

Lara Sofia Pereira Dutra da Silva

***Controlo da qualidade da água de consumo humano no
concelho da Povoação (São Miguel): diagnóstico e
implicações para a saúde pública***



Universidade dos Açores

Ponta Delgada

2010

Lara Sofia Pereira Dutra da Silva

***Controlo da qualidade da água de consumo humano no
concelho da Povoação (São Miguel): diagnóstico e
implicações para a saúde pública***

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre
em Ambiente, Saúde e Segurança**

Orientadores:

Prof. Doutor José Virgílio Cruz

Prof. Doutora Regina Cunha



Universidade dos Açores

Ponta Delgada

2010

Aos meus pais e irmão, a quem devo muito do que aprendi na minha vida.
Não estaria aqui hoje sem o vosso carinho, amizade, paciência e reconhecimento.
Tenho a certeza absoluta de que vocês foram os grandes incentivadores para que eu
concluísse este estudo.

RESUMO

A água é sem dúvida um recurso de primeira necessidade. Nenhuma comunidade pode viver ou evoluir sem um abastecimento adequado de água, que permita aos seus habitantes viver de modo saudável e confortável, e que contribua para o desenvolvimento da sua economia. A própria noção de desenvolvimento sustentável não pode ser concebida sem, simultaneamente, se assegurar a qualidade da água para consumo humano.

O estudo da relação entre o controlo da qualidade da água de consumo e a saúde implica uma correcta identificação de inúmeros factores em jogo, bem como as suas repercussões, positivas ou negativas, sobre os consumidores. Para tal é indispensável a realização de estudos práticos incidindo sobre contextos reais, identificando nestes as principais condicionantes de risco público.

A presente dissertação aborda a temática de questões de saúde pública, nomeadamente o controlo da qualidade da água para consumo humano no concelho da Povoação (São Miguel). No seu desenvolvimento optou-se por explorar o tema em questão por duas vias distintas: uma revisão bibliográfica do tema, onde se procurou explorar e explicar os conceitos envolvidos na temática e uma parte de natureza prática, onde se procurou desenvolver uma metodologia específica para caracterizar aspectos físico-químicos e microbiológicos associados à água de consumo humano do concelho da Povoação. Esta caracterização foi realizada não só através de uma análise dos boletins de análise de controlo da qualidade da água, fornecidos pelos serviços da Câmara Municipal da Povoação, como pela avaliação de eventuais lacunas no processo.

Os dados da qualidade da água evidenciaram que apesar das melhorias verificadas, ao longo dos dez anos em estudo, os parâmetros com maior percentagem de incumprimento dos valores paramétricos foram essencialmente microbiológicos. Verificou-se, igualmente, que os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 67,01%, em 2005, para 30,77%, em 2009.

Os resultados obtidos permitem inferir que a actividade agro-pecuária é a principal poluidora dos recursos hídricos no concelho da Povoação, associada a focos de contaminação difusa, bem como a falta de drenagem e tratamento das águas residuais.

ABSTRACT

Water is undoubtedly a resource of prime necessity. No community can live or grow without an adequate supply of water, allowing its inhabitants to live healthily and comfortably, and that contributes to the development of its economy. The notion of sustainable development itself cannot be conceived without simultaneously ensure quality water for human consumption.

The study of the relationship between the monitoring of water quality for human consumption and health implies an acute identification of many factors involved, as well as the associated effects, either positive or negative, in consumers. For this purpose, it is absolutely necessary to carry out practical studies in occupational environments so that the more important predictors of health risk can be identified.

The present thesis addresses public health issues, namely the monitoring of water quality for human consumption in the municipality of Povoação (São Miguel). In the course of the research it was decided to explore the topic in two different approaches: a literature review, which sought to explore and explain the concepts involved in the subject, and a part of practical nature, in order to characterize the drinking water in the municipality of Povoação in terms of several physical, chemical and microbiological parameters. This characterization was accomplished through the analysis of reports about water quality, provided by Câmara Municipal da Povoação, as well as through the analysis of the completeness of the process itself. The water quality data showed that despite improvements made over the ten years studied, the parameters with the highest percentage of parametric values were mainly microbiological. There was also that the parametric values showed a downward trend, having registered a decline of 67,01% in 2005 to 30,77% in 2009.

The results obtained allow inferring that the farming and ranching is the main pollutant of water resources in the municipality of Povoação associated with diffuse sources of contamination and the lack of drainage and wastewater treatment.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
AGRADECIMENTOS	XIV
NOMENCLATURA	XV
1. INTRODUÇÃO E METODOLOGIA	1
1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. OBJECTIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO	2
1.3. METODOLOGIA	3
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2. CICLO HIDROLÓGICO E POLUIÇÃO DA ÁGUA	7
2.1. ÁGUA COMO RECURSO PRIMORDIAL	7
2.2. PROPRIEDADES DAS ÁGUAS NATURAIS	9
2.2.1. <i>MASSA ESPECÍFICA</i>	9
2.2.2. <i>VISCOSIDADE</i>	9
2.2.3. <i>TENSÃO ARTIFICIAL</i>	10
2.2.4. <i>CALOR ESPECÍFICO</i>	10
2.2.5. <i>CONDUTIVIDADE TÉRMICA</i>	11
2.2.6. <i>DISSOLUÇÃO DE GASES</i>	11
2.2.7. <i>DISSOLUÇÃO DE SUBSTÂNCIAS</i>	12
2.3. CICLO HIDROLÓGICO	12
2.4. POLUIÇÃO DA ÁGUA	13
2.4.1. <i>CONCEITO DE POLUIÇÃO</i>	13
2.4.2. <i>NATUREZA DOS POLUENTES</i>	15
2.5. DOENÇAS DE ORIGEM HÍDRICA	16
2.6. CONCEITO DE QUALIDADE DE ÁGUA	19
2.6.1. <i>USOS E QUALIDADE DE ÁGUA</i>	19
2.7. VIGILÂNCIA E CONTROLO DE QUALIDADE	21
2.8. PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO	22
2.8.1. <i>QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA</i>	22
2.8.2. TIPOS DE CAPTAÇÕES E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA	22
2.8.2.1. <i>Captações superficiais</i>	23
2.8.2.2. <i>Captações subterrâneas</i>	23
2.8.3. <i>PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA</i>	23
2.8.3.1. <i>Desinfecção</i>	24
2.8.3.2. <i>Coagulação/Floculação</i>	24
	III

2.8.3.3. <i>Sedimentação/Decantação</i>	25
2.8.3.4. <i>Filtração</i>	26
2.8.3.5. <i>Adsorção em carvão activado</i>	27
2.8.3.6. <i>Permuta iónica</i>	27
2.8.3.7. <i>Separação por membranas</i>	28
2.9. DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA	29
2.9.1. <i>RESERVATÓRIOS DE SERVIÇO</i>	29
2.9.2. <i>OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO</i>	30
2.9.3. <i>CONDUTAS NOVAS, REPARADAS E REVESTIDAS</i>	31
2.9.3.1. <i>Instalações de novas condutas</i>	31
2.9.3.2. <i>Reparação das condutas existentes (Roturas)</i>	32
2.9.3.3. <i>Revestimento de condutas</i>	32
3. CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES (RAA)	34
3.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO RELATIVA AO CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA	34
3.1.1. <i>SITUAÇÃO DOS PROGRAMAS DE CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA</i>	34
3.2. ANÁLISE DO NÚMERO DE RESPOSTAS DAS ENTIDADES GESTORAS	36
3.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA	37
3.3.1. <i>EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ZONAS DE ABASTECIMENTO</i>	39
3.4. ANÁLISE GLOBAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA	39
3.4.1. <i>FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM</i>	40
3.4.1.1. <i>Evolução do incumprimento da frequência de amostragem</i>	41
3.4.1.2. <i>Incumprimento da frequência de amostragem por tipo de controlo</i>	43
3.4.1.3. <i>Incumprimento da frequência de amostragem por tipo de parâmetro</i>	48
3.4.2. <i>VALORES PARAMÉTRICOS</i>	49
3.4.2.1. <i>Incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro</i>	56
3.5. CARACTERIZAÇÃO POR CONCELHO	57
4. CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DA POVOAÇÃO	59
4.1. PROGRAMA DE CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA	59
4.2. MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO	63
4.3. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	64
4.4. CONSTITUIÇÃO DAS ZONAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	65
4.5. CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	66
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS SELECIONADOS	76
5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DA POVOAÇÃO	77
5.2.1. <i>IDENTIFICAÇÃO DO NÚMERO DE ZONAS DE ABASTECIMENTO E POPULAÇÃO ABASTECIDA</i>	78
5.2.2. <i>VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE CONSUMOS COLECIONADOS PELO SERVIÇO DE ÁGUAS PARA AS ZONAS DE ABASTECIMENTO</i>	86

5.2.3. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM	87
5.2.4. VALORES PARAMÉTRICOS	88
5.2.4.1. Evolução do incumprimento dos valores paramétricos	88
5.2.4.2. Incumprimento dos valores paramétricos por tipo de controlo	103
5.2.4.3. Incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro	117
5.5. QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	129
5.5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	130
5.5.1.1. PH	130
5.5.2. PARÂMETROS RELATIVOS A SUBSTÂNCIAS INDESEJÁVEIS	135
5.5.2.1. Cloro residual livre	135
5.5.3. PARÂMETROS RELATIVOS A SUBSTÂNCIAS TÓXICAS	135
5.5.3.1. Níquel	135
5.5.4. PARÂMETROS RELATIVOS A SUBSTÂNCIAS RADIOACTIVAS	140
5.5.4.1. Dose indicativa total	140
5.5.5. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	143
5.5.6. SÍNTESE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	166
6. CONCLUSÕES	170
7. BIBLIOGRAFIA	175
GLOSSÁRIO	186
ANEXOS	
ANEXO I – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA	(EM CD-ROM)
ANEXO II – EFEITOS NA SAÚDE PÚBLICA	(EM CD-ROM)
ANEXO III – ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO NACIONAL E REGIONAL	(EM CD-ROM)
ANEXO IV – NORMAS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	
DECRETO-LEI N.º 236/98, DE 1 DE AGOSTO	(EM CD-ROM)
ANEXO V – CONTROLO, NORMAS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	
DECRETO-LEI N.º 243/2001, DE 5 DE SETEMBRO	(EM CD-ROM)
ANEXO VI – CONTROLO, NORMAS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	
DECRETO-LEI N.º 306/2007, DE 27 DE AGOSTO	(EM CD-ROM)
ANEXO VII – PRINCIPAIS DISPOSIÇÕES LEGAIS E NORMATIVAS	(EM CD-ROM)
ANEXO VIII – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES REGULAMENTARES, OBRIGATÓRIAS, ANÁLISES EFECTUADAS, EM FALTA E SUA RESPECTIVA PERCENTAGEM DE 2004 A 2008 (AÇORES)	(EM CD-ROM)
ANEXO IX – ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM POR TIPO DE CONTROLO DE 2004 A 2008 (AÇORES)	(EM CD-ROM)
ANEXO X – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES EM FALTA E RESPECTIVA PERCENTAGEM POR TIPO DE CONTROLO DE 2004 A 2008 (AÇORES)	(EM CD-ROM)
ANEXO XI – PERCENTAGEM DE ANÁLISES EM FALTA POR GRUPO DE PARÂMETROS DE 2004 A 2008 (AÇORES)	(EM CD-ROM)

<i>ANEXO XII – ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM POR TIPO DE PARÂMETRO DE 2004 A 2008 (AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XIII – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES REALIZADAS COM VALOR PARAMÉTRICO E EM INCUMPRIMENTO DOS VALORES PARAMÉTRICOS E RESPECTIVA PERCENTAGEM DE 2004 A 2008 (AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XIV – ANÁLISE DE INCUMPRIMENTOS AOS VALORES PARAMÉTRICOS POR TIPO DE CONTROLO DE 2004 A 2008 (AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XV – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES EM INCUMPRIMENTO AOS VALORES PARAMÉTRICOS E RESPECTIVA PERCENTAGEM POR TIPO DE CONTROLO DE 2004 A 2008 (AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XVI – PERCENTAGEM DE ANÁLISES EM INCUMPRIMENTO DO VALOR PARAMÉTRICO POR TIPO DE CONTROLO E POR PARÂMETRO DE 2004 A 2008 (AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XVII – ANÁLISE DE INCUMPRIMENTOS AOS VALORES PARAMÉTRICOS POR TIPO DE PARÂMETRO DE 2004 A 2008 (AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XVIII – GRÁFICOS RELATIVOS À PERCENTAGEM DE ANÁLISES EM FALTA E EM INCUMPRIMENTO AO VALOR PARAMÉTRICO POR GRUPO DE PARÂMETROS (2004 A 2008 – AÇORES)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XIX – CARACTERIZAÇÃO POR CONCELHO: REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES (2004 A 2008)</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XX – LISTA DE PARÂMETROS</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXI – LISTA DE PARÂMETROS OBRIGATÓRIOS E INDICADORES</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXII – CARACTERIZAÇÃO DO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXIII – COORDENADAS DAS CAPTAÇÕES: CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXIV – RESERVATÓRIOS DO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXV – MAPA GERAL DAS ZONAS DE ABASTECIMENTO DO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXVI – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES EFECTUADAS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXVII – FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM E DA ANÁLISE PARA CONSUMO HUMANO POR ZONAS DEABASTECIMENTO DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXVIII – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES REALIZADAS COM VALOR PARAMÉTRICO E EM INCUMPRIMENTO DOS VALORES PARAMÉTRICOS E RESPECTIVA PERCENTAGEM POR PA DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXIX – ANÁLISE DE INCUMPRIMENTOS AOS VALORES PARAMÉTRICOS POR TIPO DE CONTROLO NOS PA DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXX – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ANÁLISES EM INCUMPRIMENTO AOS VALORES PARAMÉTRICOS POR TIPO DE CONTROLO NOS PA DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXI – ANÁLISE DE INCUMPRIMENTOS DOS VALORES PARAMÉTRICOS POR TIPO DE PARÂMETRO DOS PA DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO</i>	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXII – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE INCONFORMIDADES REGISTADAS NOS RESERVATÓRIOS DO CONCELHO DA POVOAÇÃO (2000 A 2004)</i>	(EM CD-ROM)

<i>ANEXO XXXIII</i> – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE INCONFORMIDADES REGISTRADAS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DO CONCELHO DA POVOAÇÃO (2005 A 2009)	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXIV</i> – VALORES ANALÍTICOS OBTIDOS DOS PARÂMETROS EM INCUMPRIMENTO POR PA DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXV</i> – PERCENTAGEM DE ANÁLISES EM VIOLAÇÃO AO VALOR PARAMÉTRICO POR RESERVATÓRIOS DE 2000 A 2004 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXVI</i> – PERCENTAGEM DE ANÁLISES EM VIOLAÇÃO AO VALOR PARAMÉTRICO POR ZONAS DE ABASTECIMENTO DE 2005 A 2009 NO CONCELHO DA POVOAÇÃO	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXVII</i> – GRÁFICOS RELATIVOS AOS INCUMPRIMENTOS POR PARÂMETRO (RESERVATÓRIOS DO CONCELHO DA POVOAÇÃO : 2000 A 2004)	(EM CD-ROM)
<i>ANEXO XXXVIII</i> – GRÁFICOS RELATIVOS AOS INCUMPRIMENTOS POR PARÂMETRO (ZONAS DE ABASTECIMENTO DO CONCELHO DA POVOAÇÃO : 2005 A 2009)	(EM CD-ROM)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Indispensabilidade da água como recurso	7
Figura 3.1 - Evolução dos programas de controlo da qualidade da água (PCQA) apresentados, aprovados e em falta na RAA	35
Figura 3.2 - Percentagem da evolução dos programas de controlo da qualidade da água (PCQA) apresentados, aprovados e em falta na RAA	35
Figura 3.3 - Evolução do número de respostas para a RAA de 1999 a 2008 (número total de concelhos igual a dezanove)	36
Figura 3.4 - Evolução do número de zonas de abastecimento e população abastecida RAA (2004 a 2008)	39
Figura 3.5 - Evolução do número de análises regulamentares obrigatórias, análises efectuadas e em falta de 2004 a 2008 na RAA	41
Figura 3.6 - Percentagem do número de análises em falta de 2004 a 2008 na RAA	42
Figura 3.7 - Evolução do número de análises em falta por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA	45
Figura 3.8 - Percentagem do número de análises em falta por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA	45
Figura 3.9 - Percentagem de análises em falta por grupo de parâmetros e por parâmetro de 2004 a 2008 RAA	47
Figura 3.10 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos de 2004 a 2008 na RAA	49
Figura 3.11 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos de 2004 a 2008 na RAA	50
Figura 3.12 - Evolução do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA	52
Figura 3.13 - Percentagem do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA	52
Figura 3.14 - Percentagem de análises em incumprimento do valor paramétrico por tipo de controlo e por parâmetro de 2004 a 2008 na RAA	55
Figura 4.1 - Fluxograma das actividades inerentes à elaboração de um PCQA – Parte I	59
Figura 4.2 - Fluxograma das actividades inerentes à elaboração de um PCQA – Parte II	60
Figura 4.3 - Etapas da programação de colheita de amostras	61
Figura 4.4 - Rede de abastecimento de água do concelho da Povoação	65
Figura 4.5 – Mapa geral das zonas de abastecimento do concelho da Povoação	70
Figura 4.6 - Reservatório no concelho da Povoação	72
Figura 4.7 - Painel solar no reservatório (concelho da Povoação)	73
Figura 4.8 - Sistema automático de adição de hipoclorito de sódio (concelho da Povoação)	74
Figura 4.9 - Equipamento responsável pelo sistema automático de adição do desinfectante	74
Figura 4.10 - Kit de equipamento de medição de parâmetros específicos (concelho da Povoação)	75
Figura 5.1 - População abastecida por zona de abastecimento no concelho da Povoação	78
Figura 5.2 - Percentagem de população abastecida por zona de abastecimento no concelho da Povoação	79
Figura 5.3 - Evolução do número de zonas de abastecimento no concelho da Povoação de 2005 a 2009	80

Figura 5.4 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 01 de 2005 a 2009	81
Figura 5.5 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 02 de 2005 a 2009	81
Figura 5.6 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 03 de 2005 a 2009	82
Figura 5.7 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 04 de 2005 a 2009	82
Figura 5.8 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 05 de 2005 a 2009	83
Figura 5.9 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 06 de 2005 a 2009	83
Figura 5.10 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 07 de 2005 a 2009	84
Figura 5.11 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 08 de 2005 a 2009	84
Figura 5.12 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 09 de 2005 a 2009	85
Figura 5.13 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 10 de 2005 a 2009	85
Figura 5.14 - Volume médio diário de consumo para as zonas de abastecimento do concelho da Povoação entre Janeiro e Outubro de 2005	86
Figura 5.15 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos no concelho da Povoação de 2005 a 2009	89
Figura 5.16 - Percentagem de incumprimento ao valor paramétrico no concelho da Povoação de 2005 a 2009	90
Figura 5.17 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 01 de 2005 a 2009	93
Figura 5.18 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 01 de 2005 a 2009	93
Figura 5.19 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 02 de 2005 a 2009	94
Figura 5.20 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 02 de 2005 a 2009	94
Figura 5.21 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 03 de 2005 a 2009	95
Figura 5.22 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 03 de 2005 a 2009	95
Figura 5.23 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 04 de 2005 a 2009	96
Figura 5.24 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 04 de 2005 a 2009	96
Figura 5.25 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 05 de 2005 a 2009	97
Figura 5.26 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 05 de 2005 a 2009	97
Figura 5.27 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 06 de 2005 a 2009	98
Figura 5.28 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 06 de 2005 a 2009	98
Figura 5.29 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 07 de 2005 a 2009	99
Figura 5.30 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 07 de 2005 a 2009	99
Figura 5.31 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 08 de 2005 a 2009	100
Figura 5.32 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 08 de 2005 a 2009	100

Figura 5.33 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 09 de 2005 a 2009	101
Figura 5.34 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 09 de 2005 a 2009	101
Figura 5.35 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 10 de 2005 a 2009	102
Figura 5.36 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 10 de 2005 a 2009	102
Figura 5.37 - Evolução do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2005 a 2009 no concelho da Povoação	104
Figura 5.38 - Percentagem de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2005 a 2009 no concelho da Povoação	105

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Indicação dos valores de água presentes nos diferentes compartimentos	13
Tabela 2.2 - Doenças de origem hídrica	18
Tabela 2.3 - Interligações entre usos e qualidade da água	20
Tabela 3.1 - Evolução do número de zonas de abastecimento e população abastecida na RAA (2004 a 2008)	38
Tabela 3.2 - Análise da frequência de amostragem por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA (*Número de análises regulamentares obrigatórias)	44
Tabela 3.3 - Análise da frequência de amostragem por tipo de parâmetro de 2004 a 2008 na RAA (*Número de análises regulamentares obrigatórias)	48
Tabela 3.4 - Análise dos incumprimentos aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA	51
Tabela 3.5 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro de 2004 a 2008 na RAA	56
Tabela 3.6 - Divisão administrativa concelhia na RAA	57
Tabela 3.7 - Entidades gestoras por concelho na RAA	58
Tabela 4.1 - Zonas de abastecimento do concelho da Povoação	66
Tabela 4.2 - População Servida	67
Tabela 4.3 - Volume médio diário de consumos coleccionados pelo Serviço de Águas para as ZA do concelho da Povoação entre Janeiro e Outubro de 2005	68
Tabela 4.4 - Relação das ZA com as origens da água – nascentes	69
Tabela 4.5 - Pontos de Amostragem existentes no sistema de distribuição de água da Câmara Municipal da Povoação	71
Tabela 5.1 - Número de incumprimentos da frequência mínima de amostragem e da análise da água destinada para consumo humano por zonas de abastecimento de 2005 a 2009 no concelho da Povoação	88
Tabela 5.2 - Média da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico por zonas de abastecimento de 2005 a 2009	91
Tabela 5.3 – Tabela resumo da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico por zonas de abastecimento de 2005 a 2009	92
Tabela 5.4 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo de 2005 a 2009 no concelho da Povoação	103
Tabela 5.5 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 01 de 2005 a 2009	107
Tabela 5.6 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 02 de 2005 a 2009	108
Tabela 5.7 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 03 de 2005 a 2009	109
Tabela 5.8 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 04 de 2005 a 2009	110

Tabela 5.9 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 05 de 2005 a 2009	111
Tabela 5.10 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 06 de 2005 a 2009	112
Tabela 5.11 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 07 de 2005 a 2009	113
Tabela 5.12 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 08 de 2005 a 2009	114
Tabela 5.13 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 09 de 2005 a 2009	115
Tabela 5.14 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 10 de 2005 a 2009	116
Tabela 5.15- Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro de 2005 a 2009 no concelho da Povoação	118
Tabela 5.16 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 01 de 2005 a 2009	119
Tabela 5.17 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 02 de 2005 a 2009	120
Tabela 5.18 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 03 de 2005 a 2009	121
Tabela 5.19 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 04 de 2005 a 2009	122
Tabela 5.20 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 05 de 2005 a 2009	123
Tabela 5.21 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 06 de 2005 a 2009	124
Tabela 5.22 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 07 de 2005 a 2009	125
Tabela 5.23 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 08 de 2005 a 2009	126
Tabela 5.24 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 09 de 2005 a 2009	127
Tabela 5.25 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 10 de 2005 a 2009	128
Tabela 5.26 - Valores analíticos obtidos do parâmetro pH nas ZA de 2005 a 2009	132
Tabela 5.27 - Valores analíticos obtidos do parâmetro condutividade eléctrica nos reservatórios de 2000 a 2004	133
Tabela 5.28 - Valores analíticos obtidos do parâmetro condutividade eléctrica nas ZA de 2005 a 2009	134
Tabela 5.29 - Valores analíticos obtidos do parâmetro desinfectante residual nos reservatórios de 2000 a 2004	137

Tabela 5.30 - Valores analíticos obtidos do parâmetro desinfetante residual nas ZA de 2005 a 2009	138
Tabela 5.31 - Valores analíticos obtidos do parâmetro níquel nas ZA de 2005 a 2009	139
Tabela 5.32 - Valores analíticos obtidos do parâmetro dose indicativa total nos reservatórios de 2000 a 2004	142
Tabela 5.33 – Tabela resumo da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico por zonas de abastecimento de 2005 a 2009	144
Tabela 5.34 - Valores analíticos obtidos do parâmetro <i>Escherichia coli</i> nos reservatórios de 2000 a 2004	147
Tabela 5.35 - Valores analíticos obtidos do parâmetro <i>Escherichia coli</i> nas ZA de 2005 a 2009	148
Tabela 5.36 - Valores analíticos obtidos do parâmetro bactérias coliformes nos reservatórios de 2000 a 2004	149
Tabela 5.37 - Valores analíticos obtidos do parâmetro bactérias coliformes nas ZA de 2005 a 2009	150
Tabela 5.38 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 22°C nos reservatórios de 2000 a 2004	151
Tabela 5.39 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 22°C nas ZA de 2005 a 2009	152
Tabela 5.40 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 37°C nos reservatórios de 2000 a 2004	153
Tabela 5.41 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 37°C nas ZA de 2005 a 2009	154
Tabela 5.42 - Valores analíticos obtidos do parâmetro <i>Clostridium perfringens</i> nos reservatórios de 2000 a 2004	155
Tabela 5.43 - Valores analíticos obtidos do parâmetro <i>Clostridium perfringens</i> nas ZA de 2005 a 2009	156
Tabela 5.44 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos nos reservatórios de 2000 a 2004	157
Tabela 5.45 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos nas ZA de 2005 a 2009	158
Tabela 5.46 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos fecais nos reservatórios de 2000 a 2004	159
Tabela 5.47 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos fecais nas ZA de 2005 a 2009	160
Tabela 5.48 - Valores analíticos obtidos do parâmetro estreptococos fecais nos reservatórios de 2000 a 2004	161
Tabela 5.49 - Valores analíticos obtidos do parâmetro estreptococos fecais nas ZA de 2005 a 2009	162
Tabela 5.50 - Valores analíticos obtidos do parâmetro coliformes fecais nos reservatórios de 2000 a 2004	163
Tabela 5.51 - Valores analíticos obtidos do parâmetro esporos de bactérias anaeróbias sulfito-reductoras nos reservatórios de 2000 a 2004	164
Tabela 5.52 - Valores analíticos obtidos do parâmetro esporos de bactérias anaeróbias sulfito- reductoras nas ZA de 2005 a 2009	165
Tabela 5.53 – Número de bovinos e de explorações de bovinos por freguesia registados no concelho da Povoação	167

AGRADECIMENTOS

A escolha da temática do controlo da qualidade de água de consumo humano no concelho da Povoação (São Miguel): diagnóstico e implicações para a saúde pública, para a realização da dissertação de Mestrado em Ambiente, Saúde e Segurança da Universidade dos Açores, constitui uma opção fundamentada essencialmente por aspectos específicos e intrínsecos à mesma.

De uma forma geral, os objectivos iniciais deste trabalho foram alcançados, pese embora os normais contratempos inerentes a um trabalho de investigação. Esta contrariedade foi gradualmente ultrapassada pelo incansável apoio de todos.

Seria impossível agradecer adequadamente a todos os que me ajudaram na preparação deste percurso enriquecedor. De uma certa forma tenho uma dívida especial para com as pessoas que contribuíram de forma indispensável para a realização deste estudo, todas elas de uma generosidade e delicadeza ímpar, demonstrando uma capacidade de paciência e de disponibilidade para comigo.

Assim sendo, não posso deixar de destacar alguns agradecimentos, nomeadamente:

- ao Dr. Carlos Ávila, Presidente da Câmara Municipal da Povoação, que voluntariamente, e de forma prestável, autorizou o fornecimento dos resultados analíticos estudados;
- ao Dr. João Pedro Resendes, Geógrafo da Câmara Municipal da Povoação, pela disponibilidade, atenção demonstrada e apoio valioso referente a toda a documentação dos boletins de análise de controlo da qualidade da água;
- ao Técnico Magno Festa, pela disponibilidade no acompanhamento do trabalho de campo;
- ao Dr. Adelino Dinis Dias, delegado de saúde, pelo interesse da temática em questão, bem como a disponibilidade manifestada;
- à Direcção Regional de Serviço de Desenvolvimento Agrário de São Miguel, pela disponibilidade de dados estatísticos e sua colaboração;
- ao Dr. João Fontiela pelo seu apoio incansável e disponibilidade manifestada;

De forma particular quero agradecer aos meus orientadores Prof. Doutor José Virgílio Cruz e Prof. Doutora Regina Cunha, pela orientação plena, pelo estímulo à pesquisa, pelo exemplo de dedicação, persistência e consistência social e acima de tudo pela confiança que depositaram em mim.

NOMENCLATURA

ENTIDADES/INSTITUIÇÕES

- **AC** – Autoridade Competente
- **ARH** – Administração de Região Hidrográfica
- **AS** – Autoridade de Saúde
- **CE** – Comunidade Europeia
- **CEE** – Comunidade Económica Europeia
- **CNA** – Concelho Nacional da Água
- **DGA** – Direcção Geral do Ambiente
- **DGADR** – Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
- **DGFCQA** – Direcção Geral de Fiscalização e Controlo da Qualidade Alimentar
- **DGS** – Direcção Geral da Saúde
- **DQA** – Directiva Quadro da Água
- **DRA** – Direcção Regional do Ambiente
- **ERSAR** – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
- **ETA** – Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público
- **ETAR** – Estação de Tratamento de Águas Residuais Urbanas
- **FAO** – Food and Agriculture Organization
- **IARC** – International Agency for Research on Cancer
- **INAG** – Instituto da Água
- **INE** – Instituto Nacional de Estatística
- **IRAR** – Instituto Regulador de Água e Resíduos
- **ISO** – International Organization for Standardization
- **OMS** – Organização Mundial de Saúde
- **RAA** – Região Autónoma dos Açores
- **RAN** – Reserva Agrícola Nacional
- **UE** – União Europeia
- **UNESCO** – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

TERMOS TÉCNICOS

- **CI** – Controlo de Inspeção
- **CMA** – Concentração Máxima Admissível
- **CR 1** – Controlo de Rotina 1
- **CR 2** – Controlo de Rotina 2
- **NMP** – Contagem segundo o número mais provável
- **PA** – Ponto de Amostragem
- **PCQA** – Programa de Controlo de Qualidade da Água
- **PE** – Ponto de Entrega
- **PNA** – Plano Nacional da Água
- **PRA** – Plano Regional da Água
- **PSA** – Plano de Segurança da Água para consumo humano
- **VMA** – Valor Máximo Admissível
- **VP** – Valores Paramétricos
- **ZA** – Zona de Abastecimento

ABREVIATURAS

- **Máx.** – Máximo
- **Mín.** – Mínimo
- **N.º de ID** – Número de identificações
- **SV** – Sem Valor
- **V.A** – Valor Absoluto

" ... a chuva e a neve descem do céu e não voltam mais para lá, sem terem regado e fecundado a Terra e feito germinar, dando grão para semear e pão para comer..."

Livro do Profeta Isaías, 55, II

"A água é o princípio de todas as coisas."

Tales de Mileto

1. INTRODUÇÃO E METODOLOGIA

1.1. INTRODUÇÃO

As organizações de todos os tipos, nomeadamente nos países mais evoluídos estão, cada vez mais preocupadas em demonstrar um desempenho sólido em matéria da saúde pública. Estas preocupações surgem sobretudo como resultado das interações entre a saúde e o desenvolvimento socioeconómico, mas também como fruto da crescente consciencialização e responsabilização. Não há saúde sem desenvolvimento, nem desenvolvimento sem saúde. Princípios, hoje, inquestionáveis em saúde pública (George, 2004).

A questão que ainda se coloca nos dias de hoje é saber se a intervenção do Estado surge como elemento principal da promoção da saúde das populações tendo como pilar o conceito de saúde pública. E ainda mais, saber, se este conceito é totalmente claro, se persiste a uma abordagem ao nível sanitário, ligada à concepção moderna de saúde pública, ou se a sua abrangência do seu significado não necessita de uma maior amplitude (George, 2004).

O conhecimento sobre o estado de qualidade da água para consumo humano assume uma importância fundamental no cumprimento dos princípios orientadores da política ambiental sobre recursos hídricos. De acordo com os princípios deve ser garantida a preservação, a protecção e a utilização sustentável dos recursos hídricos, tornando-se necessário desenvolver acções que não só assegurem o bom estado das águas como também promovam a melhoria da sua qualidade, de forma a atender aos múltiplos valores ambientais e patrimoniais.

A presente dissertação aborda a temática de questões de saúde pública e do ambiente, nomeadamente o controlo da qualidade da água de consumo humano no concelho da Povoação (São Miguel). Portanto, o objectivo geral do trabalho é realizar um diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano da população do concelho da Povoação e verificar a sua relação com possíveis implicações para a saúde. A água é sem dúvida um recurso de primeira necessidade. Nenhuma comunidade pode viver ou evoluir sem um abastecimento adequado de água, que permita aos seus habitantes viver de modo saudável e confortável, e que contribua para o desenvolvimento da sua economia. Esta noção de evolução não pode ser concebida sem, simultaneamente, se assegurar a qualidade da água para o consumo humano.

Além do abastecimento em quantidade suficiente, é requisito essencial que a água seja de boa qualidade química e bacteriológica, uma vez que também é o veículo mais comum e importante na transmissão de doenças. Assim, a salubridade da água deve ser considerada uma das principais preocupações das entidades gestoras dos sistemas de abastecimento e dos cidadãos em geral, tendo em vista a salvaguarda da saúde pública.

1.2. OBJECTIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO

Com o desenvolvimento da presente dissertação, pretende-se elaborar um documento abrangente, completo e expedito que possa ser utilizado por qualquer pessoa, permitindo assim o acesso e veiculação de informação técnica, da legalidade e boas práticas do controlo da qualidade da água de consumo humano.

Neste âmbito, surge a necessidade de caracterizar o processo de controlo de qualidade físico-químico e microbiológico da água de consumo humano do concelho da Povoação. Esta caracterização é realizada através de uma análise minuciosa e detalhada dos boletins de análise de controlo da qualidade de água, fornecidos pelos serviços da Câmara Municipal da Povoação.

O controlo de qualidade de água para consumo humano pode definir-se como um conjunto sistemático de acções visando a avaliação da qualidade de água realizadas com carácter regular pela entidade gestora do sistema de abastecimento, com vista à manutenção permanente da sua qualidade em conformidade com a norma ou padrão estabelecido legalmente.

A produção e a distribuição da água para consumo humano constituem actividades da responsabilidade das entidades gestoras, enquadradas por legislação diversa, resultado da transposição de diferentes directivas comunitárias. Realça-se a heterogeneidade do universo das entidades gestoras, que implica condições diversas ao nível das infra-estruturas e dos recursos técnicos humanos.

A necessidade e a responsabilidade de execução de um levantamento detalhado das origens do concelho permitirão estabelecer um elo de ligação entre os serviços de saúde pública local e a evolução das características da água para o consumo humano à luz do cumprimento da legislação em vigor.

Os principais objectivos da dissertação são:

- Caracterização físico-química e microbiológica da água de abastecimento;
- Verificação da qualidade do trabalho analítico desenvolvido;
- Determinação de analogias e diferenças na água das diferentes origens, para cada um dos parâmetros determinados;
- Determinação de interdependências significativas entre os diferentes parâmetros;
- Determinação de factores que contribuem para o aparecimento de patologias a longo prazo;

1.3. METODOLOGIA

A metodologia adoptada visa tornar possível a apresentação legível de um conjunto de dados relevantes sobre o controlo da qualidade da água para consumo humano e possíveis implicações na saúde pública, no concelho da Povoação (São Miguel), tendo como objectivo uma avaliação detalhada, assente na magnitude e distribuição espacial da respectiva qualidade da água em questão.

A aquisição dos dados resultou de uma sequência de acções levadas a cabo no sentido de se obterem os mais relevantes para estudo, ou seja, conjugou-se a precisão e a agregação de dados através de um processamento selectivo, contribuindo assim para um conteúdo informativo mais credível.

Em termos cronológicos, a metodologia de estudo, poderá ser esquematizada do seguinte modo:

1. Consulta de um vasto conjunto de diplomas legais, nacionais e comunitários relacionados com a qualidade da água para o consumo humano (Anexos III a VII).

Este trabalho de consulta permitiu a realização de um inventário das principais disposições legais, com o intuito de avaliar o seu estado de cumprimento, no que respeita aos usos com exigências da qualidade da água para consumo humano.

Para além disso, procurou-se conhecer as razões associadas às situações de incumprimento, tendo-se procedido à consulta dos resultados do controlo da qualidade da água do concelho da Povoação (São Miguel) bem como à contribuição técnica de

colaboradores, no sentido de identificar quais as medidas entretanto já adoptadas para dar cumprimento à legislação em vigor.

De forma a se transmitir uma visão global, recorreu-se à recolha de resultados do controlo da qualidade da água ao nível da Região Autónoma dos Açores, referentes a um período de sete anos, desde 2002 até 2008. Sintetizou-se a informação mais relevante, abordando a análise dos programas de controlo da qualidade da água, e a análise dos respectivos resultados.

2. Recolha de resultados do controlo da qualidade da água das entidades gestoras em baixa, através da consulta da base de dados do ERSAR.
3. Levantamento e recolha de dados sobre o controlo da qualidade da água para consumo humano no concelho da Povoação, que se caracterizou essencialmente pelo desenvolvimento de contactos institucionais com a Câmara Municipal da Povoação e pelos serviços de saúde pública local.

Foi seleccionado um período de análise de 2000 a 2009 abrangendo o universo do concelho da Povoação, constituído por seis freguesias, permitindo assim uma avaliação à escala do concelho em questão do estado da qualidade da água para consumo humano e a distinção de zonas críticas e propiciadoras a implicações para a saúde pública. Nesta fase, este estudo, foi pautado pela recolha, selecção, compilação e tratamento estatístico dos dados e indicadores considerados fundamentais para a análise pretendida, bem como a selecção do período relevante para a comparação histórica e analítica.

A elaboração do tratamento estatístico passou pelo seguinte conjunto de etapas:

- A primeira etapa consistiu na recolha e compilação dos resultados dos boletins de análises relativos ao controlo da qualidade da água para o consumo humano, no período de dez anos em estudo;
- A segunda etapa contemplou vários processos de verificação e constou da elaboração de uma base de dados. Pretendeu-se nesta fase, agrupar a informação por datas e zonas específicas de abastecimento, definidas em função do sistema de abastecimento do concelho e Câmara Municipal;
- A terceira etapa consistiu na separação dos dados, pois constatou-se que as análises efectuadas à água para controlo, nos anos de 2000 a 2004 eram

realizadas nos reservatórios, enquanto que de 2005 a 2009, o cumprimento dos valores paramétricos passou a ser verificado, face à legislação pela análise da água das torneiras dos consumidores;

- Na quarta etapa, procedeu-se à correcção de eventuais erros de introdução e processamento;
- A quinta etapa residiu na análise crítica dos valores paramétricos e seus indicadores, verificando-se a existência ou não, de incumprimentos;
- A sexta etapa foi pautada pela elaboração de gráficos (Anexos XXVI a XXXVIII) com base nos resultados do controlo da qualidade da água para consumo humano obtidos, cujo principal objectivo foi a caracterização comparativa, através da visualização gráfica;
- A sétima e última etapa, baseou-se em dados de vigilância sanitária da água de consumo e possíveis diagnósticos e implicações no universo em estudo, através da identificação e avaliação de factores de riscos existentes ou potenciais para a saúde humana, específicos para o concelho da Povoação;

No tratamento estatístico foi dada prioridade à uniformidade e à clareza da explicitação, tentando reduzir tanto que possível interpretações erróneas, bem como a subjectividade da análise e erros de comunicação.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Na presente dissertação, desenvolve-se o tema do controlo da qualidade da água para consumo humano em sete capítulos, cada qual procurando tratar de aspectos relevantes, assim como destacar a relação entre a temática abordada e a saúde.

No primeiro capítulo estão definidos os objectivos desta dissertação, o âmbito de aplicação, a metodologia utilizada para recolher e tratar os dados que constam deste estudo e por fim uma breve descrição da sua organização estrutural.

No segundo capítulo é clarificado a temática do ciclo hidrológico e da poluição da água. Neste contexto é apresentado a situação actual da água, a sua importância como recurso primordial e a natureza dos poluentes. Desenvolve-se ainda a descrição dos parâmetros da qualidade e sua relação com acções de vigilância. A última parte deste capítulo é respeitante à distribuição e produção da água e seus processos de tratamento. Os sistemas de abastecimento de água constituem um conhecimento

fundamental para os profissionais da área do controlo e vigilância da qualidade da água. Pelo entendimento dos processos que determinam a qualidade da água a ser consumida, tem-se, ao mesmo tempo, a compreensão das suas vulnerabilidades e dos potenciais riscos à saúde humana. Na produção da água, destaca-se a questão da vulnerabilidade dos mananciais – superficiais ou subterrâneos. Ainda na produção, realça-se o papel do tratamento, processo empregue para transformar a qualidade da água bruta, tornando-a potável e protegida quanto a posteriores factores nocivos à sua qualidade.

O terceiro capítulo incide sobre o controlo da qualidade da água para consumo humano ao nível regional (arquipélago dos Açores), apresentando-se a sua evolução de 2004 a 2008. Nesta parte é realizada uma avaliação dos resultados do controlo da qualidade da água.

O quarto capítulo, contempla o programa de controlo da qualidade da água do concelho da Povoação, enquanto instrumento estratégico para a avaliação da qualidade da água consumida e da definição das medidas preventivas necessárias. Ainda é realizada uma caracterização da entidade gestora (Câmara Municipal da Povoação), na qual são salientados aspectos relacionados com as zonas de abastecimento existentes no concelho, designadamente o seu número total e a correlação entre o seu número e o número de população servida e a sua distribuição geográfica.

O quinto capítulo consiste na apresentação e análise dos resultados da qualidade da água no concelho da Povoação, considerando os aspectos relacionados com os incumprimentos de frequência e dos valores paramétricos, de acordo com o Decreto-Lei n.º 306 /2007, de 27 de Agosto. Esta análise, necessariamente evolutiva, tem em consideração aspectos como o número de zonas de abastecimentos e o tipo de parâmetros, assim como a distribuição geográfica dos incumprimentos. Em suma, este capítulo compreende um conjunto de informações para os órgãos de vigilância, bem como as suas vulnerabilidades, seus riscos e a evolução histórica da qualidade da água distribuída. Este conhecimento constitui um factor indispensável para o planeamento racional das acções preventivas ao nível da saúde pública.

Por fim, o sexto capítulo sintetiza um conjunto de considerações finais resultantes da análise dos resultados obtidos da presente dissertação e desenvolvimentos futuros. Completam a dissertação a bibliografia, seguida dos anexos em suporte informático.

2. CICLO HIDROLÓGICO E POLUIÇÃO DA ÁGUA

2.1. ÁGUA COMO RECURSO PRIMORDIAL

A água constitui um recurso essencial à vida, sendo indispensável à sobrevivência do Homem e de todas as outras espécies a ele associadas (Mendes *et al.*, 2004). Esta associação traduz a existência de uma interligação directa e inigualável, da qual resultam consequências inevitáveis, quer favoráveis, quer desfavoráveis (Figura 2.1).

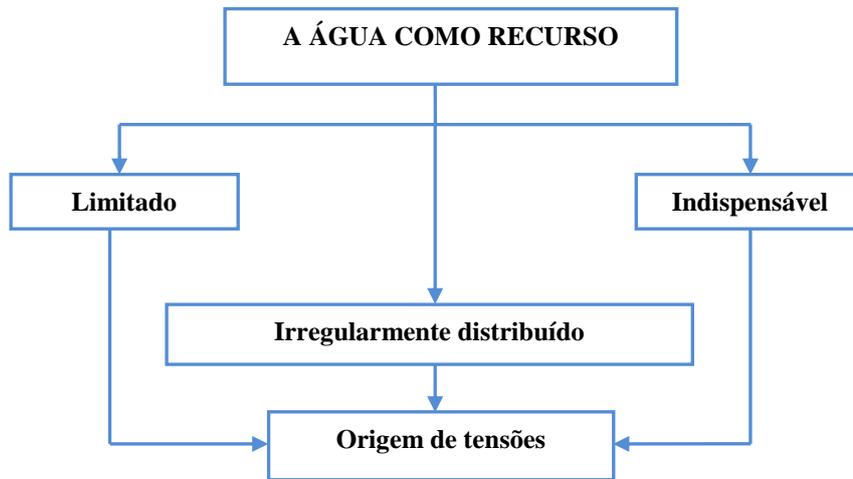


Figura 2.1 - Indispensabilidade da água como recurso (fonte: Mendes *et al.*, 2004).

Uma das características da ocorrência da água no planeta Terra é o facto do seu quantitativo ser limitado, e por outro lado, praticamente constante desde a formação. Sem a água, o planeta morreria e os seus organismos vivos não resistiriam mais do que os períodos limitados. O Homem necessita de consumir diariamente, directa e indirectamente, cerca de 2 a 3 litros de água (Widmaier *et al.*, 2004). A resistência em relação à água de privação absoluta é de poucos dias, reduzindo-se ainda mais em condições de perdas acrescentadas. Esta situação reflecte desde logo, o facto do corpo humano e das células vivas em geral serem maioritariamente constituídas por água (Guyton & Hall, 2002). É importante igualmente referir que a carência de água põe em risco não só a produção alimentar mas também as indústrias transformadoras, a vida nas aglomerações de todas as dimensões, quer sociais, económicas e culturais. A nível da RAA, a capitação da água para consumo humano é de 130 L. hab⁻¹ dia⁻¹ (DROTRH - INAG, 2001).

A qualidade da água tem de ser objecto de políticas que promovam a sua protecção e valorização, pois caso a sua potabilidade seja afectada pode constituir um veículo de doenças e poluentes. O problema da água, e da sua gestão como recurso, não é meramente quantitativo mas também qualitativo. As disponibilidades não são iguais em todo o planeta e para todos os seus habitantes (Mendes *et al.*, 2004).

Relativamente à posse dos recursos naturais, o Homem ao longo do tempo tem vindo a demonstrar algumas “tensões” devido à existência de uma dependência física e material em relação à água. Ao longo da História, tal como hoje, a satisfação das necessidades do género humano não se trata de um problema de produção mas sim de repartição. Se se aplicar esta análise da problemática da posse e da repartição dos recursos naturais, ao caso específico da água, conclui-se que a palavra “posse” esteve na base de um sem número de disputas entre nações, esquecendo a noção de partilha, dando azo a tensões antropogénicas. Deste modo parece oportuno considerar algumas situações paradigmáticas que são retratadas no relatório Bruntland, *O nosso Futuro Comum*: “ A tensão ambiental é, simultaneamente, causa e efeito da tensão política e de conflitos militares ... É provável que esses conflitos aumentem à medida que vão escasseando os recursos (ambientais) e se agudize a competição à sua volta”.

É importante referir que cerca de dois terços da água não é aproveitada pelo Homem, chegando ao mar sem ter sido usada. Volumes consideráveis encontram-se fora do alcance de populações necessitadas, como sucede no caso da Tundra Ártica e de parte da bacia do Amazonas.

Como conclusão apraz-se dizer que a água do planeta está correndo um sério risco. Os diversos factores, protagonistas para esse problema foram executados por quem mais deveria protegê-lo: O Homem. A solução que resta é a preservação. A responsabilidade é de todos nós seres humanos promover um ambiente equilibrado e assegurar uma vida saudável no meio em que vivemos.

2.2. PROPRIEDADES DAS ÁGUAS NATURAIS

2.2.1. MASSA ESPECÍFICA

A massa específica ou a densidade absoluta indica a relação entre a massa e o volume de uma determinada substância. Ao contrário de todos os outros líquidos, que apresentam a densidade máxima na temperatura de congelamento, no caso da água ela ocorre a 4 °C, quando atinge o valor unitário (Chang, 1994). Isto significa que a água nessa temperatura, por ser mais densa, ocupa as camadas profundas de rios e lagos.

Para se perceber a anomalia térmica da água, é necessário contemplar as variações na estrutura molecular da água de acordo com a temperatura. Na forma de gelo, a água apresenta uma estrutura tetraédrica ou cristalina (Solomons & Fryhle, 2004), caracterizada pela existência de muitos espaços vazios. Perante estas características, à medida que a temperatura aumenta, a água vai abandonando a estrutura cristalina e assume de forma gradual, uma estrutura compacta.

