



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Avaliação de Impacte Ambiental no Armazenamento Energético por Bombagem de Água

Comparação entre o Uso de Água Doce e de Água Salgada
na Ilha de São Miguel

Alexandre Miguel Gomes Pereira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Júri

Presidente: Professor Doutor José Manuel de Saldanha Gonçalves Matos

Orientador: Professora Doutora Maria do Rosário Sintra de Almeida Partidário

Vogais: Professora Doutora Maria do Rosário Sintra de Almeida Partidário

Professor Doutor António Nuno Fernandes Gonçalves Henriques

Setembro de 2009

Agradecimentos

Gostaria de agradecer,

À Professora Maria do Rosário Partidário pela orientação durante o trabalho por mim desenvolvido.

À Doutora Maria José Gil por todo o apoio prestado ao nível de conhecimentos nas diversas áreas em estudo.

Ao André Pina que despendeu tempo para me ajudar a compilar as alternativas energéticas.

À Professora Maria Orquídia Teixeira Neves pela ajuda ao nível de conhecimentos em pedologia e geologia.

À Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos pela informação geográfica disponibilizada acerca dos locais estudados.

À Vanessa por todo o apoio que me deu antes, durante e depois da Tese de Mestrado e em especial por me ter feito conhecer a Ilha de São Miguel e a sua mística pela qual me apaixonei.

Finalmente aos meus Pais por todo o apoio incondicional desde sempre que me permitiram chegar onde cheguei e concluir o curso de Engenharia do Ambiente.

Resumo

A seguinte dissertação teve por base o estudo da viabilidade estratégica no âmbito de uma Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) sobre a possibilidade de implementação de um sistema de armazenamento energético por bombagem de água na ilha de São Miguel. Os principais objectivos deste estudo foram a avaliação da possibilidade da transferência de fontes energéticas na produção de energia eléctrica diminuindo a dependência em combustíveis fósseis e facultar um aumento do rendimento na utilização de energias renováveis tais como a energia geotérmica e a energia eólica.

Em primeira análise foram estudadas as bases e evolução da Avaliação de Impactes Ambiental a nível mundial e a nível nacional com o intuito de perceber que implicações ambientais tem um projecto de armazenamento energético por bombagem de água. Em segunda análise foi necessário analisar a evolução das energias renováveis com especial atenção na utilização de lagos ou lagoas naturais e água salgada como meios de armazenamento energético.

De seguida procedeu-se à análise e avaliação das alternativas de localização e projecto tendo em conta os factores biofísicos mais relevantes: Geologia e Solo, Qualidade e Disponibilidade da Água e Socioeconomia. As alternativas escolhidas tiveram por principais características a utilização de uma lagoa natural, a utilização do oceano e a evolução sem este tipo de projecto.

Concluiu-se que apesar de existirem certos impactes ambientais o projecto de armazenamento energético por bombagem de água salgada mostrou ser uma mais-valia a curto, médio e longo prazo na evolução para um desenvolvimento sustentável da ilha de São Miguel.

Palavras-chave: Avaliação de Impacte Ambiental, Sustentabilidade, Energias Renováveis, Sistema de Armazenamento Energético por Bombagem de Água.

Abstract

The following dissertation consists on the study of the strategic viability on the scope of Environmental Impact Assessment (EIA) for the possible implementation of water pumped storage in São Miguel Island. The study's main objectives were the evaluation of the existent possibility to transfer the energy source in the electric production, minimizing the dependence on fossil fuels and therefore providing space for an increase in the efficiency of the utilization of renewable energies such as geothermal and wind energy.

Initially this study focuses in the EIA's principals and in its evolution, globally and nationally, with the aim of understanding the environmental implications associated to water pumped storage. Further the analysis includes the study of renewable energies' evolution with special attention on water pumped storage using natural lakes and saltwater.

Following in the dissertation an analysis and evaluation was carried out relating to the localization and project alternatives, featuring the most important biophysical factors: Geology and Soil, Water Quality and Availability and Socioeconomics. The chosen alternatives had for principal characteristics the utilization of a natural lagoon, the utilization of the ocean and the evolution without this kind of project.

In conclusion, besides the existing environmental impacts, the alternative of seawater pumped storage demonstrate to be a good feature in short, medium and long term in the path to reach a sustainable development in São Miguel Island.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Sustainability, Renewable Energies, Water Pumped Storage.

Índice

Agradecimentos.....	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Gráficos	viii
Índice de Quadros	ix
Índice de Abreviaturas.....	x
1. Introdução	1
2. Objectivo e Metodologia.....	2
3. Avaliação de Impactes Ambientais	3
3.1. Enquadramento histórico	3
3.2. Quadro Legal em Portugal	6
3.3. O Processo da AIA	8
3.4. AIA em relação à produção hidroeléctrica	9
4. As Energias Renováveis no Combate às Alterações Climáticas.....	13
4.1. A necessidade de combater as causas que levam às Alterações Climáticas	13
4.2. A UE na luta contra as Alterações Climáticas.....	15
4.3. Os objectivos de Portugal	16
4.4. Principais Energias Renováveis exploradas	18
4.5. Armazenamento energético por bombagem de água,.....	20
4.5.1. Sistema Reversível.....	20
4.5.2. Preocupações Ambientais no caso de utilização de lagos naturais	21
4.5.3. Armazenamento energético por bombagem de água salgada, caso de Okinawa Yambaru, Japão.....	23
5. Caso de Estudo – Projecto de armazenamento energético por bombagem de água na ilha de São Miguel.....	28
5.1. Objectivo e Justificação do Projecto	28
5.2. Descrição do projecto.....	29
5.3. Descrição das alternativas de localização e projecto	29
5.3.1. Armazenamento energético por bombagem de água doce, lagoa das Furnas ..	30
5.3.2. Armazenamento energético por bombagem de água salgada	32
5.3.3. Evolução na ausência do projecto	33
6. Análise e avaliação dos principais impactes ambientais	34
6.1. Enquadramento Geográfico e Socioeconómico de São Miguel	34
6.1.1. Geografia	34
6.1.2. Socioeconomia	36
6.1.3. Energia Eléctrica em São Miguel	36
6.2. Armazenamento energético por bombagem de água doce	39

6.2.1.	Geologia e Solo	40
6.2.1.1.	Caracterização do ambiente afectado.....	40
6.2.1.2.	Impactes ao nível geológico.....	42
6.2.1.3.	Impactes ao nível do solo.....	43
6.2.2.	Qualidade e disponibilidade da água	45
6.2.2.1.	Caracterização do ambiente afectado.....	45
6.2.2.2.	Impactes	47
6.2.3.	Socioeconomia.....	49
6.2.3.1.	Caracterização do ambiente afectado e impactes	49
6.3.	Armazenamento energético por bombagem de água salgada	55
6.3.1.	Geologia e solo.....	55
6.3.1.1.	Caracterização do ambiente afectado.....	55
6.3.1.2.	Impactes ao nível geológico.....	57
6.3.1.3.	Impactes ao nível do solo.....	58
6.3.2.	Qualidade e disponibilidade de água	60
6.3.2.1.	Caracterização do ambiente afectado.....	60
6.3.2.2.	Impactes	62
6.3.3.	Socioeconomia.....	64
6.3.3.1.	Caracterização do ambiente afectado e impactes	64
6.4.	Sem projecto de armazenamento energético por bombagem de água.....	67
6.4.1.	Evolução ambiental na ausência do projecto na Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas 67	
6.4.2.	Evolução ambiental na ausência do projecto na zona litoral a Este da Freguesia das Feteiras	68
6.4.3.	Aposta alternativa numa política de eficiência energética	69
7.	Discussão.....	73
	Geologia e Solo.....	74
	Qualidade e Disponibilidade de Água	76
	Socioeconómico.....	77
8.	Considerações Finais.....	79
	Bibliografia.....	81
	Anexo I - Informação adicional sobre o projecto de armazenamento energético por bombagem de água salgada em Okinawa, Japão	84
	Tecnologia necessária para uso de água salgada	85
	Performance da permeabilização	88
	Anexo II – Consumos e produções de energia eléctrica com projecto.....	89
	Consumo e produção por tipo de energia, Verão, 2013	89
	Consumo e produção por tipo de energia, Outono, 2013	90
	Consumo e produção por tipo de energia, Inverno, 2013	91

Anexo III - Consumos e produções de energia eléctrica com uma política de eficiência energética.....	92
Consumo e produção por tipo de energia, Verão, 2013	92
Consumo e produção por tipo de energia, Outono, 2013	93
Consumo e produção por tipo de energia, Outono, 2013	94

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema de funcionamento de uma turbina-ou-bomba	21
Figura 2 - Perfil da Barragem de água salgada (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP).....	24
Figura 3 - Concentração salina atmosférica (Fonte: Junichi Tani <i>et al.</i>).....	26
Figura 4 - Concentração osmótica no solo relativamente à salinidade (Fonte: Junichi Tani <i>et al.</i>)	27
Figura 5 – Fotografia da zona de implantação.....	30
Figura 6 - Zona de implantação do projecto na bacia hidrográfica das Furnas (Fonte: adaptado de DROTRH).....	31
Figura 7 - Zona de implantação do projecto no litoral (Fonte: adaptado de DROTRH)	33
Figura 8 - Mapa do Arquipélago dos Açores (Fonte: Pierre de Sousa Lima, 1999).....	35
Figura 9 - Ilha de São Miguel (Fonte: Google Maps).....	35
Figura 10 - Sucessões geológicas do local de implantação do projecto (Fonte: adaptado de Zbyszewski <i>et al.</i> , 1958).....	40
Figura 11 - Mapa das áreas de risco de erosão e escarpas (Fonte: adaptado de DROTRH) ...	42
Figura 12 - Características dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas (Fonte: adaptado de DROTRH)	47
Figura 13 - Características Socioeconómicas da Bacia Hidrográfica da lagoa das Furnas (Fonte: adaptado de DROTRH)	50
Figura 14 - Sucessões geológicas do local de implantação do projecto (Fonte: adaptado de Zbyszewski <i>et al.</i> , 1959).....	56
Figura 15 - Imagem de satélite da zona de implantação do projecto (Fonte: Google Earth, 2009)	57
Figura 16 - Características dos Recursos Hídricos da área de Monte Gordo (Fonte: adaptado de DROTRH).....	62
Figura 17 - Características Socioeconómicas da área de Monte Gordo (Fonte: adaptado de DROTRH).....	65
Figura 18 - Localização da Barragem de água salgada (Fonte: IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Japan)	84
Figura 19 - Imagem aérea da SPSPP (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP).....	85
Figura 20 - Cobertura do reservatório superior (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP)	86
Figura 21 - Tubagens FRP (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP)	87
Figura 22 - Estrutura de captação/saída da água salgada (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP) 87	

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Produção Eléctrica Mundial (Fonte: REN21)	14
Gráfico 2 - Produção eléctrica na UE por combustível (Fonte: Agência Europeia do Ambiente)	15
Gráfico 3 - Emissões de gases com efeito de estufa, por pessoa, nos países da UE (Fonte: Combater as Alterações Climáticas – A UE assume a liderança, Comissão Europeia, 2008) ..	16
Gráfico 4 - Produção anual de energia renovável, em terawatts-hora na EU (Fonte: Comissão Europeia)	19
Gráfico 5 - Recursos utilizados na produção eléctrica em São Miguel (Fonte: EDA)	37
Gráfico 6- Evolução da Produção de Energia Eléctrica (Fonte: EDA).....	38
Gráfico 7 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num dia de semana.....	52
Gráfico 8 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica típicos produzida ao Sábado..	53
Gráfico 9 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos ao Domingo	54
Gráfico 10 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num dia de semana.....	71
Gráfico 11 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num Sábado	72
Gráfico 12 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num Domingo	72
Gráfico 13 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Verão 2013	89
Gráfico 14 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Outono 2013	90
Gráfico 15 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Inverno 2013	91

Índice de Quadros

Quadro 1 - Principais alterações devido à construção de uma barragem para aproveitamento hidroelétrico (Adaptado de John R. Bizer, 2000)	11
Quadro 2 - Factores Ambientais (Fonte: adaptado de IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Japan)	25
Quadro 3 - Tipos de monitorização da concentração salina (Fonte: Junichi Tani <i>et al.</i>)	26
Quadro 4 - Restrições à inserção de energias renováveis	28
Quadro 5 - Percentagem de energia térmica na produção de electricidade (Fonte: EDA)	39
Quadro 6 - Previsão da produção eléctrica para 2013 sem projecto (Fonte: EDA)	39
Quadro 7 - Áreas de risco de erosão (Fonte: DROTRH)	41
Quadro 8 - Potenciais impactes no solo pela água trófica	44
Quadro 9 - Critérios do estado eutrófico da lagoa das Furnas (Fonte: Santos <i>et al.</i> , 2002)	45
Quadro 10 - Tipo de produção por fonte energética	52
Quadro 11 - Previsão da produção eléctrica em 2013 com projecto	54
Quadro 12 - Características do Sistema de Abastecimento de Água Pública das Feteiras (Fonte: Relatório do Estado do Ordenamento do Território de Ponta Delgada, 2004)	61
Quadro 13 - Consumos domésticos de energia eléctrica	70
Quadro 14 - Previsão da Produção Eléctrica com uma Política de Eficiência Energética (Fonte: adaptado de EDA)	73
Quadro 15 - Matriz de Comparação das Alternativas	73
Quadro 16 - Simbologia	74
Quadro 17 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Verão 2013	92
Quadro 18 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Outono 2013	93
Quadro 19 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Inverno 2013	94

Índice de Abreviaturas

AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
DL	Decreto-Lei
DR	Decreto-Regional
DROTRH	Direcção Regional De Ordenamento do Território e Recursos Hídricos
EDA	Electricidade dos Açores
EIA	Estudo de Impacte Ambiental
ENDS	Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável
ER	Energias Renováveis
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
GEE	Gases com Efeitos de Estufa
IAIA	International Association for Impact Assessment
IEA.	International Energy Agency
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PDA	Proposta de Definição do Âmbito
PDM	Plano Director Municipal
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNUA	Programa das Nações Unidas para o Ambiente
POBHLF	Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas
POOC	Plano de Ordenamento da Orla Costeira
RAA	Região Autónoma dos Açores
RECAPE	Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução
RM	Relatórios de Monitorização
RNT	Resumo Não Técnico
SCUT	Sem Custo para os Utilizadores
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SPSPP	Seawater Pumped Storage Power Plant
ZEE	Zona Económica Exclusiva

1. Introdução

Num período onde um dos maiores desafios é garantir um futuro mais sustentável a implementação e utilização das energias renováveis mostra ser uma componente essencial. A utilização de combustíveis fósseis como, por exemplo, petróleo, carvão e gás natural, ajudaram a evolução e crescimento rápido da economia mundial proporcionando uma melhor qualidade de vida nomeadamente nos países ocidentais. No entanto a sociedade de um crescimento despropositado acarretou consequências drásticas em termos planetários com a libertação diária de milhões de toneladas de GEE para a atmosfera desencadeando um aquecimento global com consequências visíveis mas ainda imprevisíveis.

Outro grande desafio da actualidade é a protecção ambiental a partir da Avaliação Ambiental. Com o rápido crescimento económico a população começou a expandir-se cada vez mais, em especial em meios urbanos, o que tem gerado um conflito com o ambiente, sendo que este tem sido menosprezado e muitas vezes destruído em prol de uma falsa ideia de melhor qualidade de vida para o Homem. Contudo foram desenvolvidas abordagens que por um lado defendem o ambiente, a sua integridade e futuro, e por outro lado possibilitam uma melhor harmonia entre o Homem e a natureza. Estas abordagens podem ser um apoio à decisão estratégica como é o caso da Avaliação Ambiental Estratégica ou podem ser um instrumento de identificação, previsão e mitigação de possíveis efeitos ambientais de projectos como é o caso da Avaliação de Impactes Ambientais.

O desenvolvimento, a interligação e a aplicação de novas tecnologias e metodologias que assegurem uma autonomia energética conjuntamente com uma valorização ambiental podem ser uma das vias para alcançar um melhor desenvolvimento sustentável.

Devido ao seu isolamento geográfico as ilhas constituem laboratórios reais para o desenvolvimento de uma rede energética complexa sustentada pela utilização dos recursos naturais renováveis existentes. Os Açores pela sua localização estratégica e pela sua riqueza em recursos naturais renováveis é o palco do projecto Green Islands, concebido pelo MIT-Portugal com o intuito de proporcionar uma autonomia energética onde as primeiras ilhas a serem estudadas foram São Miguel e as Flores.

No caso da ilha de São Miguel o grande desafio é aproveitar o grande potencial existente em termos de energia geotérmica e energia eólica com o desenvolvimento paralelo de um sistema de armazenamento energético que possibilite uma maior expansão de renováveis assim como um maior rendimento mas tendo sempre em conta a preservação do património ambiental existente.

2. Objectivo e Metodologia

O presente estudo constitui a análise da viabilidade estratégica no âmbito de uma Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) sobre a possibilidade de implementação de um sistema de armazenamento energético por bombagem de água na ilha de São Miguel que tem por principais objectivos permitir a transferência de fontes energéticas na produção de energia eléctrica diminuindo a dependência em combustíveis fósseis e facultar um aumento do rendimento na utilização de energias renováveis tais como a energia geotérmica e a energia eólica.

Com o intuito de assegurar os objectivos estabelecidos foi elaborada uma metodologia baseada em pesquisa, interpretação, interligação, análise e avaliação.

Numa primeira fase da tese foi essencial pesquisar como é que a AIA apareceu e progrediu a nível mundial. De seguida, com a pesquisa das leis que regem a AIA em Portugal e especificamente relacionadas com o aproveitamento hidroeléctrico foi possível estabelecer ligações com o caso de estudo numa vertente de legislação nacional e numa vertente mais teórica foi feita uma pesquisa sobre os métodos utilizados para este tipo de avaliação.

Numa segunda fase, foram pesquisadas as razões que originaram a necessidade de apostar nas energias renováveis nomeadamente a partir do Protocolo de Quioto, as políticas comunitárias da União Europeia e os objectivos estabelecidos para Portugal. Seguidamente, foram pesquisadas que energias renováveis estão a ser aplicadas um pouco por todo o mundo. Ainda foi necessário investigar detalhadamente o tema de armazenamento energético por bombagem de água sendo explorada informação relativa à tecnologia utilizada nos projectos já existentes que utilizam lagos ou lagoas naturais e água do mar. Desta forma possibilitou-se uma melhor compreensão dos aspectos ambientais que foram afectados e que medidas foram tomadas para minimizar os impactes ambientais.

A metodologia aplicada para investigar as alternativas de localização passou pela análise feita a partir de sistemas de informação geográfica contendo o Plano de Ordenamento da Orla Costeira de São Miguel e o Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas.

Para melhor entender a dinâmica da ilha de São Miguel a investigação foi feita a partir de informação do Governo Regional dos Açores nomeadamente o Relatório de Estado do Ambiente, o anuário de estatísticas da RAA e o plano regional anual com o intuito de perceber as dinâmicas existentes no local de implementação do projecto.

Para a análise dos factores biofísicos relevantes foram feitas diferentes pesquisas. Relativamente à Geologia e Solo foram investigadas e analisadas as cartas geológicas existentes assim como as suas notas explicativas e a informação existente em informação

geográfica concedida pela Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos. Também foram feitas visitas aos locais para uma melhor compreensão da informação disponibilizada.

Quanto à Qualidade e Disponibilidade da Água, uma vez mais a informação geográfica foi um elemento fundamental para a análise espacial assim como a informação sobre a qualidade adquirida a partir da Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos.

Em termos do factor Socioeconómico, a informação relativa ao território e população foi pesquisada a partir de informação geográfica; do Relatório de Estado do Ambiente, do anuário de estatísticas da RAA, e do plano regional anual. A informação referente à economia regional foi investigada e analisada a partir do plano regional anual referente às actividades económicas, pelo anuário de estatísticas da RAA em termos de dados numéricos para os diferentes sectores e pela EDA referente aos dados sobre a energia eléctrica na ilha de São Miguel. Com o objectivo de perceber as dinâmicas energéticas relativamente à electricidade foi necessário o processamento dos dados de consumos e produção pelo programa de optimização TIMES utilizado pelo MIT-Portugal no projecto Green Islands.

Por fim, com o intuito de interligar as alternativas em estudo, foi utilizada uma matriz de comparação para alcançar uma melhor compreensão do peso de cada impacte nos diferentes factores ambientais em estudo.

3. Avaliação de Impactes Ambientais

A AIA pode ser definida como: “O processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos biofísicos, sociais e outros efeitos relevantes de propostas de desenvolvimento antes de decisões fundamentais serem tomadas e de compromissos serem assumidos” (IAIA/EIA, 1999).

3.1. Enquadramento histórico

A Avaliação de Impacte Ambiental começou a surgir no fim dos anos 60 nos Estados Unidos da América com a opinião pública a tomar consciência do aparecimento de catástrofes ecológicas pela mão do Homem, como por exemplo o desaparecimento massivo da fauna do continente norte-americano. Foi assim que, em 1969, os EUA promulgaram uma lei sobre a política ambiental, NEPA (*National Environmental Policy Act*) que demonstrou a vontade de sistematizar a AIA antes das tomadas de decisão.

Numerosos países, vendo o exemplo dos EUA, começaram a partir de 1970 a estudar legislações que protegessem o ambiente como foi o caso do Canadá, Austrália, França e Reino Unido. Progressivamente, a percepção que certos impactes ambientais eram transfronteiriços induziu à necessidade de implantar uma cooperação a nível internacional.

Em 1972, a declaração de Estocolmo teve diversos impactos a nível mundial e funcionou também como o primeiro incentivador relacionado com a protecção ambiental de um ponto de vista internacional, apesar da AIA não ter sido referida directamente devido à objecção de certos países em desenvolvimento.

Mais tarde, em 1982, a Carta Mundial para a Natureza, aprovada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, veio incentivar os países a não menosprezar e a minimizar os potenciais efeitos que possam afectar a natureza. Esta linha de pensamento reforçou a ideia da necessidade da implementação da AIA a nível global. Foi assim estabelecida a necessidade de determinar princípios, nomeadamente em relação ao estudo de impactes ambientais e às medidas estratégicas de protecção da natureza.

Em 7 de Junho de 1987, na cidade queniana Nairobi, a resolução 14/25 do Conselho do PNUA veio reforçar a Declaração de Estocolmo, onde se elaborou treze novas linhas directrizes em relação à AIA. Os três principais objectivos foram: assegurar que os efeitos causados no ambiente fossem tidos em consideração antes de proceder a qualquer actividade do projecto; ter todos os dispositivos necessários para que o processo de AIA fosse sério; encorajar a que os países trocassem informação relevante nos casos transfronteiriços.

Para além dos esforços por parte de inúmeros países espalhados pelos quatro continentes, outros empenhos apareceram por parte de instituições que se aperceberam da importância da protecção ambiental. O Banco Mundial é um dos primeiros exemplos destas instituições e em Outubro de 1989 estabeleceu um procedimento rigoroso em relação à AIA sobre a forma de Directivas (OP 4.00 que em 1991 se tornou a OP 4.01). A filosofia é simples, os projectos que o Banco Mundial financiaria, e que interviriam no ambiente teriam de prever medidas de protecção como, por exemplo, o controlo da poluição, que seriam avaliados por uma comissão do próprio Banco.

Em 1992, no Brasil, a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, veio como um seguimento da Conferência de Estocolmo. Os Princípios 15, 17 e 19 trouxeram novos elementos essenciais em relação ao conceito de AIA que se tornou num instrumento crucial para o desenvolvimento sustentável. O Princípio 15 veio salientar a obrigação dos países em impedir determinados projectos em caso de dúvida dos potenciais efeitos negativos. O Princípio 17 é inteiramente consagrado à AIA e de certa maneira tornou-se a sua aplicação geral:

“A avaliação de impacte ambiental, como instrumento nacional, deve ser efectuada em relação a determinadas actividades que possam vir a ter um impacte adverso

significativo sobre o ambiente e estejam dependentes de uma decisão de uma autoridade nacional competente.”¹

Uma vez que o Princípio 17 tem apenas um instrumento para usar ao nível nacional, o Princípio 19 veio referir que também existe uma preocupação transfronteiriça e que cada país tem a obrigação de advertir os países vizinhos em caso de potenciais efeitos nefastos para o ambiente que ultrapassem as suas fronteiras.

A AIA foi introduzida no seio da União Europeia, em Junho de 1985 pela Directiva 85/337/CEE². Foi o primeiro exemplo mundial de um procedimento internacional relacionado com a AIA e serviu de modelo na formação de instrumentos legais subsequentes. O pensamento focava-se na aproximação das leis nacionais em termos de AIA para evitar ilegalidades nos termos de condições de competitividade e assim favorecer um melhor funcionamento do mercado comum.

Esta Directiva solicitava que os países membros adoptassem um processo de avaliação de impactes relativos a projectos públicos e privados, mas não impunha nenhuma decisão na maneira de realizar este tipo de avaliação. Os EIA tinham de conter uma descrição do projecto, as medidas para minimizar os impactos ambientais e a informação necessária para identificar as consequências do projecto. Mas apesar de estar referida a participação pública, cabia a cada país definir esta participação..

De seguida, em Fevereiro de 1991, a Convenção da Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas sobre Avaliação de Impacte Ambiental num contexto Transfronteiriço, foi realizada em Espoo, na Finlândia, onde se estabeleceu novas imposições em relação à AIA. Fica assim obrigatório a realização de uma AIA para qualquer projecto susceptível de afectar o ambiente ou a saúde pública em contexto transfronteiriço. A participação pública, também foi abordada e estabeleceu-se o direito de participação do público potencialmente afectado em questões transfronteiriças. Esta Convenção veio também reforçar a ligação entre os países membros no que diz respeito à cooperação em AIA em casos de possíveis efeitos transfronteiriços. Mas só em 10 de Setembro de 1997 é que a convenção entra em vigor, como a Directiva 97/11/CE³ que veio alterar a Directiva 85/337/CEE. Deste modo a Europa mostrou que a AIA é um elemento indispensável para salvaguardar e proteger o meio ambiente no seio da Comunidade Europeia.

Em Setembro de 1996 a publicação da Directiva nº96/61/CE, constituiu uma nova abordagem de protecção ambiental em termos de prevenção na União Europeia. Foi assim definido o regime de Prevenção e Controlo Integrados da Poluição onde se possibilitou a agregação de

¹ Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, UN, 1992.

² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31985L0337:PT:HTML>, visitado a 16 Julho de 2009.

³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0011:PT:HTML>, visitado a 16 de Julho de 2009.

vários tipos de análises de poluentes ambientais num só documento, diminuindo deste modo a burocracia e aumentando a eficácia.

Em Junho de 1998, na Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas, realizada na cidade de Aarhus, na Dinamarca, foi dado um novo passo em relação à AIA. Esta Convenção teve por objectivo garantir acesso à informação, participação do público no processo de tomada de decisão e no acesso à justiça em relação às questões ambientais. Ficou assim estabelecido mais um passo para um desenvolvimento sustentável onde se criou uma ponte entre o direito ambiental e o direito humano. Este Diploma reforçou o carácter participativo da AIA e entrou em vigor na União Europeia em Outubro de 2001.

3.2. Quadro Legal em Portugal

Desde 1987 que Portugal tem legislação nacional consagrada à AIA. A Lei de Bases do Ambiente, Lei nº11/87, de 7 de Abril, define no artigo 30º que os planos, projectos, trabalhos e acções devem ser sujeitos a estudos de impacte ambiental. No artigo 31º é definido o conteúdo do estudo de impacte ambiental nomeadamente um estudo do estado do local e do ambiente assim como as alterações que sejam induzidas e as medidas minimizadoras dos possíveis impactes. Nos anos 90 foi desenvolvido o primeiro diploma de AIA com o Decreto-Lei nº186/90, de 6 de Junho, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva nº85/337/CEE, do Conselho, de 27 de Junho de 1985, que sujeitava a uma AIA os projectos que, pela sua localização, dimensões ou características, fossem susceptíveis de acarretar ocorrências significativas no ambiente. O Decreto Regulamentar nº38/90, de 27 de Novembro definia o processo a seguir na AIA prevendo o método de elaboração do EIA, a entidade que institui o processo de AIA e o processo de consulta pública. Toda esta legislação foi revogada pelo Decreto-Lei nº69/2000, de 3 de Maio, alterado pelo Decreto-Lei nº197/2005, de 8 de Novembro, que por sua vez transpõem parcialmente para a ordem jurídica interna a Directiva nº2003/35 CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Maio clarificando a obrigatoriedade de realização de AIA e a participação pública. A Declaração de Rectificação nº2/2006, de 6 de Janeiro vem corrigir certas inexactidões do Decreto-Lei nº197/2005.

O Decreto-Lei nº69/2000, de 3 de Maio, tinha marcado o início de uma nova fase do regime da AIA. Este regime jurídico transpôs para a ordem jurídica interna, as alterações inseridas pela Directiva nº97/11/CE, do Conselho, de 3 de Março de 1997 na Directiva nº85/337/CEE. Os objectivos desta legislação eram o conhecimento antecipado sobre as consequências dos projectos no ambiente natural e social; a adopção de decisões ambientalmente sustentáveis com possibilidade de imposição de medidas tendentes a minorar, evitar ou compensar os impactes negativos dos projectos; a garantia da participação do público no processo de tomada de decisões; o acompanhamento e a avaliação *a posteriori* dos efeitos dos projectos sobre o ambiente (Partidário e Jesus, 2003).

É ainda importante referir a Portaria nº330/2001, de 2 de Abril que veio definir, em termos gerais, as normas técnicas relativas à Proposta de Definição do Âmbito (PDA) do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) e o próprio EIA, onde está abrangido o Resumo Não Técnico (RNT), a Declaração de Impacte Ambiental (DIA), o Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE) e os Relatórios de Monitorização (RM) que serão apresentados à autoridade de AIA. O Despacho nº11 874/2001 (2ª série) descreve a lista de todos os documentos relativos à Portaria nº330/2001 que são obrigatoriamente entregues pelo proponente em formato digital ao antigo Instituto de Promoção Ambiental (actualmente Agência Portuguesa do Ambiente) com o objectivo de serem disponibilizados na internet para consulta pública. Por fim a Portaria nº1257/2005, de 7 de Setembro, revogada pelas Portarias 1102/2007 e 1067/2009, vem definir a actualização dos valores das taxas a serem cobradas e as datas de pagamento relativamente ao processo de AIA em relação à Portaria nº1181/2000.

É importante identificar o conteúdo legislativo que define os tipos de projectos relacionados com os recursos hídricos, especificamente em relação à construção de barragens, que têm de ser sujeitos a AIA. Nos termos do Decreto-Lei nº69/2000, de 3 de Maio, alterado pelo Decreto-Lei nº197/2005, de 8 de Novembro, no nº3 do artigo 1º estão definidos os projectos sujeitos a AIA que estejam relacionados com o armazenamento de água e produção hidroeléctrica:

- Anexo I — Barragens e outras instalações concebidas para retenção ou armazenagem permanente de água em que um novo volume ou um volume adicional de água retida ou armazenada seja superior a 10 milhões de m³.
- Anexo II 3h) – Instalações para a produção de energia hidroeléctrica, no caso geral superiores a 20 MW e se localizadas em áreas sensíveis todos os tipos de produção hidroeléctrica.
- Anexo II 10g) – Barragens e outras instalações destinadas a reter a água ou armazená-la de forma permanente (não incluídos no anexo I). Projectos com altura ≥ 15 m ou volume $\geq 0,5$ hm³ ou albufeira ≥ 5 ha ou coroamento ≥ 500 m.

A protecção da zona costeira também está estipulada nesta legislação. Apesar de não haver especificidades em relação à construção de barragens na zona costeira que utilizem água salgada o Artigo nº2 a) estabelece que:

- “Para efeitos da aplicação do presente diploma, entende-se por:
 - a) «Alteração de um projecto» - qualquer alteração tecnológica, operacional, mudança de dimensão ou de localização de um projecto que possa determinar efeitos ambientais ainda não avaliados”;

E o nº4 e nº5 do Artigo 1º estabelecem que:

- “4 — São sujeitos a AIA os projectos elencados no anexo II, ainda que não abrangidos pelos limiares nele fixados, que sejam considerados, por decisão da entidade licenciadora ou competente para a autorização do projecto, susceptíveis de provocar impacte significativo no ambiente em função da sua localização, dimensão ou natureza, de acordo com os critérios estabelecidos no anexo V.
- 5 — São ainda sujeitos a AIA os projectos que em função da sua localização, dimensão ou natureza sejam considerados, por decisão conjunta do membro do Governo competente na área do projecto em razão da matéria e do membro do Governo responsável pela área do ambiente, como susceptíveis de provocar um impacte significativo no ambiente, tendo em conta os critérios estabelecidos no anexo V.”

3.3. O Processo da AIA

Este processo define a maneira, pela qual tem de ser avaliado um projecto em relação às componentes ambientais. Está dividido em várias fases que representam uma sequência lógica para que todas as questões ambientais sejam analisadas:

1. Seleção dos Projectos – é a fase onde se define que tipos de projectos são alvo de AIA que estão contemplados na legislação.
2. Definição do âmbito – é uma fase facultativa, onde o proponente pode obter ajuda da parte da Autoridade da AIA para definir o âmbito da avaliação.
3. Elaboração do EIA – é a fase onde se identifica, justifica e descreve o objectivo do projecto, descreve as alternativas a serem estudadas, caracteriza o ambiente afectado e os impactes ambientais, define-se as mitigações, define a monitorização e gestão dos impactes.
4. Apreciação técnica do EIA – é a fase onde a Comissão de AIA avalia o EIA.
5. Decisão – é a fase onde se dá o parecer da DIA que pode ser favorável, condicionalmente favorável ou desfavorável.
6. Pós-avaliação – é a fase onde está incorporada a verificação da conformidade com a DIA, a monitorização e as auditorias.

