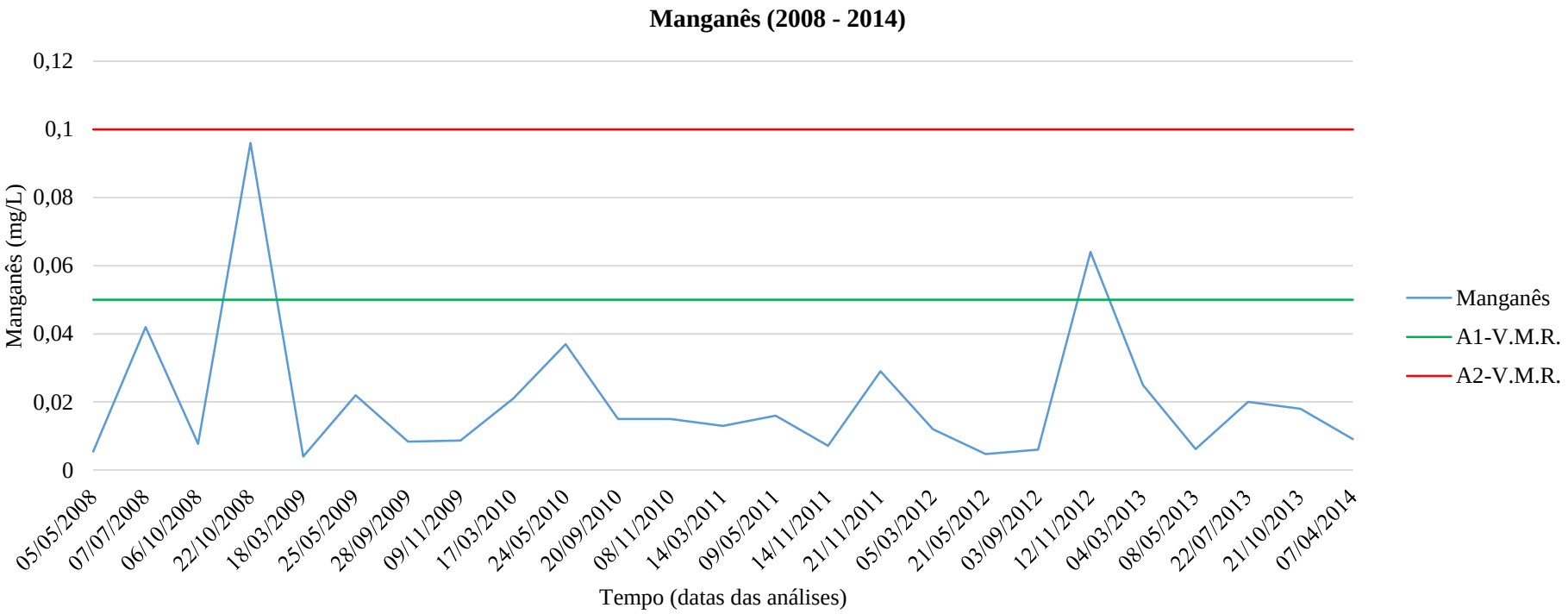


Figura 55 – Evolução temporal do manganês na ETA de Santa Quitéria.

5.2.7 Conclusões gerais

Após a análise dos resultados expostos anteriormente, podemos concluir que a qualidade das águas superficiais no concelho do Funchal é muito satisfatória, sem apresentar graus de poluição significativos que impossibilitem a sua utilização para produção de água potável para abastecimento urbano.

Conclui-se também que a classe das águas superficiais no concelho varia entre A1 e A2, sendo que as estações de tratamento de águas, as ETA's, realizam presentemente um tratamento físico-químico e desinfeção, correspondente à classe A2 (fonte: IGA).

Segundo informação fornecida pela empresa responsável pela exploração e gestão dos recursos hídricos no concelho em estudo, a IGA, tanto a ETA de Santa Quitéria como a ETA Eng.º Manuel R. Amaro da Costa, situada na Alegria realizam um pré-tratamento baseado na pré-oxidação.

Quanto ao tratamento principal, na ETA de Sta. Quitéria realiza-se: coagulação/floculação; decantação; filtração e desinfeção, enquanto na ETA da Alegria, realiza-se: coagulação/floculação; filtração e desinfeção.

Capítulo 6

Conclusões e recomendações globais

6. Conclusões e recomendações globais

6.1 Identificação dos principais problemas relacionados com os recursos hídricos

De seguida, exemplificam-se alguns dos problemas mais significativos no consumo de recursos hídricos das bacias hidrográficas do concelho do Funchal.

Situações de escassez quantitativa de água

- Variação temporal inconstante da disponibilidade hídrica superficial;
- Regularização temporal do escoamento superficial muito pequena;
- Centralização de furos de captação de águas subterrâneas junto à costa (possíveis problemas de salinização);
- Reduzida altura piezométrica nos furos de captação (caudais de exploração muito reduzidos face às necessidades efetivas);
- Elevada taxa de perdas na rede de abastecimento;
- Aumento do intervalo de tempo necessário à recarga de aquíferos devido às mudanças climáticas verificadas na região;
- Ocorrência significativa no número de incêndios e consequente degradação florestal o que poderá diminuir a disponibilidade quantitativa dos recursos hídricos subterrâneos;
- Elevado nível de desperdício de água no regadio de plantações agrícolas;
- Situações pontuais de carência de água em anos secos coincidentes com períodos máximos de consumo urbano.

Situações de escassez qualitativa da água

- Ocorrência de fenómenos de salinização e contaminação não só por presença de matéria orgânica mas também por micro-organismos patogénicos provenientes essencialmente de rejeições domésticas;
- Recurso excessivo à unidade de tratamento primário de efluentes domésticos (fossas sépticas) causando uma deterioração na qualidade das massas de água subterrâneas;

- Demora excessiva na promulgação dos perímetros de proteção junto às fontes de captação de água para abastecimento público;
- Incremento da concentração de cloretos de origem salina nos furos de captação para abastecimento da rede pública;
- Mudança no regime de escoamento natural devido à canalização de cursos de água fluviais;
- Escassez de informação técnica sistematizada referente a produtos nocivos utilizados na região.

6.2 Ações prioritárias e recomendações

Com o objetivo de melhorar a gestão e planeamento das bacias hidrográficas existentes no concelho do Funchal, apresentam-se, seguidamente, uma lista de objetivos prioritários, subdivididos nas mais diversas categorias, a manter ou alcançar ao longo dos próximos anos visando a melhoria qualitativa global da água, sendo eles:

Objetivos qualitativos

De forma a manter uma qualidade de água minimamente aceitável para abastecimento público no concelho do Funchal, recomendam-se os seguintes objetivos de cariz qualitativo:

- Impedir a degeneração qualitativa de todos os recursos hídricos subterrâneos e superficiais no concelho do Funchal, privilegiando aquelas cuja exploração exige propriedades de qualidade exigentes;
- Diminuir e talvez até eliminar todos os focos de poluição ambiental dos recursos hídricos por aumento na concentração de substâncias poluentes causada pela rejeição de efluentes residuais urbanos e industriais;
- Alcançar grau com classificação de bom potencial ecológico e estado químico das massas de água;
- Salvaguardar a qualidade das massas de água subterrânea inspecionando periodicamente todas as atividades passíveis de ocasionarem episódios de poluição;

- Assegurar a proteção dos recursos hídricos subterrâneos utilizados para consumo humano de fontes tópicas e difusas de poluição;
- Garantir uma proteção das massas de água subterrâneas da contaminação por intrusão salina;
- Melhoria gradual na qualidade de abastecimento da rede pública aos diversos solicitadores (sector urbano, agrícola, industrial e turismo);
- Crescimento da percentagem de população servida por infraestruturas de abastecimento e saneamento de água.

Objetivos quantitativos

Igualmente preponderante, a quantidade de água disponível para abastecimento público constitui um fator fundamental a ter em consideração na gestão de recursos hídricos, pelo que se recomenda a seguinte lista com objetivos a manter ou assegurar nos próximos anos no concelho em estudo:

- Garantir uma gestão agregada das origens de massas hídricas de proveniência subterrânea e superficial;
- Assegurar um fornecimento quantitativo regular e suficiente aos diversos sectores consumidores de água (sector agrícola, industrial, turismo e energético), mesmo em épocas de estiagem (seca);
- Delinear estratégias visando a redução gradual de perdas de caudais na rede de abastecimento pública;
- Divulgar técnicas e estratégias, especialmente, a técnica de regadio de gota a gota, visando a redução do desperdício de água no regadio agrícola;
- Diligenciar um aumento das reservas de água no sistema de abastecimento público, de acordo com o tamanho dos aglomerados urbanos;
- Difundir estratégias que visem o consumo racional e moderado nos sectores industriais com maior taxa de consumo;
- Melhoria gradual do sistema de abastecimento público de água aos diversos solicitadores (sector urbano, agrícola, industrial e turismo).

Objetivos de prevenção e controlo de riscos

Em seguida, expõe-se diversas ações prioritárias a implementar, o mais brevemente possível, de forma a minimizar efeitos de potenciais fenómenos naturais na região em estudo, sendo eles:

- Mitigar os efeitos resultantes da seca redigindo e adotando um plano estratégico de forma a atenuar o efeito das consequências da carência, mesmo que pontual, de recursos hídricos;
- Conseguir prever, evitar e dirigir situações potenciais de risco e de impacto ecológico, social e económico;
- Desenvolver um plano de ordenamento do território nas zonas ribeirinhas, potencialmente sujeitas a inundações;
- Implementar um plano de emergência face a situações de ocorrência de cheias visando a proteção civil e de bens humanos.

Objetivos económicos e financeiros

Tendo em conta toda a conjuntura económico-financeira vivida em Portugal, torna-se indispensável uma gestão ponderada e bem estudada de todos os recursos financeiros destinados à gestão e monitorização dos recursos hídricos. Com isto, apresenta-se um conjunto de objetivos de caráter económico-financeiro a alcançar no concelho do Funchal, sendo eles:

- Incentivar o desenvolvimento e crescimento sustentável de atividades económicas que ajudem na tarefa de preservação, conservação e valorização do património natural;
- Realizar uma administração eficiente dos meios financeiros disponibilizados e dos recursos físicos (infraestruturas) já existentes.

Objetivos de monitorização

Com o intuito de aperfeiçoar e melhorar a gestão e monitorização dos recursos hídricos na região em análise, expõe-se uma breve lista de objetivos estratégicos a alcançar num futuro próximo, sendo eles:

- Garantir uma informatização funcional, progressivamente atualizada e permanentemente acessível ao público em geral, com dados referentes às redes de monitorização implementadas nas bacias hidrográficas do concelho, que incluam os parâmetros hidrológicos e climatológicos e as análises qualitativas da água (variáveis químicas);
- Realizar registos cadastrais e inventários atualizados das atividades, usos e ocupações nas bacias hidrográficas;
- Investimento na área de investigação e na adoção de novas tecnologias visando a gestão progressivamente mais eficiente.

Objetivos normativos e institucionais

De forma a cumprir e até melhorar a situação legislativa atual no que aos recursos hídricos dizem respeito, propõe-se a seguinte lista de objetivos a atingir brevemente:

- Garantir o cumprimento efetivo da legislação de recursos naturais hídricos e ambiental em vigor a nível nacional, comunitário (UE) e internacional;
- Desenvolver um quadro normativo regulamentar de proteção ambiental de recursos hídricos ajustando-o à realidade regional, em harmonia com a legislação publicada.

6.3 Medidas prioritárias

Para a cumprir não só com acordos ambientais internacionais assinados mas também com a legislação nacional em vigor, apresentam-se, seguidamente, algumas medidas prioritárias necessárias a adotar.

Medidas qualitativas

De forma a melhorar a situação global qualitativa atual dos recursos hídricos, superficiais e/ou subterrâneos, disponíveis na área em estudo sugere-se a implementação das seguintes medidas:

- Demarcar um perímetro de proteção e respetiva sinalização com listagem de atividades interditas ou limitadas na área em questão, colocadas junto das captações de água superficiais e subterrâneas utilizadas no abastecimento da rede pública;
- Implementação de um plano de ordenamento com condicionamentos restritivos quanto ao tipo de uso do solo em áreas de infiltração máxima, promovendo uma adequada recarga hídrica natural não só em qualidade como em quantidade;
- Fixar limites no índice de impermeabilização do solo resultantes do intenso desenvolvimento urbano;
- Reflorestação, evitando não só a erosão superficial mas também reduzindo o nível de contaminação nas massas de água subterrâneas;
- Realização de estudos científicos no âmbito hidrogeológico que sirvam de base à realização de uma correta delimitação do perímetro de proteção das fontes de água subterrânea e superficial;
- Execução de intervenções infraestruturais e regulamentares visando a melhoria e eficiência na drenagem e tratamento de efluentes residuais de origem industrial e agrícola;
- Realização de ações de formação e sensibilização para divulgação de técnicas adequadas de fertilização, adubagem, pulverização de pesticidas e rega junto da comunidade agrícola;
- Desenvolver uma política de incentivos visando a substituição das fossas sépticas por sistemas menos poluentes e mais eficientes;
- Elaboração de um plano estratégico de combate à contaminação de águas subterrâneas por intrusão salina.

Medidas quantitativas

A quantidade de água disponível para exploração e o seu controlo são aspetos fundamentais a ter em consideração, pelo que a gestão e controlo dos recursos hídricos disponíveis, deve ser minuciosamente ponderada e analisada. De forma a facilitar tal tarefa, sugerem-se as seguintes medidas a cumprir assim que possível:

- Construção de reservatórios de água como medida preventiva face a situações de escassez de água em períodos de seca;
- Elaboração de um quadro regulamentar específico para início de novas explorações subterrâneas (furos) com um conjunto de exigências e critérios a satisfazer;
- Execução de um inventário ou registo cadastral permanentemente atualizado dos regantes, ajustando a disponibilidade de água às necessidades efetivas de regadio de acordo com o tipo de exploração agrícola (familiar ou empresarial), área do terreno e tipo de cultura;
- Implementação de normas e regulamentos visando a limitação e até proibição em períodos de evidente escassez de água na realização de rega de zonas verdes (jardins), enchimento de piscinas, lavagem de pavimentos e automóveis, entre outros, utilizando água destinada ao consumo humano (água potável).

Medidas de proteção contra riscos naturais

Os efeitos da ocorrência de fenómenos naturais com consequências diretas em bens materiais e imateriais de valor incalculável apenas poderão ser minimizados e nunca controlados e, como tal, sugerem-se as seguintes medidas de apoio à sua prevenção:

- Produção de cartas de risco em zonas cuja probabilidade de ocorrência de cheias seja considerável;
- Desobstrução de canais de escoamento através da remoção de material sólido nos mesmos;
- Construção de estruturas de retenção de material sólido;

- Identificar e localizar secções com estreitamento de forma a proceder ao seu alargamento, facilitando desse modo as condições de escoamento hidráulico.

Medidas de proteção contra poluição

De forma a proteger os recursos hídricos do concelho em estudo em relação a potenciais fontes de poluição, sugerem-se as seguintes medidas a implementar num futuro próximo:

- Elaboração de cartas com localização de potenciais fontes de poluição difusa e pontual.

Medidas de monitorização e investigação

A implementação de estratégias e programas que visem a monitorização de recursos hídricos bem como o estudo e investigação sobre os mesmos servem para, segundo o artigo 8.º da DQA, "proporcionar uma panorâmica coerente e completa do estado ecológico e químico em cada bacia hidrográfica" e, como tal, recomendam-se as seguintes medidas:

- Implementação e execução de estações de vigilância visando a gestão e monitorização de toda a rede hidrográfica do concelho do Funchal;
- Atualização e modernização das redes de monitorização de águas superficiais e subterrâneas já existentes;
- Analisar uma possível criação e implementação de uma rede de investigação no domínio hídrico no concelho do Funchal.

Capítulo 7

Referências

7. Referências

7.1 Bibliografia consultada

AREAM (2001), Caracterização Ambiental do Sector Industrial da RAM, Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira, Funchal, Região Autónoma da Madeira.

AREAM (2005), Identificação do potencial de energia hídrica na Região Autónoma da Madeira, Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira, Funchal.

ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA, *Lei n.º 11/87 que aprova a Lei de Bases do Ambiente*, Diário da República – I série, n.º 81, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 7 de Abril de 1987.

ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA, *Lei n.º 88-A/97 que regula o acesso da iniciativa económica privada a determinadas actividades económicas*, Diário da República – I SÉRIE-A – N.º 170, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 25 de Julho de 1997.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA, *Decreto Legislativo Regional n.º 33/2008/M que adapta à Região Autónoma da Madeira a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que aprova a Lei da Água, bem como o Decreto -Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, que complementa o regime jurídico consagrado na Lei da Água*, Diário da República – 1.ª série – N.º 157, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 14 de Agosto de 2008.

BRUM DA SILVEIRA, A., MADEIRA, J., RAMALHO, R., FONSECA, P.E., PRADA, S. (2010) – Notícia explicativa da Carta Geológica da Região Autónoma da Madeira na escala 1:50.000, Folhas (A) e (B) da Ilha da Madeira. ISBN: 978-972-98405-2-4. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais da Região Autónoma da Madeira.

CASTRO, J. N. R. (2011), "Caracterização hidráulica, hidrológica e de transporte sólido do evento de 20 de Fevereiro de 2010 na Ribeira de João Gomes", Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Universidade da Madeira.

CONSELHO DA EUROPA, *Carta Europeia da Água*, Estrasburgo, 6 de Maio de 1968.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 98/83/CE relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 330/32, Bruxelas, 5 de Novembro de 1998.

CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Directiva n.º 91/676/CEE relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 375/1, Bruxelas, 12 de Dezembro de 1991.

DRAM (2006), Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira, pp. 14 e pp. 22, Direcção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal.

FRUTUOSO. G (1998), *Saudades da Terra-Livro II, Nova ed.* - Instituto Cultural de Ponta Delgada, Ponta Delgada.

FULLER, T. (1732), *Gnomologia: Adagies and Proverbs; Wise sentences and witty sayings, ancient and modern, foreign and British*, London.

GIG, Retrato Estatístico do Município do Funchal - Resultados Definitivos dos Censos 2011, Gabinete de Informação Geográfica.

IEM (2014), Informação Mensal do Mercado de Emprego – Fevereiro de 2014, Secretaria Regional dos Assuntos Sociais, Instituto de Emprego da Madeira.

IST, UMa, LREC (2010), Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha da Madeira, Relatório Síntese, Versão 0.99dInstituto Superior Técnico, Universidade da Madeira, Laboratório Regional de Engenharia Civil.

MANTEIGAS, M. (2000), Controlo de odores em estações de tratamento de águas residuais – tecnologias e exemplos de aplicação, p.4.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO MAR, DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, *Decreto-Lei n.º 130/2012*, Diário da República – 1.ª série – N.º 120, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 22 de Junho de 2012.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, *Decreto-Lei n.º 6/2011 proceder à alteração de alguns preceitos do Decreto -Lei n.º 127/2008, de 21 de Julho, de forma a assegurar a articulação de diversas obrigações de reporte de informação dos operadores económicos através do relatório único previsto no regime*

jurídico de prevenção e controlo integrados da poluição, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 21 de Julho, Diário da República – 1.ª série – N.º 6, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 10 de Janeiro de 2011.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, *Decreto-Lei n.º 115/2010 que aprova o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações*, Diário da República – 1.ª série – N.º 206, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 22 de Outubro de 2010.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, *Decreto-Lei n.º 152/97 que visa a protecção das águas superficiais dos efeitos das descargas de águas residuais urbanas*, Diário da República – I SÉRIE-A – N.º 139, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 19 de Junho de 1997.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, *Decreto-Lei n.º 236/98 que estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos*, Diário da República – 1.ª série – N.º 176, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 1 de Agosto de 1998.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, *Decreto-Lei n.º 382/99 que estabelece as normas e os critérios para a delimitação de perímetros de protecção de captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público*, Diário da República – I SÉRIE-A – N.º 222, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 22 de Setembro de 1999.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 311/2007 que estabelece o regime de constituição e gestão dos empreendimentos de fins múltiplos, bem como o respectivo regime económico e financeiro*, Diário da República – 1.ª série – N.º 179, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 17 de Setembro de 2007.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Portaria n.º 1284/2009 que regulamenta o n.º 2 do artigo 29.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água), e estabelece o conteúdo dos planos de gestão de bacia hidrográfica, previstos na lei da água*, Diário da República – 1.ª série – N.º 202, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 19 de Outubro de 2009.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 306/2007 que estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano*, Diário da República – 1.ª série – N.º 164, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 27 de Agosto de 2007.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 173/2008 que estabelece o regime de prevenção e controlo integrados da poluição proveniente de certas actividades e o estabelecimento de medidas destinadas a evitar e a reduzir as emissões dessas actividades para o ar, a água ou o solo, a prevenção e controlo do ruído e a produção de resíduos, tendo em vista alcançar um nível elevado de protecção do ambiente no seu todo*, Diário da República – 1.ª série – N.º 164, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 26 de Agosto de 2008.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 254/2007 estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente*, Diário da República – 1.ª série – N.º 133, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 12 de Julho de 2007.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 208/2008 estabelece o regime de protecção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração*, Diário da República – 1.ª série – N.º 209, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 28 de Outubro de 2008.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Portaria n.º 702/2009 estabelece os termos da delimitação dos perímetros de protecção das captações destinadas ao abastecimento público de água para consumo humano, bem como os respectivos condicionamentos*, Diário da República – 1.ª série – N.º 128, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 6 de Julho de 2009.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 226-A/2007 que estabelece o*

regime sobre as utilizações dos recursos hídricos, Diário da República – 1.ª série – N.º 105, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 31 de Maio de 2007.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 194/2009 estabelece o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos*, Diário da República – 1.ª série – N.º 161, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 20 de Agosto de 2009.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 142/2008 que estabelece o regime jurídico da conservação da natureza e da biodiversidade*, Diário da República – 1.ª série – N.º 142, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 24 de Julho de 2008.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, *Decreto-Lei n.º 147/2008 que estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais*, Diário da República – 1.ª série – N.º 145, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 29 de Julho de 2008.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, *Decreto-Lei n.º 112/2002 que aprova o Plano Nacional da Água*, Diário da República – I Série-A, N.º90, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 17 de Abril de 2002.

MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, DO PLANEAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO DO TERRITÓRIO, *Decreto-Lei n.º 364/98 que obriga a elaboração de uma carta de zonas inundáveis*, Diário da República – I SÉRIE-A – N.º 270, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 21 de Novembro de 1998.

MINISTÉRIOS DA INDÚSTRIA E ENERGIA, DA SAÚDE E DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS, *Portaria n.º 1030/93 que define as condições de descarga das águas residuais no meio receptor natural (água ou solo) de unidades industriais do sector dos tratamentos de superfície*, Diário da República – I SÉRIE-B – N.º 241, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 14 de Outubro de 1993.

NEMUS, HIDROMOD (2014), Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) do Arquipélago da Madeira. 2ª Parte – Caraterização e Diagnóstico. Tomo 1. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, Região Autónoma da Madeira.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2000/60/CE que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 327/1, Luxemburgo, 23 de Outubro de 2000.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2010/75/UE relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição)*, Jornal Oficial da União Europeia L 334/17, Estrasburgo, 24 de Novembro de 2010.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Decisão n.º 2455/2001/CE que estabelece a lista das substâncias prioritárias no domínio da política da água e altera a Directiva 2000/60/CE*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 331/1, Bruxelas, 20 de Novembro de 2001.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2001/42/CE relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 197/30, Luxemburgo, 27 de Junho de 2001.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2004/35/CE relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais*, Jornal Oficial da União Europeia L 143/56, Estrasburgo, 21 de Abril de 2004.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2006/118/CE relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração*, Jornal Oficial da União Europeia L 372/19, Estrasburgo, 12 de Dezembro de 2006.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2007/60/CE relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações*, Jornal Oficial da União Europeia L 288/27, Estrasburgo, 23 de Outubro de 2007.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2008/1/CE relativa à prevenção e controlo integrados da poluição*, Jornal Oficial da União Europeia L 24/8, Estrasburgo, 15 de Janeiro de 2008.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, *Directiva 2011/92/EU relativa à avaliação dos efeitos de determinados projectos públicos e privados no ambiente*, Jornal Oficial da União Europeia L 26/1, Estrasburgo, 13 de Dezembro de 2011.

PRADA, S. (2000), " Geologia e Recursos Hídricos Subterrâneos da Ilha da Madeira", Dissertação apresentada à Universidade da Madeira para obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade da Madeira.

PRADA, S., GASPAR, M.A., MENEZES DE SEQUEIRA, M., NUNES A., FIGUEIRA C., CRUZ, J.V. (2005) – Disponibilidades hídricas subterrâneas e riscos de contaminação na Ilha da Madeira.

PRADA, S., GASPAR, M.A., SILVA, M.O., CRUZ, J.V., PORTELA, M.M., HORA, G.R. (2003) – Recursos Hídricos da Ilha da Madeira. Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro, Tomo 90: 125-142.

PRADA, S., MENDONÇA, J., SILVA, M.O., GASPAR, A., FIGUEIRA, C., PONTES A. (2010) – Perímetros de protecção das galerias de captação do maciço do Paul da Serra, Ilha da Madeira. In: "Técnicas e Métodos para a Gestão Sustentável da Água na Macaronésia. Artigos Técnicos e de Divulgação", Edição do Instituto Tecnológico de Canárias, S.A.. Capítulo 13, 309-331.

PROCESL, PROSISTEMAS, PRIMA (2003), Plano Regional da Água da Madeira, Relatório Técnico, Versão para Consulta Pública. Instituto da Água, I.P, Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, Região Autónoma da Madeira.

SILVA, J. B. P., ALMEIDA, F. E., GOMES, C. S. F. (2010), Enxurradas e inundações na Madeira.

VIEIRA, J. P. V. (1986), "Aplicação de Modelos Matemáticos na Gestão da Qualidade de Águas Superficiais", Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.

7.2 Websites consultados

http://dramb.gov-madeira.pt

http://drota.gov-madeira.pt

http://iasaude.sras.gov-madeira.pt

http://insaar.apambiente.pt

http://www.apambiente.pt

http://www.aream.pt

http://www.centrometeo.pt

http://www.cm-funchal.pt

http://www.dre.pt

http://www.eem.pt

http://www.iem.gov-madeira.pt

http://www.ine.pt

http://www.madeira.pflanzenweg.de

http://www.panoramio.com

http://www.pordata.pt

http://www.snirh.pt

http://www3.uma.pt/sprada

Anexos

Anexos

Anexo 1 – Conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos a verificar em águas destinadas à produção de água para consumo humano.

Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Fonte: Adaptado do Anexo I do decreto-lei n.º 236/98)							
Parâmetro	**Expressão dos resultados**	**A1**		**A2**		**A3**	
		V.M.R.	**V.M.A.**	**V.M.R.**	**V.M.A.**	**V.M.R.**	**V.M.A.**
Condutividade	µS/cm, 20ºC	1000	-	1000	-	1000	-
pH	Escala de Sorensen	6,5-8,5	-	5,5-9,0	-	5,5-9,0	-
Cloretos	mg/L Cl	200	-	200	-	200	-
Nitratos	mg/L NO_3	25	50	-	50	-	50
Fosfatos	mg/L PO_4	0,4	-	0,7	-	0,7	-
Sulfatos	mg/L SO_4	150	250	150	250	150	250
Temperatura	ºC	22	25	22	25	22	25
Coliformes Totais	ufc/100 ml	50	-	5000	-	50000	-
Coliformes Fecais	ufc/100 ml	20	-	2000	-	20000	-
Manganês	mg/L Mn	0,05	-	0,1	-	1	-

Esquemas tipo de tratamento referentes às classes A1, A2 e A3 das águas superficiais

(Fonte: Anexo II do decreto-lei n.º 236/98)

Classe A1 – tratamento físico e desinfeção.

Classe A2 – tratamento físico e químico e desinfeção.

Classe A3 – tratamento físico, químico de afinação e desinfeção.