2.2.2. VISCOSIDADE

A viscosidade de um líquido caracteriza a sua resistência ao escoamento. Essa grandeza é inversamente proporcional à temperatura, o que significa que uma água quente é menos viscosa que uma água fria (Chang, 1994). Tal facto traz naturalmente consequências para a vida aquática: os pequenos organismos, que não possuem movimentação própria, tendem a ir mais rapidamente para o fundo da massa do corpo da água em períodos mais quentes do ano, quando a viscosidade é menor. O mesmo ocorre com partículas em suspensão, que se sedimentam mais intensamente no caso de ambientes aquáticos tropicais. Para muitos organismos, o facto de atingirem o fundo significa a sua morte, em razão da pouca disponibilidade de oxigénio e luz. Por essa razão, muitos deles desenvolvem mecanismos para retardar a sua precipitação, o que pode ser observado principalmente com as microalgas (Kiely, 1999; Stocker *et al.*, 1981).

2.2.3. TENSÃO ARTIFICIAL

Na interface que separa o meio líquido e o meio atmosférico, ou seja, na camada superficial micrométrica de um corpo de água, há uma forte coesão entre as moléculas, fenómeno este denominado tensão superficial (Chang, 1994). Às vezes, essa coesão é tão forte que pode ser observada macroscopicamente.

A fina camada de aparência gelatinosa serve de substrato para a vida de pequenos organismos, que podem habitar tanto a parte superior quanto a inferior da película (Justice, 1980). A coesão molecular na superfície é afectada por alguns factores físicos e químicos, como, por exemplo, a temperatura e a presença de substâncias orgânicas dissolvidas. Quanto maior a temperatura, menor é a tensão superficial (Chang, 1994).

2.2.4. CALOR ESPECÍFICO

Define-se calor específico como a quantidade de energia requerida, por unidade de massa, para elevar a temperatura de um determinado material. A energia necessária para elevar em 1 °C (de 14,5 °C a 15,5 °C) a temperatura de um grama de água foi definida como sendo uma caloria (1 cal), ficando, pois, estabelecido o calor específico da água pura como igual a 1 cal/g °C. O calor específico da água é elevadíssimo, superado, entre os líquidos, apenas pelo amoníaco e pelo hidrogénio líquido (Chang, 1994).

Isso significa que são necessárias grandes quantidades de energia para promover alterações de temperatura na água ou, de outra forma, que a água pode absorver grandes quantidades de calor sem apresentar fortes mudanças de temperatura.

2.2.5. CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Ao contrário do calor específico, a condutividade térmica da água é extremamente baixa. Se um corpo de água permanecesse imóvel, sem turbulência, a difusão do calor seria tão lenta que seu fundo só seria aquecido após vários séculos (Chang, 1994). Na prática, isso não ocorre porque o transporte de calor também se dá por convecção, ou seja, por movimentos que ocorrem em razão de gradientes de densidade na água.

2.2.6. DISSOLUÇÃO DE GASES

A água apresenta a capacidade de dissolução de gases, alguns dos quais bastante importantes para o quimismo e a ecologia do meio aquático. O gás de maior relevância para o meio aquático é, sem dúvida alguma, o oxigénio, já que dele dependem todos os organismos aeróbios que habitam as massas da água (Chang, 1994).

A concentração dos gases na água depende da chamada pressão parcial do gás e da temperatura. Sabe-se que, na atmosfera terrestre, os principais gases estão distribuídos aproximadamente na seguinte proporção:

- Azoto (N_2): 78%;
- Oxigénio (O_2): 21%;
- Dióxido de Carbono (CO_2): 0,03%;

A solubilidade química absoluta dos gases na água, à temperatura de 20 °C, é a seguinte:

- Azoto (N_2): 18 mg/L;
- Oxigénio (O_2): 43 mg/L;
- Dióxido de Carbono (CO_2): 1 700 mg/L;

Multiplicando-se essas concentrações absolutas pela pressão parcial dos gases obtém-se a concentração de saturação dos gases, isto é, os valores máximos de concentração que podem ser atingidos no meio (Solomons & Fryhle, 2004). Na água, essa concentração de saturação é directamente proporcional à pressão e indirectamente proporcional à temperatura e ao teor salino.

2.2.7. DISSOLUÇÃO DE SUBSTÂNCIAS

Além de gases, a água tem a capacidade de dissolver outras substâncias químicas, as quais apresentam relevância na determinação da sua composição química. A solubilidade dessas substâncias está vinculada ao pH do meio, havendo geralmente um acréscimo da solubilidade com a redução do pH (Solomons & Fryhle, 2004). O aumento da temperatura também favorece a solubilidade das diversas substâncias químicas.

Entre os compostos dissolvidos na água, merecem destaque:

- Alguns cátions (sódio, potássio, cálcio, magnésio) e aniões (carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloretos);
- Nutrientes responsáveis pela eutrofização: compostos de nitrogênio e de fósforo;
- Compostos de ferro e manganês: compostos que podem passar pelas estações de tratamento de água na forma dissolvida (reduzida quimicamente), vindo posteriormente a precipitar-se, por meio de oxidação química, na rede de distribuição;
- Compostos orgânicos;
- Metais pesados;

2.3. CICLO HIDROLÓGICO

A água existe na natureza em três estados (líquido, sólido e gasoso) e percorre um "ciclo eterno contínuo" por ação de energia solar (Chang, 1994). A evaporação lenta e incessante a partir dos rios, lagos e mares, origina a formação de nuvens na atmosfera superior que, por condensação, se transforma em chuva. Uma parte da água da chuva atinge a superfície terrestre e aumenta o caudal dos cursos de água e dos lagos, ficando sujeita à evaporação e infiltração no solo. A água infiltrada é parcialmente absorvida pela vegetação, e sofre evapotranspiração. A restante parte recarrega os aquíferos que, ao emergirem, dão origem a nascentes de vários tipos (Kiely *et al.*, 1999). Estabelece-se assim, um sistema fechado, no qual a quantidade total se mantém praticamente constante. A partição da massa total da água pode ser apresentada de forma compartimentada, como se pode constatar na Tabela 2.1, na qual se identificam os vários reservatórios do ciclo hidrológico.

Importa realçar que os fenómenos descritos no primeiro parágrafo, são condicionantes das características das massas do ar atmosférico, da dinâmica das suas alterações e do estabelecimento dos movimentos cíclicos do conjunto (Mendes *et al.*, 2004).

Tabela 2.1 - Indicação dos valores de água presentes nos diferentes compartimentos (adaptado de Mendes *et al.*, 2004).

Compartimentos	Volume (10^3 km^3)	Percentagem total
<i>Água superficial</i>		
Lagos de água doce	125	0,009
Lagos salinos e mares interiores	104	0,008
Rios e torrentes	1,3	0,0001
Subtotal	230	0,017
<i>Água subsuperficial</i>		
Humidade do solo	67	0,005
Águas subterrâneas	8000	0,62
Subtotal	8067	0,625
<i>Calotes geladas e glaciares</i>	29000	2,15
<i>Atmosfera</i>	13	0,001
<i>Oceanos</i>	1330000	97,2
Total	1364730	100

2.4. POLUIÇÃO DA ÁGUA

2.4.1. CONCEITO DE POLUIÇÃO

A água pura não existe no estado natural devido às suas características físicas e químicas próprias que a definem. A sua presença é indissociável de substâncias estranhas, presentes em solução e/ou em suspensão, facto este que afecta necessariamente as suas características e as suas capacidades de utilização para diferentes usos possíveis (Mendes *et al.*, 2004; Stocker *et al.*, 1981).

A água da chuva ao cair engloba na sua constituição diversos tipos de partículas, oxigénio e gás carbónico, podendo mesmo absorver os gases que existem geralmente nas zonas urbanas e suburbanas (Wrobel *et al.*, 1991). Atingindo a superfície do solo, a água fica exposta a diferentes formas de poluição, nomeadamente por dejectos humanos e de outros animais, absorve o gás carbónico e produtos resultantes da decomposição da matéria orgânica, incorpora uma grande variedade de partículas em suspensão nos

cursos de água e dissolve as rochas (Benn *et al.*, 1981). A água subterrânea também não está isenta de impurezas, apesar da capacidade filtrante do solo que retém sempre alguma quantidade de matérias poluentes, podendo ainda dissolver uma grande variedade de compostos químicos existentes nos maciços rochosos que atravessa (Costa, 1995).

Numa perspectiva orientada para o uso da água, no âmbito da saúde pública, a OMS propôs em 1971, a seguinte definição de poluição de água: “ Uma água considera-se poluída quando a sua composição ou o seu estado tenham sido alterados, de tal forma que se torne menos adequada para todas ou para algumas das funções e fins para as quais pode ser adequada, no seu estado natural.” Numa aproximação de cariz ambiental, a UNESCO (Relatório do Programa Hidrológico Internacional – 1982) propôs uma outra definição: Poluição da água será uma qualquer modificação, quer natural, quer artificial, que directa ou indirectamente modifique a qualidade da água e altere ou destrua o seu equilíbrio dos ecossistemas e dos recursos naturais, de tal modo que (Mendes *et al.*, 2004):

- 1) Provoque perigos para a saúde pública;
- 2) Diminua a sua adequabilidade ou eficiência e o bem-estar do Homem e das suas comunidades;
- 3) Reduza os usos benéficos da água;

A evolução destas aproximações conceptuais do conceito de poluição da água é relativamente óbvia, uma vez que o aumento da pressão do Homem sobre o ambiente ameaça quebrar o equilíbrio dos ecossistemas.

A poluição da água é um problema global, que afecta transversalmente países ricos e pobres, sendo os mais afectados os países subdesenvolvidos. De acordo com o FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), mais de um bilhão de pessoas, ou seja, quase um quinto da população mundial, não têm acesso à água potável, e 40% não têm acesso ao saneamento básico (Raoul, 1990).

Do ponto de vista económico, a poluição da água é uma alteração da qualidade que afecta o bem-estar do consumidor e reduz os lucros do produtor, exigindo-se assim o estabelecimento de um nível óptimo de poluição (Cunha *et al.*, 1980).

A classificação de água poluída depende do seu uso, e do equilíbrio que existe entre o meio aquático e a sua fauna e flora, assim sendo, uma água pode ser imprópria para consumo humano, mas estando em equilíbrio com o seu meio não poder ser classificada como poluída. Um exemplo é a água dos oceanos, que devido a sua composição mineral e iónica, não se encontra dentro dos padrões definidos para consumo humano, mas no entanto não pode ser considerada como poluída (Benn *et al.*, 1981; Cunha *et al.*, 1980; Scragg, 1999; Stocker *et al.*, 1981; Oliveira, 1982).

Conclui-se que a poluição da água levanta problemas extremamente importantes, quer porque a utilidade da água e o seu valor dependem em larga medida da respectiva qualidade, quer pelas repercussões que a poluição da água pode ter sobre a qualidade do ambiente.

2.4.2. NATUREZA DOS POLUENTES

A presença dos poluentes tem vindo a ser detectada ao longo do tempo através de registos históricos. Constatou-se que a sua natureza apresenta um factor não constante mas sim previsível ao nível da sua evolução nos próximos decénios.

Após o predomínio de problemas ligados à descarga de esgotos domésticos nas massas de água, seguiram-se outros tipos de problemas tais como a crescente intensificação das actividades agrícolas e industriais. A industrialização também contribuiu para o aparecimento das chuvas ácidas e seus impactes (Mendes *et al.*, 2004). A classificação dos poluentes pode ser apresentada de diversas maneiras, sempre incompletas e de evolução dinâmica. Os poluentes podem ser classificados como (Mendes *et al.*, 2004; Scragg, 1999):

Agentes Físicos

- Radioactividade;
- Calor;
- Modificação do sistema terrestre, através de movimentação de terras ou similares;

Agentes Químicos

- Substâncias biodegradáveis, cujo quantitativo será expresso pelo respectivo valor da CBO₅;
- Substâncias tóxicas, tais como: arsénio, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, crómio, mercúrio, níquel e zinco;
- Ácidos e alcalinos;
- Desinfectantes, tais como cloro e derivados, ozono, água oxigenada, formalina, fenóis;
- Sais de origem inorgânica, em especial cloretos, fluoretos, silicatos;
- Substâncias oxidantes e redutoras, tais como o ião amónio, nitratos e nitritos, sulfuretos e sulfitos;

Agentes Biológicos

- Organismos patogénicos (Anexo I);

2.5. DOENÇAS DE ORIGEM HÍDRICA

Em termos conceptuais, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera a vigilância sanitária da qualidade da água destinada ao consumo humano como “a avaliação contínua e ponderada da saúde pública, a inspecção dos sistemas de distribuição e a fiscalização da segurança e aceitabilidade da água distribuída” (Abel, 1996; George, 2004).

O exercício da vigilância sanitária da água para consumo humano, implica, conseqüentemente, uma actividade de investigação delineada com o objectivo de identificar e avaliar os factores de risco existentes ou potenciais para a saúde humana associados a um determinado sistema de distribuição e à qualidade da água consumida (Anexo II).

A avaliação da qualidade física consiste na identificação de parâmetros que representem, de forma indirecta, a concentração de sólidos – em suspensão ou dissolvidos – na água. Esses parâmetros têm um duplo significado para a saúde pública. Por um lado, revelam a qualidade estética da água, cuja importância sanitária reside no entendimento de que águas com inadequado padrão estético, mesmo microbiologicamente seguras, podem conduzir os consumidores a recorrerem a fontes

alternativas menos seguras. Por outro lado, águas com elevado conteúdo de sólidos comprometem a eficiência da desinfecção, ou seja, nesse caso podem se mostrar associados à presença de microrganismos (Prescott *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2002).

Quanto à qualidade química, esta é aferida pela própria identificação do componente na água, por meio de métodos laboratoriais específicos. Tais componentes químicos não devem estar presentes na água acima de certas concentrações determinadas com o auxílio de estudos epidemiológicos e toxicológicos. As concentrações limites toleráveis significam que a substância, se ingerida por um indivíduo com constituição física mediana, em certa quantidade diária, durante um determinado período de vida, adicionada à exposição esperada da mesma substância por outros meios (alimento, ar, etc.), submete esse indivíduo a um risco inaceitável de acontecimento por uma doença crônica resultante. Dois importantes grupos de substâncias químicas, cada qual com origens e efeitos sobre a saúde humana específicos, são as substâncias químicas inorgânicas, como os metais pesados, e orgânicas, como os solventes (Prescott *et al.*, 2002).

Já a qualidade microbiológica da água tem um papel fundamental, devido ao elevado número e grande diversidade de microrganismos patogênicos, em geral, de origem fecal, que pode estar presente na água. Em função da extrema dificuldade, quase impossibilidade de avaliar a presença de todos os mais importantes microrganismos na água, a técnica adoptada é a verificação da presença de organismos indicadores.

A escolha desses indicadores foi objecto de um processo histórico cuidadoso, realizado pela comunidade científica internacional, de modo que aqueles actualmente empregados reúnem determinadas características de conveniência operacional e de segurança sanitária, nesse caso significando que sua ausência na água representa a garantia da ausência de outros patogênicos. Mais recentemente, pesquisas têm revelado a limitação dos indicadores tradicionais – em especial as bactérias do grupo coliforme – como garantia da ausência de alguns patogênicos, como vírus e cistos de protozoários, mais resistentes que os próprios organismos indicadores (Prescott *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2002).

As doenças mais frequentemente associadas à água são as infecções entéricas (diarreias), (Tabela 2.2) contudo ou não são reportadas ou quando detectadas são muitas vezes associadas à alimentação e não à água em particular (Abel, 1996).

Tabela 2.2 - Doenças de origem hídrica (fonte: Abel, 1996).

Doenças de origem hídrica
Principais agentes infecciosos associados
Rotavírus (diarreias infantis)
Astrovírus, <i>Giardia spp</i> , <i>Campylobacter spp</i> (diarreias)
<i>Cryptosporidium parvum</i> (enterocolites agudas)
<i>Legionella pneumophila</i> (Doença dos Legionários)
<i>E. coli</i> (colites hemorrágicas)
<i>Vibrio cholerae</i> (cólera)
<i>Salmonella typhi</i> (febre tifóide)

Para se definirem estratégias de avaliação de gestão de risco no domínio da vigilância da qualidade da água, é importante conhecer: as fontes de contaminação das origens da água (localização, natureza e o seu contributo), a qualidade microbiológica e a sua evolução (em condições normais e adversas), tipos e processos de tratamentos existentes e a sua eficiência na remoção de agentes patogénicos, fontes e riscos de contaminação após tratamento.

Complementarmente, devem efectuar-se estudos epidemiológicos orientados para as especificidades de cada local de modo a associar-se o binómio água e saúde, tendo em conta a prevalência de factores de risco como a presença de microrganismos patogénicos emergentes (*Cryptosporidium sp*, *Giardia sp*, *Campylobacter sp*, *Helicobacter sp*), ou a ocorrência de metais pesados e subprodutos resultantes da desinfecção (Trihalometanos, THM), ocorrência de cianobactérias e suas toxinas (Amorim *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2002; Mitchell *et al.*, 2006).

As doenças de carácter hídrico são usualmente agudas e em geral acompanhadas de sintomas gastrointestinais (cólicas abdominais, diarreia, fadiga, suores frios). O tempo entre a exposição ao patogénico e a ocorrência de doença pode variar de dois dias ou menos (*Salmonella sp* e *Shigella sp*) até uma ou mais semanas (Hepatite A, *Giardia sp* e *Cryptosporidium sp*).

A prevenção, o controlo e a redução das doenças relacionadas com a água são tarefas importantes e urgentes, que só podem ser cumpridas de forma satisfatória mediante um reforço da cooperação a todos os níveis e entre todos.

2.6. CONCEITO DE QUALIDADE DE ÁGUA

Ao longo da presente dissertação, deparamos muitas vezes com o termo “qualidade”. Logicamente a questão reside em esclarecer se “poluição” e “qualidade” são conceitos antagónicos ou se simplesmente ambos os conceitos se interligam definindo a ténue dicotomia em todas as circunstâncias.

A qualidade da água é um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que ela apresenta, de acordo com a sua utilização. Os padrões de classificação mais usados pretendem classificar a água de acordo com a sua potabilidade e a segurança que apresenta para o ser humano e para o bem-estar dos ecossistemas (Mendes *et al.*, 2004).

Assim, de acordo com a sua utilização, existe um conjunto de critérios e normas para a qualidade da água, que variam com a sua finalidade, seja ela para consumo humano, para uso industrial ou agrícola, para lazer ou para a manutenção do equilíbrio ambiental.

Para o consumidor directo, a qualidade de água é avaliada em primeira impressão pelas suas qualidades organolépticas. Deverá ser clara, inodora, não apresentar turvação e primar por um sabor agradável. Contudo pode não ser adequada para consumo, apesar de a nível sensorial apresentar as características mencionadas anteriormente, como o caso de estar contaminada por agentes patogénicos e poder vir ser ingerida por descuido do consumidor sem restrições. Tal facto, implica a existência de controlo inerente à sua qualidade (Cunha *et al.*, 1980; Mendes *et al.*, 2004).

2.6.1. USOS E QUALIDADE DE ÁGUA

Para que seja possível estabelecer as exigências respeitantes à qualidade da água, importa identificar as utilizações mais significativas que esta pode ter ao nível da sociedade. A Tabela 2.3 sumariza as interligações existentes entre alguns dos principais tipos de uso da água e sua qualidade.

Tabela 2.3 - Interligações entre usos e qualidade da água (adaptado de Mendes *et al.*, 2004).

<p><i>Utilizações da água que afectam a sua qualidade</i></p>	<p>Usos municipais – produção e descarga de esgotos; efluentes de descargas pluviais;</p> <p>Usos agrícolas – produção e gestão de estrumes; uso de produtos agro-químicos; descarga de águas de drenagem;</p> <p>Usos industriais – produção de águas residuais; águas de arrefecimento fabril; drenagem de efluentes de minas;</p>
<p><i>Utilizações que são afectadas pela qualidade da água</i></p>	<p>Usos municipais – consumo; usos domésticos; usos públicos (rega de jardins, lavagem de ruas, etc.);</p> <p>Usos agrícolas – abastecimento doméstico de explorações agrícolas; fornecimento de água para a criação animal; rega;</p> <p>Usos industriais – processamento de alimentos; abastecimento de caldeiras; outras formas de processamento fabril; exploração mineira;</p> <p>Usos recreativos – desportos onde se verifica contacto com a água (natação); prazer estético;</p> <p>Usos ligados à vida aquática – vida aquática e vida selvagem; pesca; <i>habitats</i> húmidos e pântanos; aquacultura;</p>
<p><i>Utilizações não ligadas à qualidade da água</i></p>	<p>Usos comerciais – geração de energia hidráulica; navegação;</p> <p>Usos recreativos – desportos aquáticos (remo, vela, esqui aquático, etc.); navegação;</p>

As impurezas físicas da água estão relacionadas com a sua cor, turvação, sabor, odor e temperatura. As impurezas químicas resultam da presença de substâncias dissolvidas e estão relacionadas com a dureza, alcalinidade, salinidade e agressividade da água. Uma água potável para consumo humano não deve ser turva nem apresentar coloração. Contudo, as águas subterrâneas apresentam por vezes turvação e coloração, as quais só podem ser modificadas por processos específicos de tratamento. A água potável também não deve apresentar odor ou sabor desagradáveis, pois indicam a presença de microrganismos e substâncias químicas, e a sua alteração pertence ao domínio do tratamento da água. Considerando as características organolépticas, a água

potável deve ser límpida, incolor e não deve apresentar sabor ou odor desagradável (Leeden *et al.*, 1990).

Muita embora a percepção sensorial seja uma característica necessária da avaliação da qualidade da água para consumo humano, há a necessidade de recorrer a técnicas analíticas, de índole físico-química e microbiológica. Verifica-se que ao longo das últimas décadas, o número e as exigências tecnológicas inerentes ao trabalho analítico têm aumentado e evoluído.

Com a entrada de Portugal na União Europeia, passaram a ser aplicáveis ao nosso país todas as directivas comunitárias respeitantes à qualidade da água, incluindo necessariamente, a destinada a consumo humano. Este factor potenciou a tomada de consciência por parte de entidades governamentais para esta questão (Mendes *et al.*, 2004).

2.7. VIGILÂNCIA E CONTROLO DE QUALIDADE

A água destinada a consumo humano deverá ser objecto de vigilância permanente por parte do distribuidor. Esta obrigação implica a necessidade de manter em condições adequadas de exploração, o bom funcionamento dos sistemas de produção e de distribuição, de modo a garantir ao consumidor o fornecimento de uma água conforme às exigências de qualidade legalmente estabelecidas.

Esta vigilância diz respeito aos órgãos sensíveis da rede, devendo ser contínua. A garantia que a água distribuída satisfaz as exigências prescritas na legislação em vigor compete à entidade gestora do sistema, não podendo em caso algum ser posto em causa o seu cumprimento.

Um dos aspectos relevantes da política de vigilância e controlo de qualidade da água destinada a consumo humano é sem dúvida estabelecer um elo de ligação entre as entidades gestoras e os meios de comunicação. À entidade gestora compete não só garantir a qualidade do produto, como também assumir quando necessário medidas relevantes à sua correcção/manutenção (Mendes *et al.*, 2004).

O consumidor final tem o direito de receber, através de fontes apropriadas, os dados disponíveis, uma vez que este se encontra em contacto de uma forma ou de outra, com os impactes que vierem a ser gerados no sistema e de que será ele a pagar pela qualidade do produto (água).

2.8. PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

Para assegurar que a qualidade da água para consumo humano cumpre os valores paramétricos na torneira dos consumidores é vital que as estações de tratamento de água (ETA) sejam adequadamente dimensionadas, operadas e mantidas. Respectivamente às etapas do processo de tratamento, as entidades gestoras devem efectuar procedimentos escritos que contenham as alterações relativas à deterioração da qualidade da água bruta (Guerreiro *et al.*, 2004; Simas *et al.*, 2005).

2.8.1. QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA

Antes da fase de tratamento, e para que a ETA possa cumprir a sua função, é fundamental que as entidades gestoras cumpram alguns critérios, cujo objectivo reside na produção de uma água de boa qualidade à sua saída. Neste contexto, as entidades gestoras devem (Simas *et al.*, 2005):

- Conhecer adequadamente quer as características da qualidade bruta, realizando periodicamente o seu controlo analítico, quer todos os factores extrínsecos (por exemplo: indústria ou agricultura) que possam contribuir para a alteração da sua qualidade;
- Prever as eventuais variações na qualidade da água distribuída em função das flutuações de qualidade da água bruta e da eficiência dos órgãos de tratamento existentes;
- Definir os critérios para interromperem a captação da água, em caso de risco para a saúde humana;

2.8.2. TIPOS DE CAPTAÇÕES E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA

As captações constituem uma parte fundamental dos sistemas de abastecimento de água, recolhendo a água na origem, tal qual ela existe, de acordo com as necessidades (Guerreiro *et al.*, 2004). Da forma e do tipo das captações dependem as etapas dos sistemas adução e tratamento e suas relações de interdependência.

2.8.2.1. Captações superficiais

As águas superficiais permitem geralmente maiores caudais de captação do que as águas subterrâneas apresentando, em contrapartida, piores condições de qualidade. A existência de um reservatório de acumulação no sistema de abastecimento pode alterar as características da água bruta, favorecendo o emprego de tecnologias de tratamento e implantação menos dispendiosas, no que concerne aos microrganismos patogênicos, tais como bactérias, vírus e protozoários. Em contrapartida, pode ocorrer periodicamente a floração de algas e cianobactérias, deteriorando a qualidade da água bruta e reduzindo a eficiência da potabilização (Guerreiro *et al.*, 2004).

2.8.2.2. Captações subterrâneas

A captação de águas subterrâneas consiste basicamente, uma vez conhecidas as condições hidrológicas de um aquífero, na execução das obras que conduzem à melhor recolha das referidas águas, em quantidade e qualidade.

A opção por captações subterrâneas apresenta algumas vantagens intrínsecas. A primeira consiste na redução dos custos de tratamentos, restringindo-se apenas a processos de desinfecção e correcção do pH. Uma segunda vantagem associada à utilização de recursos subterrâneos reside, na maioria dos casos, na inexistência de uma adutora de água bruta, pois a unidade de desinfecção pode ser instalada próxima à origem.

2.8.3. PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Os processos de tratamento variam consoante a origem e a qualidade da água, sendo que as águas superficiais normalmente requerem mais processos de tratamento do que as águas subterrâneas (Simas *et al.*, 2005).

As águas superficiais (rios, lagos ou reservatórios) caracterizam-se por apresentarem variações qualitativas, consoante a época do ano e o estado de poluição da respectiva bacia hidrográfica. Como já foi citado anteriormente, as águas subterrâneas apresentam normalmente uma qualidade superior relativamente às águas superficiais, sendo em muitos casos apenas necessária uma desinfecção (excepto se contaminadas com NO₃).

Para águas agressivas, com teores de CO₂ livre elevados, é normalmente efectuada a estabilização da água, por exemplo, através de arejamento, leitos de contacto e filtração, seguida de desinfecção (Guerreiro *et al.*, 2004; Simas *et al.*, 2005).

2.8.3.1. Desinfecção

A desinfecção da água destinada ao abastecimento público tem por objectivo a destruição de microrganismos patogénicos, nocivos para a saúde pública, ou de outros microrganismos indesejáveis.

Os principais processos de desinfecção são vários, desde os tratamentos físicos por aplicação de radiações UV, até aos químicos que utilizam agentes oxidantes, como o ozono, o cloro, o dióxido de carbono, o hipoclorito de sódio e o hipoclorito de cálcio.

Apesar do cloro ser um desinfectante mais utilizado, o ozono assume nos dias de hoje, uma grande importância, na medida em que, para além de ser um desinfectante mais poderoso, não origina a formação de trihalometanos, principal inconveniente da utilização do cloro. No entanto, apresenta algumas desvantagens, como o seu custo ser elevado e a sua instabilidade ao nível da acção residual na água tratada (Simas *et al.*, 2005).

A eficiência do processo de desinfecção depende dos seguintes factores (Simas *et al.*, 2005):

- Espécie e concentração dos organismos a serem destruídos;
- Espécie e concentração do desinfectante utilizado;
- Tempo de contacto;
- Características químicas e físicas da água a tratar;
- Grau de dispersão do desinfectante na água;

2.8.3.2. Coagulação/Floculação

Uma água de origem superficial apresenta normalmente valores elevados de turvação devido à presença de partículas de natureza coloidal. Dada a dimensão deste tipo de partículas e o facto de serem portadoras de carga eléctrica superficial, torna-se difícil a sua remoção (Simas *et al.*, 2005). Sendo assim, é necessário recorrer-se a um agente coagulante com vista a provocar a agregação em flocos facilmente separáveis por decantação.

O processo de coagulação/floculação é assegurado através de uma operação unitária denominada mistura e efectua-se em duas etapas. A primeira etapa consiste numa dispersão rápida do agente coagulante na água com o objectivo de desestabilizar os colóides (mistura rápida/coagulação). A segunda consiste numa mistura lenta de forma a assegurar uma boa formação dos flocos (floculação).

Os coagulantes comerciais mais utilizados são o sulfato de alumínio [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -alúmen], aluminato de sódio, sais de ferro [FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4], sais metálicos pré-hidrolisados (cloreto de poli-alumínio) e polímeros orgânicos sintéticos (polielectrólitos) (Brito *et al.*, 2010).

A desestabilização pode ser efectuada por quatro processos distintos (Brito *et al.*, 2010):

- 1) Compressão da camada dupla – as forças de repulsão electrostáticas diminuem devido à adição de electrólitos que comprimem a camada dupla e favorecem o choque entre as partículas;
- 2) Adsorção e neutralização da carga – a adsorção dos iões de sinal contrário, fortemente carregados, fazem diminuir o potencial no limite da camada fixa através de interacções coagulante–colóide, coagulante–solvente e colóide - solvente por ligações químicas;
- 3) Inclusão num precipitado – inclusão dos colóides numa rede formada por uma rápida precipitação do coagulante aplicado em concentrações elevadas [a adição de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ como coagulante provoca a precipitação do alumínio na forma de bases como o $\text{Al}(\text{OH})_3$];
- 4) Adsorção e formação de pontes entre partículas – há formação de complexos partícula–polímero–partícula, usando polímeros sintéticos com grupos químicos capazes de actuar em pontos da superfície do colóide;

2.8.3.3. Sedimentação/Decantação

A sedimentação/decantação é um processo de tratamento que se baseia na separação das partículas sólidas em suspensão, pela acção de gravidade, as quais se acumulam no fundo do decantador, constituindo as chamadas lamas (Simas *et al.*, 2005). Este tipo de tratamento permite reduzir o teor da turvação, da cor, do ferro, do

manganês e a da dureza, conferindo-lhe melhor qualidade para ser posteriormente filtrada.

O termo decantação é aplicado, normalmente quando o objectivo é a obtenção de um líquido clarificado, enquanto que o termo sedimentação é usado quando se pretende concentrar as lamas. Os decantadores são o equipamento industrial para esse efeito (Brito *et al.*, 2010).

De acordo com a natureza e concentração das partículas em suspensão, podem distinguir-se quatro tipos de sedimentação (Brito *et al.*, 2010):

Tipo I – Sedimentação de Partículas Discretas: suspensão diluída de partículas que sedimentam como entidades individuais (remoção de areias);

Tipo II – Sedimentação de Partículas Floculantes: suspensão diluída de partículas que se agregam ou floculam durante a operação. A massa da partícula vai aumentando e sedimenta a uma velocidade crescente (remoção de flocos químicos);

Tipo III – Sedimentação em Manto ou Zonal (Queda Impedida): suspensão de concentração intermédia, na qual as forças inter-partículas estabelecidas podem ser suficientes para formar um manto e controlar a sedimentação de outras partículas vizinhas. As partículas tendem a manter-se em posições fixas e a massa de partículas sedimenta como uma única unidade (remoção de flocos biológicos);

Tipo IV – Sedimentação em Compressão: suspensão de concentração elevada que se forma uma estrutura. A sedimentação ocorre somente por compressão da estrutura devido ao peso das partículas que depositam vindas do sobrenadante (ocorre nas camadas inferiores de um leito de lamas profundo);

No tratamento de águas para consumo humano têm principal relevância os dois primeiros tipos de sedimentação.

2.8.3.4. Filtração

A filtração destina-se à remoção do material em suspensão e de substâncias coloidais da água, podendo também verificar-se redução bacteriana e alterações das características da água (Simas *et al.*, 2005). Aplica-se a águas com cor e turvação de várias proveniências, incluindo aquelas em que estas características organolépticas são

originadas pela presença do ferro e manganês. Consoante a velocidade é baixa ou elevada, assim a filtração se pode classificar em lenta ou rápida (Simas *et al.*, 2005).

A filtração lenta aplica-se no tratamento de águas com baixa turvação (cerca de 10 mg/L), podendo funcionar, em períodos longos, com valores de turvação da ordem dos 50 mg/L e em períodos curtos, com valores de cerca de 100 a 200 mg/L. O filtro lento funciona com baixas velocidades de filtração e sem utilizar a coagulação no pré tratamento. Como a granulometria da areia é menor do que a usada nos filtros rápidos e a velocidade de filtração baixa, resulta que os sólidos removidos fiquem retidos, constituindo uma fina capa na camada superficial do leito de areia. O bom funcionamento da filtração requer que se mantenha constante a altura da água sobre a areia e se regule a velocidade de filtração à saída do filtro (Simas *et al.*, 2005).

A filtração rápida surge normalmente na sequência da decantação ou simplesmente, após a coagulação. Neste tipo de filtração, efectua-se a retenção do material em suspensão, não só à superfície, como em profundidade ao longo do leito. Usa-se o controlo automático da velocidade e do nível da água sobre o filtro, visto não ser praticável o controlo manual. A regulação completa do sistema só é possível mediante o controlo do nível de água sobre o leito filtrante e do controlo da velocidade da água filtrada à saída do filtro (Simas *et al.*, 2005).

2.8.3.5. Adsorção em carvão activado

O objectivo da adsorção em carvão activado, num sistema de tratamento de água para consumo humano, é a remoção de substâncias orgânicas em solução, responsáveis designadamente por perturbações organolépticas (cor, odor e gosto), transferindo-as para um adsorvente sólido, ao qual ficam ligadas por forças químicas ou físicas. Este processo permite ainda, remover contaminantes orgânicos persistentes (hidrocarbonetos, organofosforados e outros disruptores endócrinos) (Brito *et al.*, 2010).

2.8.3.6. Permuta iónica

O objectivo do processo de permuta iónica é a eliminação de determinados iões da água, por troca reversível e estequiométrica com outros iões do mesmo sinal presentes num sólido ou num líquido imiscível, denominado resina permutadora (Brito *et al.*, 2010). As resinas de permuta iónica são sintéticas, consistindo numa matriz

polimérica onde estão fixados grupos funcionais por ligações covalentes, aos quais estão ligados iões móveis. O amaciamento (redução da dureza resulta do Ca^{2+} e Mg^{2+}) pelo uso de resinas catiónicas é de longe o processo de permuta iónica mais comum no tratamento de água de abastecimento público, neste mesmo processo outros catiões polivalentes são também permutados.

A remoção de nitratos, essencialmente em águas subterrâneas é realizada através do recurso a resinas aniónicas. A permuta iónica permite a ainda a remoção de outros contaminantes, tais como o bário, estrôncio, rádio, fluoretos, cromatos e ainda complexos aniónicos de urânio (Brito *et al.*, 2010).

O amaciamento por precipitação química consiste na remoção da dureza de uma água sob a forma de cristais insolúveis de carbonato de cálcio CaCO_3 e de hidróxido de magnésio $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Os processos usados para a remoção da dureza de uma água, para o seu amaciamento, são essencialmente a precipitação química, a permuta iónica e os processos membranares (Brito *et al.*, 2010).

2.8.3.7. Separação por membranas

Os processos de separação por membranas têm ganho utilidade crescente e aplicações cada vez mais diversas. Actualmente, no mundo, produz-se água para consumo humano por osmose inversa, nanofiltração e ultrafiltração sendo o primeiro o processo mais destacado (Brito *et al.*, 2010).

No tratamento de águas com membranas, a força-motriz é habitualmente um gradiente de pressão, de campo eléctrico ou de concentração ou combinações desses gradientes. A principal aplicação é a dessalinização mas também se usam em processos de filtração e remoção de microrganismos, dureza, compostos orgânicos voláteis e outros solúveis e cor (Brito *et al.*, 2010).

2.9. DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA

A água proveniente das ETA pode sofrer deterioração da sua qualidade no sistema de distribuição, o que pode ser devido à introdução de água contaminada no sistema de distribuição, particularmente se existirem defeitos estruturais nos reservatórios de serviço, quebras de pressão ou roturas nas condutas. A deterioração também pode resultar da utilização no sistema de distribuição de materiais pouco adequados para estarem em contacto com a água (Simas *et al.*, 2005).

2.9.1. RESERVATÓRIOS DE SERVIÇO

As instalações de armazenamento de água desempenham uma função vital no abastecimento de água de consumo humano pelo que deve ser mantida a sua integridade estrutural e sanitária.

O local do reservatório deve estar limpo e protegido, entre outros, dos seguintes riscos (Simas *et al.*, 2005):

- Intromissão de pessoas estranhas ao serviço;
- Presença de gado ou de outros animais, através da colocação de sebes e outros obstáculos;
- Escorrências de água dos terrenos vizinhos;
- Acidentes com árvores e plantas de grande porte, situadas nas proximidades;

A estrutura do reservatório deve ser mantida em boas condições de conservação e manutenção, particularmente no que diz respeito a (Simas *et al.*, 2005):

- Fendas nas paredes, no chão e no tecto;
- Drenagem da cobertura superior e das zonas circundantes para evitar a infiltração de água do exterior;
- Selagem de todos os orifícios da estrutura do reservatório que se destinem a tubos, cabos e linhas de amostragem;
- Redes de protecção nas fendas de ventilação para evitar o acesso de pássaros e outros animais pequenos;

As entidades gestoras devem ter procedimentos que incluam instruções para a operação e manutenção dos reservatórios. Periodicamente os reservatórios devem ser

sujeitos a acções de higienização, recorrendo a produtos adequados para estarem em contacto com água para consumo humano. A operação de higienização dos reservatórios consiste essencialmente em dois procedimentos: a desincrustação (permite a eliminação de depósitos de calcário e de ferro que se acumulam no fundo dos reservatórios) e a desinfecção (permite eliminar todos os possíveis contaminantes microbiológicos).

2.9.2. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Parte dos incumprimentos que se verificam na água de consumo humano são consequência directa de procedimentos deficientes de operação e manutenção do sistema de distribuição.

As entidades gestoras devem gerir os sistemas de modo a que (Simas *et al.*, 2005):

- Seja mantida uma pressão adequada no sistema de distribuição para evitar que entre água do exterior;
- Sejam evitados aumentos bruscos de pressão e caudal que provoquem sobrepressões e refluxos (devem ser instaladas válvulas adequadas de protecção como por exemplo ventosas e válvulas redutoras);
- Seja evitado um tempo excessivo de residência da água em algum ponto do sistema que possa provocar a sua deterioração;
- Seja mantido um teor mínimo de cloro residual em todos os pontos da rede do sistema de distribuição;
- Sejam evitadas perdas de água no sistema de distribuição (devem ser realizadas inspecções periódicas de forma a identificar os pontos críticos e proceder à sua reparação);

2.9.3. CONDUTAS NOVAS, REPARADAS E REVESTIDAS

Quando as intervenções no sistema de distribuição impliquem a abertura de uma conduta, existe sempre um risco de ocorrência de deterioração da qualidade da água, quando a conduta entrar novamente em serviço.

Constata-se que muitos acidentes que afectam a qualidade da água são causados por falhas de aplicação de boas práticas e por não se tomarem as devidas precauções durante as reparações, as quais podem envolver a instalação de uma conduta nova, ou a reparação, a limpeza ou revestimento de uma conduta já existente (Simas *et al.*, 2005).

2.9.3.1. Instalações de novas condutas

Para evitar a deterioração da qualidade da água durante a instalação de uma nova conduta e para assegurar o cumprimento dos valores paramétricos quando ela entra em serviço, os procedimentos das entidades gestoras devem incluir instruções sobre (Simas *et al.*, 2005):

- O dimensionamento das condutas, de forma a responderem a variações bruscas de consumo;
- As câmaras de drenagem, de forma a remover a água acumulada no exterior juntam das válvulas de descarga, das ventosas ou dos contadores;
- A colocação de chaminés de equilíbrio ou outros dispositivos adequados;
- A limpeza e a desinfecção das novas condutas, podendo ser utilizados neste procedimento diversos agentes desinfectantes, sendo os mais usuais o hipoclorito de sódio e o peróxido de hidrogénio;
- A análise em amostras colhidas a montante da rede predial após a limpeza e a desinfecção da conduta instalada, dos seguintes parâmetros: cloro residual livre (assegurar a manutenção de um residual adequado), cor, sabor e cheiro (assegurar as características organolépticas) e microbiológicos;

2.9.3.2. *Reparação das condutas existentes (Roturas)*

Para evitar a contaminação da água durante a reparação das roturas e para assegurar o cumprimento dos valores paramétricos após a entrada em serviço da conduta reparada, devem existir instruções sobre os procedimentos relativamente aos aspectos considerados.

Com efeito, nas reparações que envolvem um corte aberto da conduta, o manual de exploração da rede deve conter instruções para (Simas *et al.*, 2005):

- Desviar a água do troço onde se processa a reparação;
- Tomar precauções especiais no caso de existir qualquer risco significativo de poluição;
- Serem desinfectadas todas as superfícies que entram em contacto com a água tratada com uma solução aquosa que contenha 1 000 mg/L de cloro livre;
- Colher amostras para análise microbiológica (determinação de coliformes) após ter sido introduzida água na conduta;
- Se não houver contaminação, colocar a conduta em serviço, após ser esvaziada;
- Se houver contaminação, manter-se a conduta fora de serviço enquanto não sejam satisfatórios os resultados das análises microbiológicas;

2.9.3.3. *Revestimento de condutas*

Existe uma grande variedade de materiais genéricos que servem para revestir interiormente as condutas existentes, com o objectivo de prolongar a sua vida útil. Os mais comuns são as resinas - epóxi, o betão, o polietileno e outros tipos de plásticos. Para evitar a contaminação da água durante o revestimento das condutas, as entidades gestoras devem respeitar os seguintes aspectos (Simas *et al.*, 2005):

- Designação de um responsável pela supervisão dos trabalhos;
- Realização dos trabalhos por pessoas e empresas qualificadas e especializadas;
- Utilização de produtos certificados e nas proporções correctas;
- Tomada de precauções para evitar a contaminação da água na conduta a revestir;

- Monitorização contínua da aplicação dos revestimentos, de acordo com as normas adequadas;
- Desinfecção da conduta revestida;
- Amostragem e análise dos parâmetros microbiológicos da água, antes da conduta revestida entrar novamente em serviço;

3. CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES (RAA)

A água, sendo um bem cada vez mais escasso e precioso, representa a mais importante fonte de vida, pelo que merece toda a atenção que se lhe possa dispensar, principalmente no seu mais nobre uso, o consumo humano.

A nível comunitário, as normas de qualidade a que uma determinada água deve obedecer para ser considerada apta para o consumo humano encontram-se definidas num conjunto de leis específicas (Anexos III a VII) nomeadamente o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, lei esta que se encontra em vigor.

Este capítulo contém uma análise resumida dos resultados do controlo da qualidade da água para consumo humano, realizado pelo conjunto das entidades gestoras da Região Autónoma dos Açores ao longo de sete anos (de 2002 a 2008).

3.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO RELATIVA AO CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA

3.1.1. SITUAÇÃO DOS PROGRAMAS DE CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O Programa de Controlo da Qualidade da Água (PCQA) é um documento estratégico ao nível do processo de controlo da qualidade da água para consumo humano, quer por parte do ERSAR, quer por parte das entidades gestoras, devendo o seu conteúdo respeitar os requisitos mínimos da legislação em vigor. Na sequência da aplicação do programa em questão, o grau de eficiência é demonstrado pela uniformização do conteúdo e dos critérios de apreciação e aprovação.

A evolução dos PCQA nos Açores é claramente positiva de 2004 a 2008, resultante do trabalho que tem vindo ser desenvolvido pelas entidades gestoras e pela ERSAR ao longo dos últimos anos (Figura 3.1). No que concerne ao ano 2008, constata-se que este foi o terceiro ano consecutivo em que a totalidade das dezanove entidades gestoras de sistemas de abastecimento público do arquipélago apresentou um programa de controlo da qualidade da água à ERSAR, e o segundo ano em que todos os programas foram aprovados (100,00%) (Figura 3.2).

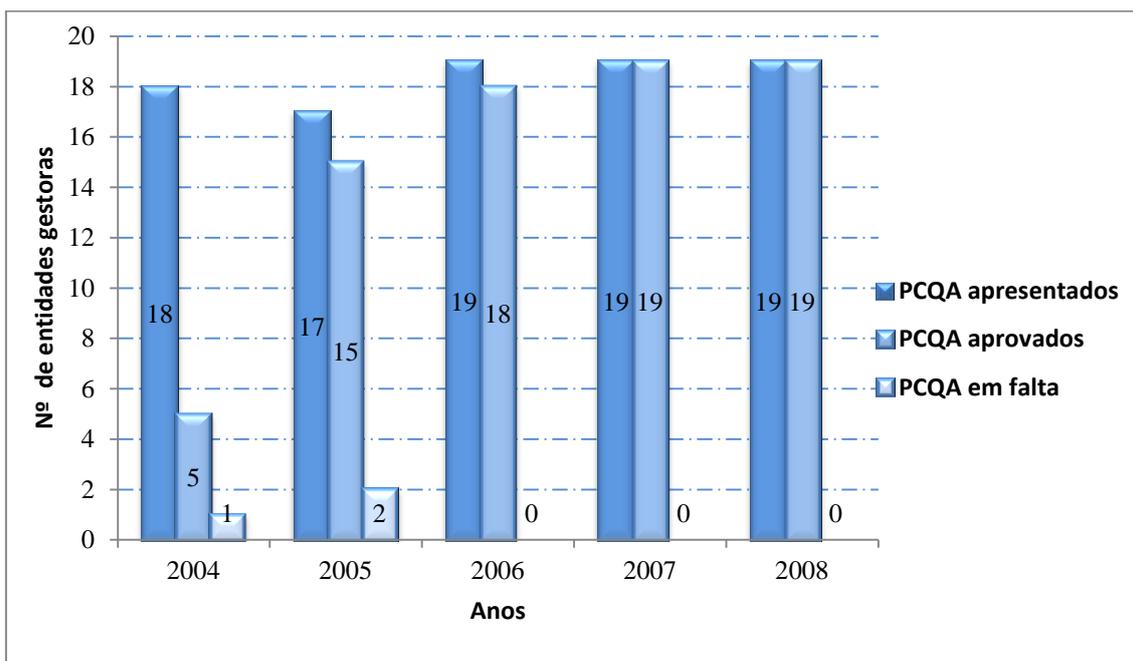


Figura 3.1 - Evolução dos programas de controlo da qualidade da água (PCQA) apresentados, aprovados e em falta na RAA.

