



UNIVERSIDADE DOS AÇORES
Departamento de Ciências Agrárias
CAMPUS DE ANGRA DO HEROÍSMO

**“Contribuição para a aplicação de um Plano de
Segurança de Água ao Sistema de Abastecimento
do Concelho de Angra do Heroísmo”**

Raquel Costa Pereira

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do
Ambiente

Angra do Heroísmo

2013

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
Departamento de Ciências Agrárias
CAMPUS DE ANGRA DO HEROÍSMO

**“Contribuição para a aplicação de um Plano de
Segurança de Água ao Sistema de Abastecimento
do Concelho de Angra do Heroísmo”**

Raquel Costa Pereira

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do
Ambiente

Orientador: Doutora Sílvia Alexandra Bettencourt de Sousa Quadros

Angra do Heroísmo

2013

RESUMO

Cada vez mais há uma exigência crescente na proteção da saúde pública, onde o abastecimento seguro de água para consumo humano é fundamental para uma sociedade saudável.

O abastecimento seguro de água requer um conhecimento profundo dos riscos de contaminação e um controlo efetivo desses riscos. Requer também que estejam definidos padrões de qualidade sólidos e consistentes e que sejam implementados mecanismos para verificar que é produzida água de boa qualidade. Os mecanismos estabelecidos devem ser transparentes, o abastecimento de água de boa qualidade exige a participação de todos os intervenientes.

No entanto, é necessário o estudo da qualidade de água em aspetos microbiológicos, químicos e verificar a capacidade de certos elementos presentes na mesma, desenvolverem e/ou virem a prejudicar a saúde pública mesmo estando dentro dos valores legais. Como também o estudo das condições dos materiais constituintes do sistema de abastecimento de água.

Este trabalho vai consistir em identificar perigos e avaliar os riscos associados às componentes captação (zona de recarga) e tratamento do sistema de abastecimento de água de Angra do Heroísmo. Será feita uma priorização de riscos e propostas medidas de controlo.

ABSTRACT

Nowadays there is a further growing demand in the protection of public health, where the supply of safe drinking water is fundamental to a healthy society.

This supply requires a thorough knowledge of the risks of contamination and effective control of these risks. However, it's essential that the quality standards are solid and consistent, and that proper work ethics are used to verify the production quality of the water. Established ethics should be simple and requiring the participation of all stakeholders for the supply of good quality water.

Furthermore, it is necessary to study the water quality aspects in microbiological and chemical angles to verify the ability of certain elements in it, to develop and / or harm public health, even if standing within the legal values. The same applies to the study of the conditions concerning all the materials of the water supply system.

This essay's objective is to identify hazards and assess the risks associated with source components (recharge zone and catchments) and treatment of the water supply system of Angra do Heroísmo. There will be a prioritization of risks and proposed control measures.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ABREVIATURAS	XII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Requisitos de qualidade de água.....	3
2.1.1.Plano de Segurança da água	5
2.2. Perigo, Evento Perigoso e Risco.....	7
2.3. Medidas de controlo	13
2.3.1. Proteção das captações	13
2.3.2. Tratamento de água	15
2.3.2. Sistema de distribuição de água	17
3. CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	18
3.1. Localização do caso de estudo.....	18
3.2. Sistema de abastecimento de água do caso de estudo	19
3.2.1. Ocupação do Solo/Zona de Proteção das captações.....	21
3.2.2. Zona de abastecimento	23
3.3. Diagrama de Fluxo	26
3.4. Pontos de Captação:	27
3.4.1. Lagoa artificial dos Altares:	27
3.4.2. Captações por Nascentes.....	28
3.4.2.1. Captações gravíticas dos Altares	28
3.4.2.2. Captações gravíticas do Raminho.....	31