Anexo 2 – Resultados de análises efetuadas a águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano – Tabelas.

Furo da ribeira de João Gomes – JK18 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
20/06/2005	-	-	-	-	-	10	-
04/07/2005	-	-	-	-	-	11	-
07/08/2006	338	7,8	68	4,9	0,26	8,1	22
23/08/2006	343	7,7	70	4,6	0,3	-	16
04/09/2006	360	7,8	78	4,6	0,26	9	16
16/10/2006	378	7,7	79	4,2	0,25	-	16
16/04/2007	302	7,9	55	4,9	0,27	10	16
14/05/2007	342	8,2	68	4,6	0,26	10	16
20/06/2007	344	8,2	70	4,6	0,26	-	16
12/09/2007	328	7,8	64	4,7	0,26	-	16
14/05/2008	241	7,8	30	5,6	0,26	10	18
23/06/2008	241	8,1	40	5,5	0,25	-	18
16/07/2008	319	8	58	5,1	0,26	-	16
08/09/2008	338	7,8	64	4,8	0,25	10	16
12/08/2009	317	7,7	58	5,4	0,26	-	17
09/09/2009	339	7,7	67	5	0,25	10	17
19/10/2009	352	7,7	69	4,8	0,26	-	17
26/10/2009	350	7,8	71	4,7	0,25	10	17
07/07/2010	307	7,9	56	5,4	0,28	-	17

Furo da ribeira de São João – JK19 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
12/03/2008	427	7,5	74	30	0,46	-	17
14/05/2008	461	7,4	77	29	0,44	24	17
16/07/2008	599	7,5	127	25	0,4	-	17
08/09/2008	601	7,5	141	25	0,4	28	17
18/10/2010	450	7,6	75	30	0,47	-	18
22/08/2011	540	7,5	109	27	0,38	26	17
05/09/2011	535	7,4	111	27	0,43	26	18
10/10/2011	561	7,6	116	27	0,43	-	17
17/10/2011	570	7,6	118	28	0,43	-	16
21/05/2012	584	7,4	115	27	0,42	25	18
27/06/2012	599	7,5	129	27	0,37	-	18
08/08/2012	600	7,6	127	27	0,48	26	18
01/10/2012	585	7,4	125	26	0,41	-	19
15/07/2013	538	7,6	107	27	0,47	26	19
07/08/2013	570	7,6	131	28	0,43	-	18
23/09/2013	539	7,6	108	27	0,42	26	17
14/10/2013	552	7,6	114	27	0,63	-	16

Furo da ribeira de Santa Luzia – JK20 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
12/03/2008	583	7,8	140	16	0,24	-	17
14/05/2008	352	7,8	64	9,6	0,27	11	16
16/07/2008	502	7,8	113	16	0,26	-	17
08/09/2008	517	7,7	145	17	0,27	18	17
19/10/2009	422	7,6	90	12	0,14	-	23
16/11/2009	285	8	49	7	-	10	17
07/07/2010	297	7,9	49	12,4	0,3	-	18
09/08/2010	338	7,9	68	11	0,27	12	17
01/09/2010	400	7,6	82	15	0,3	15	20
18/10/2010	467	7,8	100	16	0,26	-	17
07/02/2011	448	7,8	92	17	0,3	-	17
02/05/2011	439	7,7	95	17	0,26	17	18
18/07/2011	378	7,8	72	16	0,29	15	19
17/10/2011	346	7,9	62	16	0,27	-	15
21/05/2012	413	7,6	80	17	0,28	14	17
27/06/2012	468	7,7	99	18	0,28	-	19
08/08/2012	493	7,8	100	19	0,31	17	17
01/10/2012	417	7,8	91	11	0,24	-	18
15/07/2013	329	7,9	60	13	0,27	12	18
07/08/2013	381	7,8	70	17	0,29	-	18
23/09/2013	395	8	78	15	0,26	15	16
14/10/2013	406	7,8	81	17	0,28	-	16

Furo 1 da ribeira dos Socorridos – JK3 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
11/08/2008	180	8	13	4	0,17	-	18
25/08/2008	197	8,1	14	4	0,17	10	19
08/09/2008	201	8	13	5	0,18	10	18
29/10/2008	169	8,2	14	3,9	0,17	-	16
21/10/2009	211	8	15	7,6	0,19	-	18
26/10/2009	278	7,7	24	18	0,25	26	17
11/11/2009	268	7,7	19	18	0,17	25	17
08/02/2010	310	7,9	24	24	0,23	-	16
23/06/2010	254	7,6	21	16	0,23	20	14
09/08/2010	222	7,9	22	20	0,21	27	14
27/10/2010	285	7,7	22	22	0,26	-	18
14/11/2011	242	7,7	19	5,8	0,2	11	18
23/11/2011	190	8	16	5	0,28	10	17
12/12/2011	258	8,1	23	20	0,24	-	17
18/04/2012	287	7,7	20	20	0,2	-	13
02/07/2012	190	8	25	18	0,21	23	18
08/08/2012	189	8	15	3,9	0,17	10	19
01/10/2012	185	7,9	21	20	0,19	-	20
15/07/2013	202	8	17	5,5	0,18	10	18
26/08/2013	190	8,1	17	3,9	0,28	10	19
30/09/2013	191	8	17	4,2	0,18	-	17
14/10/2013	193	8,1	16	4,5	0,17	-	18

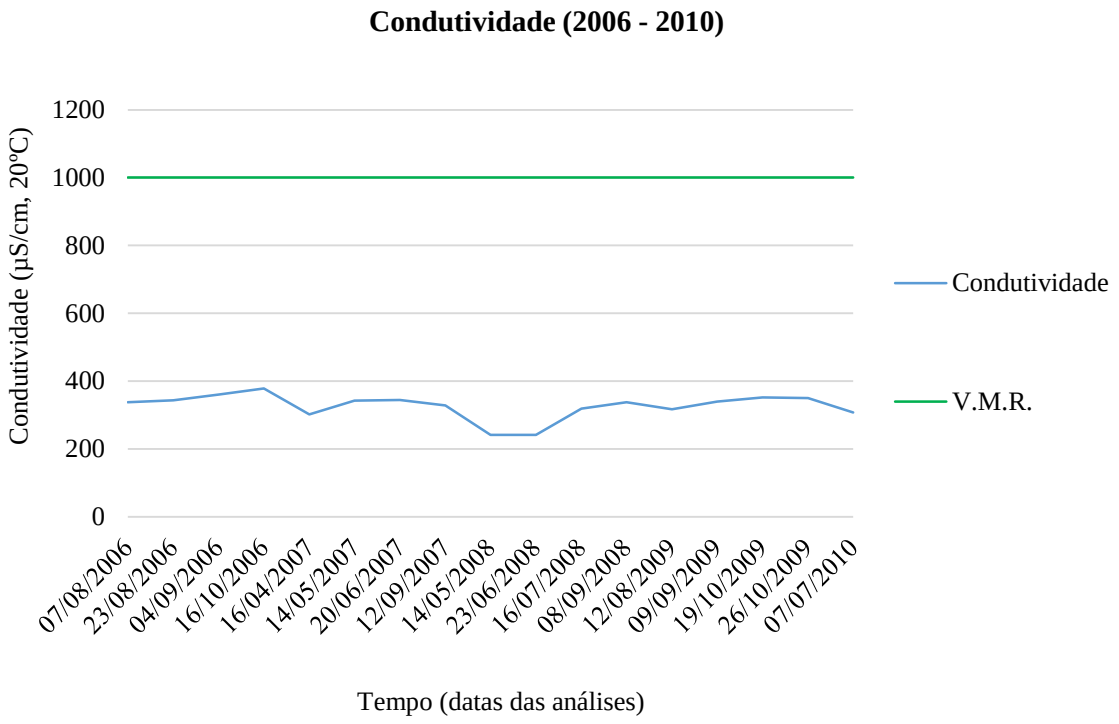
Furo 2 da ribeira dos Socorridos – JK2 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
28/05/2008	195	8	22	3,6	0,17	10	18
11/08/2008	226	7,8	24	7	0,18	-	18
25/08/2008	231	7,9	28	7,5	0,18	10	19
29/10/2008	225	7,9	30	7,2	0,11	-	16
21/10/2009	199	8,1	22	3,5	0,17	-	19
26/10/2009	199	8,1	28	3,4	0,17	10	19
11/11/2009	198	8,1	22	3,5	0,17	10	19
16/11/2009	197	8,1	22	3,5	0,19	-	19
08/02/2010	194	8,1	21	3,7	0,2	-	18
23/06/2010	194	8,1	20	4,1	0,18	10	14
09/08/2010	231	7,9	24	9,7	0,2	14	14
27/10/2010	191	8	20	3,9	0,19	-	18
14/11/2011	204	7,9	20	4,2	0,18	10	18
23/11/2011	192	8,1	18	4,3	0,19	10	18
12/12/2011	192	8	20	4,2	0,2	-	18
18/04/2012	193	8	18	3,7	0,22	-	14
02/07/2012	236	7,7	28	9	0,17	12	19
08/08/2012	251	7,8	26	10	0,16	12	18
01/10/2012	217	7,9	32	3,3	0,2	-	20
15/07/2013	251	8	33	6,8	0,17	11	18
26/08/2013	222	7,8	25	8	0,19	12	18
30/09/2013	205	8	27	3,4	0,18	-	18
14/10/2013	229	7,8	25	8,3	0,17	-	17
09/04/2014	197	8,1	18	3,8	0,18	10	17

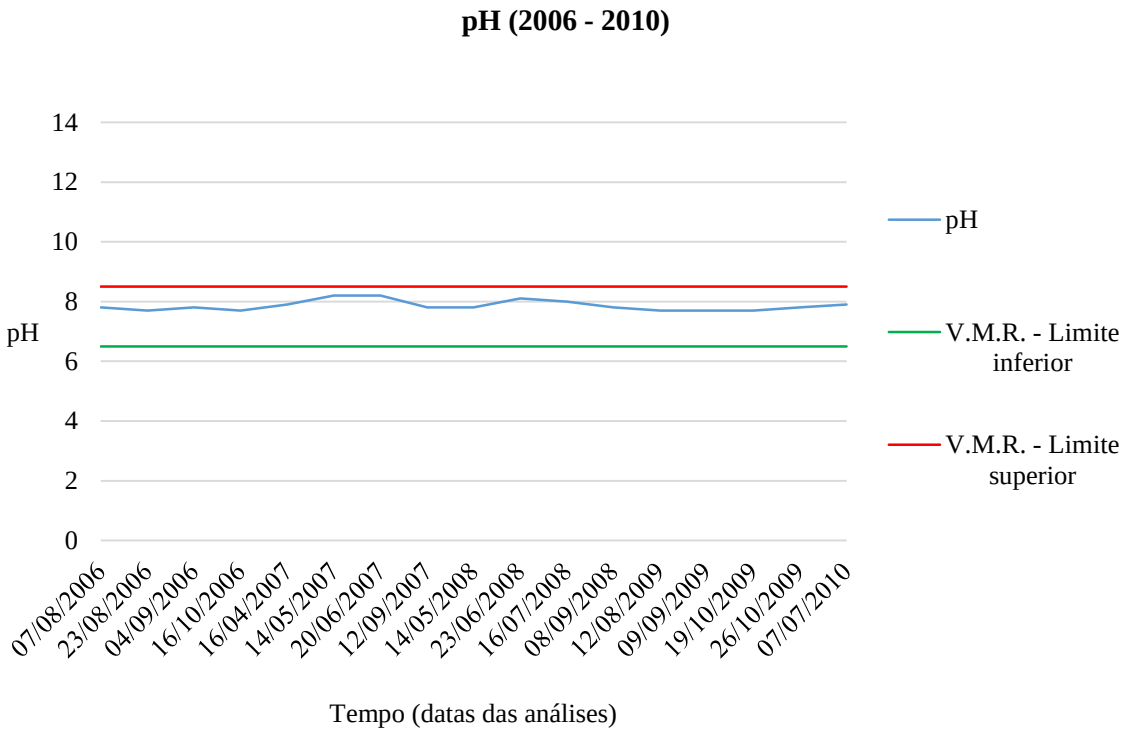
Furo 3 da ribeira dos Socorridos – JK1 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
28/05/2008	250	7,9	36	4,2	0,15	10	18
11/08/2008	301	7,8	51	4,8	0,14	-	18
25/08/2008	304	7,9	56	5,2	0,14	10	19
29/10/2008	380	8,1	60	4,3	0,16	-	16
21/10/2009	265	8,1	41	3,8	0,15	-	18
26/10/2009	256	8	43	3,7	0,15	10	18
11/11/2009	254	8	39	3,7	0,15	10	18
16/11/2009	258	8	40	3,6	0,16	-	18
08/02/2010	245	8,1	36	3,5	0,16	-	17
23/06/2010	236	8,1	34	4	0,14	10	14
09/08/2010	274	7,9	45	4,7	0,16	10	14
27/10/2010	271	7,9	46	4,1	0,15	-	18
14/11/2011	272	7,8	42	4,9	0,16	11	18
23/11/2011	254	8	38	4,1	0,16	10	18
12/12/2011	253	8	44	3,8	0,15	-	18
18/04/2012	258	7,9	37	4,3	0,22	-	14
02/07/2012	323	7,8	61	6,5	0,15	11	19
08/08/2012	347	7,9	62	6,8	0,18	12	18
01/10/2012	305	7,8	57	6,7	0,16	-	19
15/07/2013	233	8	31	4,2	0,16	10	18
26/08/2013	277	7,9	47	4,6	0,17	10	18
30/09/2013	255	7,9	40	4,3	0,16	-	18
14/10/2013	282	7,9	48	5,2	0,15	-	18
09/04/2014	254	8,1	27	3,7	0,14	10	17

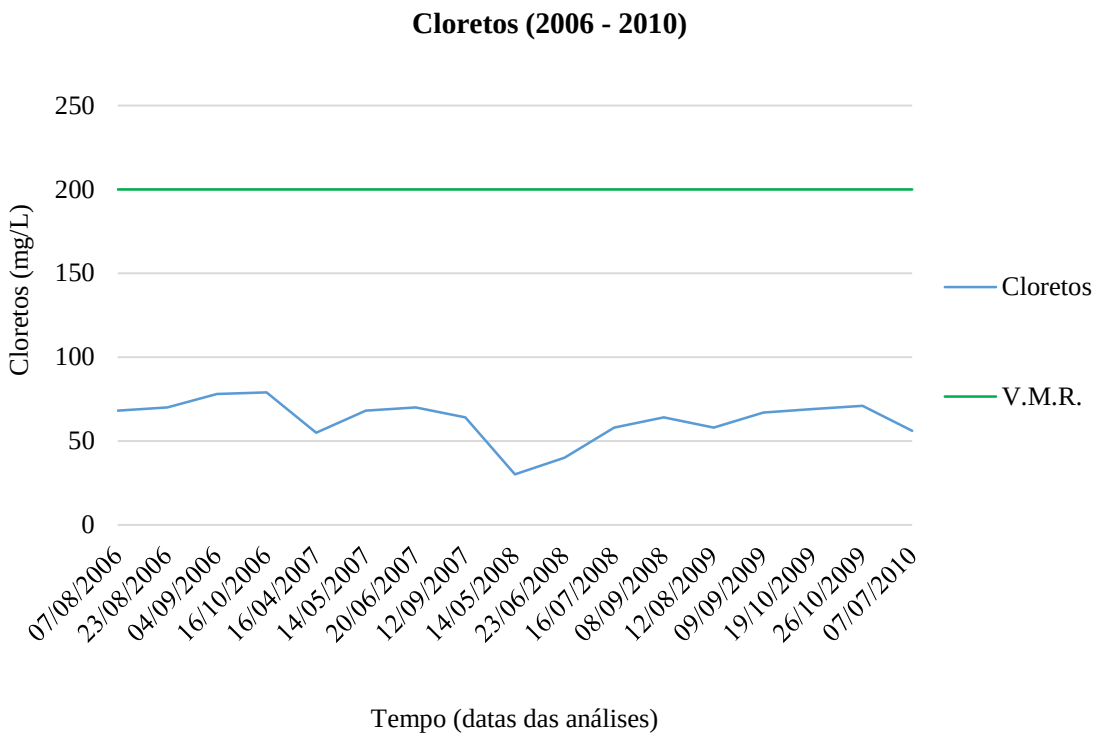
Furo 4 da ribeira dos Socorridos – JK4 (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Condutividade** (µS/cm, 20ºC)	**pH** (Escala de Sorensen)	**Cloretos** (mg/L Cl)	**Nitratos** (mg/L NO_3)	**Fosfatos** (mg/L PO_4)	**Sulfatos** (mg/L SO_4)	**Temperatura** (ºC)
28/05/2008	434	8,2	96	5,6	0,094	12	19
11/08/2008	463	8,1	103	5,8	0,1	-	19
25/08/2008	464	8,1	108	5,9	0,1	14	19
29/10/2008	458	8,2	118	5,8	0,095	-	16
21/10/2009	430	8,3	90	5,5	0,1	-	19
26/10/2009	439	8,3	100	5,4	0,1	13	20
11/11/2009	434	8,3	93	5,6	0,094	13	20
16/11/2009	436	8,3	93	5,7	0,19	-	20
08/02/2010	451	8,4	98	5,9	0,11	-	17
23/06/2010	324	7,6	56	6,4	0,12	14	15
09/08/2010	420	8,1	92	6	0,11	14	15
27/10/2010	323	7,4	29	10	0,12	-	18
14/11/2011	391	7,6	74	6,9	0,04	17	18
23/11/2011	390	8,6	71	7,1	0,12	16	17
12/12/2011	278	7,4	39	6,9	0,11	-	18
18/04/2012	427	8,2	89	5,8	0,11	-	12
02/07/2012	459	8,1	110	6,4	0,11	13	19
08/08/2012	474	8,1	102	6,8	0,16	14	19
01/10/2012	482	8,3	109	6,7	0,1	-	23
15/07/2013	413	8,1	87	6,1	0,13	13	19
26/08/2013	442	8,1	98	6	0,14	14	20
30/09/2013	416	8,4	70	8,3	0,11	-	17
14/10/2013	431	8	94	6,7	0,094	-	18
09/04/2014	341	7,8	63	4,8	0,1	12	16

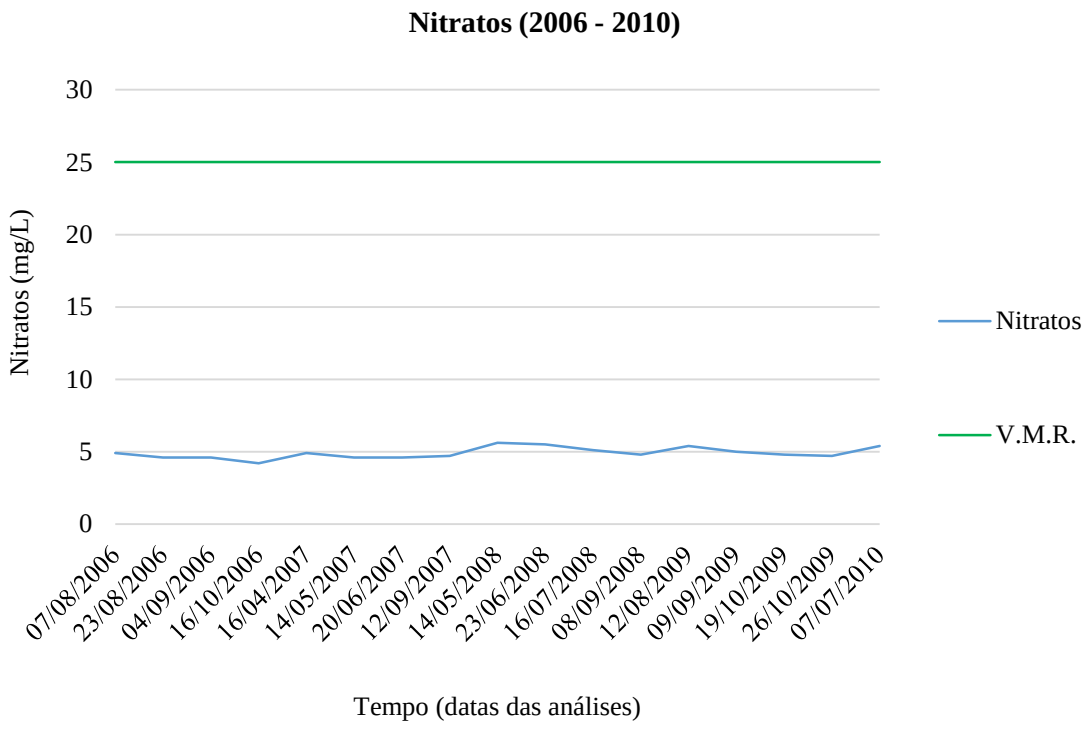
Anexo 3 – Resultados de análises efetuadas a águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano – Gráficos.

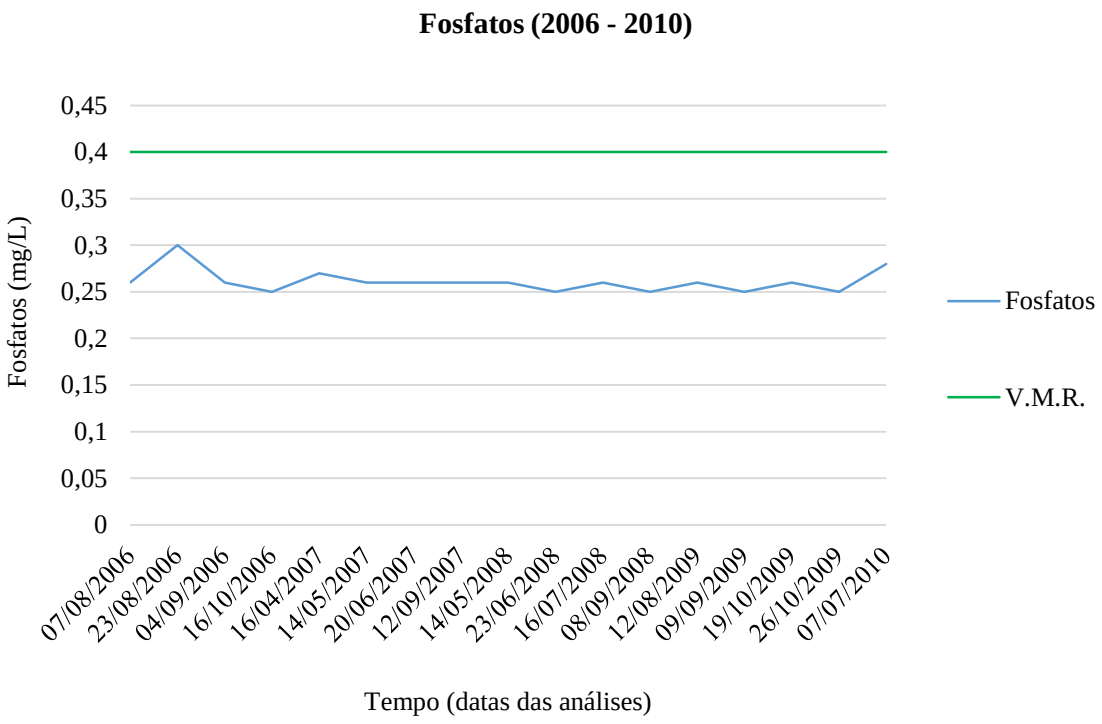
Furo da ribeira de João Gomes – JK18

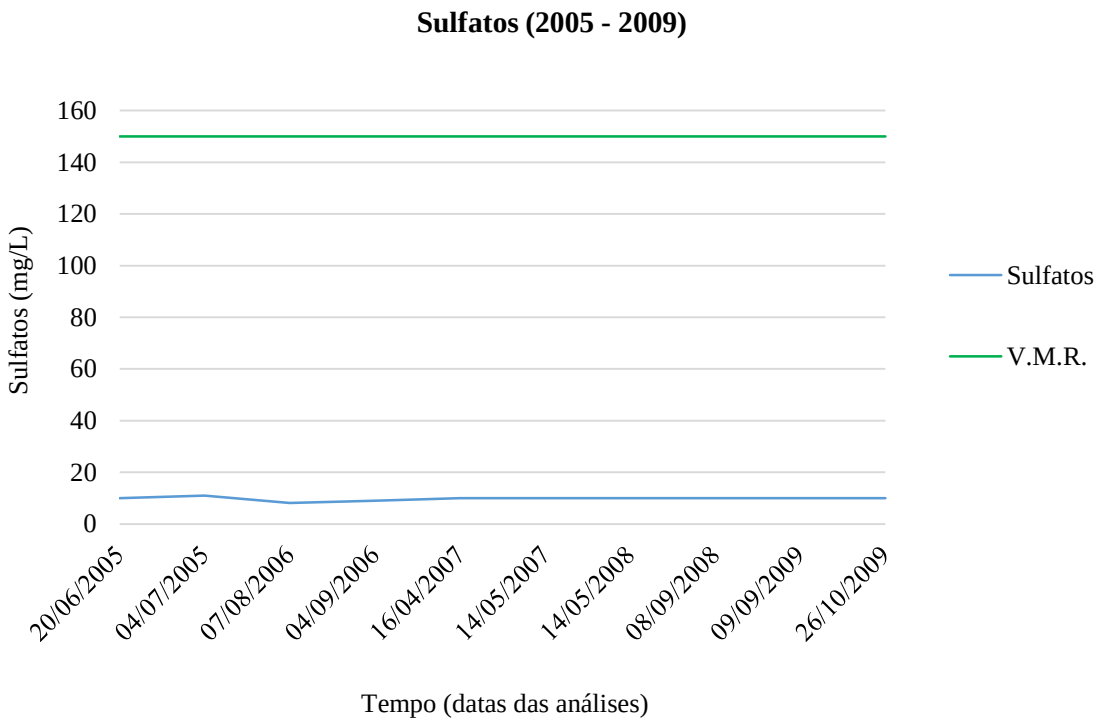


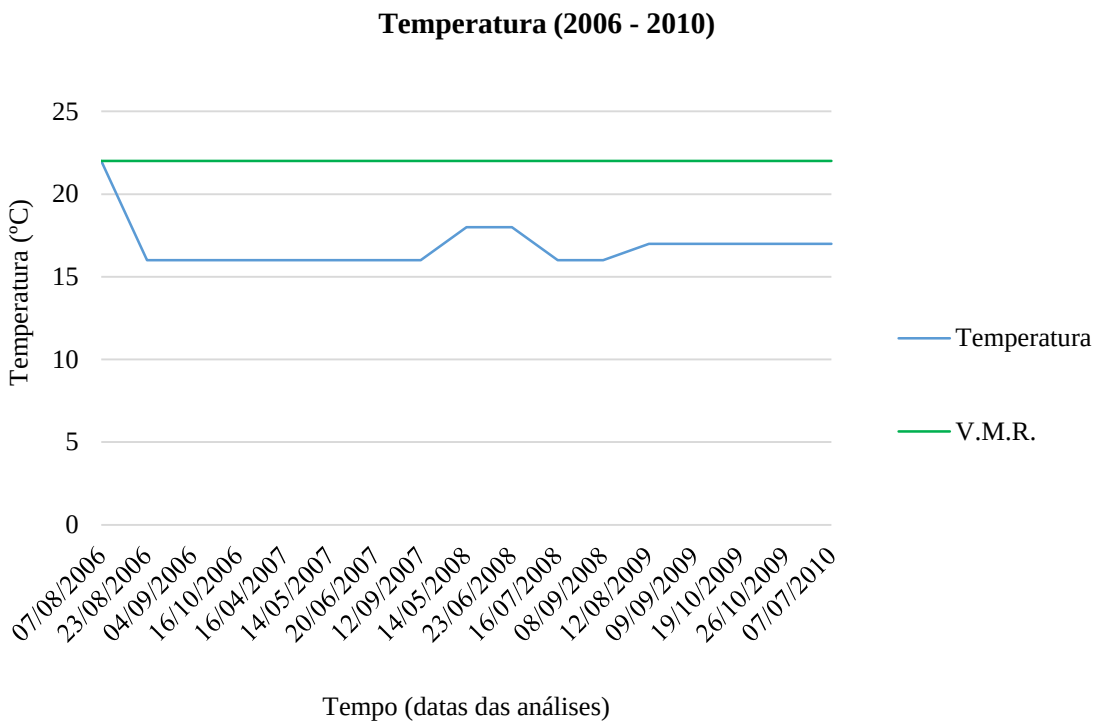



Cloretos (2006 - 2010)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L)
07/08/2006
23/08/2006
04/09/2006
16/10/2006
16/04/2007
14/05/2007
20/06/2007
12/09/2007
14/05/2008
23/06/2008
16/07/2008
08/09/2008
12/08/2009
09/09/2009
19/10/2009
26/10/2009
07/07/2010
Cloretos
V.M.R.
Tempo (datas das análises)