Para uma melhor consolidação e afirmação do processo a International Association for Impact Assessment (IAIA) com a cooperação do Instituto de Avaliação Ambiental do Reino Unido (IEA), em 1999, definiu os princípios de boa prática em AIA que devem ser aplicadas em todas as fases acima referidas. Assim a AIA deve ser: útil, rigorosa, prática, relevante, de custo-eficaz, eficiente, focalizada, adaptativa, participativa, interdisciplinar, credível, integrada, transparente e sistemática.

É relevante identificar as entidades envolvidas em todo o processo de AIA para mostrar a transparência e a credibilidade do processo, assim como a competência de cada entidade. São elementos chave para que o processo decorra como estabelecido na lei portuguesa. As principais entidades envolvidas são (Partidário e Jesus, 2003):

- Proponente: Pessoa individual ou colectiva, pública ou privada, que formula um pedido de autorização ou de licenciamento;
- Entidade licenciadora ou competente para a autorização: A entidade competente da Administração Pública para tomar uma decisão de autorização ou de licenciamento sobre o projecto proposto;
- Autoridade de AIA: Entidade da Administração Pública responsável pela coordenação e administração do processo de AIA e a quem compete a promoção e condução da participação pública;
- Comissão de Avaliação: Grupo especializado, de técnicos representantes da Administração e consultores independentes, responsável pela apreciação técnica no processo de AIA, nomeada pela Autoridade de AIA;
- Público Interessado: Cidadãos no gozo dos seus direitos civis e políticos, com residência principal ou secundária no concelho ou nos concelhos limítrofes da localização do projecto, e organizações não governamentais, que queiram participar, com a sua opinião, no processo de tomada de decisão.
- Decisor do Procedimento de AIA: Ministro que tutela o ambiente (ou Secretario de Estado com competência delegada), responsável pela emissão da DIA.

3.4. AIA em relação à produção hidroeléctrica

A energia hidroeléctrica baseia-se no aproveitamento da transformação da energia produzida pelo movimento vertical de uma massa de água em energia eléctrica. Geralmente este tipo de produção eléctrica a partir de uma barragem é associada à utilização de água doce mas a água salgada também pode ser utilizada neste tipo de infra-estruturas.

Os recursos hídricos, são explorados desde a antiguidade e em muitos casos eram um dos pilares de muitas civilizações, como era o caso da antiga civilização egípcia. No entanto a exploração destes recursos foi maioritariamente engendrada sem preocupações ambientais. Mais recentemente, os valores da sociedade mudaram e apercebeu-se que os recursos hídricos são um meio frágil e essencial para a sustentabilidade de toda a vida no planeta.

A utilização destes recursos acarreta mudanças drásticas na disponibilidade hídrica de um meio, tanto a nível superficial como subterrâneo, e altera a sua distribuição espacial e temporal. A qualidade da água também sofre alterações com estas mudanças impostas pela mão humana como, por exemplo, a infiltração de água salgada nos aquíferos ou a possibilidade de redução do caudal à foz dos rios em certos momentos do ano. Assim a AIA é um instrumento

fundamental para garantir a protecção ambiental dos recursos hídricos. A produção eléctrica é uma necessidade, e a utilização dos recursos hídricos para produção hidroeléctrica é muito usada em todo o mundo, por garantir um grande aproveitamento energético e por ser um recurso natural e renovável. Deste modo as barragens são uma necessidade para a comunidade mas a sua implementação causa mudanças das condições e dos processos naturais dos locais e das suas imediações.

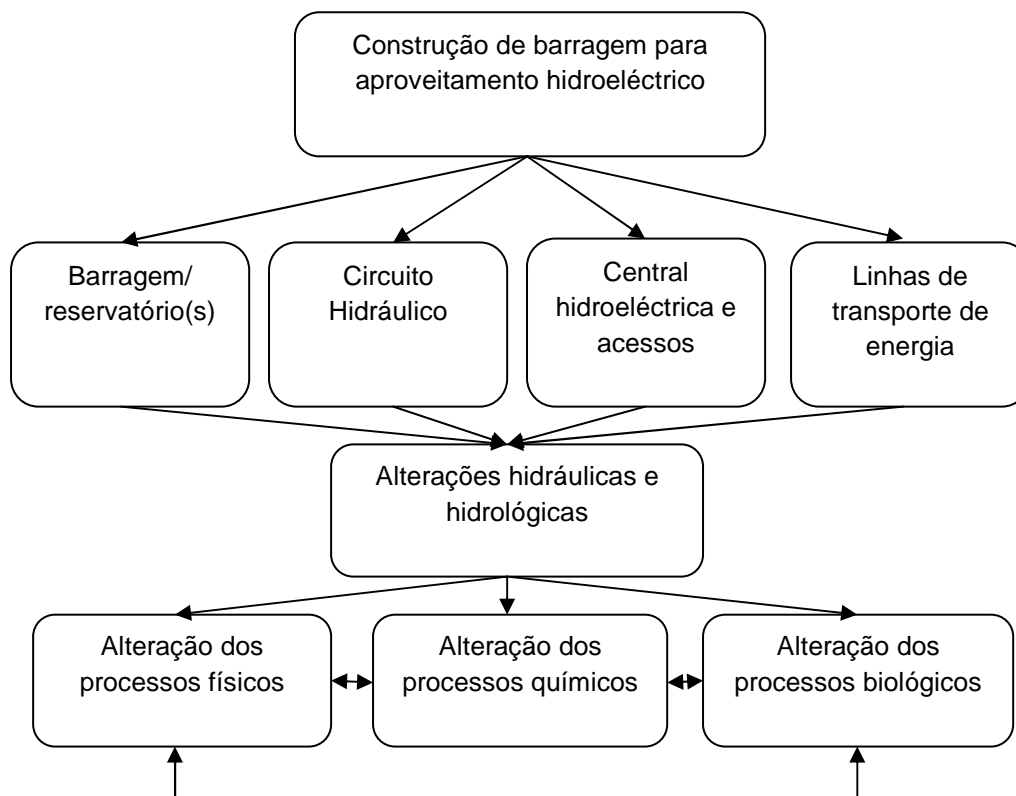
A AIA é um instrumento que pode aplicar três medidas concretas para a protecção ambiental (John R. Bizer., 2000):

- Evitar os impactes antecipadamente;
- Definir medidas para mitigar os impactes existentes e futuros;
- Definir medidas para compensar os impactes existentes e futuros.

Em termos de produção hidroeléctrica o principal objectivo da AIA é impedir que efeitos negativos afectem o desenvolvimento dos recursos hídricos pois eram, são e serão um bem essencial para que haja harmonia no ambiente.

Aquando de projectos de barragens a maioria dos impactes pode ser prevista. No entanto a grande dificuldade, sabendo que se vai alterar um recurso que está em constante mutação, é a previsão da magnitude desses impactes. Cada AIA baseia-se em experiencias anteriores, mas cada projecto é diferente devido às propriedades do local de implementação. Consequentemente, existe sempre uma componente experimental em relação à alteração dos recursos hídricos.

A construção de uma barragem para aproveitamento hidroeléctrico é constituída por diversos elementos e provoca alterações em três processos dinâmicos (físico, químico e biológico) que estão interligados devido à complexidade do recurso em causa (Berkamp, G. *et al*, 2000).



Quadro 1 - Principais alterações devidas à construção de uma barragem para aproveitamento hidroelétrico (Adaptado de John R. Bizer, 2000)

Consequentemente é necessário que a AIA no caso de projectos para produção hidroelétrica se foque, de maneira adaptativa, em diversos factores relacionados com estes três processos referidos acima:

- Ecossistemas e biodiversidade terrestres;
- Ecossistemas e biodiversidade aquáticos de água doce e salgada;
- Fluxos de água (qualidade, volumes, frequência);
- Clima local (alterações, aparecimento ou desaparecimento de um microclima);
- Libertação e produção de gases com efeito de estufa (GEE);
- Geomorfologia;
- Geologia;
- Impactes cumulativos.

É importante referir que o factor Riscos Naturais e Tecnológicos também são alvo de AIA. A construção de uma barragem ou de reservatórios pode acarretar certos perigos que no caso de sucederem, devido a ocorrências naturais como o caso de sismos ou devido a falhas técnicas na própria construção, podem ter consequências drásticas e devastadoras. Por estes motivos a legislação portuguesa tem consagrado um Decreto-Lei nº344/2007, de 15 de Outubro onde expõe o Regulamento de Segurança de Barragens.

O factor socioeconómico é igualmente importante em AIA. O aproveitamento hidroeléctrico pode conduzir a impactes significativos para as populações. Estes impactes podem ser de natureza social, económica, territorial, patrimonial ou mesmo relacionadas com a saúde pública. É importante mencionar que os impactes a nível social podem ser contraditórios em certas situações pois os efeitos negativos são por vezes subvalorizados em prol da criação de novos postos de trabalho. Consequentemente, a AIA deve ter em conta a componente social como um todo e não se deve focar só em certos aspectos que a curto prazo tragam benefícios.

Para a análise dos factores anteriormente referidos existem vários métodos para identificar os possíveis impactes em AIA, como são exemplo o método de listagem de identificação de efeitos, o método de matrizes, o método cartográfico ou ainda sistemas de avaliação ambiental.

Em relação a projectos de produção hidroeléctrica podem-se salientar dois métodos para a identificação de impactes. O primeiro método é o método cartográfico que tem como principal fundamento a comparação de diferentes cartas de um mesmo local à mesma escala, é uma análise gráfica qualitativa. Este método permite diversas análises, análise de problemas económicos, de problemas sociais ou de sistemas naturais (Oliveira, 2005) consoante o projecto, como por exemplo, delimitar que áreas serão inundada pela albufeira e consequentemente que tipo de áreas serão afectadas. Este método usufruiu bastante dos avanços a nível informático, especialmente relacionados com os sistemas geográficos, como o caso do SIG (Sistema de Informação Geográfica), que permitem ter uma grande precisão e uma interligação de mapas de forma rápida e eficaz. O segundo método é de matrizes causa-efeito que permite a comparação das actividades necessárias para o projecto com as componentes ambientais do local e imediações da sua implementação, qualitativamente e quantitativamente. Neste tipo de método é possível visualizar a magnitude e a importância que uma acção tem num aspecto específico do ambiente como, por exemplo, a extracção de recursos ou alteração do uso do solo imposta pela inundação de uma certa área. É ainda possível fazer comparações entre alternativas usando este método permitindo, por exemplo, comparar os mesmos aspectos entre diferentes localizações. É importante realçar que para uma completa identificação dos impactes a utilização em conjunto dos diversos métodos é apropriada.

É importante referir em relação ao processo da AIA a necessidade de ser um processo dinâmico (John R. Bizer, 2000) e assim estar em sintonia com um meio que já por si é dinâmico. A possibilidade de algumas das mitigações previstas serem ineficazes e que no decorrer da implementação de uma estação de produção hidroeléctrica apareçam outros impactes inesperados é uma realidade. Outra aproximação no caso deste tipo de AIA seria a implementação de diversos cenários e a sua análise (Duinker and Greig, 2006). Este método pode ser definido como “a possível descrição de um determinado número de eventos que possam ter lugar. O principal objectivo de desenvolver cenários é estimular o pensamento de possíveis ocorrências, suposições que relatam essas ocorrências, possíveis oportunidades e riscos, e o decorrer das acções” (Jarke et al., 1998). Sendo que os recursos hídricos dependem

em grande parte da alteração das condições climáticas, caso de secas, cheias, alterações na própria bacia hidrográfica ou das correntes marítimas, a análise de diferentes cenários pode ser vantajosa.

4. As Energias Renováveis no Combate às Alterações Climáticas

4.1. A necessidade de combater as causas que levam às Alterações Climáticas

O facto da temperatura média global ter aumentado $0,76^{\circ}\text{C}^4$ desde a revolução industrial veio demonstrar que o aquecimento global que tanto se debate, há alguns anos, não é um problema irrealista mas pelo contrário, está presente e afecta todos os países independentemente da sua latitude e longitude.

O grande desafio que é colocado a todas as nações é a travagem das alterações climáticas provocadas pelo excesso de produção de GEE e assim evitar situações irreversíveis que afectarão todos os seres vivos existentes no planeta. Esta produção excessiva de GEE advém de diversas fontes como é o caso do metano produzido pela agricultura, o grande número de aterros de resíduos a céu aberto, o uso abusivo de fertilizantes e principalmente o uso de combustíveis fósseis e a desflorestação. Os dados relativos ao aumento dos GEE mostram que houve um aumento de $70\%^2$ nas emissões destes entre 1970 e 2004.

Em 1997 foi acordado o Protocolo de Quioto da Convenção das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas onde se architectou novos objectivos. Este protocolo vem comprometer todas as partes envolvidas não só a limitar como reduzir os GEE assim como a promover um desenvolvimento sustentável. Deste modo foram criados, no Artigo 2º do protocolo, os seguintes objectivos: um acréscimo da eficiência energética em sectores cruciais para as economias nacionais; promoção de uma gestão florestal sustentável; promoção de uma agricultura sustentável e atenta as adaptações necessárias devido às alterações climáticas; investigação e promoção de novas formas de energias renováveis; revisão do sector fiscal relacionado com as emissões de GEE; adopção de medidas que limitem a libertação de GEE tanto na agricultura e na energia como transportes terrestres, marítimos e aéreos; e a promoção da redução das emissões de metano pela sua recuperação nas indústrias. Apesar de nem todos os países desenvolvidos terem acordado, como é o caso dos Estados Unidos da América, estabeleceu-se que a redução de GEE teria de ser feita em $5\%^5$ até 2012 em relação

⁴ *Combater as alterações climáticas – A UE assume a liderança*, Comissão Europeia 2008

⁵ Protocolo de Quioto da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas, 1998.

às emissões de 1990, segundo o Artigo 3º do Protocolo, e que para os países da União Europeia a meta seria a redução em 8%⁶ tendo em conta que cada país já tem as suas próprias metas. Para além destas medidas foram definidos mecanismos para um mercado flexível de licenças de emissões e também houve um incentivo para o investimento em energias mais limpas. Em relação aos países que aderiram à UE depois de 1997 foram estabelecidos objectivos individuais em termos de percentagem de redução de emissões de GEE tendo em conta as metas que estes países já tinham estipulado. De certo que as medidas estabelecidas não teriam nenhum propósito útil, se não houvesse uma continuidade após 2012. Por este motivo, Bali na Indonésia, foi palco da 13ª Conferencia das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas onde se deu seguimento aos trabalhos anteriormente efectuados em relação não só à redução de GEE mas também às políticas e trocas de “know-how” entre as entidades envolvidas. Todos os objectivos acima descritos só serão atingidos se houver uma transferência a nível mundial de fontes energéticas na produção eléctrica que inverta o cenário de 2007: 67% da electricidade era produzida a partir de combustíveis fósseis e apenas 3,4% de novas energias renováveis.

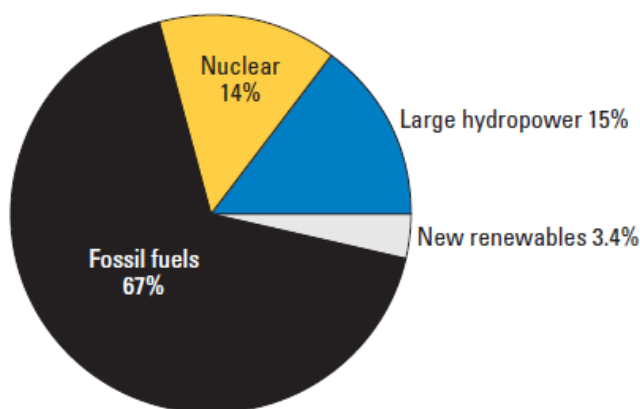


Gráfico 1 - Produção Eléctrica Mundial (Fonte: REN21⁷)

Em relação à UE a produção de electricidade não é muito mais diversificada, no entanto a influência dos combustíveis fósseis é menor com 53,6% e com uma percentagem de renováveis de 14%.

⁶ *Combater as Alterações Climáticas – A UE assume a liderança*, Comissão Europeia, 2008.

⁷ *Renewables 2007, Global Status Report – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*.

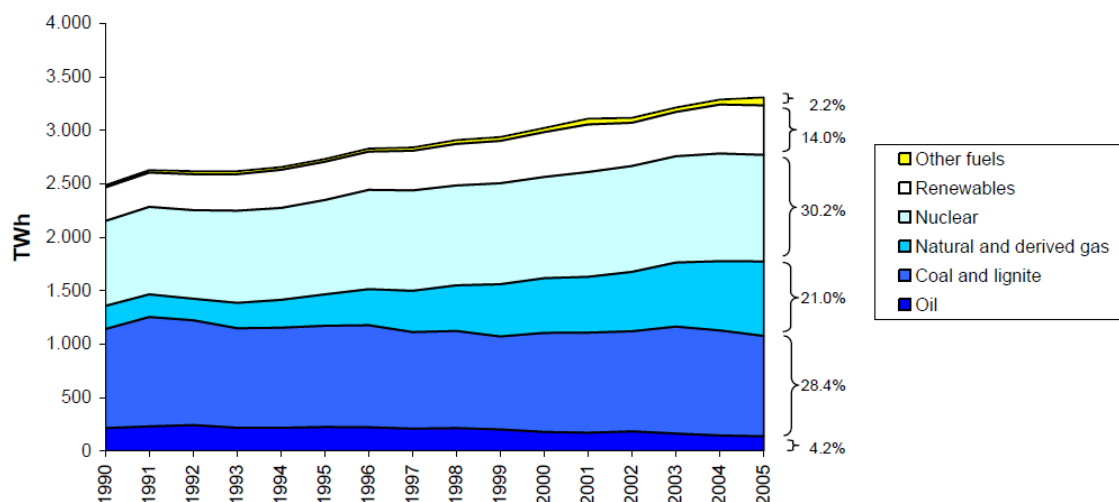


Gráfico 2 - Produção eléctrica na UE por combustível (Fonte: Agência Europeia do Ambiente)

4.2. A UE na luta contra as Alterações Climáticas

A UE está empenhada na luta contra as alterações climáticas. Com este objectivo foi criada uma política integrada, em termos de energia e alterações climáticas em 2007, a política 20-20-20. Poder-se-á chamar a nova revolução industrial onde o objectivo é mudar a forma de produzir e utilizar a energia, mas onde o impacto económico negativo será minimizado. Segundo a UE uma redução de 30%⁸ até 2020 levaria apenas a uma diminuição de 0,2% do crescimento económico, mas que a longo prazo irá trazer recompensas tanto a nível ambiental como económico. Assim a principal meta estabelecida foi, até 2020, a redução das emissões de GEE em 20% comparativamente ao ano de 1990 e o aumento em 20%⁹ de energias renováveis. Para a implementação de tal política o caminho seguido pela UE inclina-se para o desenvolvimento e promoção de tecnologias de baixa emissão de carbono, melhorar a integração da política energética e o reforço da cooperação internacional.

De facto, o Programa Europeu para as Alterações Climáticas, que antecedia esta nova política integrada, mostra que a UE está realmente no caminho certo. Entre 1990 e 2006, apesar do crescimento económico, os antigos 15 países da UE já reduziram em 8% as suas emissões de GEE. Para o mesmo período a UE-27 já reduziu em 8,8%, por pessoa, sendo a Estónia o país que mais contribuiu com uma redução de 52,8% e o Chipre, o país que menos contribuiu com um aumento em 1,27%⁸ como se pode visualizar no Gráfico 3.

⁸ *Combater as Alterações Climáticas – A UE assume a liderança*, Comissão Europeia, 2008.

⁹ http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm, visitado a 17 de Julho de 2009.

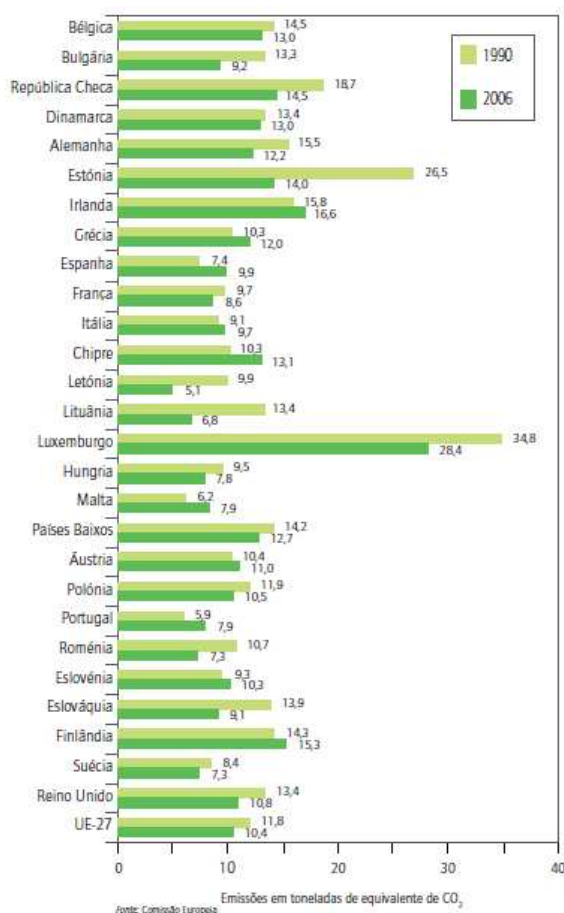


Gráfico 3 - Emissões de gases com efeito de estufa, por pessoa, nos países da UE (Fonte: Combater as Alterações Climáticas – A UE assume a liderança, Comissão Europeia, 2008)

Esta nova política integrada vem assim em auxílio do combate às alterações climáticas para garantir um aproveitamento energético competitivo, sustentável e seguro. Deste modo foram criados certos elementos chave para atingir os objectivos: um mercado de electricidade mais eficiente para garantir que os clientes tenham opção de escolher que tipo de energia receberão em suas casas; uma diversificação da fonte energética para diminuir a dependência de importações de combustíveis fósseis que era de 53,8%¹⁰ em 2006; uma política ambiciosa em matéria de energias renováveis e assim diminuir a percentagem de produção energética a partir do petróleo, carvão e gás que em 2006 era de 80%¹⁰ e uma divulgação da poupança energética que poderá levar a que exista mais potencial energético renovável disponível para armazenar e assim diminuir ainda mais a dependência de combustíveis fósseis.

4.3. Os objectivos de Portugal

Portugal, como a maioria de todos os países, tem a nível energético uma grande dependência de combustíveis fósseis. Os últimos estudos mostram que Portugal tem uma dependência de

¹⁰ *Combater as Alterações Climáticas – A UE assume a liderança, Comissão Europeia, 2008.*

72,2%¹¹ em combustíveis fósseis na produção eléctrica bruta. Deste modo uma Resolução do Conselho de Ministros nº199/2004, de 31 de Julho estabeleceu a adopção do Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC2004), agora PNAC2006 já com uma revisão feita e aprovada na Resolução do Conselho de Ministros nº1/2008, de 4 de Janeiro, que prevê atingir metas no campo de acção do Protocolo de Quioto tendo em conta as responsabilidades da EU que tinha assumido no contexto da Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho nº 2001/77/CE, de 27 de Setembro de 2001. Assim Portugal comprometeu-se a limitar as emissões de gases com efeito de estufa em mais 27%¹² tendo em conta os valores de 1990 até 2012.

Várias linhas de acção estão, umas a ganhar contornos e outras a serem executadas para tentar atingir os objectivos estabelecidos. Sendo Portugal um país pobre em combustíveis fósseis as melhores apostas são as energias renováveis que são mais limpas a nível de emissões de gases com efeito de estufa e a utilização de outros combustíveis fósseis menos prejudiciais a este nível.

Deste modo os objectivos para Portugal são, neste momento, até 2010¹³:

- Aumentar a produção eléctrica a partir de energias renováveis de 39% para 45%¹⁴;
- Aumentar o uso dos biocombustíveis nos transportes na ordem dos 5,75%¹²;
- Substituição do carvão por biomassa na ordem dos 5 a 10% nas Centrais de Sines e do Pego;
- Melhorar a eficiência energética na ordem dos 10%¹⁴, até 2015,
- Redução do consumo final de energia relativamente à média dos últimos cinco anos (2001-2005) em 1%¹² por ano.

Numa articulação com o PNAC e a ENDS, o Programa Nacional para a Política de Ordenamento do Território pretende, segundo a Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, dinamizar uma maior participação das fontes renováveis de energia na produção de electricidade.

As metas estabelecidas levarão a que Portugal tenha uma maior capacidade instalada em termos de energias renováveis¹⁴:

- A energia eólica irá ter a sua capacidade instalada em mais 1950MW até 2010 e assim atingir um valor de 5100MW instalados;
- A energia hidráulica irá atingir os 5575MW até 2010 e existe o Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico que tem por objectivo atingir um mínimo de 7000MW até 2020;

¹¹ http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/country/pt/mix_pt_pt.pdf, visitado a 17 de Julho de 2009.

¹² PNAC2006.

¹³ Agência Portuguesa do Ambiente – *Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável 2015*, Janeiro de 2008

¹⁴ *Energia e Alterações Climáticas, Mais Investimento, Melhor Ambiente*, Ministério da Economia e da Inovação, Fevereiro 2007.

- A capacidade instalada da biomassa será ampliada em 100MW até 2010;
- A energia das ondas irá ter uma capacidade instalada de 200MW através de uma Zona Piloto;
- Biogás, a partir de digestão anaeróbia, com 100MW de capacidade instalada até 2010;
- Promoção de micro geração que levará à instalação de 50000 sistemas até 2010.

4.4. Principais Energias Renováveis exploradas

Examinando mais detalhadamente em termos de energias renováveis (ER), um futuro mais sustentável terá de passar pelo desenvolvimento e aumento de eficiência tanto de novas como de já existentes maneiras de aproveitar o potencial que o planeta nos oferece para produzir electricidade.

A energia das ondas aproveita o facto de as ondas percorrerem milhares de quilómetros nos oceanos acumulando energia com a ajuda do vento que chega a atingir 50 kW por metro de frente de onda e a energia das marés aproveita os desníveis causados pelos efeitos que a Lua exerce sobre a Terra.

A energia eólica simplesmente usufrui do potencial cinético do vento tanto em terra como no mar causado pela rotação da terra, as desigualdades da crosta terrestre e por um aquecimento descontínuo das massas de ar existentes na atmosfera e o transforma em energia mecânica que de seguida é transformada em energia eléctrica.

A energia solar consiste no aproveitamento da energia produzida pelo Sol e que é projectada no espaço sobre a forma de energia electromagnética. Quando a radiação solar atravessa a atmosfera e incide no solo tem um potencial energético na ordem dos 240 W/m^2 e apesar de ser uma energia muito dispersa pode ser aproveitada para diversos usos desde que haja disponibilidade em área. Existem diversos métodos para aproveitar esta energia como, por exemplo, os painéis solares que aquecem água, células fotovoltaicas que transformam directamente a luz em electricidade ou torres e fornos solares que utilizam espelhos para focar o máximo de energia solar num determinado ponto aumentando assim a intensidade energética.

A energia hidráulica é sem dúvida, nos dias de hoje, a mais explorada das ER onde se beneficia do potencial de uma massa de água para a produção eléctrica. Na maioria dos casos de aproveitamento de energia hidráulica é construída uma barragem para armazenar grandes massas de água mas existem outros métodos para aproveitar esta energia nomeadamente a existência natural de quedas de água, como é o caso das cataratas do Niágara. Este tipo de energia tem também a capacidade de armazenar a energia produzida pelos outros tipos de ER usando sistemas reversíveis.

A energia geotérmica aproveita a energia térmica existente abaixo da crosta terrestre que pode ter como fontes rocha seca quente, rocha húmida quente ou vapor seco. Consoante a fonte geotérmica o aproveitamento será diferente: no caso da rocha húmida são aproveitadas as bolsas de água quente encurraladas na rocha que ao virem à superfície em forma de vapor são utilizadas para gerar electricidade, no caso da rocha seca como não existe grande potencial de água quente a água é introduzida no subsolo pelo Homem.

Finalmente as energias provenientes da biomassa produzida são aproveitadas para produção eléctrica a partir do seu potencial térmico onde a conversão pode ser feita por combustão, fermentação ou gaseificação.

De momento na União Europeia, dados de 2004, a energia renovável mais explorada e que há mais tempo se explora é a energia hidráulica. As outras energias renováveis produzem, ainda, uma pequena parte da produção eléctrica mas o grande objectivo é, até 2020, triplicar esta produção com grande ênfase para a energia eólica e biomassa sólida.

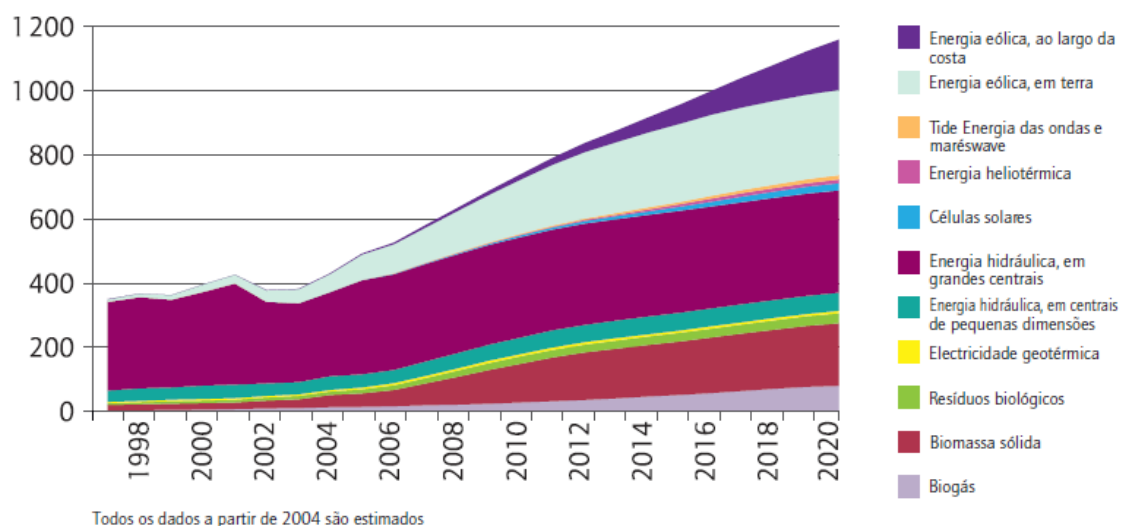


Gráfico 4 - Produção anual de energia renovável, em terawatts-hora na EU
(Fonte: Comissão Europeia)

4.5. Armazenamento energético por bombagem de água,

4.5.1. Sistema Reversível

Na década de 1890 apareceu pela primeira vez o aproveitamento energético por bombagem de água em Itália e na Suíça. Num espaço de 40 anos a tecnologia de um sistema reversível tornou-se acessível e a sua implementação por todo o mundo começou a proliferar.

O princípio do funcionamento deste tipo de armazenamento energético é simples, necessitando obrigatoriamente de dois reservatórios a diferentes altitudes. O objectivo é aproveitar a energia gerada pelo movimento vertical da água, isto é uma forma de energia hidráulica. A água é libertada do reservatório superior, direccionada através de tubagens que a obrigam a passar pelas turbina-ou-bomba produzindo energia mecânica que é de seguida transformada em energia eléctrica por geradores como é indicado pelas setas azuis na ilustração abaixo.

Depois de utilizada, a massa de água, é bombeada para o reservatório superior pela turbina-ou-bomba, como é indicado pelas setas vermelhas na Figura 1 abaixo onde o gerador funciona como motor. A energia utilizada é proveniente de fontes externas (energias renováveis, energia nuclear...) que produzem em excesso durante os períodos mortos, normalmente períodos nocturnos.

As turbina-ou-bombas utilizadas nos sistemas reversíveis são turbinas Francis¹⁵ que funcionam de maneira submersa aproveitando a pressão exercida pela água para turbinar. Estas turbinas têm como principais características uma eficiência superior a 90%, um possível aproveitamento de declives entre os 20m e os 700m, uma produção entre os poucos quilowatts e os 1000 megawatts e uma capacidade giratória nos dois sentidos, permitindo gerar energia ou bombear a água.

Este processo permite assim o aproveitamento de energia que de outra forma seria perdida. No entanto a eficiência deste processo não é total, na generalidade destes sistemas a eficiência ronda os 70%. Esta redução na eficiência provém do facto da quantidade de energia produzida ser inferior à energia necessária para bombear a mesma água.

¹⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Francis_turbine, visitado a 3 de Maio de 2009.

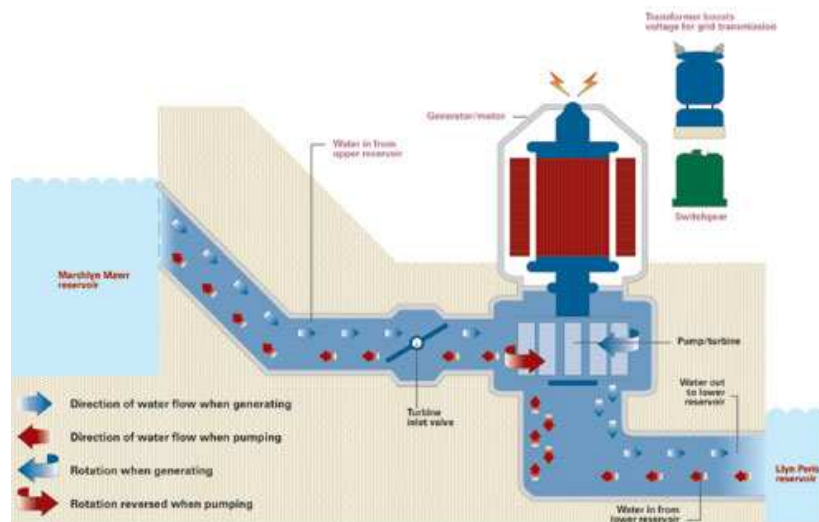


Figura 1 - Esquema de funcionamento de uma turbina-ou-bomba¹⁶

Existem diversas localizações ou fontes possíveis de utilizar para o armazenamento energético a partir da bombagem de água. A construção de barragens e diques a partir de um curso de água é provavelmente a mais utilizada no mundo, onde se aproveita a geomorfologia envolvente como, por exemplo, grandes vales escarpados. Outra possibilidade é a utilização de lagos ou lagoas naturais que baixam o custo de construção, mas que muitas vezes acarretam maiores impactes ambientais. Também existe a possibilidade de utilizar o mar, neste caso como reservatório inferior e construir um reservatório superior. Ainda há a possibilidade de construir de raiz dois reservatórios a diferentes altitudes e utilizá-los para a produção hidroeléctrica.