3.4.2.3.	Captações gravíticas da Serreta	33
3.4.2.4.	Captações gravíticas da Fonte da Telha:.....	37
3.4.2.5.	Captações gravíticas da Nasce Água:	40
3.4.2.6.	Captações gravíticas do Cabrito:	44
3.4.3.	Captações por Furos:.....	46
3.4.3.1.	Furo do Capitão-mor:	46
3.4.3.2.	Furo da Terra-Chã:.....	47
3.4.3.3.	Furo do Farrouco:	48
3.4.3.4.	Furo da Vinha Brava:.....	49
3.4.3.5.	Furo da Achada:.....	50
3.4.3.6.	Furo de Santana, Santana Norte, Trinchais e Quatro Canadas:	51
3.4.3.7.	Furo Canada do Mato:	53
3.5.	Pontos de tratamento:	55
3.5.1.	Altares:	55
3.5.1.1.	ETA Altares	55
3.5.1.2.	Reservatório RT (Estrada do Rego).....	56
3.5.2.	Raminho:	57
3.5.2.1.	Reservatório RR ou CPC	57
3.5.3.	Serreta:	58
3.5.3.1.	Reservatório RN	58
3.5.4.	Fonte da Telha:.....	59
3.5.4.1.	ETA Fonte da Telha (nascente principal)	59
3.5.4.2.	Reservatório R1	59
3.5.5.	Nasce Água:	60
3.5.5.1.	ETA Nasce Água	60
3.5.6.	Cabrito:.....	61
3.5.6.1.	ETA Cabrito.....	61

4.	METODOLOGIA	62
4.1.	Pontos de Controlo Críticos (PCC)	65
4.2.	Legislação	66
5.	RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA DE UM PLANO DE SEGURANÇA DE ÁGUA	67
5.1.	Escolha de equipa de trabalho	67
5.2.	Identificação de perigos e eventos perigosos:	67
5.2.1.	Zona de abastecimento nº5 - Altares	68
5.2.1.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) - Altares	70
5.2.2.	Zona de abastecimento nº5 - Raminho	72
5.2.2.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) - Raminho	74
5.2.3.	Zona de abastecimento nº4 - Serreta	75
5.2.3.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) - Serreta.....	76
5.2.4.	Zona de abastecimento nº3 - Fonte da Telha:.....	77
5.2.4.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) –Fonte da Telha. ..	79
5.2.5.	Zona de abastecimento nº2 - Nasce Água:	81
5.2.5.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) –Nasce Água.	82
5.2.6.	Zona de abastecimento nº1 - Cabrito:.....	84
5.2.6.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) –Cabrito.	86
5.2.7.	Furos.....	88
5.2.7.1.	Avaliação de Ponto de Controlo Críticos (PCC) –Furos.....	92
5.3.	Discussão dos Resultados:.....	95
6.	CONCLUSÃO	106
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
	ANEXOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes a considerar na gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água (Vieira e Morais, 2005).....	2
Figura 2 - Etapas no desenvolvimento de um Plano de Segurança de água (WHO, 2005).....	6
Figura 3 - Fontes de poluição no espaço urbano (Tucci, 2005).....	11
Figura 4 - Processo de Gestão de Risco de um Sistema de Abastecimento de Águas (adaptado de Bartram <i>et al.</i> 2001).	12
Figura 5 - Ilha Terceira limitada pelos dois concelhos existentes: Angra do Heroísmo e Praia da Vitória (VIEIRA, 2013).....	18
Figura 6 - População das freguesias que compõe o Concelho de Angra Heroísmo - Censos 2011.	19
Figura 7 - Ocupação do solo da Ilha Terceira definido nos dois concelhos (Fonte: Secretária Regional dos Recursos Naturais, 2013).....	21
Figura 8 - Perímetros de proteção das captações da Ilha Terceira nos pelos dois concelhos	22
Figura 9 - Mapa por zonas de abastecimento de água do concelho de Angra de Heroísmo (Fonte: SMAH, 2013).....	24
Figura 10 - Captação superficial da Lagoa Altares com tratamento hipoclorito de sódio (NaOCl) - Altares	27
Figura 11 - Captação da nascente Chamuscada de fora (sem proteção imediata) - Altares	29
Figura 12 - Captação da nascente Chamuscada de dentro (sem qualquer proteção imediata) - Altares	29
Figura 13 - Captação da nascente Cafuga (sem qualquer proteção) - Altares.....	30
Figura 14 - Captação da nascente Cerro (vedação vandalizada) - Altares	30
Figura 15 - Captação da nascente Areeiros 1 (vedação em mau estado) - Raminho.....	31
Figura 16 - Captação da nascente Areeiros 2 (vedação vandalizada) - Raminho.....	31
Figura 17 - Captação da nascente Areeiros 3 (vedação vandalizada) - Raminho.....	32
Figura 18 - Captação da nascente Borges 1 (vedação vandalizada num parque de merendas) - Raminho	32
Figura 19 - Captação da nascente Fonte de Cima (vedação em mau estado) – Serreta.....	33
Figura 20- Captação da nascente João Branco (vedação em mau estado) – Serreta	33
Figura 21 - Captação da nascente Fonte de Baixo (vedação em mau estado) – Serreta	34
Figura 22 - Captação da nascente Fonte da Igreja (vedação em mau estado) – Serreta.....	34