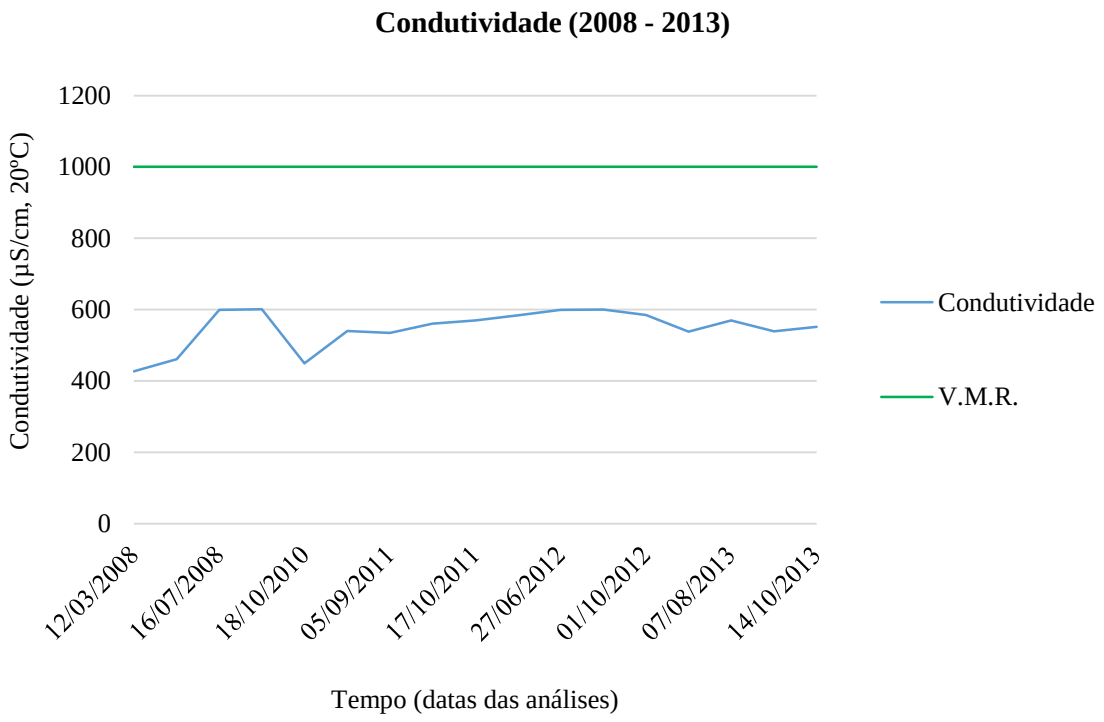

Nitratos (2006 - 2010)
30
25
20
15
10
5
0
Nitratos (mg/L)
07/08/2006
23/08/2006
04/09/2006
16/10/2006
16/04/2007
14/05/2007
20/06/2007
12/09/2007
14/05/2008
23/06/2008
16/07/2008
08/09/2008
12/08/2009
09/09/2009
19/10/2009
26/10/2009
07/07/2010
Nitratos
V.M.R.
Tempo (datas das análises)

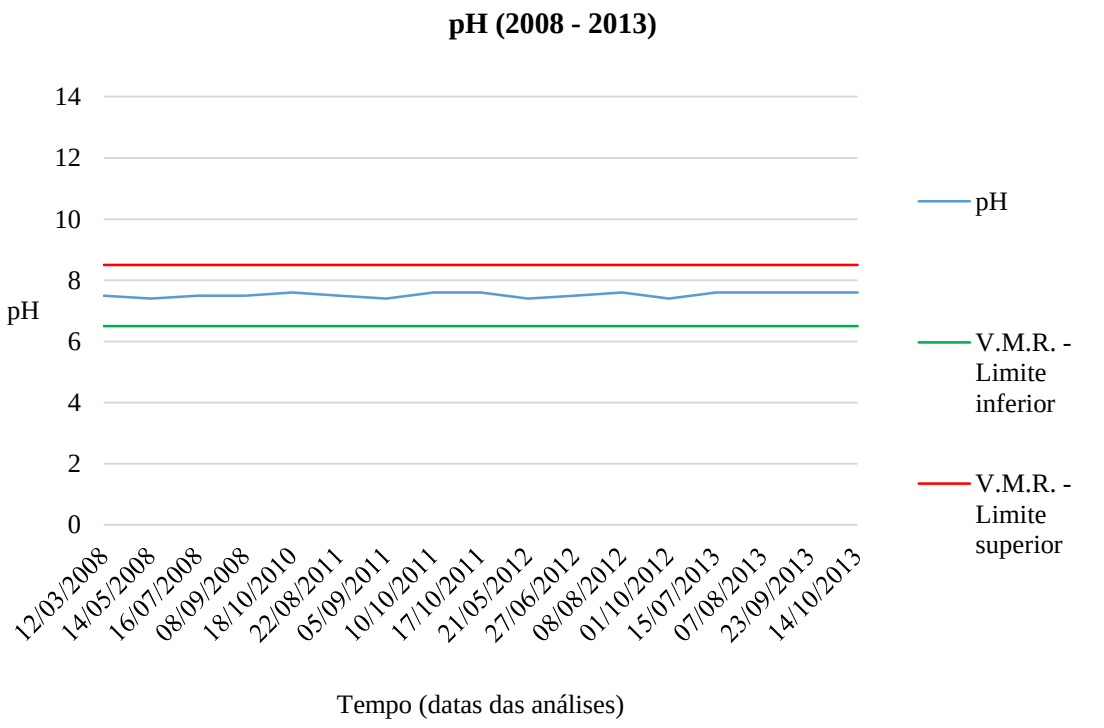

Fosfatos (2006 - 2010)
Fosfatos (mg/L)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
07/08/2006
23/08/2006
04/09/2006
16/10/2006
16/04/2007
14/05/2007
20/06/2007
12/09/2007
14/05/2008
23/06/2008
16/07/2008
08/09/2008
12/08/2009
09/09/2009
19/10/2009
26/10/2009
07/07/2010
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.

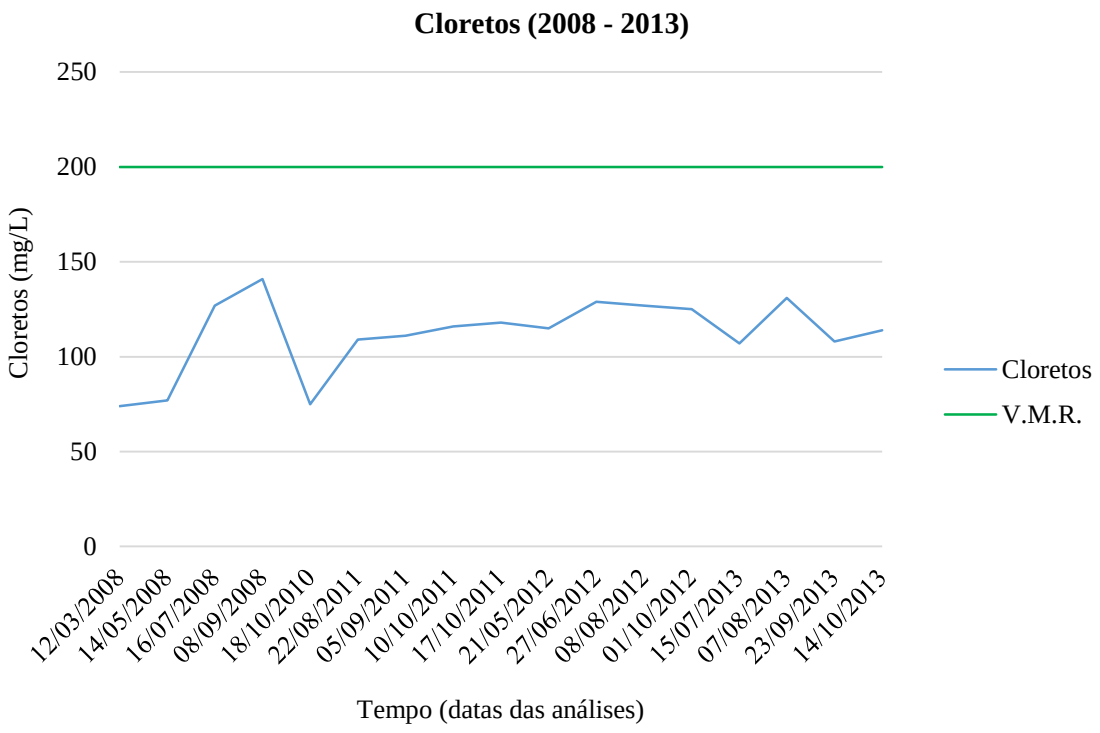

Sulfatos (2005 - 2009)
Sulfatos (mg/L)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
20/06/2005
04/07/2005
07/08/2006
04/09/2006
16/04/2007
14/05/2007
14/05/2008
08/09/2008
09/09/2009
26/10/2009
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.

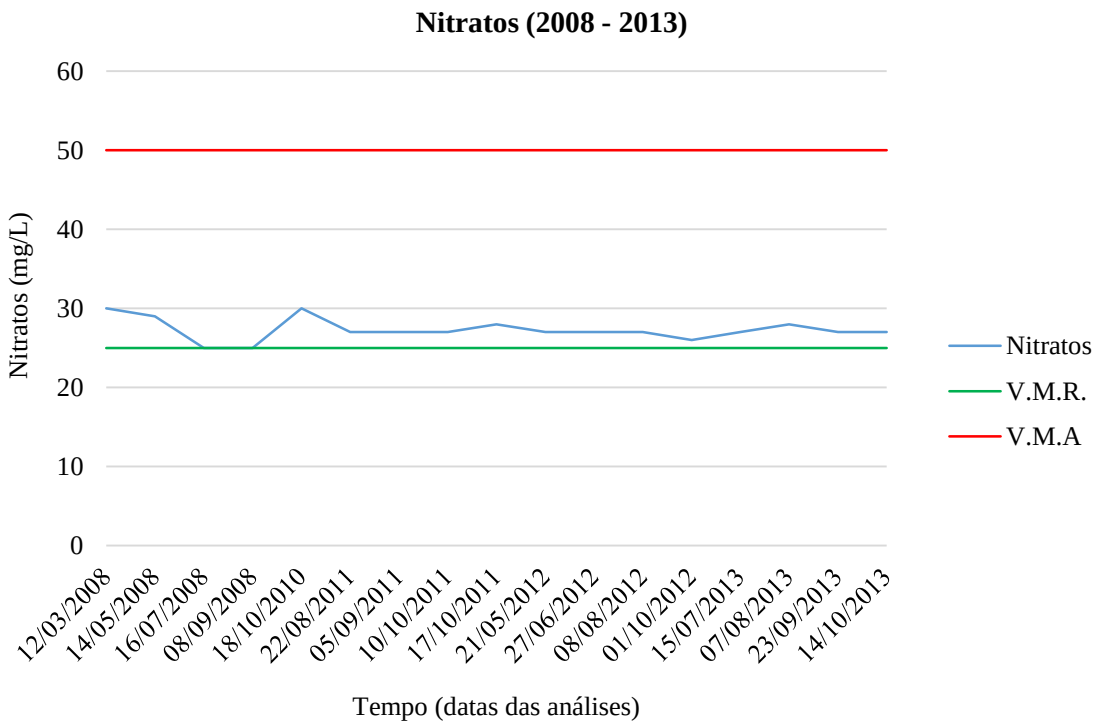

Temperatura (2006 - 2010)
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
07/08/2006
23/08/2006
04/09/2006
16/10/2006
16/04/2007
14/05/2007
20/06/2007
12/09/2007
14/05/2008
23/06/2008
16/07/2008
08/09/2008
12/08/2009
09/09/2009
19/10/2009
26/10/2009
07/07/2010
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.

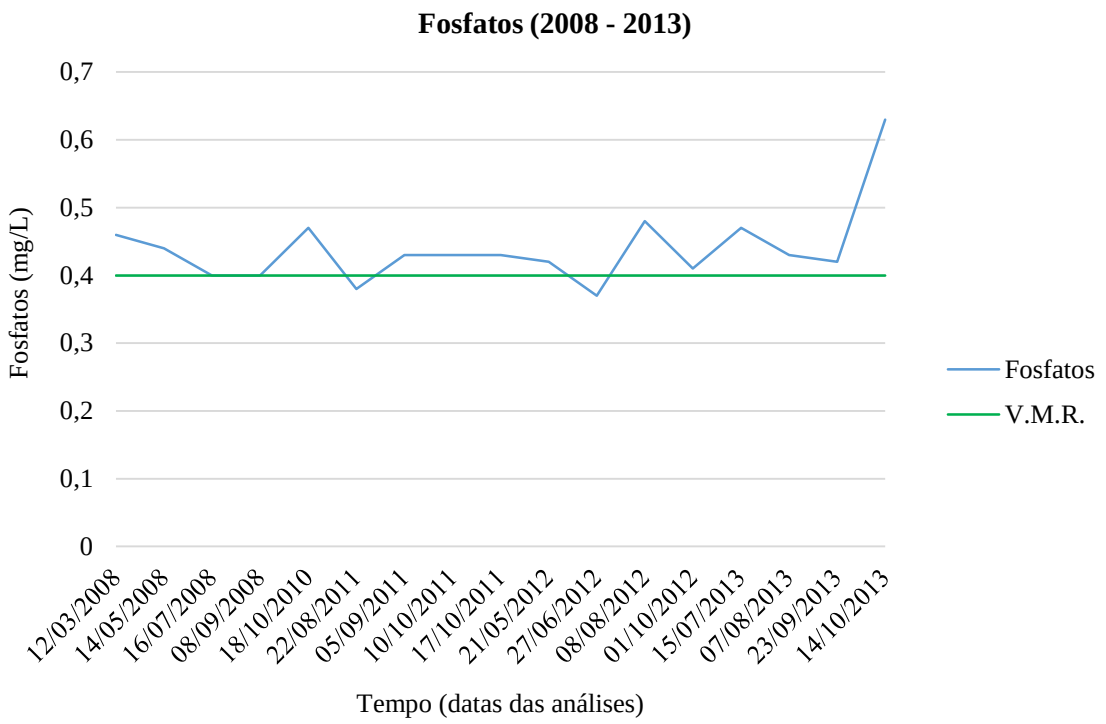
Furo da ribeira de São João – JK19

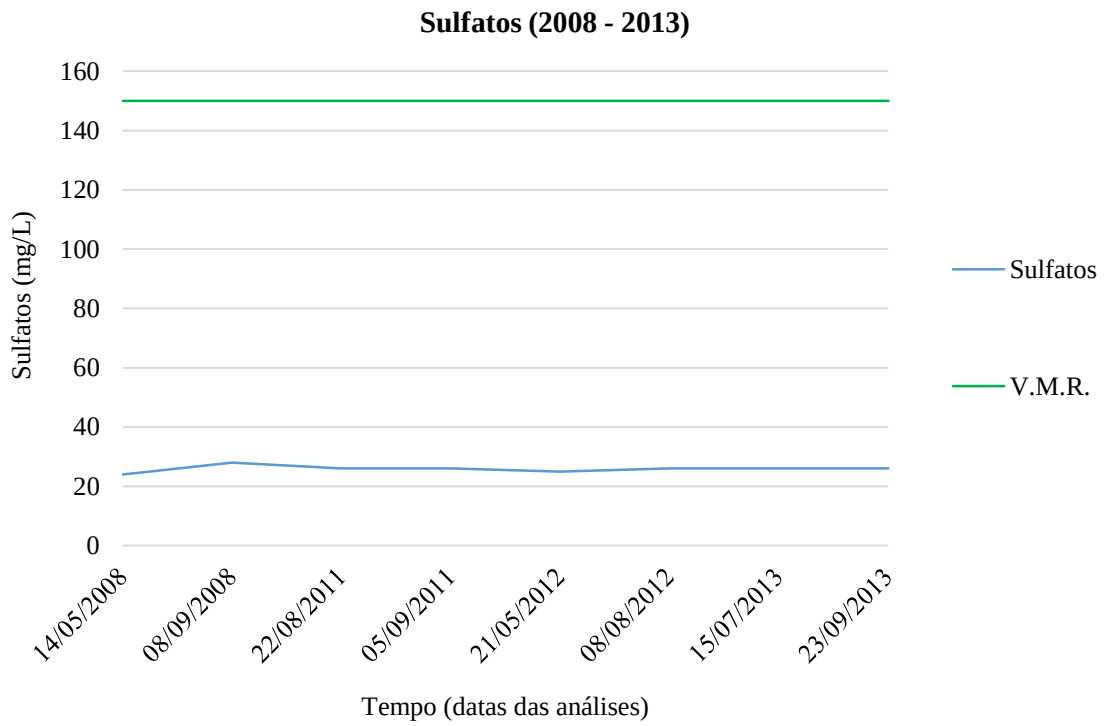


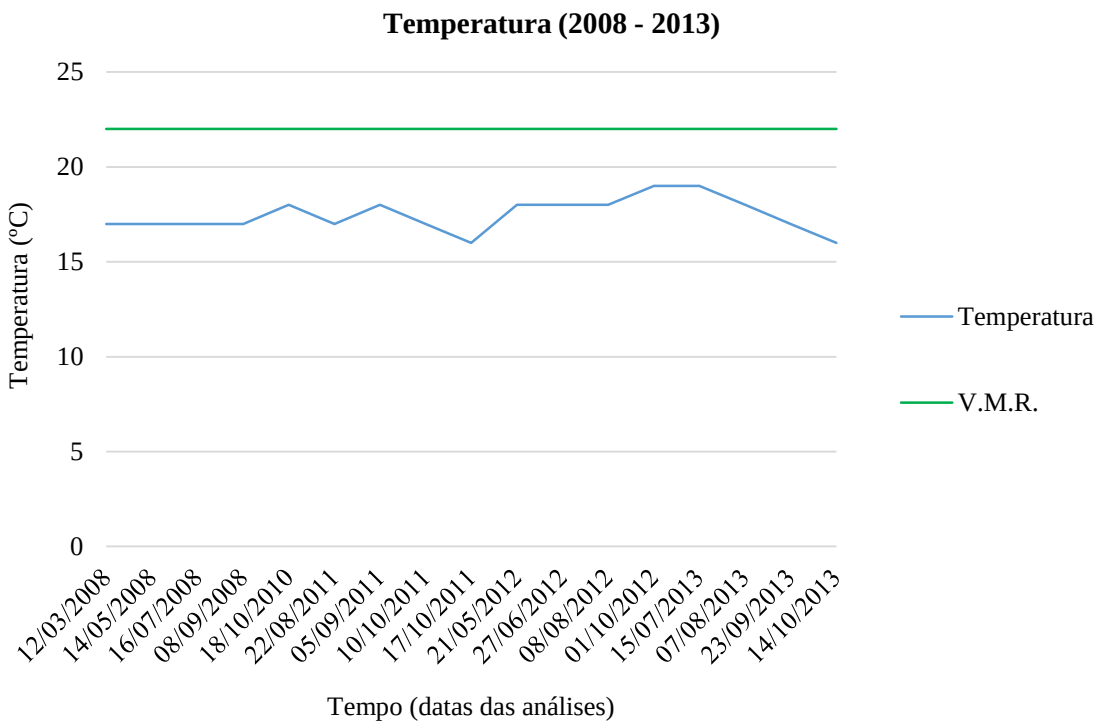



Cloretos (2008 - 2013)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L)
12/03/2008
14/05/2008
16/07/2008
08/09/2008
18/10/2010
22/08/2011
05/09/2011
10/10/2011
17/10/2011
21/05/2012
27/06/2012
08/08/2012
01/10/2012
15/07/2013
07/08/2013
23/09/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Cloretos
V.M.R.

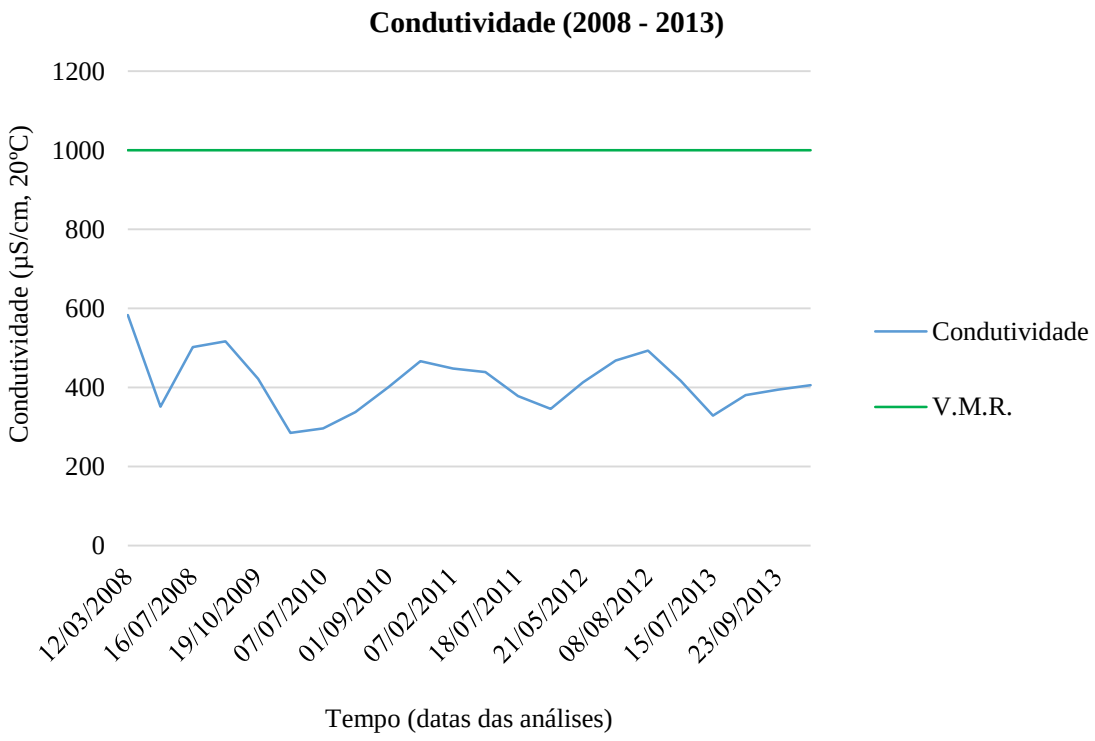

Nitratos (2008 - 2013)
60
50
40
30
20
10
0
Nitratos (mg/L)
12/03/2008
14/05/2008
16/07/2008
08/09/2008
18/10/2010
22/08/2011
05/09/2011
10/10/2011
17/10/2011
21/05/2012
27/06/2012
08/08/2012
01/10/2012
15/07/2013
07/08/2013
23/09/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Nitratos
V.M.R.
V.M.A

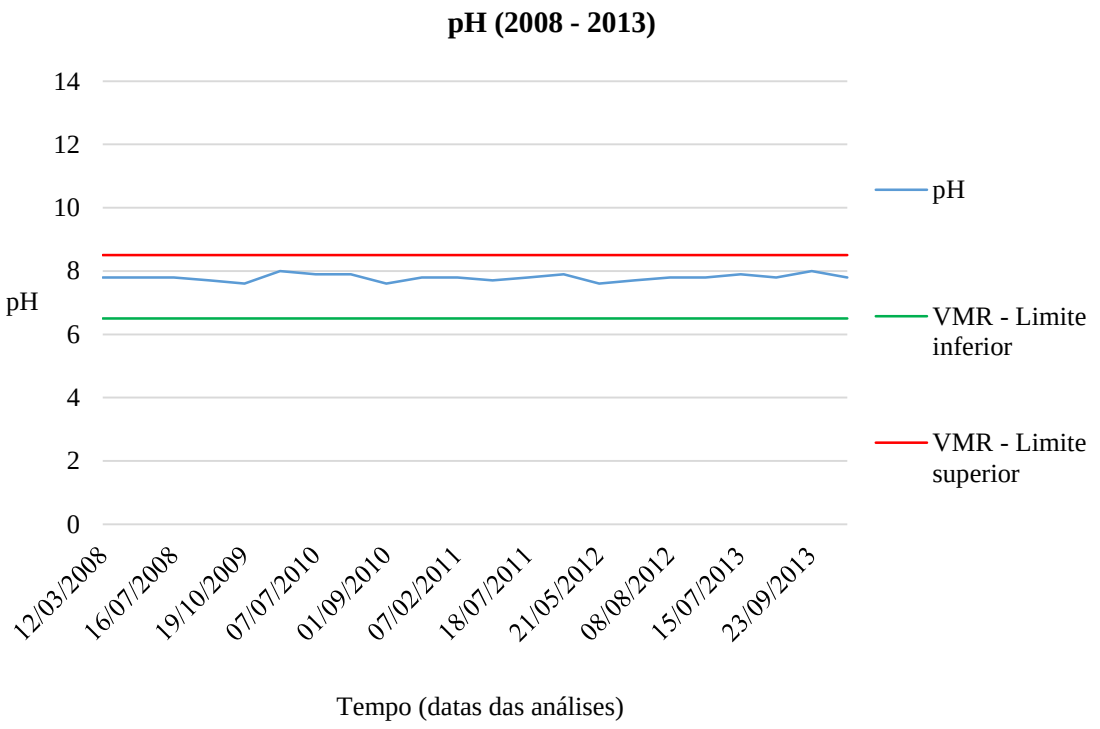

Fosfatos (2008 - 2013)
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
Fosfatos (mg/L)
12/03/2008
14/05/2008
16/07/2008
08/09/2008
18/10/2010
22/08/2011
05/09/2011
10/10/2011
17/10/2011
21/05/2012
27/06/2012
08/08/2012
01/10/2012
15/07/2013
07/08/2013
23/09/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.

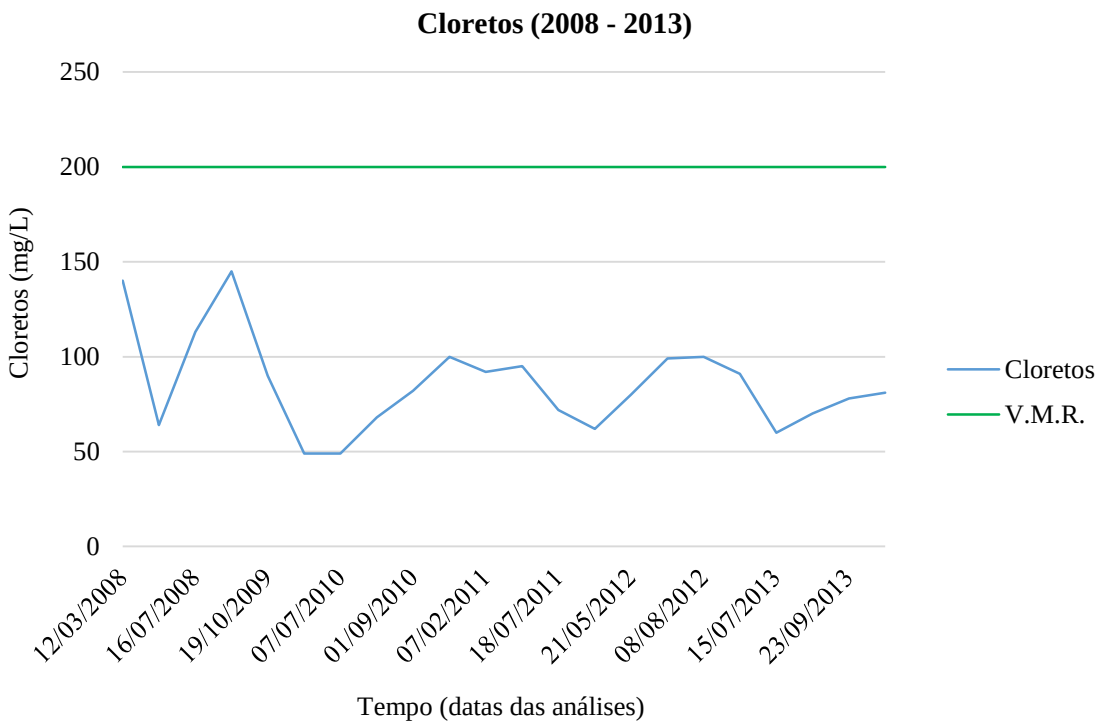

Sulfatos (2008 - 2013)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Sulfatos (mg/L)
14/05/2008
08/09/2008
22/08/2011
05/09/2011
21/05/2012
08/08/2012
15/07/2013
23/09/2013
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.