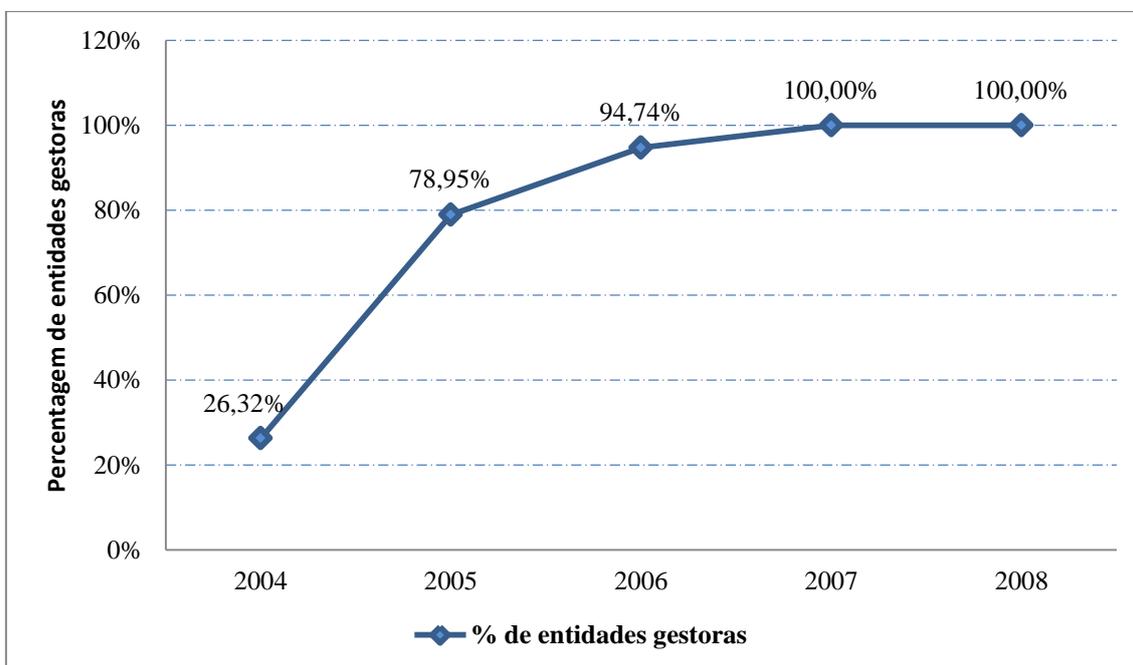


Figura 3.2 - Percentagem da evolução dos programas de controlo da qualidade da água (PCQA) apresentados, aprovados e em falta na RAA.

3.2. ANÁLISE DO NÚMERO DE RESPOSTAS DAS ENTIDADES GESTORAS

O Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, estabelece que as entidades gestoras responsáveis pelo fornecimento de água para consumo humano estão obrigadas a comunicar ao ERSAR, até 31 de Março do ano, seguinte, os resultados da implementação do respectivo programa de controlo de qualidade da água.

Neste contexto, até 31 de Março de 2008, o ERSAR recebeu os dados relativos aos dezanove concelhos referentes da RAA, atingindo-se pela terceira vez consecutiva o pleno da comunicação dos dados da qualidade da água. A Figura 3.3 representa a evolução das respostas por concelho de 1999 a 2008 para a Região Autónoma dos Açores.

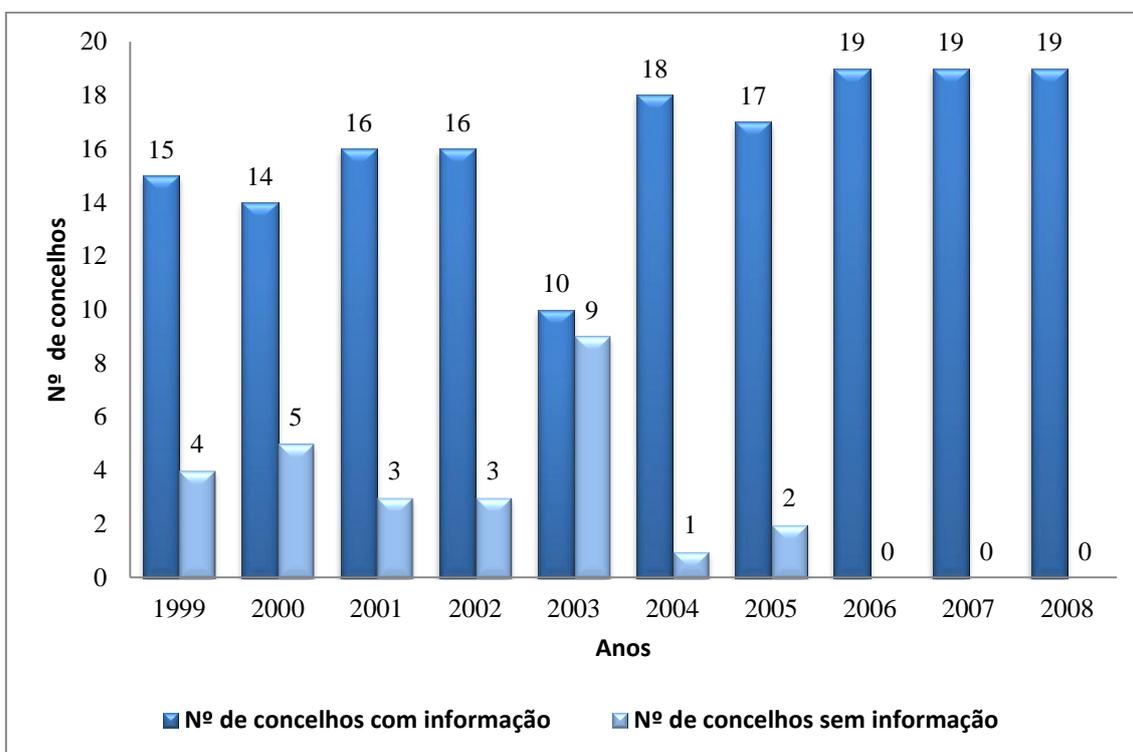


Figura 3.3 - Evolução do número de respostas para a RAA de 1999 a 2008 (número total de concelhos igual a dezanove).

3.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA

O abastecimento da água em baixa está associado à componente do sistema que corresponde à distribuição até à torneira do consumidor, abrangendo igualmente os reservatórios de distribuição. Este abastecimento pode ser assegurado por entidades gestoras que só gerem esta componente do sistema, ou que, cumulativamente, são gestoras também da componente do sistema de produção em alta, desde a origem até aos pontos de entrega (PE) às entidades gestoras (EG) em baixa (Simas *et al.*, 2005).

Às EG estão cometidas obrigações específicas, que vão desde a verificação do cumprimento dos valores paramétricos, garantindo assim que a água distribuída apresente qualidades (salubre e limpa) essenciais para o consumo humano, até ao esclarecimento de incumprimentos dos valores paramétricos detectados no controlo da qualidade da água, passando pela obrigação de adopção de medidas que conduzam à minimização ou eliminação do risco da ocorrência de incumprimentos.

Relativamente à caracterização das entidades gestoras em baixa, na RAA verifica-se que de uma forma geral, existe uma relação directamente proporcional entre a população dos concelhos e o respectivo número de zonas de abastecimento. Necessariamente que quanto maior o número de zonas de abastecimento por concelho, maiores serão as dificuldades de gestão e manutenção dos respectivos sistemas, bem como a garantia e controlo da qualidade de água para consumo humano. Ao nível da RAA, verifica-se que as ilhas que apresentam maior número de população abastecida e de zonas de abastecimento são as ilhas de São Miguel e a da Terceira (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Evolução do número de zonas de abastecimento e população abastecida na RAA (2004 a 2008).

Distrito	Concelho	ZA					População abastecida				
		2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
Ilha da Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	2	2	2	2	2	4855	4855	4855	4855	4930
Ilha das Flores	Lajes das Flores	10	16	11	10	10	4021	745	1582	1582	1582
Ilha das Flores	Santa Cruz das Flores	1	2	3	5	6	2500	2500	2410	2400	2450
Ilha de Santa Maria	Vila do Porto	6	11	12	10	10	5992	4497	4193	4533	4533
Ilha de São Jorge	Calheta	16	---	15	17	16	4315	---	3919	4136	4076
Ilha de São Jorge	Velas	16	16	16	14	14	6184	6184	6185	6194	6185
Ilha de São Miguel	Lagoa	5	5	5	5	6	14121	14126	15574	15251	15467
Ilha de São Miguel	Nordeste	9	18	18	18	18	4383	0	5357	5357	5246
Ilha de São Miguel	Ponta Delgada	24	24	24	24	23	68255	67921	68029	6809	67713
Ilha de São Miguel	Povoação	13	10	10	10	10	6486	6726	7396	7291	6729
Ilha de São Miguel	Ribeira Grande	9	9	9	10	10	28462	28462	28462	28572	28372
Ilha de São Miguel	Vila Franca do Campo	3	3	3	3	3	11072	11150	11150	11150	11150
Ilha do Corvo	Vila do Corvo	1	1	1	1	1	443	418	466	480	480
Ilha do Faial	Horta	10	14	13	13	15	15063	19996	15063	15063	15393
Ilha do Pico	Lajes do Pico	---	---	3	5	5	---	---	5631	6041	6101
Ilha do Pico	Madalena	5	5	6	6	6	6136	6136	6886	6136	6136
Ilha do Pico	São Roque	3	3	3	3	3	3629	3629	3629	3629	3629
Ilha da Terceira	Angra do Heroísmo	6	6	5	5	5	35639	35581	35581	35581	35581
Ilha da Terceira	Vila da Praia da Vitória	14	14	14	14	14	18951	19892	21063	21503	21230

3.3.1. EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ZONAS DE ABASTECIMENTO

De acordo com a legislação em vigor entende-se por zona de abastecimento a área geográfica servida por um sistema de abastecimento, na qual a água, proveniente de uma ou mais origens, pode ser considerada como uniforme. O número de zonas de abastecimento vem revelando um crescimento contínuo ao longo dos últimos anos, o que consubstancia uma situação diversa da expectável, pois, com efeito, seria de esperar uma diminuição do número de zonas de abastecimento.

No período, de 2004 a 2006 constatou-se um aumento de 11,30% do número de zonas de abastecimento, que no total passaram de 159 a 177 (Figura 3.4). Relativamente aos últimos anos em estudo, o aumento foi gradual e acentuado.

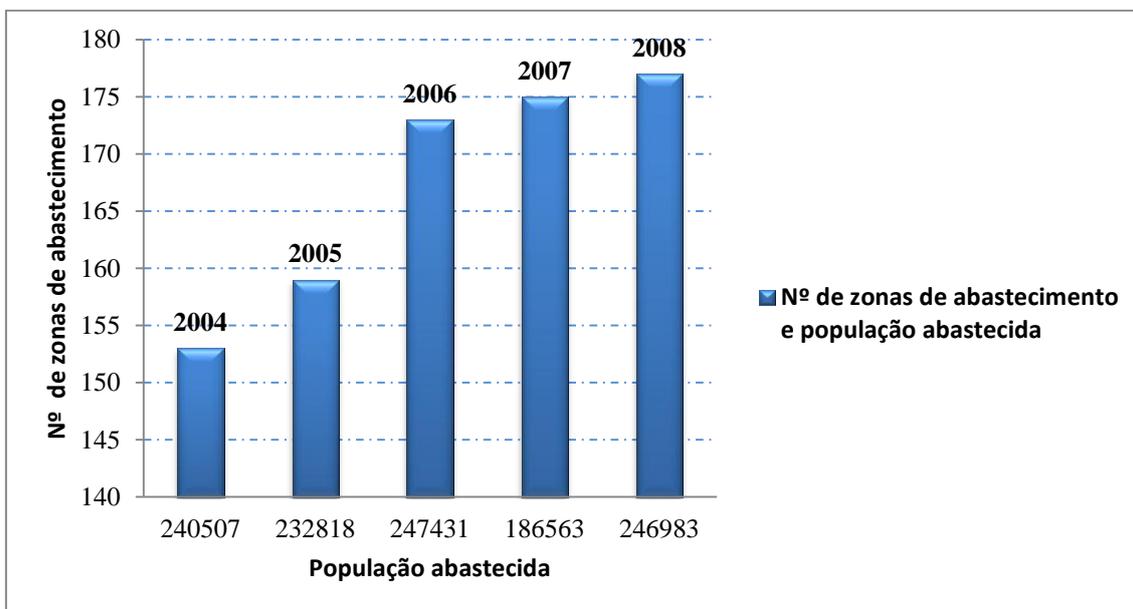


Figura 3.4 - Evolução do número de zonas de abastecimento e população abastecida RAA (2004 a 2008).

3.4. ANÁLISE GLOBAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DAS ENTIDADES GESTORAS EM BAIXA

Na RAA, a submissão dos resultados do controlo da qualidade da água para consumo humano à entidade reguladora só se iniciou no ano 1999, face as exigências legais então impostas pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, processo que foi marcado por alguma inconstância, em especial nos primeiros anos.

No ano 2002 não foi possível obterem-se dados das Câmaras Municipais da Calheta, das Lajes do Pico, de Santa Cruz da Graciosa e de São Roque do Pico. No concelho das Lajes das Flores não foram realizadas quaisquer análises, porque a Câmara Municipal não celebrou qualquer contrato com esse fim.

Em 2003 verificou-se uma quebra acentuada, com uma participação de respostas aos dados de controlo analítico de apenas 58,10%. Desta forma, não foi possível obter os dados dos seguintes concelhos: Calheta, Corvo, Horta, Lajes das Flores, Ponta Delgada, Santa Cruz das Flores, Santa Cruz da Graciosa e Velas.

Salienta-se que o não envio de informação ao ERSAR não significa necessariamente que as entidades gestoras não tenham procedido ao controlo analítico da água que fornecem, de acordo com os procedimentos estipulados nos documentos legislativos, embora se possa sugerir que é um indício forte da existência desta lacuna.

Relativamente ao incumprimento da frequência de amostragem no ano de 2003 conclui-se que na grande maioria dos concelhos da RAA a percentagem de incumprimentos relativa ao número de análises regulamentares situava-se entre 0,00 e 25,00%. A título comparativo, salienta-se o conjunto nacional cerca de 82,00% dos concelhos apresentam uma percentagem de incumprimentos aos VMA (Valores Máximos Admissíveis) entre 0,00 e 5,00%.

3.4.1. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

Os incumprimentos da frequência de amostragem, ou seja, a percentagem de análises em falta, são calculados em função do número de análises regulamentares obrigatórias, por intermédio da expressão seguinte:

$$\% \text{ de análises em falta} = \frac{\text{Número de análises em falta}}{\text{Número de análises regulamentares obrigatórias}} \times 100$$

Chama-se especial atenção para o facto do número de análises regulamentares obrigatórias de um modo geral, ser inferior ao número de análises regulamentares. O

critério para o cálculo da percentagem de análises em falta é mantido durante o período de estudo, de 2004 a 2008.

3.4.1.1. *Evolução do incumprimento da frequência de amostragem*

Ao analisar os gráficos das Figuras 3.5 e 3.6 constata-se que no ano de 2008 a tendência de redução da percentagem de análises em falta registada manteve o mesmo padrão verificado nos três anos anteriores. Com efeito, se a redução verificada em 2004 e em 2005 foi muito significativa, da ordem de 22,01% e 9,47% respectivamente, em 2008 esta redução apesar de não ser tão acentuada (0,25%) comparativamente ao ano imediatamente anterior (2,25%), representa um passo crucial, com vista a atingir o valor óptimo (0,00 %) a curto prazo.

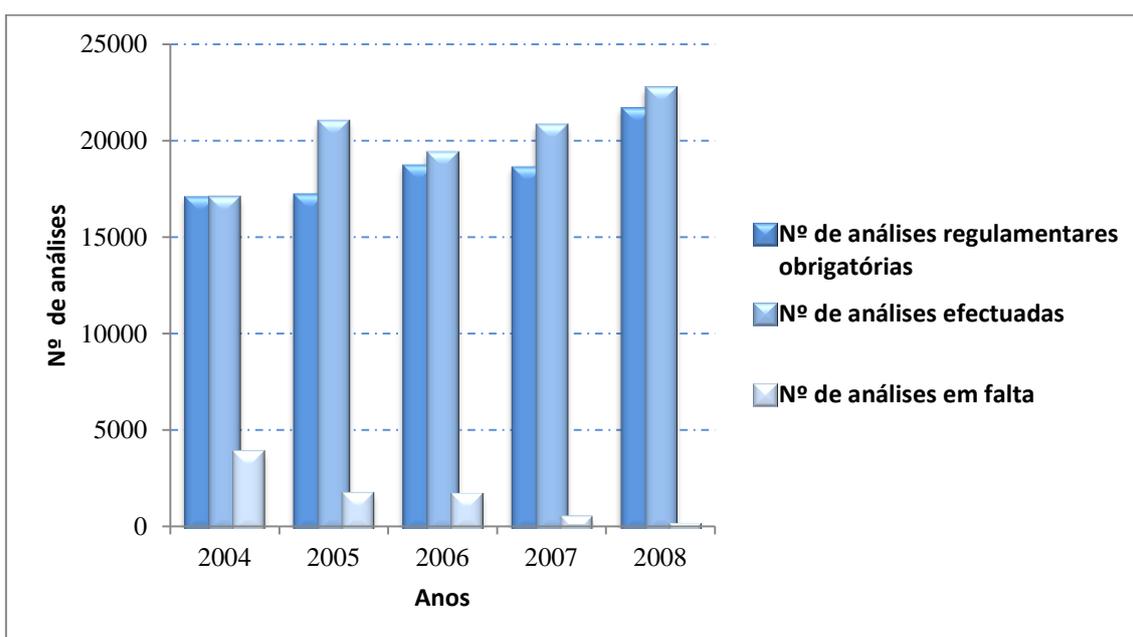


Figura 3.5 - Evolução do número de análises regulamentares obrigatórias, análises efectuadas e em falta de 2004 a 2008 na RAA.

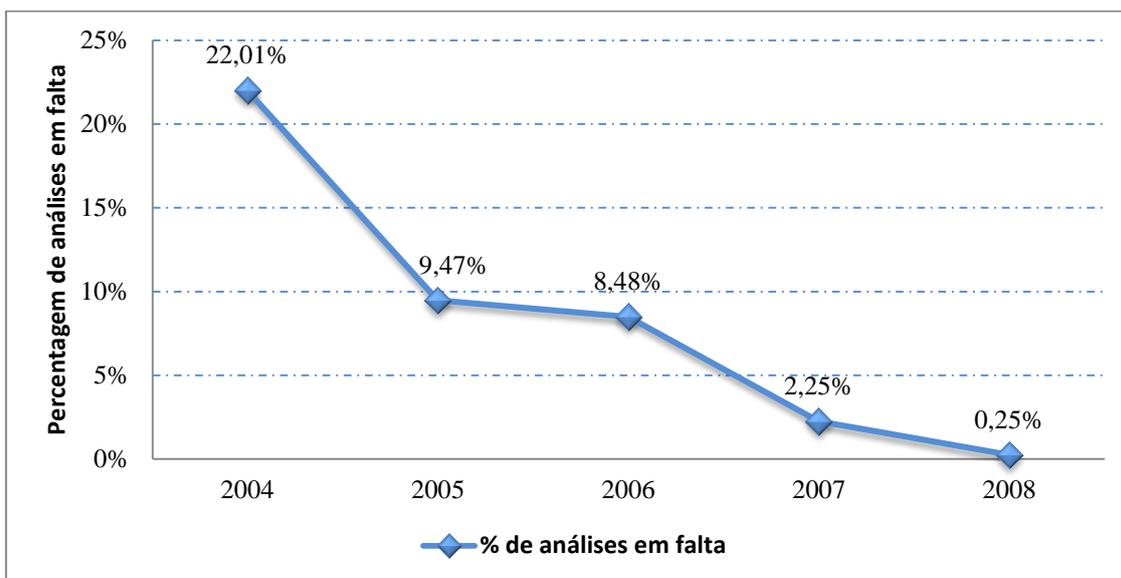


Figura 3.6 - Percentagem do número de análises em falta de 2004 a 2008 na RAA.

Esta evolução positiva deve-se a uma melhoria articulada entre os esforços feitos pelo ERSAR e pelas entidades gestoras no cumprimento das obrigações previstas na legislação em vigor. Perante estes factos, a RAA, reúne todas as condições para acompanhar os objectivos estipulados pela União Europeia relativamente ao pleno cumprimento do número de análises regulamentares obrigatórias.

No que concerne ao estudo individualizado de cada ilha do arquipélago dos Açores relativamente à evolução do número de análises regulamentares obrigatórias, análises realizadas em falta, bem como a sua percentagem de 2004 a 2008, denota-se que a ilha da Graciosa apresenta a menor percentagem de análises em falta, bem como a ilha de Santa Maria (Anexos VIII a XI). Em contrapartida, as ilhas das Flores e de São Jorge apresentam respectivamente nesta ordem, a maior percentagem de análises em falta.

No cômputo geral, observa-se um decréscimo da percentagem do número de análises em falta nos quatro anos em estudo, com a excepção da ilha do Pico (Anexos VIII a XI).

3.4.1.2. Incumprimento da frequência de amostragem por tipo de controlo

Na Tabela 3.2 apresenta-se o incumprimento da frequência mínima de amostragem, evidenciando a percentagem de análises em falta por grupo de parâmetros, a partir do número de análises regulamentares obrigatórias e do número de análises em falta. É possível assim, efectuar uma análise comparativa com os resultados obtidos de 2004 a 2008 na RAA, de que se destacam os seguintes aspectos:

- O número de análises efectuadas de um modo geral é superior ao número de análises regulamentares obrigatórias;
- O número de análises efectuadas tem vindo aumentar ao longo do período dos quatro anos em estudo, no entanto, no ano de 2006, verifica-se uma ligeira diminuição (n.º de análises: 19253), uma vez que em 2005 era superior (20869), retomando novamente o seu aumento nos próximos anos seguintes. Este aumento deve-se à maior responsabilização das entidades gestoras ao longo dos anos;
- De uma forma particular, a redução foi mais acentuada no controlo de rotina 1. Assim a percentagem de análises em falta no controlo de rotina 1 diminuiu de 13,96% para 0,33%, a do controlo de rotina 2 de 17,36% para 0,01% e a do controlo de inspecção de 28,09% para 0,40% (dados referentes aos anos de 2004 e 2008 respectivamente);

Tabela 3.2 - Análise da frequência de amostragem por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA (*Número de análises regulamentares obrigatórias).

2004				
Tipo de controlo	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Controlo de Rotina 1	4118	5274	575	13,96
Controlo de Rotina 2	7114	7240	1235	17,36
Controlo de Inspeção	6824	4421	1917	28,09
Total	18056	16935	3727	20,64
2005				
Tipo de controlo	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Controlo de Rotina 1	3726	5660	160	4,29
Controlo de Rotina 2	7094	8940	472	6,65
Controlo de Inspeção	7526	6269	986	13,10
Total	18346	20869	1618	8,82
2006				
Tipo de controlo	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Controlo de Rotina 1	4614	5194	495	10,73
Controlo de Rotina 2	7578	7929	522	6,89
Controlo de Inspeção	7680	6130	558	7,27
Total	19872	19253	1575	7,93
2007				
Tipo de controlo	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Controlo de Rotina 1	4530	5621	40	0,88
Controlo de Rotina 2	7496	8547	123	1,64
Controlo de Inspeção	7765	6513	253	3,26
Total	19791	20681	416	2,10
2008				
Tipo de controlo	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Controlo de Rotina 1	5490	5736	18	0,33
Controlo de Rotina 2	7590	8225	1	0,01
Controlo de Inspeção	8538	8628	34	0,40
Total	21618	22589	53	0,25

As Figuras 3.7 e 3.8 são um complemento aos dados que se encontram na Tabela 3.2 facilitando a visualização relativa à percentagem de análises em falta entre 2004 e 2008 por tipo de controlo na RAA.

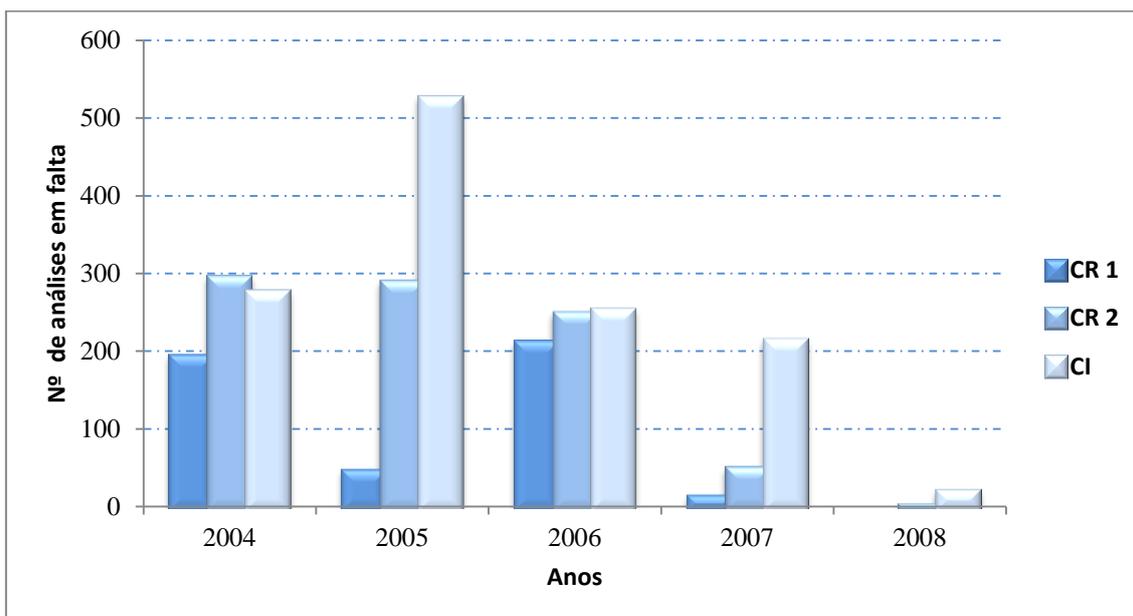


Figura 3.7 - Evolução do número de análises em falta por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA.

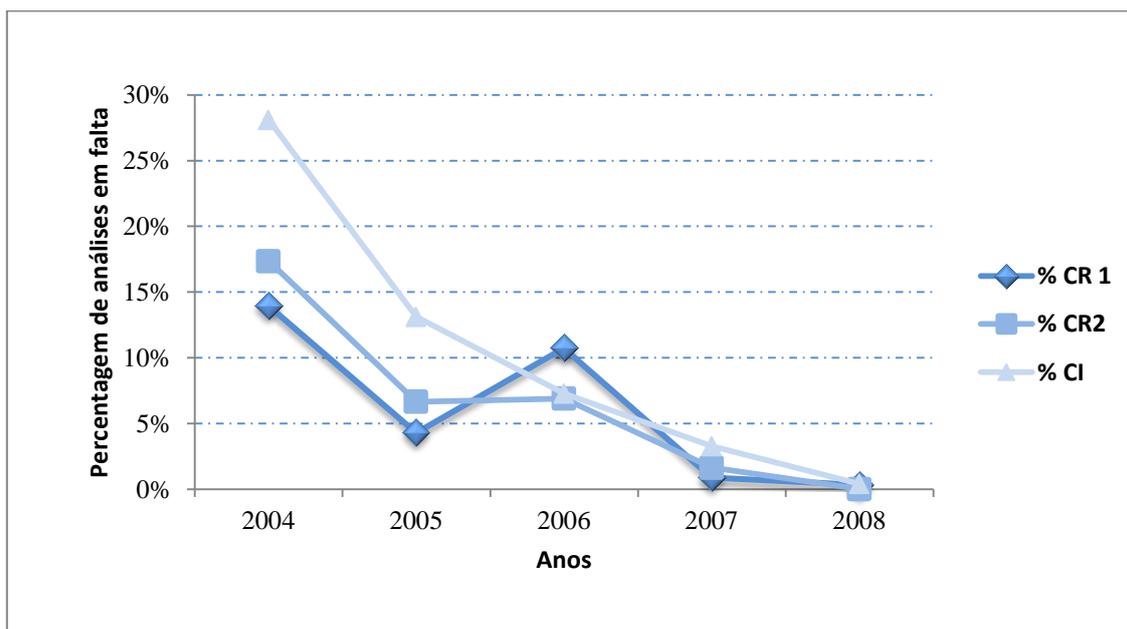


Figura 3.8 - Percentagem do número de análises em falta por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA.

Ao analisar esta informação constata-se um elevado número de análises em falta relativamente ao controlo de inspeção no ano de 2005. No que se refere a cada ilha do arquipélago dos Açores, a maior percentagem de análises em falta, por tipo de controlo, encontra-se inerente à ilha das Flores, enquanto que na ilha da Graciosa é menor relativamente às restantes ilhas (Anexos IX e X).

Através da análise da Figura 3.9, verifica-se que os parâmetros que apresentam maior percentagem de análises em falta são o *Clostridium perfringens*, os nitritos no controlo de rotina 2, os benzenos, os bromatos, os cianetos e os pesticidas. Relativamente ao *Clostridium perfringens*, este parâmetro apresentava 50,00% de análises em falta em 2004, verificando-se uma diminuição acentuada atingindo os 0,00% em 2008. O mesmo se verificou nos parâmetros referentes ao benzeno, bromatos e cianetos, que apresentavam a mesma percentagem de análises em falta em 2004 (37,72%), atingindo os 0,00% em 2008.

Do grupo parâmetros químicos, destacam-se os pesticidas com 42,77% (2004) de análises em falta e os nitritos no controlo de rotina 2 com 69,23% (2007). Relativamente aos pesticidas, a explicação mais evidente reside nos custos significativos da sua pesquisa, tendo-se registado, no entanto uma diminuição relativamente aos anos seguintes.

No que concerne aos nitritos, e dado que este parâmetro só tem determinação obrigatória com a frequência do controlo de rotina 2 quando a cloraminação é o processo de desinfecção utilizado, o que não acontece em Portugal Continental e na RAA a explicação não é tão óbvia. Com efeito, na aplicação informática é necessário configurar se a cloraminação é o processo de desinfecção utilizado, sendo que a sua não configuração determina a pesquisa dos nitritos no controlo de rotina 2. Deste modo, a explicação mais provável para esta percentagem de incumprimento à frequência de amostragem dos nitritos é uma incorrecta introdução dos dados na aplicação informática, da qual podem resultar erros de processamento (Anexo XI).

Relativamente à distribuição geográfica dos incumprimentos à frequência mínima de amostragem, observa-se que as ilhas das Flores e de São Jorge revelam uma maior percentagem de análises em falta (Anexo XI). Por seu turno, os concelhos cumpridores ou com menor percentagem de análises em falta, localizam-se preferencialmente nos grupos Oriental e Central, com excepção da ilha de São Jorge.

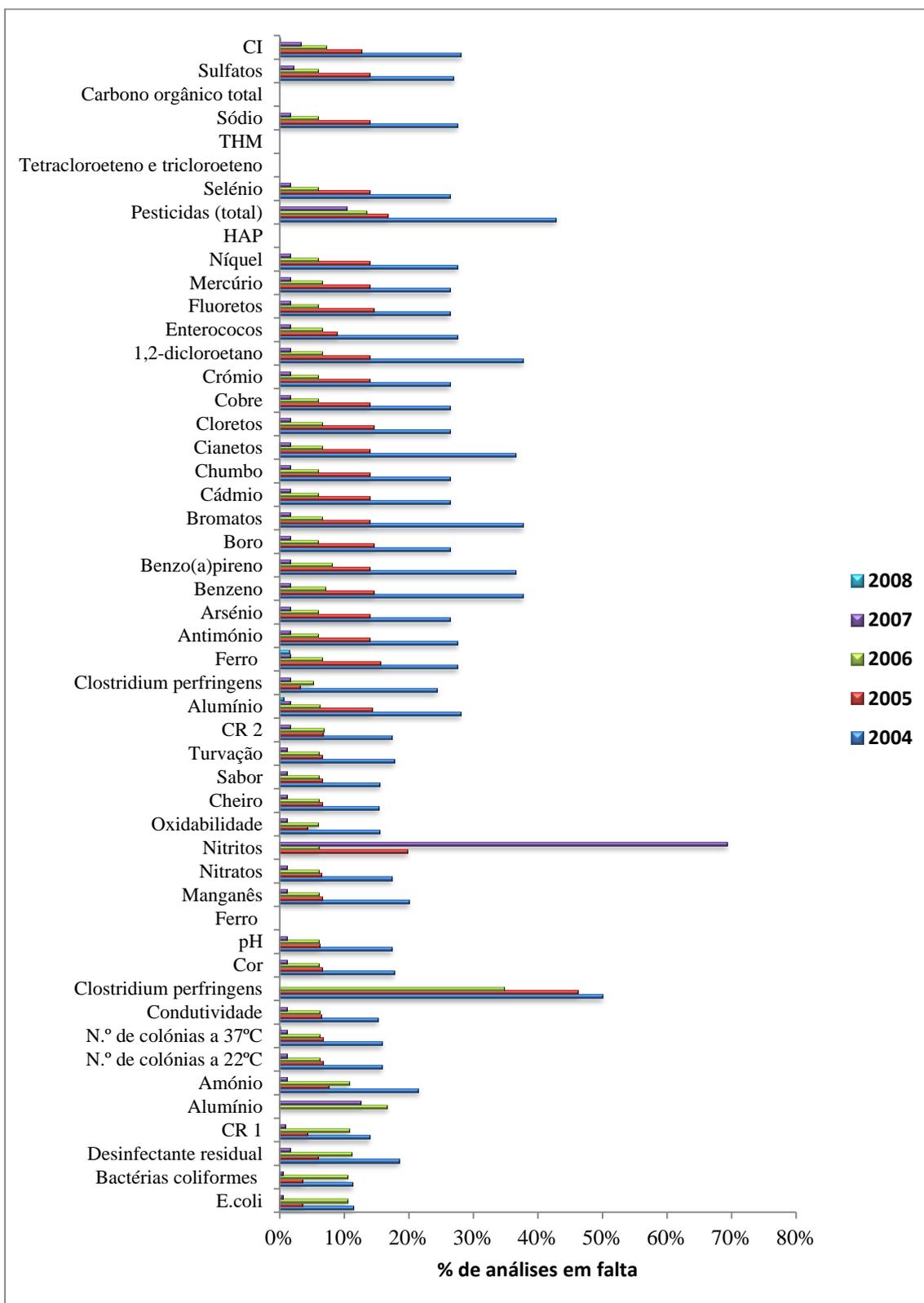


Figura 3.9 - Percentagem de análises em falta por grupo de parâmetros e por parâmetro de 2004 a 2008 na RAA.

3.4.1.3. Incumprimento da frequência de amostragem por tipo de parâmetro

Outro ângulo de análise possível é o relativo à divisão dos parâmetros em indicadores e obrigatórios. Esta divisão dos parâmetros nestes dois grupos encontra-se no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, correspondendo os parâmetros indicadores aos que constam da Parte III do Anexo I do referido diploma comunitário e os parâmetros obrigatórios aos que constam das Partes I e II do mesmo Anexo.

Na Tabela 3.3 estão detalhados, por tipo de parâmetros, os incumprimentos à frequência de amostragem. A análise desta tabela revela que a percentagem de análises em falta nos parâmetros obrigatórios é superior à verificada nos parâmetros indicadores, concentrando-se essencialmente em parâmetros orgânicos e químicos (pesticidas, benzeno, bromatos e cianetos). A razão para este facto deverá estar relacionada com os custos elevados associados à determinação analítica destes parâmetros.

Tabela 3.3 - Análise da frequência de amostragem por tipo de parâmetro de 2004 a 2008 na RAA (*Número de análises regulamentares obrigatórias).

2004				
Tipo de parâmetro	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Parâmetros obrigatórios	5488	5151	1177	21,44
Parâmetros indicadores	9541	9515	1569	16,44
Total	15029	14666	2746	18,27
2005				
Tipo de parâmetro	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Parâmetros obrigatórios	5795	6076	563	9,72
Parâmetros indicadores	9499	11151	586	6,17
Total	15294	17227	1149	7,51
2006				
Tipo de parâmetro	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Parâmetros obrigatórios	6198	5791	445	7,18
Parâmetros indicadores	9823	9858	369	3,76
Total	16021	15649	814	5,08
2007				
Tipo de parâmetro	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Parâmetros obrigatórios	6232	6165	122	1,96
Parâmetros indicadores	10373	11021	107	1,03
Total	16605	17186	229	1,38
2008				
Tipo de parâmetro	N.º de análises reg. obrigatórias *	N.º de análises efectuadas	N.º de análises em falta	% de análises em falta
Parâmetros obrigatórios	7825	8021	0	0
Parâmetros indicadores	12306	13078	32	0,26
Total	20131	21099	32	0,16

Considerando a evolução ao longo dos anos em estudo, regista-se a descida da percentagem de análises em falta em ambos os tipos de parâmetros, sendo que foi nos parâmetros obrigatórios que a descida foi mais acentuada: de 21,44% (2004) para 0,00% (2008) (Anexo XII).

3.4.2. VALORES PARAMÉTRICOS

Os incumprimentos do valor paramétrico são calculados com base nos resultados analíticos fornecidos pelas entidades gestoras e tendo em consideração os valores paramétricos estabelecidos no Anexo I do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. A expressão que permite determinar a percentagem de análises em incumprimento do valor paramétrico (VP) é:

$$\% \text{ de análises em incumprimento ao VP} = \frac{\text{Número de análises em incumprimento}}{\text{Número de análises efectuadas com VP}} \times 100$$

À semelhança do registado com os incumprimentos da frequência de amostragem, também os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 6,68% em 2004 para 4,45% em 2008, conforme ilustra a Figura 3.10 e a Figura 3.11.

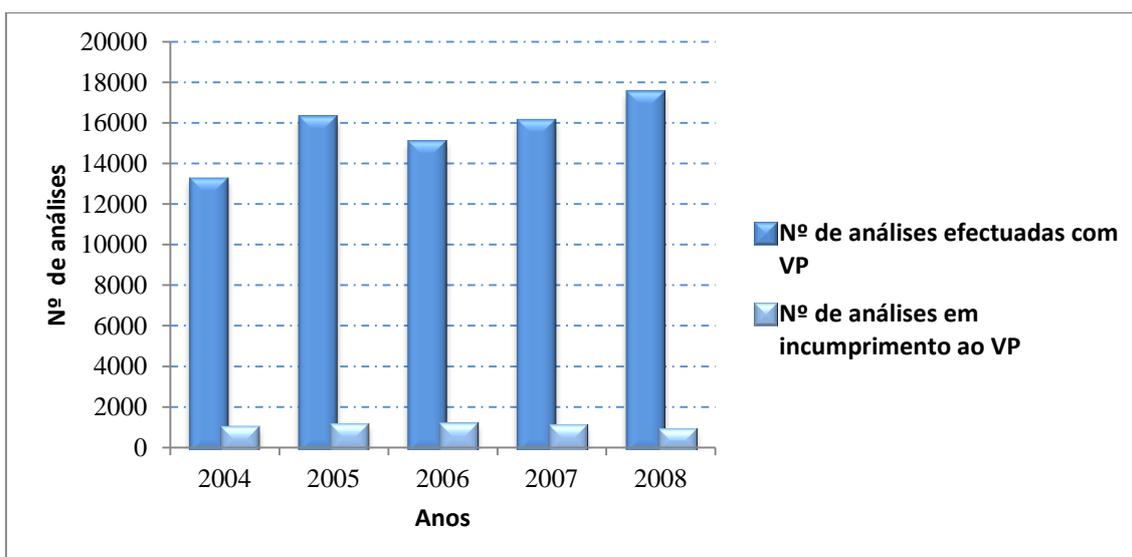


Figura 3.10 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos de 2004 a 2008 na RAA.

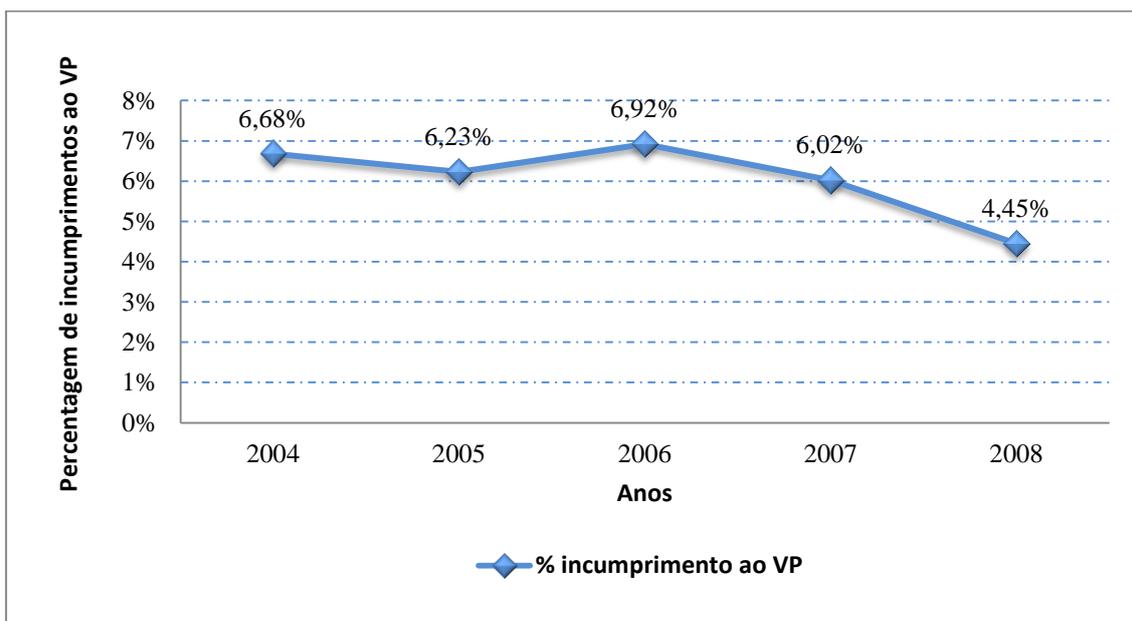


Figura 3.11 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos de 2004 a 2008 na RAA.

No que concerne ao estudo individualizado de cada ilha do arquipélago dos Açores relativamente à evolução e percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos verifica-se que a ilha de Santa Maria apresenta a menor percentagem, que no período em estudo diminuiu de 1,14% (2004) para 0,64% (2008) (Anexo XIII). Em contrapartida, a ilha das Flores apresenta a maior percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos (17,23% em 2004 e 10,98% em 2008) (Anexo XIII).

Na Tabela 3.4 são apresentados os números dos incumprimentos dos valores paramétricos, por tipo de controlo, de 2004 a 2008 na RAA.

Comparando os dados obtidos de 2004 a 2008, sobressaem os seguintes aspectos:

- A percentagem de incumprimentos dos valores paramétricos decresceu ao longo dos quatro anos em estudo, de 6,68% (2004) para 4,45% (2008);
- A avaliação da evolução da percentagem de incumprimento dos valores paramétricos, comparativamente entre 2004 e 2008, permite detectar que a redução verificada foi transversal aos três tipos de controlo, sendo que no controlo de rotina 1 foi mais acentuada (Figura 3.12). Assim a percentagem de análises em incumprimento aos valores paramétricos no controlo de rotina 1

diminuiu de 19,55% (2004) para 17,34% (2008), a do controlo de rotina 2 de 1,69% (2004) para 0,68% (2008) e a do controlo de inspeção de 1,77% (2004) para 0,91% (2008) (Figura 3.13) (Anexos XIV a XVI);

Tabela 3.4 - Análise dos incumprimentos aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA.

2004			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3653	714	19,55
Controlo de Rotina 2	5972	101	1,69
Controlo de Inspeção	3495	62	1,77
Total	13120	877	6,68
2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3828	799	20,87
Controlo de Rotina 2	7480	155	2,07
Controlo de Inspeção	4845	50	1,03
Total	16153	1004	6,22
2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3508	796	22,69
Controlo de Rotina 2	6619	171	2,58
Controlo de Inspeção	4815	67	1,39
Total	14942	1034	6,92
2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3766	821	21,80
Controlo de Rotina 2	7143	69	0,97
Controlo de Inspeção	5079	73	1,44
Total	15988	963	6,02
2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3836	665	17,34
Controlo de Rotina 2	6872	47	0,68
Controlo de Inspeção	6677	61	0,91
Total	17385	773	4,45

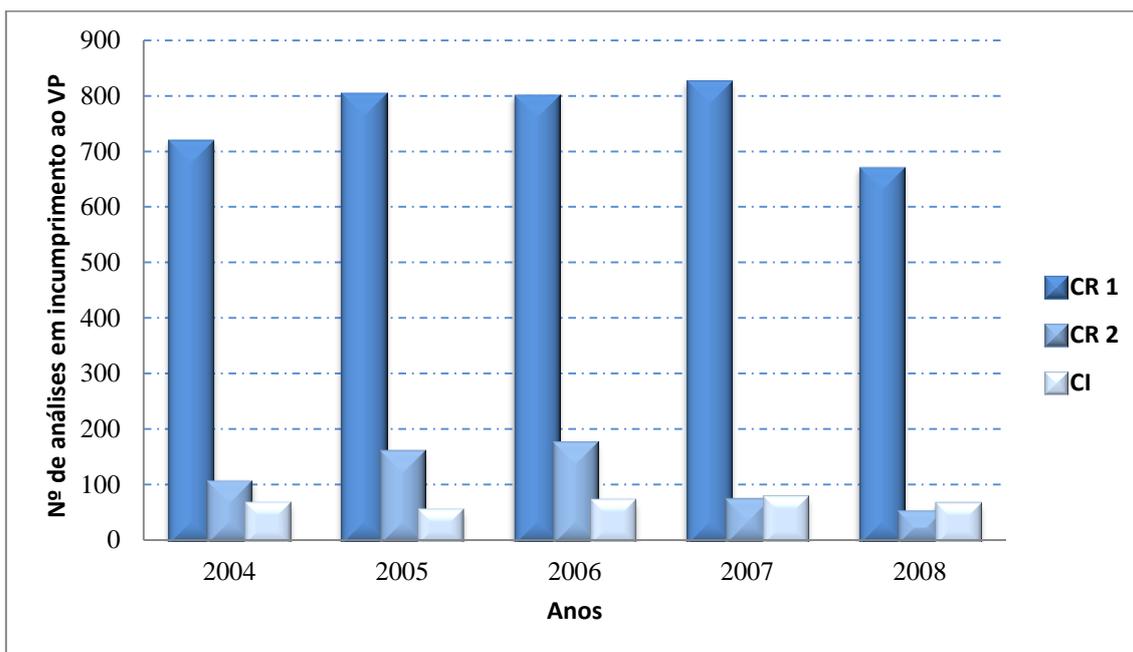


Figura 3.12 - Evolução do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA.

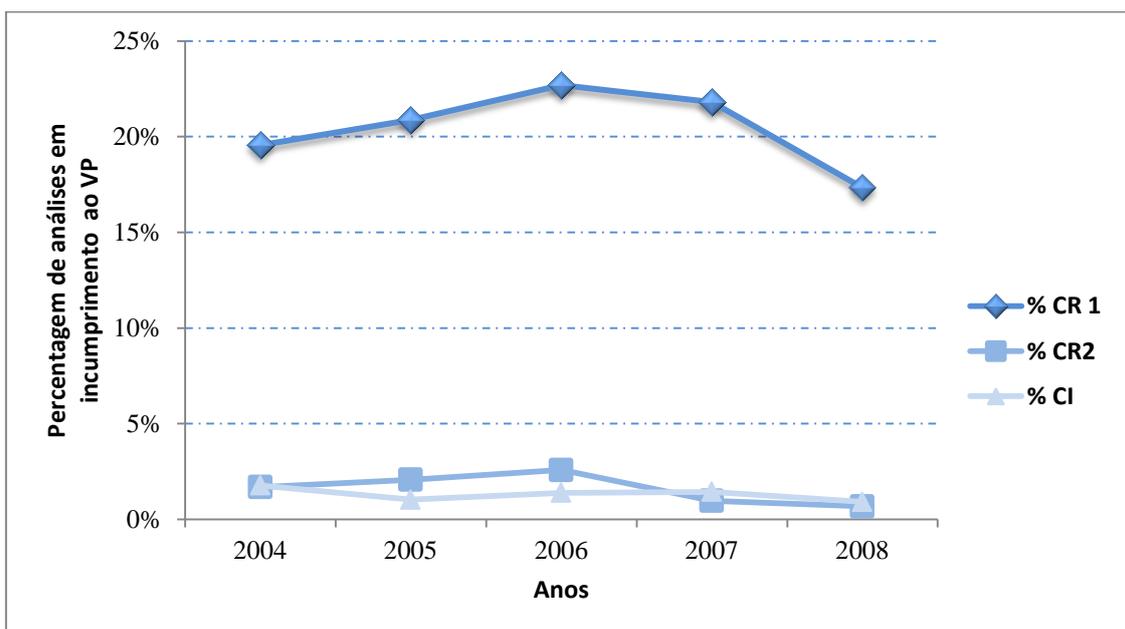


Figura 3.13 - Percentagem do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2004 a 2008 na RAA.