Figura 23 - Captação da nascente Fonte da Telha (vedação em mau estado, sem proteção)	35
Figura 24 - Captação da nascente Negrão de Baixo (sem vedação) – Serreta (Fonte: SMAH, 2013)	35
Figura 25 - Captação da nascente Negrão de Cima (sem vedação) – Serreta (Fonte: SMAH, 2013)	36
Figura 26 - Captação da nascente Cantaria – Serreta	36
Figura 27 - Captação da nascente Principal da Fonte da Telha e ETA com tratamento hipoclorito de sódio	37
Figura 28 - Captação da nascente Fonte da Telha 2 – Fonte da Telha	38
Figura 29 - Captação da nascente Fonte da Telha 3 – Fonte da Telha	38
Figura 30 - Captação da nascente Fonte da Telha 4 – Fonte da Telha	39
Figura 31 - Captação da nascente Fonte da Telha 5 – Fonte da Telha	39
Figura 32 - Captação da nascente Fonte da Telha 6 – Fonte da Telha	39
Figura 33 - Captação da nascente Gamelão 1 – Nasce Água	40
Figura 34 - Captação da nascente Gamelão 2 – Nasce Água	41
Figura 35 - Captação da nascente Nasce Água Principal – Nasce Água	41
Figura 36 - Captação da nascente Nasce Água 2 – Nasce Água	42
Figura 37 - Captação da nascente Nasce Água 3 – Nasce Água	42
Figura 38 - Captação da nascente Nasce Água 4 – Nasce Água	43
Figura 39 - Captação da nascente Raminha – Nasce Água	43
Figura 40 - Captação da nascente Furna do Cabrito – Cabrito	44
Figura 41 - Captação da nascente Pico da Cruz (poluição difusa) – Cabrito	45
Figura 42 - Captação da nascente Furna d'Água – Cabrito	45
Figura 43 - Captação do Furo Capitão-mor com tratamento cloro gás (Cl ₂) – ZA1	47
Figura 44 - Captação do Furo Terra Chã com tratamento hipoclorito de sódio – ZA1	48
Figura 45 - Captação do Furo Farrouco (pouca qualidade de água) com tratamento hipoclorito de sódio – ZA1	49
Figura 46 - Captação do Furo Vinha Brava com tratamento hipoclorito de sódio – ZA2	49
Figura 47 - Captação do Furo Achada com tratamento cloro gás – ZA1	50
Figura 48 - Captação do Furo Trinchais com tratamento cloro gás – ZA1	51
Figura 49 - Captação do Furo Santana Norte com tratamento cloro gás – ZA1	52
Figura 50 - Captação do Furo Quatro Canadas com tratamento cloro gás – ZA1	52
Figura 51 - Captação do Furo Santana com tratamento cloro gás – ZA1	53