4.5.2. Preocupações Ambientais no caso de utilização de lagos naturais

Um exemplo é o Sun Moon Lake, é um lago natural de Taiwan, e é considerado uma das belezas naturais da ilha pela sua dimensão de 793ha, a sua água cristalina e a sua envolvente montanhosa a Este e planície a Oeste.

Nos meados do século XX o lago teve um acréscimo de volume devido à construção de uma central hidroeléctrica. Em 1994 o lago foi novamente utilizado para fins de produção hidroeléctrica. Utilizando desta vez um sistema reversível com o objectivo de colmatar a necessidade energética durante os picos de maior procura o lago natural passou a ser utilizado como reservatório superior e um reservatório inferior foi construído de raiz.

Apesar da sua dimensão o lago é um sistema natural frágil, que já estava exposto a certas tensões, principalmente devido à sua exploração turística. Com esta nova utilização do lago, a

¹⁶ http://www.fhc.co.uk/pumped_storage.htm, visitado a 3 de Maio de 2009.

dimensão dos impactes ambientais aumentou e poderá por em risco os ecossistemas naturais da região¹⁷.

Por este motivo a empresa encarregue da construção deste sistema reversível teve de estudar que impactes a obra e a sua exploração iriam trazer tanto a nível ecológico como a nível da qualidade da água e encontrar medidas de mitigação apropriadas.

Os principais impactes a nível do reservatório superior, o lago natural, e também em relação ao reservatório inferior foram (IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Taiwan):

- Destruição de habitat natural;
- Mudança da paisagem natural;
- Morte ou migração da fauna;
- Afectação da vida aquática, dos anfíbios e das aves;
- Aumento do ruído;
- Aumento da turvação da água afectando a vida aquática;
- Transformação de um riacho em lago (reservatório inferior);
- Diminuição da qualidade da água;
- Poluição atmosférica;

Com o intuito de minimizar os impactes a estação de produção eléctrica foi construída no subsolo assim como as tubagens que ligam os dois reservatórios.

Depois de avaliados os impactes ambientais um plano de mitigações foi elaborado para que os ecossistemas tanto terrestres como aquáticos sofressem o mínimo stress possível, focando-se em quatro aspectos principais (IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Taiwan):

- Os fluxos de água provenientes dos rios pertencentes à bacia hidrográfica;
- Qualidade da água nos dois reservatórios;
- A ecologia da área envolvente do lago natural;
- A paisagem natural.

No entanto os três primeiros aspectos considerados não tiveram medidas de mitigação directas, apenas se fez uma monitorização dos fluxos de água, qualidade da água e da fauna existente. O quarto aspecto teve medidas reais de mitigação, onde com o apoio de fotografias obtidas antes das obras se tentou reconstruir a paisagem natural anteriormente existente.

Segundo os estudos de monitorização os resultados obtidos induziram que a biodiversidade e a qualidade da água não foram alvo de impactes significativos susceptíveis de provocar respectivamente perdas e alterações. No entanto não foram encontrados os resultados dessas monitorizações.

¹⁷ <http://www.sunmoonlake.gov.tw/EN/03000521.aspx>, visitado a 19 de Julho de 2009.

Outro exemplo da utilização de lagos naturais para o aproveitamento hidroeléctrico aconteceu no Reino Unido, mais precisamente no País de Gales. Numa região montanhosa, foram construídos duas estações de produção hidroeléctrica, Dinorwig¹⁸ e Ffestiniog¹⁹, utilizando o sistema reversível a partir de lagos naturais. Como as duas estações de produção hidroeléctrica localizam-se na fronteira do parque natural de Snowdonia e pela paisagem da região ser de interesse histórico e geológico, precauções ambientais especiais foram tidas em consideração.

As principais soluções encontradas foram²⁰:

- A construção de todas as infra-estruturas foi subterrânea evitando obras maiores à superfície;
- Replantação da flora existente antes das obras;
- Utilização de materiais naturais do local para reforçar o perímetro dos lagos e para a construção de infra-estruturas como, por exemplo, o xisto;
- Programa de realocação de uma espécie de peixe existente apenas naqueles lagos para lagos da mesma região previamente estudados;
- As rochas provenientes das escavações foram dispostas num local estrategicamente escolhido e posteriormente foi replantada a flora nativa nesse mesmo local;
- A fauna nativa que já era estudada, foi tida em conta para que houvesse o mínimo de conflitos possíveis.

4.5.3. Armazenamento energético por bombagem de água salgada, caso de Okinawa Yambaru, Japão

A ideia do armazenamento energético a partir de água salgada surgiu na ilha de Okinawa, no Japão, como resposta ao elevado crescimento dos picos energéticos registados e ao facto de haver uma diminuição dos recursos hídricos de água doce disponíveis para produção hidroeléctrica.

Segundo a descrição da planta de armazenamento energético por bombagem de água salgado reservatório superior está situado a 150m do nível do mar a 600m da costa (Okinawa Yambaru SPSP). É um reservatório do tipo octogonal de 25m de profundidade com um perímetro superior de 848m, uma superfície máxima de 0.046km² e uma capacidade máxima de 590000m³ (Successful Performance of the Demonstration Plant of a SPSP). O feitio octogonal resulta da necessidade da simplicidade devido à obrigatoriedade da implementação de um revestimento de borracha sintética delicada e à minimização da ocupação da área terrestre em conjugação com a optimização de obras de escavação.

¹⁸ <http://www.fhc.co.uk/dinorwig.htm>, visitado a 4 de Maio de 2009.

¹⁹ <http://www.fhc.co.uk/ffestiniog.htm>, visitado a 4 de Maio de 2009.

²⁰ http://www.fhc.co.uk/environmental_issues.htm, visitado a 4 de Maio de 2009.

O sistema de tubagens é constituído por duas partes distintas. A conduta forçada que liga o reservatório superior à estação de produção hidroeléctrica com um comprimento de 316m e um diâmetro interior de 2,4m. A restituição liga a estação de produção hidroeléctrica à costa, mais precisamente ao mar e tem um comprimento de 205m e um diâmetro interior de 2,7m. Tanto as tubagens como a estação de produção hidroeléctrica são subterrâneas com o objectivo de minimizar os impactes no ecossistema envolvente e na paisagem. Esta estação está situada ao nível do mar, com 16,4m de largura, 40,4m de comprimento e 32,3m de altura e está ligada à superfície por um elevador (Successful Performance of the Demonstration Plant of a SPSP).

Ao nível do mar foi construído um paredão de protecção, para evitar que a força do mar cause danos na estrutura de captação de água e para que, aquando de bombagens de água, exista o mínimo de flutuação do nível de água para evitar a bombagem de ar. Este paredão também tem o objectivo de proteger o ecossistema marinho aquando de descargas.

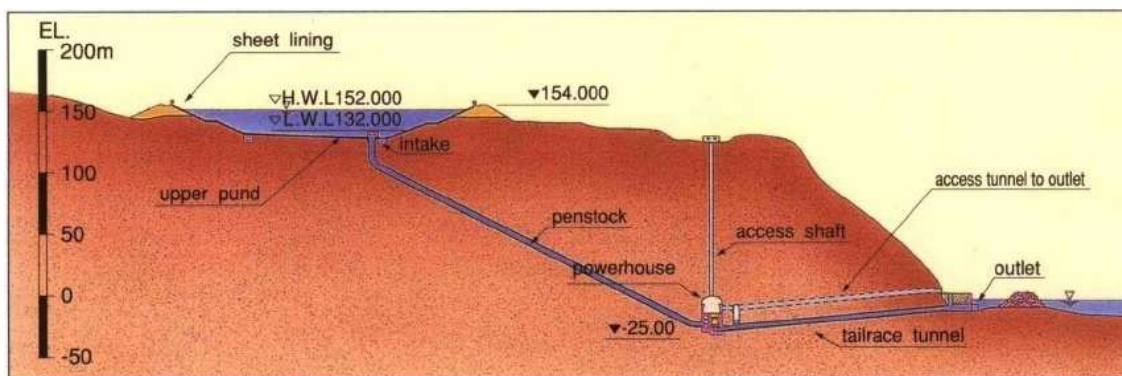


Figura 2 - Perfil da Barragem de água salgada (Fonte: Okinawa Yambaru SPSP)

Este tipo de tecnologia trouxe vantagens tanto em termos de custos como de operação em relação à utilização de água doce. As motivações foram: a necessidade de construir um só tanque para usufruir de um sistema reversível e a possibilidade da localização poder ser ajustada à rede de produção eléctrica (Okinawa Yambaru SPSP). No entanto diversos problemas tiveram de ser analisados com muita atenção ao nível ambiental. Em

Anexo I está a informação relativa à tecnologia utilizada neste sistema de armazenamento.

Ao nível das preocupações ambientais na procura da melhor localização para a barragem, foram tidos em conta diversos aspectos ambientais para que a obra afectasse o mínimo possível a curto e longo prazo o meio ambiente envolvente. As considerações iniciais para a localização da barragem tiveram como principais pontos de focagem a necessidade de um declive acentuado ao nível da orla costeira e a proximidade da rede eléctrica. A zona norte da ilha foi a localização que melhor se encaixou neste primeiro perfil.

De seguida, para que uma localização exacta fosse encontrada, foram estudados diversos factores ambientais, apresentados no Quadro 2, muito relevantes para a protecção ambiental.

Factores Ambientais	
Meteorologia, Clima, Qualidade do ar, Qualidade da água, Ruído, Vibração, Odores, Contaminação e Assentamento de Solos, Topografia, Geologia, Correntes Marinhas, Fenómenos Marinhos.	
Névoa Salina, Infiltração de Água Salgada	
Flora	Terrestre
	Marinha
Fauna	Terrestre
	Marinha

Quadro 2 - Factores Ambientais (Fonte: adaptado de IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Japan)

No seguimento da escolha dos factores ambientais a serem avaliados neste projecto foram elaborados princípios fundamentais a serem respeitados com o objectivo de vincular as preocupações ambientais. Estes princípios tinham por base uma mentalidade diferente, onde os organismos nativos eram considerados os donos por direito do local e deste modo a protecção não se restringiu à zona de construção mas a uma maior zona envolvente e quaisquer danos no ecossistema teriam de ser o mais rapidamente possível corrigidos.

Consequentemente foram estimados os principais impactes que ocorriam não só durante a construção mas também durante a exploração da barragem (Junichi Tani *et al.*):

- Aumento da salinidade na envolvente da barragem;
- Degradação da fauna e flora devido à produção de lamas e águas lamacentas;
- Vibrações causadas pelas máquinas e pela barragem;
- Ruído causado pelas máquinas e barragem;
- Diminuição do habitat devido à mudança das propriedades dos terrenos;
- Morte de pequenos animais devido ao tráfego de máquinas e deslocação de terras;
- Destruição de vida marinha devido ao grande fluxo de água salgada.

Uma vez avaliados os impactes ambientais foram então tomadas medidas de mitigação para compensar e evitar danos (Junichi Tani *et al.*):

- Tratamentos químicos das águas lamacentas e lamas;
- Construção das tubagens e da central de produção hidroeléctrica debaixo de terra;
- Utilização planeada e concisa dos acessos à barragem;
- Replantação de vegetação envolvente;
- Construção de uma vedação para evitar a entrada de pequenos animais;
- Construção de valetas em V para evitar que os animais fiquem presos;
- Movimentações interditas durante a noite à superfície;
- Uso de maquinaria mais silenciosa;
- Limites de velocidade;
- Captura e transferência da flora e fauna na zona de construção;
- Educação dos trabalhadores em relação às espécies indígenas;
- Reabilitação do estaleiro de obras com a criação dum biótopo;

- Construção de um paredão para proteger os corais.

Na continuidade da AIA um plano de monitorização foi posto em prática, tendo duas vertentes específicas. A primeira foi o acompanhamento da evolução da recuperação ambiental nas zonas destruídas e usadas durante a construção e a segunda foi o estudo a dispersão salina na envolvente da barragem.

A monitorização da dispersão salina foi feita no período entre 1997 e 2003. Durante este espaço de tempo foram monitorizados três tipos de dispersão salina para que se pudesse obter uma compreensão completa deste fenómeno. Assim, monitorizou-se a concentração salina atmosférica, a concentração salina osmótica no solo e a concentração salina depositada na vegetação como se pode observar no Quadro 3.

Monitorização	Descrição
Concentração salina atmosférica	Aparelhos de captação de ar e medição da concentração
Concentração salina osmótica no solo	Concentração de sal existente até uma profundidade de 15 a 20cm
Concentração salina na vegetação	A medição é feita a partir de folhas secas apanhadas nos pontos de monitorização

Quadro 3 - Tipos de monitorização da concentração salina (Fonte: Junichi Tani *et al.*)

A localização dos postos e sítios de monitorização foram escolhidos estrategicamente em redor do reservatório, não só para perceber a dispersão salina no total da envolvente mas também para perceber o efeito do vento na dispersão salina.

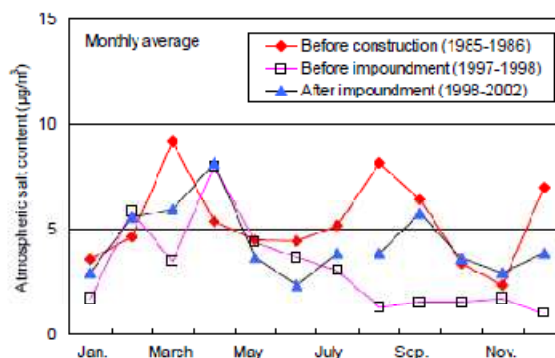


Figura 3 - Concentração salina atmosférica (Fonte: Junichi Tani *et al.*)

Durante os anos de monitorização conclui-se que as concentrações salinas provenientes do solo e da vegetação não eram relevantes para a compreensão da dispersão salina pelo facto da concentração osmótica no solo depender das características do terreno e a concentração salina na vegetação depender do tipo, densidade e altura da vegetação. Assim foi considerado que a concentração atmosférica, Figura 3 é a melhor maneira de perceber o impacte ambiental da dispersão salina. Entendeu-se deste modo que no caso de ventos considerados normais existe pouca influência do reservatório superior na dispersão salina. No entanto, no caso de ventos fortes os pontos de monitorização demonstraram que existe uma influência do

reservatório superior independentemente da direcção do vento, Figura 4. É importante referir que mesmo existindo dispersão salina proveniente do reservatório superior a maioria da concentração é proveniente do mar em condições de vento fraco ou forte (Junichi Tani *et al.*).

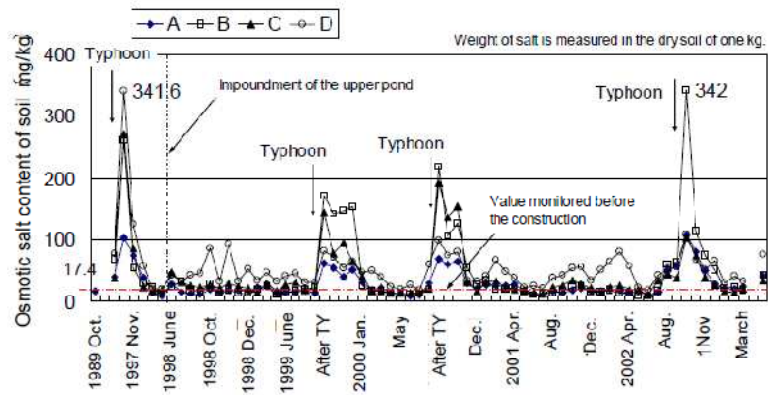


Figura 4 - Concentração osmótica no solo relativamente à salinidade (Fonte: Junichi Tani *et al.*)

5. Caso de Estudo – Projecto de armazenamento energético por bombagem de água na ilha de São Miguel

5.1. Objectivo e Justificação do Projecto

O projecto enquadra-se no âmbito do Projecto Green Islands que tem por finalidade a obtenção de uma independência energética, neste caso concreto da ilha de São Miguel. O objectivo do projecto de armazenamento energético por bombagem de água consiste em possibilitar a transferência de fontes energéticas na produção de energia eléctrica, mais explicitamente reduzir a fracção de uso do fuel.

Este projecto fundamenta-se no facto da independência energética passar pelo desenvolvimento de energias renováveis. No caso de São Miguel este desenvolvimento passa muito provavelmente por um aumento da potência instalada da energia geotérmica e da construção de um parque eólico. No entanto existem certas restrições na instalação destas energias renováveis expostas no Quadro 4.

Instalação de energias renováveis	Restrições
Armazenamento energético por bombagem de água	Necessidade de existir um excedente energético proveniente de um recurso renovável.
Aumento da potência instalada de energia geotérmica	Necessidade de possuir um sistema de armazenamento energético devido a uma produção contínua de uma grande quantidade energética que se não for utilizada no momento tem que ser dissipada de alguma forma.
Parque eólico	Para aumentar o rendimento de aproveitamento energético, devido à incerteza do momento de produção eléctrica e à obrigatoriedade de usar a energia produzida no próprio momento é recomendável ter um sistema de armazenamento.

Quadro 4 - Restrições à inserção de energias renováveis

As restrições evidenciam, em primeira análise, que sem um sistema de armazenamento irá haver uma limitação do aumento da capacidade instalada de energia geotérmica e/ou da energia eólica pelo facto de em caso de baixo consumo eléctrico existir excedentes energéticos inaproveitáveis.

5.2. Descrição do projecto

O sistema de armazenamento energético por bombagem de água será genericamente idêntico para a água salgada e água doce. No caso da água salgada os equipamentos terão de ser preparados, reforçados ou específicos para aguentar as condições adversas causadas pela salinidade da água, clima costeiro e fauna marinha como foi descrito no exemplo do aproveitamento energético em Jambaru Okinawa, Japão.

Assim sendo a constituição deste sistema é feita por um reservatório superior com uma capacidade de 98.000m^3 situado a uma diferença de altitude aproximadamente de 200m do reservatório inferior que no caso da água salgada será o oceano Atlântico e no caso da água doce será uma lagoa natural. A central estará localizada logo a montante do reservatório inferior onde será instalada uma capacidade de 10MW, podendo produzir por ciclo entre 17 a 20MWh. Estes dois reservatórios estarão ligados por tubagens subterrâneas que permitirão a passagem de um caudal turbinado na ordem de $6\text{m}^3/\text{s}$ e um caudal bombeado na ordem de $4,33\text{m}^3/\text{s}$.

A central, que estará localizada junto ao reservatório inferior, terá como equipamento principal uma turbina-ou-bomba Francis permitindo assim que a massa de água seja turbinada para produção eléctrica e que seja bombeada em períodos de excesso energético na rede eléctrica. A energia eléctrica produzida será encaminhada por uma linha de transporte de 60kW até a subestação ou posto de transformação mais próximo para ser então encaminhada para as linhas de transporte.

No caso de o projecto ser implantado junto ao mar irá ainda ser construído um paredão de protecção delimitando a área marítima onde se irá realizar a turbinagem e bombagem da água com o intuito de minimizar as possíveis flutuações de grandes dimensões que ocorrem no mar pois as turbina-ou-bombas utilizadas funcionam em meio submerso.

5.3. Descrição das alternativas de localização e projecto

Neste tipo de projecto existe uma interligação especial entre a localização e o tipo de projecto, uma vez que a localização na orla costeira utiliza a água salgada como fonte de armazenamento energético e a localização do projecto junto de uma lagoa natural utiliza a água doce como fonte de armazenamento energético. É ainda necessário avaliar uma alternativa na qual não se executará este tipo de projecto.

5.3.1. Armazenamento energético por bombagem de água doce, lagoa das Furnas

A geomorfologia única da bacia hidrográfica da lagoa das Furnas, freguesia das Furnas, concelho de Povoação, é a chave para a implantação e viabilidade do projecto utilizando água doce.

A bacia hidrográfica é caracterizada a Oeste pelo planalto da Achada a uma altura superior a 200m da lagoa que apesar da sua irregularidade geológica tem zonas planas suficientemente grandes para a construção do reservatório superior. Estas zonas planas estão situadas num plano horizontal a uma distância ente os 300 e 600m da lagoa, distâncias viáveis para a construção das tubagens subterrâneas necessárias.

Na margem Oeste da lagoa existe terreno suficientemente grande para implementar a central de produção hidroeléctrica. Esta localização é estratégica pois as turbina-ou-bombas do tipo Francis necessitam de estar submersas para funcionarem.



Figura 5 – Fotografia da zona de implantação

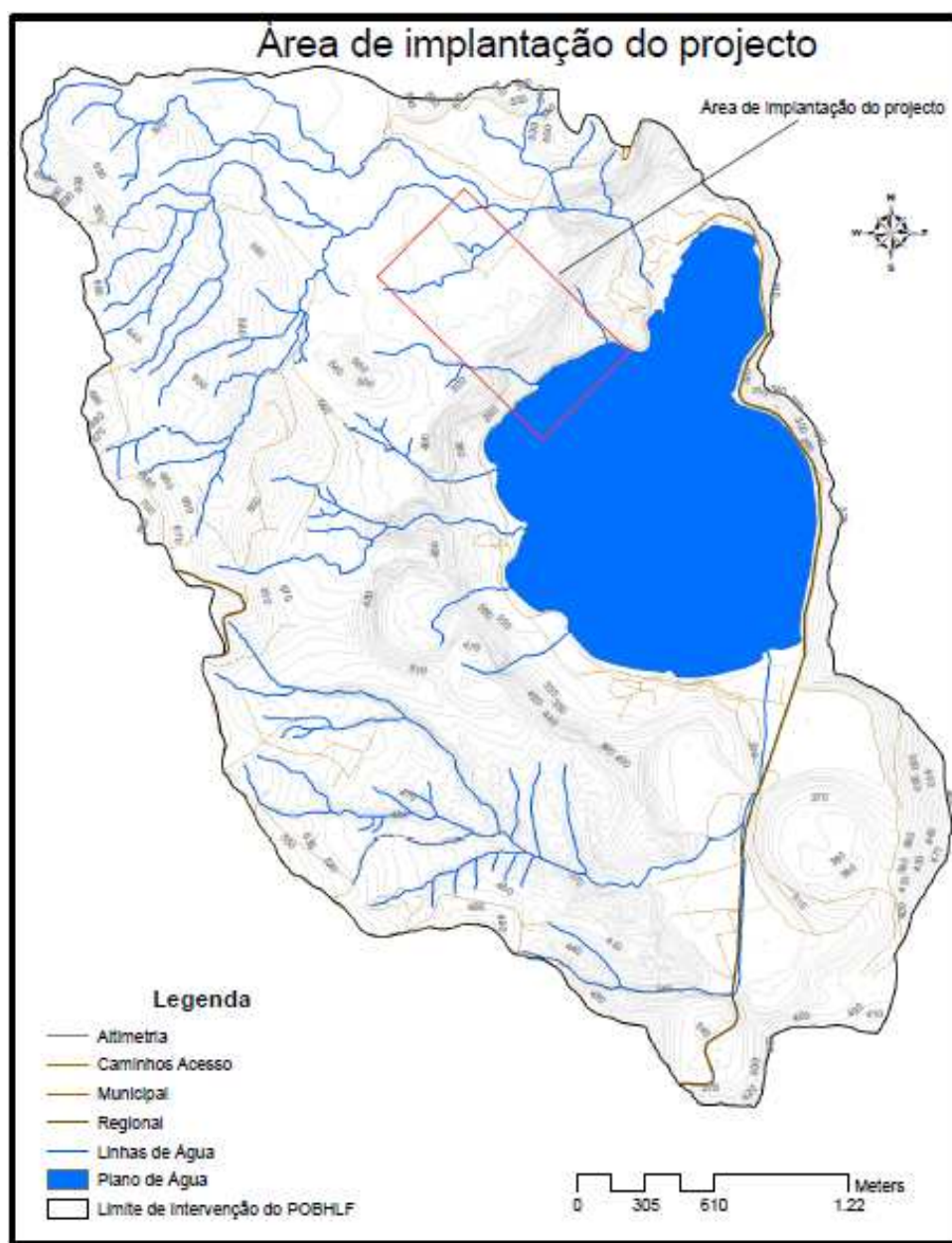


Figura 6 - Zona de implantação do projecto na bacia hidrográfica das Furnas (Fonte: adaptado de DROTRH)

5.3.2. Armazenamento energético por bombagem de água salgada

São Miguel tem uma extensão de litoral de 227,3km, obtida a partir do SIG no entanto devido às características geomorfológicas necessárias para a implantação do projecto e a já existente ocupação do solo poucas áreas demonstram ser viáveis.

Para a escolha do local o primeiro critério a ser analisado foi a existência de uma planície contígua ao litoral a uma altura mínima de 150m do nível do mar. Várias áreas do litoral tinham esse perfil, nomeadamente na zona Noroeste da ilha nas freguesias dos Mosteiros e Pilar da Bretanha, na zona Este da ilha na freguesia do Nordeste e na zona Sudoeste na freguesia das Feteiras. Por motivos de ocupação do solo por zonas urbanas foi rejeitada a zona do Noroeste e a zona Este foi rejeitada por ser abrangida pela Zona de Protecção Especial do Pico da Vara. Para além dos motivos anteriores as condições marítimas dessas zonas não são as mais favoráveis para a implantação do projecto devido à influência das fortes correntes marítimas provenientes do Atlântico Norte.

Assim sendo a zona Sudeste da freguesia das Feteiras, no concelho de Ponta Delgada demonstra ter as características que satisfazem as necessidades para a implantação do projecto:

- Planície contígua ao litoral;
- Desnível entre os 250 a 300m a uma distância horizontal de 600m do mar;
- Zona não edificada;
- Condições marítimas mais favoráveis;
- Menor influência dos ventos predominantemente oriundos de Norte.

Área de Implantação do Projecto



Figura 7 - Zona de implantação do projecto no litoral (Fonte: adaptado de DROTRH)

5.3.3. Evolução na ausência do projecto

Na ausência do projecto de armazenamento energético na ilha de São Miguel é necessário avaliar duas situações. Num primeiro instante ter-se-á de analisar e avaliar como é que a situação ambiental nomeadamente ao nível dos factores Geologia e Solo, Qualidade e Disponibilidade da Água e Socioeconomia irão evoluir nos locais em estudo e as possíveis repercussões adjacentes na ilha. Assim poder-se-á fazer uma comparação adequada da situação ambiental dos locais em estudo e deste modo facilitar uma melhor compreensão da magnitude dos impactes ambientais. Em segunda instância será essencial analisar e avaliar como é que a situação energética poderá evoluir sem este tipo de projecto por via de outras políticas e opções possíveis para que haja uma evolução positiva no sentido da necessidade

de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis como, por exemplo, a aposta numa política que valorize a eficiência energética.

6. Análise e avaliação dos principais impactes ambientais

6.1. Enquadramento Geográfico e Socioeconómico de São Miguel

6.1.1. Geografia

O Arquipélago dos Açores, constituído por nove ilhas, está localizado na zona norte do Oceano Atlântico entre os 36°55' e 39°43' de Latitude N e 24°46' e 31°16' de Longitude W na zona subtropical dos anticiclones do hemisfério norte (Monteiro *et al.*, 2008). O Arquipélago dos Açores é oficialmente designado como a Região Autónoma dos Açores (RAA) sendo assim um território autónomo da República Portuguesa.

A RAA situa-se ao longo de uma faixa com cerca de 600km de comprimento numa orientação NW-SE, está dispersa numa área aproximada de 66000km² e tem uma Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 984300km² que poderá vir a ser ampliada com a proposta de alargamento da plataforma continental portuguesa. Esta ZEE corresponde a 57% da ZEE Portuguesa e a 30% da ZEE Europeia²¹.

As nove ilhas, que totalizam uma área de 2332,7km² e 900km de orla costeira, estão divididas em três grupos tendo em conta a sua localização geográfica (Monteiro *et al.*, 2008):

- Grupo Ocidental (Flores e Corvo);
- Grupo Central (Terceira, Graciosa, Faial, Pico e São Jorge);
- Grupo Oriental (São Miguel e Santa Maria).

²¹ *Relatório do Estado do Ambiente dos Açores*, Secretária Regional do Ambiente e do Mar, 2005



Figura 8 - Mapa do Arquipélago dos Açores (Fonte: Pierre de Sousa Lima, 1999)

São Miguel é a maior ilha da RAA com 65km de comprimento e 16km de largura totalizando uma área de 759,41km². É uma ilha vulcânica composta por dois maciços unidos por uma cadeia de serranias de baixa altitude de cones basálticos que rondam entre os 200m e os 500m. O maciço a Este tem o seu cume a 1105m de altura, o Pico da Vara, que é o ponto mais alto da ilha e o maciço a Oeste tem o seu cume a 850m. Para além destes dois maciços ainda existe no centro da ilha a cadeia montanhosa Serra de Água de Pau que atinge os 940m de altitude. Por fim as crateras das Sete Cidades, do Fogo e das Furnas transformaram-se ao longo do tempo em lagoas como uma beleza natural rara e por este motivo são actualmente um dos cartões-de-visita da ilha.



Figura 9 - Ilha de São Miguel (Fonte: Google Maps)

A nível climático a ilha de São Miguel, como o resto da RAA, é caracterizada por um clima temperado húmido, no entanto existem variações das temperaturas devido às diferentes altitudes existentes. Assim em altitudes mais elevadas o clima é frio oceânico e excessivamente chuvoso.

Em relação ao sistema administrativo, a ilha está dividida em seis Concelhos (Ponta Delgada, Ribeira Grande, Lagoa, Vila Franca do Campo, Povoação e Nordeste). O Concelho de Ponta Delgada é o maior da ilha e o mais influente da RAA.

6.1.2. Socioeconomia

A RAA tem uma população de 241 763 habitantes o que corresponde a 2,3% da população portuguesa e 0,05% da população da União Europeia. No Grupo Ocidental reside 2% da população, no Grupo Central 41% e no Grupo Oriental 57% (Monteiro *et al.*, 2008). A ilha de São Miguel, a mais populosa da RAA, tem uma população de 133 281²² habitantes, 55% da RAA, e uma densidade 180hab/km².

A economia na RAA tem uma repartição característica das regiões insulares com pequena dimensão onde o sector terciário se destaca ocupando 66,3% do emprego, seguido do sector secundário com 27,9% do emprego e do sector primário que tem vindo a decair com 13,4%²³ do emprego.

Na ilha de São Miguel a repartição económica segue a mesma tendência onde o sector terciário ocupa 61,81% do emprego, dos quais 33% corresponde a serviços de natureza social e 28,81% a serviços relacionados com actividades económicas. O sector secundário ocupa 26,85% do emprego e por fim o sector primário ocupa 11,34%²⁴ do emprego.

6.1.3. Energia Eléctrica em São Miguel

A produção eléctrica na ilha de São Miguel é da responsabilidade de diferentes produtores, sendo que o Grupo Electricidade dos Açores (Grupo EDA) é responsável por mais de três quartos da produção, restando uma pequena percentagem da electricidade gerada por produtores independentes que utilizam a térmica e o biogás, este último produzido a partir dos resíduos provenientes de explorações agropecuárias da ilha.

Destacando o Grupo EDA, o maior produtor da ilha, utiliza não só combustíveis fósseis mas também fontes de energia renovável para gerar electricidade. Relativamente às energias não renováveis, existe uma central termoeléctrica constituída por oito grupos geradores que utilizam o fuel sendo que o primeiro começou a ser explorado em 1987 e o último em 2004. O gasóleo também é utilizado mas só em casos de avarias locais para alimentar os geradores móveis. Quanto às energias renováveis existem sete centrais hídricas duas das quais datam do

²² SREA, 2007.

²³ SREA, 2006.

²⁴ INE, Censos 2001.

início do século XX e as restantes do fim do mesmo século e início do século XXI e duas centrais geotérmicas a primeira das quais começou a ser explorada em 1994.

Em termos da utilização dos diferentes recursos para produção eléctrica é evidente que ainda existe uma grande dependência dos combustíveis fósseis que totalizaram 54,85% da produção eléctrica da ilha, em 2008. As energias renováveis totalizaram 45,15% onde se destaca o recurso geotérmico com 40,45%²⁵.