Uma análise da Figura 3.14, onde estão representadas as percentagens de incumprimento dos valores paramétricos por tipo de controlo e por parâmetro de 2004 a 2008, permite constatar o seguinte:

- O parâmetro *Escherichia coli*, apresentou uma ligeira melhoria na percentagem de incumprimento do valor paramétrico. Verificou-se uma tendência crescente nos primeiros quatro anos consecutivos (14,79% em 2004, 15,63% em 2005, 19,50% em 2006 e 19,86% em 2007). No ano de 2008 a percentagem de incumprimento decresceu de forma acentuada para 15,01%;
- De igual forma, o parâmetro bactérias coliformes acompanhou a tendência crescente verificada para o parâmetro *Escherichia coli* (24,29% em 2004, 25,80% em 2005 e 25,88% em 2006), no entanto nos dois anos consecutivos registou-se uma redução de 23,74% (2007) para 19,55% (2008);
- O parâmetro *Clostridium perfringens* foi, aquele que apresentou uma evolução extremamente positiva, tendo-se registado uma redução de 14,00% em 2004 para 0,00% em 2008;
- O parâmetro pH apresentou nos primeiros três anos consecutivos um aumento significativo da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico (4,41% em 2004, 15,74% em 2005 e 17,84% em 2006). De 2007 a 2008 houve sem dúvida decréscimo acentuado de 6,83% para 4,14% relativamente aos anos anteriores;
- Relativamente aos nitritos foi no ano 2007 que se registou uma percentagem de 12,50% de incumprimento;
- O ferro apresentou um aumento considerável da sua percentagem de incumprimento entre 2004 (1,46%) e 2008 (7,54%);
- Os cloretos, parâmetro que pode ser analisado no controlo de rotina 2 ou no controlo de inspeção, registou uma redução acentuada em 2008, passando para 3,23% de incumprimento comparativamente ao ano de 2004, em que se constatou uma percentagem de 12,86%;

- Os enterococos revelaram de um modo geral, uma tendência crescente de incumprimentos (14,07% em 2004, 13,11% em 2005, 20,00% em 2006 e 17,84% em 2007), com exceção do ano de 2008 (10,53%);
- Os fluoretos e o sódio melhoraram consideravelmente a percentagem de incumprimentos relativamente ao ano de 2004. Relativamente aos fluoretos verificou-se uma tendência decrescente até 2008, registando-se a menor percentagem, sendo esta de 3,21%. O sódio apresentou uma diminuição considerável da sua percentagem de incumprimento entre 2004 (9,42%) e 2008 (2,15%);
- Conclui-se que os parâmetros que apresentaram uma maior percentagem de incumprimento do valor paramétrico foram: *Escherichia coli*, bactérias coliformes e enterococos;

Realça-se ainda que a percentagem de incumprimento dos valores paramétricos reflecte, por imperativos legais, comunitários e nacionais, a qualidade da água na torneira do consumidor (IRAR, 2007). Uma vez que o estado de conservação e higienização das redes prediais pode ter influência nos resultados finais da qualidade da água, os resultados apresentados não reflectem exactamente a qualidade da água distribuída pelas entidades gestoras.

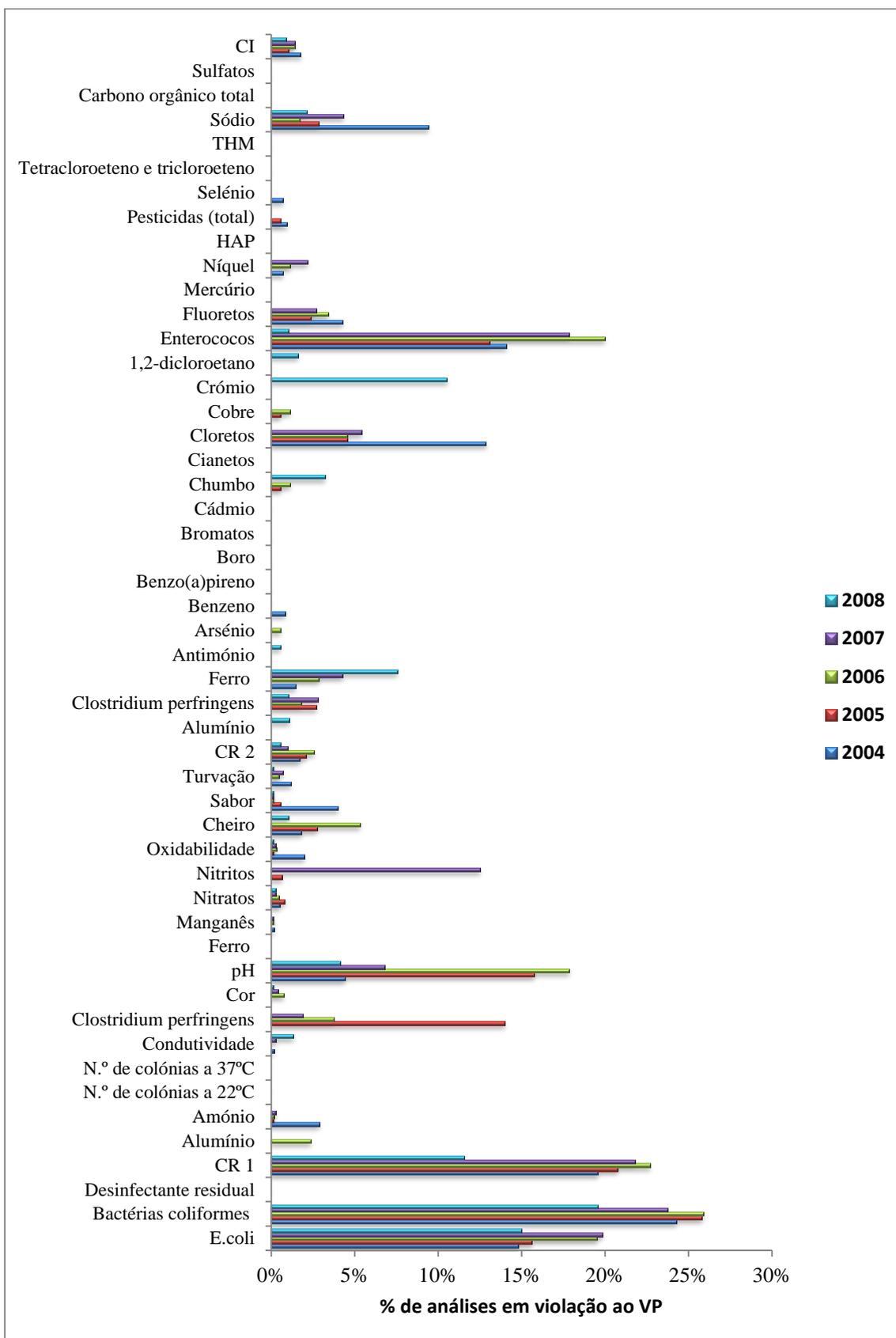


Figura 3.14 - Percentagem de análises em incumprimento do valor paramétrico por tipo de controlo e por parâmetro de 2004 a 2008 na RAA.

3.4.2.1. Incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro

Na Tabela 3.5 são apresentados os números dos incumprimentos do valor paramétrico, agrupando os parâmetros em indicadores e obrigatórios, de 2004 a 2008 na Região Autónoma dos Açores. A análise dos dados constantes da referida tabela, conjugada com a informação dos gráficos em anexo (Anexos XVII e XVIII), permite verificar que, apesar de serem significativos os incumprimentos dos valores paramétricos dos parâmetros obrigatórios, é no conjunto dos indicadores que se concentra a grande maioria dos incumprimentos. Os parâmetros bactérias coliformes, pH, ferro, cloretos e sódio são responsáveis por maior percentagem dos incumprimentos dos valores paramétricos ocorridos no grupo dos indicadores. No que concerne aos parâmetros obrigatórios, os incumprimentos relativos à *Escherichia coli* e aos enterococos correspondem a maior percentagem.

Tabela 3.5 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro de 2004 a 2008 na RAA.

2004			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	5099	308	6,04
Parâmetros indicadores	7983	569	7,13
Total	13082	877	6,70
2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	6497	334	5,14
Parâmetros indicadores	9502	648	6,82
Total	15999	982	6,14
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	6192	393	6,35
Parâmetros indicadores	8487	598	7,05
Total	14679	991	6,75
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	6580	420	6,38
Parâmetros indicadores	9405	543	5,77
Total	15985	963	6,02
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	6397	448	7,00
Parâmetros indicadores	8840	705	7,98
Total	15237	1153	7,57

3.5. CARACTERIZAÇÃO POR CONCELHO

A informação da qualidade da água para consumo humano, por zona de abastecimento, para todos os concelhos da Região Autónoma dos Açores está disponível no sítio do ERSAR (www.ersar.pt).

A divisão administrativa do arquipélago contempla dezanove concelhos, como se pode constatar na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Divisão administrativa concelhia na RAA.

Divisão administrativa	
Ilha	Concelho
Santa Maria	Vila do Porto
São Miguel	Lagoa
	Nordeste
	Ponta Delgada
	Povoação
	Ribeira Grande
	Vila Franca do Campo
Terceira	Angra do Heroísmo
	Vila da Praia da Vitória
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa
São Jorge	Calheta
	Velas
Pico	Lajes do Pico
	Madalena
	São Roque do Pico
Faial	Horta
Flores	Lajes das Flores
	Santa Cruz das Flores
Corvo	Vila do Corvo

Os modelos de gestão de serviços de água nestes dezanove concelhos, obedecem a dois tipos diversos (Tabela 3.7): 17 sistemas geridos pelas próprias e dois serviços municipalizados (Ponta Delgada e Angra do Heroísmo). No Anexo XIX encontram-se discriminados os incumprimentos relativos aos valores paramétricos por concelho da RAA. A lista de parâmetros utilizada para tal caracterização também encontra-se em anexo (Anexos XX e XXI).

Tabela 3.7 - Entidades gestoras por concelho na RAA.

Concelho	Entidade Gestora
Angra do Heroísmo	Serviços Municipalizados de Angra de Heroísmo
Calheta	Câmara Municipal de Calheta de São Jorge
Corvo	Câmara Municipal de Corvo
Horta	Câmara Municipal de Horta
Lagoa	Câmara Municipal de Lagoa
Lajes das Flores	Câmara Municipal de Lajes das Flores
Lajes do Pico	Câmara Municipal de Lajes do Pico
Madalena	Câmara Municipal de Madalena
Nordeste	Câmara Municipal de Nordeste
Ponta Delgada	Serviços Municipalizados de Ponta Delgada (SMAS)
Povoação	Câmara Municipal de Povoação
Ribeira Grande	Câmara Municipal de Ribeira Grande
Santa Cruz da Graciosa	Câmara Municipal de Santa Cruz da Graciosa
Santa Cruz das Flores	Câmara Municipal de Santa Cruz das Flores
São Roque do Pico	Câmara Municipal de São Roque do Pico
Velas	Câmara Municipal de Velas
Vila da Praia da Vitória	Câmara Municipal de Vila da Praia da Vitória
Vila do Porto	Câmara Municipal de Vila do Porto
Vila Franca do Campo	Câmara Municipal de Vila Franca do Campo

4. CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DA POVOAÇÃO

4.1. PROGRAMA DE CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O controlo da qualidade da água é um instrumento de verificação de potabilidade da água e da avaliação dos riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água possam representar para a saúde humana, incluindo a elaboração de um plano de controlo da qualidade da água (PCQA), que inclui todos os passos representados nas Figuras 4.1 e 4.2 e a colheita e análise laboratorial de amostras de água, que pressupõe a prévia identificação de laboratórios de referência para o encaminhamento das amostras.

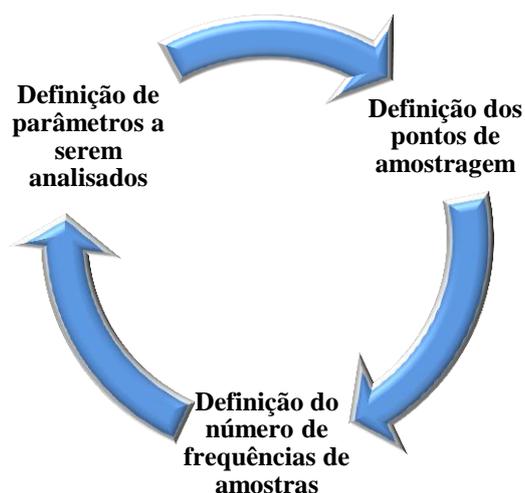


Figura 4.1 - Fluxograma das actividades inerentes à elaboração de um PCQA – Parte I (fonte: Simas *et al.*, 2005).

Na elaboração de um do PCQA deverão ser contemplados, sempre que possível, os aspectos referidos na Figura 4.2.

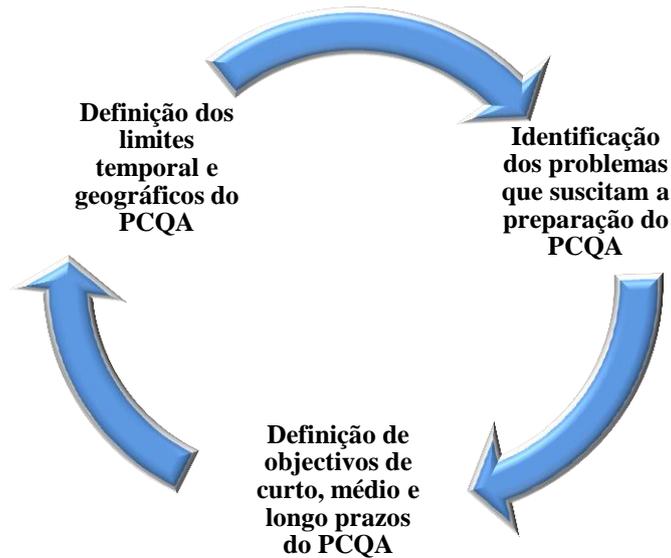


Figura 4.2 - Fluxograma das actividades inerentes à elaboração de um PCQA – Parte II (fonte: Simas *et al.*, 2005).

O PCQA deve ser orientado, de entre outros, pelos seguintes aspectos:

- Análise de cadastro e inspecções;
- Representatividade espacial e temporal;
- Densidade populacional;
- Locais estratégicos (população vulnerável, como hospitais, creches, escolas e outras instituições similares);

O diagnóstico do uso e ocupação do solo na bacia de captação é uma ferramenta essencial para a identificação dos parâmetros a serem privilegiados num PCQA. Por exemplo, onde existem actividades agrícolas intensas torna-se essencial a análise de parâmetros tóxicos de origem agrícola. A avaliação da água tratada visa a verificação do atendimento sistemático, ao longo do tempo, do padrão de potabilidade, apresentando-se também como um mecanismo indispensável de controlo dos processos de tratamento empregados (Guerreiro *et al.*, 2002; Mendes *et al.*, 2004).

Ao elaborar-se um PCQA deve-se ter em especial atenção algumas informações úteis relativamente às características específicas do local ou das formas de abastecimento, tais como a utilização de mapas, plantas e identificação da população abastecida pela rede de água. A utilização de mapas tem por objectivo facilitar a visualização das informações necessárias para auxiliar na definição do PCQA,

permitindo a visualização da distribuição espacial dos reservatórios de distribuição, nascentes, pontos de colheita/amostragem e zonas de abastecimento.

Com vista a garantir a eficiência e qualidade da água para consumo humano, a execução da sua monitorização requer um planeamento preciso e adequado às condições inerentes a este procedimento. Sendo assim, sugerem-se diversos aspectos que deverão ser observados no processo de colheita de amostras, de acordo com três etapas principais (Figura 4.3).



Figura 4.3 - Etapas da programação de colheita de amostras.

Etapa 1 – Planeamento

- Com base no PCQA, estipular a periodicidade da monitorização dos sistemas de abastecimento;
- Seleccionar os pontos de amostragem (endereços de colheita) e definir um roteiro a se seguir;
- Definir os tipos de análises e ou medições em campo a serem realizadas para fins de previsão dos materiais e equipamentos necessários, bem como eventuais procedimentos para a conservação de amostras;

Etapa 2 – Infra –estrutura

- Escolha dos tipos e quantidade de frascos de colheita a serem levados a campo em função das análises a serem realizadas;
- Cuidados a ter relativamente à conservação da amostra e volume a ser recolhido;
- Verificar o prazo de validade da esterilização dos frascos;
- Seleccionar e verificar todo o equipamento ou kits de medições de campo (cloro residual total e livre e pH);
- Verificar a calibração dos equipamentos, bem como o prazo dos reagentes;

Etapa 3 – Operacional

- Higienizar a torneira de onde se pretende retirar a amostra. Essa higienização poderá ser efectuada com álcool ou hipoclorito de sódio a 2,5;
- Abrir a torneira em jacto forte, deixando a água escoar por aproximadamente 2 a 3 minutos. O objectivo deste procedimento é eliminar possíveis resíduos de desinfectante aplicados (álcool ou hipoclorito de sódio) ou outras incrustações existentes na canalização;
- Identificar os frascos de amostras e preencher com todos os dados disponíveis, incluindo o horário do início do procedimento da colheita;
- Deve-se ter o cuidado de não encher o frasco até a boca (até $\frac{3}{4}$), permitindo desta forma a homogeneização do seu conteúdo;
- Acondicionar os frascos/bolsas com amostras de água na caixa térmica;
- Fechar e lacrar a caixa térmica e enviar o material imediatamente ao laboratório;
- Respeitar o prazo máximo de transporte e realização das análises;

4.2. MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro, e mais recentemente do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, passou a constituir obrigação da Câmara Municipal da Povoação (concelho da Povoação (Anexo XXII)) a publicação dos resultados obtidos nas análises de demonstração de conformidade, acompanhados de elementos informativos que permitam avaliar o grau de cumprimento das normas de qualidade da água para consumo humano.

É necessário reconhecer que a monitorização da qualidade da água, embora constitua uma actividade fundamental, ou seja, não basta por si só como instrumento de avaliação de risco. Em primeiro lugar porque a amostragem para a monitorização da qualidade da água baseia-se em princípio estatístico e probabilístico, inevitavelmente, uma margem de erro/incerteza.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, compete à Câmara Municipal da Povoação pesquisar um conjunto de parâmetros. Tal pesquisa corresponde a efectuar análises à presença de microrganismos, a substâncias tóxicas como os metais pesados ou ainda determinadas substâncias indesejáveis, tais como os compostos da interacção do cloro com a água, em vários pontos da rede de abastecimento.

Os parâmetros analisados subdividem-se em 3 grupos:

- O primeiro grupo denomina-se CR1 (Controlo de Rotina 1) e compreende os parâmetros microbiológicos. É aquele em que os parâmetros têm que ser analisados mais frequentemente pois os eventuais perigos para a saúde pública são mais imediatos no caso de contaminação microbiológica;
- O segundo grupo denomina-se CR2 (Controlo de Rotina 2) e engloba os parâmetros organolépticos e de natureza físico-química, no qual as análises efectuadas são menos frequentes que as do grupo CR1;
- O terceiro grupo é o CI (Controlo de Inspeção) e inclui parâmetros considerados como substâncias indesejáveis e outros correspondentes a substâncias tóxicas. As análises deste grupo são feitas ainda em menor número e em intervalos de tempo mais longos;

4.3. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As entidades gestoras, neste caso a Câmara Municipal da Povoação, devem submeter ao ERSAR um Programa de Controlo da Qualidade da Água que, no mínimo garanta o cumprimento dos requisitos do Decreto-Lei em vigor para o abastecimento da água para consumo. O cumprimento dos valores paramétricos do Decreto-Lei é verificado pela análise da água que sai das torneiras dos consumidores. A frequência de amostragem é fixada em função do volume de água fornecida ou da população servida em cada zona de abastecimento.

O sistema de abastecimento de água do concelho da Povoação é composto por vários subsistemas, sendo que alguns deles são independentes entre si. Este sistema apresenta uma rede de saneamento básico, bem como condutas de água para abastecimento em boas condições, visto terem sido renovadas recentemente. A gestão de todas as captações (Anexo XXIII) e dos sistemas de distribuição, a qual serve 100,00% dos alojamentos ocupados, está a cargo da Câmara Municipal da Povoação (Câmara Municipal da Povoação, 2007).

As freguesias da Água Retorta, Faial da Terra e Nossa Senhora dos Remédios têm sistemas independentes, o mesmo não acontecendo para as restantes freguesias do concelho. Efectivamente, Furnas e Ribeira Quente têm um sistema comum, embora servidos por nascentes diferentes, o mesmo acontecendo em relação à Vila da Povoação e Lombas (Câmara Municipal da Povoação, 2007).

Todos estes sistemas de abastecimento se caracterizam pela captação de nascentes subterrâneas, num total de doze, localizadas, na sua maioria, a altitudes superiores a 500 metros (Figura 4.4).

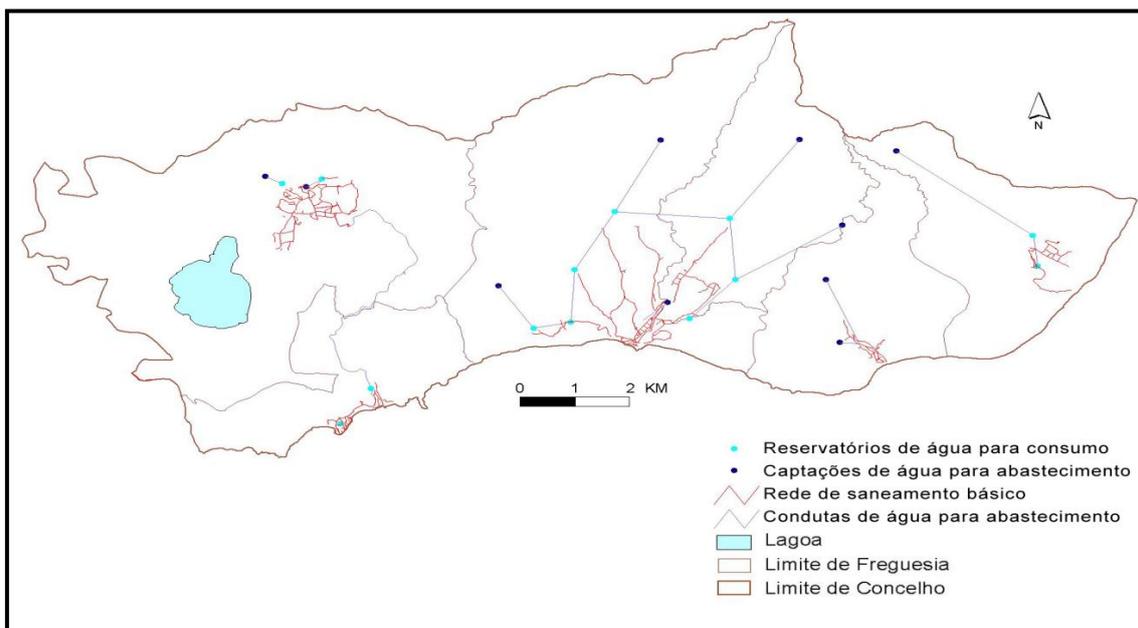


Figura 4.4 - Rede de abastecimento de água do concelho da Povoação (fonte: Câmara Municipal da Povoação *in* Plano de Controlo da Qualidade da Água - ano de 2007).

4.4. CONSTITUIÇÃO DAS ZONAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Entende-se por zona de abastecimento uma área geográfica na qual se pode considerar que a água distribuída tem uma qualidade uniforme. Embora haja uma correspondência biunívoca entre zonas de abastecimento (ZA) e sistema de abastecimento, deve ficar bem estipulado no PCQA, que em cada ZA, independentemente do número de origens, a qualidade da água é de facto uniforme (Simas *et al.*, 2005).

No concelho da Povoação foram definidas dez zonas de abastecimento (ZA), com base na alínea a) do número 1 do artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Zonas de abastecimento do concelho da Povoação (fonte: Câmara Municipal da Povoação *in* Plano de Controlo da Qualidade da Água - ano de 2007).

Identificação por Zona	Zona	Freguesia
01	Fagundas/Terra Chã	Água Retorta
02	Burguete	Faial da Terra
03	Faial da Terra	Faial da Terra
04	Lomba do Alcaide/Pé do Salto/Comissão/Morro/Lomba dos Pós	Nossa Senhora dos Remédios/Vila da Povoação
05	Lomba do Loução	Nossa Senhora dos Remédios
06	Vila da Povoação	Vila da Povoação
07	Lomba do Pomar/Lomba do Botão/Lomba do Carro/Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação
08	Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação
09	Fogo/Ribeira	Ribeira Quente
10	Furnas	Furnas

4.5. CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A Câmara Municipal da Povoação teve em consideração para a caracterização das ZA, os limites geográficos das freguesias, os quais servem também de limite das ZA, os limites de algumas localidades e lugares, a população servida por ZA e o volume diário distribuído/consumido. As variações sazonais não foram, no entanto, consideradas devido à sua pouca amplitude e fraco impacte nos caudais (Câmara Municipal da Povoação, 2007).

Na Tabela 4.2 apresenta-se a população servida por ZA na área da Câmara Municipal da Povoação (Câmara Municipal da Povoação, 2007).

Tabela 4.2 - População Servida (fonte: Câmara Municipal da Povoação *in* Plano de Controlo da Qualidade da Água - ano de 2007).

Identificação por Zona	Zona	Freguesia	População por freguesia	%	População por zona
01	Fagundas/Terra Chã	Água Retorta	497	100,00	497
02	Burguete	Faial da Terra	377	6,60	25
03	Faial da Terra	Faial da Terra	377	93,40	352
04	Lomba do Alcaide/Pé do Salto/Comissão/Morro/Lomba dos Pós	Nossa Senhora dos Remédios	1041	66,60	684
		Vila da Povoação	2441	28,00	
05	Lomba do Loução	Nossa Senhora dos Remédios	1041	73,20	762
06	Vila da Povoação	Vila da Povoação	2441	34,30	837
07	Lomba do Pomar/Lomba do Botão/Lomba do Carro/Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação	2441	44,20	1080
08	Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação	2441	6,10	150
09	Fogo/Ribeira	Ribeira Quente	798	100,00	798
10	Furnas	Furnas	1541	100,00	1541

Os valores obtidos para os volumes anuais distribuídos no concelho da Povoação correspondem à captação média diária de 200 litros consumidos em cada zona de abastecimento no período entre Janeiro e Setembro de 2005, uma vez que não existem dados dos volumes de caudal à entrada e à saída de todos os reservatórios (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Volume médio diário de consumos coleccionados pelo Serviço de Águas para as ZA do concelho da Povoação entre Janeiro e Outubro de 2005 (fonte: Câmara Municipal da Povoação *in* Plano de Controlo da Qualidade da Água - ano de 2007).

Identificação por Zona	Zona	Freguesia	m³ consumidos/dia
01	Fagundas/Terra Chã	Água Retorta	100,00
02	Burguete	Faial da Terra	5,00
03	Faial da Terra	Faial da Terra	70,40
04	Lomba do Alcaide/Pé do Salto/Comissão/Morro/Lomba dos Pós	Nossa Senhora dos Remédios/Vila da Povoação	136,80
05	Lomba do Loução	Nossa Senhora dos Remédios	152,40
06	Vila da Povoação	Vila da Povoação	167,40
07	Lomba do Pomar/Lomba do Botão/Lomba do Carro/Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação	216,00
08	Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação	30,00
09	Fogo/Ribeira	Ribeira Quente	159,60
10	Furnas	Furnas	308,20

Todas as origens da água do concelho da Povoação são nascentes de água subterrânea, sendo que nos casos das ZA de Furnas e Ribeira Quente (Fogo e Ribeira), existe um processo de bombagem desde a origem até aos reservatórios localizados a uma cota superior (Tabela 4.4). O tratamento que actualmente se efectua em algumas nascentes é físico. No entanto, esta autarquia procedeu à instalação de um sistema de desinfecção de água em todos os reservatórios concelhios no ano de 2008, uma vez que o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto assim o obrigava.

Tabela 4.4 - Relação das ZA com as origens da água – nascentes (fonte: Câmara Municipal da Povoação *in* Plano de Controlo da Qualidade da Água - ano de 2007).

Identificação por Zona	Zona de Abastecimento	Nascentes		
01	Água Retorta	Lomba da Erva 1	Lomba da Erva 2	2
02	Burguete	Sanguinho		1
03	Faial da Terra	Passal		1
04	Lomba do Alcaide/Pé do Salto/Comissão/Morro/Lomba dos Pós	Labaçal		1
05	Lomba do Loução	Grotinha do Pico Verde		1
06	Vila da Povoação	Rocha Alta		1
07	Lomba do Pomar/Lomba do Botão/Lomba do Carro/Lomba do Cavaleiro	Espigão da Ponte		1
08	Lomba do Cavaleiro	Espigão Torto	Lomba do Carro	2
09	Fogo/Ribeira	Dizimo		1
10	Furnas	Glória Patri		1

No concelho da Povoação a monitorização é realizada através de amostragens mensais, em pontos de colheita distintos na rede de distribuição, de acordo com o Plano de Controlo de Qualidade (PCQA) aprovado pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR). A rede de colheita engloba 13 reservatórios e 102 pontos estratégicos, do ponto de vista da distribuição da água, que se repartem pelas 10 zonas de abastecimento da freguesia do concelho de acordo com a sua população abastecida (Figura 4.5).

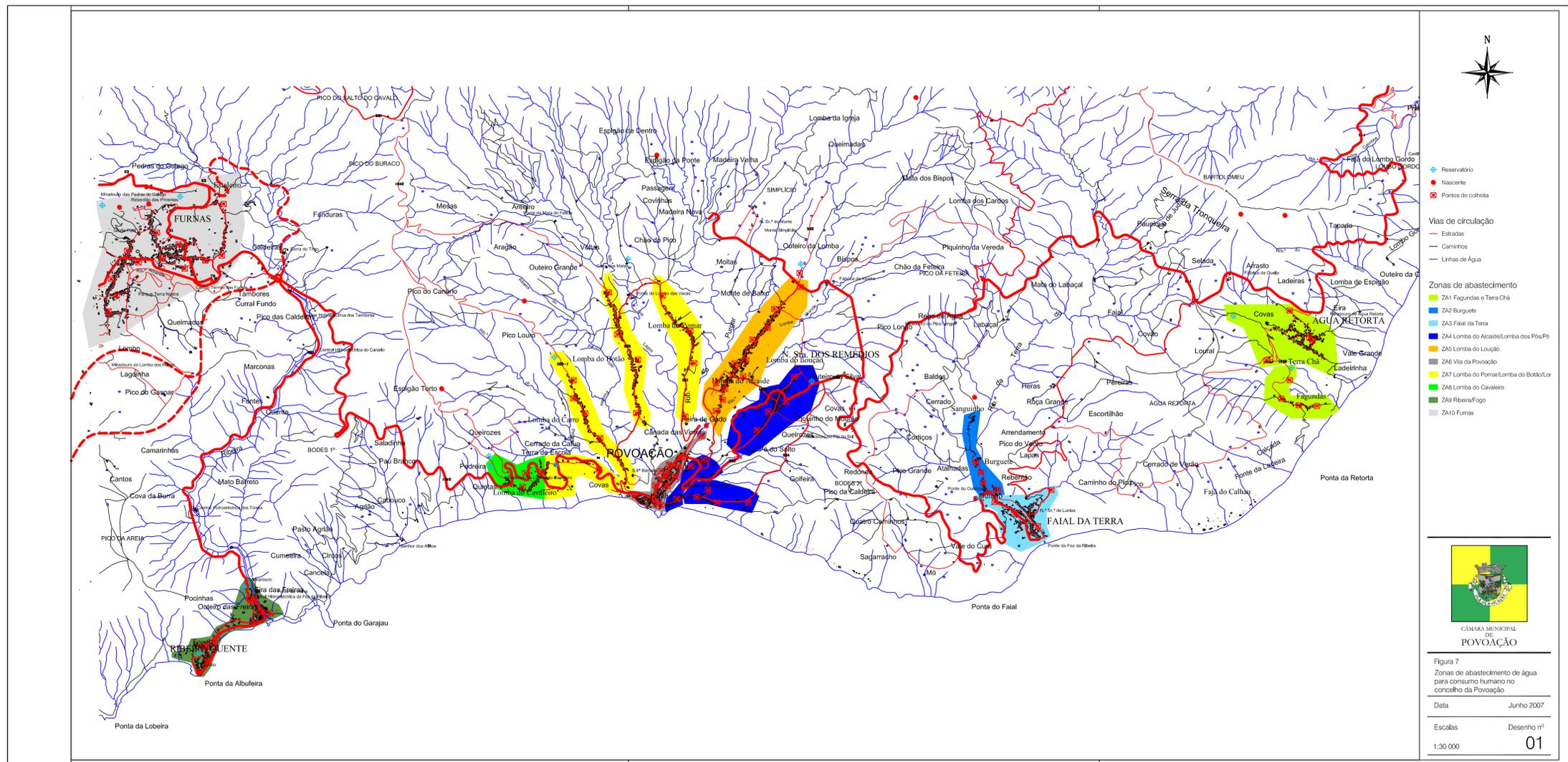


Figura 4.5 - Mapa geral das zonas de abastecimento do concelho da Povoação.

O número de pontos de colheita por rede de distribuição é definido de acordo com a dimensão da área de influência do sistema, da população abastecida nessa área, do volume de água fornecido e alterado em função do crescimento/diminuição da população servida. A designação dos pontos de amostragem e respectiva localização pode ser visualizada na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Pontos de Amostragem existentes no sistema de distribuição de água da Câmara Municipal da Povoação (fonte: Câmara Municipal da Povoação *in* Plano de Controlo da Qualidade da Água - ano de 2007).

Redes de Distribuição	Designação das Zonas	Identificação dos Pontos de Amostragem por zona	N.º de Pontos de Amostragem	Freguesia Abastecida
Zona de abastecimento 01	Fagundas/Terra Chã	01 a 06; 97 a 102	12	Água Retorta
Zona de abastecimento 02	Burguete	07 a 12	6	Faial da Terra
Zona de abastecimento 03	Faial da Terra	13 a 18	6	Faial da Terra
Zona de abastecimento 04	Lomba do Alcaide/Pé do Salto/Comissão/Morro/Lomba dos Pós	19 a 30	12	Nossa Senhora dos Remédios/Vila da Povoação
Zona de abastecimento 05	Lomba do Loução	31 a 42	12	Nossa Senhora dos Remédios
Zona de abastecimento 06	Vila da Povoação	43a 54	12	Vila da Povoação
Zona de abastecimento 07	Lomba do Pomar/Lomba do Botão/Lomba do Carro/Lomba do Cavaleiro	55 a 66	12	Vila da Povoação
Zona de abastecimento 08	Lomba do Cavaleiro	67 a 72	6	Vila da Povoação
Zona de abastecimento 09	Fogo/Ribeira	73 a 84	12	Ribeira Quente
Zona de abastecimento 10	Furnas	85 a 96	12	Furnas

O armazenamento de água é recomendado quando não há disponibilidade do abastecimento contínuo directo da rede de abastecimento. Assim, os reservatórios, devem preservar rigorosamente a qualidade da água do sistema de abastecimento (Simas *et al.*, 2005). Três aspectos devem ser levados em consideração em relação a esta etapa do abastecimento da água: o material constituinte do equipamento, dimensionamento do sistema e a sua manutenção adoptada.

Relativamente ao tipo de material dos reservatórios (Figuras 4.6 e 4.7), do concelho da Povoação, estes são constituídos por cimento e ferro galvanizado e abastecidos por energia solar. Além do material que os constitui, o seu dimensionamento é considerável, pois este deve ser proporcional ao número de consumidores, não permitindo que a água permaneça estagnada por longos períodos, bem como também não comprometa o fornecimento de água em termos quantitativos.



Figura 4.6 - Reservatório no concelho da Povoação.



Figura 4.7 - Painel solar no reservatório (concelho da Povoação).

O período alongado de grandes quantidades de água parada e sem protecção pode tornar os reservatórios fontes de contaminação química, física e microbiológica (Mendes *et al.*, 2004). A manutenção dos reservatórios é executada mensalmente com vista a minimizar a proliferação de algas e bactérias causadoras de danos à saúde pública.

Segundo Simas *et al.*, (2005) a água proveniente das captações pode sofrer deterioração da sua qualidade no sistema de distribuição, o que pode ser devido à introdução de água contaminada no sistema de distribuição, particularmente se existirem defeitos estruturais nos reservatórios, quebras de pressão ou roturas nas condutas. Sendo assim o tratamento químico torna-se obrigatório nos reservatórios por via da cloração com hipoclorito de sódio. Os 13 reservatórios (Figuras 4.8 e 4.9) monitorizados apresentam um sistema químico baseado na adição automática deste composto químico.



Figura 4.8 - Sistema automático de adição de hipoclorito de sódio (concelho da Povoação).



Figura 4.9 - Equipamento responsável pelo sistema automático de adição do desinfetante.

Depois da desinfecção, o controlo dos reservatórios é efectuado pela utilização de equipamentos específicos que permitem a medição de alguns parâmetros como o cloro residual livre, pH e condutividade (Figura 4.10). Este procedimento acarreta uma maior eficiência no tratamento das águas, pois caso haja subdosagem de hipótese de

contaminação com microrganismos será muito menor devido ao controlo ser rigoroso, bem como no caso de excesso de hipoclorito de sódio que poderá ocasionar a intoxicação dos consumidores. A manutenção dos equipamentos é realizada de forma adequada, o que evita a diminuição da sua vida útil.



Figura 4.10 - Kit de equipamento de medição de parâmetros específicos (concelho da Povoação).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi desenvolvido no concelho da Povoação, que engloba um total de seis freguesias. Por intermédio de contactos institucionais com a Câmara Municipal da Povoação e pelos serviços de saúde pública local, seleccionou-se um período de análise de dez anos (2000 a 2009), permitindo assim uma avaliação à escala do concelho em questão do estado da qualidade da água para consumo humano e a distinção de zonas críticas, propiciadoras a implicações para a saúde pública.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS SELECIONADOS

Nas freguesias em estudo foram seleccionados todos os reservatórios de água, pontos de amostragem e zonas de abastecimento contempladas pelo programa de controlo de qualidade da água (PCQA) para consumo humano, evitando assim, resultados erróneos deste estudo com os dados de pesquisas já realizadas.

Os reservatórios e os pontos de amostragem seleccionados no presente estudo estão distribuídos em áreas estratégicas de uma forma a contemplar todas as freguesias do concelho da Povoação. Ao todo, foram seleccionados 13 reservatórios (Anexo XXIV), 102 pontos de amostragem, que se repartiam por 10 zonas de abastecimento de acordo com a sua população abastecida (Anexo XXV).

Após a compilação dos resultados dos boletins de análises relativos ao controlo da qualidade da água para o consumo humano, no período de dez anos em estudo, pretendeu-se agrupar a informação por datas e zonas específicas. Constatou-se que as análises efectuadas à água para controlo, nos anos de 2000 a 2004 eram realizadas nos reservatórios, enquanto que no período de 2005 a 2009, o cumprimento dos valores paramétricos passou a ser verificado pela análise da água das torneiras dos consumidores devido à legislação.

Observou-se que a actividade agro-pecuária é a principal poluidora dos recursos hídricos no concelho da Povoação. Por isso, foi importante a caracterização do entorno dos locais monitorizados, a fim de se identificar possíveis actividades que pudessem contaminar a água destinada ao consumo humano.

5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DA POVOAÇÃO

A análise dos resultados do controlo da qualidade da água para consumo humano teve dois objectivos:

- Verificar se a Entidade Gestora (Câmara Municipal da Povoação) cumpriu o número obrigatório de frequência mínima de amostragem e de análise da água destinada para consumo humano, previsto pela lei e averiguar a eficácia do seu controlo;
- Verificar se a água distribuída aos consumidores esteve em conformidade com os valores limite estipulados pela legislação referente à sua qualidade de consumo;

Estes dois aspectos foram analisados por:

- Grupos de frequência de amostragem:
 - Evolução ao longo de um período de tempo (2005 a 2009);
 - Em função da dimensão dos sistemas de distribuição;
- Parâmetros de controlo:
 - Evolução ao longo de um período de tempo (2000 a 2009);
- Entidade gestora:
 - Identificação de situações de risco para a saúde pública e suas implicações;

5.2.1. IDENTIFICAÇÃO DO NÚMERO DE ZONAS DE ABASTECIMENTO E POPULAÇÃO ABASTECIDA

O abastecimento da água em baixa no concelho da Povoação está associado à componente do sistema correspondente à distribuição até à torneira do consumidor, abrangendo igualmente os reservatórios de distribuição.

Como referido anteriormente, a distribuição da água encontra-se repartida por 10 zonas de abastecimento das seis freguesias do concelho, de acordo com a sua população abastecida (Figura 5.1). Ao analisar-se o gráfico referido verificou-se que as zonas de abastecimento ZA 07 e ZA 10 apresentavam maior número de população servida, enquanto que a zona ZA 02 possuía menor número de habitantes (25 habitantes) relativamente às restantes. Considerando a percentagem de população servida por ZA, salienta-se a existência de zonas de abastecimento de pequena dimensão (Figura 5.2).

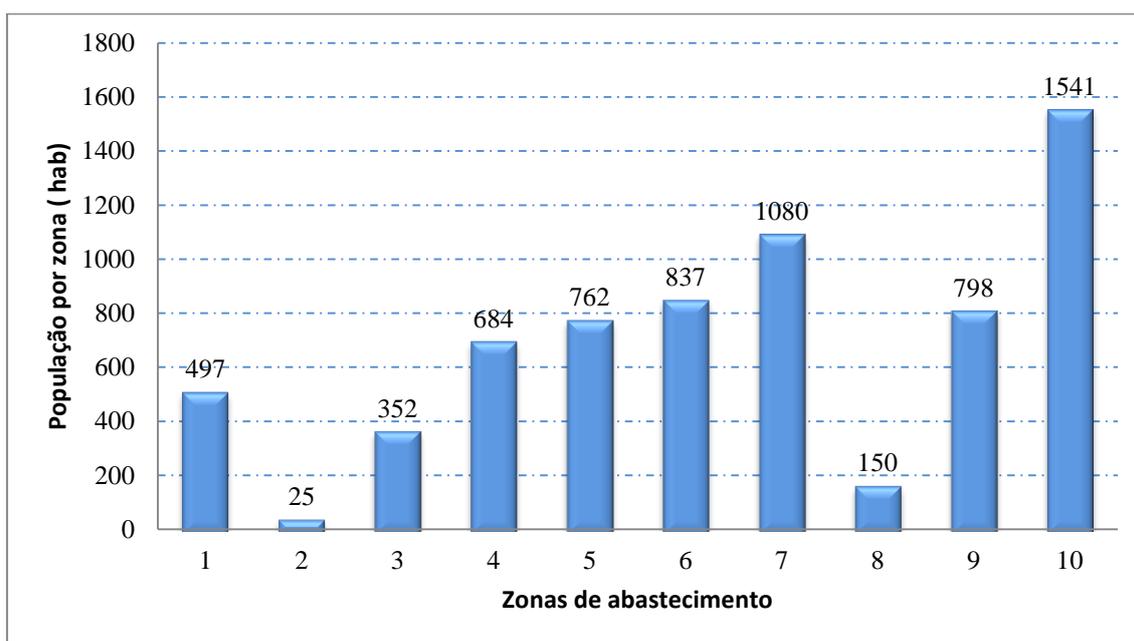


Figura 5.1 - População abastecida por zona de abastecimento no concelho da Povoação.

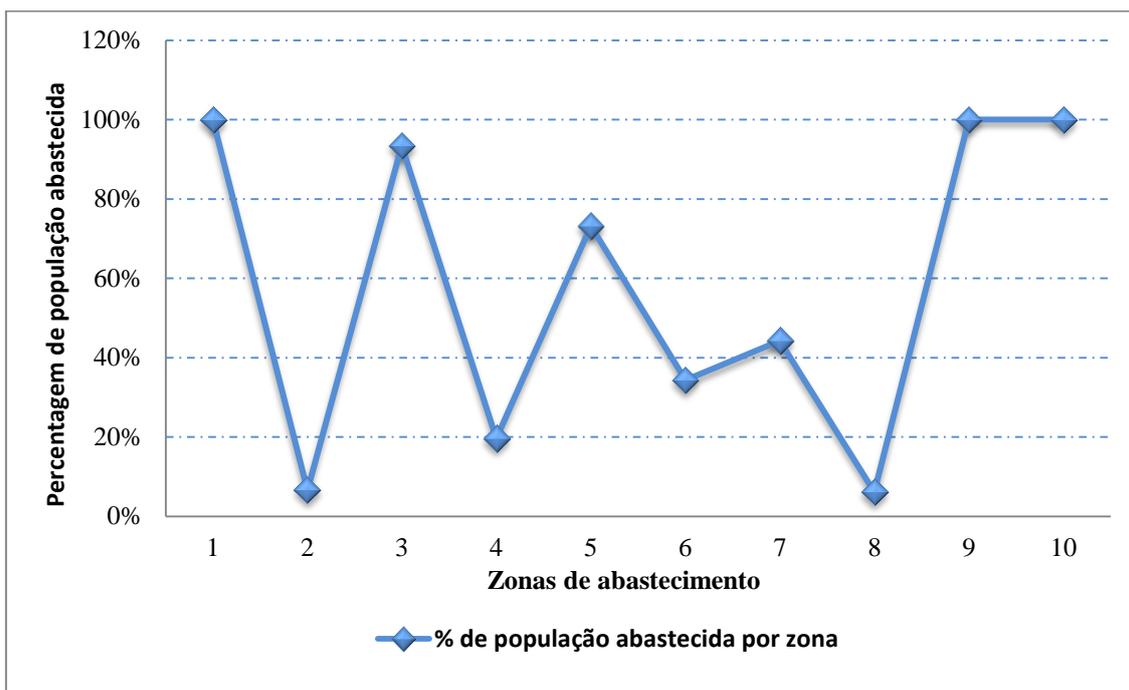


Figura 5.2 - Percentagem de população abastecida por zona de abastecimento no concelho da Povoação.

No mapa geral das zonas de abastecimento (Anexo XXV), é possível observar a distribuição geográfica das ZA, verificando-se que estas se encontram em locais estratégicos das freguesias do concelho. Como já foi salientado, a existência de pequenos sistemas de distribuição deve-se a um conjunto variado de circunstâncias, nomeadamente as características das origens de água, a topografia e a distribuição geográfica da população.

O número de zonas de abastecimento vem revelando um crescimento contínuo ao longo dos últimos anos a nível nacional, no entanto constatou-se que o número se tem mantido constante na Câmara Municipal da Povoação de 2005 a 2009.

A Figura 5.3 apresenta de forma sumária a frequência de análises realizadas no período de 2005 a 2009 em cada zona de abastecimento. Assim, fazendo uma análise comparativa com os resultados obtidos, destacou-se os seguintes aspectos:

- As zonas de abastecimento ZA 04, ZA 05, ZA 06 e ZA 07 de um modo geral, apresentaram maior número de análises efectuadas como se pode constatar nas Figuras 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10, respectivamente. Este facto deve-se à sua densidade populacional ser superior às restantes;

- O número de análises efectuadas aumentou ao longo do período dos cinco anos em estudo, no entanto no ano de 2006 verificou-se uma ligeira diminuição. Relativamente às zonas de abastecimento ZA 08 (Figura 5.11) e ZA 09 (Figura 5.12) no ano de 2005 o número total de análises efectuadas foi nulo, razão pela qual deveu-se à criação de novos pontos de amostragens nos anos seguintes (Anexo XXVI);

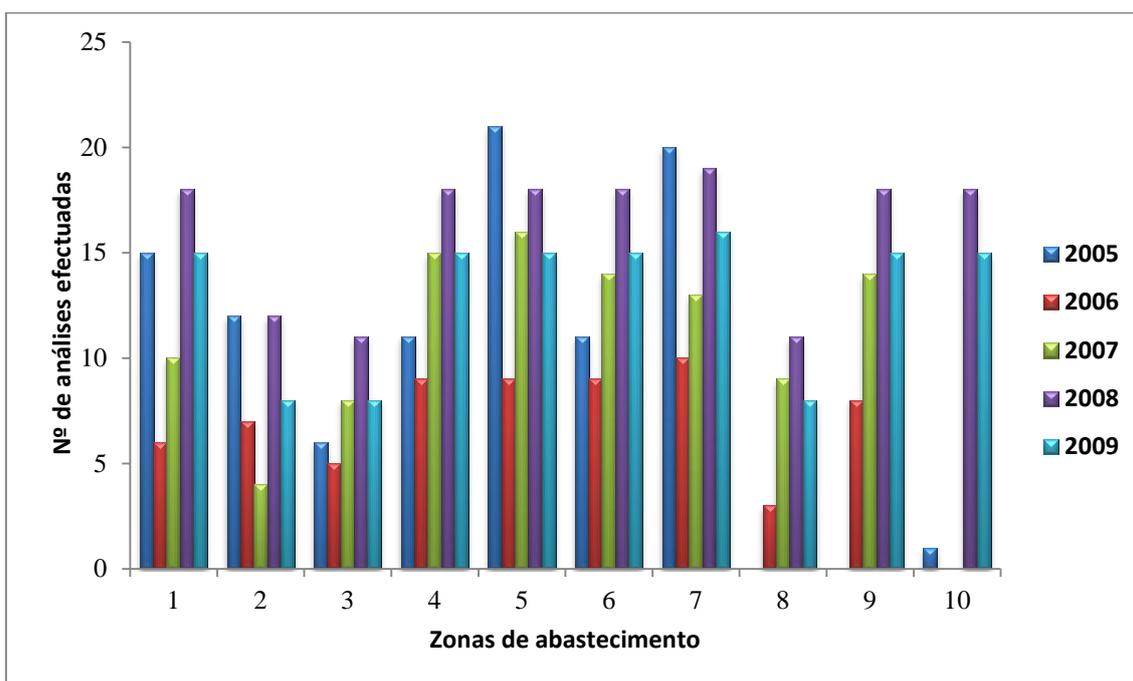


Figura 5.3 - Evolução do número de zonas de abastecimento no concelho da Povoação de 2005 a 2009.