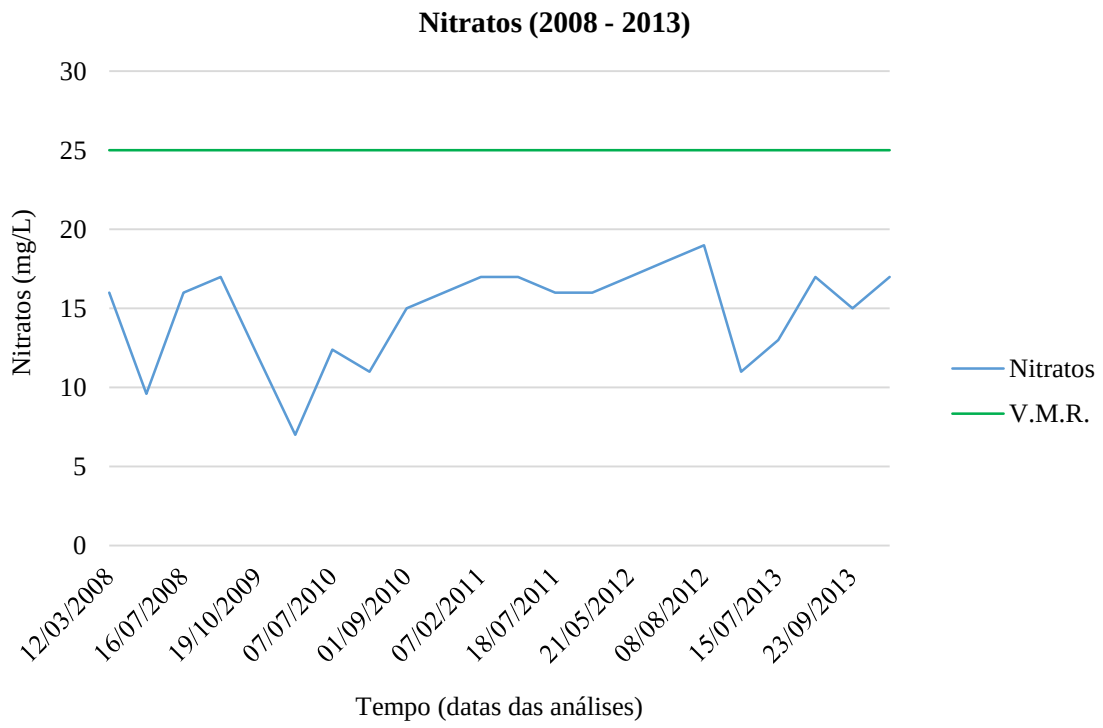

Temperatura (2008 - 2013)
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
12/03/2008
14/05/2008
16/07/2008
08/09/2008
18/10/2010
22/08/2011
05/09/2011
10/10/2011
17/10/2011
21/05/2012
27/06/2012
08/08/2012
01/10/2012
15/07/2013
07/08/2013
23/09/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.

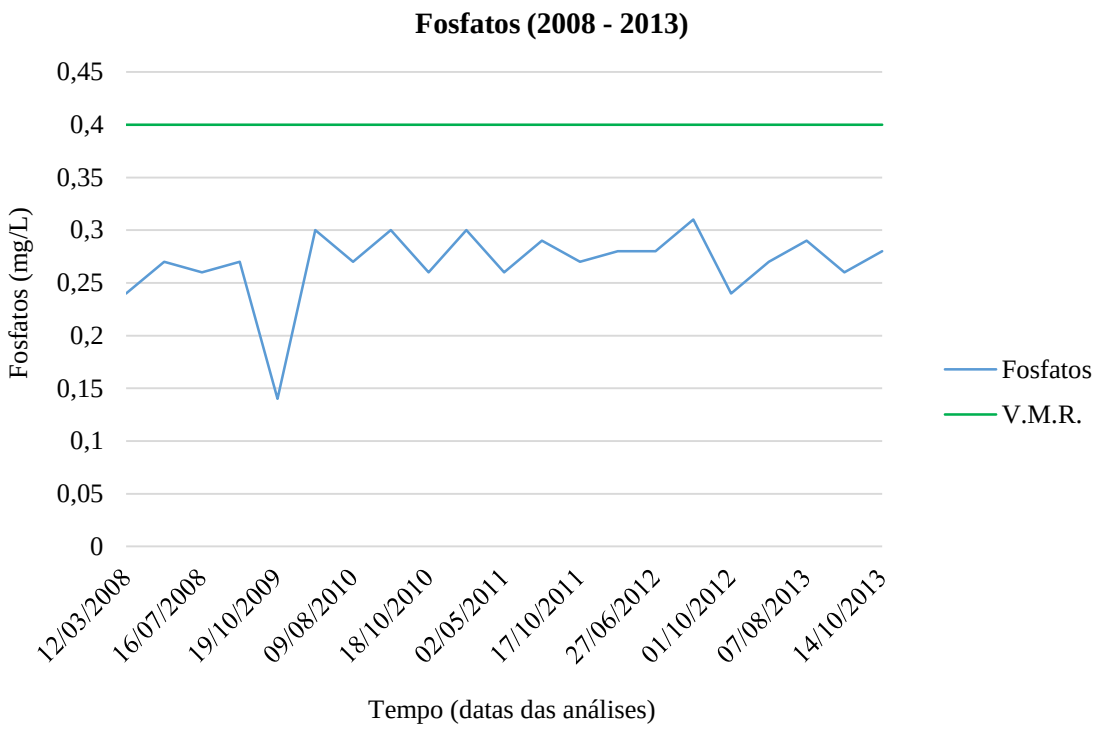
Furo da ribeira de Santa Luzia – JK20

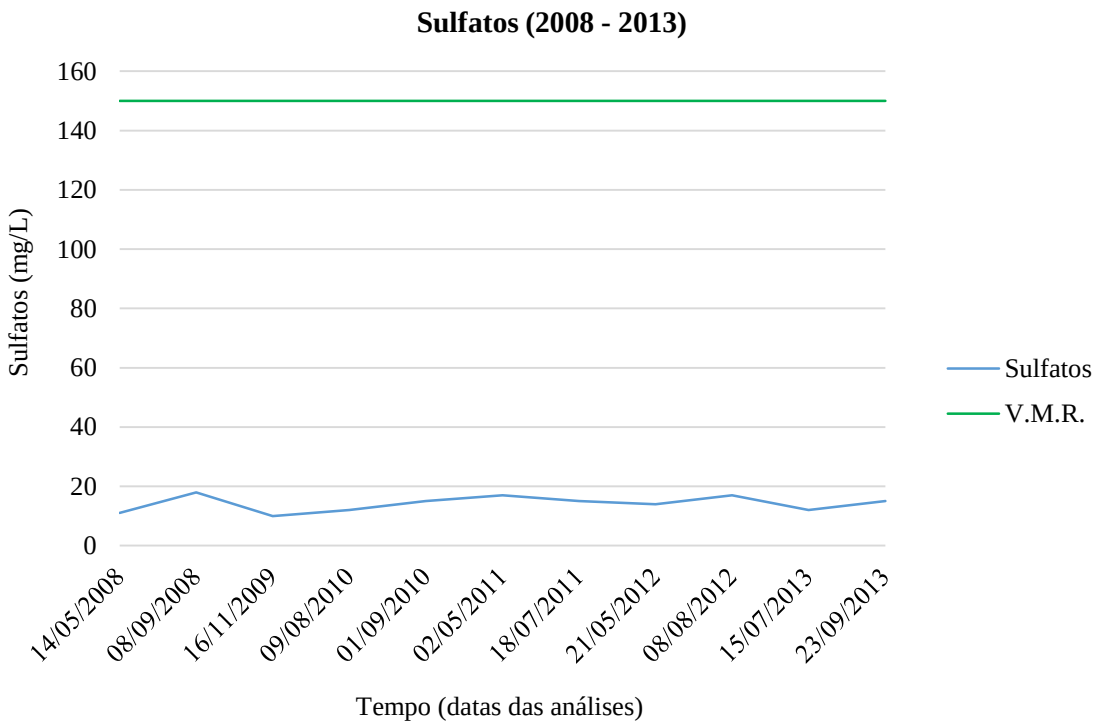


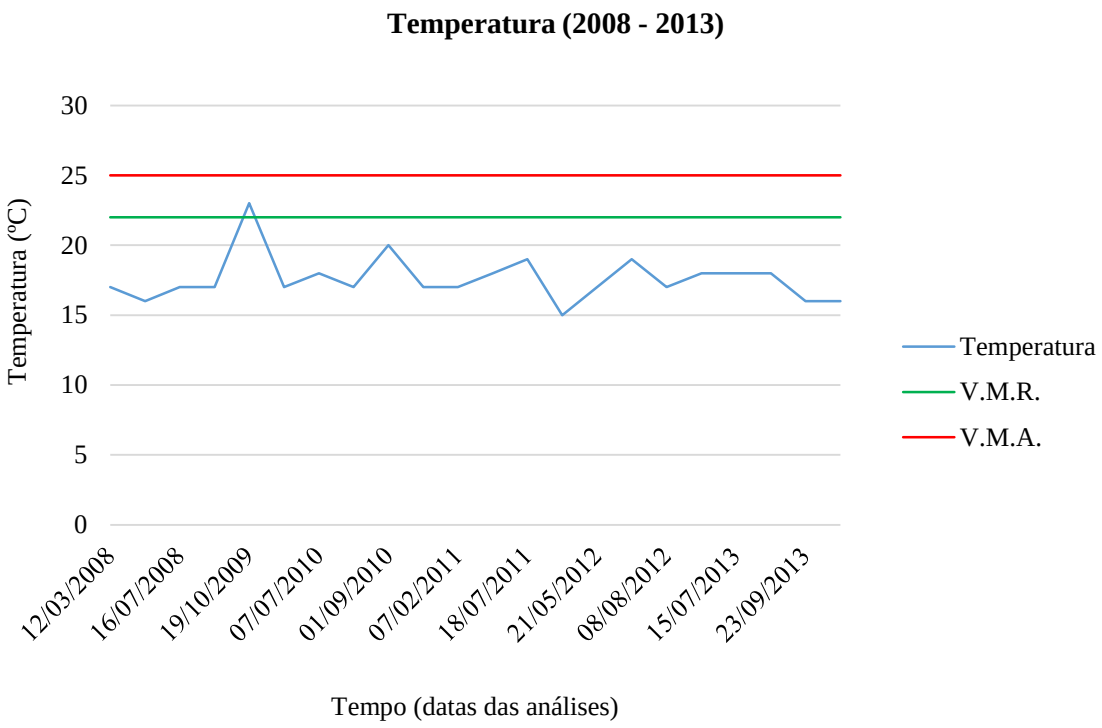



Cloretos (2008 - 2013)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L)
12/03/2008
16/07/2008
19/10/2009
07/07/2010
01/09/2010
07/02/2011
18/07/2011
21/05/2012
08/08/2012
15/07/2013
23/09/2013
Tempo (datas das análises)
Cloretos
V.M.R.

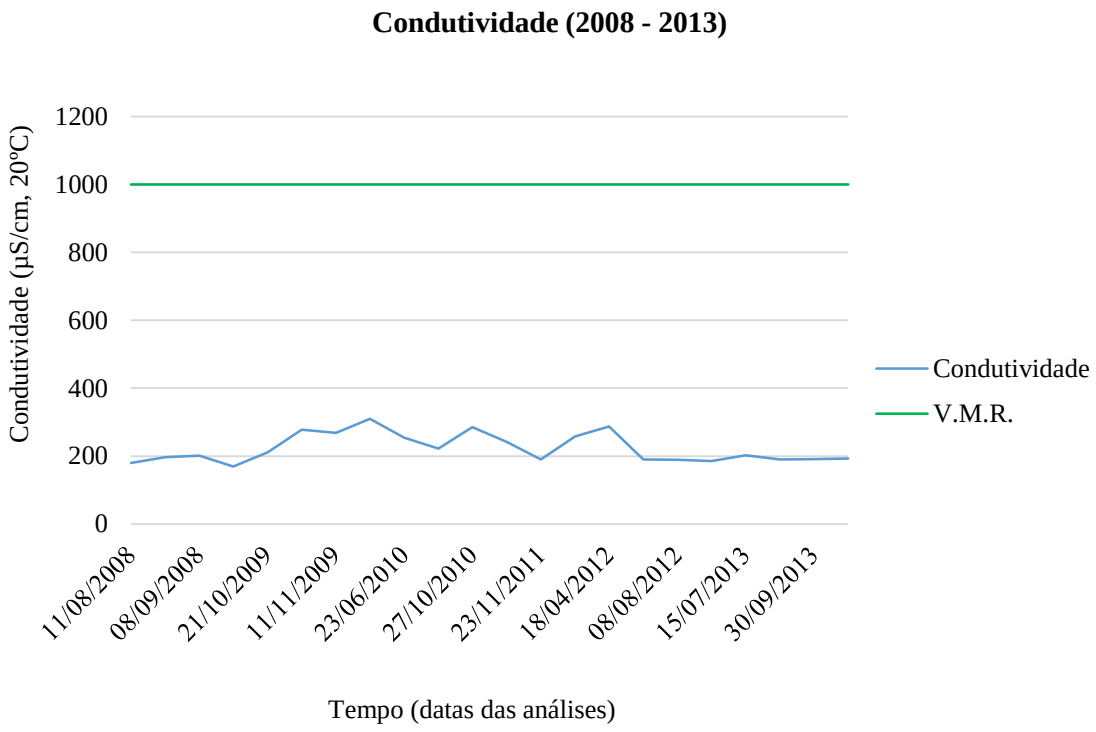

Nitratos (2008 - 2013)
30
25
20
15
10
5
0
Nitratos (mg/L)
12/03/2008
16/07/2008
19/10/2009
07/07/2010
01/09/2010
07/02/2011
18/07/2011
21/05/2012
08/08/2012
15/07/2013
23/09/2013
Tempo (datas das análises)
Nitratos
V.M.R.

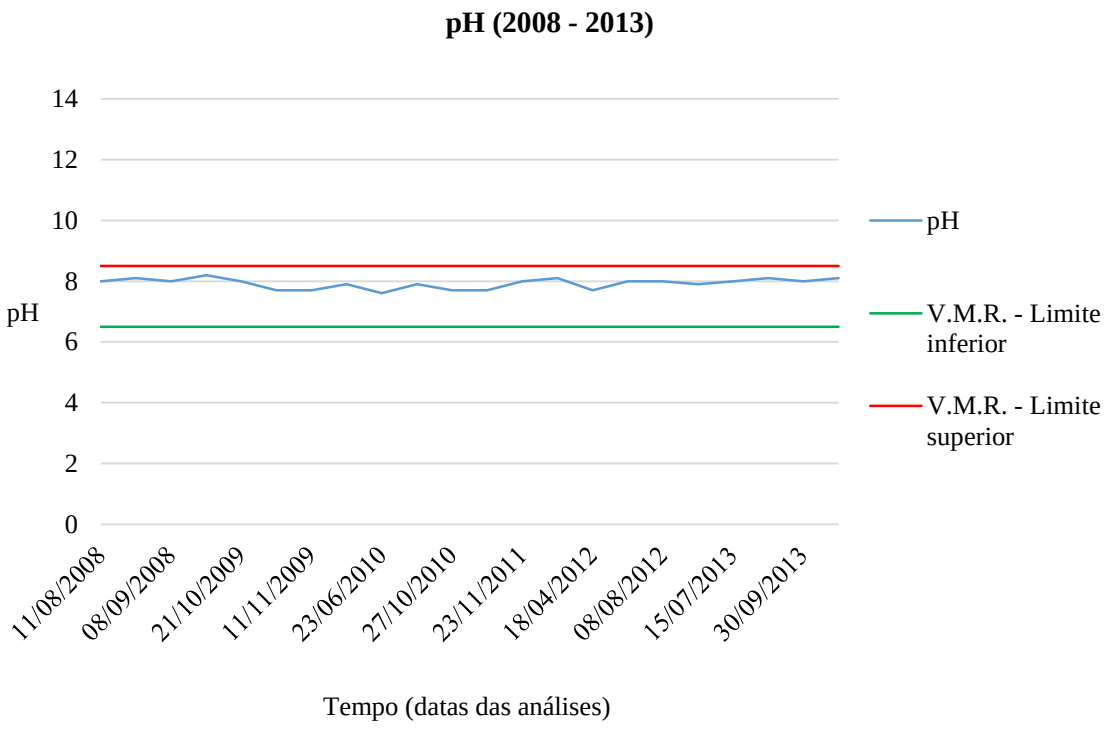

Fosfatos (2008 - 2013)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
Fosfatos (mg/L)
12/03/2008
16/07/2008
19/10/2009
09/08/2010
18/10/2010
02/05/2011
17/10/2011
27/06/2012
01/10/2012
07/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.

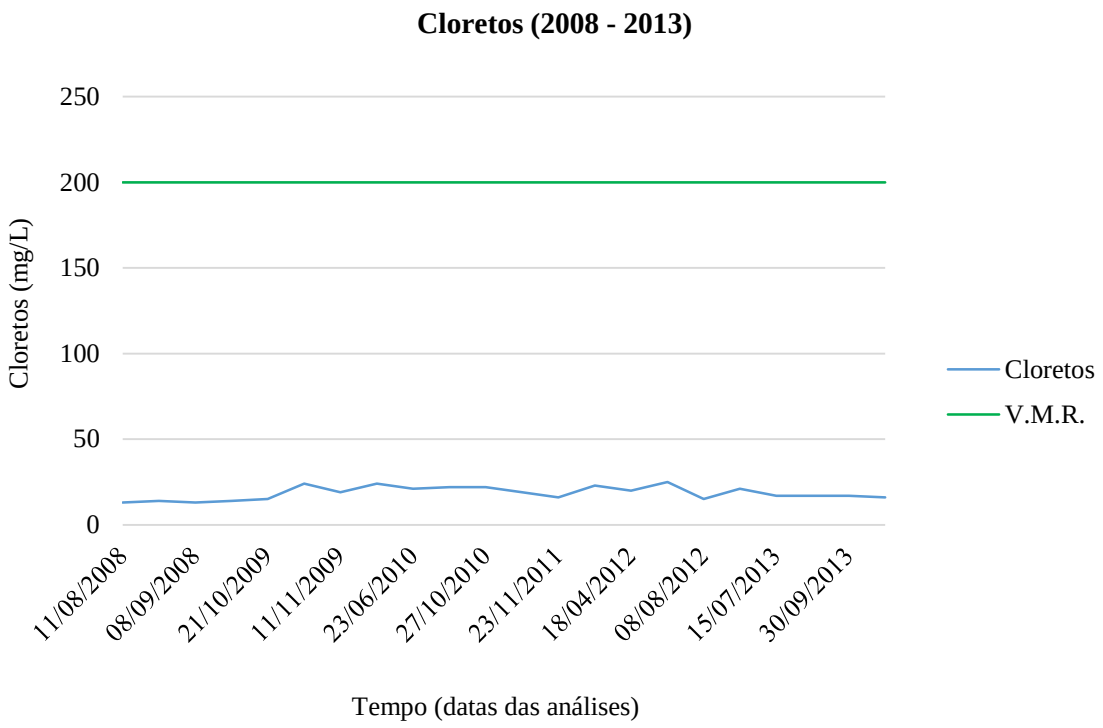

Sulfatos (2008 - 2013)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Sulfatos (mg/L)
14/05/2008
08/09/2008
16/11/2009
09/08/2010
01/09/2010
02/05/2011
18/07/2011
21/05/2012
08/08/2012
15/07/2013
23/09/2013
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.

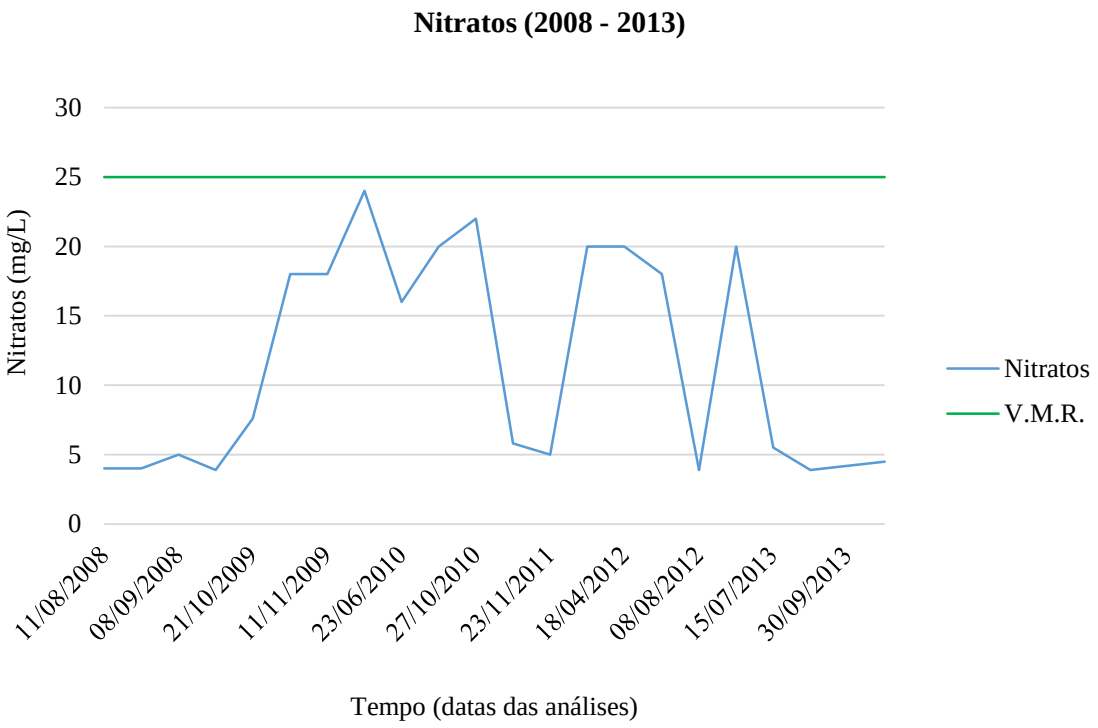

Temperatura (2008 - 2013)
30
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
12/03/2008
16/07/2008
19/10/2009
07/07/2010
01/09/2010
07/02/2011
18/07/2011
21/05/2012
08/08/2012
15/07/2013
23/09/2013
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.
V.M.A.

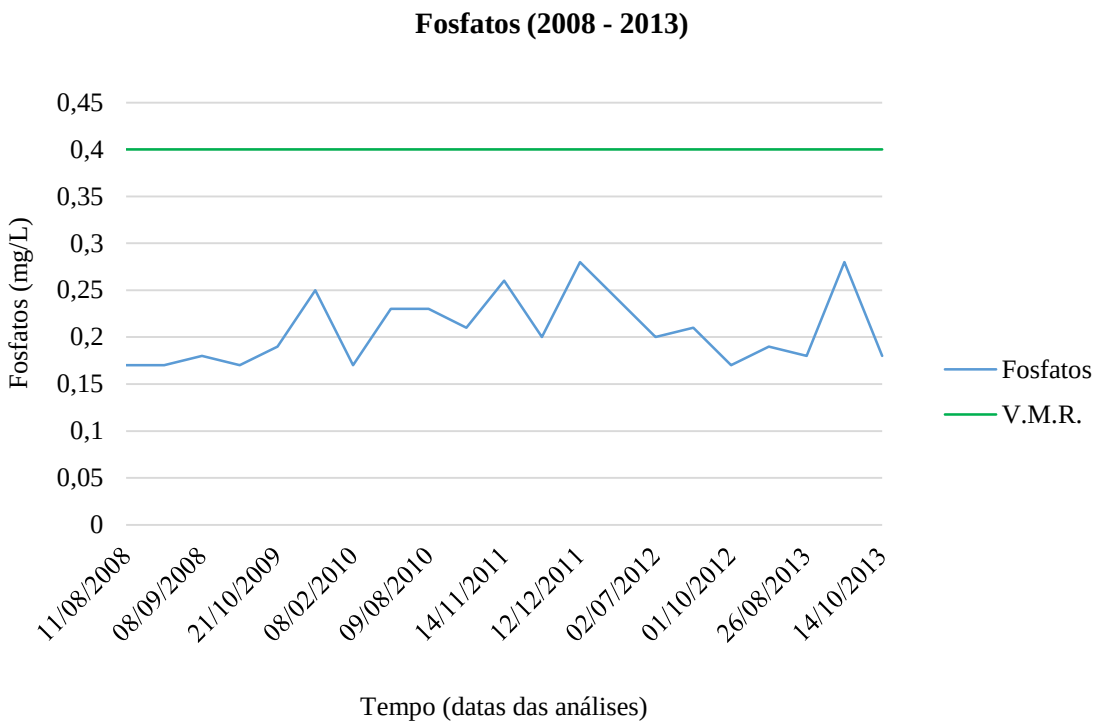
Furo 1 da ribeira dos Socorridos – JK3

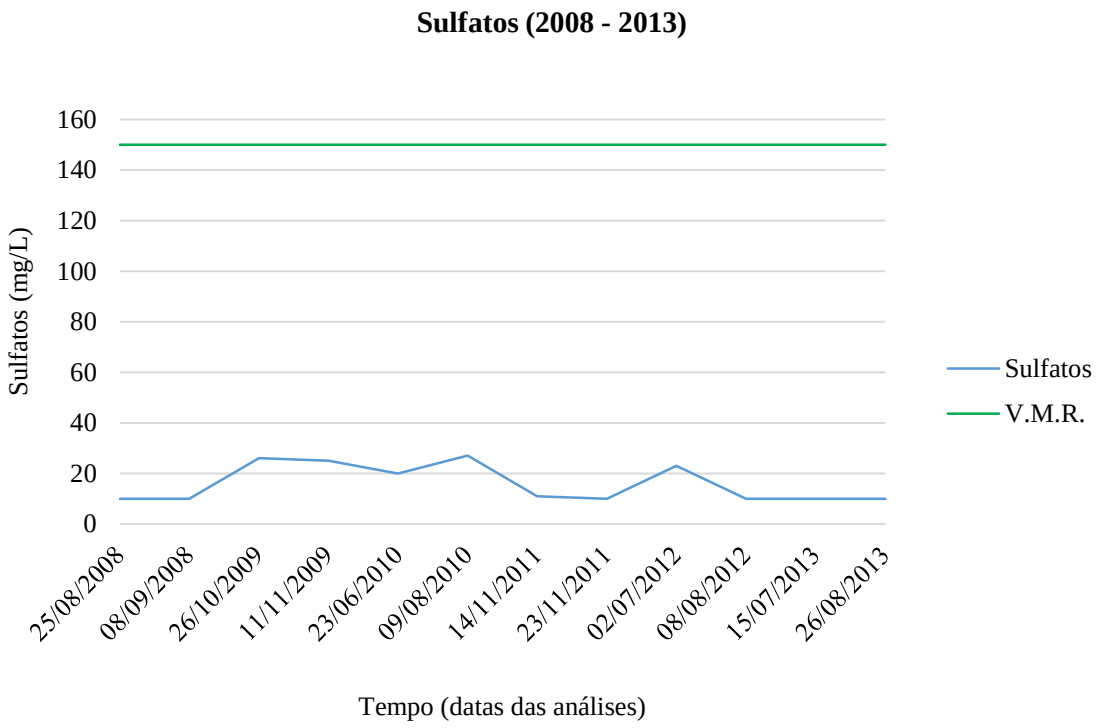


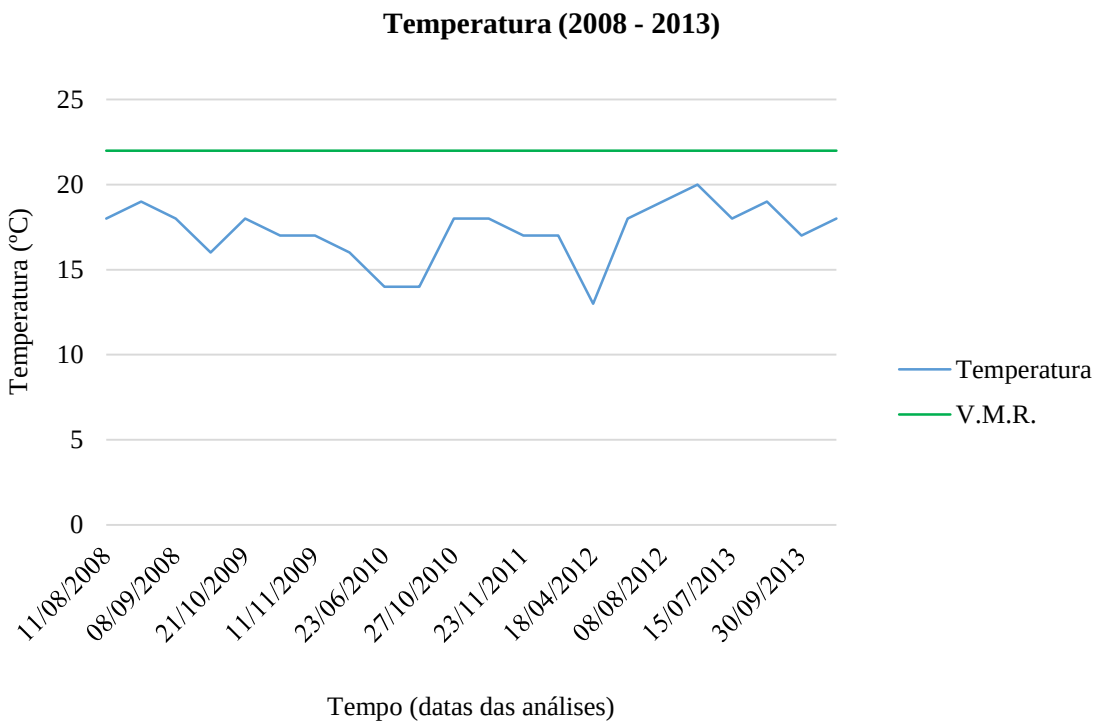



Cloretos (2008 - 2013)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L)
11/08/2008
08/09/2008
21/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
27/10/2010
23/11/2011
18/04/2012
08/08/2012
15/07/2013
30/09/2013
Tempo (datas das análises)
Cloretos
V.M.R.