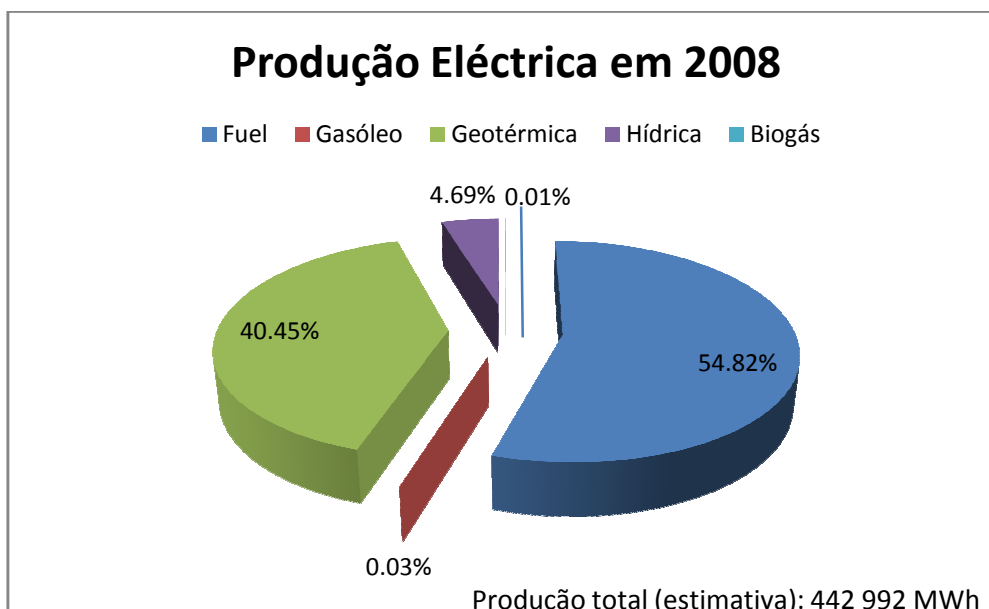


Gráfico 5 - Recursos utilizados na produção eléctrica em São Miguel (Fonte: EDA)

Com vista a perceber como irá evoluir a utilização dos recursos naturais para a produção eléctrica é preciso entender a dinâmica da ilha em termos de consumos eléctricos. Destacam-se dois sectores importantes, o do Turismo e da Construção.

O sector do Turismo tem vindo a crescer durante os últimos anos, mas em 2008 assistiu-se a uma pequena diminuição da procura. Este facto poderá ser uma consequência da crise económica mundial que existe actualmente. No entanto no âmbito de desenvolver a vertente turística, principalmente o turismo selectivo, novos empreendimentos poderão aparecer num futuro próximo com o conseqüente aumento do consumo eléctrico. Destacam-se o Campo de Golfe da Batalha, *resort* turístico de luxo que terá um consumo estimado de 1,9GWh anualmente, a unidade hoteleira de cinco estrelas, ASTA Atlântida, em Ponta Delgada onde será previsto um consumo na ordem dos 1,3GWh por ano e ainda o Hotel SPA nas Furnas com um consumo anual estimado em 480MWh²⁶. Estes três empreendimentos somam um total de 3,68GWh anual o que corresponde aproximadamente a 1% do consumo eléctrico total de 2008.

²⁵ Caracterização da Oferta e da Procura de Energia Eléctrica 2009 – 2013, EDA.

²⁶ Caracterização da Oferta e da Procura de Energia Eléctrica 2009 – 2013, EDA.

Quanto ao sector da Construção a sua maior influência será proveniente não tanto de novos fogos mas sim do aparecimento de novas grandes infra-estruturas tais como uma unidade fabril no sector das pescas, um parque logístico de 115 000m², um parque empresarial onde se concentrarão diversas actividades económicas, um centro comercial de média dimensão, uma ETAR, a nova lota de Ponta Delgada, um parque tecnológico e novas vias rodoviárias (SCUT). Não existem estimativas de consumos eléctricos para estes novos empreendimentos, mas é previsível que o aumento do consumo ultrapasse largamente o aumento esperado para o sector Turístico.

Relativamente à evolução do consumo eléctrico doméstico, este tenderá a aumentar devido ao aumento de novos fogos, apesar de existir cada vez mais uma utilização de produtos eléctricos e de iluminação mais eficientes como, por exemplo, as lâmpadas de baixo consumo e a nova lei relacionada com a eficiência energética dos edifícios.

Assim sendo, a evolução do consumo eléctrico total na ilha de São Miguel tenderá a aumentar de maneira progressiva, onde a taxa média de crescimento irá rondar os 3,1% por ano como se pode visualizar no Gráfico 6.

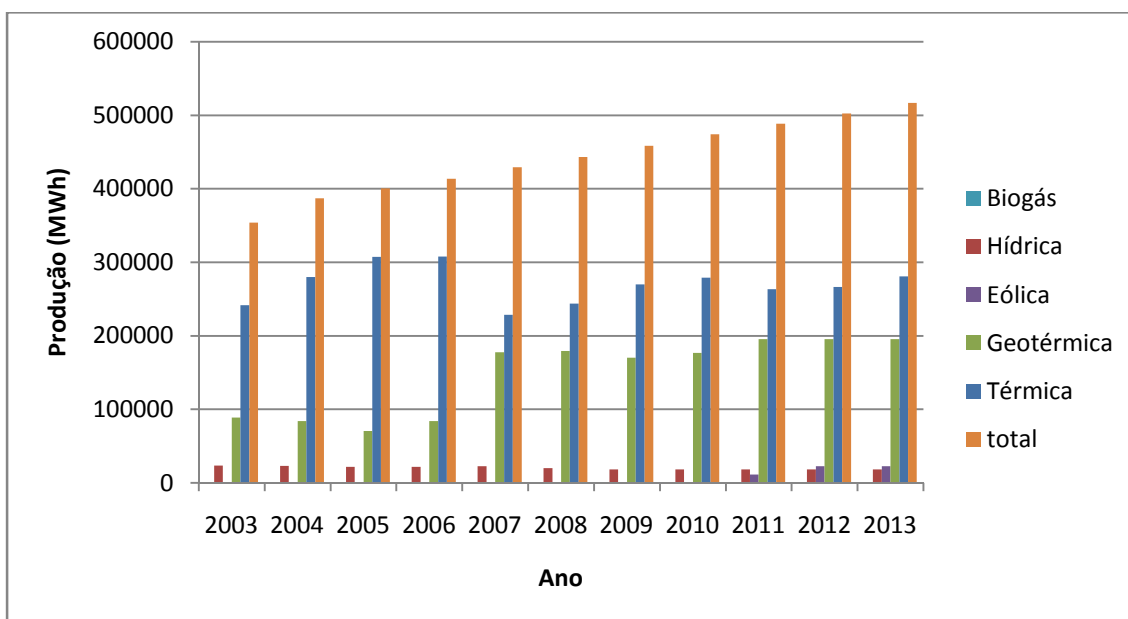


Gráfico 6- Evolução da Produção de Energia Eléctrica (Fonte: EDA)

Ao analisar a tendência de crescimento da produção eléctrica verifica-se a repetição de um mesmo padrão aproximadamente cada quatro anos. Este fenómeno pode ser explicado a partir do crescimento da energia geotérmica que tem uma produção contínua, a qual tende a decrescer lentamente com o passar dos anos. Cada vez que é posto em funcionamento um novo furo geotérmico e com o funcionamento do parque eólico de 9 MW em 2011 a utilização de energia térmica diminui. No entanto no Gráfico 6 é visível que o aumento do consumo anual de energia eléctrica nos anos que seguem o aumento da capacidade geotérmica e futuramente também eólica é compensado por uma maior produção eléctrica a partir do fuel, o que impossibilita uma diminuição drástica a longo termo da dependência de combustíveis fósseis.

Segundo as previsões da EDA, a produção de energia eléctrica será maioritariamente feita a partir do uso de combustíveis fósseis como se pode visualizar no Quadro 5.

Ano	Dados reais						Previsões				
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
% de energia térmica	68.26	72.31	76.7	74.42	53.28	54.85	58.87	58.84	53.97	53.03	54.33

Quadro 5 - Percentagem de energia térmica na produção de electricidade (Fonte: EDA)

Os cenários que vão ser analisados e avaliados são relativos ao ano 2013. É importante realçar que já existe uma previsão de diminuição do uso de fuel, com a construção de mais 10MW de capacidade geotérmica passando esta a ser a fonte energética dominante com 52,5% onde o fuel passa a ter um peso apenas de 39,64%. Para a seguinte análise não entrará a produção a partir do biogás por ser ínfima relativamente a todas as outras.

Previsão da Produção de Energia Eléctrica na ilha de São Miguel para 2013 sem o projecto		
Tipo de energia	Produção (MWh)	Percentagem (%)
Térmica	204881	39.64
Hídrica	18100	3.51
Geotérmica	271209	52.5
Eólica	22500	4.35
Total	516766	100

Quadro 6 - Previsão da produção eléctrica para 2013 sem projecto (Fonte: EDA)

Dado que uma central a fuel produz 0,76 ton CO₂/MWh²⁷, isto corresponde a que a Central Térmica do Caldeirão, em 2013, emitirá 155710 toneladas de CO₂ para a atmosfera.

6.2. Armazenamento energético por bombagem de água doce

A bacia hidrográfica da lagoa das Furnas é um local com características únicas tanto ambientais e hidrológicas como paisagísticas. O facto de estar situada na cratera de um vulcão e pelas características climáticas da ilha de São Miguel fazem com que a geologia e o solo da bacia hidrográfica sejam considerados de extrema importância e proporcionam grande riqueza a nível hidrológico e biológico. Este facto levou a que a sua protecção fosse não só uma necessidade como uma obrigação. Deste modo o Governo Regional dos Açores aprovou o Decreto Regulamentar Regional nº2/2005/A relativo ao Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas (POBHLF) onde é delimitada a zona de protecção da bacia que comporta o planalto da Achada das Furnas e toda a bacia hidrográfica da lagoa com o objectivo de conciliar as actividades e usos humanos com a valorização ambiental.

²⁷ Energia e Alterações Climáticas, Mais Investimento, Melhor Ambiente, Ministério da Economia e da Inovação, Fevereiro 2007.

6.2.1. Geologia e Solo

6.2.1.1. Caracterização do ambiente afectado

O projecto de aproveitamento energético por bombagem de água, neste caso doce, situado na lagoa das Furnas é abrangido a nível geológico pelo vulcão das Furnas e pelo Planalto da Achada situado entre o vulcão das Furnas a Este e o vulcão da Serra de Água de Pau a Oeste. A constituição geológica não é muito variada no entanto é repetitiva devido às numerosas actividades vulcânicas que tiveram lugar. Nas escarpas situadas no local designado para o projecto é possível visualizar as sucessões de acontecimentos (Zbyszewski *et al.*, 1958):

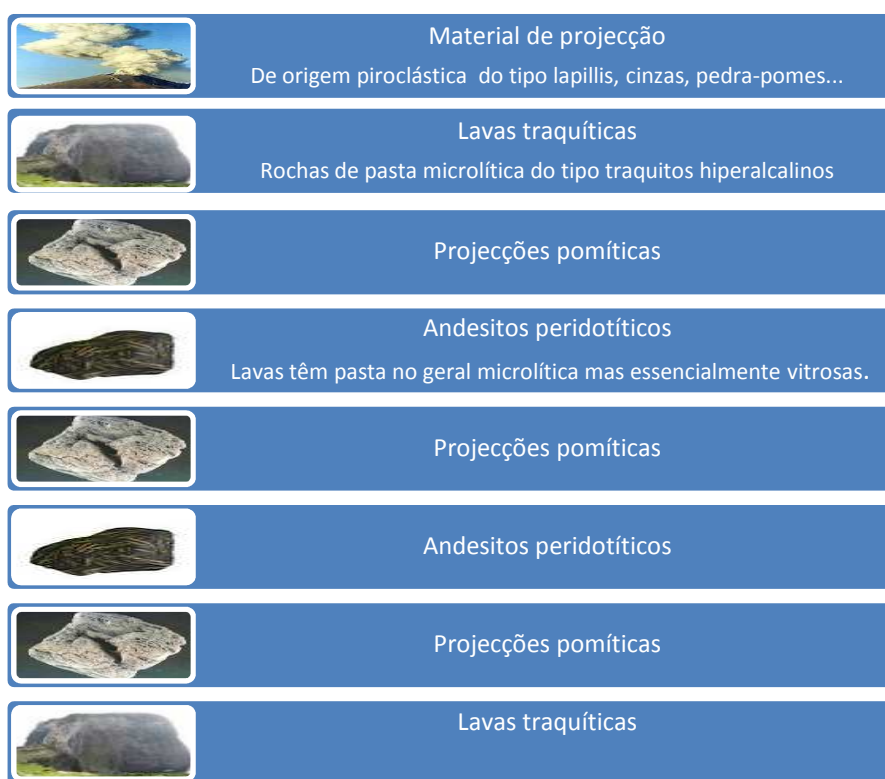


Figura 10 - Sucessões geológicas do local de implantação do projecto (Fonte: adaptado de Zbyszewski *et al.*, 1958)

As lavas traquíticas e os andesitos peridotíticos são rochas eruptivas com uma consistência consolidada, com uma grande densidade e baixa porosidade. Os materiais de projecção e as projecções pomíticas são provenientes de materiais piroclásticos, de dimensões pequenas, não agregados, de baixa densidade e grande porosidade (Zbyszewski *et al.*, 1958).

Relativamente a falhas geológicas apesar da localização escolhida, planalto entre dois vulcões, não existem. No entanto há presença de fumarolas aproximadamente 600m a Norte, o que induz que a presença da actividade vulcânica ainda está muito presente.

O solo da bacia hidrográfica da lagoa das Furnas tem evoluído temporalmente consoante as actividades vulcânicas das Furnas, tendo-se assistido à última erupção em 1630. Após as erupções vulcânicas, os materiais piroclásticos finos e traquíticos ou mistos e pedra-pomes evoluem durante um período de 200 anos formando os andossolos. Estes solos têm como características uma muito boa permeabilidade e elevado nível de matéria orgânica. São ainda ricos em potássio e azoto devido à grande abundância de rochas basálticas e de siderações. No entanto por serem muito porosos possuem uma grande capacidade de retenção de fósforo e de água.

Em termos de uso do solo, devido às suas características são muito apreciados para o uso agrícola, no entanto o facto de existir grande retenção de fósforo tem levado a que os agricultores usem este mineral em grandes quantidades.

Quanto à erosão, esta é mais presente na faixa do litoral devido à erosão costeira e à erosão marinha. No caso da bacia hidrográfica da lagoa das Furnas, a erosão está presente devido à sua geomorfologia. Devido às actividades vulcânicas que ocorreram no passado, na zona Noroeste da lagoa formou-se um planalto, da Achada, com escarpas superiores a 200m e declives que podem atingir uma inclinação superior a 25%. A instabilidade destas encostas e de todas as outras foram minimizadas ao longo do tempo pelo aparecimento de vegetação que, por um lado criou uma nova camada consolidando os andossolos e, por outro lado as raízes das árvores funcionaram como ganchos de segurança. As explorações agrícolas presentes no planalto utilizam presentemente a quase totalidade dos solos planos, acções estas que aumentam o potencial erosivo do planalto e como consequência indirecta o das encostas.

Na área de implantação do projecto, que compreende aproximadamente 42,4ha, o grau de risco de erosão varia de baixo no planalto a muito elevado principalmente nas escarpas com um declive superior a 25%. Assim com base nos mapas em SIG, fornecidos pela Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos dos Açores, referentes às áreas com risco de erosão foram retirados os seguintes valores das superfícies que se apresentam na tabela abaixo.

Risco de Erosão	Área abrangida (ha)
Baixo	20,0
Moderado	3,7
Elevado	3,4
Muito Elevado	15,3

Quadro 7 - Áreas de risco de erosão (Fonte: DROTRH)

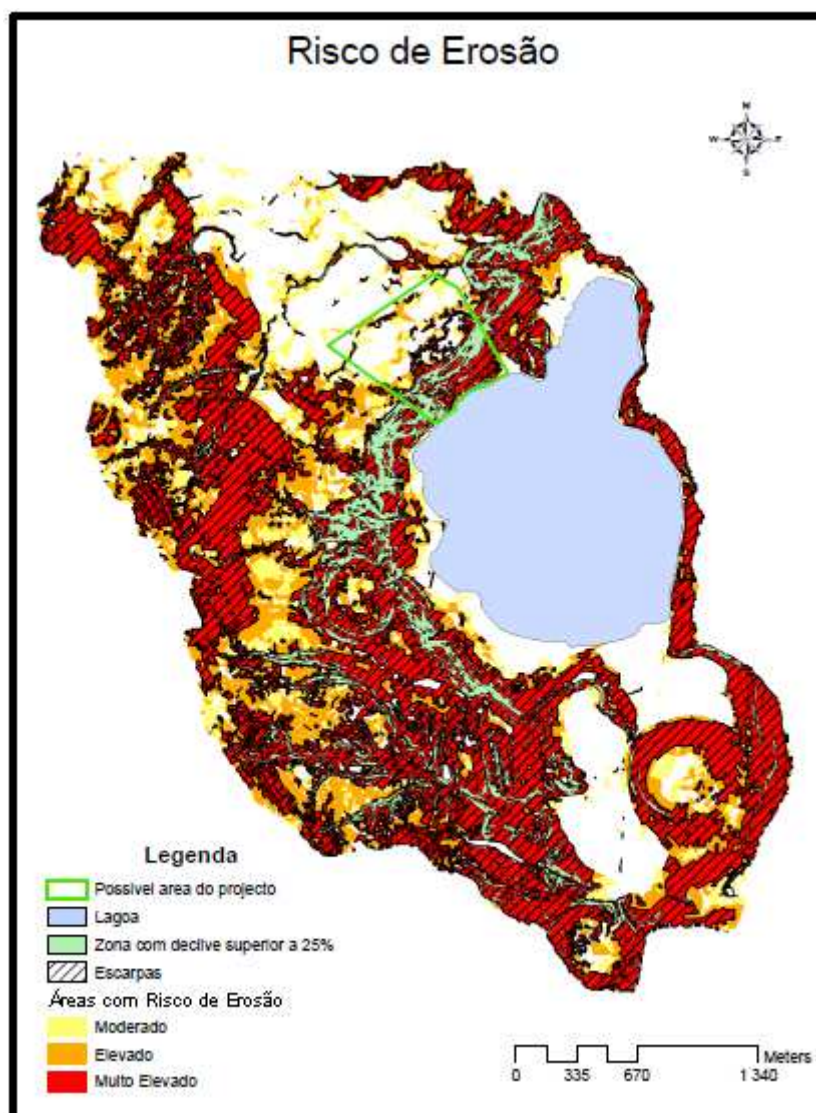


Figura 11 - Mapa das áreas de risco de erosão e escarpas (Fonte: adaptado de DROTRH)

6.2.1.2. Impactes ao nível geológico

As numerosas actividades vulcânicas formaram diferentes tipos de camadas e estruturas geológicas que serão afectadas de maneiras diferentes pela implantação do projecto.

A área de implantação do reservatório superior, no planalto da Achada, é caracterizada por rochas eruptivas e rochas e materiais piroclásticos. Apesar de não existir instabilidade do terreno na área escolhida a construção deste reservatório poderá provocar certos impactes negativos. Em primeiro lugar a construção do reservatório irá implicar a retirada de pelo menos a primeira camada geológica, material de projecção, que é a chave para a evolução do solo existente devido às suas características granulosas e de baixa densidade, que também ajudam na retenção de águas. Em segundo lugar é relevante expressar a possibilidade de abatimento de quatro das oito camadas geológicas por serem do tipo material de projecção devido ao peso do reservatório e da água que irá armazenar.

Em relação à construção e exploração das tubagens subterrâneas haverá outros tipos de impactes geológicos. As perfurações obrigatórias poderão afectar todos os tipos de camadas geológicas e conseqüentemente o seu conjunto. Ao perfurar as camadas de rochas eruptivas poderá haver o aparecimento de diáclases, isto porque sendo estas rochas materiais muito densos levam a que a sua perfuração seja difícil e complicada. Se aparecerem diáclases uma das possíveis conseqüências será a desagregação da rocha. Quanto às camadas de materiais de projecção, a sua falta de consolidação poderá dificultar a estabilidade da perfuração possibilitando o abatimento do terreno. Ao juntar estes dois impactes à geomorfologia do terreno, isto é, a contiguidade a escarpas com aproximadamente 200m de altura, pode levar a que ocorra o desabamento do terreno destruindo assim parte de um local único com características insubstituíveis. No caso de ocorrer vibrações de grande intensidade provenientes das perfurações, movimentações das massas de água na fase de exploração ou no caso de desabamentos de terras poderá provocar modificações nas actividades vulcânicas existentes nas proximidades, fumarolas na caldeira da lagoa das Furnas, com conseqüências potencialmente perigosas e imprevisíveis.

Na área junto à lagoa, a construção e exploração da central não demonstra ter impactes negativos na geologia da área de implantação. No entanto a sua localização é consideravelmente vulnerável no caso de ocorrerem desabamentos de terra. Assim a obrigação do reforço das escarpas nomeadamente pela acção de arborização com árvores endémicas levará a um impacte positivo, reforçando a estrutura geológica da área e é uma mais-valia para a preservação do habitat da área da lagoa das Furnas.

6.2.1.3. Impactes ao nível do solo

As características físico-químicas do solo existentes em toda a área de implantação do projecto irão sofrer impactes.

A construção do reservatório superior numa área agrícola poderá afectar os solos aí presentes, neste caso os andossolos. As suas proveniências a partir de matérias piroclásticas dão-lhes uma consistência granulosa e uma baixa densidade. Estas características são susceptíveis de uma maior vulnerabilidade devido às ocorrências durante a fase de construção. O facto de haver movimentações de máquinas poderá causar não só compactação do solo, isto é, destruição da estrutura granulosa formando um solo mais fino muito susceptível à erosão pelo vento e chuvadas, como contaminação do solo por partículas que serão incorporadas nos poros do solo e pela infiltração de líquidos poluentes que poderão ser absorvidos. No entanto para evitar tais impactes poderá haver uma deslocação prévia destes solos para outras áreas com o intuito de recuperar, por exemplo, os solos adjacentes que têm um nível muito elevado de erosão.

Durante a fase de exploração do reservatório a possibilidade de infiltração de águas tróficas nos solos, pelo aparecimento de rachas no reservatório ou influência de ventos fortes, poderá ter certos impactes negativos como a contaminação destes mas também poderá trazer certos

impactes positivos. Segundo o elemento proveniente da água assim será o seu impacte que se apresenta na tabela abaixo.

Elemento	Impacte Positivo	Impacte Negativo
Azoto	O enriquecimento em azoto, um macronutriente para as plantas, evita o uso de fertilizantes para fins agrícolas	Os andossolos já são ricos em azoto, o aumento da sua concentração levará à sua lixiviação para a lagoa mantendo o ciclo de eutrofização da lagoa.
Fosfato	Os andossolos retêm a maioria do fosfato, logo se houver introdução deste poderá beneficiar a agricultura evitando a necessidade de utilizar fertilizantes.	Se a concentração for excessiva o solo ficará saturado em fosfato e haverá lixiviação deste para a lagoa ajudando assim a manter o ciclo de eutrofização da lagoa.
Matéria Orgânica (algas)	Enriquecimento ao nível nutricional dos solos, aumentando a sua produtividade agrícola	
Toxinas (provenientes das cianobactérias)	Contaminação dos solos incapacitando o crescimento de plantas.	

Quadro 8 - Potenciais impactes no solo pela água trófica

As tubagens subterrâneas poderão causar alguns impactes negativos no solo. Sendo que a área utilizada para as obras irá ser a mesma que para a construção do reservatório superior haverá maior utilização e deslocação de maquinaria o que poderá levar a uma maior contaminação do solo por fuga de fluidos assim como de partes das máquinas. No entanto as máquinas utilizadas para a perfuração utilizam grandes quantidades de água para o arrefecimento das brocas. Se esta água correr livremente a seguir à sua utilização irá provocar por um lado a contaminação dos solos por poluentes e por outro lado irá fragilizar o solo podendo acelerar a sua erosão. A remoção de matéria geológica perfurada, isto é, transformada em pequenos detritos e poeiras poderão ser aproveitados para o enriquecimento de outros solos adjacentes o que pode ser uma mais-valia. Durante a fase de exploração poderá acontecer certas fugas de água trófica, sendo assim um impacte negativo como foi analisado para o caso das fugas no reservatório.

Quanto à construção da central, como foi referido anteriormente, devido à sua perigosa localização os impactes no solo poderão ser positivos pelo facto de haver medidas de protecção das escarpas. A grande parte das escarpas apresenta um declive superior a 25% e todo o seu conjunto é a área com maior risco de erosão. O facto de se arborizar as escarpas poderá evitar deslizamentos de terras e também diminuir a erosão presentemente observada.

Outro aspecto que em muito prejudica o solo é a abertura de caminhos necessários para realizar toda a obra e futuramente para permitir a circulação de veículos. Mas a existência de caminhos utilizados para fins agrícolas no planalto da Achada evitará que haja obrigação de construir novos caminhos com impactes negativos como, por exemplo, a fragmentação do

território diminuindo o fluxo de materiais e matéria orgânica transportada naturalmente pela água nos solos superficiais. Na área adjacente à lagoa também já existe um caminho evitando danificar tanto as escarpas como a lagoa. No entanto a movimentação dos veículos na área adjacente à lagoa poderá ter efeitos negativos devido ao arrastamento de terras e poeiras para o interior da lagoa.

6.2.2. Qualidade e disponibilidade da água

6.2.2.1. Caracterização do ambiente afectado

A bacia hidrográfica da lagoa das Furnas é caracterizada a nível hidrológico pelo domínio hídrico, reservas hídricas, zonas vulneráveis e infra-estruturas de abastecimento público de água.

O domínio hídrico é constituído por diversos parâmetros, estipulados nos DL 468/71, de 5 de Novembro e DL 93/90, de 19 de Março:

- A lagoa tem um perímetro de 6464,6m, uma área de 2147490,4m². A lagoa é o principal receptor da água proveniente da bacia hidrográfica (Santos *et al.*, 2002);
- No perímetro da lagoa existe uma faixa de protecção à lagoa com uma largura de 30m a partir da linha de água;
- Oito linhas de água principais desaguam na lagoa com um total de 40,3km;
- As linhas de água têm uma faixa de protecção com uma largura de 10m;
- A zona norte da bacia é uma área de cabeceiras de linhas de água;
- As restantes áreas da bacia hidrográfica são áreas de máxima infiltração.

A bacia hidrográfica das Furnas tem um escoamento total médio de 22 163 450 m³/ano que desagua directamente na lagoa. O facto de 37% da área da bacia ter como uso pastagens permanentes tem como consequência directa uma carga de nutrientes que aflui à massa de água da lagoa muito elevada em fosfato e azoto. Os valores registados mostram uma concentração 10 vezes superior à concentração máxima admissível de Azoto e 7,5 vezes à do Fósforo, o que indica que a lagoa se encontra num estado de eutrófico.

Critérios	Fósforo (g P/m ² .ano)	Azoto (g N/m ² .ano)
Afluência máxima permissível de nutrientes à lagoa	0,10	1,5
Concentrações com perigo de eutrofização da lagoa	0,2	3,0
Carga de nutrientes transportados para a lagoa	0,75	15,5

Quadro 9 - Critérios do estado eutrófico da lagoa das Furnas (Fonte: Santos *et al.*, 2002)

Estas elevadas concentrações de nutrientes na lagoa conduzem a um aumento das concentrações de fitoplâncton e de cianobactérias com períodos de muita elevada concentração que podem ter consequências graves para a saúde pública e dos animais devido à produção de toxinas. Segundo a classificação do INAG a qualidade da água da lagoa das Furnas para usos múltiplos é de classe C, correspondendo a uma água poluída, e segundo o critério “Portugal” em relação à qualidade trófica, a lagoa corresponde a uma classe E, eutrofizada.

Em relação às reservas hídricas existem três nascentes de água situadas no planalto da Achada das quais as duas mais a Sul são utilizadas para captação de água para abastecimento público. As nascentes contempladas pelo DR 12/77/A, de 14 de Junho, tem um raio de protecção de 50m.

A rede de abastecimento foi executada em PVC, com um comprimento de 1920m, entre o planalto e a lagoa, pelas escarpas dividindo-se em dois ramais que contornam toda a zona ocidental da lagoa em tubagens de ferro com um comprimento total de 2830,4m.

Em termos de zona vulnerável definida pelo DL 68/99, de 11 de Março, corresponde às zonas susceptíveis de poluição por nitratos, toda a bacia hidrográfica é abrangida devido às explorações agrícolas e principalmente agropecuárias existentes.

A planta exposta abaixo mostra a disposição geográfica dos recursos hídricos da bacia hidrográfica das Furnas.

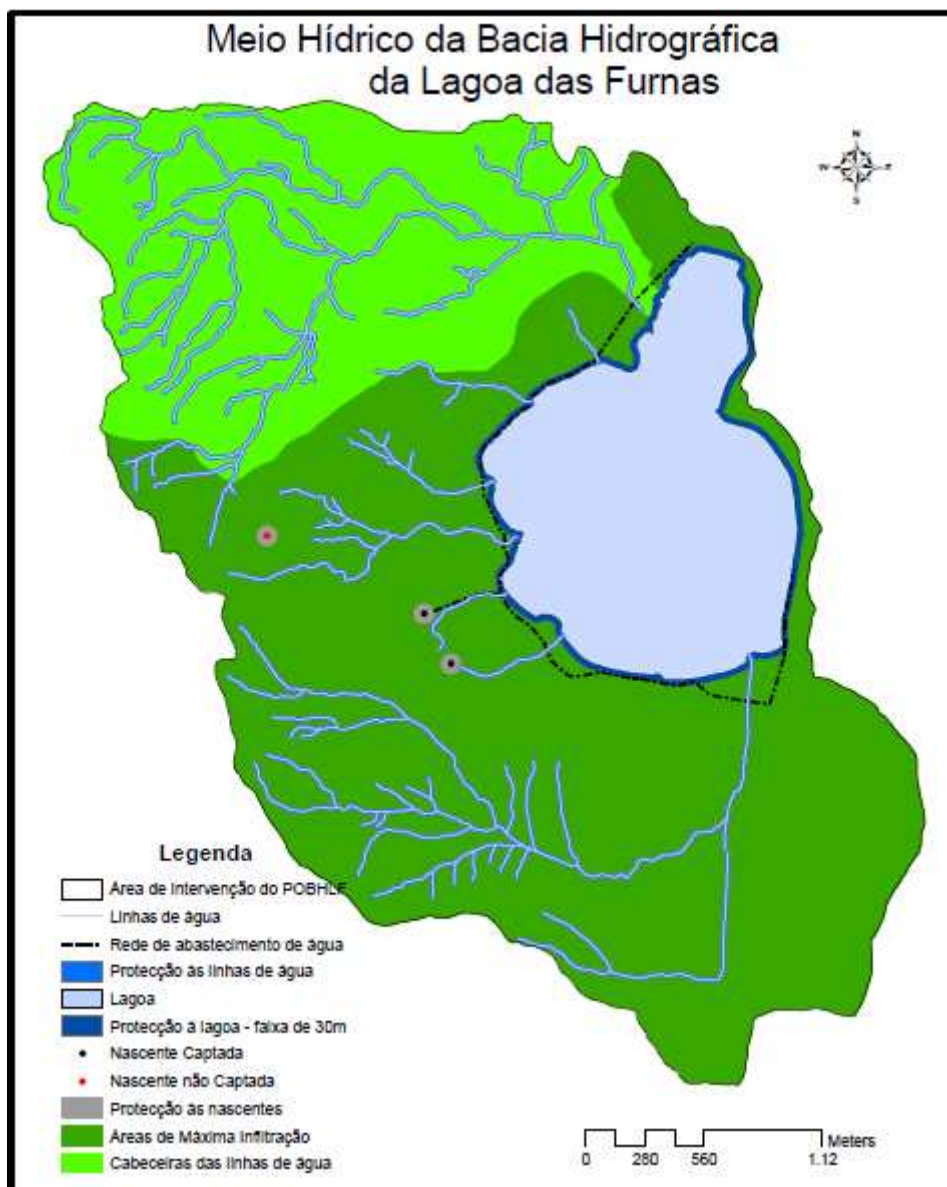


Figura 12 - Características dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas (Fonte: adaptado de DROTRH)

6.2.2.2. Impactes

A qualidade da água poderá vir a ser influenciada, directamente e indirectamente, com a implantação e exploração do projecto.

O reservatório superior, localizado no planalto da Achada, situar-se-á entre a zona de máxima infiltração e a zona de cabeceiras das linhas de água. A área ocupada poderá impermeabilizar o solo, o que poderá levar a uma diminuição da quantidade de água que será encaminhada para as linhas de água e aquíferos e consequentemente que irá chegar à lagoa e nascentes. Sendo que o terreno ocupado é utilizado para fins agrícolas e pastagens indica que poderá haver uma pequena diminuição da quantidade de nutrientes e consequentemente uma

pequena diminuição dos nutrientes que são encaminhados para a lagoa. Ao nível da qualidade da água poder-se-á considerar um impacto positivo por haver uma pequena diminuição de nutrientes produzidos na bacia hidrográfica. No entanto é provável que o reservatório seja implementado em cima da linha de água designada por Grota do Albano ou da linha de água designada por Salto do Alemão o que durante a fase de construção pode acarretar diversas consequências. Em termos de qualidade da água vários tipos de poluição poderão ser acidentalmente encaminhados para a linha de água superficial e para massas de água subterrâneas que serão conduzidos até à lagoa ou até as nascentes. Estes tipos de poluição estão relacionados com a movimentação de terras influenciando o percurso da água e a sua retenção, o uso e deslocação de máquinas que libertam poluentes gasosos, líquidos e sólidos e os restos e detritos dos materiais utilizados para a construção do reservatório. Em termos de disponibilidade a consequência seria positiva, pois segundo o POBHL das Furnas, para a área afectada existe o objectivo de reduzir a velocidade de escoamento das linhas de água e do volume de material sólido afluente à lagoa. Durante a fase de exploração poderá existir o risco de fissuras e no pior dos casos ruptura do reservatório, o que poderia levar à infiltração de água eutrofizada nas linhas de água e na zona de máxima infiltração podendo ocorrer contaminação das linhas de água e de águas subterrâneas pelo excesso de azoto, fósforo e principalmente por toxinas provenientes das cianobactérias.