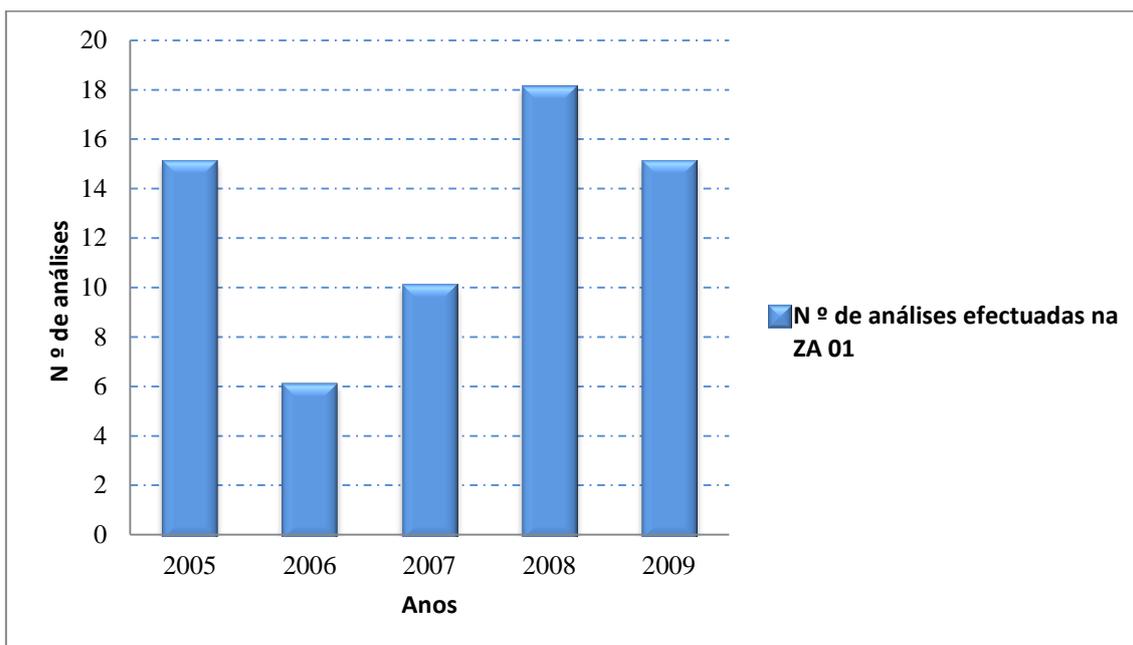


Figura 5.4 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 01 de 2005 a 2009.

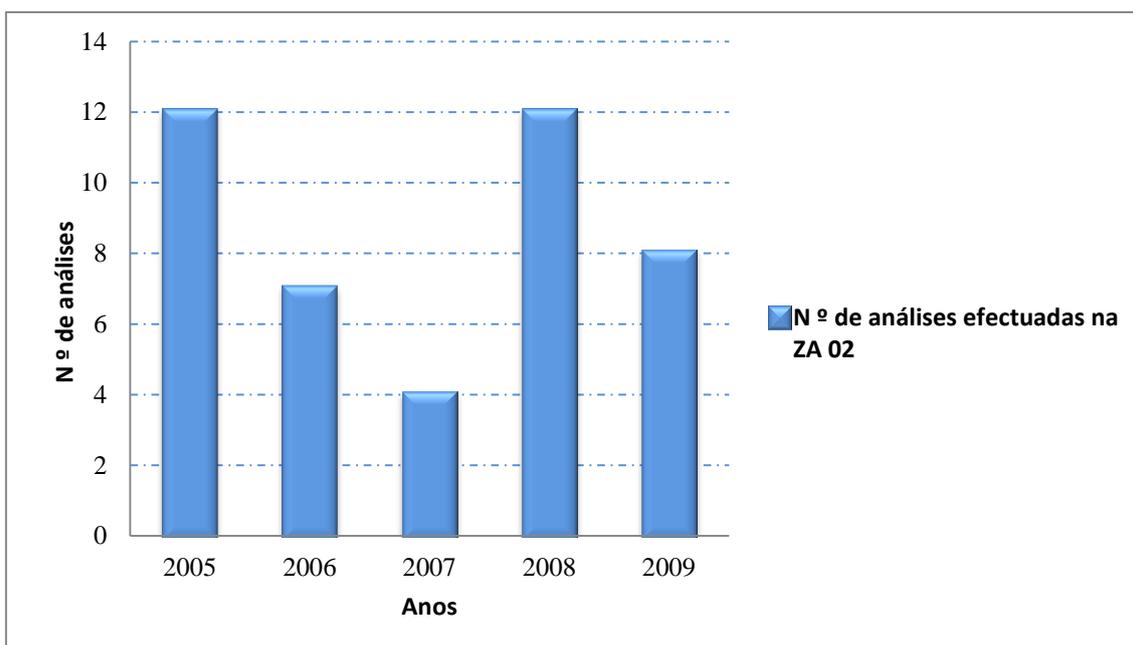


Figura 5.5 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 02 de 2005 a 2009.

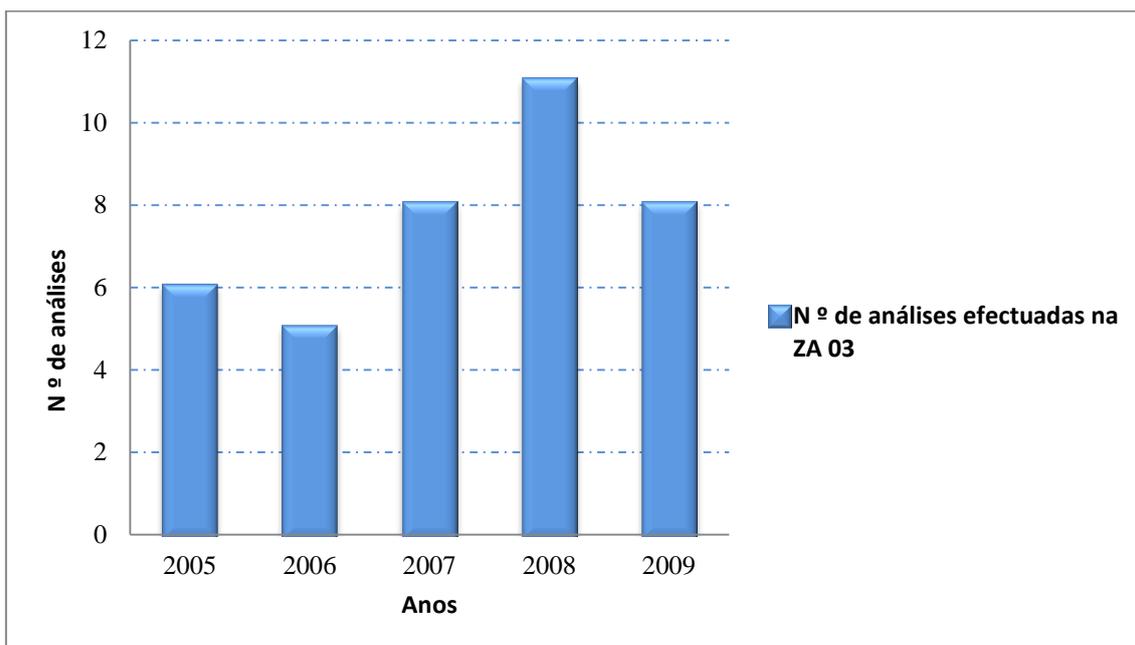


Figura 5.6 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 03 de 2005 a 2009.

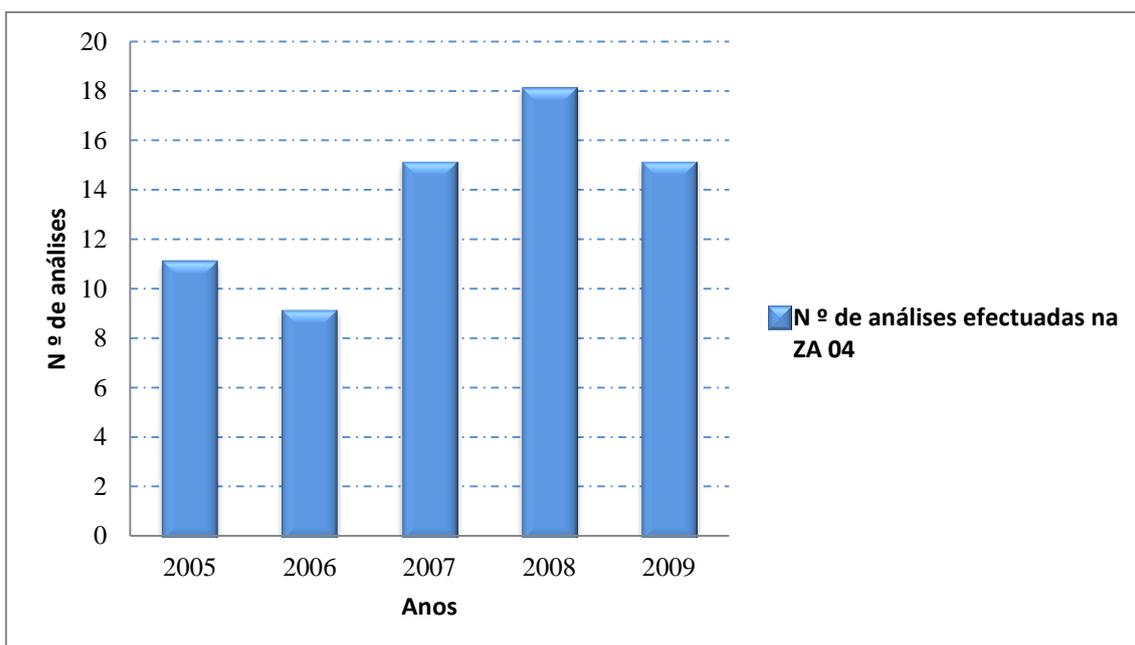


Figura 5.7 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 04 de 2005 a 2009.

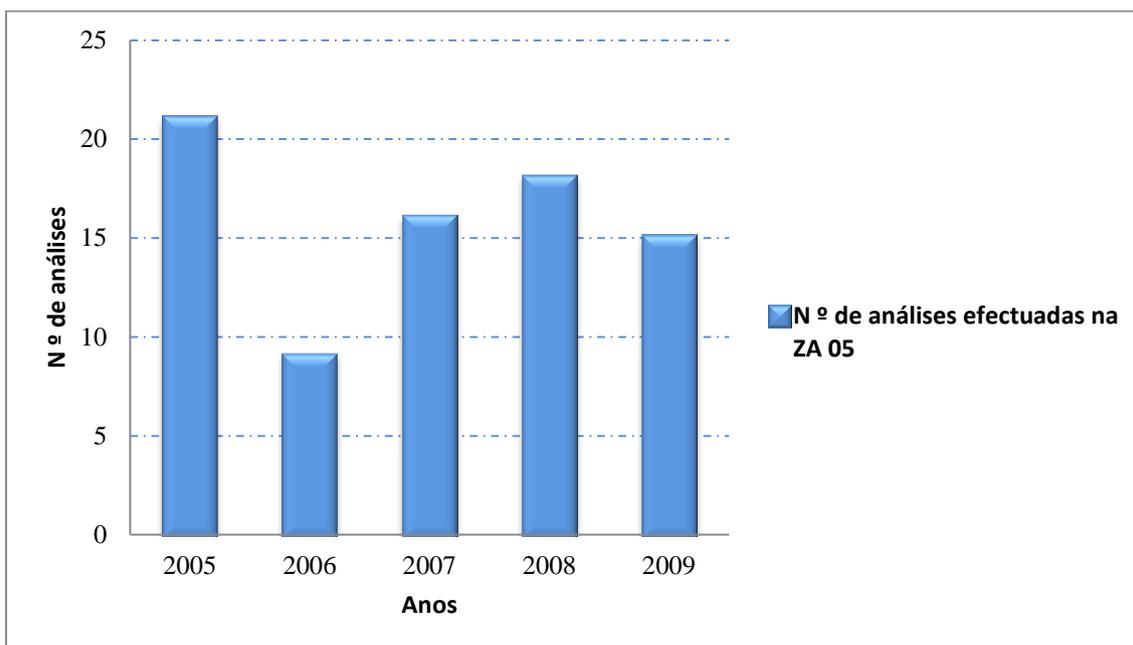


Figura 5.8 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 05 de 2005 a 2009.

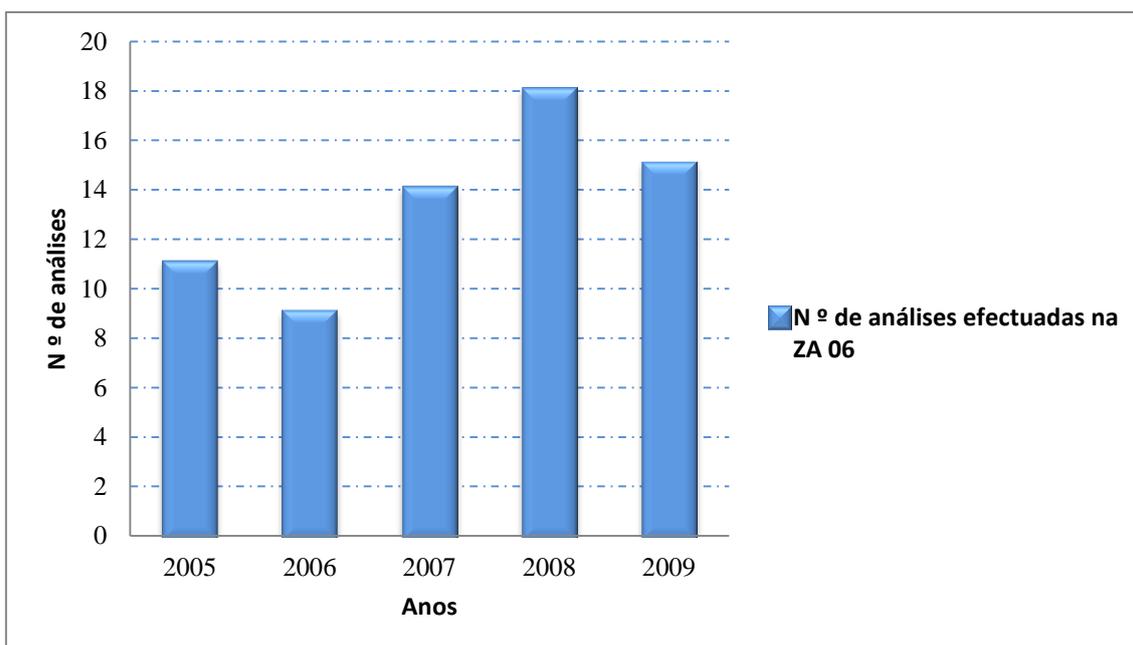


Figura 5.9 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 06 de 2005 a 2009.

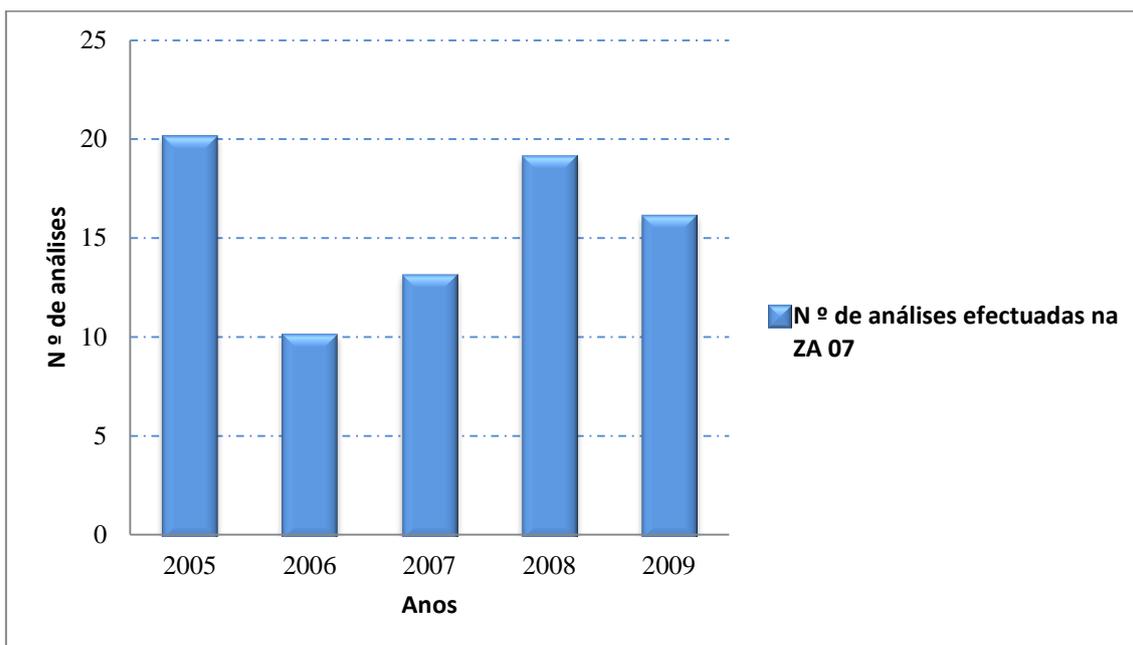


Figura 5.10 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 07 de 2005 a 2009.

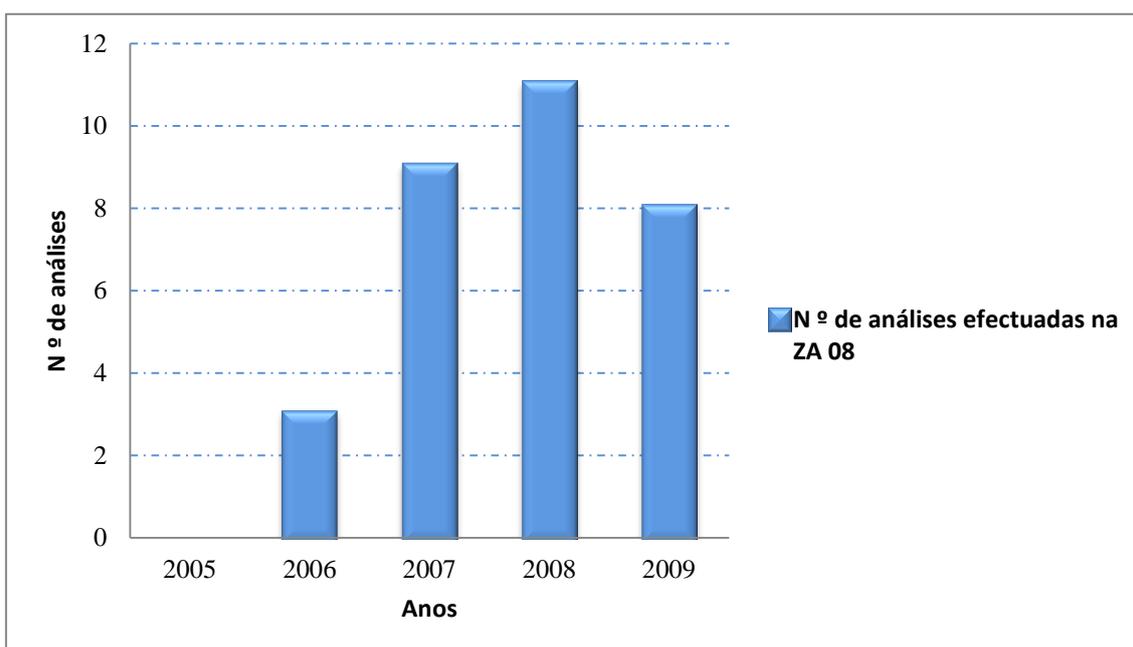


Figura 5.11 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 08 de 2005 a 2009.

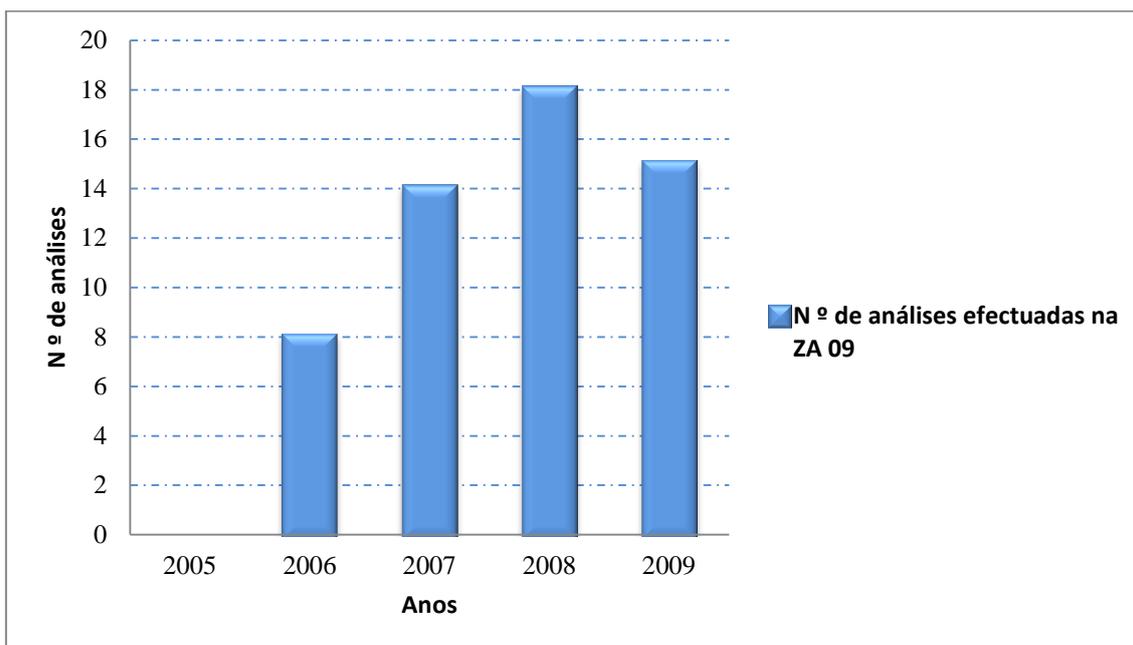


Figura 5.12 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 09 de 2005 a 2009.

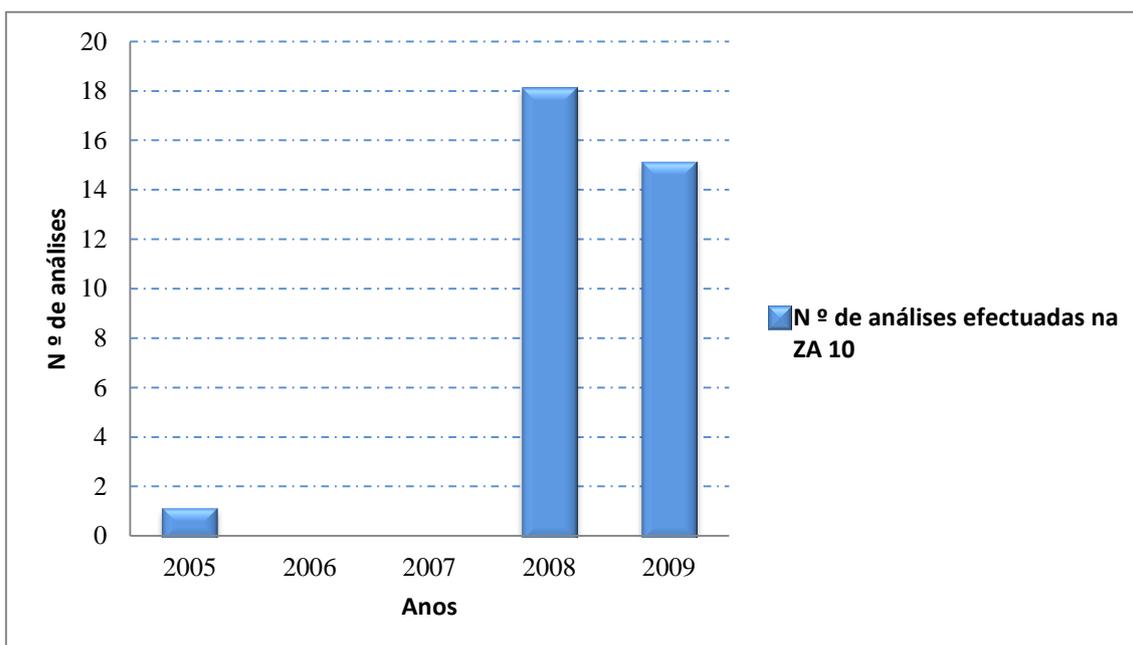


Figura 5.13 - Evolução do número de análises efectuadas na ZA 10 de 2005 a 2009.

5.2.2. VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE CONSUMOS COLECCIONADOS PELO SERVIÇO DE ÁGUAS PARA AS ZONAS DE ABASTECIMENTO

Os valores respeitantes aos volumes anuais distribuídos no concelho da Povoação encontram-se representados na Figura 5.14. É necessário realçar que estes valores são referentes a 2005. Para retratar o último ano em estudo (2009) utilizou-se esses mesmos valores, pois eram os únicos dados disponíveis nos serviços da Câmara Municipal da Povoação.

As zonas de abastecimento que apresentaram maior volume médio diário de consumo foram a ZA 07 (216,00 m³/dia) e a ZA 10 (308,20 m³/dia), ambas referentes às freguesias mais habitadas do concelho: Vila da Povoação e Furnas.

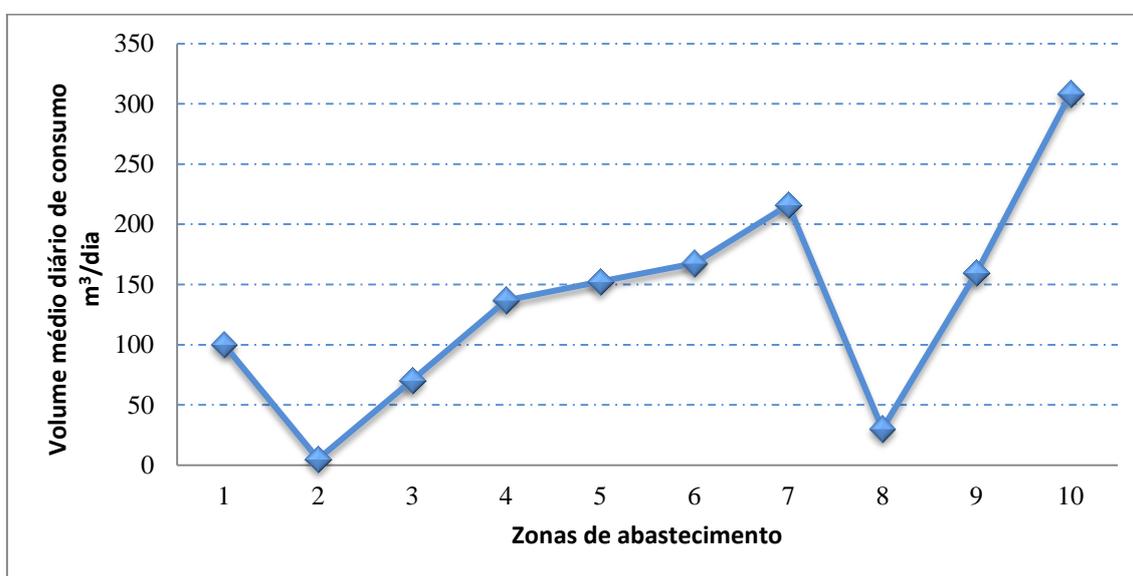


Figura 5.14 - Volume médio diário de consumo para as zonas de abastecimento do concelho da Povoação entre Janeiro e Outubro de 2005.

5.2.3. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

Dos 56 parâmetros para os quais existe uma frequência de amostragem obrigatória, um vasto conjunto tem valores limite fixados pela legislação, com o objectivo de garantir que a saúde pública é devidamente salvaguardada.

Definidas as zonas de abastecimento e indicados os respectivos volumes diários distribuídos e as populações servidas, determinou-se a frequência mínima de amostragem de acordo com o Quadro B1 do Anexo II estabelecido no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto.

O número de incumprimentos da frequência mínima de amostragem por zonas de abastecimento encontra-se ilustrado na Tabela 5.1. Da análise da informação constante na referida tabela, salientam-se os seguintes aspectos:

- O ano que apresentou maior número de incumprimentos (10) foi o ano 2009, enquanto que o ano 2008 não apresentou nenhum incumprimento;
- O controlo de inspecção apresentou maior número de incumprimentos (12);
- O controlo de rotina 1 apresentou menor número de incumprimentos (4);
- A zona de abastecimento com maior número de incumprimentos relativos à frequência mínima foi a ZA 04 (4) (Anexo XXVII);

Neste contexto, pode ser inferido que por parte da Entidade Gestora (Câmara Municipal da Povoação) apenas se verificam algumas situações pontuais de incumprimento relativamente à frequência mínima de amostragem.

Tabela 5.1 - Número de incumprimentos da frequência mínima de amostragem e da análise da água destinada para consumo humano por zonas de abastecimento de 2005 a 2009 no concelho da Povoação.

Ano	2005			2006			2007			2008			2009			Total
ZA	CR 1	CR 2	CI													
01	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	1	2
02	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	1	2
03	---	---	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	3
04	---	1	---	---	1	---	---	---	1	---	---	---	---	---	1	4
05	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	2
06	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	2
07	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1
08	---	---	---	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	3
09	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	2
10	1	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1
Total	1	2	2	2	5	0	0	2	1	0	0	0	1	0	9	22

5.2.4. VALORES PARAMÉTRICOS

Os incumprimentos dos valores paramétricos são calculados com base nos resultados analíticos fornecidos pelas entidades gestoras e tendo em consideração os valores paramétricos estabelecidos no Anexo I do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto.

5.2.4.1. Evolução do incumprimento dos valores paramétricos

Para avaliar a conformidade da qualidade da água distribuída no concelho da Povoação de 2005 a 2009 com a legislação vigente, foi utilizada a percentagem do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos, que permitiu determinar a água distribuída aos consumidores esteve em conformidade com os valores limite estabelecidos por lei. Este aspecto foi avaliado pela percentagem de análises que excederam os valores paramétricos relativamente ao número total de análises realizadas.

Na Figura 5.15 apresentam-se os resultados obtidos relativamente ao número de análises realizadas com valor paramétrico (total: 557) e em incumprimento dos valores paramétricos no concelho. Durante os cinco anos em estudo, o número de análises em incumprimento dos valores paramétricos foi cerca de 276 correspondendo a 49,56% das análises realizadas.

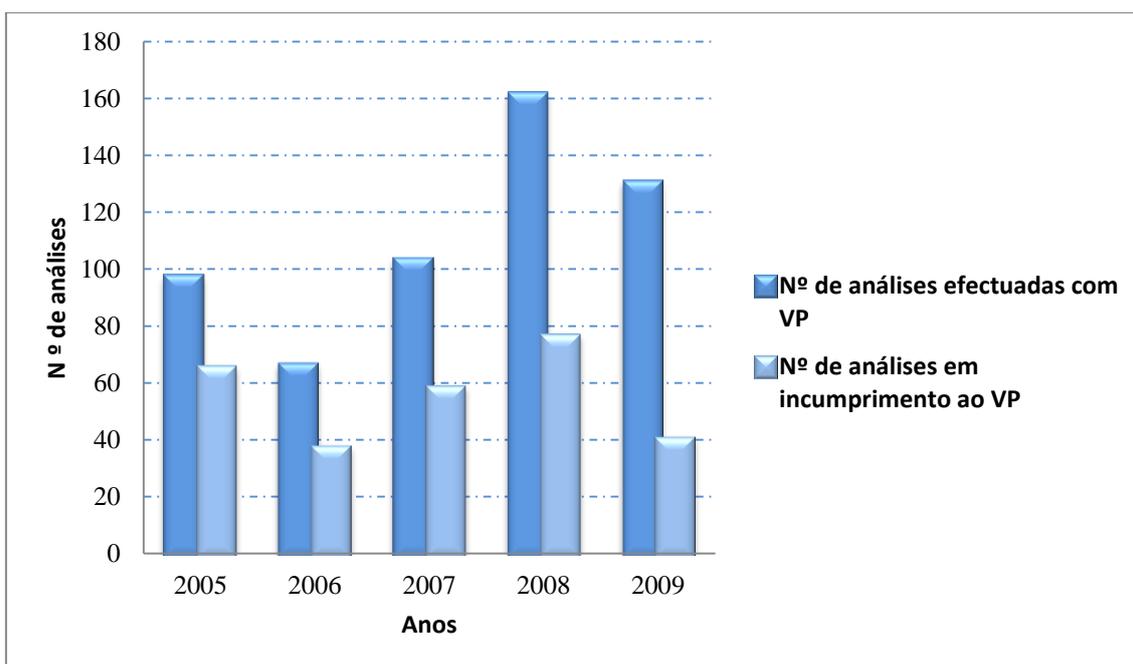


Figura 5.15 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos no concelho da Povoação de 2005 a 2009.

Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 67,01% em 2005 para 30,77% em 2009, conforme ilustra a Figura 5.16.

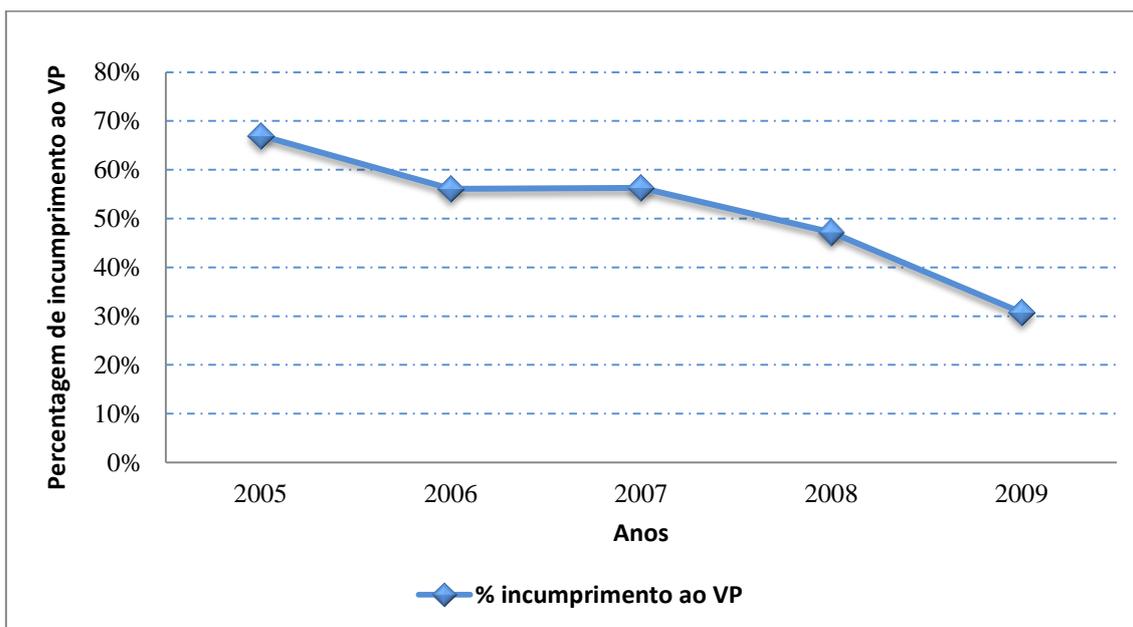


Figura 5.16 - Percentagem de incumprimento ao valor paramétrico no concelho da Povoação de 2005 a 2009.

No que concerne ao estudo individualizado de cada zona de abastecimento do concelho da Povoação relativamente à evolução e percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos, denotou-se que a zona de abastecimento 09 – Fogo/Ribeira apresentou a menor percentagem, de 33,26% (Tabela 5.2). Em contrapartida a zona de abastecimento 01 – Fagundas/Terra Chã apresentou a maior percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos (67,78%) (Tabela 5.2). Realça-se que os pontos de amostragem PA 43, PA 46, PA 72, PA 77, PA 82, PA 87, PA 88, PA 89, PA 93, PA 94 e PA 95 não apresentaram incumprimentos aos valores paramétricos de 2005 a 2009. Os que apresentaram maior percentagem em incumprimentos foram: PA 01, PA 14, PA 34, PA 53, PA 67, PA 97 e PA 98 (Anexo XXVIII).

Tabela 5.2 - Média da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico por zonas de abastecimento de 2005 a 2009.

Identificação da zona	Zona	Freguesia	% por ZA
01	Fagundas/Terra Chã	Água Retorta	67,78
02	Burguete	Faial da Terra	48,07
03	Faial da Terra		55,87
04	Lomba do Alcaide/Pé do Salto/Comissão/Morro/Lomba dos Pós	Nossa Senhora dos Remédios	46,04
		Vila da Povoação	
05	Lomba do Loução	Nossa Senhora dos Remédios	56,01
06	Vila da Povoação	Vila da Povoação	44,79
07	Lomba do Pomar/Lomba do Botão/ Lomba do Carro/ Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação	57,99
08	Lomba do Cavaleiro	Vila da Povoação	34,78
09	Fogo/Ribeira	Ribeira Quente	33,26
10	Furnas	Furnas	47,04

A análise dos padrões gráficos respeitantes aos incumprimentos em função das ZA em que são observados, permitem deduzir as seguintes ilações (Tabela 5.3):

Tabela 5.3 – Tabela resumo da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico por zonas de abastecimento de 2005 a 2009.

ZA 01	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 100,00% em 2005 para 46,67% em 2009 (Figura 5.18);
ZA 02	Nesta zona de abastecimento, verificou-se que a evolução dos incumprimentos dos valores paramétricos revela um padrão constante ao longo dos cinco anos, com a exceção de 2008, em que se observa um decréscimo de 33,33% relativamente a 2007 (50,00%). Em 2009 o número de análises em incumprimento ao valor paramétrico aumentou, retomando o mesmo valor de 2007 (Figura 5.20);
ZA 03	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 100,00% em 2005 para 46,67% em 2009 (Figura 5.22);
ZA 04	De 2005 a 2008, houve um acréscimo abrupto de incumprimentos, ou seja de 18% para 72,22% respectivamente. No entanto, em 2009 observou-se uma tendência decrescente tendo-se registado uma descida de 13,00% (Figura 5.24);
ZA 05	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 85,71% em 2005 para 26,27% em 2009 (Figura 5.26);
ZA 06	De 2005 a 2009 houve um crescimento do número de incumprimentos, ou seja de 27,27% para 40,00% respectivamente (Figura 5.28);
ZA 07	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 75,00% em 2005 para 43,75% em 2009 (Figura 5.30);
ZA 08	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente gradual, tendo-se registado uma descida de 33,33% em 2006 para 25,00% em 2009 (Figura 5.32);
ZA 09	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência crescente, tendo-se registado um aumento de 25,00% em 2006 para 42,86% em 2007. Em 2009 houve um decréscimo considerável de 26,27% (Figura 5.34);
ZA 10	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 100,00% em 2005 para 13,33% em 2009 (Figura 5.36);

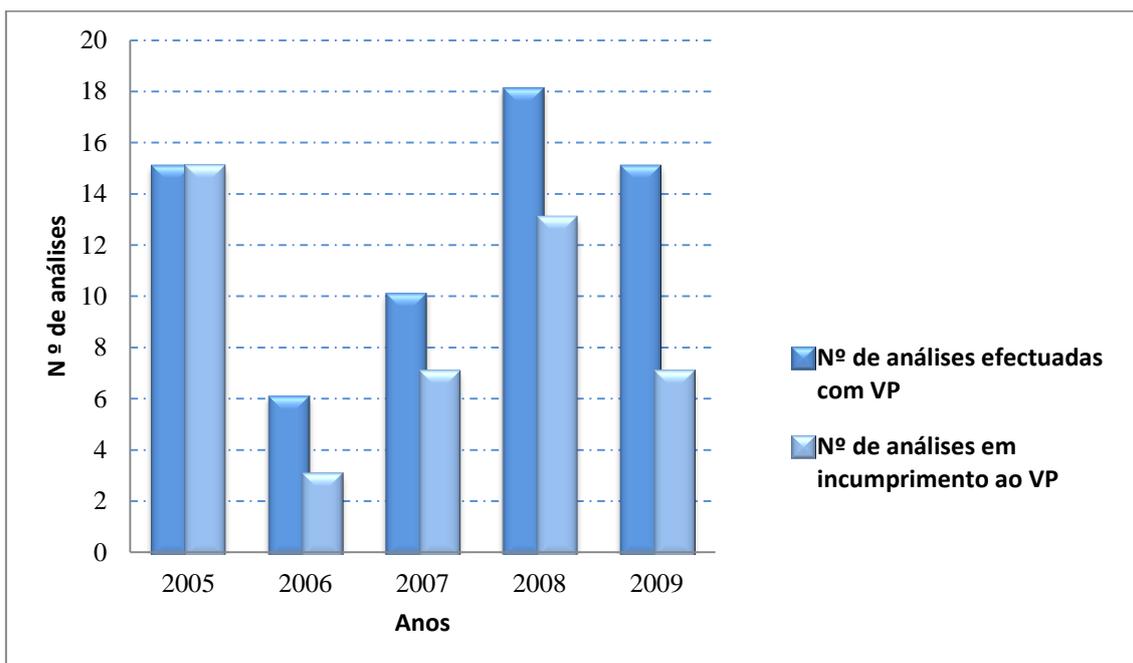


Figura 5.17 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 01 de 2005 a 2009.

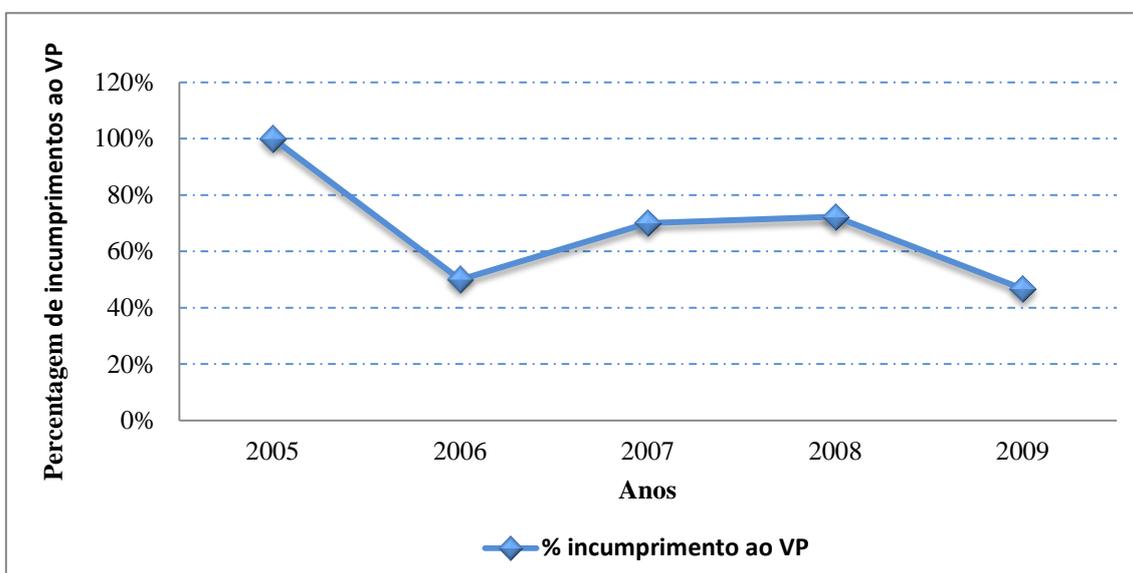


Figura 5.18 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 01 de 2005 a 2009.

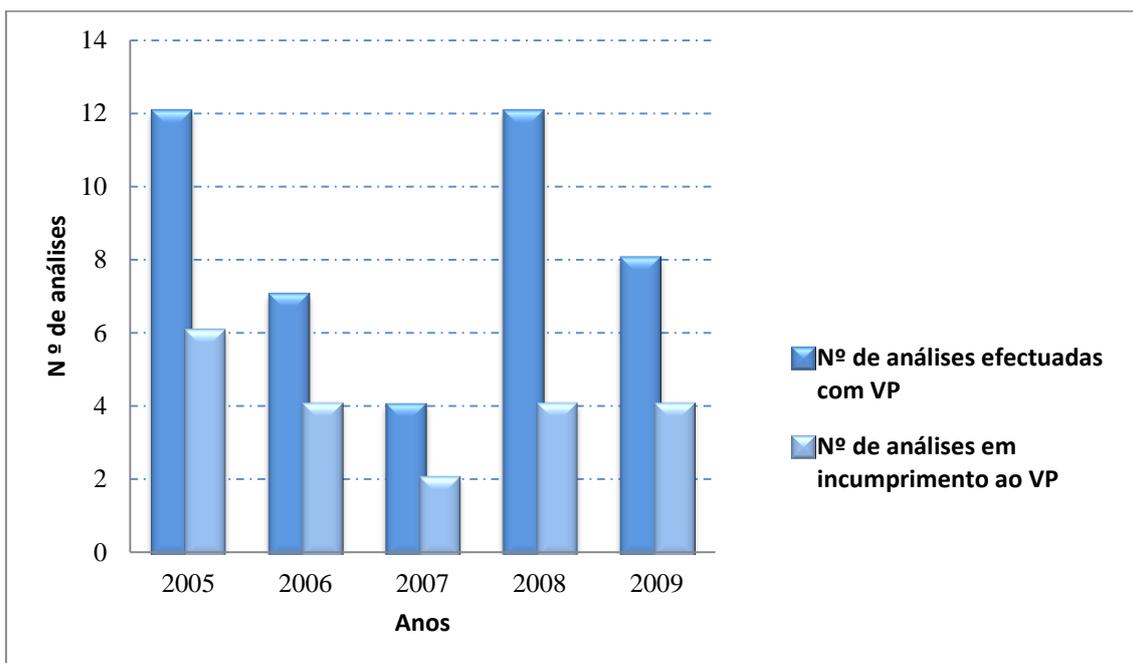


Figura 5.19 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 02 de 2005 a 2009.

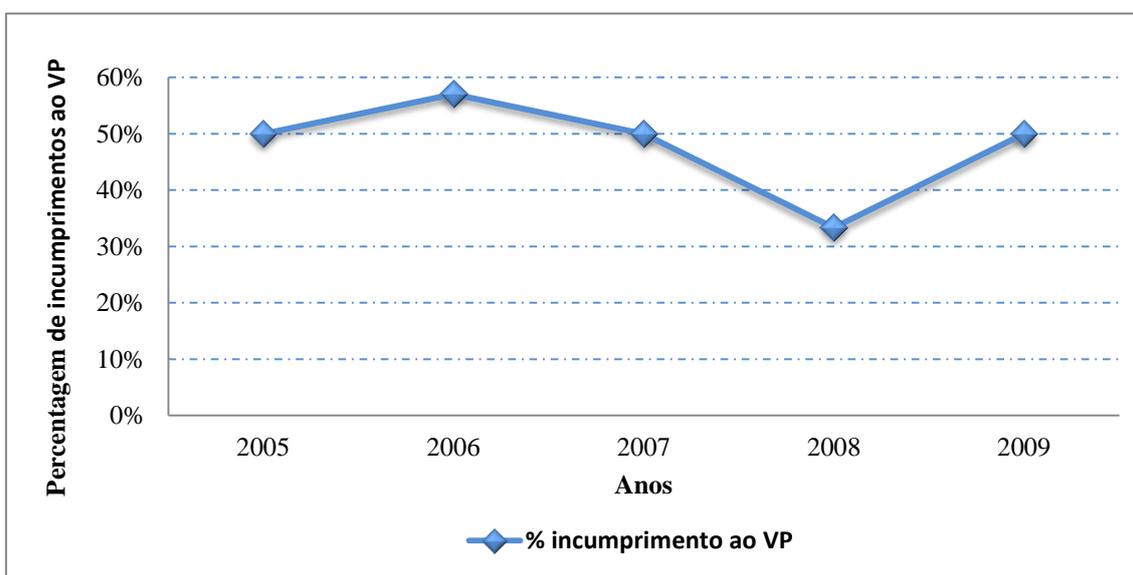


Figura 5.20 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 02 de 2005 a 2009.