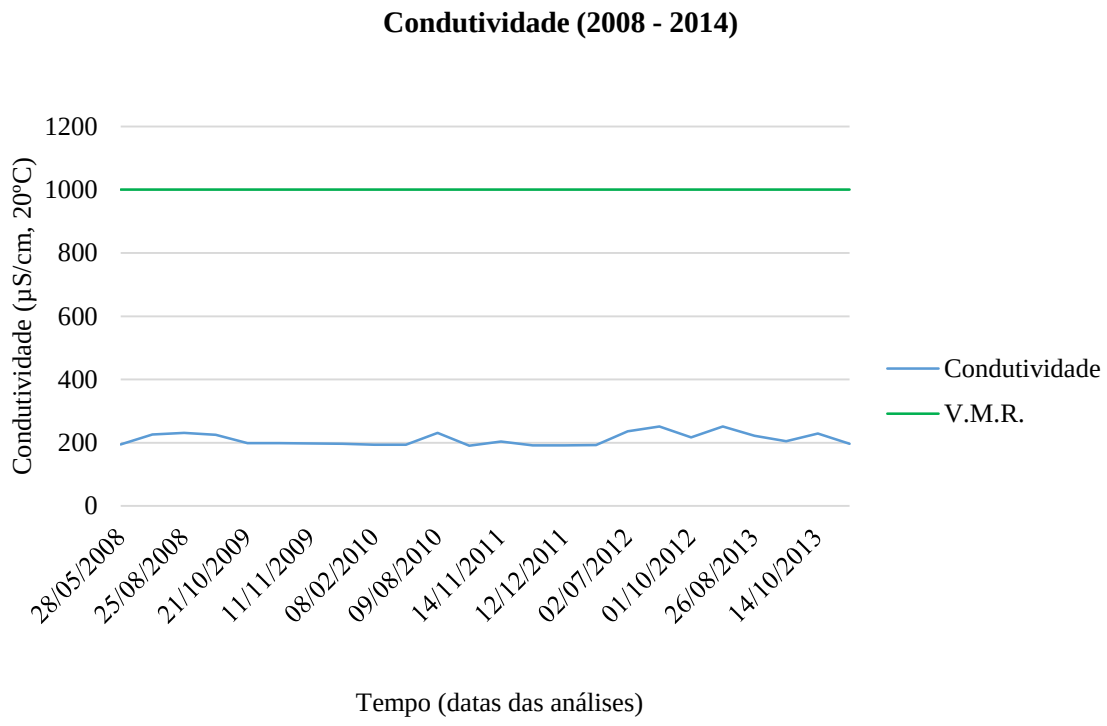

Nitratos (2008 - 2013)
30
25
20
15
10
5
0
Nitratos (mg/L)
11/08/2008
08/09/2008
21/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
27/10/2010
23/11/2011
18/04/2012
08/08/2012
15/07/2013
30/09/2013
Tempo (datas das análises)
Nitratos
V.M.R.

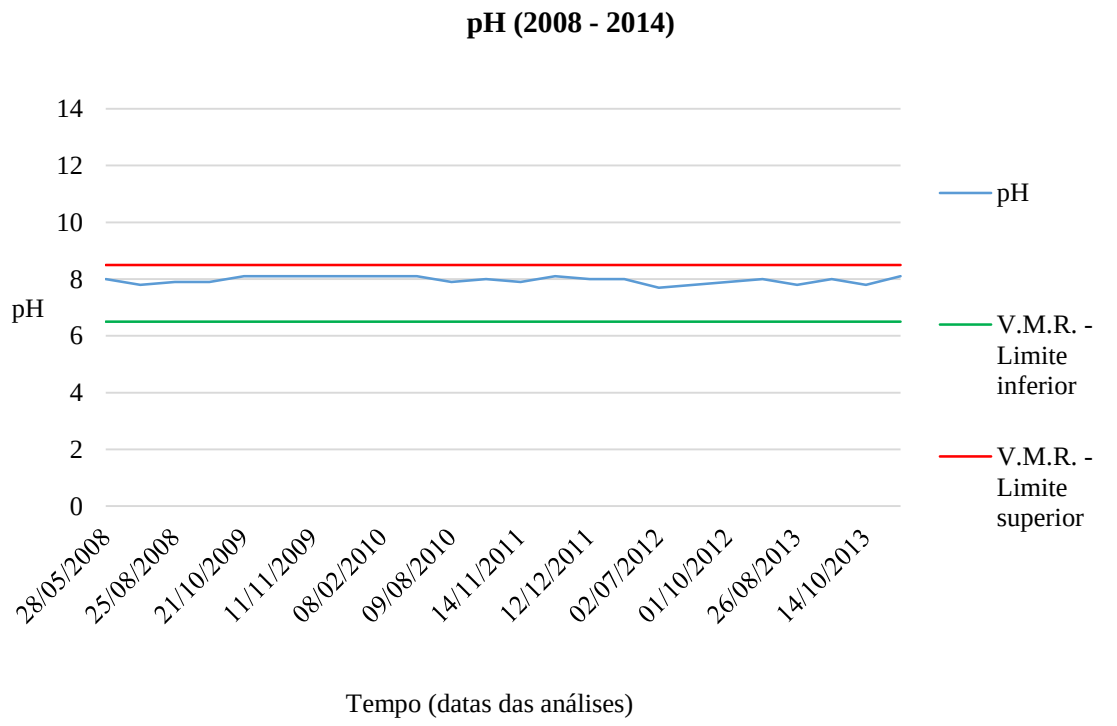

Fosfatos (2008 - 2013)
Fosfatos (mg/L)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
11/08/2008
08/09/2008
21/10/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.

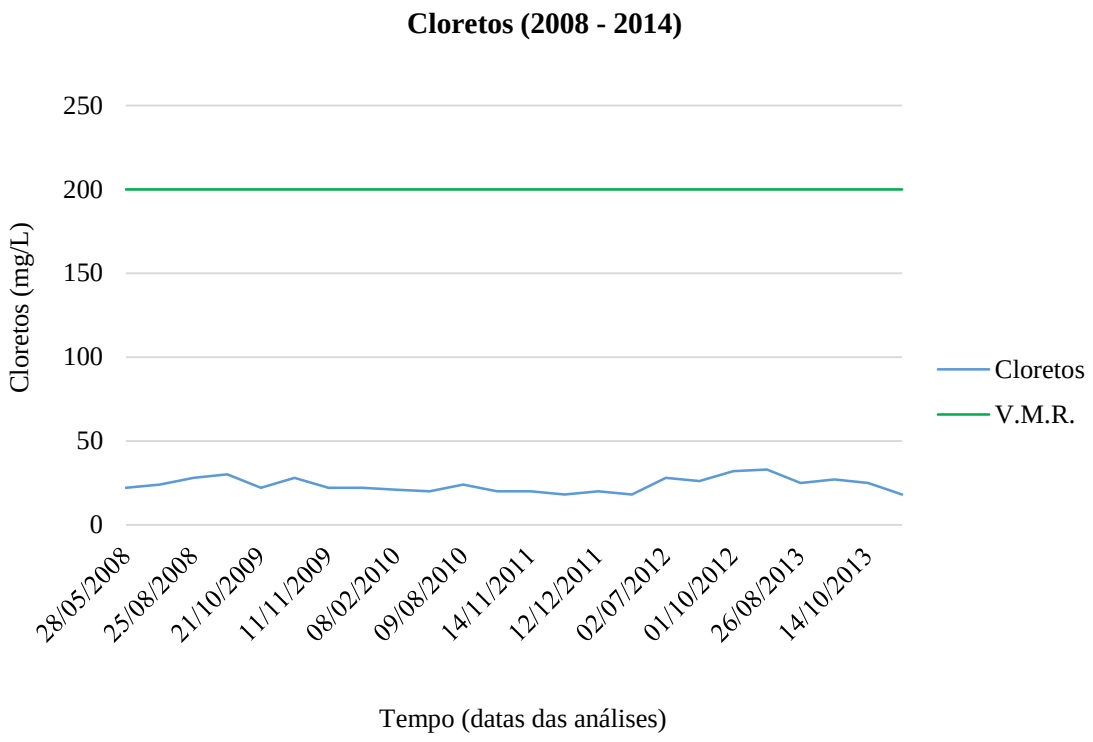

Sulfatos (2008 - 2013)
Sulfatos (mg/L)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
25/08/2008
08/09/2008
26/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
09/08/2010
14/11/2011
23/11/2011
02/07/2012
08/08/2012
15/07/2013
26/08/2013
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.

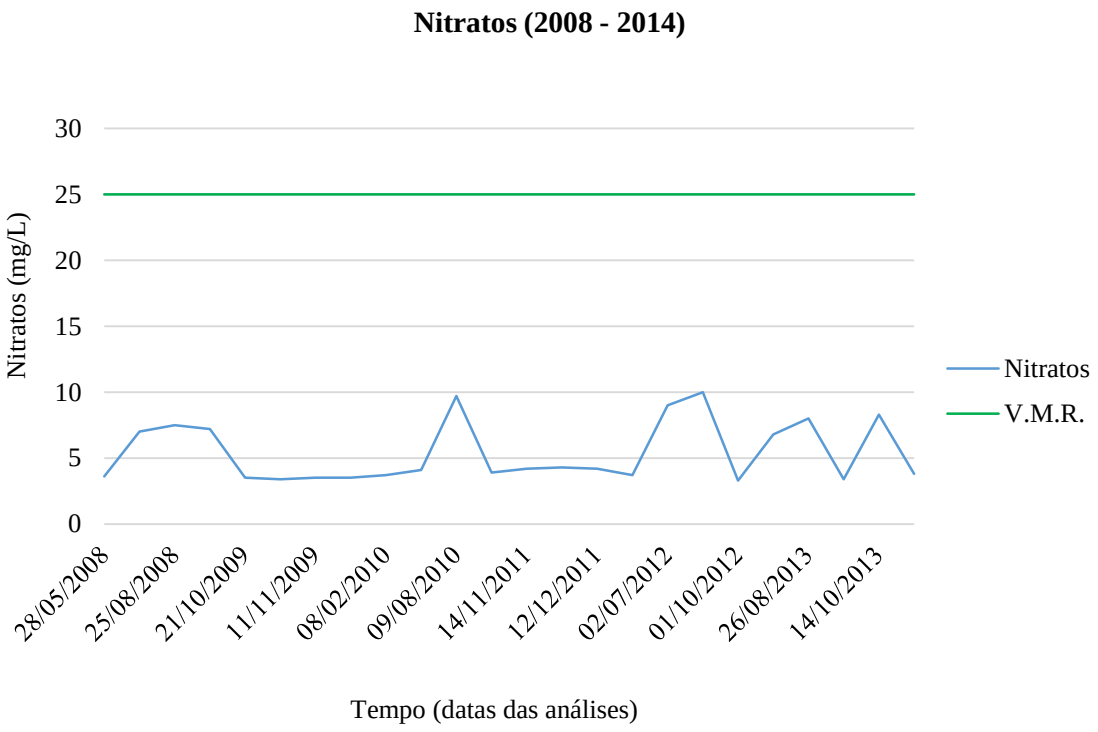

Temperatura (2008 - 2013)
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
11/08/2008
08/09/2008
21/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
27/10/2010
23/11/2011
18/04/2012
08/08/2012
15/07/2013
30/09/2013
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.

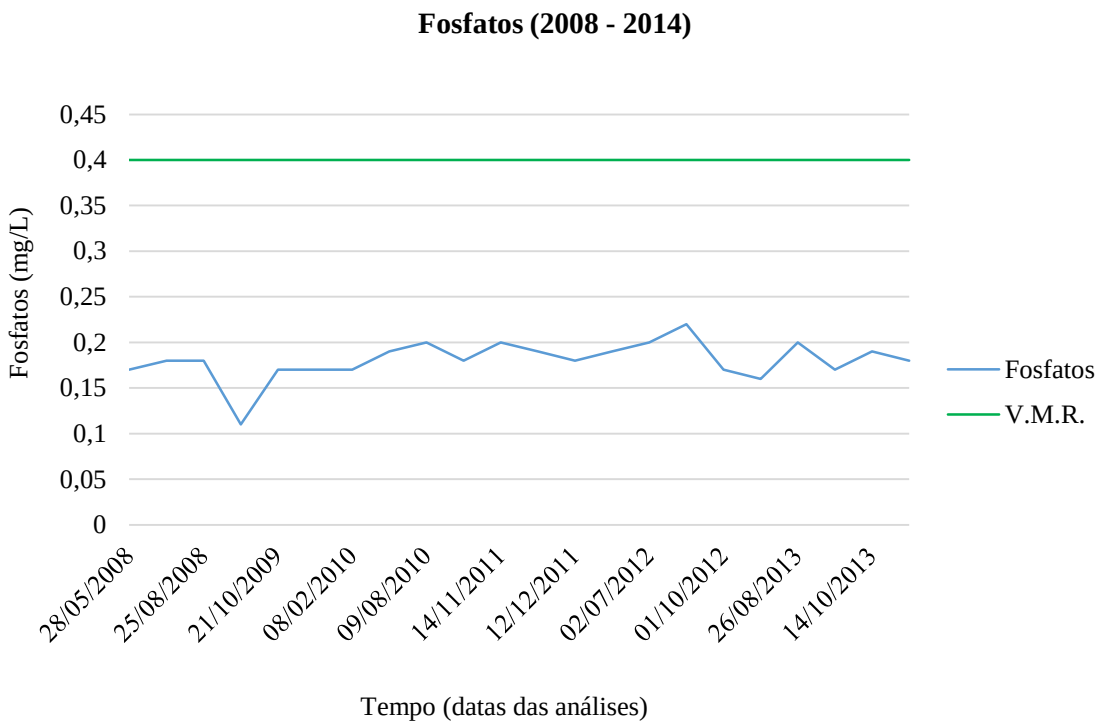
Furo 2 da ribeira dos Socorridos – JK2

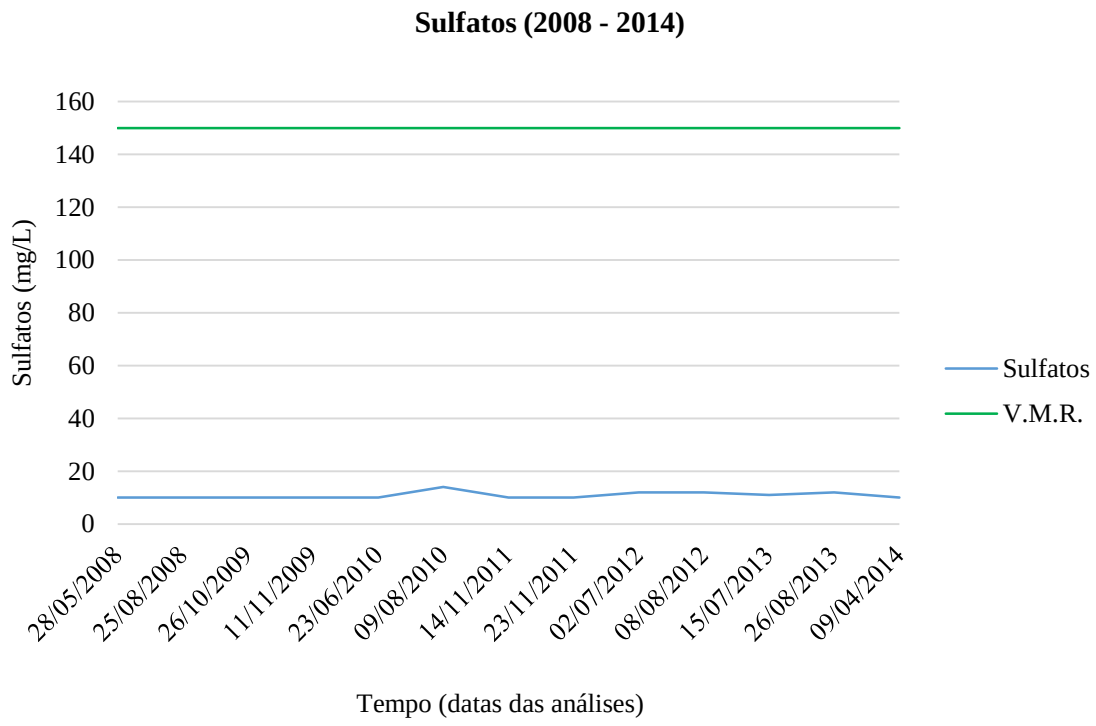


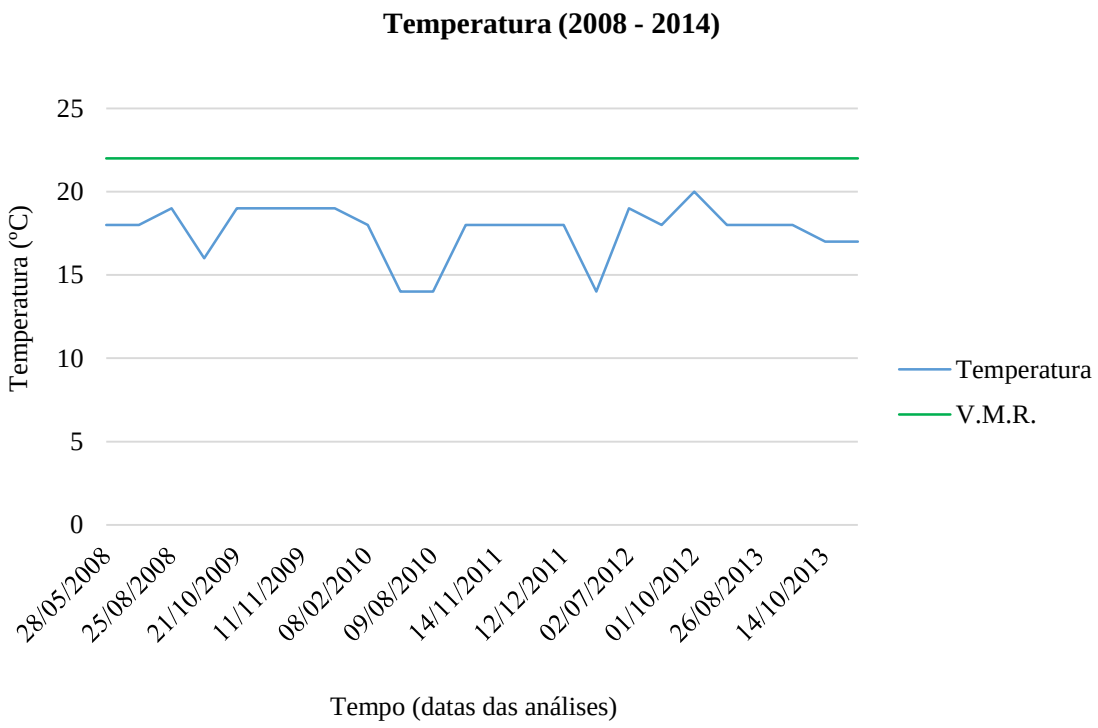



Cloretos (2008 - 2014)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Cloretos
V.M.R.

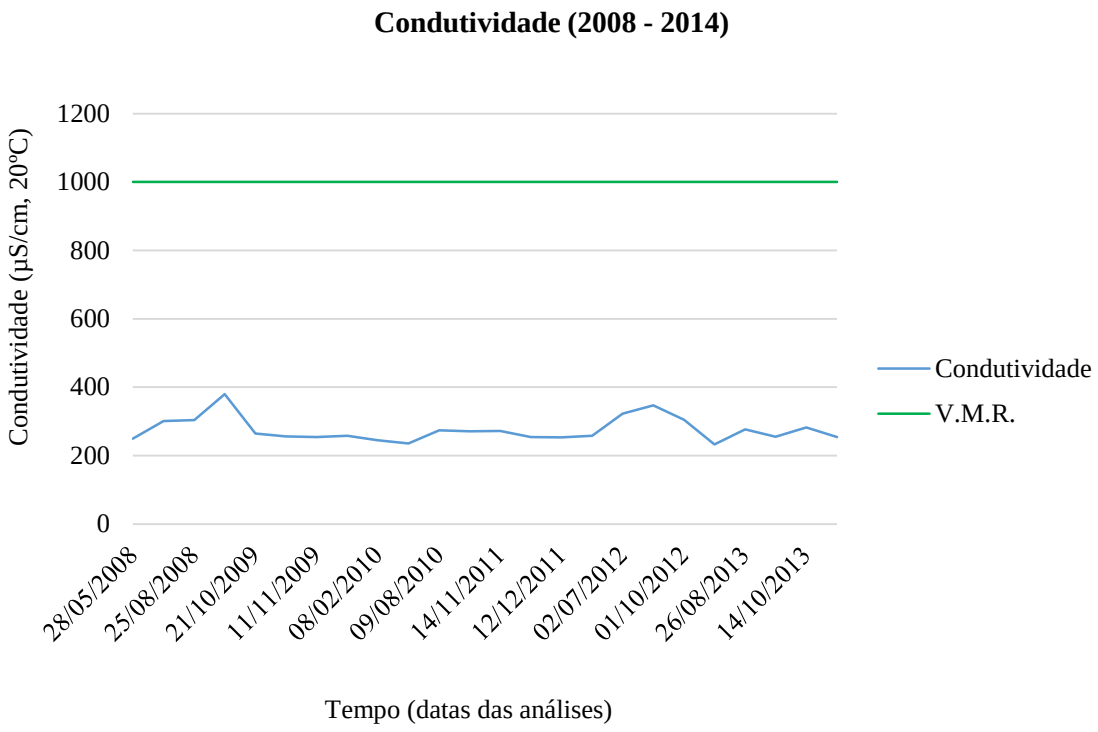

Nitratos (2008 - 2014)
30
25
20
15
10
5
0
Nitratos (mg/L)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Nitratos
V.M.R.

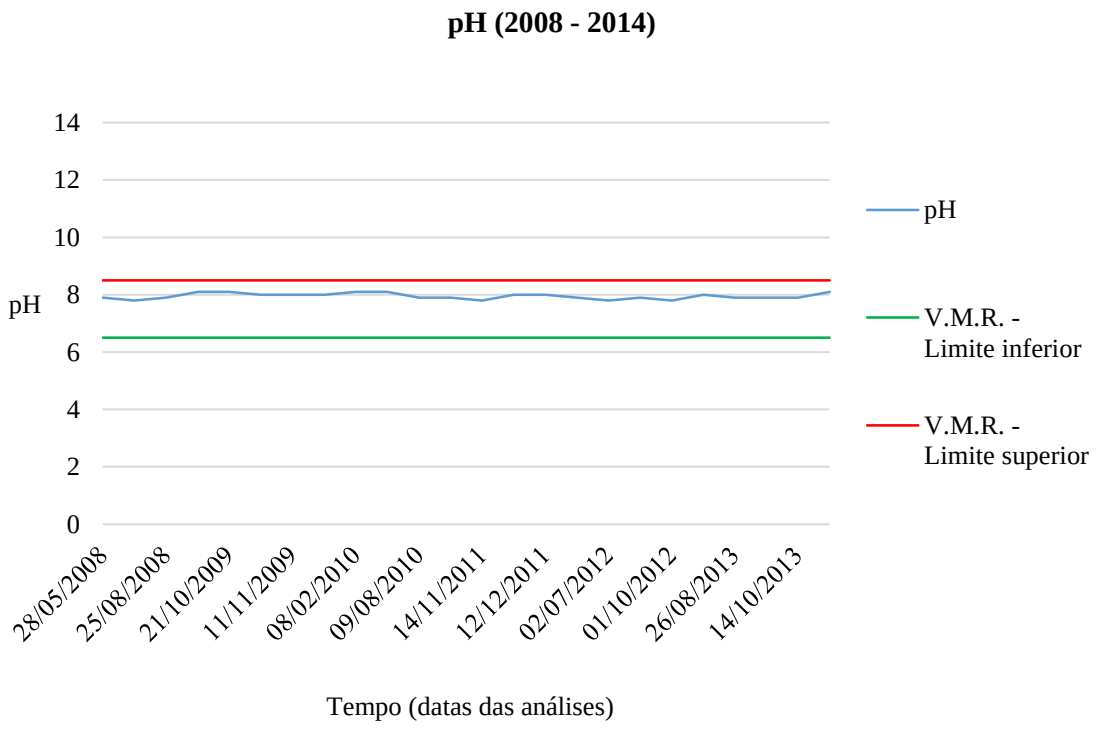

Fosfatos (2008 - 2014)
Fosfatos (mg/L)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.