As tubagens subterrâneas poderão afectar a zona de cabeceiras das linhas de água, no entanto poderão ter consequências na zona de máxima infiltração. O facto de serem subterrâneas por questões de protecção paisagística, da fauna e da flora pode trazer certos impactos negativos relativamente às águas subterrâneas. Na zona Sul da zona de máxima infiltração existem três nascentes, das quais duas são utilizadas para abastecimento público, susceptíveis de vir a sofrer pressões. Ao nível da qualidade da água, poderá haver contaminação durante a fase de construção pela deslocação de terras e pelos materiais e máquinas utilizados para a perfuração e impermeabilização dos túneis. Durante a fase de exploração poderá ocorrer contaminações pela infiltração de águas provenientes da lagoa com elevados níveis de nutrientes, organismos aquáticos e cianobactérias contaminando os lençóis freáticos, isto é, inviabilizando a captação de água para qualquer tipo de consumo ou uso. Ao nível da disponibilidade de água as tubagens poderão bloquear a deslocação da água subterrânea diminuindo o fluxo de água que chega às nascentes.

Quanto às turbina-ou-bombas localizadas na central, o facto de estas turbinarem água a uma velocidade considerável para a lagoa fará com que ocorra deslocações momentâneas de água e oxigenação das águas mais profundas. Este processo corresponderá a uma percentagem mínima da massa de água oxigenada que não afectará nem pela positiva como pela negativa a qualidade e disponibilidade da água da lagoa. A longo termo, conciliando o objectivo do POBHL das Furnas em diminuir a quantidade de nutrientes da bacia hidrográfica com a oxigenação produzida pelo projecto poderá ser uma mais-valia para a recuperação do habitat da lagoa. Em caso de avaria das turbinas será importante não deixar o reservatório superior na

carga máxima por um período longo pois a acção de eutrofização poder-se-á desenvolver mais rapidamente piorando a qualidade da água.

Existe também o perigo, apesar de pequeno, de haver uma ruptura da rede de abastecimento que está situada junto à margem da lagoa no mesmo local onde será implantada a central. Será preciso ter precauções durante as obras a fim de evitar rupturas que poderão levar à indisponibilidade de água para consumo humano durante um dado período.

A circulação de veículos não terá grande afectação em relação à disponibilidade da água por já existir caminhos feitos até ao local e que assim possibilitam a localização do estaleiro fora da bacia hidrográfica, numa zona onde não afectaria a qualidade da água. No entanto durante a construção da central a movimentação de veículos, principalmente pesados, poderão levar a que uma quantidade de sedimentos considerável atinja a lagoa aumentando assim a sua turvação.

Para além dos impactes identificados anteriormente existem certos impactes cumulativos devido à interacção entre o recurso água e a geologia/solo existente. O possível aparecimento de diáclases nas estruturas geológicas que suportam o planalto da Achada poderá ter consequências na qualidade e quantidade de água. Se as fendas aparecerem junto às massas de água subterrâneas isto poderá originar uma fuga da água causando menos afluência desta às nascentes e no pior dos casos mudar o rumo de parte do aquífero. As fendas poderão ainda ter outro tipo de impacte, a contaminação das águas dos aquíferos pela água da lagoa por capilaridade, isto é, ascensão de água pelos poros dos materiais rochosos.

6.2.3. Socioeconomia

6.2.3.1. Caracterização do ambiente afectado e impactes

O factor socioeconómico reparte-se em três vertentes de impactes. Estes incidem sobre o território, a população e a economia regional.

Ao nível de preocupações territoriais com o intuito de evitar que o projecto entre em conflito com o POBHL das Furnas, as tubagens serão subterrâneas. Esta acção evitará que haja impactes negativos relacionados com as áreas florestais de protecção e áreas de enquadramento natural na zona das escarpas e de declives superiores a 25% afectadas pelo projecto. No entanto a zona de implantação da central poderá ter impactes negativos relacionados com as estradas/percursos panorâmicos a cotas próximas da linha de água o que levará a uma descaracterização natural da zona e a uma fragmentação do território devido ao espaço necessário para a central e o espaço terrestre disponível. É preciso ainda frisar que as estradas/percursos panorâmicos a cota elevada e o ponto panorâmico Castelo Branco poderão

ser empobrecidos a nível paisagístico natural com a construção do reservatório superior a não ser que o reservatório seja projectado de tal modo que se englobe na paisagem. Em relação às vias necessárias para o projecto, não haverá impactos negativos relativos ao plano de ordenamento pelo facto de já existirem os acessos aos locais.

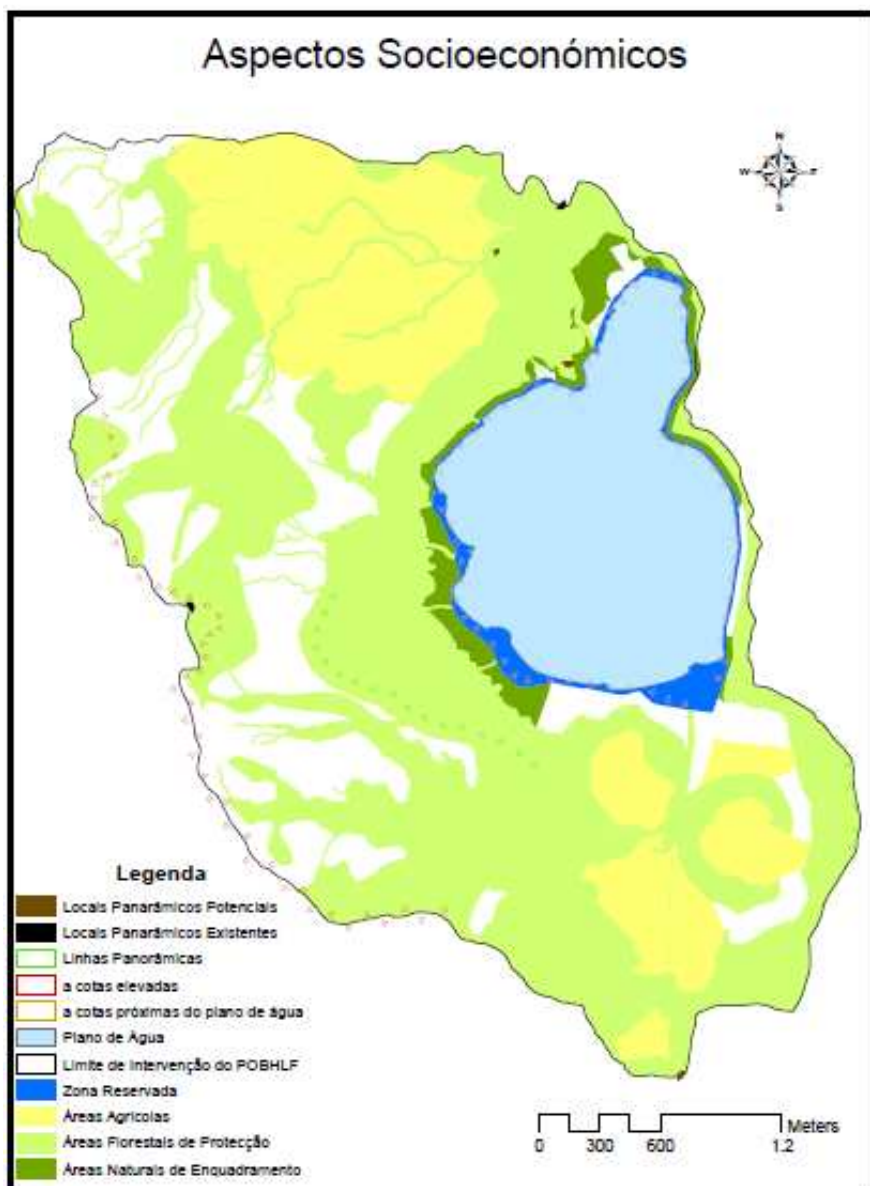


Figura 13 - Características Socioeconómicas da Bacia Hidrográfica da lagoa das Furnas (Fonte: adaptado de DROTRH)

As alterações sobre a população residente na freguesia das Furnas poderão ser depreciadas devido à não proximidade entre habitações e o projecto. No entanto se houver infiltrações da água da lagoa nas massas de água subterrâneas que alimentam as nascentes captadas poderá existir impactes negativos relacionados com a possibilidade de aparecimento problemas de saúde pública e consequentemente problemas de logística do abastecimento de água à Vila das Furnas.

A nível económico o sector mais prejudicado poderá ser o sector primário, assistindo-se assim a mais uma diminuição da sua parte na economia da ilha. A área agrícola do planalto da Achada não terá qualquer tipo de benefícios com o projecto. Com a construção do reservatório superior na zona agrícola do planalto da Achada esta área será reduzida, diminuindo a capacidade agrícola e/ou agropecuária da ilha. Outro aspecto importante é a impossibilidade de utilização da água do reservatório superior para fins de regadio na área agrícolas adjacentes que poderia contrabalançar o impacte negativo da ocupação, devido à sua composição química e bacteriológica.

Em relação ao sector secundário da ilha, este poderá ter benefícios pontuais durante a fase de construção e benefícios duradouros durante a fase de exploração. À fase de construção associam-se as empresas de construção civil, de materiais de construção e de equipamentos e de transportes de mercadorias, que para além de levarem a cabo a empreitada poderão beneficiar dos conhecimentos adquiridos neste projecto para aplicá-lo a outras regiões insulares.

A análise dos impactes ambientais do sector secundário durante a fase de exploração aborda não só o próprio sector energético como a população total da ilha. O armazenamento energético por bombagem de água poderá trazer impactes positivos por permitir que haja uma transferência de fontes energéticas possibilitando a diminuição da pegada de carbono da ilha de São Miguel. O projecto poderá possibilitar a conciliação entre a energia geotérmica, energia eólica e o aproveitamento energético por bombagem de água.

Assim, com a construção do projecto, com uma capacidade de 10MW, seria paralelamente aumentada em mais 10MW a capacidade geotérmica, equivalendo a um aumento total de 20MW de capacidade instalada. Estes aumentos serão executados na Central Geotérmica do Pico Vermelho passando de 10MW para 20MW e com a construção de uma nova Central Geotérmica da Ribeira Grande com uma capacidade de 10MW, projectos estes já idealizados pela EDA.

Para melhor perceber que mudanças irão ocorrer é necessário analisar os impactes que o projecto irá causar ao nível das fontes utilizadas para a produção eléctrica com os dados relativos ao consumo e à produção eléctrica para um dia da semana como, por exemplo, quarta-feira e para o fim-de-semana nas quatro estações do ano. Os dados foram fornecidos pela EDA e com o apoio do projecto Green Islands desenvolvido pelo MIT-Portugal, foram processados pelo programa de optimização TIMES.

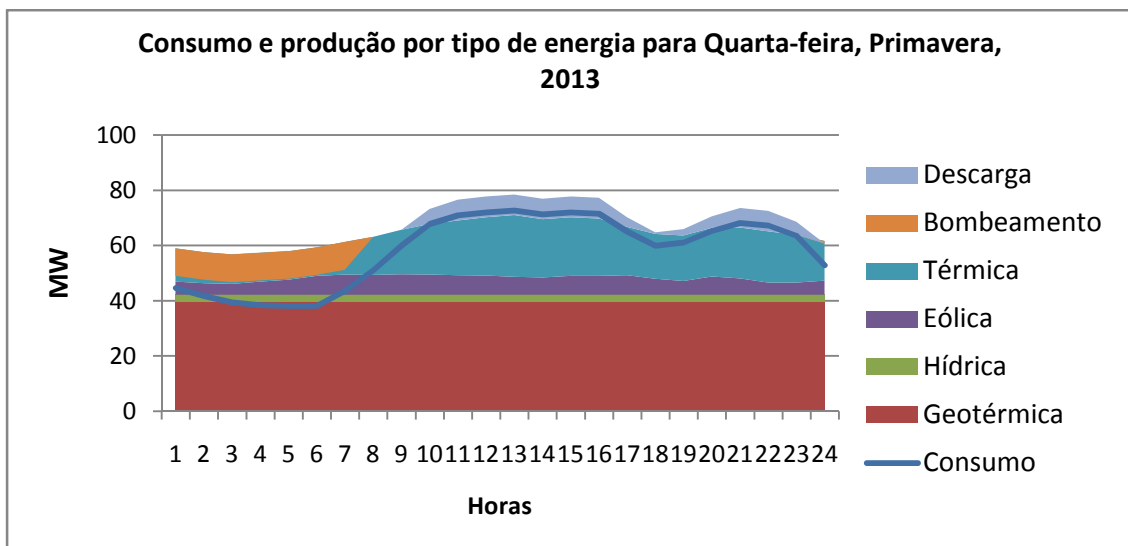


Gráfico 7 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num dia de semana

A curva de consumo de energia eléctrica durante a semana varia durante o dia, sendo um reflexo das necessidades do uso energético ao nível doméstico, público, comercial e industrial. O maior uso de electricidade situa-se entre as 7h e 23h, com um máximo de 72MW.h, onde está englobado a maior parte das actividades humanas, com um período relativamente mais baixo entre as 17h e as 19h correspondendo à deslocação das pessoas entre o trabalho e casa. Durante o período nocturno o consumo é menor atingindo um mínimo de 38MW.h.

A produção eléctrica é proveniente de várias fontes, algumas das quais têm uma produção constante e outras não, como se pode verificar no Quadro 10. Não foi tida em consideração o biogás por apresentar valores muito baixos e o excedente de produção em relação ao consumo corresponde às perdas energéticas na rede.

Tipo de Energia	Produção
Energia geotérmica	Produção constante
Energia hídrica	Produção constante que varia de montante consoante a estação do ano
Energia eólica	Depende da quantidade de vento existente, isto é com variações horárias
Energia térmica	Produção mínima obrigatória correspondendo a 20% da energia total produzida de forma a servir como um regulador energético

Quadro 10 - Tipo de produção por fonte energética

Contudo, existe um impasse técnico entre a produção energética e o consumo. Durante a fase nocturna a produção é maior do que o consumo, isto é, existe um excedente de energia proveniente das quatro fontes energéticas que atinge os 20MW.h. É possível, diminuir as perdas parando a produção de energia hídrica mas a produção de energia eólica e a mínima de energia térmica estão a ser desperdiçadas. Em relação à energia geotérmica o excedente,

provoca um problema técnico pois esta energia tem de ser dissipada, não podendo permanecer na rede.

Para estabilizar o sistema produtor e aproveitar o excedente energético a solução é o armazenamento energético por bombagem de água. Principalmente durante a fase nocturna esta energia a mais permite bombear água conseguindo um máximo de armazenamento de 10MW.h. A água armazenada será turbinada permitindo um máximo de produção energética de 7,5MW.h durante as fases de maior consumo proporcionando assim uma diminuição da dependência da energia térmica.

Ao Sábado e ao Domingo (Gráfico 8 e Gráfico 9), o consumo energético ao longo do dia é relativamente menor do que durante a semana. Este facto leva a que não seja necessária a utilização do sistema de armazenamento para produção energética, possibilitando acumular o máximo de energia possível durante o fim-de-semana para ser posteriormente utilizada durante a semana.

Este cenário analisado para a Primavera não é idêntico para as outras estações do ano. Contudo durante as outras estações do ano o padrão é parecido com certas variações de maior consumo durante o Verão e Outono onde se atinge picos energéticos de 77MW.h consequência de uma maior actividade do comércio e indústria reflexo de uma maior afluência turística e menor consumo no Inverno com picos energéticos de 70MW.h (Anexo II).

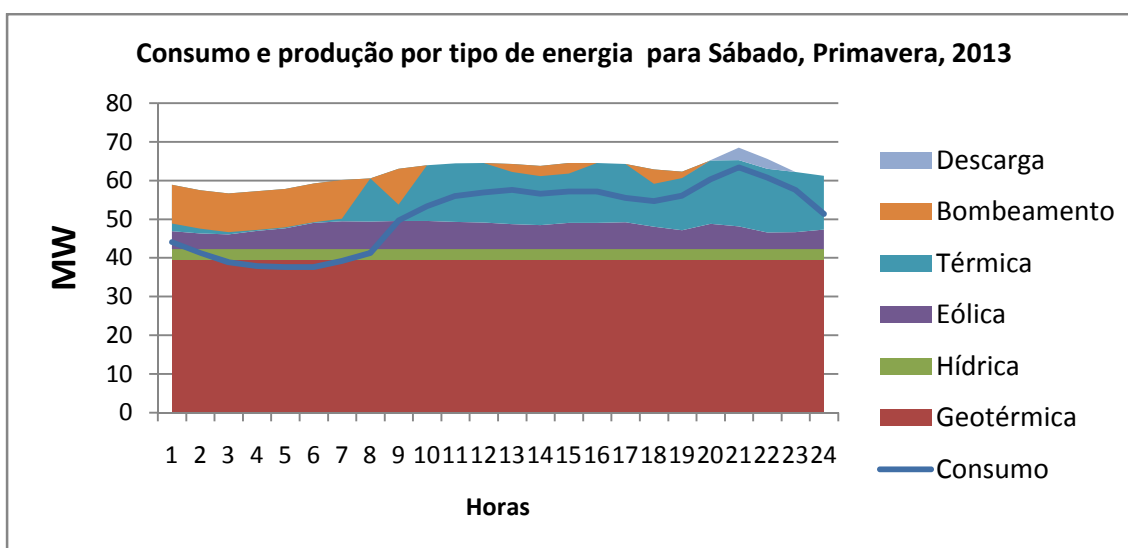


Gráfico 8 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica típicos produzida ao Sábado

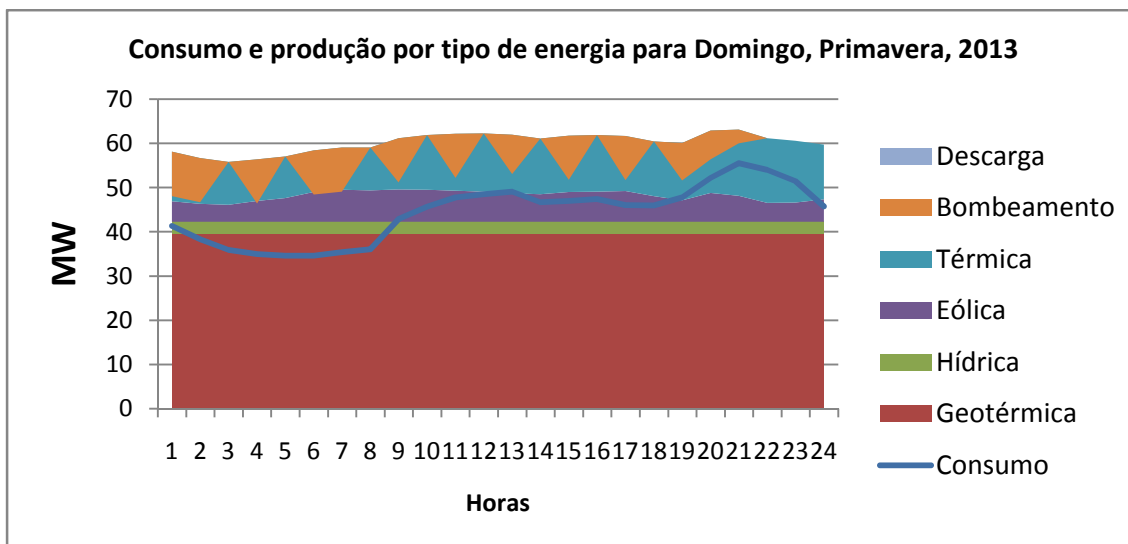


Gráfico 9 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos ao Domingo

Com este cenário, onde a energia excedente é aproveitada, a energia térmica deixará de ser a principal fonte energética para fins eléctricos pesando apenas 28% em comparação com a energia geotérmica que vê a sua produção aumentar de 52,5% para 63,39%.

Previsão da Produção de Energia Eléctrica na ilha de São Miguel para 2013 com o projecto		
Tipo de energia	Produção (MWh)	Percentagem (%)
Térmica	153573.6	28
Hídrica	21722.2	3.9
Geotérmica	346545.6	63.39
Eólica	26017.2	4.7
Total	547934.5	100

Quadro 11 - Previsão da produção eléctrica em 2013 com projecto

Os dados analisados no Quadro 11 apresentam um valor total de produção de energia eléctrica superior ao cenário sem projecto (Quadro 6). Este facto advém da necessidade de produzir mais energia, proveniente de fontes renováveis para compensar as perdas do sistema de armazenamento energético. Sendo a energia utilizada e produzida pelo armazenamento um reaproveitamento do excesso de energia renovável, a produção eléctrica proveniente do armazenamento não entra para as contas do Quadro 11.

Com este cenário a Central Térmica do Caldeirão irá emitir para a atmosfera 116716 toneladas de CO₂ por ano, o que corresponde a uma diminuição de 25% das emissões de CO₂. Estes resultados demonstram ir ao encontro dos objectivos de Portugal para o cumprimento do Protocolo de Quioto.

Quanto ao sector terciário este também será afectado, nomeadamente ao nível do turismo. Na ilha de São Miguel o número de turistas tem vindo a crescer ao longo dos anos com um

aumento de 21,9%²⁸ entre 2004 e 2007. O tipo turismo na RAA é globalmente turismo de natureza, e a lagoa das Furnas em conjunto com a Lagoa de Fogo e a Lagoa das Sete Cidades são pontos obrigatórios da passagem turística. Como foi referido anteriormente ao nível do território tanto o reservatório superior como a central irão afectar a paisagem o que pode levar a alguma diminuição do interesse paisagístico e turístico.

6.3. Armazenamento energético por bombagem de água salgada

A zona Sudoeste da freguesia das Feteiras, concelho de Ponta Delgada, também conhecida por Monte Gordo é uma zona com uma certa vulnerabilidade devido à sua localização costeira principalmente a parte junto ao mar onde se verifica um género de fajã apelada de Rocha das Feteiras.

Deste modo esta área está englobada no Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Costa Sul da ilha de São Miguel, definido no Decreto Regulamentar Regional nº 29/2007/A. Os limites deste plano abrangem uma área terrestre de protecção com uma largura máxima de 500m a partir da linha que delimita a margem das águas do mar e uma faixa de protecção marítima que se estende até um máximo de batimetria de -30m. O POOC da Costa Sul pretende compatibilizar a protecção e a valorização da diversidade biológica existente com o desenvolvimento socioeconómico sustentável.

6.3.1. Geologia e solo

6.3.1.1. Caracterização do ambiente afectado

O projecto de aproveitamento energético por bombagem de água salgada situado na Freguesia das Feteiras, concelho de Ponta Delgada é circunscrito a nível geológico pelo Maciço das Sete Cidades.

Na zona de implantação as rochas superficiais são do tipo piroclásticas onde dominam os materiais de projecção como as pedras-pomes e as cinzas. Em relação às escarpas é visíveis a partir do mar numerosas bancadas de lavas separadas por tufos. Estas rochas eruptivas são na sua generalidade do tipo andesitos. Entre estas camadas e o nível do mar é ainda possível visualizar uma camada de materiais de projecção seguida de uma camada de traquitos, rocha eruptiva proveniente das primeiras erupções vulcânicas do maciço (Zbyszewski *et al.*, 1959).

²⁸ Sistema Regional de Estatísticas dos Açores (SREA), Turismo – Informação Mensal.



Figura 14 - Sucessões geológicas do local de implantação do projecto (Fonte: adaptado de Zbyszewski *et al.*, 1959)

As rochas presentes do tipo eruptivo, andesitos e traquitos, representam rochas eruptivas com grande densidade e pouca porosidade. Os tufos, agregados consolidados de detritos vulcânicos, e as projecções pomíticas têm características diferentes por serem rochas piroclásticas com pouca densidade e grande porosidade (Zbyszewski *et al.*, 1959).

Apesar de existirem diversas falhas geológicas no maciço das Sete Cidades, nenhuma está presente ou perto do local de implantação do projecto, assim como actividades vulcânicas.

Relativamente ao solo da zona Sudoeste das Feteiras, apesar das erupções vulcânicas responsáveis pelos materiais de projecção serem muito antigas, é um andossolo. Embora os andossolos se formem 200 anos após as erupções com projecções de rochas piroclásticas estes solos atingem o apogeu das suas características 150000 anos depois (Pinheiro J.). Deste modo observa-se um solo rico em matéria orgânica, apresentando uma estrutura granulosa e com uma densidade comparativamente baixa, com grande capacidade de retenção de fósforo e água (Varenes, 2003).

Devido às suas características particulares os andossolos são muito férteis e, por este motivo, o seu uso é agrícola, estando assim definido no Plano Ordenamento da Orla Costeira da Costa Sul da ilha de São Miguel.

No entanto a sua contiguidade à costa da ilha revela problemas relacionados com a erosão. Relativamente aos solos no cimo das arribas a sua exposição contínua às condições adversas naturais e humanas como, por exemplo, chuvadas intensas, ventos fortes, uso agrícola excessivo e a quase inexistência de vegetação resultam na sua fragilidade pelo facto de os tornar menos espessos e pobres em nutrientes. Para agravar a situação de erosão as acções

naturais que enriquecem o solo trazendo novas matérias provenientes de maiores altitudes do maciço das Sete Cidades estão a ser obstruídas devido à fragmentação do território, principalmente pela rede viária. Quanto aos solos localizados junto ao mar, na Rocha das Feteiras, estes também são afectados pela erosão, neste caso costeira. As acções provenientes das condições marítimas provocam, por um lado o avanço das águas do mar para terra, muito provavelmente devido à ampliação térmica das águas, com o consequente desaparecimento destes solos, e por outro lado a instabilidade das arribas proporciona a queda de materiais rochosos que não ajudam a manutenção das características físico-químicas do solo. Na Figura 15 é visível o risco natural de erosão acima explicado.



Figura 15 - Imagem de satélite da zona de implantação do projecto (Fonte: Google Earth, 2009)

6.3.1.2. Impactes ao nível geológico

A construção e exploração do projecto de armazenamento energético por bombagem de água salgada poderão ter diversos de impactes a nível geológico.

O reservatório superior, localizado na área plana no cimo das encostas na zona Sudoeste das Feteiras é uma zona onde se observa uma certa instabilidade e fragilidade geológica. A área ocupada pelo reservatório tem por base rochas do tipo materiais de projecção e mais a baixo por tufo e projecções pomíticas. Estas rochas com as suas características granulosas e de baixa densidade poderão sofrer alterações a nível físico como por exemplo a sua compactação devido ao peso que terá de suportar não só do reservatório superior mas também da massa de água. Este facto poderá levar a que ocorra um abatimento do terreno pondo em perigo a estrutura do reservatório e também agravar a já existente instabilidade das arribas contíguas. Durante a fase de exploração a possibilidade de falhas que levariam à existência de fugas de

água poderão a longo termo afectar as rochas menos densas levando à sua degradação e consequentemente à estabilidade do terreno.

Em relação à construção das tubagens subterrâneas poderão existir vários impactes com possibilidades de ocorrerem. A construção das tubagens que obriga à perfuração do terreno pode levar ao aparecimento de diáclases nas rochas do tipo andesitos e traquitos. Estas diáclases mais conhecidas como fendas, podem levar a que haja uma divisão em blocos destes materiais magmáticos com a consequente e daí um aumento da instabilidade do terreno. As perfurações também poderão afectar os materiais piroclásticos lavando a uma desagregação do terreno o que em conjunto com as diáclases poderá levar ao desabamento do terreno. Durante a fase de exploração as vibrações causadas pelos movimentos das massas de água poderão piorar a situação.

A área da Rocha das Feteiras onde será implantada a central do projecto poderá ocorrer riscos de exploração devido aos possíveis impactes anteriormente referidos. No entanto a geologia desta área não será particularmente afectada pela central por ser um terreno onde a rocha predominante é magmática. Já a exploração da central com a turbinagem e bombeamento da água pelas turbina-ou-bombas do tipo Francis poderá afectar as rochas localizadas abaixo do nível do mar aumentando a velocidade erosiva. Para minimizar estes impactes está definido no projecto a construção de um paredão que reduzirá a área subaquática afectada e irá funcionar como uma barreira de protecção da flora e fauna marinha. O paredão também irá funcionar como uma protecção geológica da Rocha das Feteiras impedindo o avanço do mar.

A necessidade de obter uma área de implantação onde os riscos geológicos deverão ser mínimos poderá trazer certos impactes positivos relacionados com a conservação da geologia do local. As obras terão de ter em conta a fortificação das arribas a partir de estruturas de aço que levaram a uma maior estabilidade do terreno conservando assim a paisagem típica do local e consequentemente da ilha.

6.3.1.3. Impactes ao nível do solo

Os solos também poderão ser afectados pela construção das diversas instalações necessárias e pela exploração do sistema.

Relativamente ao reservatório superior a sua construção poderá ocupar uma área agrícola onde os solos são do tipo andossolos. Estes solos provenientes de matérias piroclásticos são granulosos o que facilita a sua deslocação. Por um lado a facilidade de deslocar o solo poderá levar a minimizar os impactes deslocando este para zonas afectadas pelo empobrecimento das características físico-químicas de certos solos, mas por outro lado poderá levar a que uma maior área seja afectada durante a construção pelo facto de não ser uma barreira às movimentações de máquinas o que poderá levar à compactação do solo. Outro impacte que poderá ocorrer será a contaminação do solo tanto por partículas que poderão ser incorporadas nos poros do solo como de líquidos que poderão ser absorvidos pelo solo. Quanto à

exploração a acção de armazenar e deslocar água do mar poderá levar a uma certa contaminação dos solos adjacentes pela água do mar devido a fugas ou pela acção de ventos fortes, principalmente no Inverno. Os andossolos poderão assim transformar-se em solos halomórficos, mais precisamente solos sódicos que têm um complexo de permuta dominado pelo sódio. A contaminação destes solos resulta no grande aumento da concentração de sódio proveniente da água do mar que levará a degradação das suas características físico-químicas impossibilitando o uso do solo para a maioria das práticas agrícolas:

- Uma menor capacidade de infiltração da água e conseqüentemente maior encharcamento dos solos;
- Aparecimento de uma crosta superficial e difícil mobilização do solo dificultando o aparecimento das plantas;
- Aumento do pH para níveis elevados de alcalinidade;
- Deficiência de nutrientes;
- Deficiência de oxigénio.

A sodificação do solo poderá em parte ser corrigida a partir da utilização de gesso em quantidades adequadas no solo.

Quanto às tubagens subterrânea durante a fase de construção poderá não haver muitos impactes relacionados com o solo, pois a área de perfuração está englobada na área do reservatório superior. No entanto poderão existir mais movimentações de máquinas relacionadas com as exigências necessárias para realizar os furos. Estas movimentações e utilização da maquinaria poderão levar a que haja contaminação do solo por fugas de óleos e combustível assim como de peças estragadas. A perfuração irá envolver a remoção de solo e rocha o que induzirá a um aumento significativo de poeiras e uma possível contaminação dos solos pelas águas utilizadas para o arrefecimento necessário dos materiais de perfuração. Estas poeiras ao depositarem-se no solo poderão o enriquecê-lo devido à grande abundância de minerais existente em materiais vulcânicos. Na fase de exploração, as pressões exercidas pela água do mar nas paredes das tubagens podem levar ao aparecimento de fissuras nas tubagens e conseqüentemente fugas de água. Se esta água se infiltrar no solo em grandes quantidades ou em poucas mas durante um longo período de tempo poderá ocorrer sodificação do solo.

A construção da central na Rocha das Feteiras poderá ter impactes menores no solo. Os solos existentes à beira mar são normalmente pobres a nível agrícola por haver uma abundância excessiva de certos minerais provenientes do mar. Devido à localização perigosa da central, estão definidas medidas que para além de protegerem a central irão trazer benefícios para os solos tanto terrestres como marítimos. A aplicação de estruturas em aço para evitar o desabamento das arribas poderá funcionar como uma medida minimizadora da erosão costeira protegendo assim os solos. A construção do paredão para protecção do mar poderá por sua vez constituir uma barreira à erosão marinha causada pelas ondas do mar. Este paredão

poderá evitar também que a turbinagem da água proveniente do reservatório superior galgue em demasia o solo marítimo e poderá ser o nicho de um novo habitat marinho por haver grande oxigenação da água devido às suas deslocações para armazenamento e produção energética.

É ainda importante referir que usualmente um dos grandes impactes negativos no solo é a necessidade de fazer acessos causando assim degradação do solo, a sua compactação e principalmente a sua fragmentação. Assim durante a pesquisa da localização para este projecto um dos critérios tidos em conta foi a existência de acessos aos locais. Foi verificado que existe um caminho na área de implantação do reservatório superior ligado a uma estrada regional que por sua vez também tem ligação a um caminho que estabelece ligação à Rocha das Feteiras onde será localizada a central e o paredão.

6.3.2. Qualidade e disponibilidade de água

6.3.2.1. Caracterização do ambiente afectado

A zona sudeste da freguesia das Feteiras, concelho de Ponta Delgada tem como características hidrológicas o domínio hídrico, domínio público marítimo e reservas hídricas.

O domínio hídrico da zona afectada abrange diversos parâmetros, estipulados na legislação:

- Os leitos e margens das águas do mar:
 - Limite terrestre definido pelo Domínio Público Marítimo (DPM);
 - Limite marítimo definido até um máximo de batimetria de -30m correspondente ao limite do POOC da Costa Sul.
- Os leitos e margens das linhas águas:
 - Linhas de água, DL 93/90, de 19 de Março;
 - Faixa de protecção às linhas de água com uma largura de 10m, DL 468/71, de 5 de Novembro.

Em termos de reservas hídricas existem três nascentes de água situadas a oeste da zona de implantação na Rocha das Feteiras das quais uma é utilizada para captação de água para abastecimento do local e uma nascente não captada a Este da zona de implantação na Rocha da Relva. Estas nascentes estão contempladas pelo DR 12/77/A, de 14 de Junho, que define um raio de protecção de 50m.