Figura 52 - Captação do Furo Caminho do Mato com tratamento cloro gás – ZA1	54
Figura 53 - ETA dos Altares	55
Figura 54 - Reservatório RT (Estrada do Rego) com tratamento hipoclorito de sódio	56
Figura 55 - Reservatório RR ou CPC (Raminho) com tratamento hipoclorito de sódio.	57
Figura 56 - Reservatório RN (Serreta) com tratamento hipoclorito de sódio.....	58
Figura 57 - Reservatório R1 (Can. Santo António) com tratamento hipoclorito de sódio ..	59
Figura 58 - ETA Nasce Água com tratamento com cloro gás.....	60
Figura 59 - ETA Cabrito com tratamento cloro gás	61
Figura 60 - Ciclo de um PSA (Adaptado de Bartram <i>et al.</i> , 2009).....	62
Figura 61 - Exemplo de Escala de Probabilidade de Ocorrência (adaptado de WHO, 2005).	63
Figura 62 - Exemplo de Escala de Severidade de Consequências (adaptado de WHO, 2005).	63
Figura 63 - Classificação de Riscos (Vieira e Morais, 2005 – adaptado de WHO, 2005). ...	64
Figura 64 - Matriz de Priorização Qualitativa de riscos (Vieira e Morais, 2005 – adaptado de WHO, 2005).	64
Figura 65 - Metodologia para encontrar PCC (Vieira e Morais, 2005).....	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Perigos químicos geralmente detetados nas respetivas etapas do sistema (adaptado de WHO, 2005 e WHO, 2009).	9
Tabela 2 – Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo - Altares	68
Tabela 3 – Análise da PCC - Altares	70
Tabela 4- Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo –Raminho.	72
Tabela 5- Análise de PCC - Raminho	74
Tabela 6 - Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo – Serreta.....	75
Tabela 7-Análise de PCC - Serreta	76
Tabela 8- Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo – Fonte da Telha.	77
Tabela 9- Análise de PCC – Fonte da Telha	79
Tabela 10 - Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo – Nasce água.....	81
Tabela 11– Análise de PCC – Nasce Água	82
Tabela 12.- Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo – Cabrito.....	84
Tabela 13 – Análise de PCC – Cabrito	86
Tabela 14- Identificação dos perigos e eventos perigosos, classificação de riscos e indicação de medidas de controlo – Furos.....	88
Tabela 15- Análise de PCC - Furos	92

ABREVIATURAS

- PCQA (Plano de Controlo de Qualidade de Água);
- PSA (Plano de Segurança de Água);
- HACCP (Análise de Perigos e Pontos de Controlo Críticos);
- ZA1 (Zona de Abastecimento nº1);
- ZA2 (Zona de Abastecimento nº2);
- ZA3 (Zona de Abastecimento nº3);
- ZA4 (Zona de Abastecimento nº4);
- ZA5 (Zona de Abastecimento nº5);
- INSAAR (Inventário Nacional de Sistemas de Águas de Águas e águas Residuais);
- ETA (Estação de tratamento de águas);
- PC (Ponto de Controlo);
- PCC (Ponto de Controlo Crítico);
- LC (Limite Crítico)
- EDA (Empresa de Eletricidade dos Açores);
- SMAH (Serviços Municipalizados de Angra do Heroísmo).

1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra é o único conhecido com as características que permitem a existência de vida. Por esta razão não podemos deixar que este ambiente seja destruído. Para preservar o ambiente é necessário conhecê-lo através de estudos aprofundados. A espécie humana, sendo a única espécie animal com capacidade para realizar este estudo, é também, por paradoxal que pareça, a espécie que mais danos causa ao planeta: são as atividades antropogênicas que estão na origem de todos os desequilíbrios verificados a nível mundial, *e.g.* o aumento da concentração de gases de efeito de estufa que provocamos aquecimento atmosférico, a diminuição da camada de ozono, a chuva ácida, poluição de águas, entre outros. Muitos dos desequilíbrios causados no Globo pela atividade humana têm implicações sobre o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, sobre a qualidade da água dos ecossistemas aquáticos (Drever, 1982; Domenico e Schwartz, 1990), nomeadamente a ocorrência de fenómenos atmosféricos extremos como secas e inundações.

A água é um dos bens essenciais que o Homem possui e que deve proteger e preservar de forma que a sua qualidade e quantidade não atinja valores críticos.