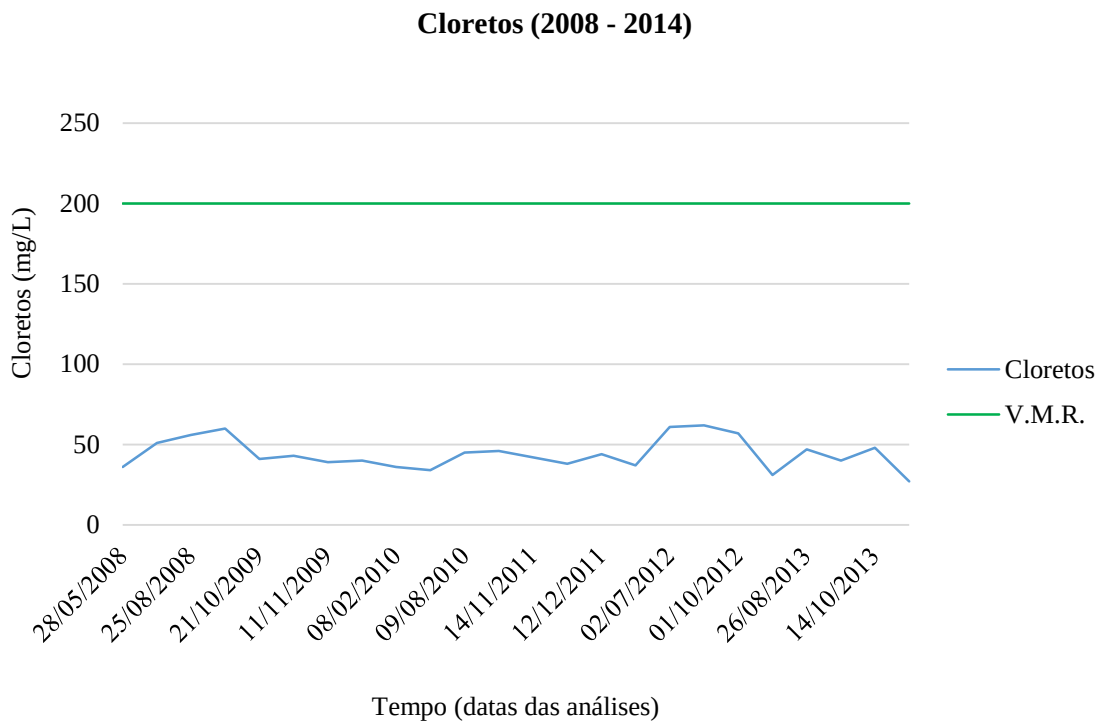

Sulfatos (2008 - 2014)
Sulfatos (mg/L)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
28/05/2008
25/08/2008
26/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
09/08/2010
14/11/2011
23/11/2011
02/07/2012
08/08/2012
15/07/2013
26/08/2013
09/04/2014
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.

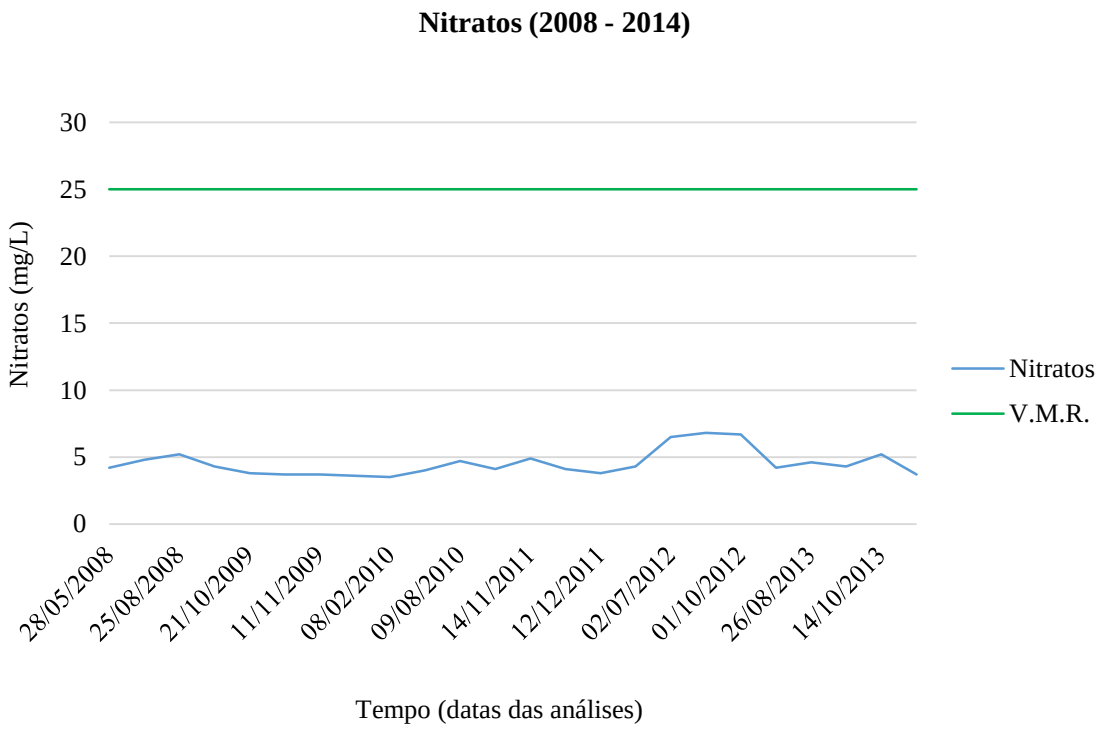

Temperatura (2008 - 2014)
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.

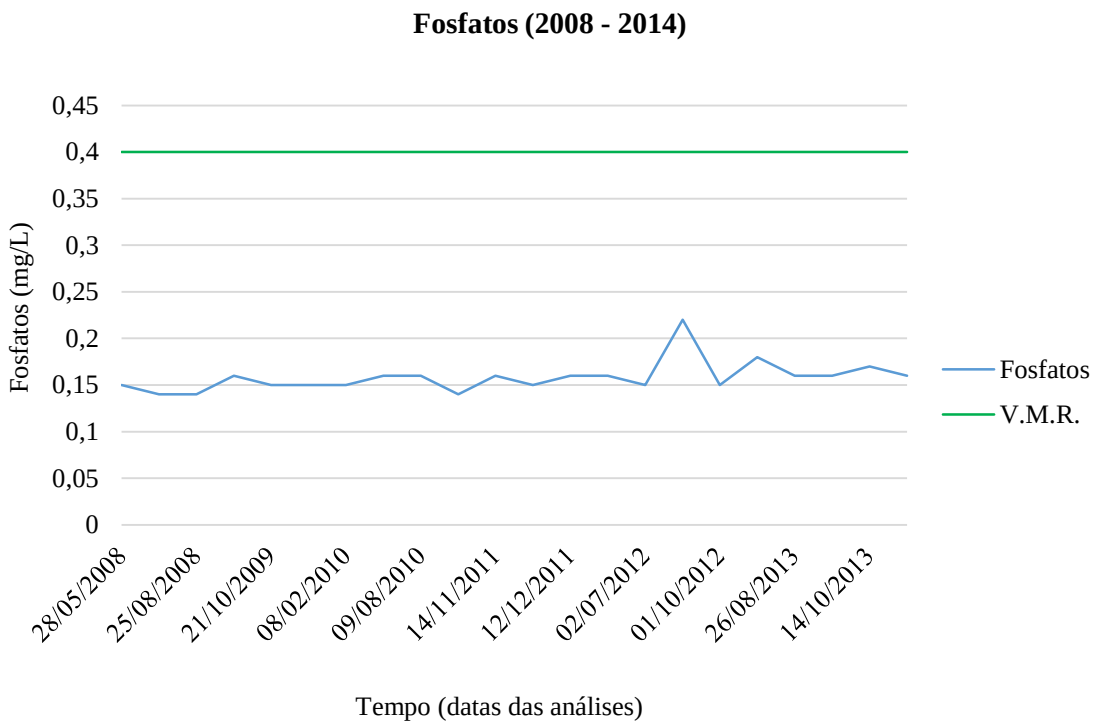
Furo 3 da ribeira dos Socorridos – JK1

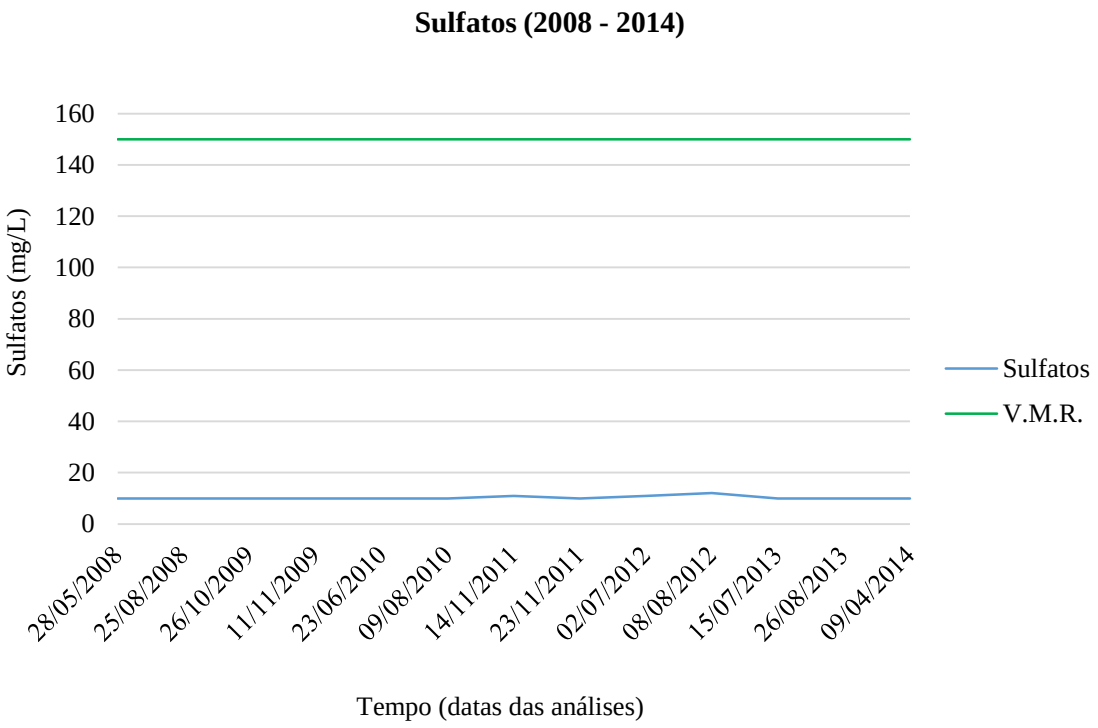


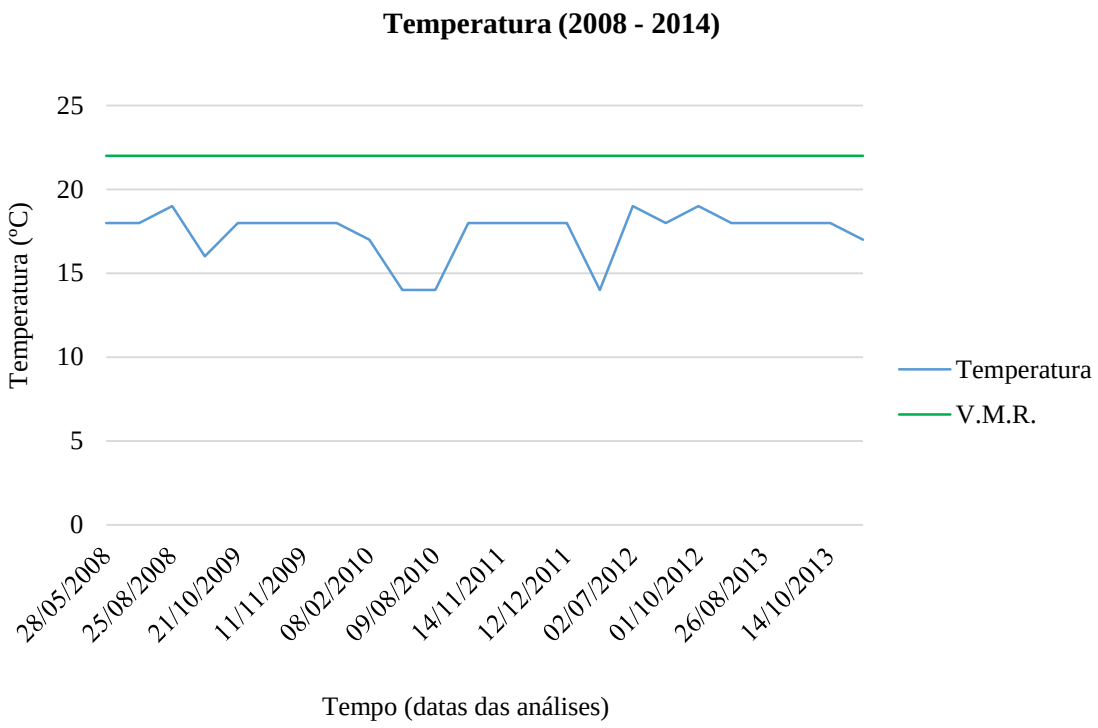



Cloretos (2008 - 2014)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Cloretos
V.M.R.

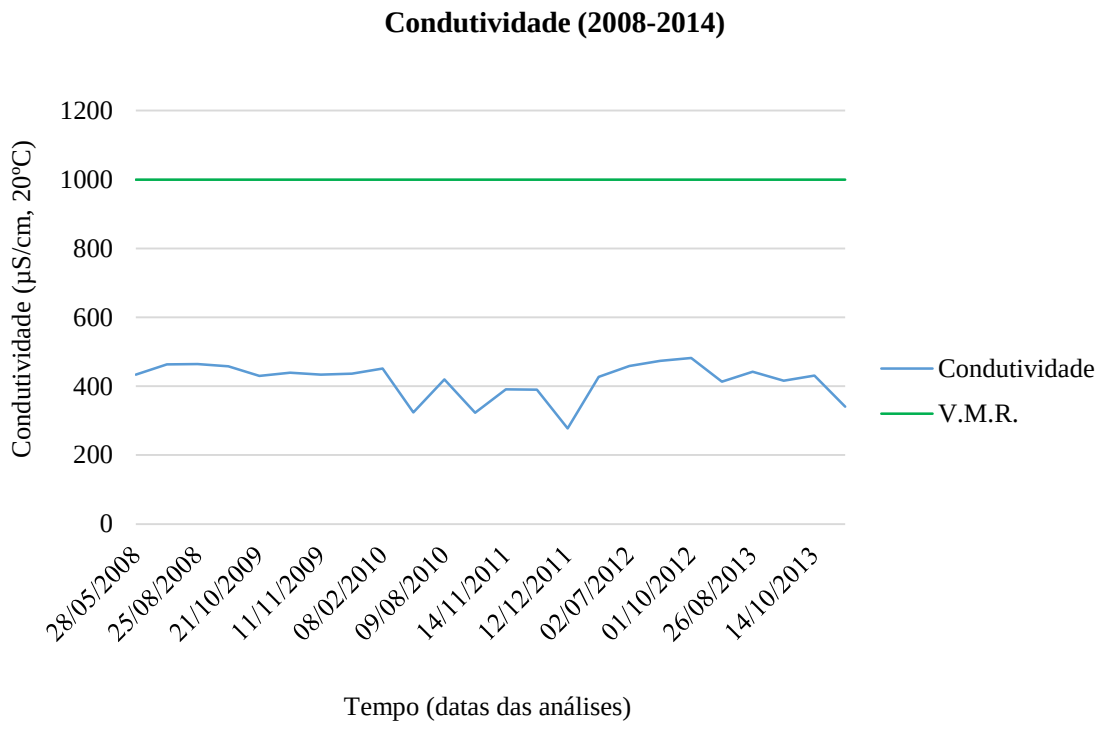

Nitratos (2008 - 2014)
30
25
20
15
10
5
0
Nitratos (mg/L)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Nitratos
V.M.R.

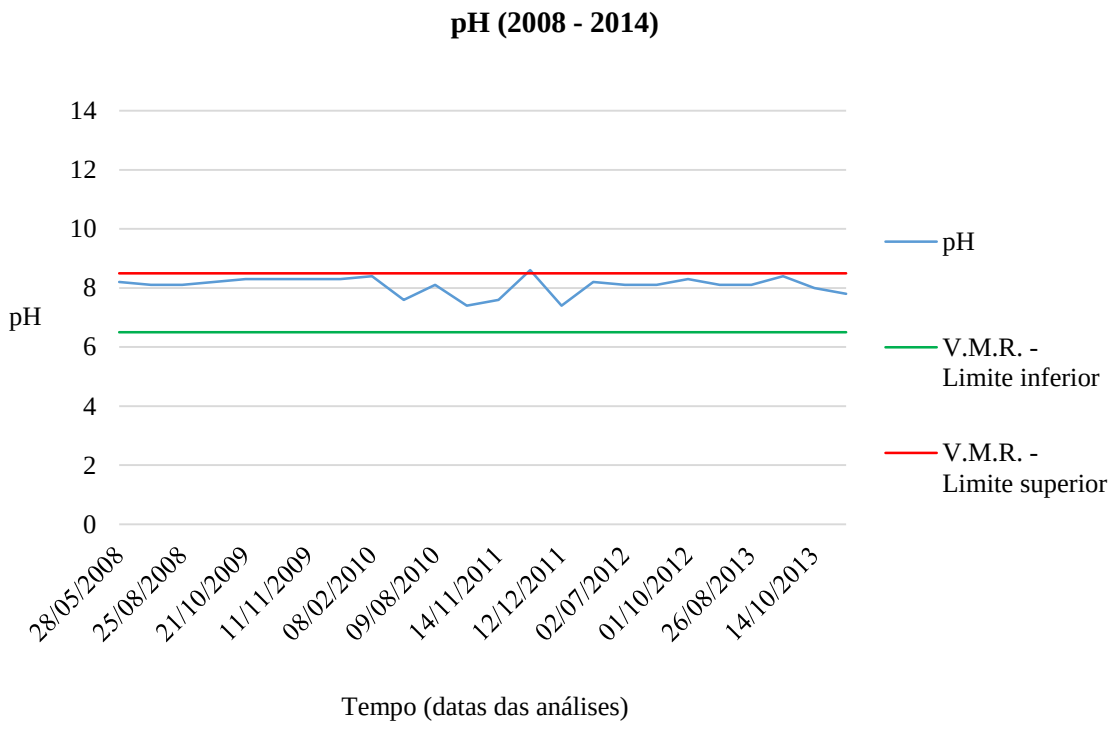

Fosfatos (2008 - 2014)
Fosfatos (mg/L)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.

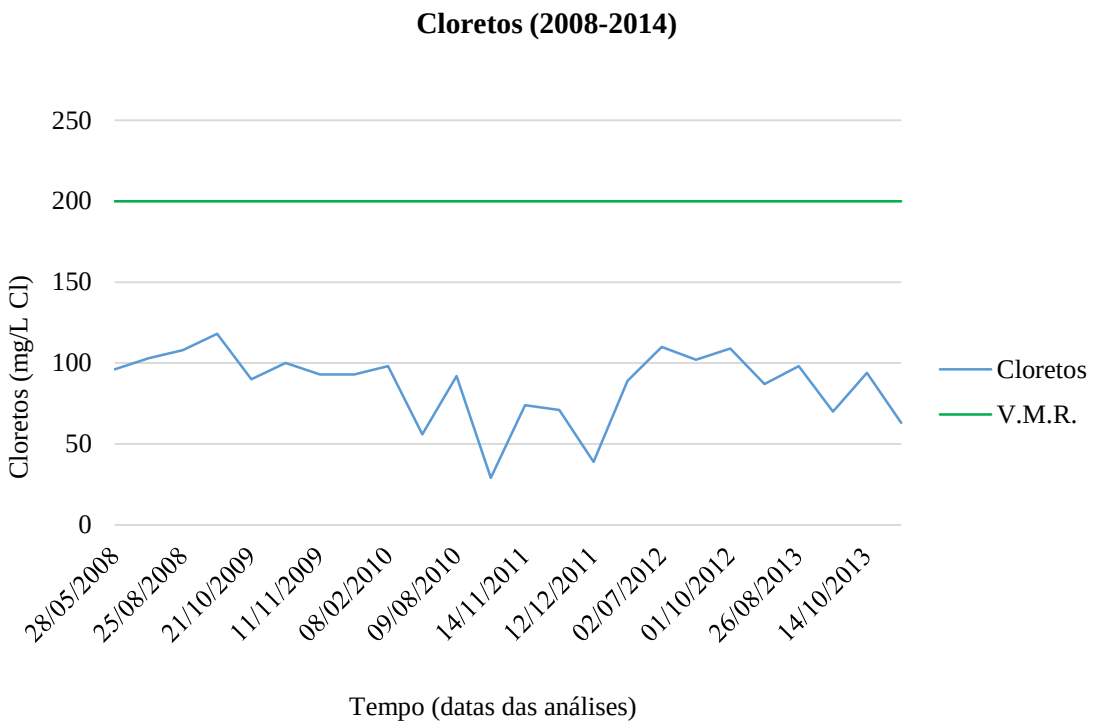

Sulfatos (2008 - 2014)
Sulfatos (mg/L)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
28/05/2008
25/08/2008
26/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
09/08/2010
14/11/2011
23/11/2011
02/07/2012
08/08/2012
15/07/2013
26/08/2013
09/04/2014
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.

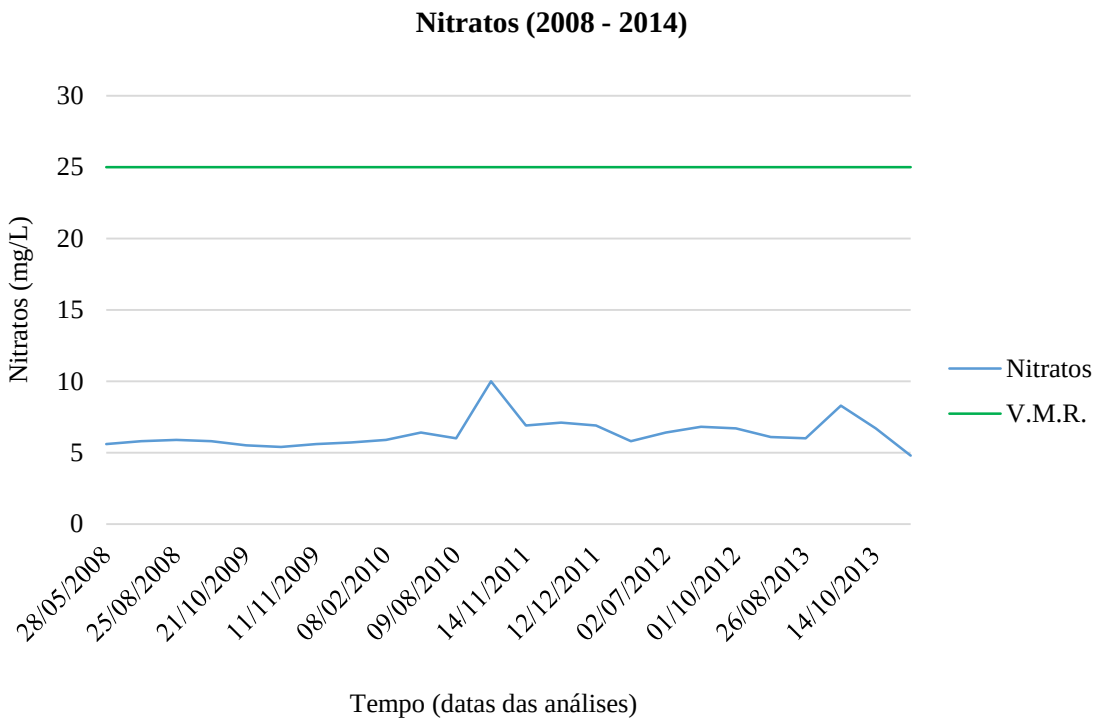

Temperatura (2008 - 2014)
Temperatura (ºC)
25
20
15
10
5
0
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.

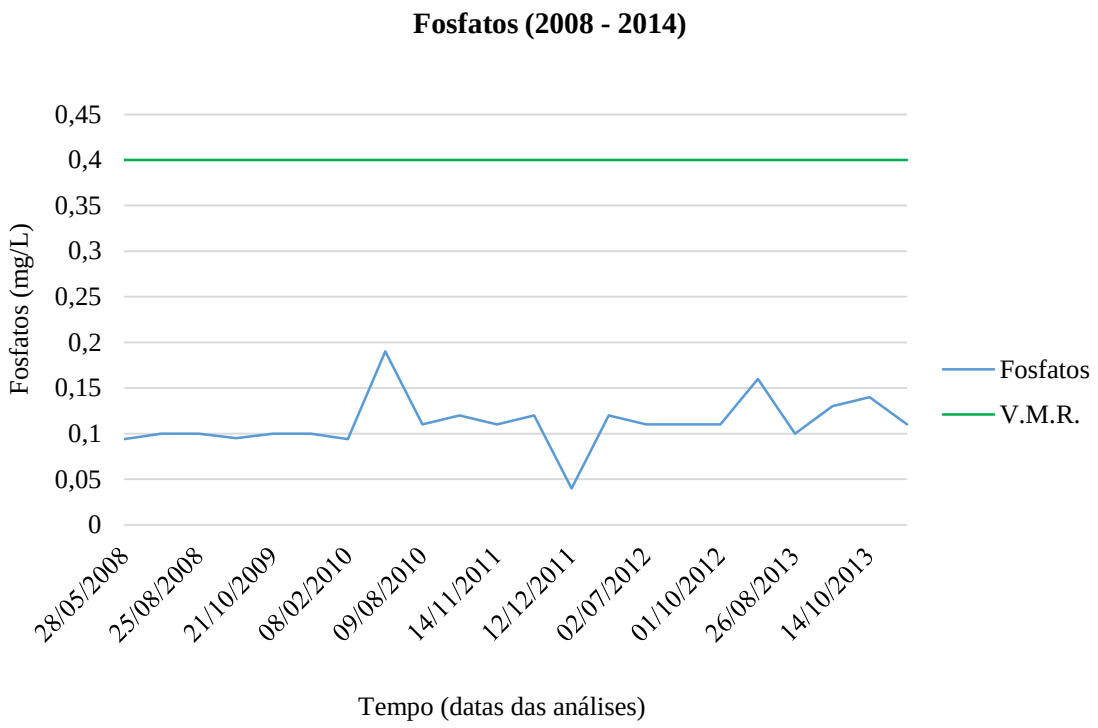
Furo 4 da ribeira dos Socorridos – JK4

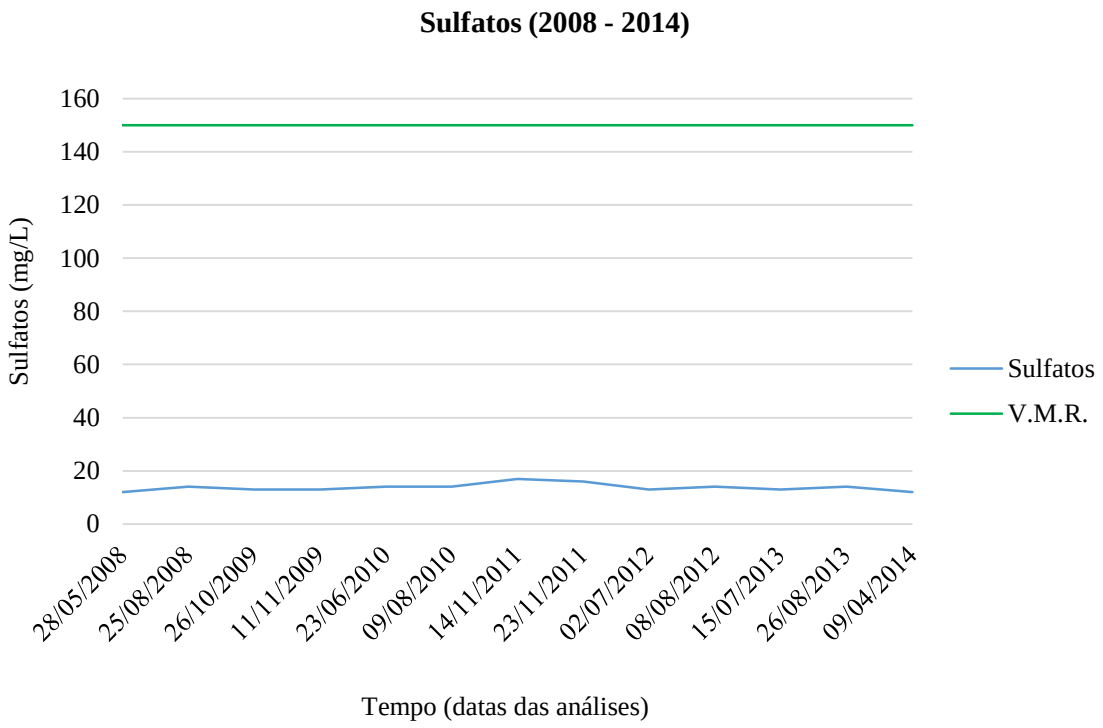


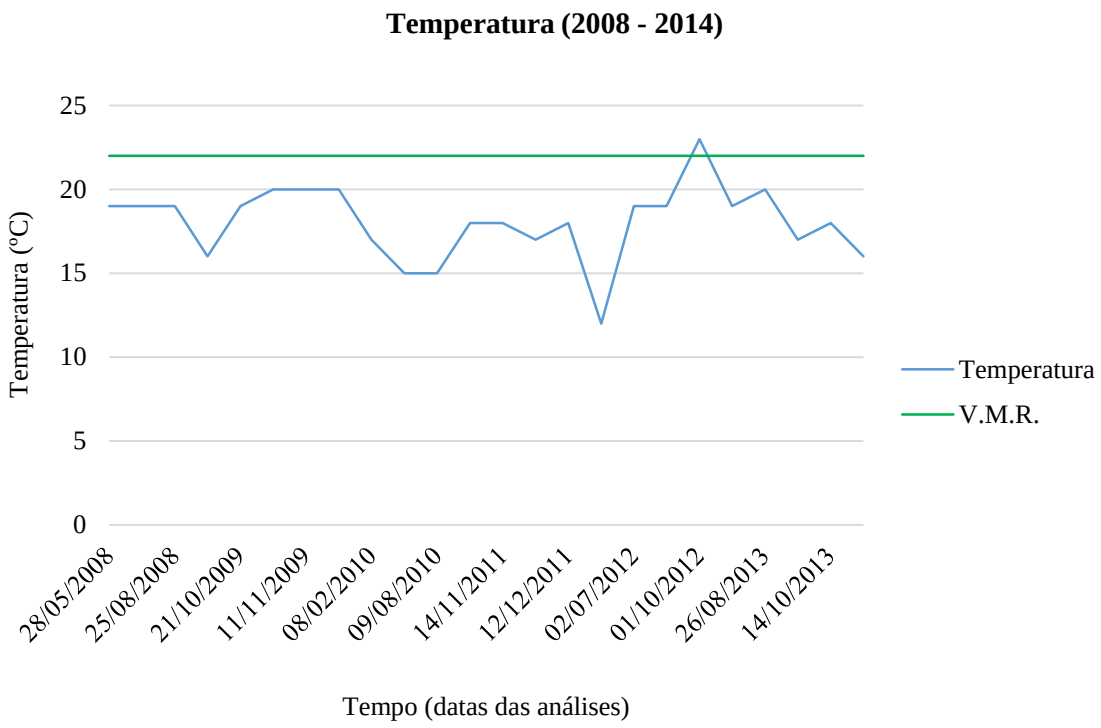



Cloretos (2008-2014)
250
200
150
100
50
0
Cloretos (mg/L Cl)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Cloretos
V.M.R.
Tempo (datas das análises)


Nitratos (2008 - 2014)
30
25
20
15
10
5
0
Nitratos (mg/L)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Nitratos
V.M.R.
Tempo (datas das análises)


Fosfatos (2008 - 2014)
Fosfatos (mg/L)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
V.M.R.