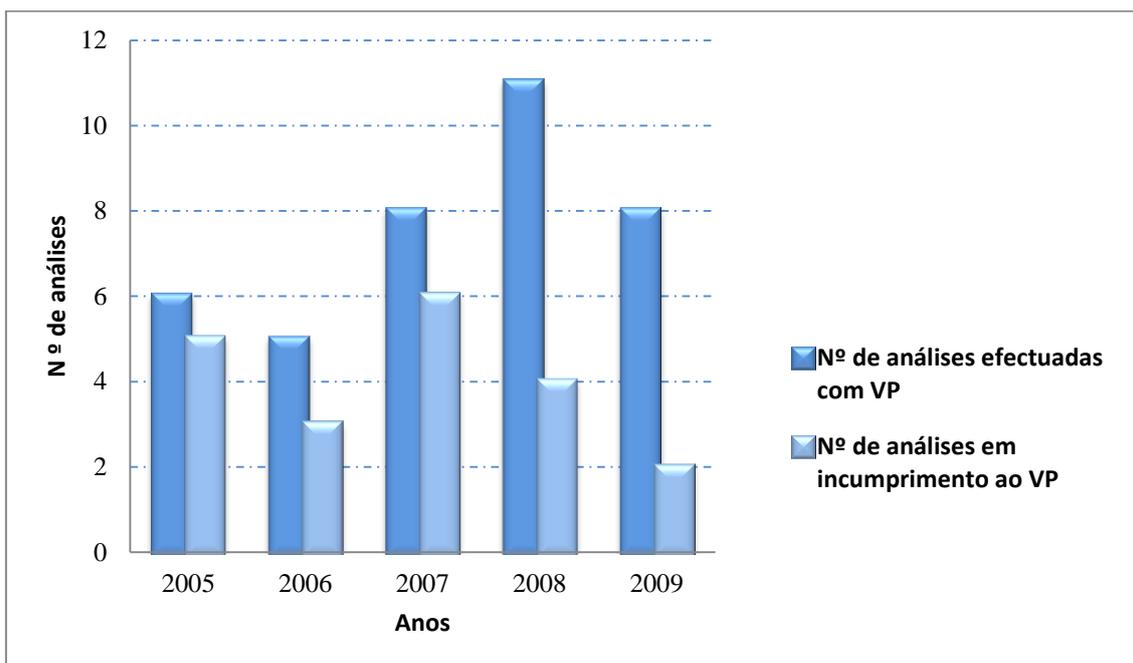


Figura 5.21 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 03 de 2005 a 2009.

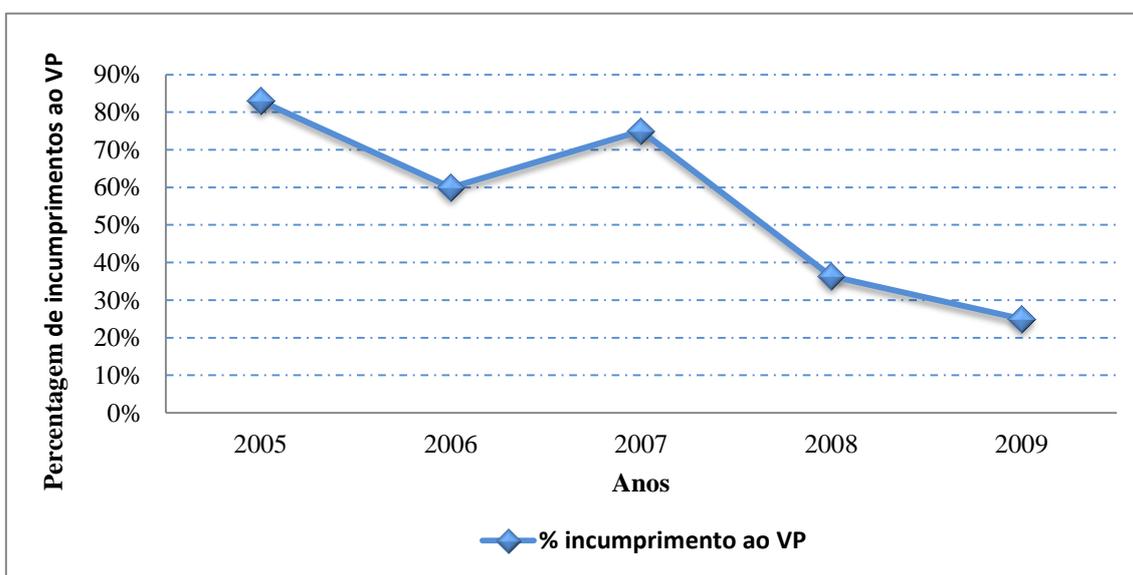


Figura 5.22 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 03 de 2005 a 2009.

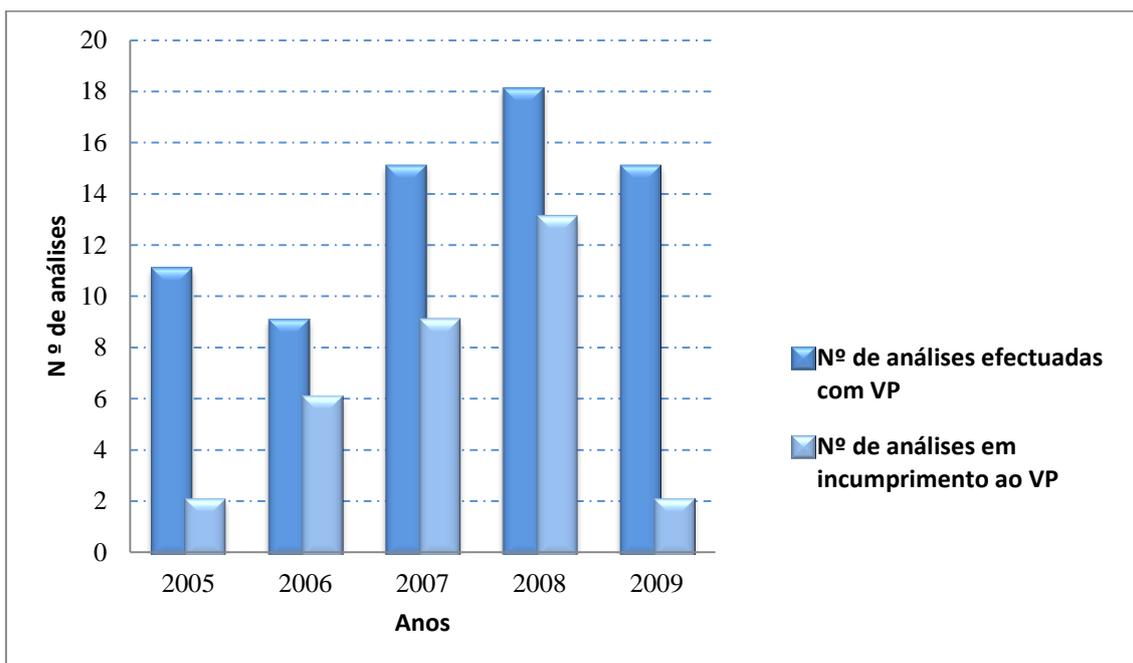


Figura 5.23 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 04 de 2005 a 2009.

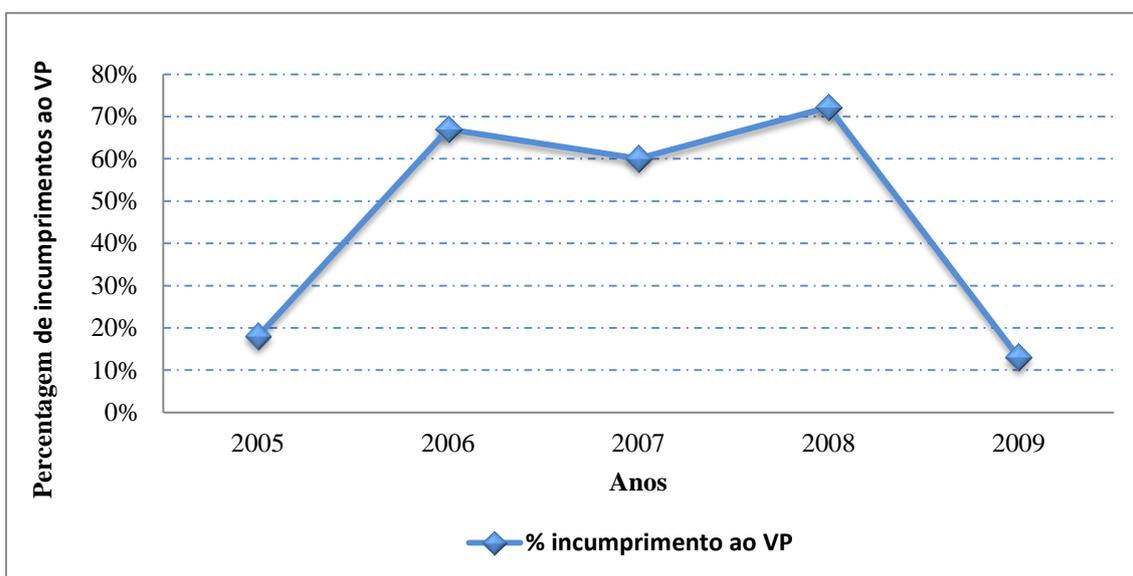


Figura 5.24 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 04 de 2005 a 2009.

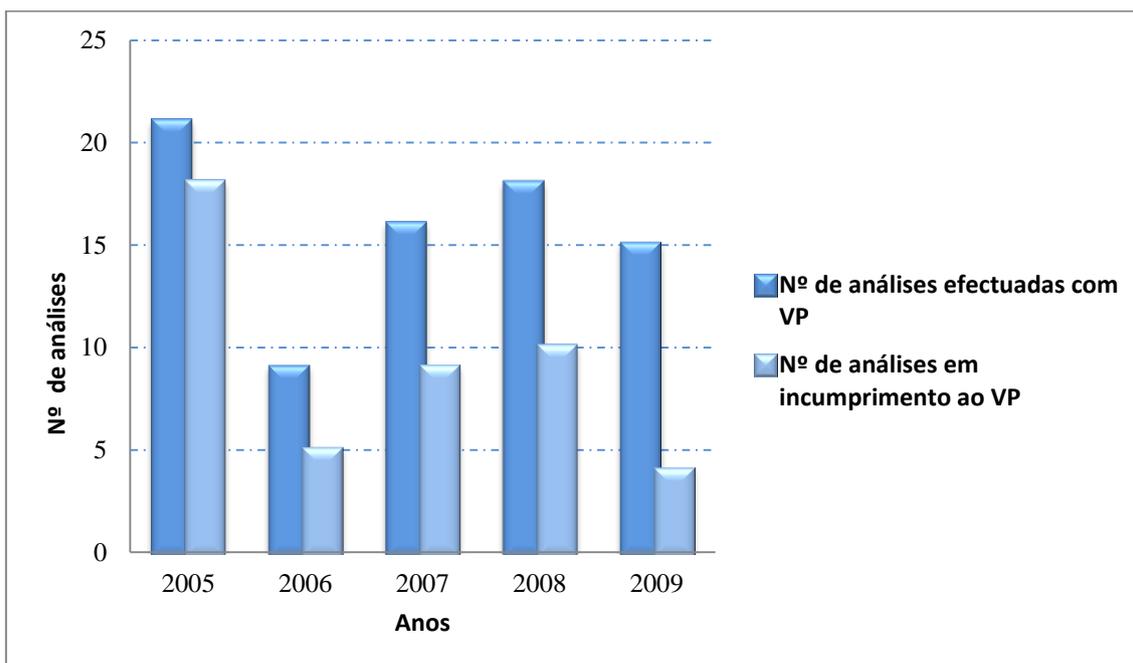


Figura 5.25 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 05 de 2005 a 2009.

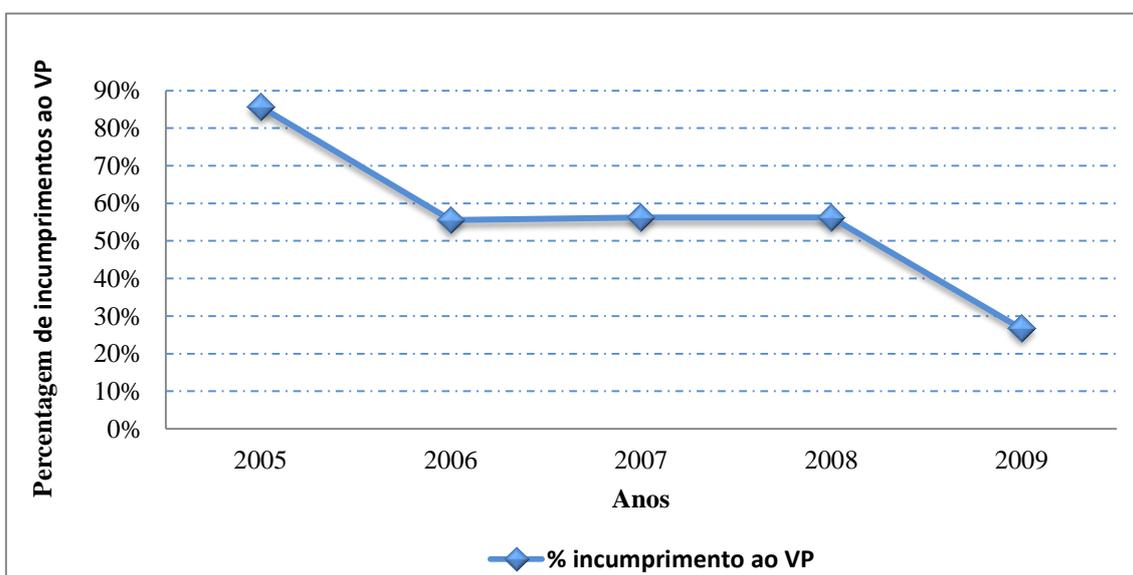


Figura 5.26 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 05 de 2005 a 2009.

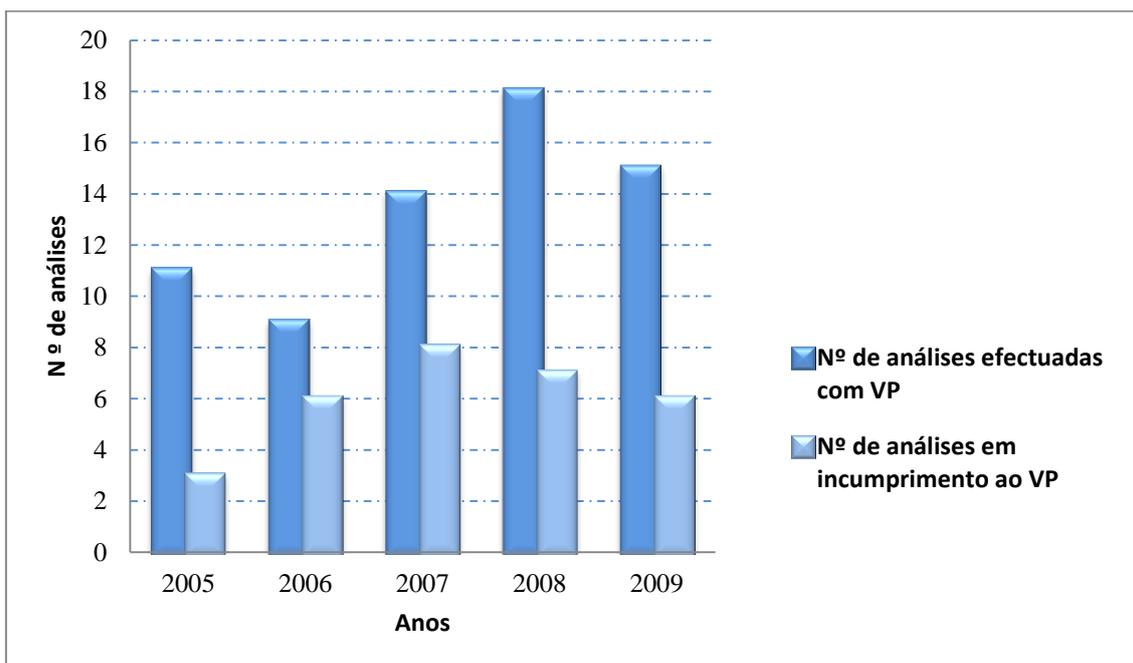


Figura 5.27 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 06 de 2005 a 2009.

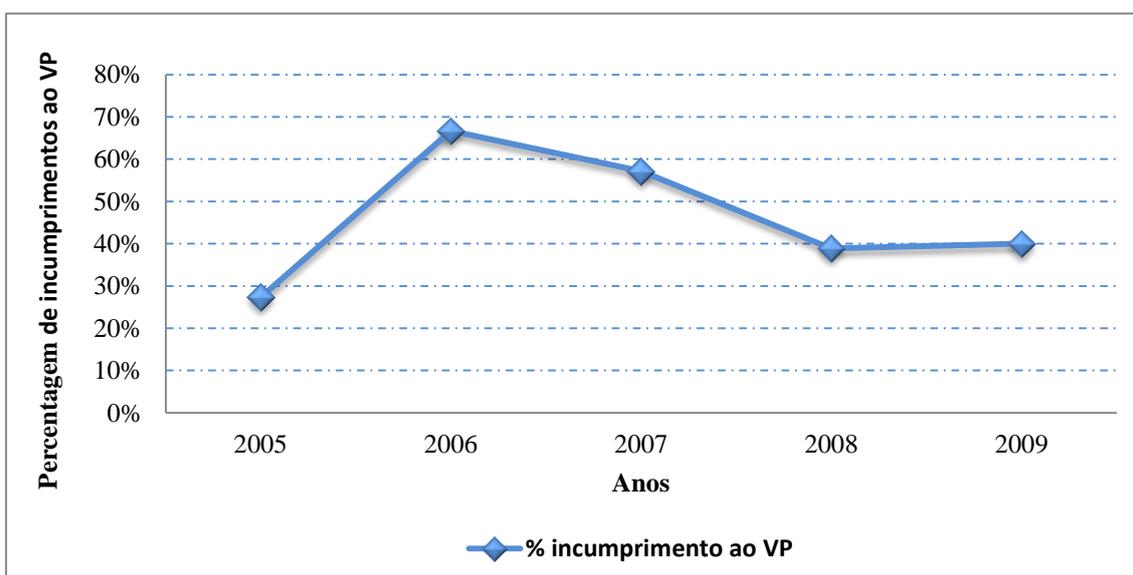


Figura 5.28 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 06 de 2005 a 2009.

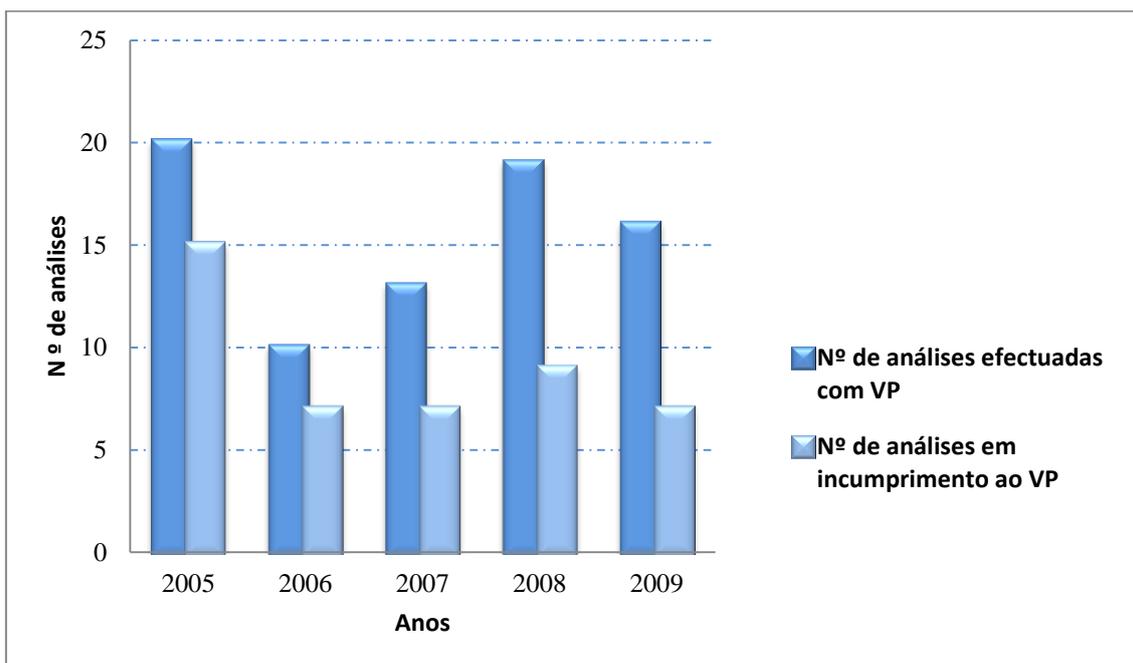


Figura 5.29 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 07 de 2005 a 2009.

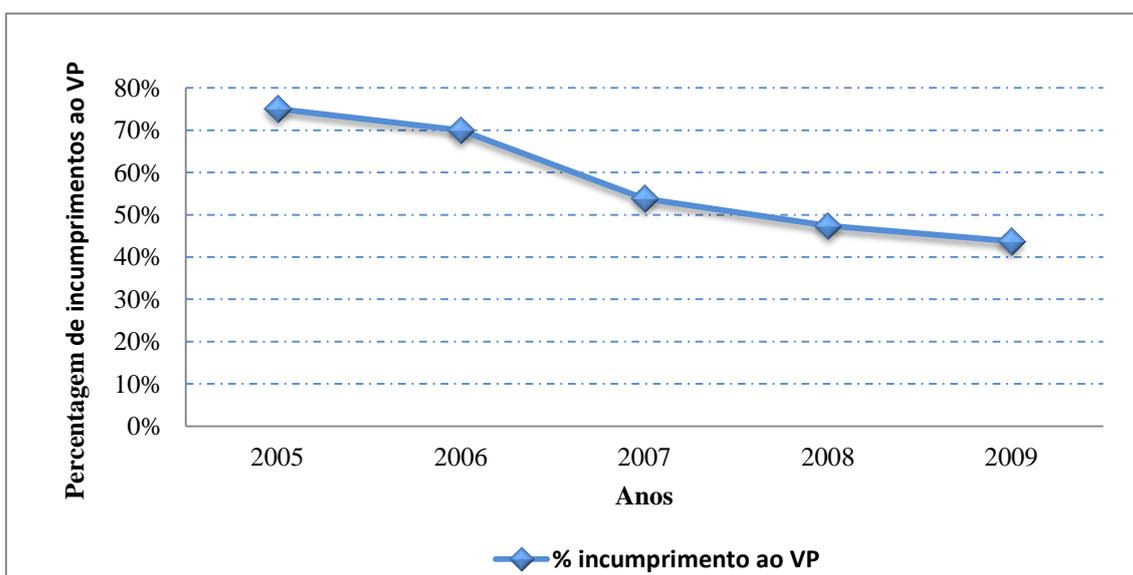


Figura 5.30 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 07 de 2005 a 2009.

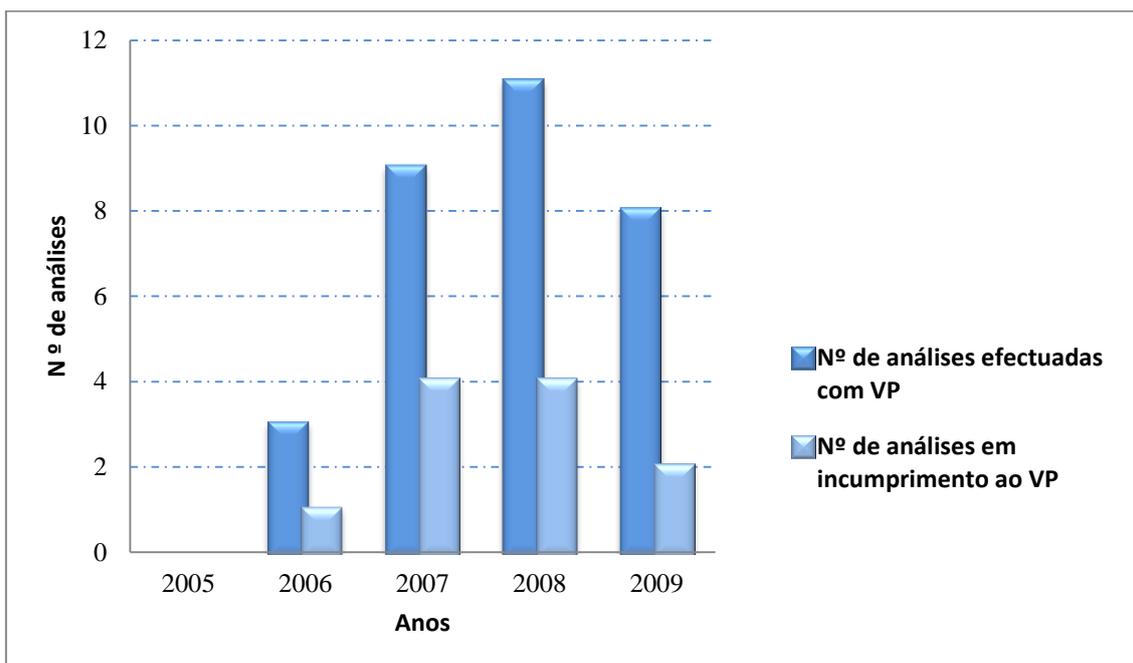


Figura 5.31 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 08 de 2005 a 2009.

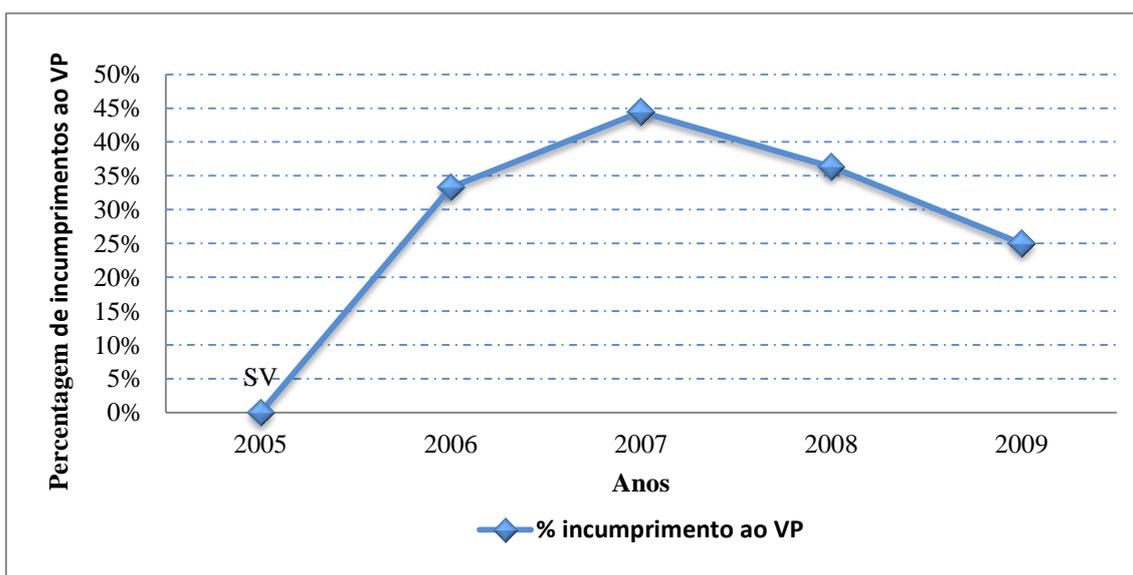


Figura 5.32 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 08 de 2005 a 2009.

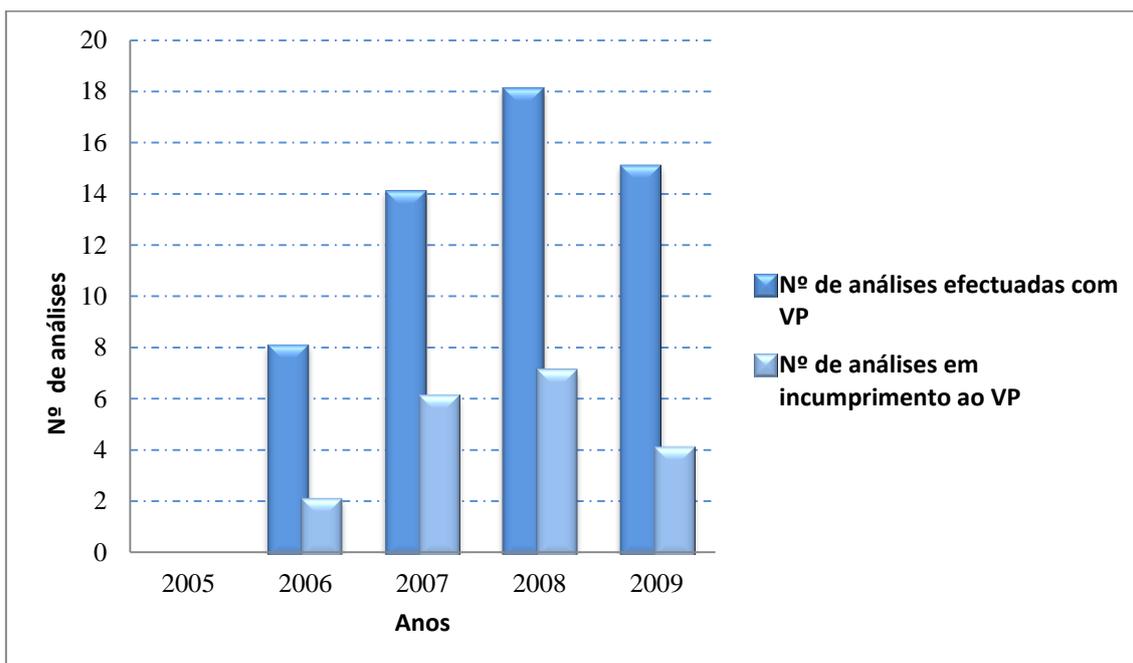


Figura 5.33 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 09 de 2005 a 2009.

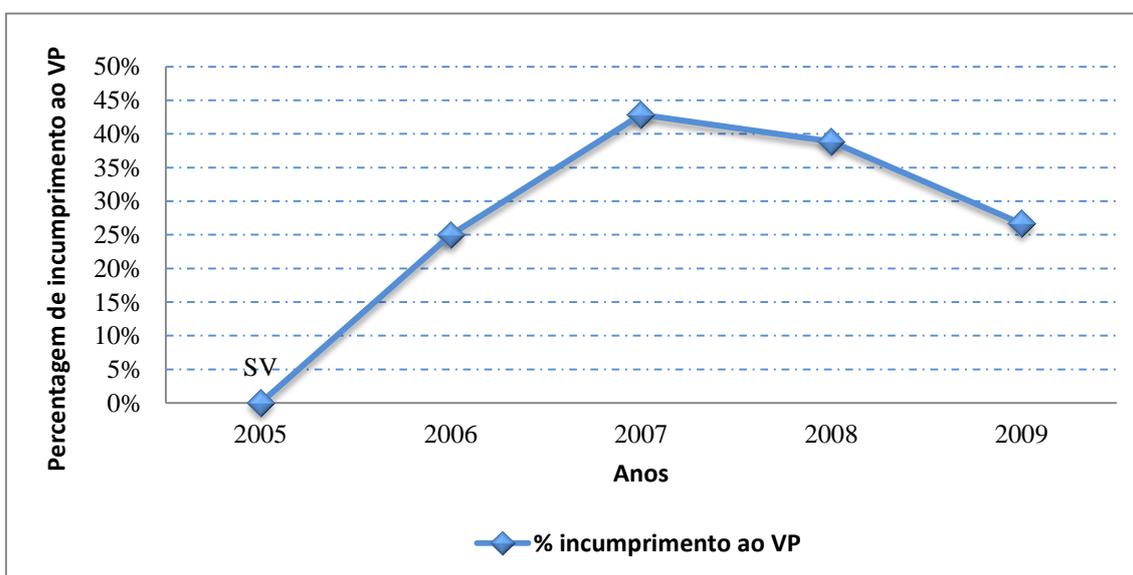


Figura 5.34 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 09 de 2005 a 2009.

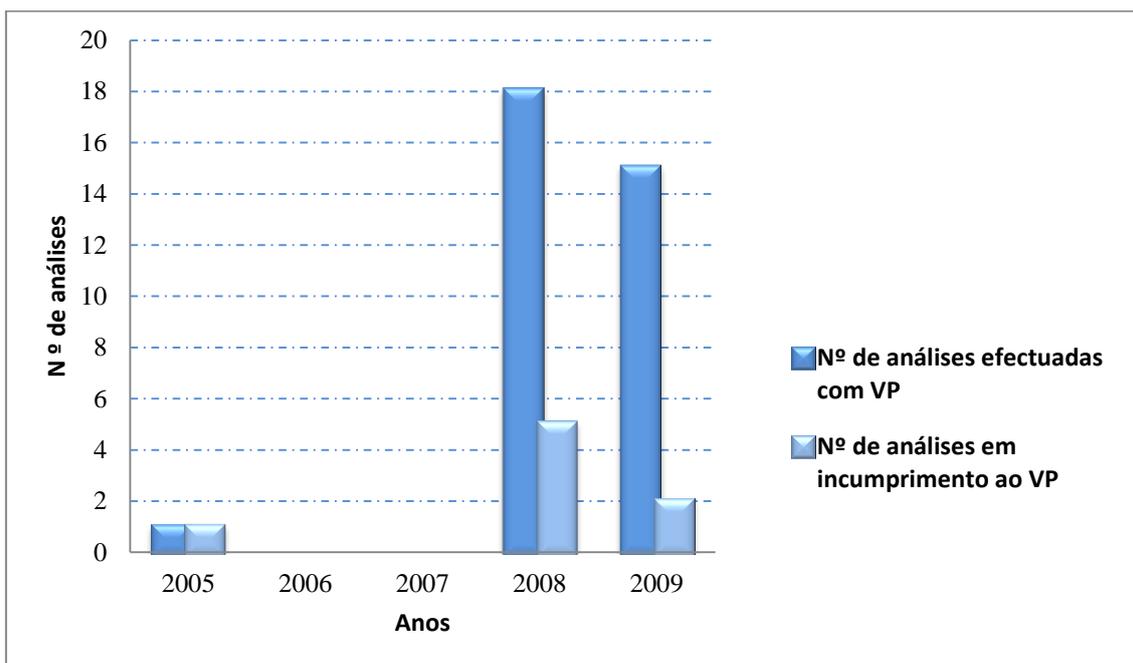


Figura 5.35 - Evolução do número de análises realizadas com valor paramétrico e em incumprimento dos valores paramétricos na ZA 10 de 2005 a 2009.

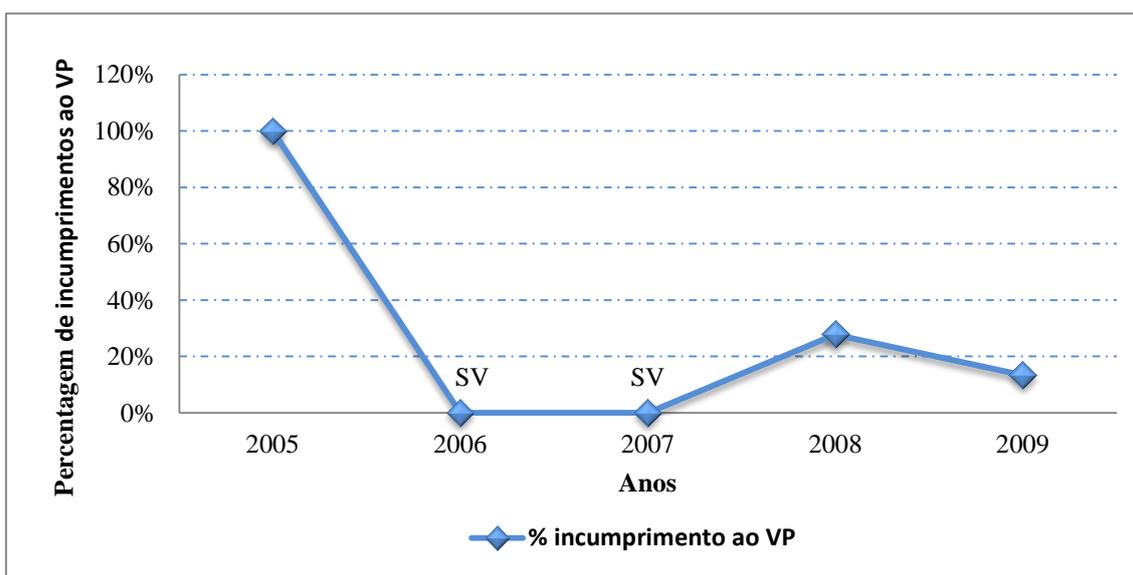


Figura 5.36 - Percentagem de incumprimentos aos valores paramétricos na ZA 10 de 2005 a 2009.

5.2.4.2. Incumprimento dos valores paramétricos por tipo de controlo

Na Tabela 5.4 são apresentados os números dos incumprimentos dos valores paramétricos, por tipo de controlo, entre os anos de 2005 a 2009, no concelho da Povoação.

Tabela 5.4 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo de 2005 a 2009 no concelho da Povoação.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	96	57	59,34
Controlo de Rotina 2	36	12	33,33
Controlo de Inspeção	16	5	31,25
Total	148	74	50,00

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	66	34	51,52
Controlo de Rotina 2	26	5	19,23
Controlo de Inspeção	10	2	20,00
Total	102	41	40,20

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	92	54	58,70
Controlo de Rotina 2	34	3	8,82
Controlo de Inspeção	9	2	22,22
Total	135	59	43,70

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	101	64	63,37
Controlo de Rotina 2	41	7	17,07
Controlo de Inspeção	12	7	58,33
Total	154	78	50,65

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	97	36	37,11
Controlo de Rotina 2	34	4	11,76
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	132	40	30,30

Tal como se verifica através da interpretação das Figuras 5.37 e 5.38 foi no tipo de controlo de rotina 1 que o número de análises em incumprimento aos valores paramétricos apresentou os maiores valores de percentagem relativamente aos restantes tipos de controlo. Com valores francamente melhores, estão os controlos de rotina 2 e de inspecção.

Comparando os dados obtidos de 2005 a 2009, sobressaem os seguintes aspectos:

- A percentagem de incumprimentos dos valores paramétricos decresceu ao longo dos cinco anos em estudo, de 50,00% (2005) para 30,30% (2009);
- A avaliação da evolução da percentagem de incumprimento dos valores paramétricos, comparativamente de 2005 a 2009, permitiu detectar que a redução verificada foi transversal aos três tipos de controlo, sendo que no controlo de inspecção foi mais saliente. Assim, a percentagem de análises em incumprimento aos valores paramétricos no controlo de rotina 1 diminuiu de 59,34% (2005) para 37,11% (2009), a do controlo de rotina 2 de 33,33% (2005) para 11,76% (2009), e a do controlo de inspecção de 31,25% (2005) para 0,00% (2009);

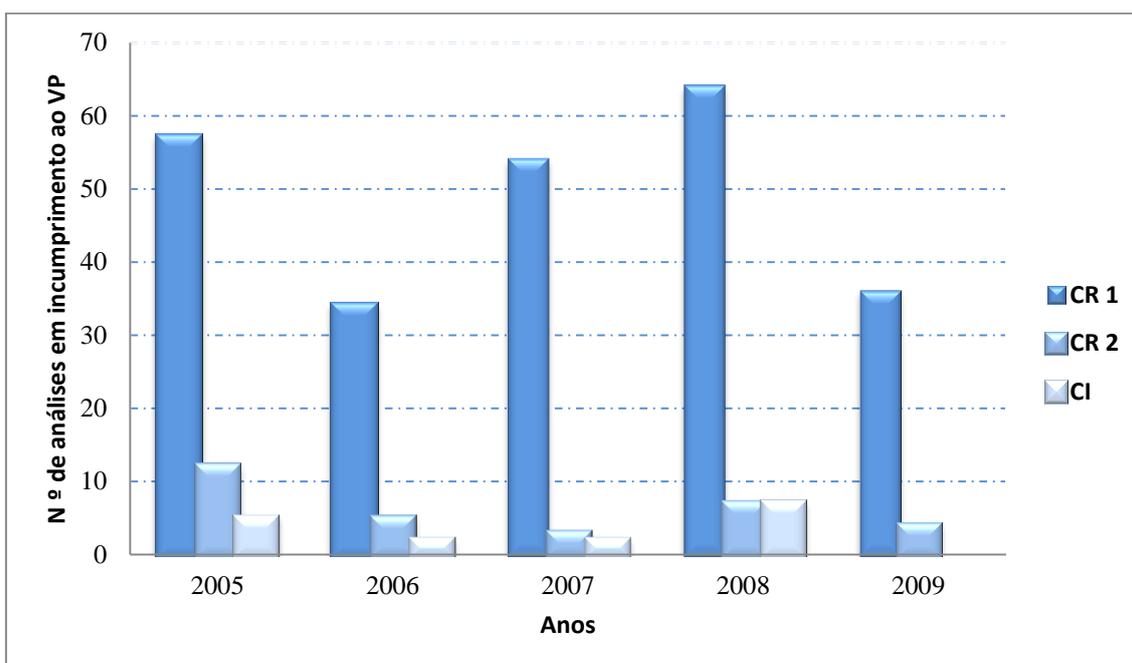


Figura 5.37 - Evolução do número de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2005 a 2009 no concelho da Povoação.

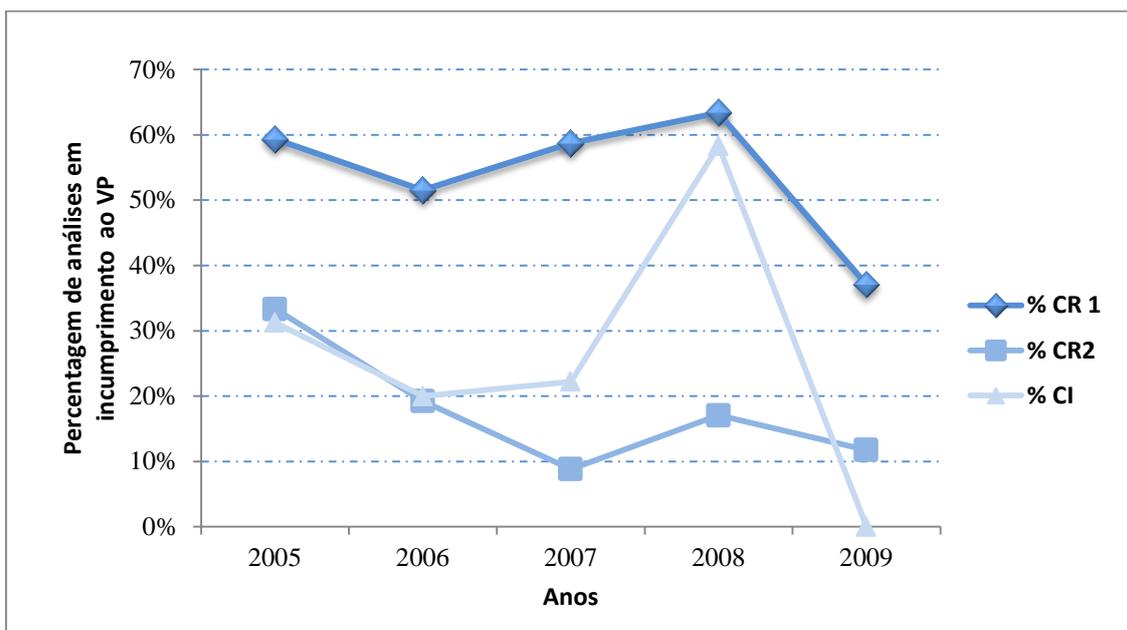


Figura 5.38 - Percentagem de análises em incumprimento aos valores paramétricos por tipo de controlo de 2005 a 2009 no concelho da Povoação.

Relativamente à distribuição geográfica dos incumprimentos aos valores paramétricos por tipo de controlo no concelho da Povoação, confirmou-se que as percentagens globais mais elevadas se concentraram na zona de abastecimento 01, designadamente na freguesia da Água Retorta, apresentando um valor médio de 57,13%. Na zona de abastecimento 09 (freguesia da Ribeira Quente), a percentagem de incumprimento dos valores paramétricos foi inferior à média das restantes, sendo de 27,64%.

Aplicando a mesma metodologia, analisaram-se as Tabelas 5.5 a 5.14, referentes a cada zona de abastecimento num período de cinco anos (2005 a 2009). Evidencia-se, assim, que as zonas mais críticas foram a ZA 01 (57,13%), ZA 05 (49,38%), ZA 10 (47,58%), ZA 03 (47,50%) e ZA 07 (47,47%) enquanto que as zonas ZA 08 (29,58%) e ZA 09 (27,64%) apresentaram valores francamente melhores. Com valores intermédios ficaram as zonas ZA 04 (40,97%), ZA 02 (39,21%) e ZA 06 (39,18%).

A zona de abastecimento 01, apesar de ser a zona mais crítica, apresentou uma descida de 70,83% em 2005 para 46,67% em 2009, conforme ilustra a Tabela 5.5. Curiosamente, a ZA 09, com a menor percentagem média de incumprimento aos valores

paramétricos, registou um aumento de 16,67% em 2006 para 25,00% em 2009 (Tabela 5.13).

A avaliação da evolução da percentagem de incumprimento dos valores paramétricos, comparativamente de 2005 a 2009, permitiu concluir que as ZA 02 (Tabela 5.6), ZA 08 (Tabela 5.12), e ZA 10 (Tabela 5.14), não apresentaram incumprimentos ao nível do controlo de rotina 2. Por outro lado, não se verificou este aspecto ao nível do controlo de rotina 1 nas ZA 02 (Tabela 5.6), ZA 04 (Tabela 5.8), ZA 07 (Tabela 5.11), e ZA 09 (Tabela 5.13), pois os seus valores foram constantes, não se verificando um decréscimo significativo. Os pontos de amostragem PA 43, PA 46, PA 72, PA 77, PA 82, PA 87, PA 88, PA 89, PA 93, PA 94 e PA 95 não apresentaram incumprimentos aos valores paramétricos de 2005 a 2009. Os que apresentaram maior percentagem em incumprimentos foram: PA 02, PA 03, PA 04, PA 06, PA 08, PA 24, PA 29, PA 31, PA 40 e PA 41 ao nível do controlo de inspecção (Anexo XXIX).

De forma geral, detectou-se que no ano 2006 houve um aumento significativo nos três tipos de controlo.