A nascente captada situada na Rocha das Feteiras faz parte do sistema de abastecimento público das Feteiras que tem as características exemplificadas no Quadro 12. Este sistema de abastecimento de água pública engloba certas fragilidades relacionadas com a possibilidade de intrusão salina e perdas elevadas que influenciam o caudal e a pressão. Em termos de tratamentos efectuados é realizada a cloragem para eliminação de agentes patogénicos

existentes e em casos pontuais e específicos um tratamento por filtração e neutralização da acidez da água.

Sistema	Produtividade em período de estiagem (l/s)	População servida (hab.)	Consumo médio diário (l/s)	% de produção utilizada	Capacidade de reserva (dias)
Feteiras	2,5	1621	2,2	88	2,19

Quadro 12 - Características do Sistema de Abastecimento de Água Pública das Feteiras (Fonte: Relatório do Estado do Ordenamento do Território de Ponta Delgada, 2004)

A população que habita momentaneamente ou diariamente na Rocha das Feteiras e Rocha da Relva não usufruem de uma rede adutora tendo no entanto a possibilidade de obter água potável a partir das nascentes existentes no local.

Apesar de existirem certos edifícios tanto na Rocha das Feteiras como na Rocha da Relva não existe qualquer tipo de rede de esgotos, concluindo-se assim que cada habitação terá a sua própria fossa ou que as descargas sanitárias sejam feitas directamente para o mar devido à sua proximidade.

Em termos de qualidade da água do mar nesta zona da ilha, apesar da falta de equipamentos sanitários, o fluxo reduzido de esgotos em conjunto com as marés proporcionam uma boa qualidade da água do mar tendo em conta os dados sobre a qualidade das águas balneares mais próximas:

- Piscinas das Feteiras a cerca de 3 km a noroeste da zona do Monte Gordo – foram realizadas em 2008 amostragem quinzenal, e 2009 amostragem mensal num total de 12 amostras sempre com classificação “Boa”;
- Piscina natural das Portas do Mar a cerca de 11 km a sudeste da zona do Monte Gordo – em 2009 amostragens com frequência quinzenal, realizadas um total de 4 amostras sempre com classificação “Boa”²⁹.

A planta que se segue ilustra todos os recursos hídricos existentes na área afectada pela implantação do projecto

²⁹ Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Açores.

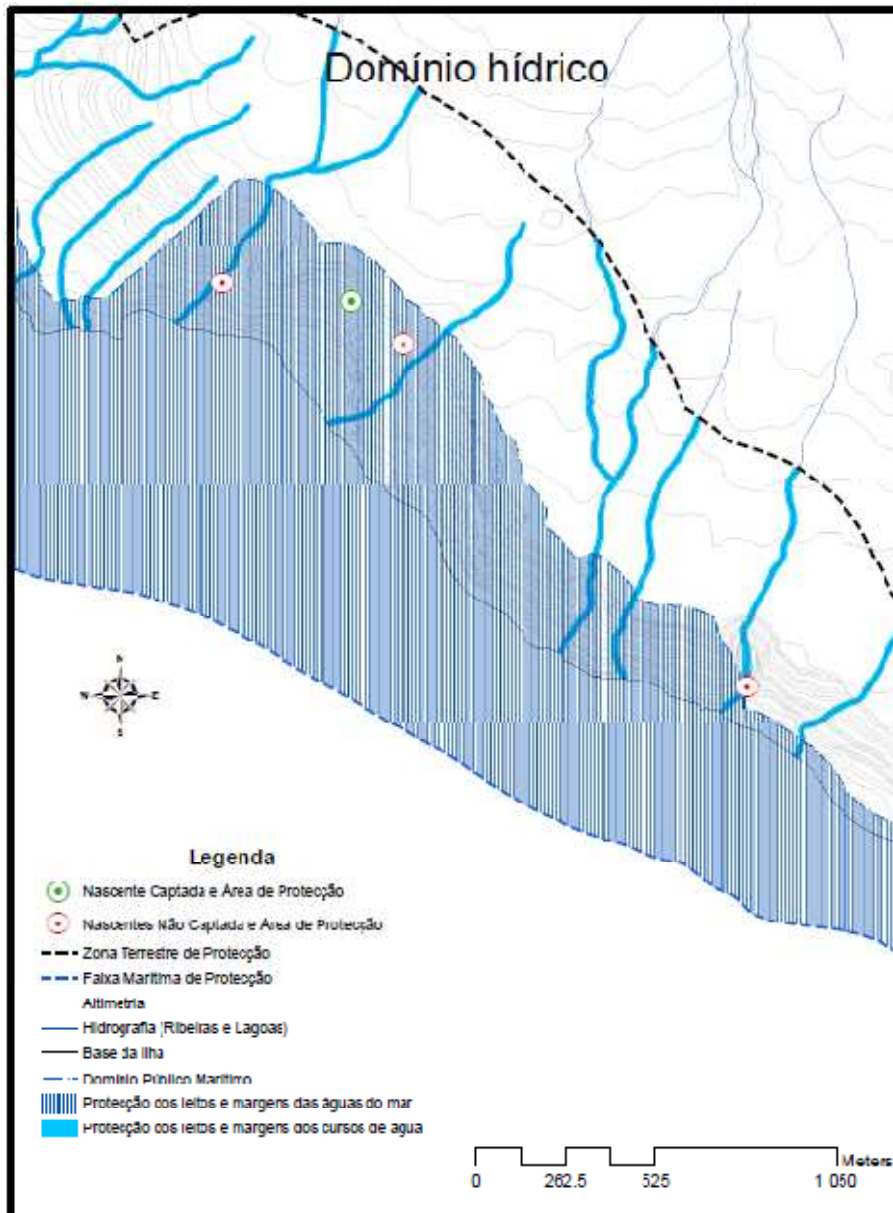


Figura 16 - Características dos Recursos Hídricos da área de Monte Gordo (Fonte: adaptado de DROTRH)

6.3.2.2. Impactes

A implantação do projecto nesta zona do litoral da ilha de São Miguel poderá induzir o possivelmente ao aparecimento de impactes ambientais relativos à qualidade e disponibilidade de água doce e salgada.

O reservatório superior situado na zona plana acima das arribas poderá estar junto ou mesmo sobreposto à linha de água designada por Grota da Figueira. Este facto poderá originar durante a fase de construção um acréscimo de partículas sólidas em suspensão, provenientes das matérias-primas necessárias e mesmo das poeiras originadas pela movimentação de máquinas, que poderão em parte depositar-se na linha de água aumentando a quantidade de sedimentos. Outro possível impacte negativo será a contaminação da água desta linha de água

por derrames acidentais de óleos e combustível das máquinas necessárias para a fase de construção. O facto da linha de água Grota da Figueira ser um ramal da linha de água Grota do Fecha Dentes que prossegue até ao mar, poderá levar a que qualquer impacte sentido na primeira linha de água será reflectido para a linha de água principal. Em relação às outras linhas de água na proximidade do reservatório superior, uma a Este e outra a Oeste, será provável que a contaminação por partículas sólidas em suspensão seja uma realidade. Ao nível das águas subterrâneas também poderá haver impactes negativos. Sendo uma zona com algumas nascentes de água é sinal da existência de aquíferos. Durante a fase de construção os possíveis impactes negativos analisados em relação à geologia e ao solo poderão ter como consequências uma mudança dos níveis freáticos e da quantidade de água que flui para as nascentes. Em termos da qualidade da água dos aquíferos, os derrames de óleos e combustíveis assim como os esgotos poderão infiltrar-se no solo, alcançar os níveis freáticos contaminando a água e como consequência inviabilizando o uso das nascentes tanto para fins de agrícolas como para consumo. Os impactes analisados acima relativos às linhas de água terão percussões na água salgada diminuindo a sua qualidade de diferentes maneiras. A chegada de contaminantes como, por exemplo, metais pesados ou outros elementos tóxicos poderá ter impactes na cadeia alimentar marítima. O excesso de partículas levadas para sítios pontuais do mar poderá reduzir a infiltração da luz solar e a deposição de camadas de sedimentos que podem levar à destruição do habitat local. Durante a fase de exploração o risco de impactes ambientais negativos continua evidente mas com uma nova proveniência. A possibilidade real de existir fugas da água salgada que preencherá o reservatório para o solo irá ao encontro dos níveis freáticos poderá ter como consequência a intrusão salina nos aquíferos reduzindo a qualidade a água e impossibilitando o seu uso. Segundo o estudo de Okinawa, no Japão, durante períodos de ventos fortes existe dispersão da água salgada para a área adjacente ao projecto. Este facto poderá aumentar a possibilidade de intrusão salina tanto nos aquíferos por infiltração no solo como das linhas de água pelo transporte proporcionado pelos ventos.

As tubagens subterrâneas também poderão ser uma fonte de impactes no ambiente. Durante a fase de construção, o local necessário para realizar os furos será o mesmo que para o reservatório superior. Deste modo o espaço afectado será reduzido, no entanto dever-se-á assistir aos mesmos impactes que foram identificados para a fase de construção do reservatório. Para além desses impactes as perfurações poderão afectar maioritariamente as águas subterrâneas. Os materiais utilizados para as perfurações poderão poluir directamente os aquíferos diminuindo assim a sua qualidade consequentemente impossibilitar a sua utilização. Por outro lado, não conhecendo a localização exacta dos aquíferos e dos tamanhos destes poderá levar a que as tubagens funcionem como uma barreira para o fluxo de água diminuindo a sua disponibilidade. Durante a fase de exploração, no caso de ocorrerem fugas de água durante a turbinagem ou bombagem de água salgada este fenómeno terá como consequência a infiltração de água salgada nos aquíferos, isto é, intrusão salina.

Em relação à central, os impactes poderão ser observados ao nível da água do mar. Devido à contiguidade da central ao mar poderá levar a que durante a fase de construção uma grande quantidade de partículas sólidas em suspensão, relativas à movimentação de máquinas e às suas acções, se depositem directamente no mar levando a uma diminuição da intensidade da radiação solar alterando o habitat. No caso de ocorrerem derrames acidentais estes serão directamente encaminhados para o mar levando a um aumento da quantidade de metais pesados e outros produtos tóxicos que constituem um perigo para o habitat marinho. Durante a fase de exploração a turbinagem e bombagem de água poderá induzir um maior fluxo de água que será limitado pela construção de um paredão. Esta movimentação de massas de água proporcionará uma maior oxigenação da água proporcionando assim um melhoramento do habitat marinho, que poderá originar o maior crescimento da vida marinha no local como se assiste nos recifes.

A colocação de um paredão para protecção necessária de grandes flutuações no nível do mar, poderá durante a fase de construção diminuir a qualidade da água do mar no local devido à movimentação de rochas e sedimentos subaquáticos e conseqüentemente poderá levar à destruição do habitat. No entanto durante a fase de exploração do projecto, o facto de se aumentar a quantidade de oxigénio da água poderá levar indirectamente a que o paredão funcione como as fundações para o aparecimento de um novo habitat, não prejudicando a qualidade da água.

Para além dos impactes identificados anteriormente existem certos impactes cumulativos devido à interacção entre o recurso água e a geologia/solo existente. O possível aparecimento de diáclases nas estruturas geológicas do local poderá ter conseqüências na qualidade e quantidade de água. Se as fendas aparecerem junto ao lençol freático isto poderá originar uma fuga da água causando menos afluência desta às nascentes e no pior dos casos mudar o rumo de todo o aquífero. As fendas poderão ainda ter outro tipo de impacte negativo, a contaminação das águas dos aquíferos por possibilitarem uma maior intrusão salina.

6.3.3. Socioeconomia

6.3.3.1. Caracterização do ambiente afectado e impactes

O ambiente afectado pelo projecto de armazenamento energético por água salgada, terá ao nível socioeconómico impactes que abrangem o território, a população e os três sectores da economia regional.

Ao nível territorial existe um conflito entre o POOC da Costa Sul e o projecto. O litoral é um ambiente com uma certa fragilidade tanto ao nível terrestre como a nível marítimo e o facto da área escolhida para o projecto estar dentro dos limites do POOC acarreta certas conseqüências. Em relação ao reservatório superior e a central poderão alterar o tipo de uso

do solo que até à data é utilizado para fins agrícolas. Contudo para minimizar os impactes no território o projecto inclui de raiz a construção das tubagens que ligam o reservatório superior ao mar e também à central subterrâneas. Este planeamento prévio poderá minimizar a alteração do território, movimentações nos espaços entre os reservatórios como, por exemplo nos espaços agrícolas adjacentes. Ainda ao nível territorial, a existência prévia ao projecto de acessos poderá evitar, por um lado mais fragmentação do território, e por outro lado a obrigação de consolidação desses acessos poderá funcionar como um atractivo ao não abandono das actividades humanas na Rocha das Feteiras reduzindo a perigosidade e declínio do acesso. Outro aspecto que foi tido em conta aquando da procura de uma localização para o projecto foi a proximidade da rede eléctrica. Tendo a linha de alta tensão na proximidade e também dois postos de transformação poder-se-á evitar que sejam necessárias mais obras para a construção de uma nova extensão da rede eléctrica.

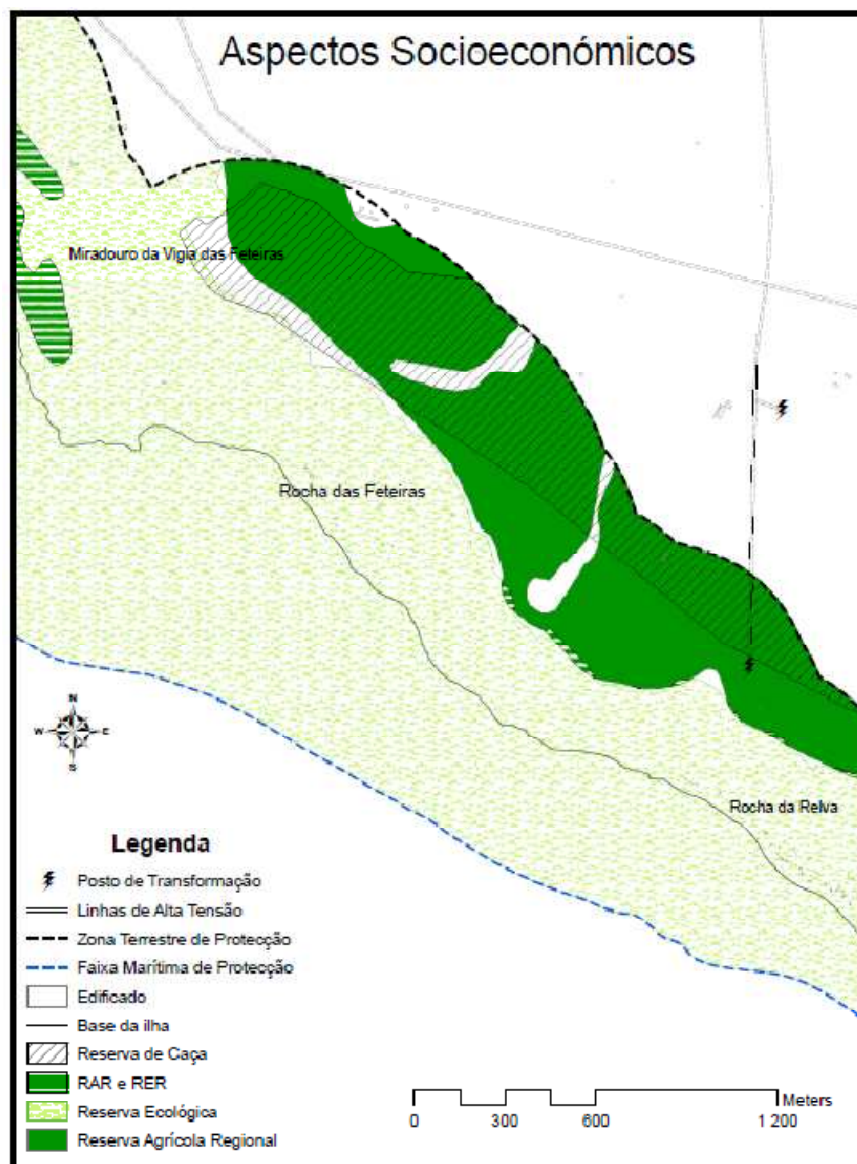


Figura 17 - Características Socioeconómicas da área de Monte Gordo (Fonte: adaptado de DROTRH)

A nível da população, poderão ser prejudicadas as pessoas que tenham casa, maioritariamente habitações secundárias, na Rocha das Feteiras, freguesia das Feteiras, e na Rocha da Relva, freguesia da Relva. Durante a fase de construção poderá haver distúrbios ao nível do ruído e vibrações causando uma diminuição temporária da qualidade de vida para estas pessoas. Durante a exploração não se prevê que as possíveis vibrações causadas pela movimentação da massa de água tenham uma intensidade suficientemente grande para ser sentida.

É necessário salientar que no caso de serem descobertos quaisquer tipos de vestígios arqueológicos na zona de implantação do projecto este terá de ser suspenso, segundo o Artigo 10º do POOC da Costa Sul por serem achados de interesse nacional.

Ao nível económico a implantação do projecto terá impactes nos três sectores. O sector primário poderá ser prejudicado pela diminuição do espaço agrícola da região, pela ocupação dos terrenos e também pela possibilidade de contaminação dos solos adjacentes diminuindo o espaço agrícola que se encontra na Reserva Agrícola Regional, RAR. A possibilidade de alteração da qualidade da água, com um aumento da salubridade, das duas nascentes existentes na Rocha das Feteiras poderá por em causa a única fonte para rega nessa zona, diminuindo a produtividade agrícola. A localização não irá afectar a reserva de caça existente na região.

O sector secundário poderá ser alvo de impactes positivos relacionados com o aumento pontual no ramo da construção civil onde as empresas de construção, empresas de materiais e equipamentos e empresas de transportes verão as suas actividades aumentar. A longo termo, os conhecimentos adquiridos poderão ser benéficos em possíveis aplicações similares na região.

Ainda no sector secundário, a implantação deste projecto de armazenamento poderá trazer benefícios ambientais que favorecerão toda a população de São Miguel por possibilitar a transferência de fontes energéticas para fins eléctricos, isto é, diminuição do uso do fuel em prol do uso de fontes renováveis. Os impactos relativos à implementação deste projecto de armazenamento por bombagem de água salgada no sector eléctrico são idênticos aos analisados e avaliados para o projecto na lagoa das Furnas pois o sistema é idêntico com a pequena diferença do tipo de água. Estes pequenos passos são um marco no caminho para a independência energética.

Em termos do sector terciário não existem grandes indícios que será afectado, a não ser no ramo turístico. O projecto poderá ter um impacto positivo aproveitando a parte turística relacionada com a ciência e tecnologia podendo, por um lado contemplar o projecto a partir do Miradouro da Vigia das Feteiras, que actualmente não é muito conhecido ao nível turístico, e por outro lado poderá ser desenvolvido um sistema de visitas turísticas.

6.4. Sem projecto de armazenamento energético por bombagem de água

6.4.1. Evolução ambiental na ausência do projecto na Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas

A bacia hidrográfica da lagoa das Furnas tem vindo a sofrer pressões impostas pelas actividades humanas ao longo dos anos e como efeito cumulativo estas actividades têm vindo a deteriorar as condições naturais da lagoa e consequentemente da sua envolvente.

Sem a implantação do projecto foram definidas metas a partir do POBHLF para redefinir a sustentabilidade de todo o ecossistema da bacia hidrográfica da lagoa. Estas metas têm por objectivo a redução das descargas de efluentes que fluem até à lagoa, um aumento da biodiversidade endémica, uma diminuição dos riscos geotécnicos salvaguardando sempre uma base económica local sustentável e uma promoção dos valores locais.

A geologia da área contígua entre o planalto da Achada e a lagoa das Furnas é caracterizada por escarpas muito altas e grandes declives onde existe um serio risco de desabamento provocado por fenómenos naturais como, por exemplo, chuvadas intensas ou sismos. No entanto o plano existente para recuperar os solos funcionará como uma protecção para a geologia e deste modo preservando a geomorfologia actual.

Sendo que os solos de São Miguel são do tipo vulcânicos, e maioritariamente andossolos, estes foram muito requisitados para a prática agrícola apesar da grande capacidade de absorção de fosfato e água por serem solos muito porosos. No entanto a utilização descontrolada dos solos, onde se inclui os solos do planalto da Achada, tem vindo a degradar as suas propriedades físico-químicas por práticas agrícolas e agropecuárias não sustentáveis que substituíram a vegetação natural da ilha e pela introdução excessiva de nutrientes, nomeadamente fosfato e azoto. O conjunto destas acções com o facto de serem abundantes chuvas fortes na região poderiam levar ao arrastamento da camada húmifera do solo e destruição da estrutura granular dos solos, consequentemente haveria diminuição da infiltração de água. Todavia estas condições adversas poderão ser abrandadas ou invertidas com o POBHL das Furnas que pretende arborizar esta zona, maioritariamente com plantas endémicas como, por exemplo, a Faia da Terra e a Criptoméria, evitando que uma cadeia de erosões se propague do planalto até às escarpas, com um risco elevado de erosão, e estabilizando o equilíbrio físico-químico do solo. Também é do intuito do POBHL das Furnas controlar a utilização de fertilizantes e pesticidas agrícolas com o intuito de preservar a qualidade do solo e diminuir a eutrofização da lagoa.

Em relação à qualidade da água, na ausência do projecto, já existem planos para as áreas que supostamente seriam ocupadas. No planalto da Achada a área onde seria implantado o reservatório superior é uma área agrícola/pastagens que será reconvertida em área silvícola de

produção assim como o resto das áreas de pastagem da bacia hidrográfica. Esta mudança de tipo de exploração poderá ter como consequências por um lado a paragem da utilização de produtos agrícolas e geração de efluentes animais ricos em fosfato, azoto e nitrato e por outro lado a absorção destes elementos químicos já presentes em grandes quantidades pelas novas explorações. Esta medida poderá diminuir a quantidade de poluentes que chegam às linhas de água e às massas de água subterrâneas e conseqüentemente à lagoa e às nascentes de água seguindo assim as orientações da Directiva Quadro da Água (DQA). É um passo importante para possibilitar a inversão tendencial de eutrofização que se presencia na lagoa e para a recuperação do ecossistema fragilizado assim como uma mais-valia para a preservação da qualidade da água nas nascentes.

Ao nível socioeconómico a não implantação do projecto poderá ter certos aspectos benéficos. Relativamente ao território, os esforços para a preservação do local tal como está definido no POBHL das Furnas é essencial para evitar a destruição de um local com características únicas não só na RAA mas em todo o país. A agricultura do planalto da Achada poderá ser mantida com normas preventivas estabelecidas no POBHL das Furnas para minimizar a lixiviação de azoto e fosfato grandes responsáveis pela eutrofização da lagoa. Em termos económicos o facto de não haver um *boom* momentâneo no ramo da construção civil é de longe equiparável à preservação do local e como consequência continuar a ser um local turístico de passagem obrigatória que influencia a economia local da freguesia das Furnas. Relativamente à parte energética, esta será analisada adiante na parte “Aposta Alternativa numa Política de Eficiência Energética”.

6.4.2. Evolução ambiental na ausência do projecto na zona litoral a Este da Freguesia das Feteiras

Na ilha de São Miguel, como no resto das ilhas açorianas, a maioria da população está instalada na zona litoral principalmente por motivos climáticos e outros associados às actividades humanas. Esta ocupação humana veio entrar em conflito com os ambientes naturais do litoral da ilha e com as suas problemáticas de evolução costeira. Para evitar que ocorram mais erros no ordenamento do território foi estabelecido o Plano de Ordenamento da Orla Costeira para a costa Norte e para a Costa Sul. Estes planos delimitam e definem o dinamismo de cada área única do litoral para que se una o desenvolvimento com a sustentabilidade ambiental.

A geologia desta zona do litoral da ilha de São Miguel é muito marcada pela erosão costeira, destruindo as arribas existentes e proporcionando a criação de zonas planas junto ao mar como é o caso da Rocha das Feteiras. Sendo que as acções levadas a cabo pelo mar, vento e chuva nas arribas não podem ser evitadas pelo Homem, esta zona poderá evoluir para um aumento da Rocha das Feteiras, formando a longo prazo uma fajã.

Em relação aos solos na zona sudeste da freguesia das Feteiras, apesar da sua fragilidade por serem estarem muito expostos às condições litorais adversas, estes solos são utilizados para fins agrícolas, mais precisamente zonas de pastagem, como definido pelo POOC da Costa Sul o que poderá levar a uma degradação cada vez maior das suas propriedades onde ao retirar a camada húmida e seguidamente a destruição da estrutura granular existe um risco de aumentar a escorrência superficial e conseqüentemente aumentar a erosão do solo.

Em termos da qualidade da água a área supostamente abrangida pelo projecto está dentro dos limites do POOC da Costa Sul que já tinha definido em 2007 objectivos e princípios concretos para a protecção dos recursos hídricos. Para além do que já está estipulado no DL 468/71, de 5 de Novembro e DR 12/77/A, de 14 de Junho onde se delimita uma faixa de protecção às linhas de água e uma área de protecção às nascentes as restrições impostas por este Plano nomeadamente em relação às acções do Homem tanto ao nível de lazer como de actividades económicas poderão levar a que os recursos hídricos do litoral da ilha de São Miguel sejam protegidos, onde qualquer tipo de desenvolvimento socioeconómico terá de se basear na sustentabilidade ambiental. No que diz respeito às actividades agrícolas que se desenrolam tanto no cimo das arribas como na Rocha das Feteiras continuaram provavelmente a não causar qualquer tipo de impacto negativo na qualidade e quantidade de água. É ainda relevante que os nutrientes transportados para o mar provenientes das pastagens da área em estudo podem ser considerados como um benefício para o meio aquático, enriquecendo ao nível nutricional a água costeira induzindo a uma maior proliferação da vida aquática no local.

Ao nível da população, as pessoas com residência primária ou secundária, poderão beneficiar da tranquilidade que caracteriza tanto a Rocha das Feteiras como a Rocha da Relva, preservando assim um espaço mais característico da ilha de São Miguel e da qualidade de vida rural. No entanto o caminho para a Rocha das Feteiras poderá continuar de difícil acesso durante os meses mais chuvosos pelo perigo de derrocadas.

Em relação à economia regional não se prevê grandes alterações, principalmente em termos do ramo da construção civil ou do turismo. No que toca a energia eléctrica, este ramo do sector secundário será analisado de seguida.

6.4.3. Aposta alternativa numa política de eficiência energética

A tendência de um crescimento da produção de energia eléctrica em São Miguel é um reflexo do crescimento económico da ilha, com a construção de novas infra-estruturas nos vários sectores económicos onde há um grande destaque para o sector terciário, um maior poder de compra da população e um reflexo da sua particularidade geográfica que proporciona uma ponte de ligação cada vez mais influente entre o Continente Norte Americano e Portugal.

No entanto a evolução para uma produção de energia eléctrica menos dependente de importações de combustíveis fósseis é cada vez mais uma necessidade não só do ponto de vista da estabilidade económica mas também de um ponto de vista de um desenvolvimento sustentável onde a protecção ambiental é uma prioridade.

Assim, a valorização da eficácia energética é uma das possíveis políticas a serem seguidas onde se pode destacar a diminuição do consumo doméstico. Desta política podem resultar vários incentivos como a troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes que têm uma eficiência superior. Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 60W corresponde a uma lâmpada fluorescente de 11W³⁰ para obter a mesma iluminação o que representa uma poupança energética de 18%. Outro incentivo possível é a troca de equipamentos que representam mais de 50% do total do consumo doméstico, principalmente de refrigeração e máquinas por novas mais eficientes o que pode levar a uma redução energética na ordem dos 21%³¹.

Ainda na mesma linha política a consciencialização e educação dos gastos de equipamentos domésticos de lazer como, por exemplo, audiovisuais e informáticos poderão levar a uma diminuição de 56%³² do consumo eléctrico pelo facto de desligar os equipamentos não utilizados em vez de simplesmente os pôr em standby.

Seguindo a repartição dos consumos domésticos de electricidade para a RAA em 2002, da autoria Edifícios Saudáveis, se a política de eficácia energética for levada a cabo até 2013 poder-se-á ter, baseando-se em especulação, 60% das casas consideradas eficientes energeticamente relativamente aos consumos eléctricos.

Tipo de Consumo	Consumo em 2013 (MWh/ano)	Possível Redução	Consumo com eficácia energética, 2013 (MWh/ano)
Iluminação	11,4% ³³ 17736,56	18%	15821,01
Refrigeração	42,2% 65656,45	21%	57383,74
Máquinas	10% 15558,4	21%	13598,04
Audiovisual	10,3% 16025,15	55%	10736,85
Informática	1,9% 2956,1	57%	1945,114
Aquecimento Ambiente	2,6% 4045,18	-	4045,18
Outros	21,6% 33606,14	-	33606,14
Total	100% 155584 ³⁴	-	114545,3

Quadro 13 - Consumos domésticos de energia eléctrica

³⁰ EDA.

³¹ <http://www.ecocasa.org/>, visitado a 16 de Junho de 2009.

³² <http://www.ecocasa.org/>, visitado a 16 de Junho de 2009.

³³ *Plano para a Utilização Racional de Energia nos Edifícios, Região Autónoma dos Açores*, Edifícios Saudáveis Consultores, Setembro 2004.

³⁴ *Caracterização da Oferta e da Procura de Energia Eléctrica 2009 – 2013*, EDA.

Assim sendo, em 2013 a redução do consumo eléctrico doméstico poderá atingir os 26,4% o que corresponde 41038,71MWh/ano. Deste modo a eficácia energética poderá proporcionar uma redução de 8% na produção total de energia eléctrica. Esta redução terá um impacte ambiental positivo diminuindo assim a utilização da Central a fuel.

Ao analisar os gráficos de consumo diários para quarta-feira, sábado e domingo (Gráfico 10, Gráfico 11, Gráfico 12) é possível observar que durante o período nocturno onde existe um menor consumo de energia a curva do consumo não tem valores inferiores à produção geotérmica, isto induz a uma não necessidade de ter um sistema de armazenamento energético.

No entanto o facto de não haver um sistema de armazenamento acarreta certas consequências ao nível do desenvolvimento de energias renováveis:

- O excedente de energia eólica produzido nestes períodos de menor consumo é desperdiçado, diminuindo a eficiência de aproveitamento energético a partir desta fonte de energia renovável;
- A mínima da curva de consumo funciona como um limitante relativamente ao aumento da capacidade geotérmica, isto é, sem armazenamento energético não pode haver excedente de energia geotérmica. Ao analisar o Gráfico 12 para o domingo conclui-se que a diferença entre a mínima de consumo e a produção geotérmica é de 0,94MWh o que demonstra a impossibilidade de qualquer aumento da capacidade geotérmica.