Sulfatos (2008 - 2014)
Sulfatos (mg/L)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
28/05/2008
25/08/2008
26/10/2009
11/11/2009
23/06/2010
09/08/2010
14/11/2011
23/11/2011
02/07/2012
08/08/2012
15/07/2013
26/08/2013
09/04/2014
Tempo (datas das análises)
Sulfatos
V.M.R.


Temperatura (2008 - 2014)
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
28/05/2008
25/08/2008
21/10/2009
11/11/2009
08/02/2010
09/08/2010
14/11/2011
12/12/2011
02/07/2012
01/10/2012
26/08/2013
14/10/2013
Tempo (datas das análises)
Temperatura
V.M.R.

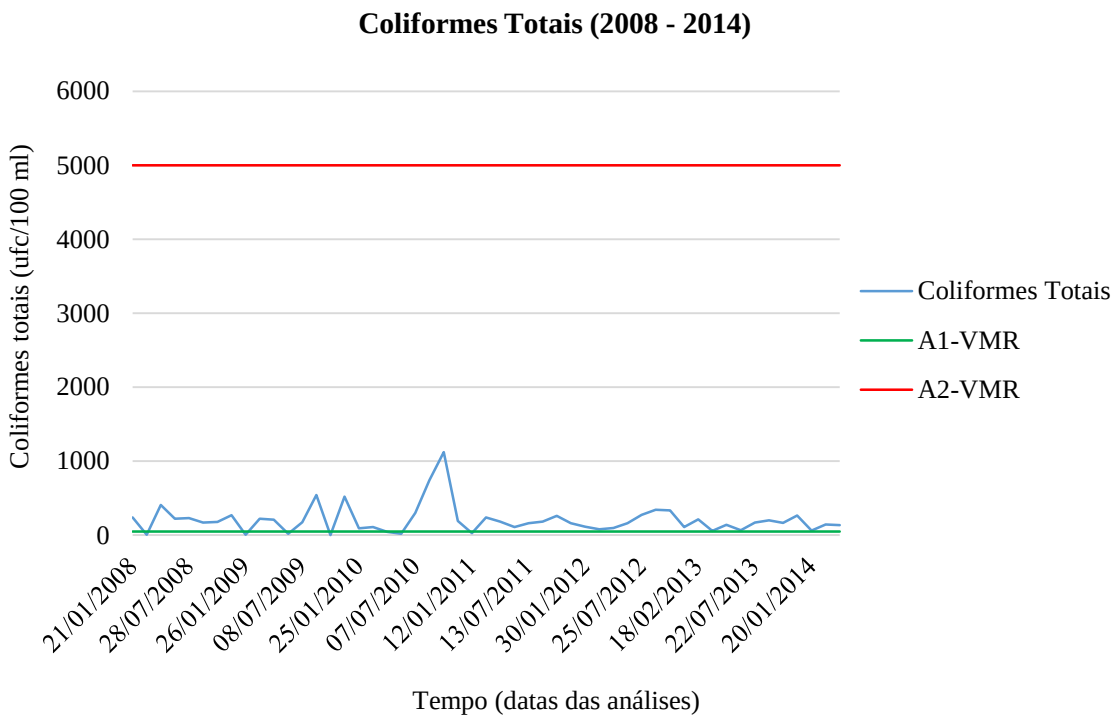
Anexo 4 – Resultados de análises efetuadas a águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano – Tabelas.

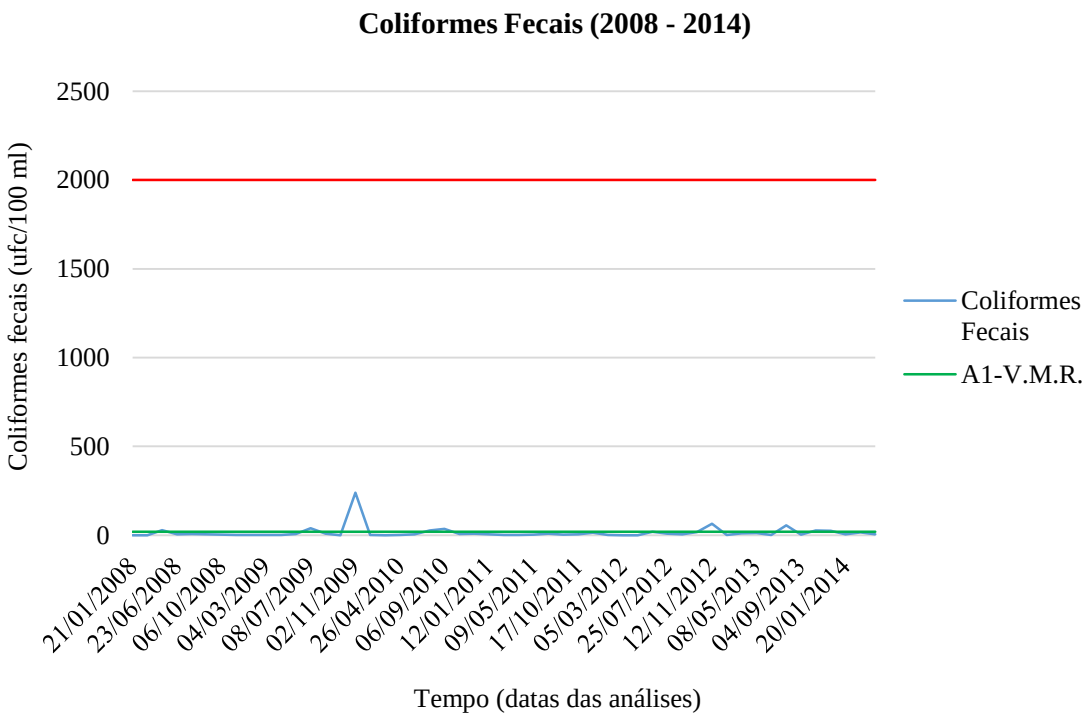
Estação de tratamento de água Eng.º Amaro da Costa, Alegria (Fonte: IGA)						
Data da realização da análise	**Bactérias Coliformes (ufc/100 ml)**	**Coliformes Fecais (ufc/100 ml)**	**Condutividade (µS/cm, 20ºC)**	**pH (Escala de Sorensen)**	**Fosfatos (mg/L PO_4)**	**Temperatura (ºC)**
21/01/2008	240	0	130	8,8	0,28	12
27/02/2008	5	0	116	8,8	0,22	12
26/05/2008	410	28	115	8,8	0,21	13
23/06/2008	220	4	128	8,9	0,26	15
28/07/2008	230	6	141	8,9	0,28	14
01/09/2008	170	4	141	9	0,29	14
06/10/2008	180	3	123	8,9	0,23	13
10/11/2008	270	2	132	8,7	0,21	12
26/01/2009	4	1	111	8,7	0,2	12
04/03/2009	220	2	81	8,2	0,14	9
27/04/2009	207	2	108	8,5	0,19	11
11/05/2009	20	6	118	8,6	0,21	12
08/07/2009	175	40	120	8,6	0,23	14
07/09/2009	540	8	128	8,6	0,26	16
28/10/2009	0	0	115	8,6	0,23	14
02/11/2009	520	240	119	8,7	0,22	14
25/01/2010	90	2	118	8,8	0,24	12
01/03/2010	110	0	87	8,6	0,16	11
26/04/2010	43	1	109	8,8	0,2	13
10/05/2010	20	5	116	8,9	0,23	14
07/07/2010	300	27	123	8,9	0,28	15
06/09/2010	740	36	123	9	0,3	15
27/10/2010	1120	7	101	8,4	0,18	14
08/11/2010	190	9	118	8,9	0,25	14
12/01/2011	27	5	112	8,8	0,24	14
14/03/2011	240	1	100	8,8	0,23	12
06/04/2011	185	1	112	8,8	0,24	12
09/05/2011	110	3	103	9	0,22	13
13/07/2011	160	8	120	8,5	0,24	14
26/09/2011	185	3	128	8,8	0,28	15
17/10/2011	260	5	129	9	0,29	13
21/11/2011	160	13	96	8,2	0,18	13
30/01/2012	115	1	106	8,7	0,2	12
05/03/2012	80	0	116	8,7	0,28	12
18/04/2012	95	0	118	8,9	0,26	11
21/05/2012	160	19	120	8,6	0,26	13
25/07/2012	275	9	131	9	0,33	15
03/09/2012	345	5	141	9	0,33	15
01/10/2012	335	17	115	8,7	0,23	14
12/11/2012	110	65	94	8,7	0,19	13
18/02/2013	215	2	119	8,9	-	11
04/03/2013	57	10	115	9	-	11
08/05/2013	140	12	122	8,9	-	14
03/06/2013	65	1	110	8,8	-	12
22/07/2013	170	55	131	9	0,28	15
04/09/2013	200	3	132	9	0,3	15
21/10/2013	165	26	129	8,9	0,27	14
20/11/2013	265	25	95	8,6	0,17	13
20/01/2014	60	4	94	8,7	0,17	13
07/04/2014	145	16	113	8,7	0,2	11
12/05/2014	135	4	126	8,8	0,25	14

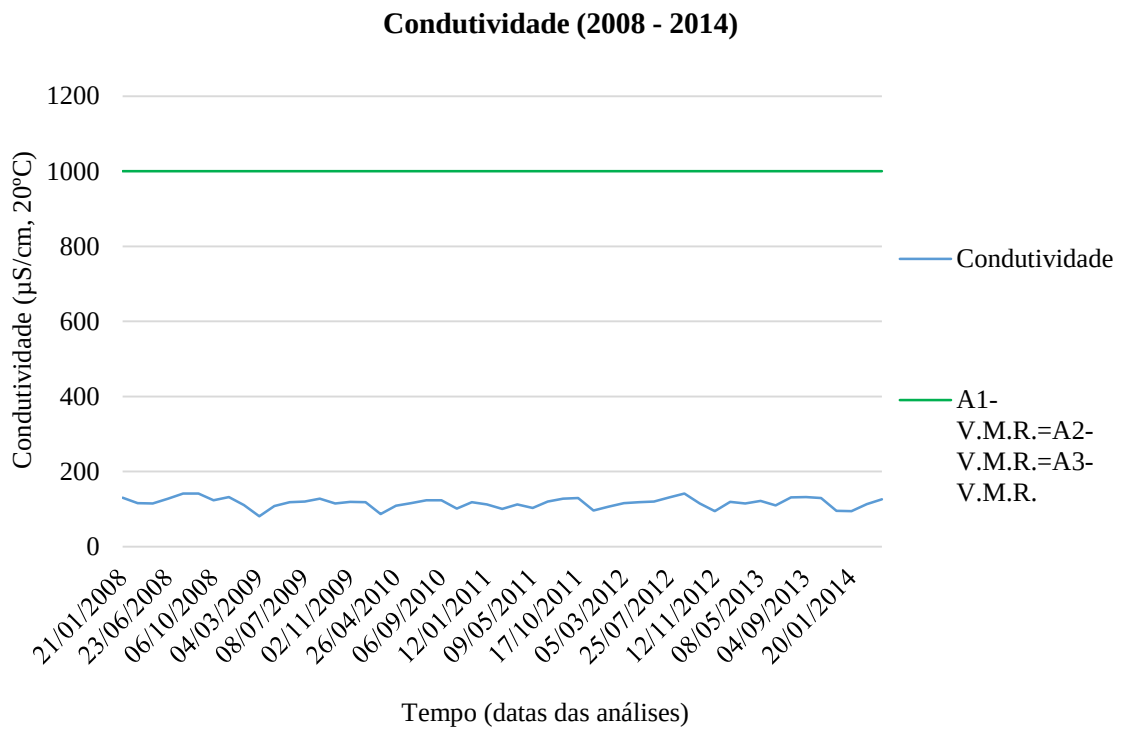
Estação de tratamento de água de Santa Quitéria (Fonte: IGA)							
Data da realização da análise	**Bactérias Coliformes (ufc/100 ml)**	**Coliformes Fecais (ufc/100 ml)**	**Condutividade (µS/cm, 20ºC)**	**pH (Escala de Sorensen)**	**Fosfatos (mg/L PO_4)**	**Temperatura (ºC)**	**Manganês (mg/L Mn)**
21/01/2008	320	20	131	7,9	0,13	12	-
12/03/2008	270	12	123	7,9	0,13	13	-
05/05/2008	500	33	131	7,9	0,12	14	0,0055
23/06/2008	320	5	168	8,3	0,15	16	-
07/07/2008	600	39	174	8,1	0,21	16	0,042
06/10/2008	300	140	154	8,2	0,16	15	0,0077
22/10/2008	100	100	85	7,7	0,1	16	0,096
10/11/2008	276	40	104	8	0,11	12	-
26/01/2009	540	35	114	8,1	0,11	12	-
18/03/2009	220	37	137	7,8	0,12	13	0,004
14/04/2009	300	18	115	7,7	0,12	13	-
25/05/2009	2120	109	135	7,9	0,13	13	0,022
08/07/2009	63	23	130	8	0,16	15	-
28/09/2009	380	26	162	8	0,18	19	0,0084
28/10/2009	1340	137	145	7,9	0,15	17	-
09/11/2009	820	25	125	8	0,1	15	0,0087
25/01/2010	97	48	94	8,2	0,11	11	-
17/03/2010	660	40	124	8,2	0,17	14	0,021
21/04/2010	1040	87	93	7,9	0,16	14	-
24/05/2010	700	93	145	8,2	0,17	14	0,037
07/07/2010	300	36	136	8	0,2	17	-
20/09/2010	480	96	164	8,2	0,11	18	0,015
27/10/2010	1580	103	107	7,8	0,12	16	-
08/11/2010	1540	75	129	8,1	0,13	14	0,015
12/01/2011	580	20	107	7,8	0,052	16	-
14/03/2011	1080	200	77	7,6	0,15	10	0,013
06/04/2011	89	16	108	7,9	0,13	12	-
09/05/2011	200	30	106	8	0,18	14	0,016
13/07/2011	500	35	160	8,2	0,13	16	-
14/11/2011	860	93	109	7,7	0,11	15	0,0072
21/11/2011	980	89	93	7,9	0,17	13	0,029
12/12/2011	260	43	141	8	0,12	13	-
30/01/2012	260	80	120	7,9	0,19	11	-
05/03/2012	200	180	130	8	0,16	14	0,012
18/04/2012	300	17	157	8,2	0,17	13	-
21/05/2012	220	29	164	8	0,26	14	0,0047
25/07/2012	120	23	213	8,4	0,22	19	-
03/09/2012	200	16	206	8,3	0,17	19	0,006
01/10/2012	320	45	146	8	0,23	17	-
12/11/2012	100	100	90	7,7	0,13	13	0,064
18/02/2013	240	27	139	8	-	12	-
04/03/2013	1740	37	70	7,7	-	11	0,025
08/05/2013	320	8	163	8,1	-	15	0,0062
05/06/2013	460	32	131	8,1	-	14	-
22/07/2013	520	36	169	8,2	0,17	18	0,02
04/09/2013	500	8	182	8,2	0,19	18	-
21/10/2013	240	48	168	8,2	0,21	16	0,018
20/11/2013	940	68	95	7,9	0,101	14	-
20/01/2014	580	100	88	7,8	0,1	13	-
07/04/2014	540	22	132	7,9	0,16	13	0,0091
12/05/2014	200	23	154	8,1	0,14	14	-

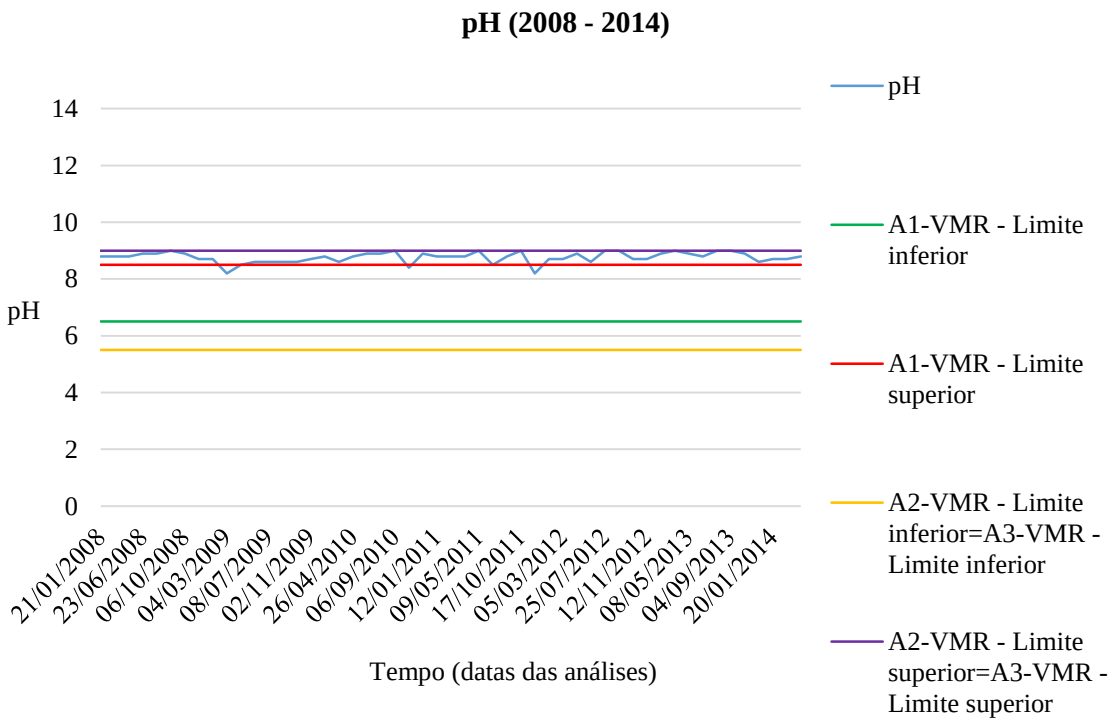
Anexo 5 – Resultados de análises efetuadas a águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano – Gráficos.

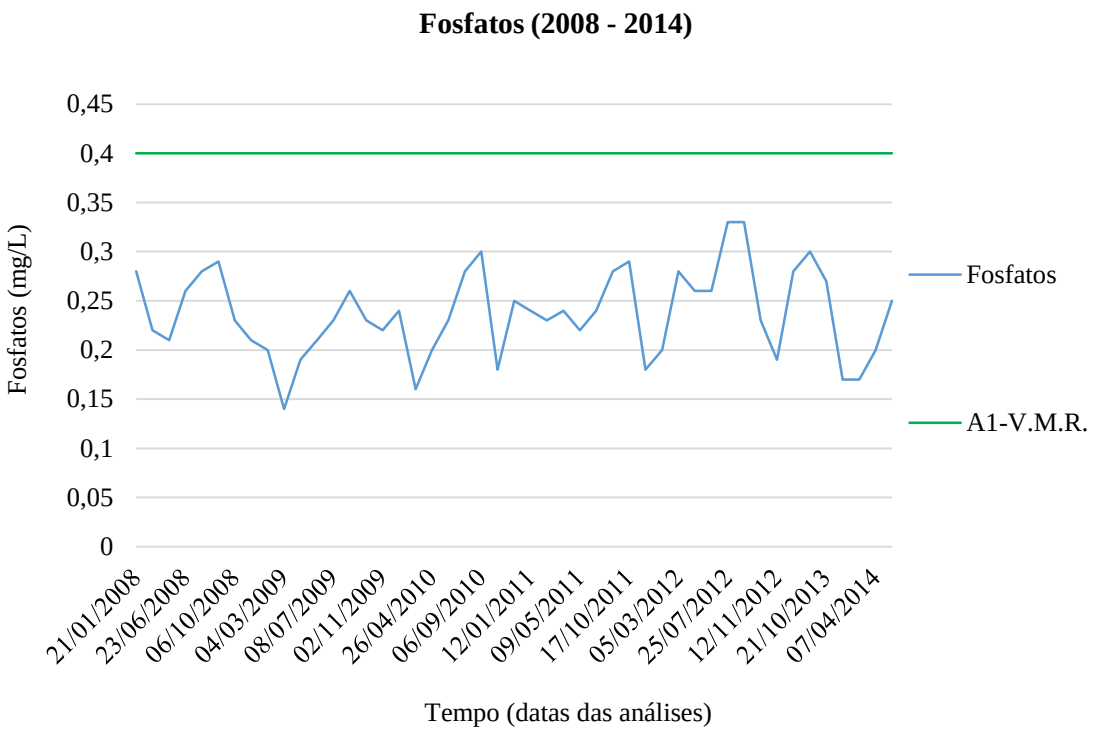
Estação de tratamento de água Eng.º Amaro da Costa, Alegria

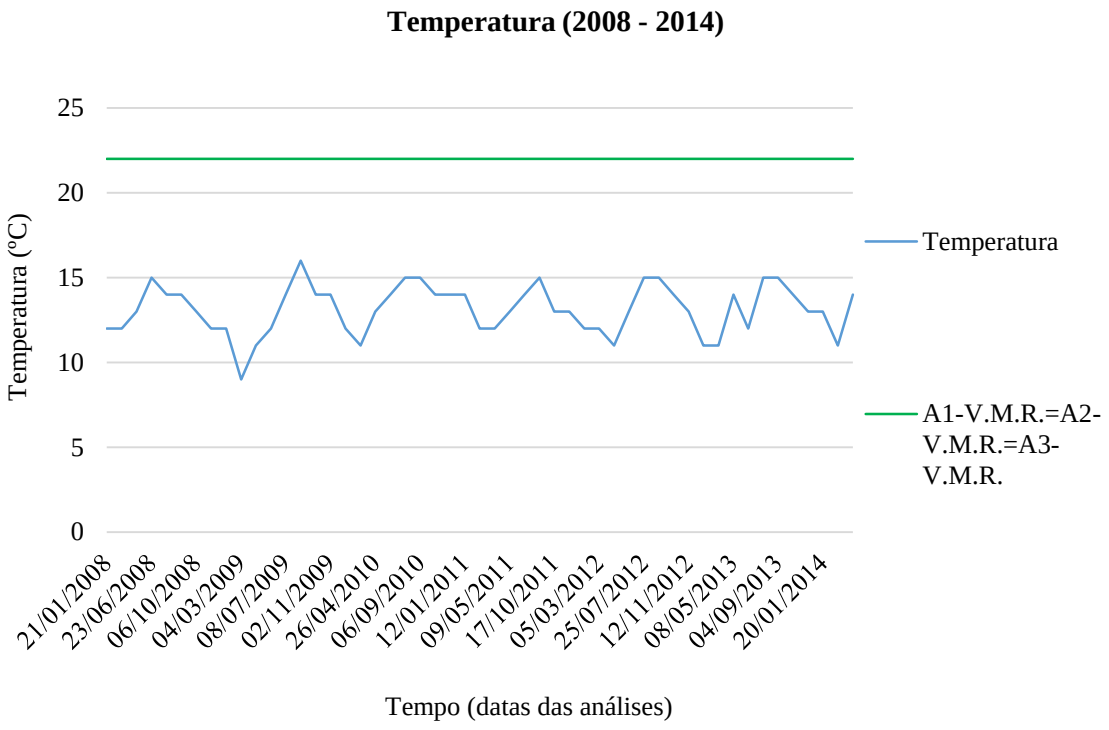




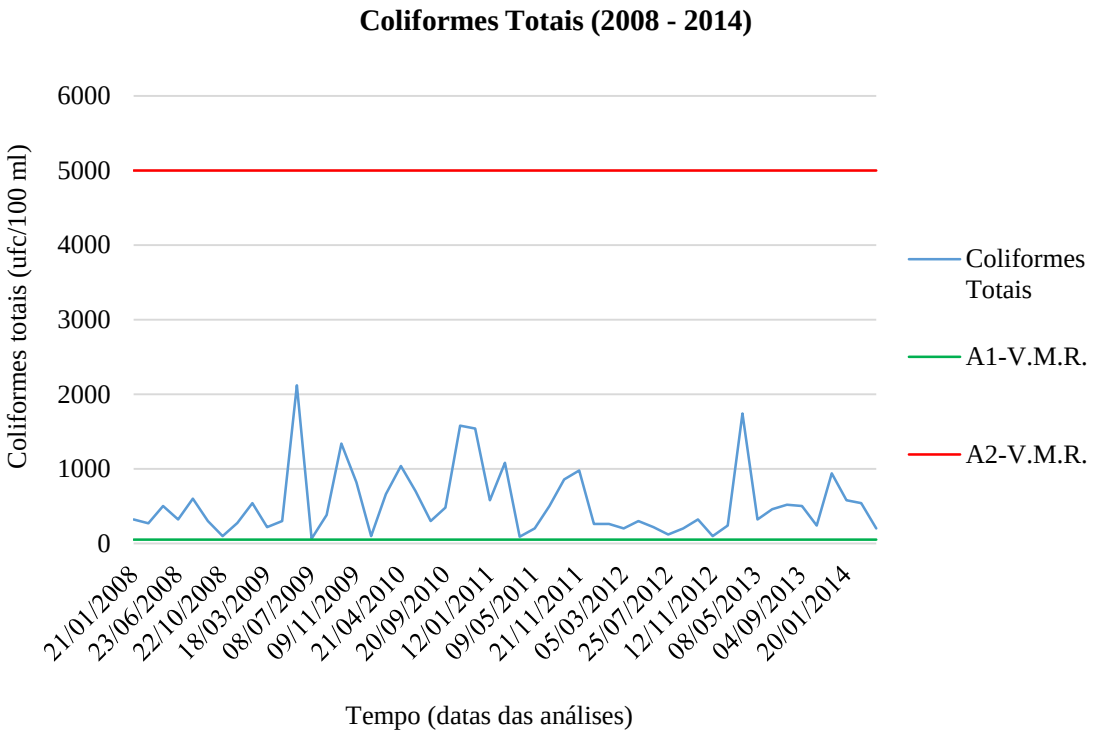

Condutividade (2008 - 2014)
Condutividade (µS/cm, 20ºC)
1200
1000
800
600
400
200
0
21/01/2008
23/06/2008
06/10/2008
04/03/2009
08/07/2009
02/11/2009
26/04/2010
06/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
17/10/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
08/05/2013
04/09/2013
20/01/2014
Tempo (datas das análises)
Condutividade
A1-V.M.R.=A2-V.M.R.=A3-V.M.R.

