

UNIVERSIDADE DOS AÇORES



Departamento de Ciências Agrárias

***Monitorização das águas subterrâneas e superficiais da
Ilha Terceira, no âmbito do Projecto Geotérmico da
Terceira (PGT)***

Renata Almeida Borges

Projecto de mestrado em Engenharia e
Gestão de Sistemas de Água

Orientador: Professor Doutor Francisco Cota Rodrigues

Angra do Heroísmo

2014

Agradecimentos

Tanto ao longo deste trabalho, como em todo o meu percurso acadêmico, foram muitas as pessoas que estiveram ao meu lado e me ajudaram a ultrapassar os vários obstáculos e dificuldades. Não sendo possível mencioná-las a todas, agradeço desde já:

Ao Professor Doutor Francisco Cota Rodrigues, por ter proposto este tema e ter aceite a orientação. Pela colaboração, disponibilidade e paciência demonstradas ao longo da elaboração deste trabalho.

À GeoTerceira por ter autorizado a realização deste trabalho e ter disponibilizado os dados relativos aos pontos monitorizados.

Resumo

O presente trabalho realizou-se no âmbito do Projecto de mestrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de Água, ministrado no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores.

Tem como objectivo a monitorização das águas subterrâneas e superficiais da Ilha Terceira, no âmbito do Projecto Geotérmico da Terceira (PGT).

Os parâmetros a analisar são a temperatura, pH e condutividade eléctrica em diversos pontos de água.

Em termos de temperatura, a água subterrânea aparenta sofrer alguma influência da temperatura do ar, pois são águas podem ser provenientes de aquíferos suspensos.

Também tenho como objectivo, relacionar o pH com o nível de sulfatos e dióxido de carbono, pois estas relações indicam-nos uma possível presença de fluidos hidrotermais nas águas.

Abstract

This work was carried out under the Project's degree in Engineering and Water Management Systems, taught in the Department of Agricultural Sciences at the University of the Azores.

It aims at monitoring of groundwater and surface waters of Terceira Island, in the context of the Third Geothermal Project (TMP).

The parameters to be analyzed are temperature, pH and electrical conductivity in several water points.

In terms of temperature, groundwater appears to have some influence on the air temperature, as are waters may be suspended from aquifers.

I also aim to relate the pH to the level of sulfates and carbon dioxide, as these relationships show us a possible presence of hydrothermal fluids in the waters.

Índice

Introdução.....	1
I. A Energia Geotérmica.....	3
1.1 A Energia Geotérmica em Portugal Continental e Ilhas	4
1.2 Classificação dos Recursos Geotérmicos	5
1.3 Utilização dos Recursos Geotérmicos	7
1.4 Exploração dos Recursos Geotérmicos	11
1.4.1 Fase de prospecção	12
1.4.2 Fase de construção	12
1.4.3 Fase de exploração	13
1.2.1 Fase de desactivação	14
II. Projecto Geotérmico Da Terceira (PGT).....	15
2. Monitorização Hídrica Subterrânea e Superficial Durante a Fase de Prospecção do PGT	15
2.1 Programa de monitorização implantado	15
2.2 Caracterização dos pontos de água monitorizados.....	16
2.2.1 Nascente da Furna de Água	16
2.2.2 Nascente da Furna do Cabrito	17
2.2.3 Nascente da Nasce Água	18
2.2.4 Nascente da Fonte da Telha	19
2.2.5 Fonte dos Moinhos das Quatro Ribeiras	19
2.2.6 Nascente das Águas Santas	20
2.2.7 Furo do Pico Viana.....	20
2.2.8 Nascente do Algar do Carvão.....	21
2.2.9. Furo da GeoTerceira	21
2.2.10 Charco do Galiarte Oeste	21
2.3 Parâmetros físico – químicos analisados	22
2.3.1. Temperatura	22
2.3.2. pH.....	22
2.3.3. Condutividade eléctrica	22
2.3.4. Potencial Redox.....	23
2.3.5. Cloretos	23
2.3.6. CO ₂ total.....	23
2.4 Equipamento utilizado	24
2.5 Periodicidade analítica.....	26
2.6 Dados de referência.....	26
2.7 Resultados das campanhas analíticas expeditas.....	29

2.7.1.2.	<i>Temperatura</i>	31
2.7.1.2.	<i>pH</i>	32
2.7.2.	<i>Furna do Cabrito</i>	37
2.7.2.1.	<i>Temperatura</i>	37
2.7.2.2.	<i>pH</i>	37
2.7.2.3.	<i>Condutividade Eléctrica</i>	38
2.7.2.4.	<i>Potencial Redox</i>	39
2.7.2.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	39
2.7.2.6	<i>Cloretos (Cl)</i>	40
2.7.2.7	<i>CO₂ Total</i>	41
2.7.4.	<i>Nasce Água</i>	41
2.7.3.1	<i>Temperatura</i>	41
2.7.3.2	<i>pH</i>	42
2.7.3.3	<i>Condutividade Eléctrica</i>	43
2.7.3.4	<i>Potencial Redox</i>	44
2.7.3.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	44
2.7.3.6	<i>Cloreto (Cl)</i>	45
2.7.4.1	<i>CO₂ Total</i>	46
2.7.4.	<i>Fonte da Telha</i>	46
2.7.4.2	<i>Temperatura</i>	46
2.7.4.2	<i>pH</i>	47
2.7.4.3	<i>Condutividade Eléctrica</i>	48
2.7.4.4	<i>Potencial Redox</i>	49
2.7.4.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	49
2.7.4.6	<i>Cloretos (Cl)</i>	50
2.7.5.1	<i>CO₂ Total</i>	51
2.7.5.	<i>Moinhos – 4 Ribeiras</i>	51
2.7.5.1	<i>Temperatura</i>	51
2.7.5.2	<i>pH</i>	52
2.7.5.2	<i>Condutividade Eléctrica</i>	53
2.7.5.4	<i>Potencial Redox</i>	54
2.7.5.6	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	54
3.7.5.6	<i>Cloretos (Cl)</i>	55
2.7.6.1	<i>CO₂ Total</i>	56
2.7.6.	<i>Águas Santas</i>	56
2.7.6.1	<i>Temperatura</i>	56
2.7.6.2	<i>pH</i>	57