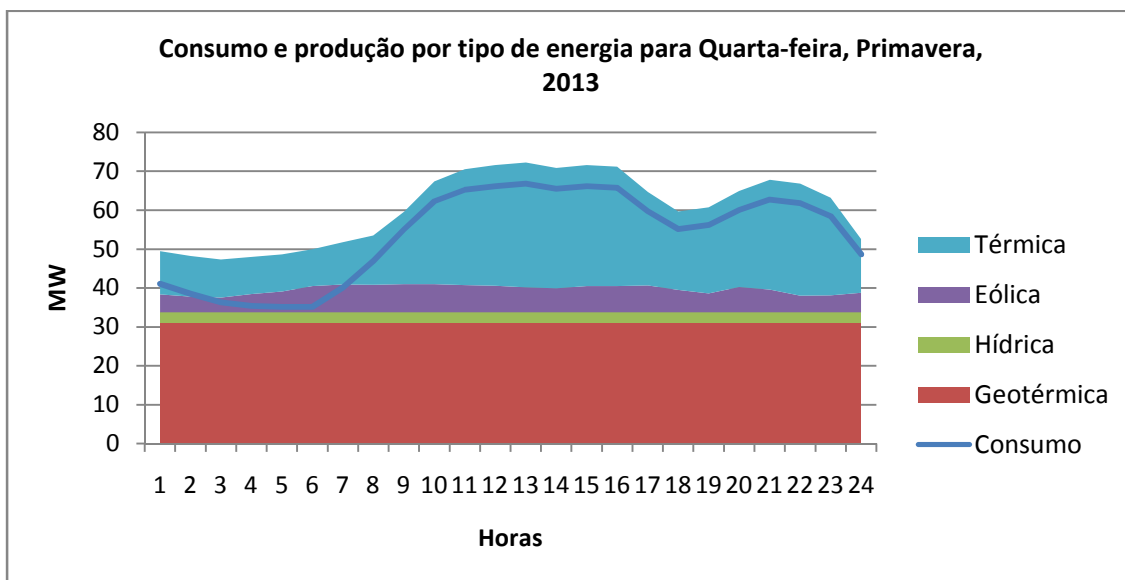


Gráfico 10 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num dia de semana

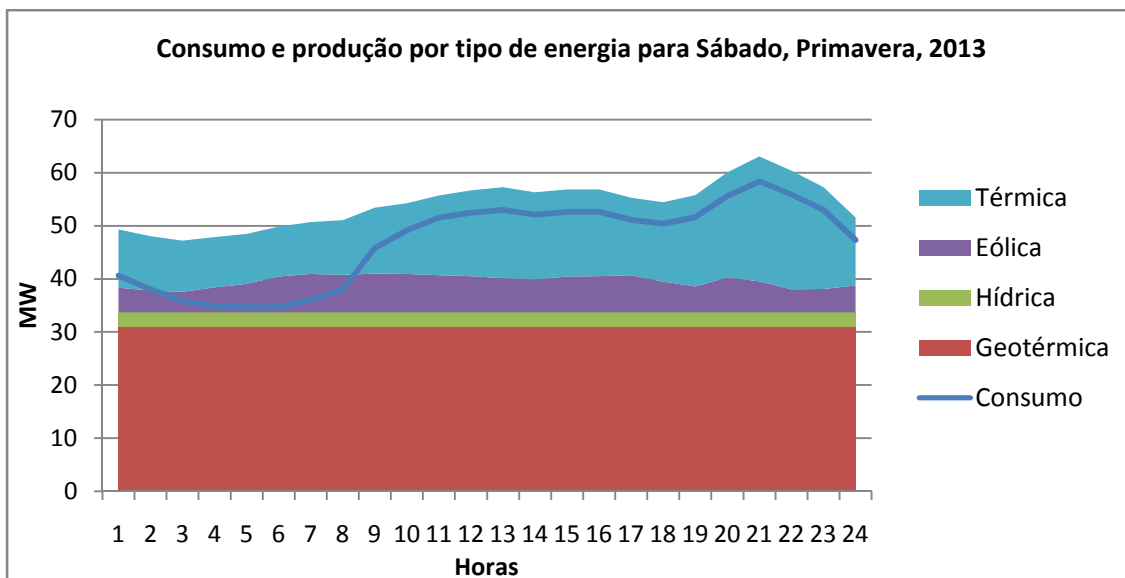


Gráfico 11 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num Sábado

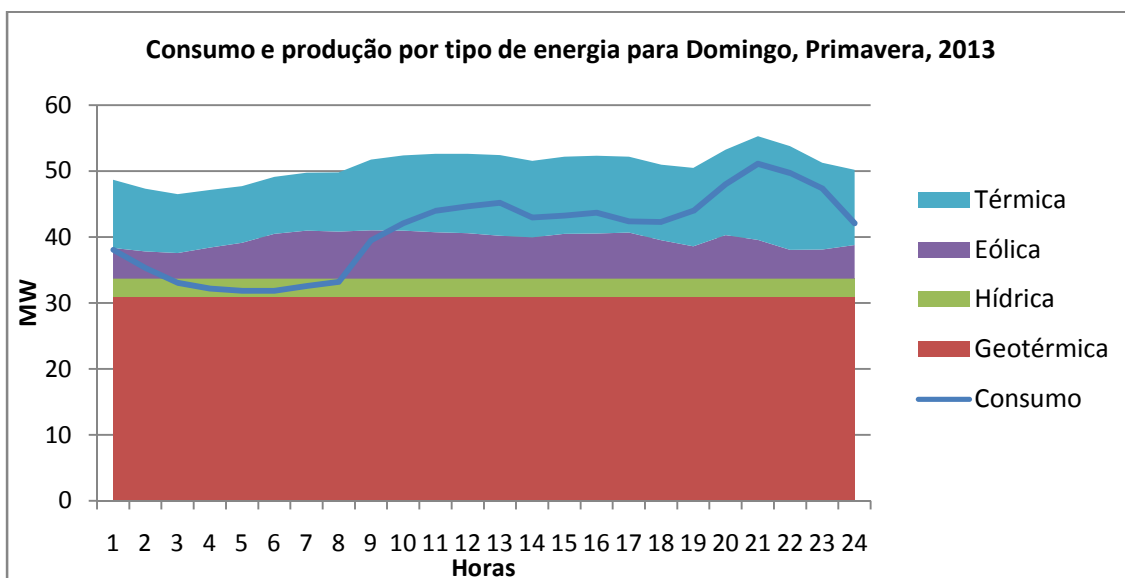


Gráfico 12 - Curva de consumo e montante de energia eléctrica produzida típicos num Domingo

Ao analisar os gráficos para os mesmos dias mas para as outras estações do ano (Anexo III) observa-se que a tendência analisada para a Primavera pode ser generalizada. As diferenças existentes entre as estações são apenas de um consumo apenas maior durante o Verão e Outono consequência de uma maior actividade do comércio e indústria reflexo de uma maior afluência turística e menor no período de Inverno.

Deste modo a quadro abaixo é representativo dos consumos anuais para 2013 relativos a cada fonte energética na ausência da implantação do projecto de armazenamento energético mas com uma política de eficiência energética ao nível doméstico onde se destaca uma diminuição

de 5,15% na produção de energia térmica comparativamente ao caso de não fazer nada (Quadro 6).

Previsão da Produção de Energia Eléctrica na ilha de São Miguel para 2013 sem o projecto com uma política de eficiência energética		
Tipo de energia	Produção (MWh)	Percentagem (%)
Térmica	183385.8	36.88
Hídrica	21722.17	4.3
Geotérmica	271209.6	53.66
Eólica	26017.2	5.15
Total	505410.8	100

Quadro 14 - Previsão da Produção Eléctrica com uma Política de Eficiência Energética (Fonte: adaptado de EDA)

Ao comparar a produção total de energia eléctrica com uma política de eficiência energética e sem qualquer acção, conclui-se que a diminuição não atinge os 8%. Este facto provém da necessidade constante de utilização de fuel para fins de regulação do sistema que corresponde a um mínimo de 20% da produção total.

A promoção da eficiência energética terá assim como maior impacte a diminuição das emissões de GEE originários da Central Térmica do Caldeirão que irá emitir para a atmosfera 139373,2 toneladas de CO2 por ano, o que corresponde a uma diminuição de 10,5% das emissões de CO2 relativamente aos dados para 2013 sem qualquer tipo de acção.

7. Discussão

Factores Ambientais	Efeitos da construção e exploração	Alternativas de localização e projecto		
		Furnas	Litoral	Sem projecto
Geologia e Solo	Abatimento do terreno	-	-	+
	Compactação das camadas geológicas	-	-	0
	Desabamento de terras	+-	+-	-
	Aparecimento de diáclases	-	-	0
	Aumento da actividade vulcânica	-	0	0
	Destruição das características físico-químicas do solo	+-	+-	+
	Erosão	-	-	-
	Contaminação do solo	+-	-	0
	Fragmentação do terreno	0	0	0
Qualidade e Disponibilidade de água	Fluxo de água superficial	-	0	0
	Contaminação das linhas de água	--	-	0
	Fluxo de água subterrânea	-	-	0
	Contaminação dos aquíferos	-	-	0
	Oxigenação da água	+	+	-
Socioeconómico	Preservação do território – paisagem natural	-	+	+
	Fragmentação do território - acessibilidade	0	+	0
	Área agrícola	-	-	0
	Construção Civil	+	+	0
	Diminuição das Emissões de GEE	++	++	-
	Turismo de natureza e cultural	-	+	+

Quadro 15 - Matriz de Comparação das Alternativas

Simbologia	--	-	0	+-	+	++
Significado	Alterações muito negativas	Alterações Negativas	Não há qualquer alteração	Alterações positivas e negativas	Alterações positivas	Alterações muito positivas

Quadro 16 - Simbologia

O projecto de armazenamento energético por bombagem de água na ilha de São Miguel é uma das ideias que está a gerar debates no seio dos meios científicos e empresariais relacionados com a grande prioridade de diminuir a dependência de combustíveis fósseis ao nível da produção de energia eléctrica. No entanto o desenvolvimento de energias renováveis entra por vezes em conflito com a preservação/conservação do ambiente sendo então necessário avaliar que situações são susceptíveis de ocorrer e que consequências, positivas ou negativas, terão sobre os diversos factores ambientais. Neste caso de estudo não podendo analisar todos os factores ambientais apesar de todos serem importantes foram escolhidos para avaliação a geologia/solo, a qualidade e disponibilidade de água e o factor socioeconómico por serem possivelmente os mais influentes neste caso de estudo em termos ambientais.

Geologia e Solo

Ao nível geológico foram analisados e avaliados diversos impactes susceptíveis de alterar a geologia tanto da localização na zona da lagoa das Furnas como na zona Sudoeste da freguesia das Feteiras. Em termos da construção e exploração do reservatório superior os impactes são muito semelhantes tanto para o armazenamento por bombagem de água doce ou salgada onde os principais perigos identificados poderão ser o abatimento do terreno e a compactação das camadas geológicas menos densas, isto é, as camadas de materiais de projecção. Estes impactes poderão levar a que a integridade do reservatório superior seja posta em causa e com consequências imprevisíveis mas muito possivelmente devastadoras no caso de ruptura completa como, por exemplo, uma enxurrada que proporcionaria um desabamento das escarpas ou arribas o que poderá levar a uma modificação drásticas da geomorfologia e consequentemente das actividades naturais e humanas desses locais.

Relativamente às tubagens subterrâneas os impactes ambientais que poderão ocorrer durante a fase de construção e exploração são em grande parte comuns para as duas localizações. A maior preocupação ambiental é o aparecimento de diáclases devido às vibrações causadas pelas perfurações e movimentações da massa de água. Estas diáclases poderão levar à desagregação das rochas magmáticas provocando assim uma instabilidade geológica onde a possibilidade de ocorrerem desabamentos de terra tornar-se-á mais elevada.

Contudo a maior preocupação ocorre no projecto na lagoa das Furnas devido à existência muito próxima de actividades vulcânicas. Se ocorrerem modificações poderão resultar, apesar de imprevisíveis, consequências drásticas como, por exemplo, um aumento da intensidade das actividades vulcânicas pondo em causa a segurança das pessoas e de toda a biodiversidade da região.

No entanto a possibilidade de ocorrer desabamentos de terra poderá ser minimizada com a obrigação de reforçar as escarpas e arribas nos dois locais para protecção da central a partir de meios artificiais no caso das Feteiras ou naturais no caso da lagoa das Furnas conciliando assim este projecto com os Planos de Ordenamento já existentes. No caso da realização do projecto na freguesia das Feteiras o facto de construir um paredão irá ser uma mais-valia para a estabilidade geológica da Rocha das Feteiras abrandando assim a erosão costeira.

Se o projecto não for implementado a degradação geológica poderá ser minimizada pelas acções de arborização definidas no POBHL das Furnas mas em relação à localização no litoral os fenómenos naturais levarão muito possivelmente à destruição das arribas que se poderão desmoronar em cima da Rocha das Feteiras pondo em perigo qualquer actividade humana no local.

No que diz respeito ao solo os principais impactes negativos analisados estão relacionados, tanto na lagoa das Furnas como na freguesia das Feteiras, com a destruição das características físico-químicas do solo e conseqüentemente um maior risco de erosão e a possível contaminação destes. Estes dois impactes poderão ser susceptíveis de ocorrer numa primeira fase durante construção do reservatório superior e das tubagens subterrâneas devido à área necessária de ser utilizada para a implantação e à área necessária para executar as obras. No entanto estes solos poderão ser deslocados para outras áreas minimizando deste modo a perda das características dos andossolos.

Numa segunda fase, durante a exploração, a contaminação dos solos continua a ser um possível problema no caso de ocorrerem fugas do reservatório superior ou das tubagens e também pela acção de ventos fortes. A contaminação dos solos no litoral poderá levar a sua sodificação o que tornará os solos impróprios para a agricultura que poderá ser reduzida com a utilização de gesso. O solo do planalto da Achada, na lagoa das Furnas, poderá usufruir por um lado de nutrientes presentes em grande abundância na água da lagoa, tais como o fosfato o azoto e matéria orgânica, mas em grandes concentrações os nutrientes poderão funcionar como poluentes que juntamente com as toxinas produzidas pelas cianobacterias poderão ter conseqüências drásticas na actividade agrícola do local adjacente ao projecto. Em relação à central os possíveis impactes ao nível do solo para qualquer uma das localizações poderão ser a diminuição da erosão devido à necessidade de reforçar as escarpas e arribas.

Durante a procura de localizações para o projecto o facto de se ter tido em conta a existência de acessos poderá levar a uma menor fragmentação do terreno e como tal menor compactação e degradação dos solos.

Ainda no caso de o projecto ser localizado no litoral a construção do paredão, que em primeira instância poderá levar à destruição dos solos aquáticos, evitará muito possivelmente no futuro que estes solos sejam galgados excessivamente pela erosão marinha.

Independentemente do projecto no caso do planalto da Achada, na freguesia das Furnas, o POBHL das Furnas prevê a arborização de certas áreas diminuindo assim o risco de erosão e o controlo do uso de fertilizantes e pesticidas o que poderá levar a uma melhor qualidade do solo. Na localização litoral apesar do POOC da Costa Sul os solos poderão sofrer um aumento considerável da erosão devido à exposição às forças da natureza alterando assim as suas características.

Qualidade e Disponibilidade de Água

O facto de implantar este tipo de projecto na ilha de São Miguel terá sempre certas consequências ao nível da qualidade e disponibilidade de água no local escolhido sendo que a ilha é muito rica em recursos hídricos com centenas de linhas de água, dezenas de lagoas e inúmeras bacias hidrográficas.

Nas duas alternativas de implantação do projecto a possível sobreposição do reservatório superior com uma linha de água poderá trazer consequências devastadoras principalmente durante a fase de construção onde a linha de água poderá sofrer um aumento exponencial de partículas sólidas em suspensão assim como derrames provenientes de fugas acidentais das máquinas pondo em causa toda a qualidade da água para jusante até à lagoa ou ao mar que também poderão ser afectados. Durante a fase de exploração no caso de ocorrerem fugas do reservatório isto poderá levar a outro tipo de contaminação, intrusão salina na alternativa do litoral e excesso de nutrientes e toxinas na alternativa das Furnas que também poderão pôr em risco a qualidade destas linhas de água. O facto de haver uma sobreposição também poderá por em causa o fluxo de água destas linhas de água por o reservatório constituir uma barreira à passagem da água.

Em termos das tubagens subterrâneas o maior perigo ambiental ao nível da água poderá estar relacionado com as massas de água subterrâneas existentes nas duas alternativas de implantação do projecto. Durante as perfurações poderá haver contaminação das águas subterrâneas a partir de fluidos industriais e a partir da água necessária para o arrefecimento das perfuradoras. Uma vez construídas as tubagens, a falta de conhecimento do tamanho e características das massas de água subterrâneas poderão ter como consequências a alteração dos fluxos de água e como tal poderão afectar por um lado a disponibilidade de água que chegará às nascentes e por outro lado no caso de haver fugas de água contaminações idênticas às que poderão acontecer no caso de ocorrerem fugas no reservatório. Se houver contaminação a água das nascentes será considerada imprópria tanto para consumo humano como para outros fins como os agrícolas.

No que diz respeito à central, o facto de as turbina-ou-bombas movimentarem a água poderá ser uma mais-valia para a alternativa no litoral e nas Furnas. A exploração deste projecto levará a que haja mais oxigenação da água. Este facto poderá em conjunto com os planos definidos no POBHL das Furnas de reduzir o fluxo de nutrientes que aflui à lagoa ser um passo

importante para a diminuição da eutrofização. Em relação à localização no litoral uma maior oxigenação poderá aumentar o potencial de vida marinho que em conjunto com o paredão poderá vir a constituir um novo habitat rico em vida marinha. No entanto é preciso frisar que durante a construção destas infra-estruturas haverá um aumento da turvação e o derrame de certos poluentes nas águas da lagoa ou do mar diminuindo momentaneamente a sua qualidade.

É ainda importante realçar que a possibilidade de haver alteração na estrutura geológica nas Furnas ou no litoral poderá ter repercussões na qualidade da água. No caso de ocorrerem diáclases de tamanhos consideráveis uma das consequências será a intrusão de água do mar ou da lagoa nas massas de água subterrâneas pondo em risco a sua qualidade e num cenário mais alarmante as diáclases poderão mudar parte do rumo das massas de água subterrâneas alterando assim a disponibilidade da água que chega às nascentes.

Se o projecto for implantado, seja nas Furnas ou no litoral, o facto de já existirem acessos implica menos obras e como tal uma diminuição da possibilidade de ocorrerem impactes negativos na qualidade e disponibilidade da água.

Caso o projecto não seja levado adiante evitar-se-á que possíveis contaminações e diminuições da disponibilidade de água ocorram tanto nas Furnas como no litoral. No que diz respeito aos planos já existentes, o POBHL das Furnas e o POOC da Costa Sul, este integram a responsabilidade e necessidade de salvaguarda dos recursos hídricos existentes no intuito de um desenvolvimento regional sustentável.

Socioeconómico

No que diz respeito ao território o facto de as tubagens serem construídas subterraneamente para as duas alternativas de implantação do projecto poderá ser uma mais-valia para que se preserve a paisagem natural única da ilha de São Miguel seja as arribas no litoral ou as escarpas da lagoa das Furnas onde predomina a floresta. Relativamente à localização da central nas Furnas esta poderá ser um entrave ao percurso panorâmico existente junto à lagoa e também irá diminuir o aspecto natural do local mas para a localização no litoral a melhoria dos acessos à Rocha das Feteiras poderá ser uma mais-valia para quem quiser ter acesso a este local. Também o facto de existir na proximidade a rede eléctrica diminui a necessidade de criar novos corredores para transporte de energia eléctrica. Em termos do reservatório superior sendo que nas Furnas estará localizado no planalto da Achada poderá interferir com a vista alcançada no percurso panorâmico de cota elevado e no miradouro Castelo Branco diminuindo assim o aspecto natural e rural do local. Assim sendo não avançar com este projecto na área da lagoa das Furnas possibilitará que se mantenha uma paisagem com características únicas e uma beleza inconfundível.

Ao nível da população com ou sem projecto poderá não haver grande afectação a não ser na localização do litoral onde na Rocha das Feteiras e Rocha da Relva existem habitações que

apesar de serem praticamente todas utilizadas como segunda habitação os seus habitantes poderão ser afectados pelo ruído e/ou vibrações durante a fase de construção e exploração do projecto.

Relativamente à economia segundo o sector que se analisa os impactes poderão ser positivos ou negativos. No sector primário a diminuição da área agrícola em qualquer das duas alternativas de implantação do projecto poderão diminuir a actividade agrícola da ilha que já está a sofrer um decaimento pelo abandono destas actividades pelas camadas mais jovens. Se ocorrerem contaminações dos terrenos adjacentes esta diminuição poderá aumentar.

O sector secundário por outro lado irá usufruir bastante se o projecto for avante principalmente da área da construção civil que poderá ver a sua actividade aumentar e que poderá usufruir dos conhecimentos adquiridos para possíveis futuros projectos idênticos na RAA.

Ainda no sector secundário a área da energia eléctrica terá benefícios a nível ambiental para qualquer uma das alternativas que irão permitir uma diminuição do uso do fuel mas com diferentes contrapartidas.

Se o projecto não for feito e se se concentrarem os esforços numa política de eficiência energética, nomeadamente no sector doméstico poder-se-á diminuir a produção total de energia eléctrica em 5,15% em 2013. Esta redução será adjudicada à Central Térmica do Caldeirão onde se poderá utilizar menos fuel conseguindo uma redução anual de 10,5% das emissões de CO₂ relativamente a não proceder a qualquer tipo de acção, equivalendo a 139373,2 toneladas de CO₂ em 2013. No entanto, a não existência de um sistema de armazenamento energético impossibilita que se aumente a capacidade geotérmica da ilha pois os excessos de energia provenientes desta fonte têm de ser utilizados no momento não podendo permanecer na rede. Assim a possibilidade de aumentar a capacidade geotérmica está explicitamente dependente de um aumento do consumo. É ainda relevante demonstrar que neste cenário a energia eólica que poderia ser produzida em excesso não estará a ser aproveitada impossibilitando um aumento do rendimento deste tipo de energia.

No caso de o projecto ser implantando, seja na lagoa das Furnas ou no litoral o cenário poderá ser diferente. Existindo um sistema de armazenamento energético possibilita-se deste modo que a energia que seja produzida em excesso seja armazenada e utilizada durante os picos de consumo de energia eléctrica. Este projecto possibilitará em primeira instância que o sistema de produção de energia eólica funcione durante mais horas aproveitando os excessos principalmente em períodos de menor consumo e de grande intensidade de ventos. Em segunda instância poderá possibilitar um aumento ainda maior da capacidade geotérmica que também será armazenada e utilizada durante os picos energéticos. Este projecto possibilita assim, de um ponto de vista ambiental, que haja uma transferência de fontes energéticas na produção eléctrica onde as energias renováveis predominarão com 72% e apenas 28% de produção térmica. As estimativas com este projecto, para 2013, são uma redução de 25% das emissões de CO₂ provenientes da Central Térmica do Caldeirão equivalente a 116716

toneladas de CO₂ em 2013. Deste modo, com o projecto não só a diminuição de emissões de CO₂ é maior como possibilita um aumento da capacidade geotérmica e da capacidade eólica aproveitando ao máximo os rendimentos possíveis de cada uma destas tecnologias.

No que diz respeito o sector terciário no caso de o projecto ser implantado nas Furnas a afectação que se poderia visualizar de um ponto de vista paisagístico e natural poderá ter repercussões da afluência de turísticas à lagoa das Furnas um dos ex-libris da ilha. No caso de o projecto ser implantado na freguesia das Feteiras o cenário poderá ser diferente. O local escolhido não é um dos locais obrigatórios de passagem turística estando assim à margem deste sector. No entanto a implantação do projecto poderá proporcionar um novo tipo de turismo ligado à ciência e tecnologia, sendo que de momento só existe um aproveitamento energético por bombagem de água salgada no mundo situado na ilha de Okinawa, no Japão.

8. Considerações Finais

A História mundial tem demonstrado que a evolução da sociedade humana nem sempre tem permitido uma sincronização e uma coexistência pacífica entre o Homem e o meio ambiente. A RAA é um local onde nas nove ilhas a supremacia do Homem sobre a natureza ainda é controlada permitindo que seja um local onde a natureza predomina e é apreciada e reconhecida em todo o mundo como, por exemplo, a ilha do Corvo, a ilha das Flores e a ilha da Graciosa que foram proclamadas Reserva da Biosfera pela UNESCO e a National Geographic que considerou o arquipélago dos Açores o segundo menor destino em termos de ilhas na categoria de preservação ambiental.

A ilha de São Miguel é a mais influente a nível socioeconómico da RAA e conseqüentemente tem sofrido mais pressões a nível de preservação ambiental não atingindo no entanto um ponto crítico de degradação ambiental. A sua preservação é cada vez uma maior prioridade do Governo Regional e da própria população residente. Por este motivo um projecto com esta envergadura requer sempre uma especial atenção como consequência das possíveis alterações ambientais que causará não só no local de implantação mas em toda a ilha.

O estudo demonstra que o projecto poderá ser uma mais-valia a nível ambiental, proporcionando uma transferência de fontes energéticas para a produção de energia eléctrica com uma grande diminuição a curto prazo da dependência de combustíveis fósseis onde em primeira instância se poderá reduzir em 25% as emissões de GEE. A médio e longo prazo o projecto poderá possibilitar o aumento das energias renováveis, que têm grande potencial na ilha de São Miguel relacionadas com as suas características geográficas únicas nomeadamente a energia geotérmica, a energia eólica e possivelmente a energia das ondas.

No entanto também foi demonstrado que a implantação deste projecto poderá ter consequências directas a nível ambiental nas zonas escolhidas. A alternativa de utilizar a lagoa

das Furnas para a implantação do projecto poderá de uma perspectiva tecnológica ser menos difícil por a tecnologia para a utilização de água salgada num sistema de armazenamento energético ainda só ter sido estudada num caso no mundo. Contudo o local escolhido que reúne todas as condições físicas necessárias para a implantação do projecto na bacia hidrográfica das Furnas acarreta uma panóplia preocupante de objecções ambientais. Este facto advém de possíveis impactes imprevisíveis tais como desabamento das escarpas com alturas superiores a 200 m ou ainda a incerteza de alterações nas actividades vulcânicas presentes nas imediações. Todo o conjunto de factores ambientais avaliados demonstraram de um modo conciso que qualquer tipo de impacte de magnitude média poderá por em causa a beleza e harmonia tão particular deste local.

Finalmente, o estudo realizado demonstra que a localização do projecto de armazenamento energético a partir de água salgada poderá ser a opção mais viável. O estudo da implantação do projecto no litoral, na freguesia das Feteiras, revelou que existem certos impactes ambientais negativos com importância relevante nomeadamente em termos dos diversos efeitos da água salgada na geologia, solo e qualidade da água. Porém os diferentes conhecimentos adquiridos no projecto-piloto feito na ilha de Okinawa no Japão ao nível ambiental e também tecnológico durante estes últimos dez anos poderão revelar-se fulcrais para que este projecto seja ambientalmente um sucesso. É igualmente relevante salientar que o projecto poderá despertar interesse económico ao nível do turismo cultural e ambiental e deste modo poderá enriquecer o local escolhido que não é muito conhecido em termos turísticos. Outra mais-valia para a ilha de São Miguel é a possibilidade de usufruir de uma transferência de fontes energéticas proporcionando diminuindo drasticamente a sua dependência de combustíveis fósseis caminhando assim para um futura cada vez mais sustentável e energeticamente independente. Para que este último ponto se torne uma realidade ainda mais próxima será preciso não por de parte outras opções que poderão ser executadas simultaneamente tais como a eficiência energética.

Bibliografia

Agência Portuguesa do Ambiente – *Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável 2015*, Janeiro de 2008

Berkamp, G., McCartney, M., Dugan, P., McNeely, J., Acreman, M. - *Dams, ecosystem functions and environmental restoration*, Thematic Review II.1 prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town, 2000, www.dams.org

Bizer, John R. - *International Mechanisms for Avoiding, Mitigating and Compensating the Impacts of Large Dams on Aquatic and Related Ecosystems and Species*, a contributing paper for *Dams, ecosystem functions and environmental restoration*, by Berkamp, G., McCartney, M., Dugan, P., McNeely, J., Acreman, M. 2000 Thematic Review II.1 prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town, www.dams.org, 2000

Comissão Europeia - *Combater as alterações climáticas – A UE assume a liderança*, 2008

Direcção Regional de Estudos e Planeamento / Secretaria Regional Adjunto do Vice-Presidente – *Plano Regional Anual*, 2008

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos / Secretaria Regional do Ambiente e do Mar – *Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Costa Sul de São Miguel*, 2007

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos / Secretaria Regional do Ambiente e do Mar – *Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Furnas*, 2005

Duinker, Peter N.; Greig, Lorne A. - *Scenario analysis in environmental impact assessment: Improving explorations of the future*, in *Environmental Impact Assessment Review 27* (2007) p.206–219, 2006

Ecosystems and Large Dams: Environmental Performance, chapter 3 of *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*, World Commission for Dams, November 2000

Edifícios Saudáveis Consultores – *Plano para a Utilização Racional de Energia nos Edifícios, Região Autónoma dos Açores*, Setembro 2004.

IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII - *Hydropower Good Practices: Environmental Mitigation Measures and Benefits, Case study 01-01: Biological Diversity - Okinawa Seawater Pumped Storage Power Plant, Japan*

Electricidade dos Açores (EDA) - *Caracterização da Oferta e da Procura de Energia Eléctrica 2009 – 2013*

IAIA/EIA - *Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice*, January 1999

IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII - *Hydropower Good Practices: Environmental, Mitigation Measures and Benefits Case Study 05-06: Water Quality – Mingtan Pumped Storage, Taiwan*

Instituto Nacional de Estatísticas (INE), *Censos 2001*

J Power Electric Power Development Co., Ltd - *Okinawa Yambaru SPSPP (Seawater Pumped-Storage Power Plant)*

J Power Electric Power Development Co., Ltd - *Successful Performance of the Demonstration Plant of a SPSPP*

Jarke MX, Bui T, Carroll JM. *Requir Eng - Scenario management: an interdisciplinary approach* 3:155–73, 1998

Kashiwayanagi; M. & Sato; M.; Takimoto, J. - *Six-year performance of synthetic-rubber-sheet facing for the upper pond of seawater pumped storage hydropower plant*

Ministério da Economia e da Inovação - *Energia e Alterações Climáticas, Mais Investimento, Melhor Ambiente*, Fevereiro 2007

Monteiro, R.; Furtado, S.; Rocha, M.; Freitas, M.; Medeiros, R.; Cruz, J. Virgílio – O Ordenamento do Território nos Açores, Política e Instrumento,/Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos/ Secretaria Regional do Ambiente, 2008.

Nações Unidas - *Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento*, 1992

Nações Unidas - *World Charter for Nature*, A/RES/37/7, 48th plenary meeting, 1892

Nations Unies - *Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*, 1998

Oliveira, J.F. Santos - *Gestão Ambiental*, LIDEL, 2005

Partidário, Maria do Rosário; Jesus, Júlio de - *Avaliação do Impacte Ambiental*, CEPGA, 1994

Partidário, Maria do Rosário; Jesus; Júlio de - *Fundamentos de Avaliação de Impacte Ambiental*, Universidade Aberta, Lisboa, 2003

Pinheiro J. – *Génese e Características dos Andossolos nos Açores*.

Pinheiro, Jorge; *Génese e Características dos Andossolos dos Açores*

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21) - *Renewables 2007 – Global Status Report*

Resolução do Conselho de Ministros nº 104/2006 – *Programa Nacional para as Alternativas Climáticas*, 2006

Santos, M. da C. R.; Pacheco, D. M. D.M.; Santana, F.J.P.;Rodrigues, A.M.F – *A Eutrofização das Lagoas das Sete-Cidades e Furnas, São Miguel, Açores, Análise Evolutiva entre 1988 e 2002*, Associação Portuguesa das Recursos Hídricos.

Secretária Regional do Ambiente e do Mar – *Relatório do Estado do Ambiente dos Açores*, 2005

Serviço Regional de Estatísticas dos Açores (SREA) – *Anuário Estatístico da Região Autónoma dos Açores*, 2007

Sistema Regional de Estatísticas dos Açores (SREA), Turismo – *Informação Mensal*.

Takimoto, J.; Kaneko, Y.; Kashiwayanagi, M.; Tatsuoka F. - *Performance of synthetic rubber sheets for surface lining of the upper pond in Yambaru seawater pumped storage power plant*, Geosynthetics - 7 ICG - Delmas, Gourc & Girard (eds) © 2002 Swets & Zeitlinger, Lisse ISBN 90 5809 523 1

Tani, Junichi; Kashiwayanagi, Masayuki; Yoshino, Yasushi; Totsuka, Hideo - *Environmental Impact Due to Salt Water Dispersed From Upper Pond of Seawater Pumped Storage Power Plant*

UNECE - *Convention sur l'Accès à l'Information, la Participation du Public au Processus Décisionnel et l'accès à la Justice en Matière d'Environnement*, Aarhus, 1998

UNECE - *Convention sur l'Évolution de l'Impact sur l'Environnement dans un Contexte Transfrontière*, Espoo, 1991

Varenes, Amóvilis de – *Produtividade dos Solos e Ambiente*, Escolar Editora, 2003

Zbyszewski, G.; Ferreira, O. Da Veiga; Assunção, C. Torre de – *Carta Geológica de Portugal, São Miguel, Açores, folha A*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa 1959

Zbyszewski, G.; Moitinho D'Almeida, F.; Ferreira, O. Da Veiga; Assunção, C. Torre de – *Carta Geológica de Portugal, São Miguel, Açores, folha B*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa 1958

Internet:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Okinawa>, visitado a 27 de Abril de 2009

<http://www.dgge.pt/> - Direcção Geral de Energia e Geologia, Ministério da Economia e da Inovação, 16 de Março de 2009

<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503>, Declaração de Estocolmo, visitado a 29 de Março de 2009

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31985L0337:PT:HTML>, visitado a 16 Julho de 2009.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0011:PT:HTML>, visitado a 16 de Julho de 2009.

http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm, visitado a 17 de Julho de 2009.

http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/country/pt/mix_pt_pt.pdf, visitado a 17 de Julho de 2009.

http://en.wikipedia.org/wiki/Francis_turbine, visitado a 3 de Maio de 2009

http://www.fhc.co.uk/pumped_storage.htm, visitado a 3 de Maio de 2009

<http://www.sunmoonlake.gov.tw/EN/03000521.aspx>, visitado a 19 de Julho de 2009.

<http://www.fhc.co.uk/dinorwig.htm>, visitado a 4 de Maio de 2009.

<http://www.fhc.co.uk/ffestiniog.htm>, visitado a 4 de Maio de 2009.

http://www.fhc.co.uk/environmental_issues.htm, visitado a 4 de Maio de 2009.

<http://www.ecocasa.org/>, visitado a 16 de Junho de 2009.

<http://www.ecocasa.org/>, visitado a 16 de Junho de 2009.

Anexo I - Informação adicional sobre o projecto de armazenamento energético por bombagem de água salgada em Okinawa, Japão

A ilha está localizada no Oceano Pacífico no arquipélago de Ryukyu ao nível do Trópico de Câncer. O clima é subtropical com uma temperatura média de 23°C e uma precipitação média de 2400mm anuais (IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Japan). A nível geológico a ilha é maioritariamente composta por rochas do tipo sedimentares como o filito, andesite e arenito. Tem uma área de 2 271,3km² e uma população de 1 318 218 habitantes³⁵. A barragem está situada na zona norte da ilha a uma latitude de 26°40'N e uma longitude de 128°16'E (IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Japan).