Tabela 5.5 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 01 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	15	15	100,00
Controlo de Rotina 2	6	0	0
Controlo de Inspeção	3	2	66,67
Total	24	17	70,83

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	6	3	50,00
Controlo de Rotina 2	4	1	25,00
Controlo de Inspeção	2	0	0
Total	12	4	33,33

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	8	6	75,00
Controlo de Rotina 2	2	0	0
Controlo de Inspeção	2	1	50,00
Total	12	7	58,33

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	12	100,00
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	1	1	100,00
Total	17	13	76,47

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	7	63,64
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	15	7	46,67

Tabela 5.6 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 02 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	5	41,67
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	2	1	50,00
Total	18	6	33,33

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	7	4	57,14
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	11	4	36,36

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3	2	66,67
Controlo de Rotina 2	1	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	5	2	40,00

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	7	4	57,14
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	11	4	36,36

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	6	4	66,67
Controlo de Rotina 2	2	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	8	4	50,00

Tabela 5.7 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 03 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	6	5	83,33
Controlo de Rotina 2	2	1	50,00
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	8	6	75,00
2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	5	3	60,00
Controlo de Rotina 2	2	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	8	3	37,50
2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	7	6	85,71
Controlo de Rotina 2	2	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	10	6	60,00
2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	6	4	66,67
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	10	4	40,00
2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	5	2	40,00
Controlo de Rotina 2	2	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	8	2	25,00

Tabela 5.8 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 04 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	1	9,09
Controlo de Rotina 2	3	1	33,33
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	15	2	13,33
2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	9	6	66,67
Controlo de Rotina 2	3	1	33,33
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	13	7	53,85
2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	13	8	61,54
Controlo de Rotina 2	6	1	16,67
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	19	9	47,37
2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	9	81,82
Controlo de Rotina 2	5	3	60,00
Controlo de Inspeção	2	2	100,00
Total	18	14	77,78
2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	2	6,00
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	16	2	12,50

Tabela 5.9 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 05 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	21	16	76,19
Controlo de Rotina 2	9	6	66,66
Controlo de Inspeção	4	1	33,33
Total	34	23	67,64

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	9	2	22,22
Controlo de Rotina 2	3	3	100,00
Controlo de Inspeção	1	1	100,00
Total	13	6	46,15

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	15	8	53,33
Controlo de Rotina 2	5	2	40,00
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	21	10	47,62

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	9	75,00
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	1	1	0
Total	17	10	58,82

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	4	36,36
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	15	4	26,67

Tabela 5.10 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 06 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	10	0	0
Controlo de Rotina 2	4	2	50,00
Controlo de Inspeção	2	1	50,00
Total	16	3	18,75
2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	9	6	66,67
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	1	100,00
Total	13	7	53,85
2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	13	7	53,85
Controlo de Rotina 2	5	0	0
Controlo de Inspeção	1	1	100,00
Total	19	8	42,11
2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	4	33,33
Controlo de Rotina 2	4	3	75,00
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	17	7	41,18
2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	3	27,27
Controlo de Rotina 2	4	3	75,00
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	15	6	40,00

Tabela 5.11 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 07 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	20	14	70,00
Controlo de Rotina 2	8	3	37,50
Controlo de Inspeção	4	0	0
Total	32	17	53,13

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	10	7	70,00
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	15	7	46,67

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	7	58,33
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	17	7	41,18

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	7	63,64
Controlo de Rotina 2	6	1	16,67
Controlo de Inspeção	2	2	100,00
Total	19	10	52,63

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	7	58,33
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	16	7	43,75

Tabela 5.12 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 08 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	0	0	0
Controlo de Rotina 2	0	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	0	0	0

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	3	1	33,33
Controlo de Rotina 2	1	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	5	1	20,00

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	8	4	50,00
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	12	4	33,33

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	6	4	66,67
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	10	4	40,00

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	6	2	33,33
Controlo de Rotina 2	2	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	8	2	25,00

Tabela 5.13 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 09 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	0	0	0
Controlo de Rotina 2	0	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	0	0	0

2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	8	2	25,00
Controlo de Rotina 2	3	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	12	2	16,67

2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	13	6	46,15
Controlo de Rotina 2	6	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	20	6	30,00

2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	6	50,00
Controlo de Rotina 2	5	0	0
Controlo de Inspeção	1	1	100,00
Total	18	7	38,89

2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	3	25,00
Controlo de Rotina 2	4	1	25,00
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	16	4	25,00

Tabela 5.14 - Análise dos incumprimentos ao valor paramétrico por tipo de controlo na ZA 10 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	1	1	100,00
Controlo de Rotina 2	0	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	1	1	100,00
2006			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	0	0	0
Controlo de Rotina 2	0	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	0	0	0
2007			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	0	0	0
Controlo de Rotina 2	0	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	0	0	0
2008			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	12	5	41,67
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	1	0	0
Total	17	5	29,41
2009			
Tipo de controlo	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Controlo de Rotina 1	11	2	18,18
Controlo de Rotina 2	4	0	0
Controlo de Inspeção	0	0	0
Total	15	2	13,33

5.2.4.3. Incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro

Na Tabela 5.15 são apresentados no concelho da Povoação, o incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro indicadores e obrigatórios, de 2005 a 2009.

A sua análise conjugada com a informação do Anexo XXX, permitiu verificar que, apesar de serem significativos os incumprimentos dos valores paramétricos dos parâmetros indicadores, é no conjunto dos obrigatórios que se concentrou a grande maioria dos incumprimentos.

No grupo dos parâmetros obrigatórios, *Escherichia coli* e os enterococos foram responsáveis pelas maiores percentagens dos incumprimentos dos valores paramétricos. No que concerne aos parâmetros indicadores, os incumprimentos relativos às bactérias coliformes, *Clostridium perfringens* e pH corresponderam às maiores percentagens (Anexo XXXI).

Da análise das Tabelas 5.16 a 5.25, verificou-se que ocorreram ligeiras subidas ou ligeiras descidas para a generalidade dos parâmetros resultando globalmente numa estabilização dos resultados. A zona de abastecimento que apresentou maior percentagem de incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro foi a ZA 10 (média de 26,98%) enquanto que a ZA 09 apresentou a menor percentagem (média de 6,31%).

Tabela 5.15- Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro de 2005 a 2009 no concelho da Povoação.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	576	30	5,21
Parâmetros indicadores	682	68	9,97
Total	1258	98	7,79
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	228	33	14,47
Parâmetros indicadores	488	39	7,99
Total	716	72	10,06
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	400	37	9,25
Parâmetros indicadores	634	56	8,83
Total	1034	93	8,99
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	411	56	13,63
Parâmetros indicadores	701	72	10,27
Total	1112	128	11,51
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	151	35	23,18
Parâmetros indicadores	566	38	6,71
Total	717	73	10,18

Tabela 5.16 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 01 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	104	11	10,58
Parâmetros indicadores	109	15	13,76
Total	213	26	12,21
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	39	5	12,82
Parâmetros indicadores	71	4	5,63
Total	110	9	8,18
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	63	5	7,94
Parâmetros indicadores	51	6	11,76
Total	114	11	9,65
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	43	12	27,91
Parâmetros indicadores	78	13	16,67
Total	121	25	20,66
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	16	7	43,75
Parâmetros indicadores	77	6	7,79
Total	93	13	13,98

Tabela 5.17 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 02 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	71	2	2,82
Parâmetros indicadores	83	5	6,02
Total	154	7	4,55
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	26	3	11,54
Parâmetros indicadores	55	4	7,27
Total	81	7	8,64
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	31	1	3,23
Parâmetros indicadores	23	2	8,70
Total	54	3	5,56
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	38	3	7,89
Parâmetros indicadores	56	4	7,14
Total	94	7	7,45
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	8	3	37,50
Parâmetros indicadores	34	4	11,76
Total	42	7	16,67

Tabela 5.18 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 03 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	7	2	28,57
Parâmetros indicadores	35	6	17,14
Total	42	8	19,05
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	18	3	16,67
Parâmetros indicadores	42	3	7,14
Total	60	6	10,00
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	36	4	11,11
Parâmetros indicadores	42	6	14,29
Total	78	10	12,82
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	37	2	5,41
Parâmetros indicadores	54	4	7,41
Total	91	6	6,59
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	30	2	6,67
Parâmetros indicadores	37	2	5,41
Total	67	4	5,97

Tabela 5.19 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 04 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	42	0	0
Parâmetros indicadores	65	2	3,08
Total	107	2	1,87
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	25	6	24,00
Parâmetros indicadores	57	7	12,28
Total	82	13	15,85
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	48	6	12,50
Parâmetros indicadores	104	9	8,65
Total	152	15	9,87
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	44	7	15,91
Parâmetros indicadores	86	12	13,95
Total	130	19	14,62
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	15	1	6,67
Parâmetros indicadores	66	2	3,03
Total	81	3	3,70

Tabela 5.20 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 05 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	143	6	4,20
Parâmetros indicadores	167	20	11,98
Total	310	26	8,39
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	26	3	11,54
Parâmetros indicadores	59	5	8,47
Total	85	8	9,41
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	48	7	14,58
Parâmetros indicadores	89	10	11,24
Total	137	17	12,41
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	44	8	18,18
Parâmetros indicadores	78	9	11,54
Total	122	17	13,93
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	15	4	26,67
Parâmetros indicadores	67	4	5,97
Total	82	8	9,76

Tabela 5.21 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 06 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	68	1	1,47
Parâmetros indicadores	65	2	3,08
Total	133	3	2,26
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	26	5	19,23
Parâmetros indicadores	59	6	10,17
Total	85	11	12,94
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	46	4	8,70
Parâmetros indicadores	88	7	7,95
Total	134	11	8,21
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	42	2	4,76
Parâmetros indicadores	78	7	8,97
Total	120	9	7,50
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	15	4	26,67
Parâmetros indicadores	67	4	5,97
Total	82	8	9,76

Tabela 5.22 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 07 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	140	7	5,00
Parâmetros indicadores	156	17	10,90
Total	296	24	8,11
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	27	7	25,93
Parâmetros indicadores	64	7	10,94
Total	91	14	15,38
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	44	5	11,36
Parâmetros indicadores	76	7	9,21
Total	120	12	10,00
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	43	9	20,93
Parâmetros indicadores	80	8	10,00
Total	123	17	13,82
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	16	7	43,75
Parâmetros indicadores	67	7	10,45
Total	83	14	16,87

Tabela 5.23 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 08 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	0	0	0
Parâmetros indicadores	0	0	0
Total	0	0	0
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	16	1	6,25
Parâmetros indicadores	24	1	4,17
Total	40	2	5,00
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	38	3	7,89
Parâmetros indicadores	54	4	7,41
Total	92	7	7,61
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	37	3	8,11
Parâmetros indicadores	54	4	7,41
Total	91	7	7,69
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	8	3	37,50
Parâmetros indicadores	34	3	8,82
Total	42	6	14,29

Tabela 5.24 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 09 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	0	0	0
Parâmetros indicadores	0	0	0
Total	0	0	0
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	25	0	0
Parâmetros indicadores	57	2	3,51
Total	82	2	2,44
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	46	2	4,35
Parâmetros indicadores	107	5	4,67
Total	153	7	4,58
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	43	6	13,95
Parâmetros indicadores	76	7	9,21
Total	119	13	10,92
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	16	2	12,50
Parâmetros indicadores	66	4	6,06
Total	82	6	7,32

Tabela 5.25 - Análise do incumprimento dos valores paramétricos por tipo de parâmetro na ZA 10 de 2005 a 2009.

2005			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	1	1	100,00
Parâmetros indicadores	2	1	50,00
Total	3	2	66,67
2006			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	0	0	0
Parâmetros indicadores	0	0	0
Total	0	0	0
2007			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	0	0	0
Parâmetros indicadores	0	0	0
Total	0	0	0
2008			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	40	4	10,00
Parâmetros indicadores	61	4	6,56
Total	101	8	7,92
2009			
Tipo de parâmetro	N.º de análises realizadas com VP	N.º de análises em incumprimento ao VP	% de análises em incumprimento ao VP
Parâmetros obrigatórios	12	2	16,67
Parâmetros indicadores	51	2	3,92
Total	63	4	6,35

5.5. QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

No sentido de caracterizar, em termos quantitativos e qualitativos, os impactes da actividade humana sobre o estado dos meios hídricos, recorreu-se à análise de dados referentes a 10 anos, desde 2000 a 2009 (Anexos XXXII e XXXIII). Os cinco primeiros anos foram analisados separadamente dos restantes, uma vez que os dados facultados desta época se referiam ao controlo da qualidade da água nos reservatórios. É importante referir que nesta primeira etapa não se obteve boletins de análise do reservatório das Fagundas em Água Retorta, sendo assim o estudo centralizou em 12 reservatórios e não em 13. Os últimos cinco anos da análise incidiram em 10 zonas de abastecimentos.

Os resultados referentes aos valores paramétricos dos parâmetros problemáticos (Tabelas 5.26 a 5.52) encontram-se discriminados por unidade, apresentando-se agregados por áreas, mais concretamente por reservatórios (2000 a 2004) e por zonas de abastecimento (2005 e 2009) que se identificam no mapa em anexo (Anexo XXV).

De modo a identificar as situações mais susceptíveis de alteração dos valores paramétricos fora do limite estipulado pela legislação vigente, utilizou-se uma metodologia expedita cujos principais passos foram os seguintes:

- Identificação dos parâmetros problemáticos;
- Identificação dos reservatórios com valores mais críticos;
- Identificação dos pontos de amostragem e zonas de abastecimento;
- Identificação das áreas mais vulneráveis e de risco a contaminação agrícola;

O valor numérico de um determinado parâmetro de qualidade das águas destinadas a consumo humano terá de ser interpretado comparando os resultados obtidos na análise de uma determinada amostra, com o conjunto de valores que constituem a norma ou referência de qualidade adoptada como termo de comparação. Sendo assim, os parâmetros analisados subdividiram-se em 6:

- Parâmetros organolépticos;
- Parâmetros físico-químicos;
- Parâmetros relativos a substâncias indesejáveis;

- Parâmetros relativos a substâncias tóxicas;
- Parâmetros químicos;
- Parâmetros microbiológicos;

Com base nesta classificação, constatou-se que os parâmetros físico-químicos, os relativos a substâncias tóxicas e os microbiológicos apresentaram incumprimentos aos valores paramétricos estipulados pela legislação. Os principais problemas de qualidade da água para consumo humano diziam respeito aos parâmetros microbiológicos (Anexo XXXIV). É importante referir que os quatro parâmetros referentes à classificação dos organolépticos (cor, cheiro, sabor e temperatura) apresentaram resultados dentro dos parâmetros estipulados pela lei ao longo dos 10 anos.

5.5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

5.5.1.1. pH

O pH duma água constitui uma das suas propriedades mais importantes conjuntamente com a alcalinidade e a dureza, determina a respectiva corrosividade, é talvez o factor mais importante no que respeita ao comportamento da água em relação aos coagulantes e tem grande influência na eficácia dos processos de desinfeção, em particular da desinfeção pelo cloro. Se bem que não tenha significado directo quanto à saúde, o seu efeito acentuado em todas as fases do abastecimento e tratamento faz com que constitua uma parte essencial da análise sanitária da água (Guerreiro *et al.*, 2004; Mendes *et al.*, 2004).

No período de 2005 a 2009 os valores de pH das águas no concelho da Povoação, variaram entre 6,0 e 8,8 (Tabela 5.26). Esta amplitude deve-se à composição química das águas, que pode ser influenciada pelo meio geológico, pelo nível da contaminação da água e pelo sistema de captação e armazenamento da água utilizado. Conforme estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, o pH das águas destinadas ao consumo humano deve ser mantido na faixa de 6,5 e 9. Assim, em seis zonas de abastecimento, a água consumida apresentou pH abaixo do estabelecido pela legislação (Tabela 5.26).

Da análise da Tabela 5.26 e do Anexo XXXVI, verificou-se que ocorreram ligeiras subidas ou ligeiras descidas para a generalidade do parâmetro pH nos cinco anos em estudo. A zona de abastecimento que apresentou maior percentagem de incumprimento do valor paramétrico foi a ZA 05 (média de 11,71%) e a ZA 06 (média de 10,97%) enquanto que a ZA 09 apresentou a menor percentagem (média de 1,75%).

Relativamente à evolução do incumprimento do valor paramétrico, a ZA 05, apresentou uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 23,81% em 2005 para o total cumprimento em 2009 (Anexo XXXVI); em contrapartida na ZA 06, detectou-se um aumento de 18,18% (2005) para 20,00% (2009).

Os pontos de amostragem PA 35 (6,0 em 2007), e PA 48 (6,1 em 2008) (Anexo XXXVI) apresentaram os valores mais baixos de pH.

Verificou-se, uma relação estreita entre a condutividade eléctrica e o pH da água. Amostras com pH inferior a 6,5 também apresentaram valores de condutividade eléctrica mais baixos. Da mesma forma, as águas com pH mais elevado apresentaram também uma elevação nos valores de condutividade (Tabela 5.28 e Anexo XXXVI).

Perante a reunião de todos os dados, conclui-se que a Lomba do Loução (ZA 05) e a Vila da Povoação (ZA 06) foram as zonas mais críticas em relação ao parâmetro pH. Por outro lado as freguesias da Água Retorta e Furnas não apresentaram incumprimentos a este parâmetro.

A composição físico-química da água subterrânea é influenciada fortemente por processos de interacção água-rocha cuja magnitude depende da natureza da matriz dos sistemas aquíferos. Pode-se dizer que cada água tem uma qualidade natural que depende do meio aquífero onde se move e se armazena, e onde se desenrolam reacções mais ou menos complexas (Guerreiro *et al.*, 2004).

Em geral, a mineralização da água subterrânea é adquirida pelo contacto da água com a rocha ou no solo aquando do processo de filtração. Os valores baixos ou altos de pH estão relacionados, por exemplo, com a abundância ou escassez de minerais reactivos no meio aquífero. Os valores baixos de pH permitem, por outro lado, que algumas espécies químicas, pouco solúveis noutras condições, atinjam concentrações indesejáveis, como é o caso do ferro (Guerreiro *et al.*, 2004).

Tabela 5.26 - Valores analíticos obtidos do parâmetro pH nas ZA de 2005 a 2009.

pH (unidades de pH)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	7,6	6,5	6	---	7,7	6,9	4	---	7,8	6,8	2	---	8,1	6,5	4	---	8,8	6,8	4
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	7,0	6,9	4	---	7,5	7,3	3	6,8	---	---	1	---	7,5	6,6	3	---	7,6	7,0	2
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	7,4	6,3	2	---	7,4	6,9	2	---	7,6	7,4	2	---	7,3	7,0	3	---	6,9	6,9	2
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	6,7	6,1	3	---	7,6	7,5	3	---	7,4	6,3	6	---	7,4	6,2	4	---	6,9	6,6	4
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	6,8	6,3	9	---	7,6	6,3	3	---	7,6	6,0	5	---	7,7	6,9	4	---	7,5	7,1	4
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	6,5	6,4	3	---	7,9	7,4	3	---	7,4	6,7	5	---	6,6	6,1	4	---	7,5	6,2	4
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	7,7	6,3	8	---	7,5	7,3	4	---	7,8	7,2	4	---	7,6	7,0	4	---	7,8	7,3	4
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	7,6	---	---	1	---	7,9	7,5	3	---	8,0	7,0	3	---	7,5	7,4	2
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	7,5	7,2	3	---	7,3	7,0	6	---	7,7	7,1	4	---	7,9	6,1	4
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	7,5	6,8	4	---	7,2	7,0	4

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.27 - Valores analíticos obtidos do parâmetro condutividade eléctrica nos reservatórios de 2000 a 2004.

Condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 °C)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	147	140	2	---	135	132	2	116	---	---	1	---	---	---	---	---	850	113	2
Lomba do Alcaide	---	153	150	2	---	132	132	2	---	146	131	2	---	146	144	3	---	---	---	---
Lomba Grande	---	138	137	2	---	122	120	2	---	137	122	2	---	135	111	3	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	115	112	2	---	128	113	2	---	128	127	3	---	---	---	---
Lomba do Botão	---	126	126	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	129	128	3	---	---	---	---
Estrada Regional	176	---	---	1	110	---	---	1	---	156	114	3	---	129	128	3	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	178	176	2	159	---	---	1	---	173	154	3	---	174	170	5	---	---	---	---
Fogo	204	---	---	1	---	182	178	3	195	---	---	1	---	203	195	3	---	---	---	---
Ribeira	205	---	---	1	175	---	---	1	---	194	156	3	---	201	193	4	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	206	---	---	1	---	184	178	3	201	---	---	1	---	201	200	4	204	---	---	1
Salto dos Cães	---	191	187	2	---	171	171	2	---	195	172	3	---	202	191	4	---	204	200	2

Tabela 5.28 - Valores analíticos obtidos do parâmetro condutividade eléctrica nas ZA de 2005 a 2009.

Condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 °C)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	185	120	6	---	187	85	4	---	187	133	2	---	125	89	4	---	100	77	4
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	193	128	4	---	211	122	3	211	---	---	1	---	185	177	3	---	183	181	2
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	136	129	2	---	131	129	2	---	138	124	2	---	210	219	3	---	209	207	2
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	354	175	3	---	123	119	3	---	342	124	4	---	227	127	4	---	137	128	4
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	451	112	9	---	382	339	3	---	347	121	5	---	142	117	4	---	132	108	4
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	208	182	3	---	148	115	4	---	339	117	5	---	343	281	4	---	352	138	4
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	193	150	8	---	183	148	4	---	184	116	4	---	187	107	4	---	184	102	4
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	180	---	---	1	---	183	181	3	---	209	148	3	---	166	163	2
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	186	185	2	---	184	183	3	---	190	188	4	---	188	177	4	---	338	183	4
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	187	180	4	---	192	185	4

5.5.2. PARÂMETROS RELATIVOS A SUBSTÂNCIAS INDESEJÁVEIS

5.5.2.1. Cloro residual disponível

O recurso ao cloro, utilizado como desinfectante no controlo da contaminação microbiana da água de abastecimento para consumo humano, é a técnica mais geralmente utilizada pelos distribuidores de água. O cloro é adicionado à água, reagindo com alguns dos compostos presentes, mas permanecendo uma fracção de cloro residual, destinada a garantir que o desenvolvimento de microrganismos não se irá verificar posteriormente ao longo do percurso, desde a estação de tratamento até ao consumidor (Mendes *et al.*, 2004).

A concentração do cloro (hipoclorito de sódio) nos reservatórios, de 2000 a 2004, variou entre $\leq 0,01$ e $< 0,06$ mg/L (Tabela 5.29). O seu aumento foi gradual durante os cinco anos. Relativamente ao período de 2005 a 2009 (zonas de abastecimento) constatou-se que a sua concentração variou entre $< 0,05$ e $\leq 0,06$ mg/L (Tabela 5.30).

No ano de 2006, dezoito pontos de amostragem apresentaram valor nulo de cloro. Somente quatro pontos de amostragem (PA 10, PA 31, PA 84, PA 82) cumpriam com os valores recomendados pela OMS (0,2 - 0,6 mg/L de cloro residual livre) (XXXIV).

5.5.3. PARÂMETROS RELATIVOS A SUBSTÂNCIAS TÓXICAS

5.5.3.1. Níquel

Os metais são introduzidos nos sistemas aquáticos pela dissolução das rochas, como resultado de erupções vulcânicas e através de uma variedade de actividades antropogénicas, desde extracções mineiras, ao processamento e utilização de metais e ou substâncias que o contenham e à utilização de combustíveis fósseis. Sob certas condições ambientais estes elementos podem acumular-se, até mesmo aqueles que funcionam como micronutrientes essenciais, e podem-se tornar tóxicos para os organismos aquáticos e para os seres humanos, desde que o nível de exposição seja suficientemente elevado (Mendes *et al.*, 2004).

Nas águas os metais aparecem como misturas complexas e diversas de formas solúveis e insolúveis. Eles podem estar presentes como espécies iónicas, complexos

orgânicos e inorgânicos e ou associados com colóides e material particularmente suspenso. A informação sobre a concentração total de metais dissolvidos e de valor limitado uma vez que o destino ambiental e toxicidade das várias espécies metálicas diferem do modo considerável e não reflecte, necessariamente a abundância geral do metal no corpo da água (Carapeto, 1999).

Em 2007, no ponto de amostragem PA 53 referente à zona de abastecimento 06 (Vila da Povoação), observou-se um caso pontual relativamente ao níquel. O valor registado foi de 33 µg/L Ni (Tabela 5.31), fora do limite permitido pelo Decreto-Lei (20 µg/L Ni). A sua percentagem de incumprimento foi de 7,14% (Anexo XXXVI). Este tipo de parâmetro é englobado nos parâmetros relativos a substâncias tóxicas que causam efeitos ao nível da saúde pública. No entanto, o caso exposto não é relevante por ter sido esporádico e possivelmente a sua causa deve-se às ligas metálicas do sistema de distribuição da água ou até mesmo das condutas domiciliárias, uma vez que a recolha da de água é efectuada na torneira do consumidor. A utilização do níquel é orientada sobretudo para o fabrico de ligas, cobertura de superfícies, nomeadamente aços inoxidáveis, como o cobre-níquel-zinco para objectos decorativos e de uso doméstico (Mendes *et al.*, 2004).

Tabela 5.29 - Valores analíticos obtidos do parâmetro desinfectante residual nos reservatórios de 2000 a 2004.

Desinfectante residual (mg/L)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	≤ 0,01	≤ 0,01	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	<0,06	<0,05	4
Lomba do Alcaide	---	≤ 0,01	≤ 0,01	2	---	---	---	---	<0,08	---	---	1	---	<0,05	<0,05	3	---	<0,06	<0,05	2
Lomba Grande	---	0,02	≤ 0,01	2	---	---	---	---	≤ 0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	3	---	<0,06	<0,05	3
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	---	---	---	<0,08	---	---	1	---	<0,05	<0,05	3	---	<0,06	<0,05	3
Lomba do Botão	---	≤ 0,01	≤ 0,01	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	<0,05	<0,05	3	---	<0,06	<0,05	3
Estrada Regional	≤ 0,01	---	---	1	---	---	---	---	<0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	3	---	<0,06	<0,05	2
Caminho do Mato	---	0,02	≤ 0,01	2	---	---	---	---	<0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	5	---	<0,06	<0,05	3
Fogo	≤ 0,01	---	---	1	---	---	---	---	<0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	3	---	≤ 0,08	<0,05	2
Ribeira	≤ 0,01	---	---	1	---	---	---	---	<0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	4	<0,05	---	---	1
Arrebetão das Pimentas	≤ 0,01	---	---	1	---	---	---	---	<0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	4	---	≤ 0,08	<0,06	3
Salto dos Cães	---	≤ 0,01	≤ 0,01	2	---	---	---	---	<0,05	---	---	1	---	<0,05	<0,05	4	---	≤ 0,08	<0,06	2

 Valor fora do recomendável.

Tabela 5.30 - Valores analíticos obtidos do parâmetro desinfectante residual nas ZA de 2005 a 2009.

Desinfectante residual (mg/L)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	15	---	0,05	0,00	5	---	<0,10	≤0,05	8	---	≤0,05	≤0,05	12	---	0,10	<0,05	11
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	12	---	0,12	0,00	6	---	≤0,05	<0,05	3	---	≤0,05	≤0,05	7	---	0,22	<0,05	6
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	6	---	<0,05	0,00	4	---	≤0,05	<0,05	7	---	0,07	≤0,05	6	---	0,12	<0,05	5
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	11	---	0,06	0,00	9	---	<0,10	<0,05	14	---	≤0,05	≤0,05	12	---	0,16	<0,05	11
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	21	---	<0,05	0,00	8	---	<0,10	<0,05	15	---	0,37	≤0,05	12	---	0,20	<0,05	11
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	10	---	<0,05	0,00	8	---	<0,10	<0,05	13	---	≤0,05	≤0,05	12	---	0,73	<0,05	11
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	≤ 0,06	≤ 0,06	20	---	<0,05	0,00	8	---	<0,10	<0,05	12	---	0,10	≤0,05	12	---	<0,10	<0,05	11
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	<0,05	<0,05	2	---	<0,10	<0,05	8	---	≤0,05	≤0,05	6	---	0,12	<0,05	6
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	<0,05	0,00	8	---	≤0,05	<0,05	13	---	0,28	≤0,05	12	---	0,46	<0,05	11
ZA 10 (Σ PA = 12)	≤ 0,06	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	≤0,05	≤0,05	12	---	<0,10	<0,05	11

 Valor fora do recomendável.

Tabela 5.31 - Valores analíticos obtidos do parâmetro níquel nas ZA de 2005 a 2009.

Níquel (µg/L Ni)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	< 6	< 6	2	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	< 6	< 6	2	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	< 7	---	---	1	< 5	---	---	1	8,6	---	---	1	< 5	---	---	1
ZA 04 (Σ PA = 12)	< 6	---	---	1	< 5	---	---	1	5	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	< 6	< 6	4	< 6	---	---	1	< 6	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	< 6	< 6	2	8	---	---	1	33	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	< 6	< 6	4	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	< 5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	< 5	---	---	1	---	---	---	---

 Valor fora dos parâmetros legais.

5.5.4. PARÂMETROS RELATIVOS A SUBSTÂNCIAS RADIOACTIVAS

5.5.4.1. Dose indicativa total

As águas podem apresentar, naturalmente, um determinado nível de poluição radioactiva, devido a diversas causas. Assim, podem nelas existir isótopos radioactivos naturais, provenientes de camadas geológicas atravessadas por essas águas, ou terem recebido efluentes radioactivos ou resíduos provenientes de materiais radioactivos naturais (*Mendes et al.*, 2004). No ano de 2004, registou-se incumprimentos relativos ao parâmetro dose indicativa total nos reservatórios do Arrebentão das Pimentas (25,00%) e do Salto dos Cães (25,00%) (Anexo XXXV). O valor observado no primeiro reservatório foi de 0,189 mSv/ano e no segundo de 0,204 mSv/ano (Tabela 5.32), valores que estavam fora do limite permitido pelo Decreto-Lei (0,10 mSv/ano). A dose indicativa total só é determinada quando ocorrem incumprimentos dos parâmetros α -total e β -total. Nestes casos procede-se à determinação das concentrações dos radionuclídeos específicos emissores α e β .

A zona geográfica onde foi detectada o incumprimento corresponde à freguesia das Furnas. Nesta zona existe grande actividade vulcânica e possivelmente, a nível geológico, existirão radioisótopos nas camadas geológicas que libertam produtos gasosos, como radão (*Baxter et al.*, 1999). Hipoteticamente os valores registos em 2004 poderão ser motivados pelas causas anteriores ou erro analítico no processamento das análises no laboratório. Para se chegar a uma conclusão, seria necessário realizar exames complementares para identificar os radionuclídeos que originam níveis de radioactividade prejudiciais ao ser humano e poder, desse modo, avaliar o risco realmente existente. Curiosamente no período de 2005 a 2009, correspondente às zonas de abastecimento criadas, não foram realizadas análises deste carácter, algo que se deveria ter em conta.

Para encerrar o subcapítulo, falta realçar, a melhoria que houve no abastecimento da água à freguesia da Ribeira Quente, visto que no passado recente a população sofria de fluorose dentária devido ao excesso de flúor e fluoretos na água de consumo. Perante este facto foi criada uma nova captação de água de abastecimento oriunda das Furnas.

A fluorose dentária foi descoberta por Smith (1935). A evolução das ideias sobre o efeito profiláctico potencial dos fluoretos ingeridos com a água e a formação de

programas fluoretação da água para combater a cárie dentária constituem um fenómeno extremamente invulgar na história da ciência. O esmalte mosqueado ou fluorose dentária foi o defeito que deu origem a uma série de estudos que culminaram na actual prática sanitária conhecida pela degeneração de fluoretação da água. Este defeito, que resulta da ingestão de quantidades excessivas do ião flúor durante o desenvolvimento e a calcificação dos dentes, manifesta-se por toda uma série de características - desde as pequenas e ténues manchas de um branco calcário, que mal se distinguem, até aos dentes separados e pronunciadamente manchados (Moore, 1971 d)).

O flúor na sua forma de ião negativo, encontra-se em águas subterrâneas de muitas origens, mas raras vezes se encontra em quantidades apreciáveis nas águas de superfície. A sua concentração na água de abastecimento está estreitamente relacionada com a saúde dentária dos consumidores que a usam durante os primeiros 12 anos de vida (Moore, 1971 d)).

Tabela 5.32 - Valores analíticos obtidos do parâmetro dose indicativa total nos reservatórios de 2000 a 2004.

Dose indicativa total (mSv/ano)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Alcaide	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Botão	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,045	---	---	1
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ribeira	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,189	---	---	1
Salto dos Cães	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,204	---	---	1

 Valor fora dos parâmetros legais.

5.5.5. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

A apresentação de um resultado de zero como “menor que” um limite de detecção, não possui a mesma relevância em microbiologia que em química, conforme é debatido na secção sobre amostras de rotina examinadas para contagens de microrganismos indicadores. Se for detectado um microrganismo que pode ter significado em saúde pública, o laboratório deve seguir acções pré planeadas que contrabalancem os riscos para a saúde com a ocorrência de falsos alarmes (Lightfoot *et al.*, 2003).

As amostras colhidas em resposta à suspeita de um problema incluem aquelas em que há casos de doença entre os consumidores, onde há um colapso conhecido no manuseamento ou tratamento do produto, ou um problema na distribuição, tal como reparações nas condutas de abastecimento de água (Lightfoot *et al.*, 2003).

A presença de *Escherichia coli* foi detectada nas águas de 5 dos 12 reservatórios monitorizados no ano de 2004. Importa realçar que entre 2000 e 2003 não se efectuou análises a este parâmetro. Os reservatórios da Lomba Grande (75,00%), da Estrada Regional (66,67%) e das Fagundas (50,00%) de um modo geral, apresentaram maior percentagem de incumprimentos do valor paramétrico, seguidamente, com 33,33% de incumprimento, encontravam-se os reservatórios da Lomba do Alcaide e do Caminho do Mato (Tabela 5.34 e Anexos XXXV e XXXVII).

No período de 2005 a 2009, as 10 zonas de abastecimento (Tabela 5.35) tiveram águas contaminadas com *Escherichia coli*. A zona de abastecimento com maior número de incumprimentos foi a ZA 01 (50,22%), seguidamente a ZA 10 (45,18%) e a ZA 07 (44,81%). Na zona de abastecimento ZA 09 a percentagem foi inferior à média das restantes, com 12,46% (Anexos XXXVI e XXXVIII).

A análise das tabelas (Anexo XXXVI) e gráficos (Anexo XXXVIII) respeitantes aos incumprimentos em função das ZA em que são observados, permitem deduzir as seguintes ilações (Tabela 5.33):

Tabela 5.33 – Tabela resumo da percentagem de incumprimento ao valor paramétrico por zonas de abastecimento de 2005 a 2009.

ZA 01	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 60,00% em 2005 para 40,00% em 2009 (Anexo XXXVI);
ZA 02	De 2005 a 2009 houve um crescimento do número de incumprimentos, ou seja de 8,33 % para 37,50% respectivamente (Anexo XXXVI);
ZA 03	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 33,33% em 2005 para 25,00 % em 2009 (Anexo XXXVI);
ZA 04	De 2005 a 2009, houve um acréscimo de incumprimentos, ou seja de 0,00% para 6,67% respectivamente. (Anexo XXXVI);
ZA 05	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 28,57% em 2005 para 26,27% em 2009 (Anexo XXXVI);
ZA 06	De 2005 a 2009 houve um crescimento do número de incumprimentos, ou seja de 0,00 % para 13,33% respectivamente (Anexo XXXVI);
ZA 07	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência crescente, tendo-se registado um crescimento de 35,00% em 2005 para 43,75% em 2009 (Anexo XXXVI);
ZA 08	Os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente gradual, tendo-se registado uma descida de 33,33% em 2006 para 25,00 % em 2009 (Anexo XXXVI);
ZA 09	De 2007 a 2009 houve um decréscimo do número de incumprimentos, ou seja de 14,29 % para 13,33% respectivamente (Anexo XXXVI);
ZA 10	De 2005 a 2009, houve um decréscimo acentuado de incumprimentos, ou seja de 100,00% para 13,33% respectivamente (Anexo XXXVI);

Relativamente ao parâmetro bactérias coliformes, os incumprimentos confirmaram-se no Reservatório das Fagundas (87,50%), do Caminho do Mato (78,33%) e da Lomba do Alcaide (73,33%), no período de 2000 a 2004 (Tabela 5.36).

Aplicando a mesma metodologia, analisou-se a Tabela 5.37 e o Anexo XXXVI referentes a cada zona de abastecimento num período de cinco anos (2005 a 2009). Observou-se que as zonas mais críticas foram as ZA 01 (62,45%), ZA 03 (55,94%), ZA 07 (54,89%), ZA 10 (47,04%), ZA 02 (62,45%), enquanto que as zonas ZA 06 (31,78%) e ZA 09 (30,30%) apresentaram valores francamente melhores.

Não é desejável que o número de colónias a 22 °C e a 37°C seja superior a 100 e 20, respectivamente. Tanto nos reservatórios como nas zonas de abastecimento registou-se valores acima do recomendável como se pode constatar nas Tabelas 5.38, 5.39, 5.40 e 5.41.

A presença de *Clostridium perfringens* (50,00%) foi detectada apenas no reservatório da Lomba do Carro no período de 2000 a 2004 (Tabela 5.42). Nos seguintes anos, a ZA 04 (5,56%) e a ZA 07 (5,26%) apresentaram inconformidades neste âmbito (Tabela 5.43 e Anexo XXXVI) e as restantes estavam de acordo com Decreto-Lei em vigor. Os pontos de amostragem críticos incidiram em PA 29 e PA 59 (Anexo XXXVI).

Das 10 zonas de abastecimentos monitorizadas, seis apresentaram águas contaminadas por enterococos. A zona de abastecimento com maior número de incumprimentos foi a ZA 01 (11,67%), seguidamente a ZA 06 (10,10%), a ZA 02 (8,33%) e a ZA 05 (7,94%). Nas zonas de abastecimento ZA 07 e ZA 04 a percentagem foi inferior à média das restantes, com 5,56%. (Tabela 5.45 e Anexo XXXVI).

Relativamente ao parâmetro enterococos fecais os reservatórios do Caminho do Mato (33,33%) e da Lomba do Pomar (16,67%) foram os únicos em que se registou incumprimentos (Tabela 5.46 e Anexo XXXV).

A presença de estreptococos fecais (25,00%) foi detectada apenas no reservatório da Lomba do Carro no ano de 2003 (Tabela 5.48). No ano 2008, as zonas abastecimento ZA 01, ZA 04, ZA 05 (5,56%) e ZA 07 e ZA 09 (5,26%) apresentaram inconformidades neste âmbito e as restantes estavam de acordo com Decreto-Lei em

vigor. Os pontos de amostragem críticos incidiram nos PA 06, PA 24, PA 40, PA 66 e PA 84 (Anexo XXXVI).

No período de 2000 a 2004 quatro dos 13 reservatórios (Tabela 5.50) tiveram águas contaminadas com coliformes fecais. O que apresentou maior número de incumprimentos foi o das Fagundas (66,67%) (Anexo XXXV).

Por fim, detectou-se inconformidades no parâmetro de esporos de bactérias anaeróbias sulfito-redutoras. Novamente, o reservatório das Fagundas apresentou uma percentagem de 50,00% (Anexo XXXV) de incumprimento ao valor. Das 10 zonas de abastecimento, apenas três tiveram águas contaminadas sendo estas as seguintes: ZA 01 (16,67%), ZA 04 e ZA 05 (5,56%) (Tabela 5.52 e Anexo XXXVI).

Com base na análise e discussão de todos os dados expostos ao longo deste capítulo, foi possível determinar-se que ao longo dos dez anos em estudo os parâmetros *Escherichia coli*, bactérias coliformes e coliformes fecais foram os responsáveis por maior percentagem dos incumprimentos dos valores paramétricos (Anexos XXXV e XXXVI).

Ao conjugar-se as tabelas dos valores analíticos obtidos por parâmetro e os gráficos em anexo (Anexos XXXVII e XXVIII) observou-se a evolução da percentagem de violação relativa às análises realizadas aos parâmetros microbiológicos.

Da sua análise, ressalva-se a considerável descida na percentagem de análises em violação desde 2000 a 2009.

Tabela 5.34 - Valores analíticos obtidos do parâmetro *Escherichia coli* nos reservatórios de 2000 a 2004.

<i>Escherichia coli</i> (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	60	0	3
Lomba do Alcaide	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2	0	3
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10	1	3
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5	0	3
Lomba do Botão	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	3
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	124	2	3
Caminho do Mato	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	113	0	3
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	2
Ribeira	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1
Arrebetão das Pimentas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	3
Salto dos Cães	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	2

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.35 - Valores analíticos obtidos do parâmetro *Escherichia coli* nas ZA de 2005 a 2009.

<i>Escherichia coli</i> (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	19	0	15	---	12	0	6	---	29	0	8	---	66	0	12	---	51	0	12
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	2	0	12	---	19	0	7	---	8	0	3	---	28	0	7	---	25	0	6
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	37	0	5	---	12	0	5	---	15	0	7	---	2	0	6	---	11	0	5
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	0	0	11	---	31	0	9	---	86	0	14	---	38	0	10	---	23	0	10
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	91	0	20	---	1	0	9	---	38	0	15	---	82	0	12	---	4	0	11
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	0	0	10	---	30	0	9	---	3	0	14	---	28	0	12	---	17	0	11
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	21	0	19	---	25	0	10	---	21	0	13	---	30	0	12	---	15	0	9
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	1	0	3	---	23	0	8	---	5	0	6	---	5	0	6
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	0	0	8	---	29	0	13	---	5	0	12	---	41	0	11
ZA 10 (Σ PA = 12)	1	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3	0	12	---	3	0	11

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.36 - Valores analíticos obtidos do parâmetro bactérias coliformes nos reservatórios de 2000 a 2004.

Bactérias coliformes (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	3	---	---	1	---	220	3	2	3	---	---	---	---	---	---	---	---	108	20	4
Lomba do Alcaide	---	4	0	2	---	3	1	2	---	7	0	2	---	12	6	3	---	24	11	3
Lomba Grande	---	0	0	2	---	220	2	2	---	0	0	2	---	39	9	3	---	140	2	3
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	3	0	3	---	8	0	2	---	8	1	3	---	20	0	3
Lomba do Botão	---	0	0	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5	2	3	---	1	0	3
Estrada Regional	0	---	---	1	7	---	---	1	---	5	0	2	---	32	0	3	---	256	0	3
Caminho do Mato	---	6	4	2	---	18	< 10	3	---	9	0	2	---	34	5	5	---	265	0	3
Fogo	0	---	---	1	---	350	0	3	0	---	---	1	---	40	12	3	---	4	1	2
Ribeira	1	---	---	1	---	< 10	0	2	---	67	0	3	---	5	2	4	0	---	---	1
Arrebetão das Pimentas	0	---	---	1	---	2	0	3	0	---	---	1	---	2	0	4	---	0	0	3
Salto dos Cães	---	6	1	2	---	10	3	3	---	19	0	3	---	0	0	3	---	1	0	2

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.37 - Valores analíticos obtidos do parâmetro bactérias coliformes nas ZA de 2005 a 2009.

Bactérias coliformes (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	1,6x10 ⁴	3	13	---	12	0	6	---	29	0	8	---	66	2	12	---	51	0	12
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	10	0	12	---	19	0	7	---	8	0	3	---	71	0	7	---	41	0	6
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	87	4	5	---	15	0	5	---	19	0	7	---	250	0	6	---	12	0	5
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	3	0	11	---	31	0	9	---	86	0	14	---	38	0	10	---	23	0	10
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	420	0	20	---	1	0	9	---	38	0	15	---	82	0	12	---	5	0	11
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	0	0	10	---	38	0	8	---	25	0	14	---	28	0	12	---	17	0	11
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	110	0	20	---	28	0	10	---	53	0	13	---	30	0	12	---	15	0	9
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	1	0	3	---	57	0	8	---	38	0	6	---	5	0	6
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	2	0	8	---	29	0	13	---	14	0	12	---	41	0	11
ZA 10 (Σ PA = 12)	10	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	7	0	12	---	5	0	13

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.38 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 22 °C nos reservatórios de 2000 a 2004.

Microrganismos viáveis a 22 °C (N/ml a 22 °C)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	---	---	---	---	1700	680	2	1200	---	---	1	---	---	---	---	---	120	100	2
Lomba do Alcaide	0	---	---	1	---	24	21	2	---	1,4x10 ⁴	16	2	---	71	13	3	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	410	34	2	---	44	8	2	---	236	25	3	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	77	2	3	---	220	0	2	---	75	7	3	---	---	---	---
Lomba do Botão	>300	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	26	4	3	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	290	---	---	1	---	79	25	2	---	>300	16	3	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	---	1,1x10 ⁵	64	3	---	86	20	2	---	256	63	5	---	---	---	---
Fogo	--	---	---	---	---	4,8x10 ³	100	3	30	---	---	1	---	34	16	3	---	---	---	---
Ribeira	90	---	---	1	---	1,6x10 ⁴	26	2	---	79	12	3	---	103	7	4	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	---	---	---	---	---	1,2x10 ³	92	3	11	---	---	1	---	16	1	4	2	---	---	1
Salto dos Cães	---	---	---	---	---	820	93	3	---	1,2x10 ²	5	3	---	13	7	3	---	6	0	2



Valor fora do recomendável.

Tabela 5.39 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 22 °C nas ZA de 2005 a 2009.

Microrganismos viáveis a 22 °C (N/ml a 22 °C)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	51	2	8	---	240	65	4	---	192	4	2	---	82	10	5	---	87	3	5
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	34	4	4	---	200	9	3	2	---	---	1	---	23	2	3	---	41	17	2
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	5	4	2	---	130	110	2	---	64	8	2	---	13	0	3	---	>300	7	2
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	9	0	3	---	150	16	3	---	110	4	6	---	96	2	4	---	2	0	3
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	>300	2	9	---	260	0	3	---	120	0	5	---	130	21	4	---	28	0	4
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	3	0	3	---	>300	17	3	---	130	4	5	---	38	0	4	---	38	0	4
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	>300	1	8	---	>300	95	4	---	>300	0	4	---	37	9	4	---	59	0	4
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	86	---	---	1	---	74	1	3	---	190	11	3	---	110	3	2
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	29	11	3	---	49	0	6	---	38	19	4	---	130	0	4
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6	1	4	---	6	0	4

 Valor fora do recomendável.

Tabela 5.40 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 37 °C nos reservatórios de 2000 a 2004.

Microrganismos viáveis a 37 °C (N/ml a 37 °C)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	>300	50	2	---	1000	25	2	85	---	---	1	---	---	---	---	---	20	4	2
Lomba do Alcaide	---	0	0	2	---	3	2	2	---	9,38x10 ³	5	2	---	6	2	3	---	---	---	---
Lomba Grande	---	>300	0	2	---	52	4	2	---	9	7	2	---	24	8	3	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	19	5	3	---	520	0	2	---	4	0	3	---	---	---	---
Lomba do Botão	---	45	0	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3	1	3	---	---	---	---
Estrada Regional	32	---	---	1	21	---	---	1	---	36	0	2	---	248	1	3	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	4	0	2	---	7,7x10 ³	15	3	---	15	3	2	---	33	3	5	---	---	---	---
Fogo	0	---	---	1	---	1,6x10 ³	39	3	26	---	1	---	---	19	1	3	---	---	---	---
Ribeira	44	---	---	1	---	7,2x10 ³	4	2	---	28	8	3	---	63	0	4	---	---	---	---
Arrentão das Pimentas	40	---	---	1	---	490	5	3	0	---	---	1	---	3	0	4	3	---	---	1
Salto dos Cães	---	8	7	2	---	45	14	3	---	39	3	3	---	8	3	3	---	3	2	2

 Valor fora do recomendável.

Tabela 5.41 - Valores analíticos obtidos do parâmetro microrganismos viáveis a 37 °C nas ZA de 2005 a 2009.

Microrganismos viáveis a 37 °C (N/ml a 37 °C)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	27	1	6	---	57	16	4	---	200	61	2	---	59	3	4	---	27	1	4
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	31	2	3	---	150	0	3	1	---	---	1	---	22	2	3	---	38	21	2
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	13	1	2	---	34	6	2	---	19	3	2	---	0	0	3	---	>300	0	2
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	4	2	3	---	12	5	3	---	58	2	6	---	12	3	4	---	0	0	3
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	>300	2	9	---	52	2	3	---	61	0	5	---	140	0	4	---	0	0	4
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	3	1	3	---	50	34	3	---	>300	0	5	---	72	0	4	---	26	0	4
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	64	0	8	---	>300	38	4	---	>300	0	4	---	180	0	4	---	6	0	4
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	49	---	---	1	---	51	0	3	---	>300	8	3	---	36	4	2
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	21	2	3	---	42	0	6	---	10	0	4	---	39	0	4
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3	0	4	---	2	0	4

 Valor fora do recomendável.

Tabela 5.42 - Valores analíticos obtidos do parâmetro *Clostridium perfringens* nos reservatórios de 2000 a 2004.