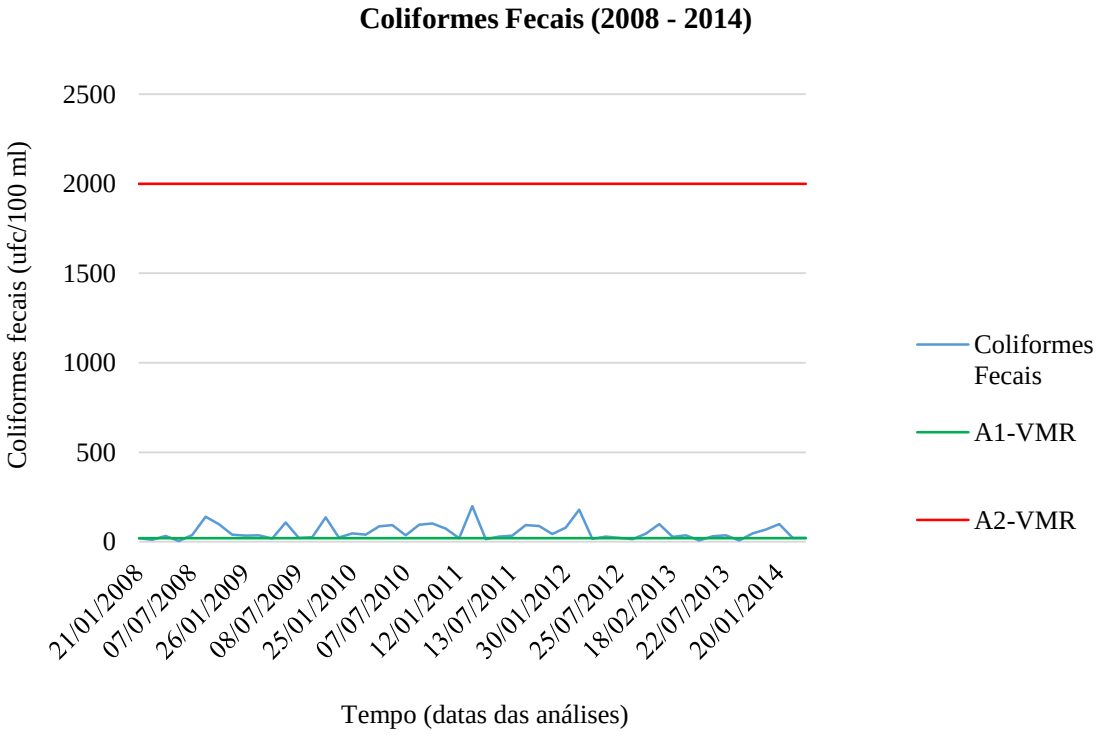

pH (2008 - 2014)
pH
14
12
10
8
6
4
2
0
21/01/2008
23/06/2008
06/10/2008
04/03/2009
08/07/2009
02/11/2009
26/04/2010
06/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
17/10/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
08/05/2013
04/09/2013
20/01/2014
Tempo (datas das análises)
pH
A1-VMR - Limite inferior
A1-VMR - Limite superior
A2-VMR - Limite inferior=A3-VMR - Limite inferior
A2-VMR - Limite superior=A3-VMR - Limite superior

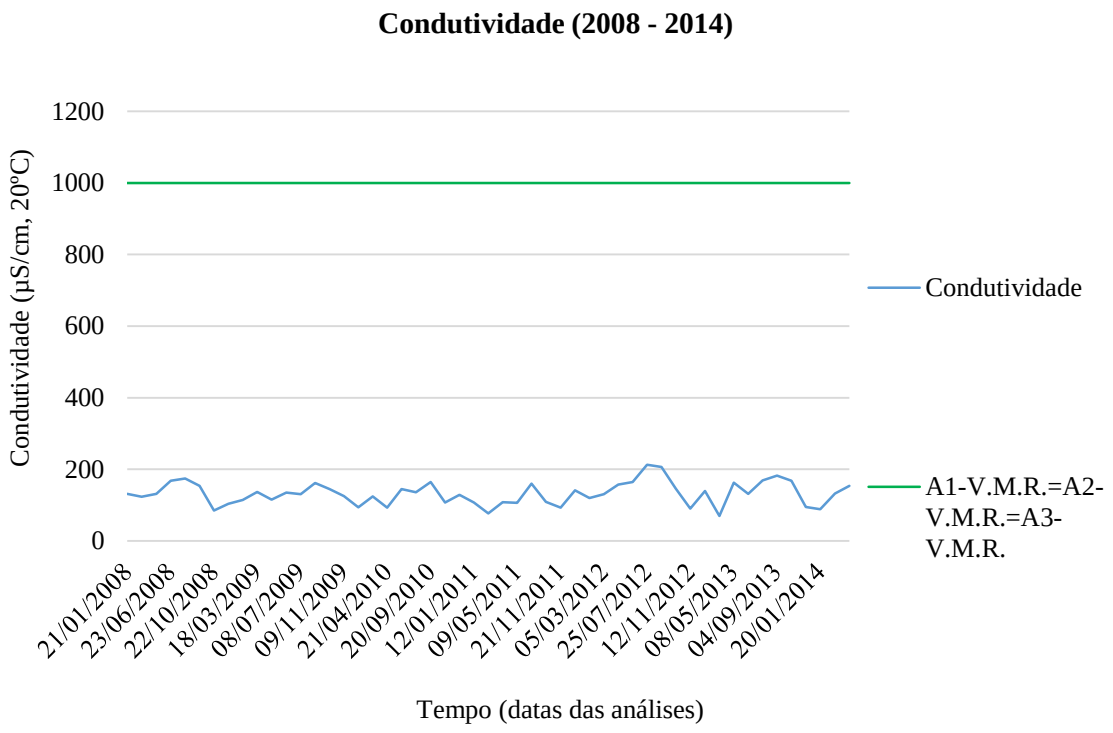

Fosfatos (2008 - 2014)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
Fosfatos (mg/L)
21/01/2008
23/06/2008
06/10/2008
04/03/2009
08/07/2009
02/11/2009
26/04/2010
06/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
17/10/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
21/10/2013
07/04/2014
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
A1-V.M.R.

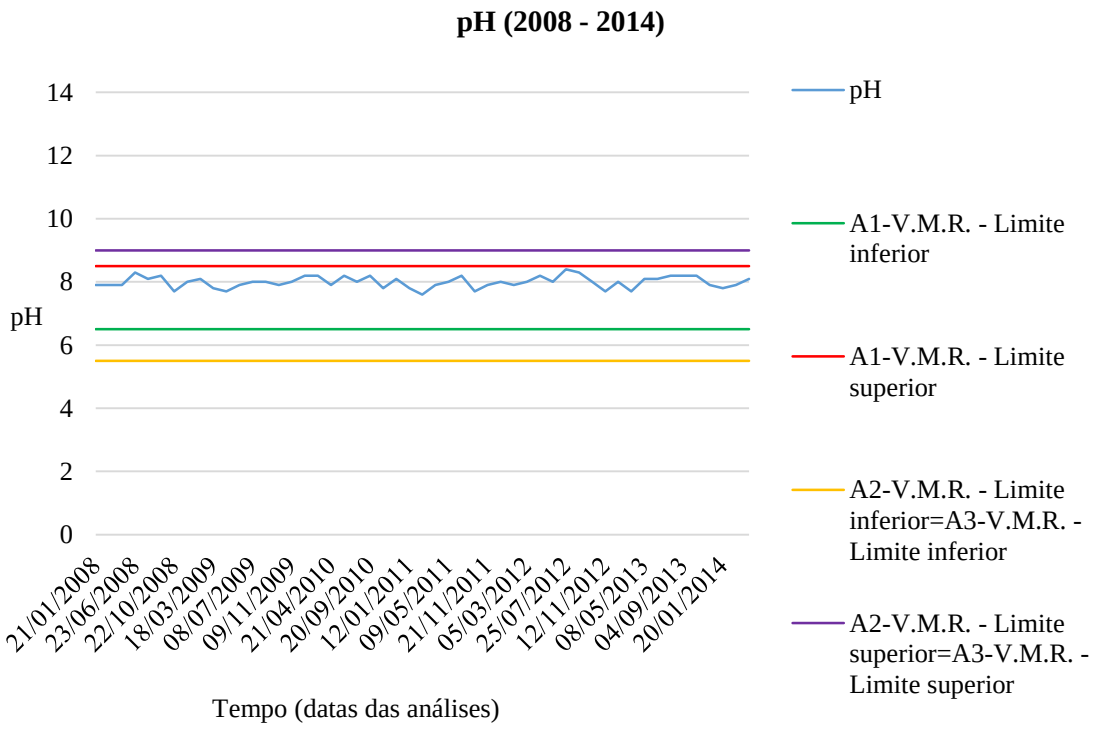

Temperatura (2008 - 2014)
25
20
15
10
5
0
Temperatura (ºC)
21/01/2008
23/06/2008
06/10/2008
04/03/2009
08/07/2009
02/11/2009
26/04/2010
06/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
17/10/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
08/05/2013
04/09/2013
20/01/2014
Tempo (datas das análises)
Temperatura
A1-V.M.R.=A2-V.M.R.=A3-V.M.R.

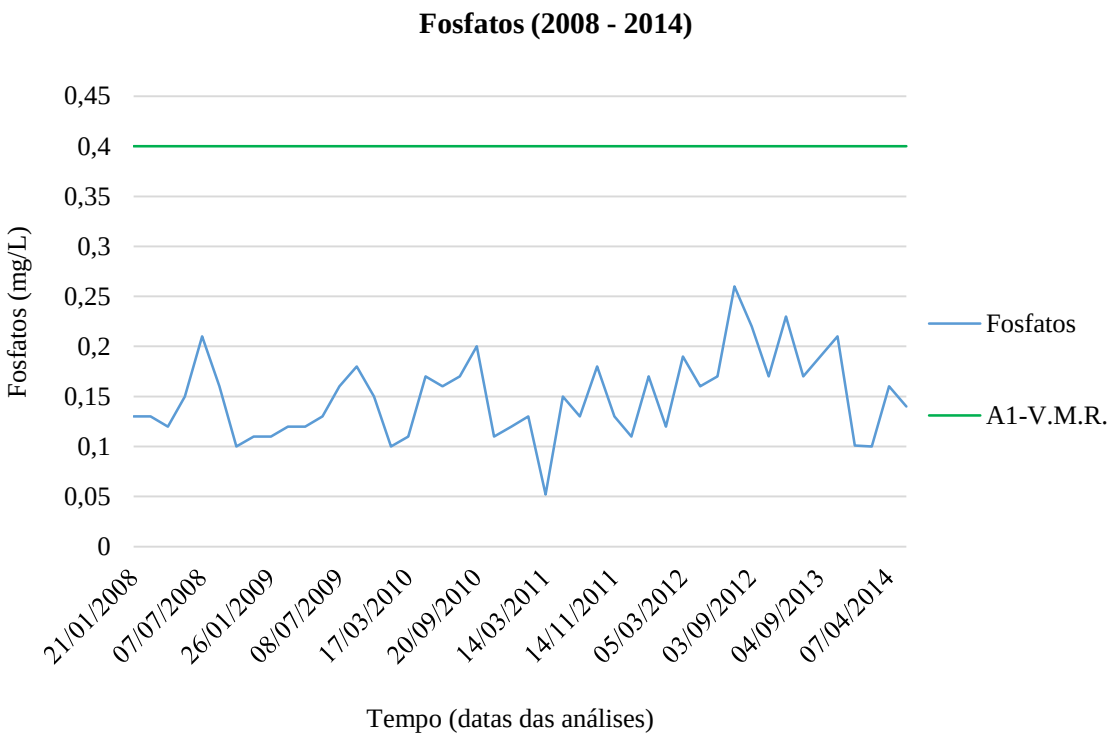
Estação de tratamento de água de Santa Quitéria

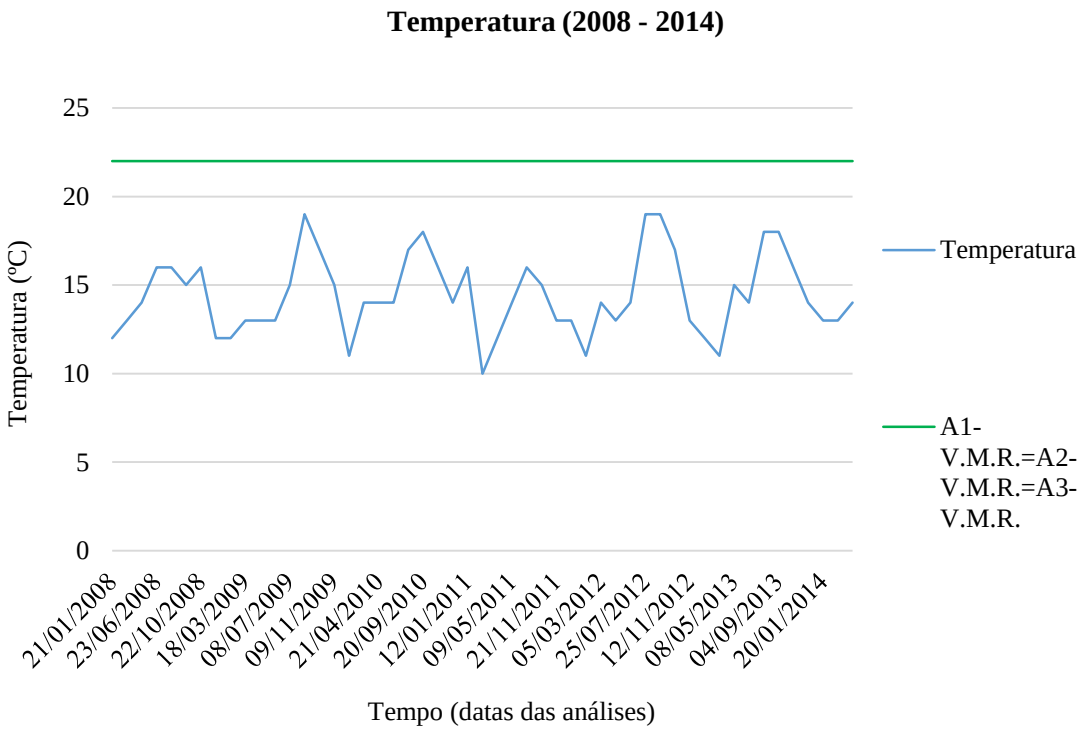


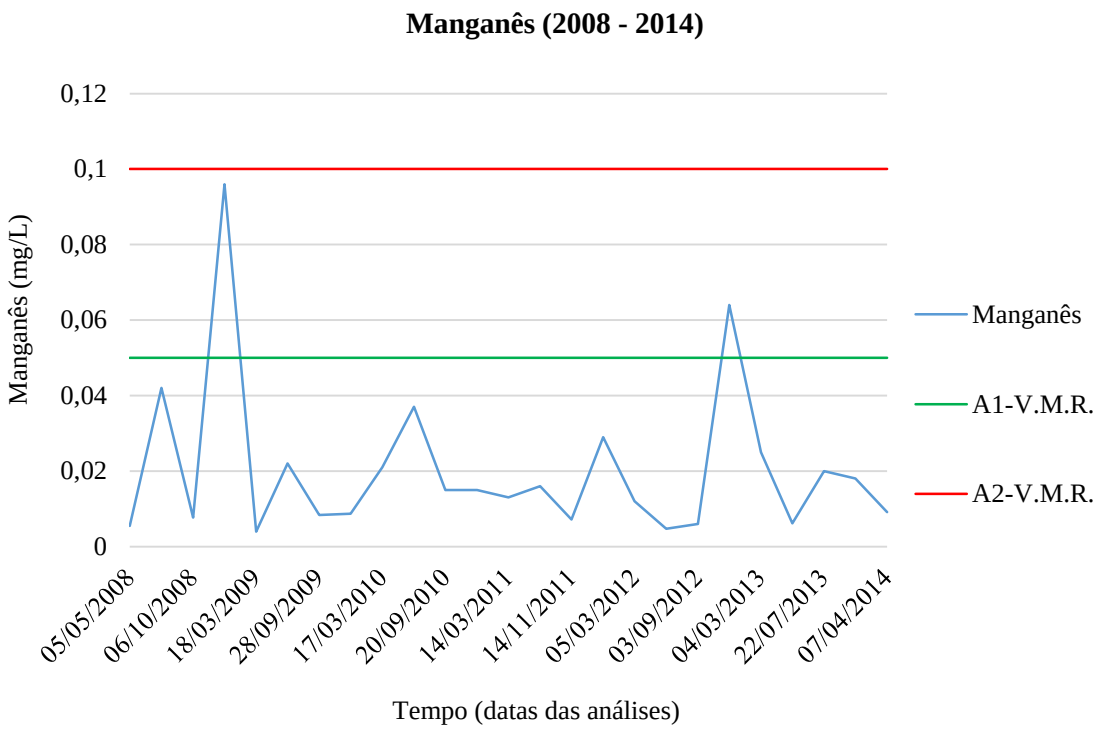



Condutividade (2008 - 2014)
Condutividade (µS/cm, 20ºC)
1200
1000
800
600
400
200
0
21/01/2008
23/06/2008
22/10/2008
18/03/2009
08/07/2009
09/11/2009
21/04/2010
20/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
21/11/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
08/05/2013
04/09/2013
20/01/2014
Tempo (datas das análises)
Condutividade
A1-V.M.R.=A2-V.M.R.=A3-V.M.R.


pH (2008 - 2014)
pH
14
12
10
8
6
4
2
0
21/01/2008
23/06/2008
22/10/2008
18/03/2009
08/07/2009
09/11/2009
21/04/2010
20/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
21/11/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
08/05/2013
04/09/2013
20/01/2014
Tempo (datas das análises)
pH
A1-V.M.R. - Limite inferior
A1-V.M.R. - Limite superior
A2-V.M.R. - Limite inferior=A3-V.M.R. - Limite inferior
A2-V.M.R. - Limite superior=A3-V.M.R. - Limite superior


Fosfatos (2008 - 2014)
Fosfatos (mg/L)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
21/01/2008
07/07/2008
26/01/2009
08/07/2009
17/03/2010
20/09/2010
14/03/2011
14/11/2011
05/03/2012
03/09/2012
04/09/2013
07/04/2014
Tempo (datas das análises)
Fosfatos
A1-V.M.R.


Temperatura (2008 - 2014)
Temperatura (ºC)
25
20
15
10
5
0
21/01/2008
23/06/2008
22/10/2008
18/03/2009
08/07/2009
09/11/2009
21/04/2010
20/09/2010
12/01/2011
09/05/2011
21/11/2011
05/03/2012
25/07/2012
12/11/2012
08/05/2013
04/09/2013
20/01/2014
Tempo (datas das análises)
Temperatura
A1-V.M.R.=A2-V.M.R.=A3-V.M.R.


Manganês (2008 - 2014)
0,12
0,1
0,08
0,06
0,04
0,02
0
Manganês (mg/L)
05/05/2008
06/10/2008
18/03/2009
28/09/2009
17/03/2010
20/09/2010
14/03/2011
14/11/2011
05/03/2012
03/09/2012
04/03/2013
22/07/2013
07/04/2014
Tempo (datas das análises)
Manganês
A1-V.M.R.
A2-V.M.R.

Anexo 6 – ETAR do Funchal – Campo Almirante de Reis.

2009 – Quantidades, Parâmetros base, Nutrientes e Rendimentos de tratamento.

Quantidades													
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Médias
Volumes tratados (m^3)	21 767	21 187	22 578	22 237	21 731	21 598	21 598	20 583	20 208	22 567	21 381	23 205	21 717
Resíduos (ton.)	84,58	65,82	67,74	76,08	98,82	80,26	71,06	74,88	79,42	86,10	71,24	76,48	77,71

Parâmetros de base														
Antes das grades	SST (mg/L)	1 103	608	564	645	657	591	1 277	1 195	1 213	685	794	1 332	888
	CQO (mg O_2/L)	893	739	716	710	706	705	1 323	1 344	1 453	764	838	858	921
	CBO_5 (mg O_2/L)	474	423	359	350	385	356	653	647	791	351	353	404	462
À saída dos tamisadores	SST (mg/L)	280	285	280	291	328	302	269	296	291	239	260	251	281
	CQO (mg O_2/L)	571	565	545	555	592	574	590	639	635	536	539	534	573
	CBO_5 (mg O_2/L)	311	317	298	298	349	303	300	363	360	284	271	316	314

Nutrientes														
Afluente à entrada	Fósforo (mg P/L)	7,0	-	-	7,0	6,0	6,0	18,0	1,0	15,0	7,0	5,0	8,0	8,0
	Azoto (mg N/L)	45,0	-	-	36,0	40,0	41,0	82,0	130,0	81,0	44,0	36,0	37,0	57,0

Rendimentos de tratamento (%)	SST	68	51	49	53	48	43	73	73	72	63	65	76	61
	CQO	28	21	24	22	14	18	43	51	53	29	35	35	31
	CBO_5	27	19	19	14	7	14	41	42	50	18	22	19	24

2010 – Quantidades, Parâmetros base, Nutrientes e Rendimentos de tratamento.

Quantidades													
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Médias
Volumes tratados (m^3)	22 768	17 771	6 333	14 684	16 382	19 955	20 375	20 309	20 421	20 280	21 538	24 438	18 771
Resíduos (ton.)	69,46	49,36	65,18	94,96	72,62	69,84	76,42	73,88	77,38	81,20	81,82	77,06	74,10

Nutrientes														
Afluente à entrada	Fósforo (mg P/L)	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0	5,0	-	4,0	5,0	5,0	7,0	5,5
	Azoto (mg N/L)	24,0	23,0	23,0	40,0	54,0	36,0	29,0	-	31,0	33,0	46,0	36,0	34,1

2011 – Quantidades, Parâmetros base, Nutrientes e Rendimentos de tratamento.

Quantidades													
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Médias
Volumes tratados (m^3)	23 101	21 216	21 048	20 938	19 928	20 501	19 963	19 582	19 852	19 951	19 434	19 022	20 378
Resíduos (ton.)	71,94	51,58	75,78	65,08	70,46	55,96	69,18	73,86	69,76	69,10	72,08	62,12	67,24

Parâmetros de base														
Antes das grades	SST (mg/L)	434	274	416	326	460	360	349	323	339	367	580	419	387
	CQO (mg O_2/L)	586	525	663	599	579	650	641	653	635	654	661	687	628
	CBO_5 (mg O_2/L)	273	251	331	307	293	320	310	315	301	300	319	353	306
À saída dos tamisadores	SST (mg/L)	192	174	206	186	183	207	177	196	186	211	253	247	201
	CQO (mg O_2/L)	436	358	516	413	409	419	411	436	392	461	456	528	436
	CBO_5 (mg O_2/L)	211	203	265	260	230	258	224	258	233	256	256	292	245

Nutrientes														
Afluente à entrada	Fósforo (mg P/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4	-	15,4
	Azoto (mg N/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,6	-	51,6

Rendimentos de tratamento (%)	SST	58	35	46	42	51	41	48	39	44	40	47	36	44
	CQO	26	31	22	31	29	35	36	33	38	29	30	21	30
	CBO_5	23	19	19	16	21	18	26	18	24	14	18	15	19

2012 – Quantidades, Parâmetros base, Nutrientes e Rendimentos de tratamento.

Quantidades													
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Médias
Volumes tratados (m^3)	18 781	19 049	18 557	18 225	18 065	17 567	17 781	18 085	18 483	18 783	21 486	19 206	18 672
Resíduos (ton.)	75,60	81,72	94,56	76,40	71,70	65,88	64,56	68,06	62,10	76,66	72,34	45,88	71,29

Parâmetros de base														
Antes das grades	SST (mg/L)	412	825	578	533	494	583	646	465	442	570	591	404	545
	CQO (mg O_2/L)	682	654	734	682	708	722	857	698	744	738	635	643	708
	CBO_5 (mg O_2/L)	368	336	358	360	386	388	344	355	400	293	276	328	349
À saída dos tamisadores	SST (mg/L)	224	235	227	255	228	202	251	219	221	217	229	205	226
	CQO (mg O_2/L)	495	483	503	521	525	484	518	465	533	439	395	429	482
	CBO_5 (mg O_2/L)	288	280	291	340	311	297	291	298	286	252	209	255	283

Nutrientes														
Afluente à entrada	Fósforo (mg P/L)	-	2,0	-	5,0	7,0	4,0	6,0	7,0	6,0	3,0	15,4	4,0	5,9
	Azoto (mg N/L)	-	32,0	-	43,0	39,0	37,0	62,0	49,0	34,0	35,0	51,6	30,0	41,3

Rendimentos de tratamento (%)	SST	39	59	55	68	52	60	54	50	49	54	55	49	54
	CQO	27	25	31	24	26	32	31	32	28	40	38	33	31
	CBO_5	20	17	17	6	18	20	89	88	28	14	80	21	35

2013 – Quantidades, Parâmetros base, Nutrientes e Rendimentos de tratamento.

Quantidades													
Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Médias
Volumes tratados (m^3)	18 948	18 649	21 159	19 655	19 540	18 931	20 123	18 956	20 074	19 474	20 931	18 595	19 586
Resíduos (ton.)	55,80	55,16	47,66	64,46	73,96	79,72	79,98	56,56	54,54	49,02	58,24	54,68	60,82

Parâmetros de base														
Antes das grades	SST (mg/L)	516	558	549	721	419	371	442	447	535	549	529	679	526
	CQO (mg O_2/L)	751	758	672	831	689	688	659	709	713	646	686	758	713
	CBO_5 (mg O_2/L)	328	396	301	417	320	324	329	361	333	304	320	329	339
À saída dos tamisadores	SST (mg/L)	196	252	209	212	209	198	283	226	211	203	226	242	222
	CQO (mg O_2/L)	479	522	421	504	437	468	464	452	427	414	430	453	456
	CBO_5 (mg O_2/L)	281	293	236	303	249	216	258	275	257	248	256	256	261

Nutrientes														
Afluente à entrada	Fósforo (mg P/L)	7,0	4,0	2,0	2,0	9,0	5,0	7,0	6,0	9,0	5,0	4,0	7,0	6,0
	Azoto (mg N/L)	42,0	29,0	18,0	18,0	37,0	27,0	41,0	80,0	49,0	32,0	43,0	39,0	38,0

Rendimentos de tratamento (%)	SST	54	50	57	53	48	45	39	49	57	59	54	62	52
	CQO	36	31	38	32	36	31	28	36	38	36	37	40	35
	CBO_5	14	24	21	25	20	32	22	23	22	18	20	22	22