O fornecimento de água para consumo humano de boa qualidade é a principal causa para uma saúde pública protegida e deve ser a principal prioridade dos sistemas de públicos de abastecimento de água.

De uma forma resumida podem identificar-se cinco tipos de componentes nos sistemas de abastecimento de água, que se apresentam na Figura 1 origem e captações de água (1), que podem ou não estar associadas a um armazenamento de água bruta (2), o tratamento (3), o armazenamento de água tratada (4) e a distribuição (5). A cada uma destas componentes estão associados riscos que devem ser avaliados e monitorizados para que o sistema funcione como barreiras múltiplas.

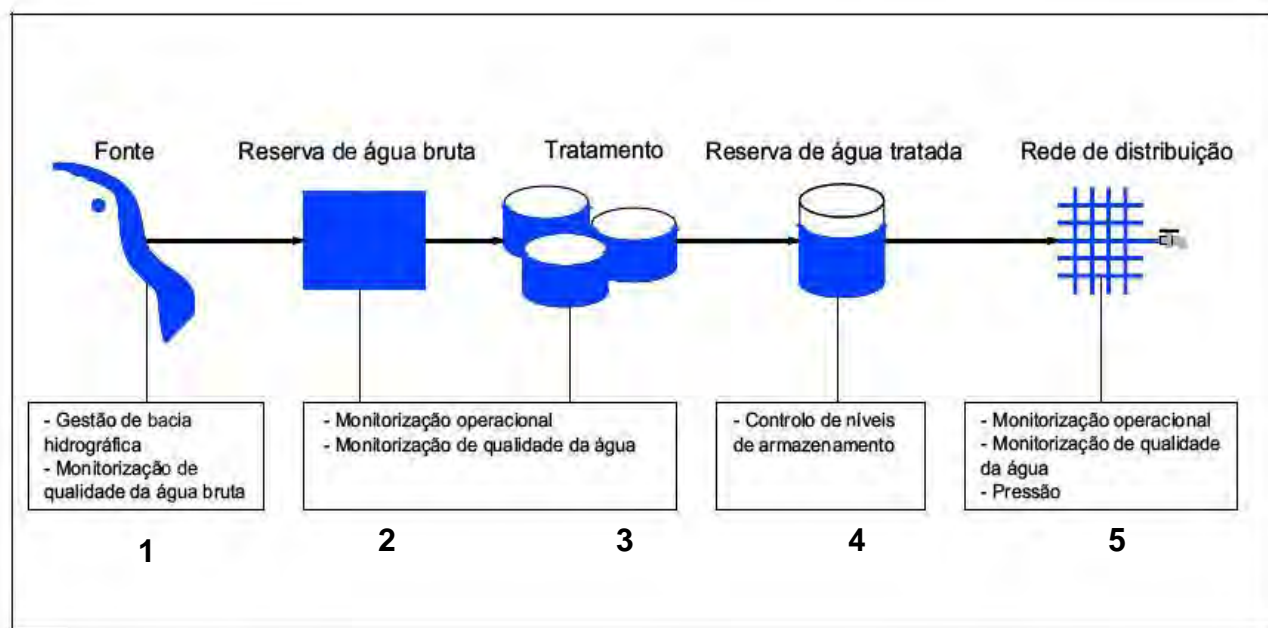


Figura 1 - Componentes a considerar na gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água (Vieira e Morais, 2005).

Os objetivos desta tese consistem em contribuir para a divulgação dos Planos de Segurança da Água, como estratégia para aumentar a segurança da água tendo como caso de estudo o sistema de abastecimento de água do concelho de Angra do Heroísmo.

Dada a extensão deste sistema de abastecimento de água, este trabalho irá focar-se na identificação dos perigos e avaliação de riscos de duas componentes do sistema a captação e o tratamento. Deste modo, foram definidos os seguintes objetivos específicos da tese:

- Caracterização do sistema de abastecimento de água;

Identificar os perigos e avaliar os riscos da fonte e do tratamento do sistema de abastecimento de água do concelho;

- Determinar, revalidar medidas de controlo e dar prioridade aos riscos de difícil controlo existentes nas duas componentes referidas.