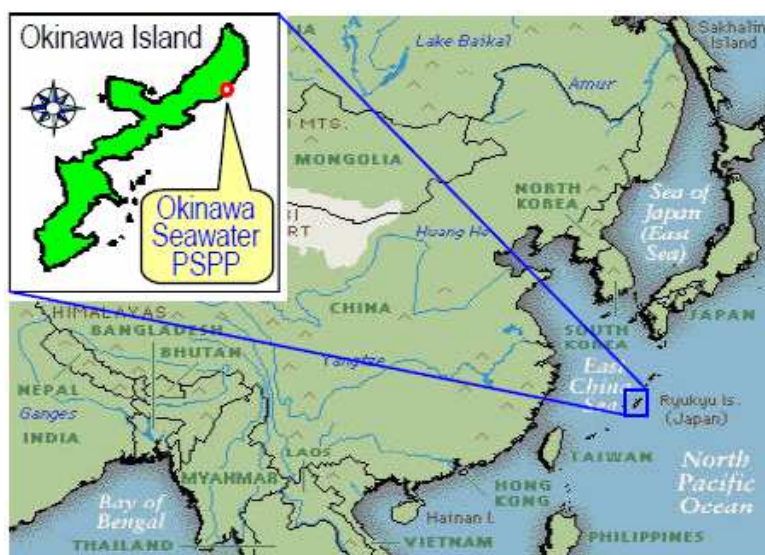


Figura 18 - Localização da Barragem de água salgada (Fonte: IEA Hydropower Implementing Agreement Annex VIII, Japan)

A construção desta barragem começou em 1991 e finalizou em 1999. A empresa encarregada da obra foi a Electric Power Development Co, Ltd com o apoio do Ministério do Comércio Internacional e da Indústria do Japão. O objectivo desta barragem é possibilitar a armazenagem de energia produzida pela central nuclear que não é utilizada em horas mortas. Durante um período de cinco anos realizaram-se testes para averiguar o funcionamento correcto da produção hidroeléctrica e desde 2004 a mesma empresa está encarregue da exploração e manutenção da barragem.

³⁵ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Okinawa>, 27 de Abril de 2009



Figura 19 - Imagem aérea da SPSP (Fonte: Okinawa Yambaru SPSP)

Tecnologia necessária para uso de água salgada

A utilização de água salgada para usufruir de um armazenamento energético utilizando um sistema reversível traz certos problemas a nível de engenharia devido ao poder corrosivo do sal e à incrustação de fauna e flora marinha no sistema. Assim foi necessário utilizar materiais novos neste tipo de sistema para garantir a sua viabilidade.

O reservatório superior é a parte mais delicada da barragem por ter que albergar grandes quantidades de água salgada que no caso de ocorrer infiltrações no terreno irá causar danos ambientais muito possivelmente irreversíveis. Deste modo o fundo do reservatório é composto por várias camadas com especificidades diferentes mas que se completam para garantir a sua impermeabilidade.

A camada superior do fundo é composto por 2mm de borracha EPDM (etileno propileno dieno monómero), que é uma borracha sintética impermeável de grande resistência ao clima e tempo. Tem ainda como características uma grande força tênsil (98 N/cm²), um alongamento de 450% e uma força dilacerante de 250N/cm. Para ligar as diversas faixas de EPDM foi utilizado um "naturally vulcanised butyl rubber-type adhesive". A camada seguinte é um poliéster que pode ser descrito como um tecido almofadado. A função deste poliéster é prevenir estragos entre as camadas. Isto porque a terceira camada, de drenagem e ventilação, com alta condutividade hidráulica é composta por 50cm de cascalho compactado que foi alisado por cilindros mecânicos e aparelhos vibratórios e nas junções das faixas de EPDM o alisamento foi procedido manualmente para evitar estragos na estrutura ligante (Okinawa Yambaru SPSP, J. Takimoto et al.).

A estrutura ligante é uma das partes críticas da impermeabilização do reservatório. Sendo que o EPDM é produzido por faixas, estas têm de ser ligadas de maneira perfeita para evitar pequenas infiltrações. Para além do adesivo foi implementado um sistema de tubagens que permite evacuar a água salgada que possivelmente se infiltre ou a água doce que escora no terreno. Assim uma rede de blocos em forma de U foi instalada ao longo das várias ligações das faixas de EPDM. Estes blocos foram ancorados ao terreno, estão sobre uma camada de argamassa para evitar o seu deslocamento e estão devidamente revestidos por EPDM. Dentro destes blocos passa um sistema de tubos de PVC que recolhem a água escoada pela camada de cascalho e que a direcciona para um sistema detector de água instalado em galerias de inspecção subterrâneas. Posteriormente esta água é bombeada novamente para dentro do reservatório (Okinawa Yambaru SPSPP, J. Takimoto et al.).

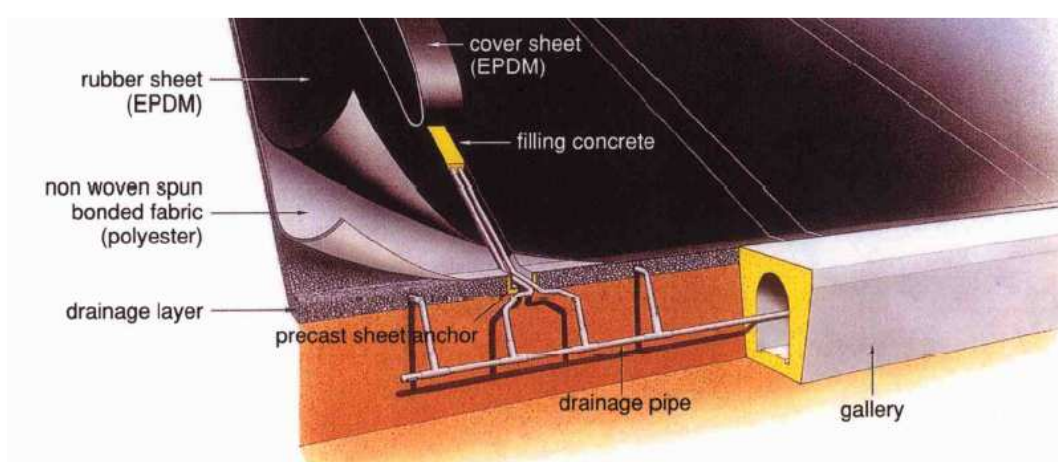


Figura 20 - Cobertura do reservatório superior (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP)

Diversos testes foram levados a cabo para testar o EPDM às condições do local. Assim foram feitos testes à deterioração pelo ozono, radiação ultravioleta e organismos marinhos. A zona de colagem das faixas de EPDM foi alvo de pressões elevadas para demonstrar a resistência necessária para albergar grandes quantidades de água e também foram feitos testes de resistência a ventos fortes devido à possibilidade de ocorrência de furacões (Okinawa Yambaru SPSPP).

Na "penstock" foram utilizadas tubagens de FRP, que no interior são compostas por camadas perpendiculares de fibra de vidro impregnadas com resina, por ser um material não corrosivo em contacto com água salgada e de difícil aderência de organismos marinhos em comparação com o aço. As tubagens foram reforçadas com uma camada protectora anti-desgaste, anti-acido e anti-alkalino tanto na parte interna como externa para garantir e aumentar a sua resistência. As juntas das tubagens foram especialmente desenhadas (manga conjunta) para prevenir fugas de água e adesão de organismos. Em redor das tubagens houve um revestimento de cinza volante e uma cola de cimento para reforçar a impermeabilidade (Okinawa Yambaru SPSPP).

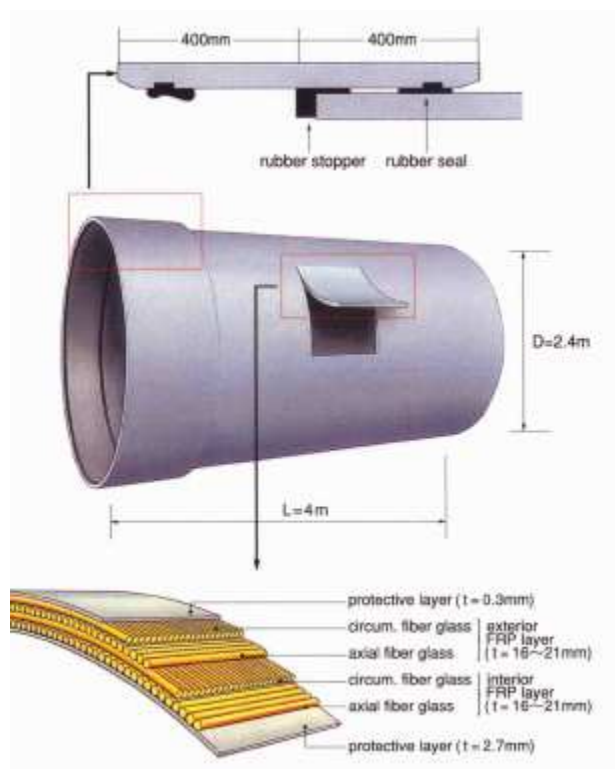


Figura 21 - Tubagens FRP (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP)

Na “tailrace” foram utilizadas tubagens de betão com barras de aço revestidas com resina epóxi para aumentar a resistência à corrosão e a saída para o mar foi revestida por uma cerâmica especial para prevenir o desgaste e a corrosão. A saída ainda possui grades em FRP que actuam como um sistema de filtragem. No ponto de captação de água ao nível do mar o paredão de protecção é composto por blocos de betão encaixados (Okinawa Yambaru SPSPP).



Figura 22 - Estrutura de captação/saída da água salgada (Fonte: Okinawa Yambaru SPSPP)

A turbina/bomba utilizada é feita de austenite por ter propriedades anti-cavitação, anti-desgaste e anti-corrosão.

Performance da permeabilização

Apesar da finalização da obra ter sido em 1999 até 2004 diversos testes, análises e monitorizações foram levadas a cabo para garantir que a permeabilidade era um factor controlado e eficaz.

Em seis anos de controlos apertados não houve nenhuma infiltração de água salgada, só foi identificada uma certa infiltração de água doce que foi devidamente captada e encaminhada para o reservatório. Não foram detectados quaisquer defeitos nas estruturas e não ocorreu quaisquer tipos de deformações das fundações (Kashiwayanagi et al.).

Ao inspeccionar o reservatório, apercebeu-se que a quantidade de seres vivos marinhos aumentou com o tempo mas que tendeu a estabilizar. Para além de algas certos moluscos instalaram-se no fundo sem afectar as suas características. No entanto registou-se um decréscimo acentuado da capacidade de “alongação” e pouco acentuado da força tênsil que levaram a uma expectativa de vida de 40 anos para a estrutura de EPDM (J. Takimoto et al.).

Aquando da ocorrência de ventos fortes observou-se um inchaço da camada de EPDM devido à formação de uma zona de baixa pressão no reservatório correspondente à separação e perturbação do fluxo de ar. Este inchaço não provocou danos devido às propriedades elásticas do EPDM e não afectou o sistema de drenagem (Kashiwayanagi e al.).

Em termos de pressões exercidas nas tubagens, foi previsto que as rochas envolventes ajudassem a suportá-las mas foi observado que esta “ajuda” foi inferior ao desejado (D).

Consequentemente pode-se afirmar que esta barragem é um caso de sucesso em termos de protecção relativa à infiltração de água salgada e demonstrou ser um sistema viável onde foram produzidos 156GWh em 7850 horas a partir da bombagem de 232GWh em 7950 horas (Successful Performance of the Demonstration Plant of a SPSPP).

Anexo II – Consumos e produções de energia eléctrica com projecto

Consumo e produção por tipo de energia, Verão, 2013

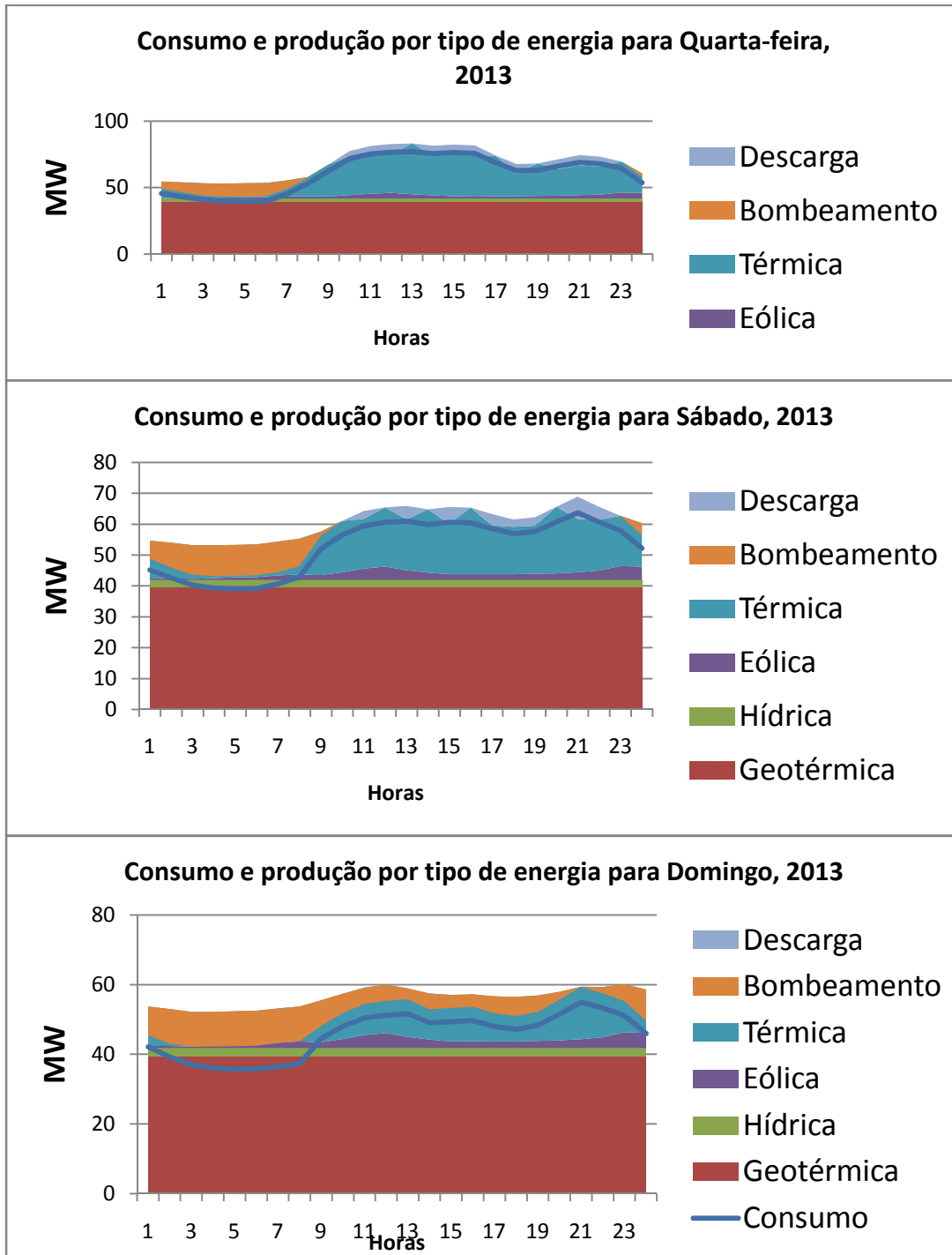


Gráfico 13 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Verão 2013

Consumo e produção por tipo de energia, Outono, 2013

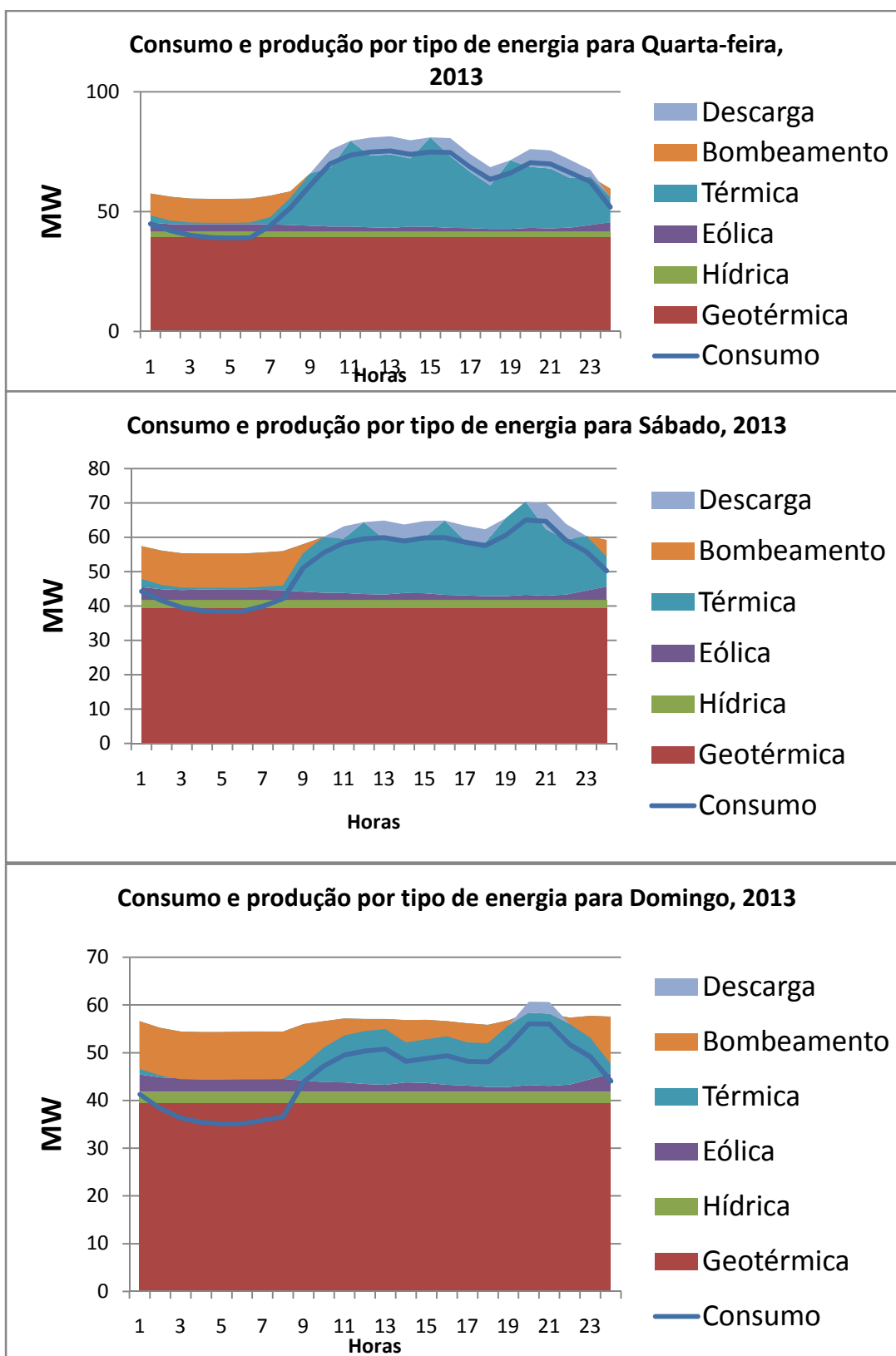


Gráfico 14 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Outono 2013

Consumo e produção por tipo de energia, Inverno, 2013

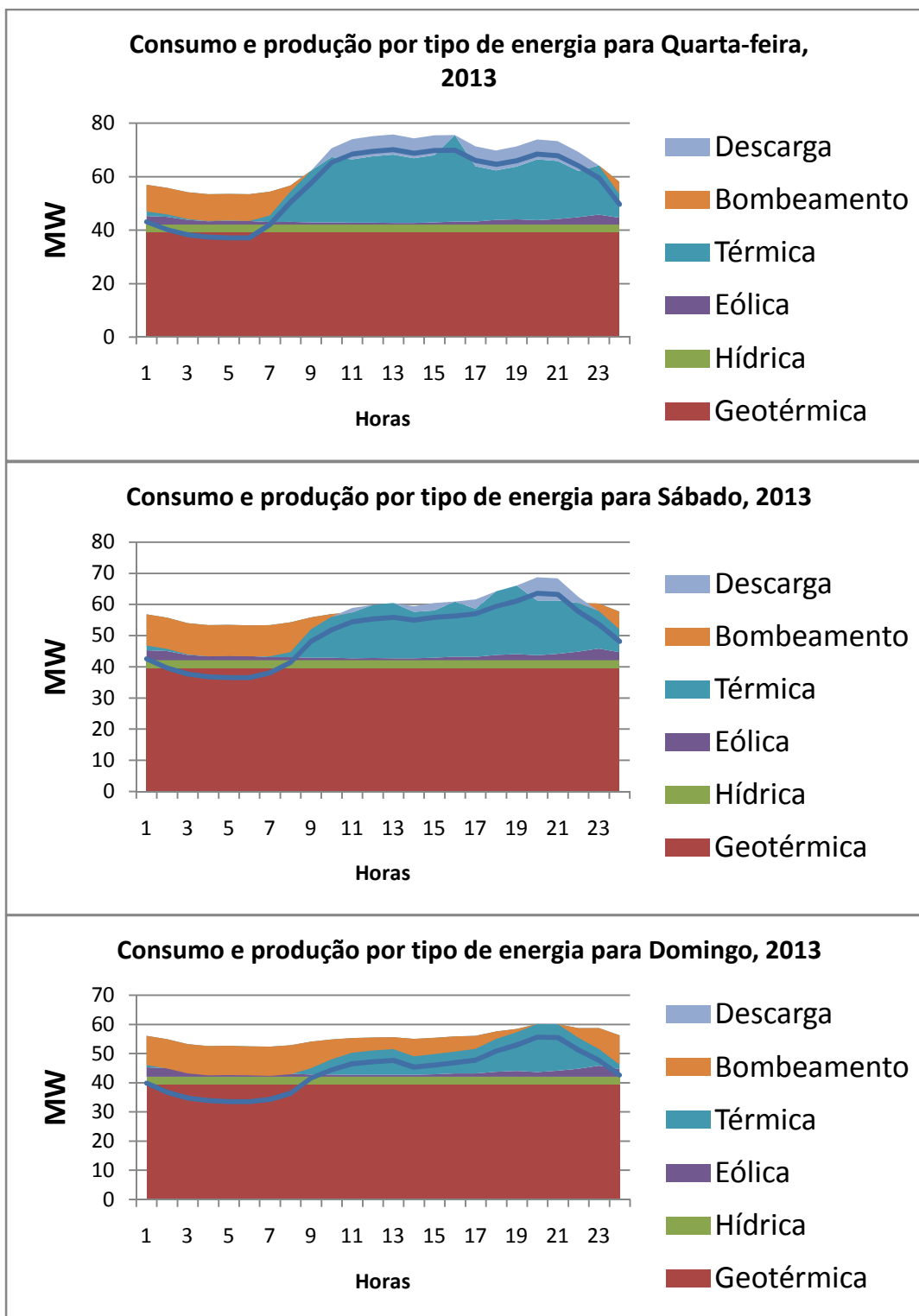
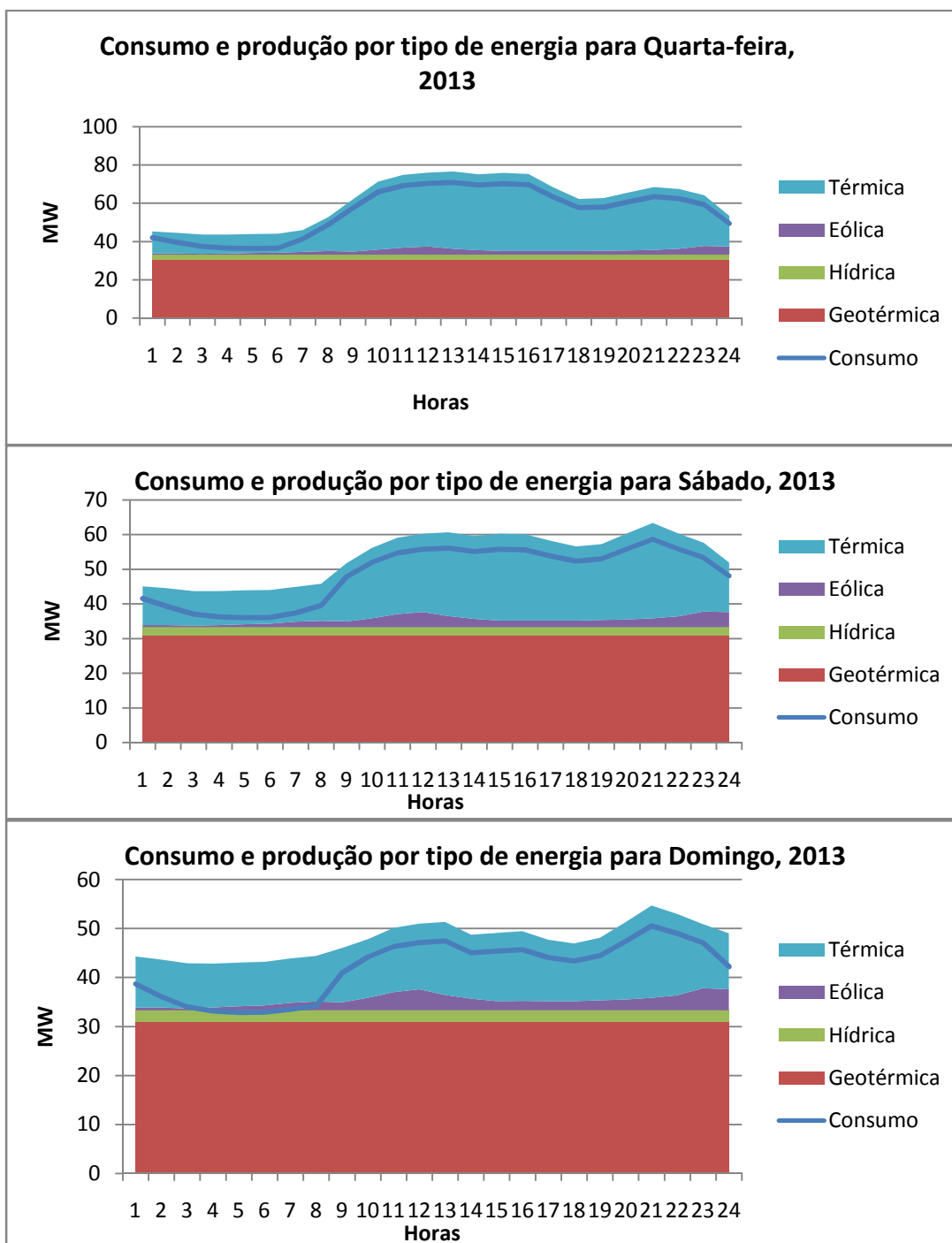


Gráfico 15 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Inverno 2013

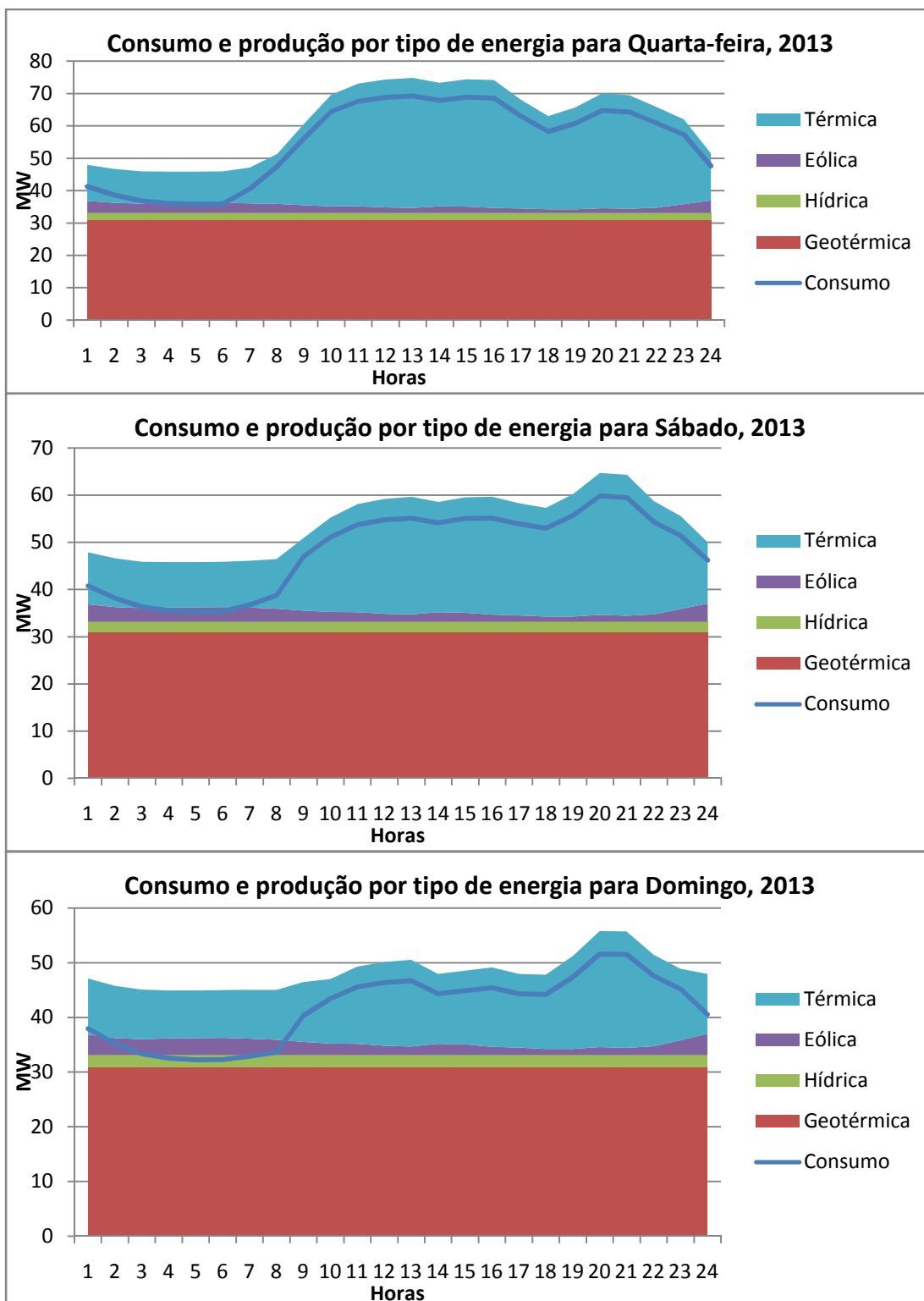
Anexo III - Consumos e produções de energia eléctrica com uma política de eficiência energética

Consumo e produção por tipo de energia, Verão, 2013



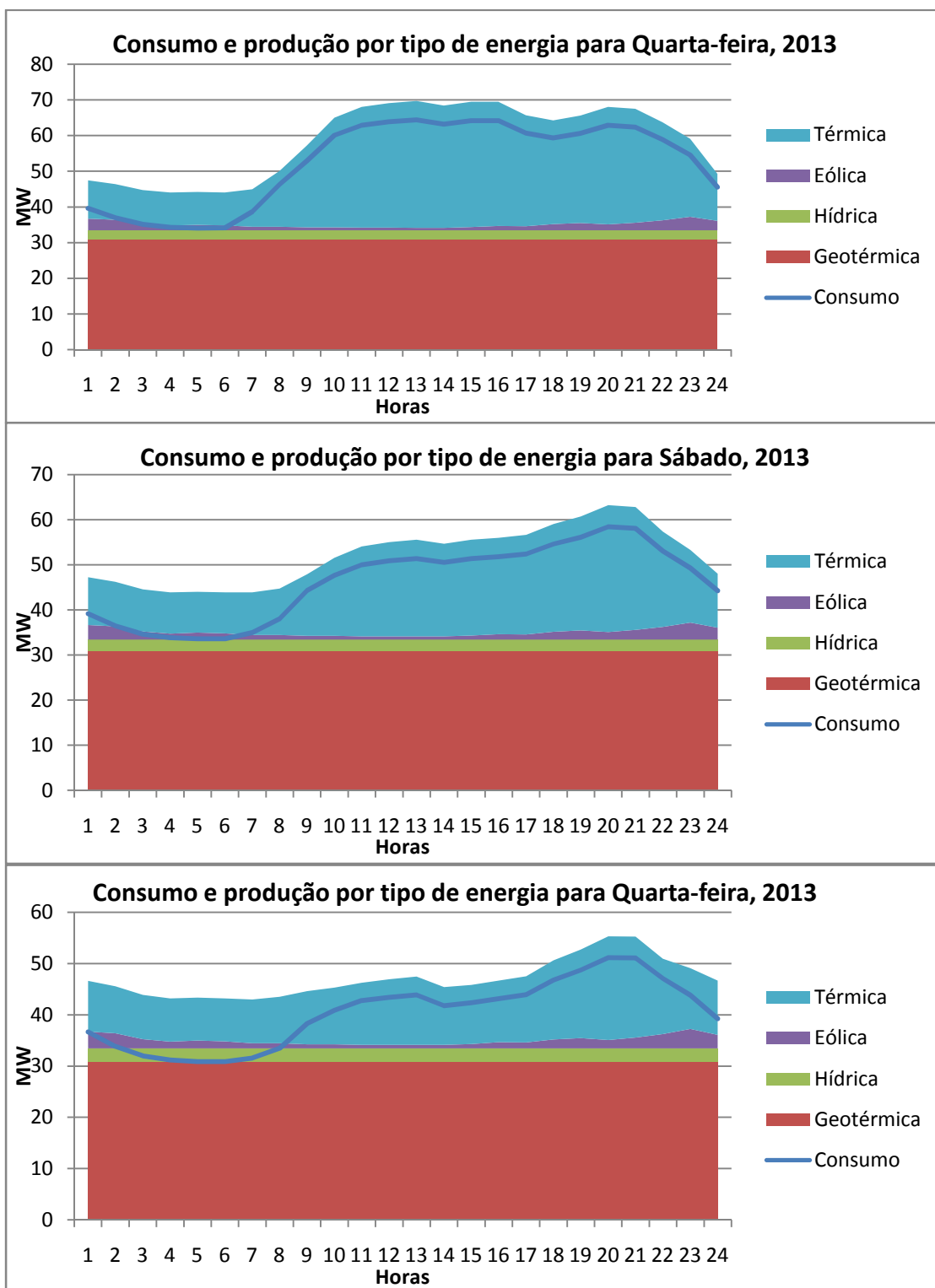
Quadro 17 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Verão 2013

Consumo e produção por tipo de energia, Outono, 2013



Quadro 18 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Outono 2013

Consumo e produção por tipo de energia, Outono, 2013



Quadro 19 - Consumos e produções por tipo de energia para os dias da semana, Inverno 2013