2.7.6.3	<i>Condutividade Eléctrica</i>	58
2.7.6.4	<i>Potencial Redox</i>	59
2.7.6.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	59
2.7.6.6	<i>Cloretos (Cl)</i>	60
2.7.7.1	<i>CO₂ Total</i>	61
2.7.7.	<i>Pico Viana</i>	61
2.7.7.1	<i>Temperatura</i>	61
2.7.7.2	<i>pH</i>	62
2.7.7.3	<i>Condutividade Eléctrica</i>	63
2.7.7.4	<i>Potencial Redox</i>	63
2.7.7.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	64
2.7.7.7	<i>Cloretos (Cl)</i>	65
2.7.8.1	<i>CO₂ Total</i>	65
2.7.9.	<i>Algar do Carvão</i>	66
2.7.8.1	<i>Temperatura</i>	66
2.7.8.2	<i>pH</i>	67
2.7.8.3	<i>Condutividade Eléctrica</i>	68
2.7.8.4	<i>Potencial Redox</i>	69
2.7.8.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	69
2.7.8.6	<i>Cloretos (Cl)</i>	70
2.7.8.7	<i>CO₂ Total</i>	71
2.7.10.	<i>Furo GeoTerceira</i>	71
2.7.9.1.	<i>Temperatura</i>	71
2.7.9.2.	<i>pH</i>	72
2.7.9.3.	<i>Condutividade Eléctrica</i>	73
2.7.9.4.	<i>Potencial Redox</i>	73
2.7.9.5.	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	74
2.7.9.7.	<i>Cloretos (Cl)</i>	75
2.7.9.7.	<i>CO₂ Total</i>	75
2.7.10.	<i>Charco do Galiarte Oeste</i>	76
2.7.10.1	<i>Temperatura</i>	76
2.7.10.2	<i>pH</i>	77
2.7.10.3	<i>Condutividade Eléctrica</i>	78
2.7.10.4	<i>Potencial Redox</i>	78
2.7.10.5	<i>Cloreto de Sódio (NaCl)</i>	79
2.7.10.6	<i>Cloretos (Cl)</i>	80
II.	<i>Cloretos (Cl)</i>	80

<i>IV.</i>	Discussão e Conclusão	83
<i>V.</i>	Bibliografia.....	86

Introdução

A energia é um bem necessário para o Homem. A sua disponibilidade, a longo prazo, determina a sustentabilidade do desenvolvimento futuro.

As preocupações sobre fontes garantidas e ambientalmente sãs de energia marcam o nosso tempo: os combustíveis fósseis, base dos sistemas energéticos actuais, esgotar-se-ão a médio/longo prazo (W.C.E.D., 1987), não respondendo às necessidades humanas (Quintino 2001).

Os recursos disponíveis são incapazes de satisfazer a procura exponencial de energia, o que, inevitavelmente, implicará alterações nos padrões de consumo (Wyllie, 1976/1982). De acordo com a Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento (1987), este contexto é favorável às energias renováveis, as quais poderão contribuir substancialmente para a solução deste problema, através de tecnologias novas e melhoradas.

No conjunto das energias alternativas, a energia geotérmica assume um papel destacado. A sua utilização implicou um decréscimo no consumo de combustíveis fósseis, acompanhado pela diminuição das chuvas ácidas (Wyllie, 1976/1982).

A nível global, a utilização da energia geotérmica aumenta cerca de 15% por ano, tanto nos países em vias de desenvolvimento como nos industrializados. É a experiência adquirida nas fases de exploração e os bons resultados obtidos, a base desta expansão (Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento, 1987).

Nos Açores, as principais fontes energéticas com capacidade de exploração são a biomassa, solar, hídrica, eólica, das ondas do mar e geotermia (Gomes, s.d.). Os estudos até agora efectuados (Projecto Geotérmico dos Açores) antevêm boas perspectivas de exploração desta última fonte, com especial destaque para as ilhas de S. Miguel, Terceira, Faial e Pico.

Na ilha Terceira a exploração de energia geotérmica está numa fase inicial. Esta exploração tem como objectivo, aumentar a potência instalada da ilha e reduzir a sua dependência externa em relação aos combustíveis fósseis.

Os estudos de prospecção e de implementação dos poços de exploração geotérmicos podem implicar modificações no foro hidrológico, interferindo na qualidade das águas subterrâneas e superficiais. No caso das ilhas açorianas, onde os terrenos vulcânicos determinam aquíferos suspensos e um aquífero basal (Rodrigues, 1993, 2002a), esta problemática tem um significado particular, dada a vulnerabilidade destes sistemas hídricos (Rodrigues, 2002a).

Este projecto de mestrado, surge na sequência da monitorização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos efectuados durante a fase de exploração do PGT (furos termométricos) com base em informações gentilmente fornecidas pela GeoTerceira, Sociedade Geoelectrica da Terceira, S.A..