<i>Clostridium perfringens</i> (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Alcaide	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1
Lomba do Botão	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1	2	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ribeira	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1
Salto dos Cães	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.43 - Valores analíticos obtidos do parâmetro *Clostridium perfringens* nas ZA de 2005 a 2009.

<i>Clostridium perfringens</i> (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	0	0	2	0	---	---	1	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	0	0	3	0	---	---	1	---	0	0	2	---	2	0	2	0	---	---	1
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	0	0	5	0	---	---	1	---	0	0	2	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	0	0	3	---	0	0	2	---	0	0	2	---	---	---	---	0	---	---	1
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	0	0	3	0	---	---	1	---	0	0	2	---	6	0	2	0	---	---	1
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	0	---	---	1	---	0	0	2	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	0	0	2	---	0	0	2	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.44 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos nos reservatórios de 2000 a 2004.

Enterococos (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Alcaide	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1
Lomba do Botão	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ribeira	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1
Salto dos Cães	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1

Tabela 5.45 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos nas ZA de 2005 a 2009.

Enterococos (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	3	0	3	0	---	---	1	---	7	0	2	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	1	0	2	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 04 (Σ PA = 12)	0	---	---	1	0	---	---	1	0	---	---	1	4	---	---	1	0	---	---	1
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	4	0	4	4	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	1	0	2	4	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	0	0	4	0	---	---	1	0	---	---	1	6	---	---	1	0	---	---	1
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.46 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos fecais nos reservatórios de 2000 a 2004.

Enterococos fecais (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Alcaide	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	1	---	---	1	---	---	---	---
Lomba do Botão	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	2	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ribeira	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Arrebentão das Pimentas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Salto dos Cães	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.47 - Valores analíticos obtidos do parâmetro enterococos fecais nas ZA de 2005 a 2009.

Enterococos fecais (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabela 5.48 - Valores analíticos obtidos do parâmetro estreptococos fecais nos reservatórios de 2000 a 2004.

Estreptococos fecais (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Alcaide	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Botão	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	1	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ribeira	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Salto dos Cães	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.49 - Valores analíticos obtidos do parâmetro estreptococos fecais nas ZA de 2005 a 2009.

Estreptococos fecais (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	25	---	---	1	---	---	---	---
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10	---	---	1	---	---	---	---
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3	---	---	1	---	---	---	---
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4	---	---	1	---	---	---	---
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5	---	---	1	---	---	---	---
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---

 Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.50 - Valores analíticos obtidos do parâmetro coliformes fecais nos reservatórios de 2000 a 2004.

Coliformes fecais (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	0	---	---	1	---	190	3	2	3	---	---	1	---	---	---	---	0	---	---	1
Lomba do Alcaide	---	0	0	2	---	1	0	2	---	0	0	2	---	1	0	3	---	---	---	---
Lomba Grande	---	0	0	2	---	11	2	2	---	0	0	2	---	32	8	3	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	2	0	3	---	0	0	2	---	8	0	3	---	---	---	---
Lomba do Botão	---	0	0	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
Estrada Regional	0	---	---	1	2	---	---	1	---	2	0	2	---	0	0	3	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	4	0	2	---	14	<10	3	---	0	0	2	---	2	0	5	---	---	---	---
Fogo	0	---	---	1	---	<10	0	3	0	---	---	1	---	4	0	3	---	---	---	---
Ribeira	0	---	---	1	---	<10	0	2	---	1	0	3	---	0	0	3	---	---	---	---
Arrebetão das Pimentas	0	---	---	1	---	0	0	3	0	---	---	1	---	1	0	4	---	---	---	---
Salto dos Cães	---	0	0	2	---	2	0	3	---	1	0	3	---	0	0	3	---	---	---	---



Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.51 - Valores analíticos obtidos do parâmetro esporos de bactérias anaeróbias sulfito-redutoras nos reservatórios de 2000 a 2004.

Esporos de bactérias anaeróbias sulfito-redutoras (N/100 ml)																				
Reservatórios	2000				2001				2002				2003				2004			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
Fagundas	2	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Alcaide	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Pomar	---	---	---	---	---	0	0	2	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
Lomba do Botão	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomba do Carro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---
Estrada Regional	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caminho do Mato	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fogo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ribeira	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Arrebentão das Pimentas	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Salto dos Cães	---	---	---	---	0	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---



Valor fora dos parâmetros legais.

Tabela 5.52 - Valores analíticos obtidos do parâmetro esporos de bactérias anaeróbias sulfito- redutoras nas ZA de 2005 a 2009.

Esporos de bactérias anaeróbias sulfito- redutoras (N/100 ml)																				
Zonas de Abastecimento	2005				2006				2007				2008				2009			
	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID	V.A	Máx.	Mín.	N.º de ID
ZA 01 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	8	0	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 02 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	---	0	0	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 03 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 04 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	2	0	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 05 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	1	---	---	1	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 06 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 07 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	0	0	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 08 (Σ PA = 6)	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 09 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	0	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ZA 10 (Σ PA = 12)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Valor fora dos parâmetros legais.

5.5.6. SÍNTESE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A contaminação difusa das águas superficiais e subterrâneas tende a adquirir uma importância crescente, já que o peso relativo é tanto maior quanto maior for o grau de depuração e de limitação das descargas tóxicas ou pontuais. As principais fontes de contaminação difusa estão relacionadas como uma série de actividades, fundamentalmente, agro-pecuárias, que se desenvolvem sobre grandes extensões do território e provocam a contaminação da água através dos escoamentos superficiais que arrastam e dissolvem as substâncias que foram depositadas no solo. As escorrências superficiais provenientes da rede rodoviária e das zonas urbanas constituem também uma importante fonte de contaminação, em particular no que respeita a certas substâncias perigosas (Carapeto *et al.*, 1999).

As substâncias mais comuns que se encontram nas águas sujeitas a contaminação difusa pertencem ao grupo de fertilizantes e dos pesticidas usados na agricultura, acrescentando a matéria orgânica e as substâncias tóxicas ligadas tanto às actividades pecuárias como aos efluentes urbanos ou a determinadas actividades industriais (Carapeto *et al.*, 1999; Cruz *et al.*, 2010).

Entre as potenciais ameaças de poluição às águas subterrâneas estão o uso intensivo de adubos, fertilizantes e pesticidas em actividades agrícolas e não agrícolas, a deposição de resíduos industriais sólidos, líquidos ou de produtos que podem ser dissolvidos e arrastados por águas de infiltração em terrenos muito vulneráveis, a deposição de dejectos de animais resultantes das actividades agro-pecuárias e construção incorrecta de fossas sépticas, a utilização de herbicidas, fungicidas, a sobre exploração dos aquíferos em zonas sensíveis de que resultam a degradação dos ecossistemas, a intrusão marinha e a subsistência dos solos (Carapeto *et al.*, 1999).

Há uma variedade imensa de produtos tóxicos que podem contaminar as águas subterrâneas. Talvez os que causam maior preocupação do ponto de vista médico, sejam os compostos orgânicos de baixo peso molecular, pois muito deles são carcinogénicos. Contudo metais pesados, pesticidas, nitratos e solventes são igualmente perigosos. Os nitratos, embora relativamente pouco tóxicos em si mesmos, podem ser reduzidos a nitritos (Anexo I). A fonte principal de produtos tóxicos para as águas subterrâneas parece ser a existência de lixeiras, aterros mal construídos ou mal supervisionados e fossas superficiais.

A metodologia que se utilizou para a identificar e localizar as situações de eventual risco para os consumidores foi a identificação das zonas com uma fracção significativa de percentagem mais elevada, quando os resultados da análise ultrapassarem os valores limites fixados por lei, traduzindo-se assim numa violação desses limites, bem como a caracterização do meio envolvente e actividades antropogénicas em curso desempenhadas.

Para caracterizar o sector agro-pecuário de cada freguesia foi solicitado à Direcção Regional de Serviço de Desenvolvimento Agrário de São Miguel o respectivo número de cabeças de gado (Tabela 5.53). Estes dados, conjugados com a área geográfica e meio envolvente, permitiriam avaliar qual a zona e, posteriormente, a freguesia do concelho, capaz de gerar maior carga poluente.

Tabela 5.53 – Número de bovinos e de explorações de bovinos por freguesia registados no concelho da Povoação (Fonte: Sistema Nacional de Identificação e Registo Animal/Direcção Regional de Serviço de Desenvolvimento Agrário de São Miguel).

Freguesia	Número de bovinos	Número de explorações
Água Retorta	983	62
Faial da Terra	946	33
Furnas	1481	82
Nossa Senhora dos Remédios	1298	73
Povoação	2914	152
Ribeira Quente	13	5
Total	7635	407

Segundo Cruz *et al.*, (2010), 56% das áreas do arquipélago dos Açores estão ocupadas por actividades agrícolas e zonas de pastagem, o que permite chegar a uma conclusão relativa à poluição das águas subterrâneas. O mesmo se verifica no concelho da Povoação. A montante do local de captação da água para abastecimento das zonas ZA 02 (Burguete) e ZA 03 (Faial da Terra) existe pastagens, o mesmo ocorre na zona ZA 07 (Lomba do Pomar/Botão/Carro e Cavaleiro) e na zona ZA 10 (Furnas). As restantes zonas estão cobertas por vegetação.

A ZA 01 (Fagundas) que se encontra associada ao reservatório das Fagundas, apresentou maior número de contaminações microbiológicas (*Escherichia coli* e bactérias coliformes). A montante da sua captação não existe pastagens, pelo que a contaminação não advirá dos resíduos dos animais. É importante referir que esta zona

possui habitações mais antigas e possivelmente o sistema de canalização seja antiquado, o que compromete a qualidade da água.

Outras zonas críticas são a ZA 02 (Burguete), ZA 03 (Faial da Terra), ZA 07 (Lomba do Pomar/Botão/Carro e Cavaleiro) e ZA 10 (Furnas). Isto é justificado possivelmente pela actividade agro-pecuária, uma vez que todas possuem pastagens a montante da captação de abastecimento da água e têm um número de cabeças de gado elevado.

A zona de abastecimento 09 (Ribeira Quente) apresentou menor número de contaminações microbiológicas (*Escherichia coli* e bactérias coliformes).

Na freguesia da Ribeira Quente, a 30 de Outubro de 1997, na zona da Ribeira e Fogo ocorreu uma catástrofe, uma enxurrada que devastou por completo esta área. Posteriormente foram construídas novas habitações o que implicou a instalação de novas canalizações o que possivelmente diminuiu as hipóteses de contaminação microbiológica.

Também propiciadora do aumento dos parâmetros microbiológicos, são as práticas resultantes da má construção, conservação ou implementação das condutas em locais pouco adequados e falta de drenagem e tratamento das águas residuais. Acompanhando o desenvolvimento económico que se tem verificado na RAA, a implementação de infra-estruturas associadas às águas residuais têm registado alguns progressos, embora ainda não se tenha atingido uma situação satisfatória e uniforme em todas as ilhas (DROTRH-INAG, 2001). Verifica-se que, na quase totalidade do concelho da Povoação, a população ligada aos sistemas de drenagem é inferior à população servida, o que resulta da prevalência de situações em que apesar de já existirem colectores, as ligações domiciliárias não são efectuadas, mantendo-se em funcionamento os sistemas individuais por fossas sépticas.

A descarga de águas residuais e a inexistência de tratamento, constituem uma pressão sobre os recursos hídricos, uma vez que as águas residuais domésticas, descarregadas em linhas de água e para poços de infiltração, podem comprometer a qualidade da água para consumo humano no concelho da Povoação.

O principal desafio associado à Directiva – Quadro da Água da EU corresponde à monitorização das águas subterrâneas, tanto em termos quantitativos e químicos. A necessidade de proteger, melhorar e recuperar as massas de águas subterrâneas na RAA,

passa pela implementação de medidas de saneamento básico, bem como o tratamento das águas residuais (Cruz, *et al.*, 2010).

Em síntese, as freguesias mais críticas por ordem decrescente ao nível microbiológico são: Água Retorta, Furnas, Faial da Terra e por fim a zona ZA 07 (Lomba do Pomar/Botão/Carro e Cavaleiro) que pertence à Vila da Povoação.

Compete à entidade gestora assegurar que a água para consumo humano, posta à disposição dos utilizadores, satisfaça exigências de qualidade constantes. Os parâmetros microbiológicos são indicadores da presença de contaminação microbiológica. A presença destes não representa risco para a saúde pública, mas indica que poderão estar presentes microrganismos causadores ou transmissores de doenças (patogénicos). São assim indicadores de eventuais perigos para a saúde pública e a sua presença pode ser muito variável ao longo do tempo, dependendo de uma desinfeção eficaz e controlada.

6. CONCLUSÕES

Esta dissertação, tendo por tema a análise do processo e resultados do controlo da qualidade da água de consumo humano no concelho da Povoação (São Miguel), procurou de alguma forma contribuir para a melhoria das práticas de gestão de recursos hídricos. Neste aspecto, houve a preocupação de procurar dar a conhecer os aspectos mais relevantes aos níveis local (concelho da Povoação) e regional (Açores).

O trabalho desenvolvido permitiu a apresentação de um diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano da população do concelho da Povoação, bem como a verificação da sua relação com possíveis implicações para a saúde pública. A caracterização físico-química e microbiológica da água de consumo humano do concelho da Povoação foi efectuada através da consulta e interpretação de boletins de análises químicas e microbiológicas fornecidos pelos serviços da Câmara Municipal da Povoação.

Os dados da qualidade da água apresentados nesta dissertação evidenciaram que apesar das melhorias verificadas, ao longo dos dez anos em estudo, os parâmetros com maior percentagem de incumprimento dos valores paramétricos foram essencialmente microbiológicos. Salientam-se, neste contexto, os parâmetros *Escherichia coli* e enterococos, que foram responsáveis por maior percentagem dos incumprimentos dos valores paramétricos ocorridos no grupo dos obrigatórios.

No que concerne aos parâmetros indicadores, os incumprimentos relativos aos coliformes, a *Clostridium perfringens* e ao pH corresponderam a maior percentagem. Estes resultados, reforçam a necessidade da entidade gestora (Câmara Municipal da Povoação) implementar ou incrementar uma atitude preventiva, no sentido de garantir a qualidade da água na torneira do consumidor.

Relativamente aos parâmetros organolépticos, não se registaram qualquer tipo de inconformidade nas águas de consumo no concelho da Povoação. Verificou-se, igualmente, que os incumprimentos dos valores paramétricos apresentaram uma tendência decrescente, tendo-se registado uma descida de 67,01%, em 2005, para 30,77%, em 2009. Foi no tipo de controlo de rotina 1 que o número de análises em incumprimento aos valores paramétricos apresentou os maiores valores de percentagem

relativamente aos restantes tipos de controlo. Com valores francamente melhores, estão os controlos de rotina 2 e de inspecção.

Relativamente à distribuição geográfica dos incumprimentos, a ZA 01, que se encontra associada ao reservatório das Fagundas, apresentou maior número de contaminações microbiológicas (*Escherichia coli* e bactérias coliformes). A montante da sua captação não existe pastagens, pelo que possivelmente a contaminação não advirá dos resíduos animais.

Outras zonas críticas são a ZA 02 (Burguete), ZA 03 (Faial da Terra), ZA 07 (Lomba do Pomar/Botão/Carro e Cavaleiro) e ZA 10 (Furnas). Isto é justificado possivelmente pela actividade agro-pecuária. Todas possuem pastagens a montante da captação de abastecimento da água e o número de cabeças de gado é elevada. A zona de abastecimento ZA 09 (Ribeira Quente), apresentou menor número de contaminações microbiológicas (*Escherichia coli* e bactérias coliformes).

Os resultados obtidos permitem inferir que a actividade agro-pecuária é a principal poluidora dos recursos hídricos no concelho da Povoação, associada a focos de contaminação difusa. As substâncias mais comuns que se encontram nas águas sujeitas a contaminação difusa pertencem ao grupo dos fertilizantes e dos pesticidas usados na agricultura, acrescendo a matéria orgânica e as substâncias tóxicas ligadas tanto às actividades pecuárias, como aos efluentes urbanos ou a determinadas actividades industriais (Carapeto *et al.*, 1999; Cruz *et al.*, 2010). Não obstante, os nitratos, fosfatos, pesticidas, metais pesados e hidrocarbonetos, encontram-se abaixo dos limites estipulados pela lei no concelho da Povoação.

Para além da actividade agro-pecuária, a contaminação microbiológica na água de abastecimento da Povoação também é favorecida pela construção deficiente dos sistemas de captação de água, a sua falta de manutenção, o estado do saneamento básico ao nível domiciliário, e por fim o uso de hipoclorito de sódio abaixo dos valores recomendáveis.

Também condicionando os parâmetros microbiológicos, embora obviamente em menor grau, estão as práticas resultantes da má construção, conservação ou implementação, em locais pouco adequados, das condutas. O tipo de poluição resultante é sobretudo microbiológica mas também se traduz por aumento de outros compostos. É

importante referir que esta zona possui habitações mais antigas e possivelmente o sistema de canalização será antiquado, o que compromete a qualidade da água.

A resolução dos problemas observados passa por medidas simples, que devem ser aplicadas sistematicamente e não pontualmente. Neste sentido, as acções devem ser coordenadas, quer as de iniciativa governamental, municipal, de outras forças vivas concelhias ou até mesmo de cidadãos, individualmente.

A garantia da qualidade da água para abastecimento público tem sido baseada na detecção de contaminantes potencialmente perigosos para a saúde humana, através da análise de conformidade dos resultados obtidos na monitorização da qualidade da água fornecida aos consumidores com os valores paramétricos estipulados na legislação vigente. No entanto, tem-se vindo a verificar que esta metodologia de controlo da qualidade, se revela frequentemente lenta, complexa e dispendiosa, apresentando, assim, um conjunto de limitações sérias.

Com evidência destas limitações de monitorização de conformidade de “fim de linha” não se garante ao consumidor, de forma categórica, a necessária confiança na água que lhe é fornecida. Desta forma justifica-se evoluir para outros patamares mais minuciosos, ou seja, recorrer a metodologias de gestão técnica baseadas em análise e controlo de riscos em pontos críticos do sistema de abastecimento.

A aplicação de princípios de avaliação e de gestão de riscos na produção e distribuição da água para consumo humano poderá complementar o controlo realizado através da monitorização de conformidade do produto final, reforçando a segurança na garantia da qualidade da água e a protecção da saúde pública.

Deve, assim, ser privilegiada uma abordagem de segurança preventiva, através de uma efectiva gestão e operação das origens de água, estações de tratamento e sistemas de distribuição.

Embora o presente trabalho tenha focado múltiplos aspectos do controlo da qualidade da água para consumo humano, é recomendável o aprofundamento da investigação relativa a esta temática. Termina-se o presente trabalho com a apresentação de um conjunto de sugestões de melhoria e para futuros desenvolvimentos, no âmbito do tema desta dissertação. Assim salientam-se aqueles que se consideram de especial actualidade e importância:

- As medidas de prevenção propostas, poderão ser reajustadas e refinadas, nomeadamente pela aplicação de um plano de segurança da água para consumo humano (PSA) com vista a organizar e sistematizar o historial de práticas de gestão da água, de modo a assegurar a aplicabilidade dessas práticas na gestão da qualidade da água para consumo humano;
- Minimização da contaminação nas origens de água;
- Redução ou remoção da contaminação durante o processo de tratamento;
- Prevenção de contaminação durante o armazenamento, distribuição e manuseamento da água de distribuição;
- Optimização dos custos inerentes ao controlo operacional;
- Redução dos custos inerentes à não qualidade do produto;

Na implementação de um PSA estes objectivos são conseguidos através de:

- Conhecimento profundo da especificidade do sistema e da capacidade para atingir objectivos baseados na saúde pública;
- Identificação de potenciais fontes de contaminação e como podem ser elas controladas;
- Validação das medidas de controlo aplicadas para controlar os perigos;
- Aplicação das acções correctivas em tempo útil para garantir a segurança da água distribuída;
- Monitorização periódica das condutas de água por ordem a detectar qualquer anomalia e a criação de métodos que permitem a protecção das nascentes e das zonas de captação da água, ou seja, interditar o acesso de elementos da fauna com vista a colmatar contaminações;

Tendo o presente estudo permitido um melhor conhecimento do controlo da qualidade da água de consumo humano no concelho da Povoação, mais concretamente os seus incumprimentos aos valores paramétricos, seria recomendável a realização de um estudo epidemiológico prospectivo. Desta forma, seria permitido, por um lado, controlar mais rigorosamente os potenciais focos de contaminação, através da pesquisa dos seguintes organismos patogénicos: salmonelas, estafilococos patogénicos, bacteriófagos fecais e enterovírus. Além disso, as águas não devem conter organismos parasitas (protozoários, por exemplo), algas ou organismos macroscópicos (vermes, larvas, etc.).

Por fim, em termos de saúde pública, seria desejável fomentar estudos sobre a análise do processo e os resultados do controlo da qualidade da água de consumo humano, nos demais concelhos da RAA.

7. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

Abel, P.D. (1996). *Water Pollution Biology*. 2nd Edition. Taylor and Francis, UK.

Amorim, J.M., Calado, E. & Ramos, M.H. (2002). *Bactérias Anaeróbias*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia*., Vol. 3., pp.227-258. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Baxter, P.J., Baubron, J. & Coutinho, R. (1999). *Health hazards and disaster potential of ground gas emissions at Furnas volcano, São Miguel, Azores*. Journal of Volcanology and Geothermal Research 92:95–106.

Benn, F.R. & Mcauliffe, C.A. (1981). *Química e Poluição*. Livros Técnicos e Científicos Editores S.A, Rio de Janeiro.

Borchardt, J.A. & Walton, G. (1971). *Water Quality*. In: Crawford, H.B. & Fischel, D.N. (eds). *Water Quality Treatment*., 3rd., pp.1-53. McGraw-Hill Book Company, United States of America.

Borley, N.R. & Achan, V. (2001). *Compêndio de Fisiologia*. Instituto Piaget, Lisboa.

Brito, A.G., Oliveira, J.M. & Peixoto, J.M. (2010). *Tratamento de Água para Consumo Humano e Uso Industrial – Elementos Teórico-práticos*. Engenho e Média, Lda/Grupo Publindústria, Porto.

Carapeto, C. (1999). *Poluição das Águas: Causas e efeitos*. Universidade Aberta, 2004.

Caquet, R. (2004). *Guia Prático de Análises Clínicas*. Ed. 1. CLIMEPSI Editores, Lisboa.

Cederstrom, D.J. (1964). *Água Subterrânea: Uma Introdução*. Centro de Publicações Técnicas da Aliança, Rio de Janeiro.

Chang, R. (1994). *Química*. Ed. 5. McGraw-Hill, Lisboa.

Christian, G.D. (2004). *Analytical Chemistry*. 6th Edition. Wiley International Edition, United States of America.

Cohen, J.M. & Hannah, S.A. (1971). *Coagulation and Flocculation*. In: Crawford, H.B. & Fischel, D.N. (eds). *Water Quality Treatment*., 3rd., pp.66-122. McGraw-Hill Book Company, United States of America.

Correa, N.R. (1990). *Optimal operation strategies for groundwater reservoirs – consideration of quantity and quality aspects*. In: Shamir, U. & Jiaqui, C. (eds) *The Hydrological Basics for Water Resources Management*., pp. 11-17. IAHS, UK.

Costa, J.B. (1995). *Caracterização e constituição do solo*. Ed. 5. Serviço de Educação/Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Costa, M.N. (2002). *Streptococcus e Outros Cocos Gram Positivos*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia*., Vol. 2., pp.51-62. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Cristino, J.M. (2002). *Staphylococcus*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia*., Vol. 2., pp.39-50. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. & Mendes, S. (2010). *Monitoring of groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU water framework directive*. *Environ Earth Sci* 61:173-186.

Cunha, L.V., Gonçalves, A.S., Figueiredo, V.A. & Lino, M. (1980). *A Gestão da Água: Princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Ferreira, F.A.G. (1971). *Moderna Saúde Pública*. Ed. 2. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Ferreira, W.F.C. & Gameiro, R. (2002). *Vírus das Hepatites*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia*., Vol. 3., pp.315-348. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Galhano, M.H. (1990). *Estudos da Qualidade da Água através de Parâmetros Biológicos – A sua aplicação no Rio Ave*. In: *Sede da Direcção Geral dos Recursos Naturais. Seminário Internacional “Qualidade da Água – Avaliação e Gestão”*., pp.183-188. PGIRH/T-PNUD-UNESCO-OMS, Lisboa.

George, F. (2004). *Histórias de Saúde Pública*. Livros Horizonte, Lisboa.

Guerreiro, N. & Pereira, P.B. (2002). *Poluição e Qualidade da Água*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa.

Guyton & Hall. (2002). *Tratado de Fisiologia Médica*. Ed. 10. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Harrison, R.M. (1996). *Pollution: Causes, effects and control*. 3rd Edition. The Royal Society of Chemistry, UK.

Helmen, R. & Hespanhol, I. (1997). *Water Pollution Control: A guide to the use of water quality management principles*. E and FN Spon, London.

Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestion*. McGraw-Hill, Madrid.

Lanbusch, J. (1971). *Chlorination and Other Disinfection Processes*. In: Crawford, H.B. & Fischel, D.N. (eds). *Water Quality Treatment*., 3rd., pp.160-226. McGraw-Hill Book Company, United States of America.

Leeden, F.V., Froise, F.L. & Todd, D.K. (1990). *The Water Encyclopedia*. 2nd Edition. Lewis Publishers, United States of America.

Leite, L.E.M. (2004). *Os lugares da Povoação*. Câmara Municipal da Povoação, Povoação.

Lightfoot, N.F. & Maier, E.A. (2003). *Análise Microbiológica de Alimentos e Água: Guia para a garantia da qualidade*. Serviço de Educação e Bolsas/Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Mackay, D.W. (1990). *Water Quality of the Reservoirs*. In: *Sede da Direcção Geral dos Recursos Naturais. Seminário Internacional “Qualidade da Água – Avaliação e Gestão”*., pp.223-228. PGIH/T-PNUD-UNESCO-OMS, Lisboa.

Marques, R.C. & Levy, J.Q. (2006). *A qualidade do Serviço de Abastecimento de água: O Parecer do Consumidor, 2006*. Ed. 1. AEPSA – Associação das Empresas Portuguesas para Sector do Ambiente, Lisboa.

Mausner & Kramer. (2004). *Introdução à Epidemiologia*. Ed. 3. Serviço de Educação e Bolsas/Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Mendes, B. & Oliveira, J.F.S. (2004). *Qualidade da água para consumo humano*. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Mendonça, L. (1999). *História da Povoação, perspectiva geral*. Câmara Municipal da Povoação, Povoação.

Merrington, G., Winder, L., Parkinson, R. & Redman, M. (2002). *Agricultural Pollution: Environmental problems and practical solutions*. Spon Press, London and New York.

Mitchell, R.N., Kumer, V., Abbas, A.K. & Fausto, N. (2006). *Fundamentos de patologia: Bases Patológicas das Doenças*. Ed. 7. Saunders, Elsevier.

Moore, E.W. (1971 a). *Considerações Gerais sobre o Abastecimento de Água às Populações*. In: Sartwell & Maxcy-Rosenau. (eds). *Medicina Preventiva e Saúde Pública.*, Vol. 2., pp.895-922. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Moore, E.W. (1971 b). *Análise Sanitária da Água*. In: Sartwell & Maxcy-Rosenau. (eds). *Medicina Preventiva e Saúde Pública.*, Vol. 2., pp.923-976. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Moore, E.W. (1971 c). *A Purificação da Água*. In: Sartwell & Maxcy-Rosenau. (eds). *Medicina Preventiva e Saúde Pública.*, Vol. 2., pp.977-1010. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Moore, E.W. (1971 d). *A água e as suas relações com a Doença*. In: Sartwell & Maxcy-Rosenau. (eds). *Medicina Preventiva e Saúde Pública.*, Vol. 2., pp.1011-1026. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Noyes, R. (1991). *Handbook of Pollution Control Processes*. Noyes Publications, New Jersey.

Oliveira, J.S. (1982). *Operações e processos fundamentais em Engenharia Sanitária: Fundamentos da Depuração Biológica*. Ed. 1, Vol. 3. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Parente, A.M. (1999). *A Célula Procariótica*. In: Azevedo, C. (ed). *Biologia Celular e Molecular.*, pp.19-33. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Patnaik, P. (1997). *Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil and Solid Wastes*. Lewis Publishers, Unites States of America.

Prescott, L.M., Harley, J.P. & Klein, D.A. (2002). *Microbiology*. 5th Edition. McGraw-Hill Higher Education, New York.

Raoul, J.J. (1990). *Water and related resources, past, present and future*. In: Wunderlich, W.O. & Prins, J.E. (eds). *Water for the Future: Water resources developments in perspective.*, pp.65-78. AA. Balkema/Rotterdam/Boston, Boston.

Rosen, A.A. & Booth, R.L. (1971). *Taste and Odor Control*. In: Crawford, H.B. & Fischel, D.N. (eds). *Water Quality Treatment.*, 3 rd., pp.227-244. McGraw-Hill Book Company, United States of America.

Scragg, A. (1999). *Environmental Biotechnology*. Pearson Education Limited, England.

Secretaria Regional da Educação e Cultura. (1982). *Apontamento, Histórico e Etnográfico de São Miguel e Santa Maria, 1982*. Direcção Escolar de Ponta Delgada, Região Autónoma dos Açores.

Seeley, R.R., Stephens, T.D. & Tate, P. (2001). *Anatomia e Fisiologia*. Ed. 3. Lusodidacta, Lisboa.

Silva, J.M.P. (2002). *Generalidades em Parasitologia*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia.*, Vol. 3., pp.393-406. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Simas, L., Gonçalves, P., Lopes, J.L. & Alexandre, C. (2005). *Controlo da Qualidade da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos.

Solomons, T.W.G. & Fryhle, C.B. (2004). *Organic Chemistry*. 8 th Edition. John Wiley and Sons, Inc –Edition, United Sates of America;

Sousa, J.C.F. (2002). *Enterobacteriaceae*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia.*, Vol. 2., pp.99-110. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Stocker & Seager (1981). *Química ambiental: contaminación del aire y del agua*. Editorial Blume, Barcelona.

Thompson, S.A. (1999). *Hydrology for Water. Management*. AA.Balkema/Rotterdam, Netherlands.

Veloso, M.G. (2002). *Campylobacter e Arcobacter*. In: Ferreira, W.F.C. & Sousa, J.C.F. (eds). *Microbiologia.*, Vol. 2., pp.137-144. LIDEL – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.

Viessman, J.W. & Lewis, G.L. (2003). *Introduction to Hydrology*. 5 th Edition. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

Weil, J.H. (2000). *Bioquímica Geral*. Ed. 2. Serviço de Educação/Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Widmaier, E.P., Raff, H. & Strang, K.T. (2004). *Human Physiology: The mechanisms of body function*. 9th Edition. McGraw-Hill, New York.

Wrobel, L.C. & Brebbia, C.A. (1991). *Water Pollution: Modelling, Measuring and Prediction*. Elsevier Applied Science London, New York.

OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Câmara Municipal da Povoação. (2007). *Plano de Controlo da Qualidade da Água no ano 2007*.

Direcção Geral de Saúde (www.dgs.pt) (20-09-2010).

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos/Secretaria Regional do Ambiente, Instituto da Água/Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. (2001) *Plano Regional da Água: Relatório Técnico (Versão para consulta pública, 2001)*.

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos/Universidade do Minho. (2007). *Relatório de Acompanhamento do Plano Regional da Água, Volume I – Documento Técnico, (Versão para consulta pública, 2007)*.

Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal. (2008). *Controlo da qualidade da água para consumo humano 2008*, Volume 4 – (Versão para consulta pública, 2008).

Instituto Regulador de Águas e Resíduos (2002) *Controlo da qualidade da água para consumo humano 2002* – (Versão para consulta pública, 2002).

Instituto Regulador de Águas e Resíduos (2003) *Controlo da qualidade da água para consumo humano 2003* – (Versão para consulta pública, 2003).

Instituto Regulador de Águas e Resíduos (2004). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal / Controlo da qualidade da água para consumo humano 2004*, Volume 4 – (Versão para consulta pública, 2004).

Instituto Regulador de Águas e Resíduos (2005) *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal / Controlo da qualidade da água para consumo humano 2005*, Volume 4 – (Versão para consulta pública, 2005).

Instituto Regulador de Águas e Resíduos (2006) *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal / Controlo da qualidade da água para consumo humano 2006*, Volume 4 – (Versão para consulta pública, 2006).

Instituto Regulador de Águas e Resíduos. (2007). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal / Controlo da qualidade da água para consumo humano 2007*, Volume 4 – (Versão para consulta pública, 2007).

Medeiros, S. *Bacias hidrográficas da Povoação e Ribeira Quente: uma análise comparativa*.

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. (2007). *PEAASAR II Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento das Águas Residuais 2007 -2003*. Ed. 1. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional Produção, Lisboa.

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. *Plano Nacional da Água, Volume I e II*.

Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA) (2007) *Anuário Estatístico da Região Autónoma dos Açores -2007*.

LEGISLAÇÃO

Decreto-Lei n.º 84/90, de 16 de Março - Diário da República, n.º 63/90 Série I, de 16 de Março de 1990.

Decreto-Lei n.º 86/90, de 16 de Março - Diário da República, n.º 63/90 Série I, de 16 de Março de 1990.

Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março - Diário da República, n.º 63/90 Série I, de 16 de Março de 1990.

Decreto-Lei n.º 45/94, de 22 de Fevereiro - Diário da República, n.º 44/94 Série I-A, de 22 de Fevereiro de 1990.

Decreto-Lei n.º 46/94 de 22 de Fevereiro - Diário da República, n.º 44/94 Série I-A, de 22 de Fevereiro de 1990.

Decreto-Lei n.º 47/94, de 22 de Fevereiro - Diário da República, n.º 44/94 Série I-A, de 22 de Fevereiro de 1990.

Decreto-Lei n.º 166/97, de 2 de Julho - Diário da República, n.º 150/97 Série I-A, de 2 de Julho de 1997.

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro - Diário da República, n.º 203/97 Série I-A, de 3 de Setembro de 1997.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto – Diário da República, n.º 176/98 Série I-A, de 1 de Agosto de 1998.

Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro – Diário da República, n.º 259/98 Série I-A, de 9 de Novembro de 1998.

Decreto-Lei n.º 52/99, de 20 de Fevereiro – Diário da República, n.º 43/99 Série I-A, de 20 de Fevereiro de 1999.

Decreto-Lei n.º 53/99, de 20 de Fevereiro – Diário da República, n.º 43/99 Série I-A, de 20 de Fevereiro de 1999.

Decreto-Lei n.º 54/99, de 20 de Fevereiro - Diário da República, n.º 43/99 Série I-A, de 20 de Fevereiro de 1999.

Decreto-Lei n.º 56/99, de 26 de Fevereiro - Diário da República, n.º 48/99 Série I-A, de 26 de Fevereiro de 1999.

Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de Março - Diário da República, n.º 59/99 Série I-A, de 11 de Março de 1999.

Decreto-Lei n.º 261/99, de 7 de Julho - Diário da República, n.º 156/99 Série I-A, de 7 de Julho de 1999.

Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro - Diário da República, n.º 222/99 Série I-A, de 22 de Setembro de 1999.

Decreto-Lei n.º 390/99, de 30 de Setembro - Diário da República, n.º 229/99 Série I-A, de 30 de Setembro de 1999.

Decreto-Lei n.º 431/99, de 22 de Outubro – Diário da República, n.º 247/99 Série I-A, de 22 de Outubro de 1999.

Decreto-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro – Diário da República, n.º 271/99 Série I-A, de 20 de Novembro de 1999.

Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro - Diário da República, n.º 206/01 Série I-A, de 5 de Setembro de 2001.

Decreto-Lei n.º 14/2002, de 26 de Janeiro - Diário da República, n.º 22/02 Série I-A, de 26 de Janeiro de 2002.

Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de Abril de 2003 - Diário da República, n.º 95/03 Série I-A, de 23 de Abril de 2003.

Decreto-Lei n.º 84/2004, de 14 de Abril – Diário da República, n.º 88/04 Série I-A, de 14 de Abril de 2004.

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio - Diário da República, n.º 105/07, 2.º Suplemento, Série I, de 31 de Maio de 2007.

Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto – Diário da República, n.º 164/07 Série I, de 31 de Maio de 2007.

Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro – Diário da República, n.º 209/08 Série I, de 28 de Outubro de 2008.

Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de Maio – Diário da República, n.º 94/09 Série I, de 15 de Maio de 2009.

Decreto Legislativo Regional n.º 8/2010/A, de 5 de Março de 2010 – Diário da República, n.º 45/2010 1.ª Série, 5 de Março de 2010.

Despacho Conjunto n.º 626/2000, de 19 de Março – Diário da República, n.º 131/00, de 29 de Dezembro de 2005.

Despacho Normativo n.º 10/2001, de 2 de Março – Diário da República, n.º 52/01 Série I-B, de 2 de Março de 2001.

Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro – Diário da República, n.º 219/05 Série I-A, de 15 de Novembro de 2005.

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro – Diário da República, n.º 249/05 Série I-A, de 29 de Dezembro de 2005.

Portaria n.º 632/94, de 15 de Julho – Diário da República, n.º 162/94 Série I-B, de 15 de Julho de 1994.

Portaria n.º 429/99, de 15 de Junho – Diário da República, n.º 137/99 Série I-B, de 15 de Junho de 1999.

Portaria n.º 744-A/99, de 25 de Agosto – Diário da República, n.º 198/99, Suplemento, Série I-B, de 25 de Agosto de 1999.

Portaria n.º 29/2000, de 28 de Janeiro.

Portaria n.º 91/2000, de 19 de Fevereiro – Diário da República, n.º 42/00 Série I-B, de 19 de Fevereiro de 2000.

Portaria n.º 462/2000, (2.ª série) de 25 de Março – Diário da República, n.º 72/00 Série II, de 25 de Março de 2000.

Portaria n.º 1216/2003, de 16 de Outubro – Diário da República, n.º 240/03 Série I-B, de 16 de Outubro de 2003.

Portaria n.º 966/2006, de 8 de Junho – Diário da República, n.º 111/06 Série II, de 8 de Junho.

Norma Portuguesa n.º 836/1971.

GLOSSÁRIO

A

Acreditação – O procedimento através do qual o organismo nacional de acreditação reconhece formalmente que uma entidade é competente tecnicamente para efectuar uma determinada função específica, de acordo com normas internacionais, europeias ou nacionais;

Águas de superfície – as águas interiores, com excepção das águas subterrâneas, das águas salobras e das águas do litoral;

Ácido – Substância que produz hidrogeniões (H^+) quando dissolvida em água;

Água dura – Água que contém iões Ca^{2+} e Mg^{2+} ;

Água macia – Água em que os iões Ca^{2+} e Mg^{2+} existem em muito baixas concentrações;

Álcool – Composto orgânico que contém o grupo hidroxilo – OH;

Aminas – Bases orgânicas que contêm o grupo funcional $-NR_2$, em que R pode ser H, um grupo alquilo, ou um grupo arilo;

Anião – Ião com carga negativa;

Átomo – Unidade básica de um elemento que pode sofrer combinação química;

Autoridade de saúde – A entidade responsável pela aplicação do decreto-lei na componente de saúde pública, em articulação com a autoridade competente;

B

Base – Substância que produz iões hidróxido (OH^-) quando dissolvida em água;

C

Catião – Ião com carga positiva;

Cianetos – Compostos que contêm o ião CN^- ;

Composto – Substância composta por átomos de dois ou mais elementos quimicamente ligados em proporções fixas;

Composto iónico – Qualquer composto neutro que contenha catiões e aniões;

Compostos orgânicos – Compostos que contêm carbono geralmente combinado com elementos como o hidrogénio, o oxigénio, o azoto e o enxofre;

Concentração de uma solução – Quantidade de soluto presente numa dada quantidade de solução;

Condensação – A passagem do estado gasoso para o estado líquido;

Constante de equilíbrio – Número igual ao quociente entre as concentrações no equilíbrio dos produtos e as concentrações no equilíbrio dos reagentes, cada uma delas elevadas a um expoente que é o respectivo coeficiente estequiométrico;

Controlo – O conjunto de acções de avaliação da qualidade da água realizadas com carácter regular pelas entidades gestoras, com vista a manutenção da sua qualidade, em conformidade com as normas estabelecidas legalmente;

Controlo operacional – O conjunto de observações, avaliações analíticas e acções a implementar no sistema de abastecimento que contribuem para assegurar a adequada qualidade da água para consumo humano;

Corrosão – Deterioração dos metais através de um processo electroquímico;

D

Densidade – Massa da substância dividida pelo seu volume;

Derrogação – A dispensa concedida pela autoridade competente que define, por si ou por decisão da Comissão Europeia, para um determinado período de tempo, um valor paramétrico menos exigente para os parâmetros fixados no decreto-lei;

Diluição – Procedimento usado para preparar uma solução menos concentrada a partir de outra mais concentrada;

E

Efeito de estufa – Influência que o dióxido de carbono e outros gases têm na temperatura da Terra;

Elemento – Substância que não pode ser decomposta em substâncias mais simples através de métodos químicos;

Entidade gestora de sistema de abastecimento particular – A entidade responsável pela exploração e gestão de sistemas de abastecimento de água destinada ao consumo humano para fins privativos;

Entidade gestora de sistema de abastecimento público – A entidade responsável pela exploração e gestão de um sistema de água para consumo humano, através de redes fixas ou de outros meios de fornecimento de água, no âmbito das atribuições de serviço público;

Entidade gestora de sistema de abastecimento público em alta – A entidade responsável por um sistema destinado, no todo ou em parte, ao represamento, à

captação, à elevação, ao tratamento, ao armazenamento e à adução de água para consumo público;

Entidade gestora de sistema de abastecimento público em baixa – A entidade responsável por um sistema destinado, no todo ou em parte, ao armazenamento, à elevação e à distribuição de água para consumo público aos sistemas prediais, aos quais liga através de ramais de ligação;

Enzima – Catalisador biológico;

ETA – Uma estação de tratamento de água para consumo humano, a qual, na sua forma mais simples, é constituída apenas por desinfecção;

Equação química – Equação que utiliza símbolos químicos para mostrar o que acontece durante uma reacção química;

Equilíbrio – Estado em que não existem mudanças observáveis ao longo do tempo;

F

Faraday – Carga contida numa mole de electrões equivalente a 94.487 coulomb;

Fiscalização – O conjunto de acções que permitem verificar o cumprimento da legislação referente à qualidade da água para consumo humano;

Fórmula empírica – Expressão que mostra os tipos de elementos presentes bem como as proporções em que estão presentes os diferentes tipos de átomos;

Fórmula molecular – Expressão que mostra o numero exacto de átomos de cada elemento numa molécula;

Fórmula química – Expressão que mostra a composição química de um composto em termos dos símbolos dos átomos dos elementos envolvidos;

H

Halogénios – Os elementos não-metálicos do Grupo 7 A (F, Cl, Br, I, e At);

Hidrocarboneto aromático – Hidrocarbonetos que contêm um ou mais anéis benzénicos;

Hidrocarbonetos – Compostos constituídos apenas por carbono e hidrogénio;

Hidrofílico – Que é atraído ou tem afinidade pela água;

Hidrofóbico – Que foge ou tem fobia da água;

I

Isótopos – Átomos que têm o mesmo número atômico mas diferem no respectivo número de massa;

Ião – Espécie carregada formada quando um átomo neutro ou grupo de átomos ganha ou perde um ou mais electrões;

J

Joule – Unidade de energia equivalente a newton x metro;

L

Litro – O mesmo que decímetro cúbico;

M

Massa – Medida de quantidade de matéria contida num objecto;

Massa atômica – Massa de um átomo em unidades de massa atômica;

Massa molar – Massa (em gramas ou quilogramas) de uma mole de átomos, moléculas ou outras partículas;

Massa molecular – Soma das massas atômicas presentes na molécula;

Metais alcalinos – Elementos do Grupo 1 A (Li, Na, K, Rb, Cs e Fr);

Metais alcalino-terrosos – Elementos do Grupo 2 A (Be, Mg, Ca, Sr, Ba e Ra);

Método analítico de referência – O método definido pelo presente decreto -lei que permite avaliar com fiabilidade o valor de um parâmetro de qualidade da água relativamente ao qual são comparados outros métodos analíticos utilizados;

Mole – Quantidade de substância que contém tantas entidades elementares (átomos, moléculas ou outras partículas) quantas existem em exactamente 12 gramas (ou 0,012 quilogramas) do isótopo 12 do carbono;

Molécula – Agregado de pelo menos dois átomos num dando arranjo, ligados uns aos outros por forças específicas;

P

Parâmetros conservativos – Os parâmetros em relação aos quais seja possível demonstrar não haver alterações negativas entre a estação de tratamento de água para consumo humano e as torneiras dos consumidores;

Parâmetros indicadores – Os parâmetros cujo valor deve ser considerado como valor guia, nos termos do decreto -lei;

Parâmetros obrigatórios – Os parâmetros cujo valor não pode ser ultrapassado, nos termos do decreto-lei;

pH – Logaritmo da concentração em hidrogeniões com sinal negativo;

Ponto de amostragem – O local onde é efectuada a colheita de amostra de água para verificação da sua conformidade, nos termos definidos no decreto-lei;

Ponto de ebulição – Temperatura à qual a pressão de vapor de um líquido é igual à pressão atmosférica exterior;

Ponto de entrega – O local físico ou conjunto de locais físicos onde é feita a entrega de água para consumo humano por uma entidade gestora a outra entidade gestora, caracterizado por uma uniformidade da qualidade de água;

Ponto de fusão – Temperatura à qual as fases sólida e líquida coexistem em equilíbrio;

População servida – O número de habitantes ligados a um sistema de abastecimento, no âmbito de uma zona de abastecimento;

Propriedade física – Qualquer propriedade de uma substância que pode ser observada sem que seja necessário transformar essa substância noutra;

Propriedade química – Qualquer propriedade de uma substância que não possa ser estudada sem converter essa substância noutra;

Propriedades microscópicas – Propriedades que não podem ser medidas directamente sem a ajuda de um microscópio ou um outro instrumento especial;

Q

Qualidade da água para consumo humano – A característica dada pelo conjunto de valores de parâmetros microbiológicos e físico – químicos;

R

Rede de distribuição – O conjunto de tubagens e acessórios instalados para a distribuição da água para consumo humano desde os reservatórios, ou captações ou estações de tratamento de água, até à entrada nos sistemas de distribuição prediais;

S

Salubre e limpa – Condição da água destinada ao consumo humano que se caracteriza por não conter microrganismos, parasitas nem quaisquer substâncias em quantidades ou concentrações que constituam um perigo potencial para a saúde humana;

Sistema de abastecimento – O conjunto de equipamentos e infra-estruturas que englobam a captação, o tratamento, a adução, o armazenamento e a distribuição da água para consumo humano;

Solubilidade – Quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida numa dada quantidade de solvente a uma dada temperatura;

Soluto – Substância (s) presente (s) em menor quantidade numa solução;

Solução – Mistura homogénea de duas ou mais substâncias;

Solução aquosa – Solução em que o solvente é água;

Solvente – A substância presente em maior quantidade numa solução;

Substância – Forma de matéria que tem uma composição constante ou bem definida (número e tipo de unidades básicas presentes) e propriedades próprias;

Substância perigosa – Substância ou grupos de substâncias tóxicas, persistentes e susceptíveis de bioacumulação e ainda outras substâncias ou grupos de substâncias que suscitem preocupações da mesma ordem;

Supervisão de laboratório – O conjunto de acções da autoridade competente que permitem verificar a implementação dos métodos analíticos, do sistema de controlo da qualidade analítica, interno e externo, associado a cada método, assim como as condições de funcionamento dos laboratórios de ensaios responsáveis pelas análises do controlo da qualidade da água para consumo humano;

T

Tensão superficial – Quantidade de energia necessária para aumentar a superfície de um líquido de uma unidade de área;

Titulação – Adição gradual de uma solução de concentração bem conhecida a uma outra solução de concentração desconhecida até que a reacção química entre as duas soluções seja completa;

V

Valor paramétrico – O valor máximo ou mínimo fixado para cada um dos parâmetros a controlar, tendo em atenção o disposto no decreto-lei;

Viscosidade – Uma medida de resistência que um fluido apresenta a fluir;

Z

Zona de abastecimento – A área geográfica servida por um sistema de abastecimento na qual a água proveniente de uma ou mais origens pode ser considerada uniforme;