

**UNIVERSIDADE DOS AÇORES**  
*Departamento de Ciências Agrárias*



# Sustentabilidade Patrimonial e Energética

---

Vila de São Sebastião

*Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente*

*André Filipe Borba Duarte*

*Orientador: António Félix Flores Rodrigues*

*Novembro de 2013*

## RESUMO

Os recursos do planeta têm vindo a ser sobre explorados pelo Homem para suprir a necessidade de matéria-prima que garante o conforto das sociedades e a manutenção da economia, extremamente dependente do consumo. Em boa verdade, este consumo tem tido a tendência de aumentar exponencialmente ao longo dos anos em todo o globo, o que provoca uma procura desmedida de recursos. De modo a contrariar este facto devem ser feitos os possíveis para se rentabilizar ao máximo todos os processos de uma civilização, reutilizando e aproveitando recursos que, em alguns casos, chegam a ser resíduos de outrem. O esgotamento de alguns dos recursos base da economia, impulsionaram a procura de alternativas. O recurso a energias alternativas é de há muito tempo, desde o tempo do moinho, e o recurso há mais tempo explorado para produzir electricidade é a água. A água na ilha Terceira é um recurso escasso, no entanto há várias formas de aproveitamento deste fluido para a produção de electricidade, por mais reduzido que seja o caudal. É esta a missão deste trabalho, projectar o aproveitamento hidroeléctrico da água de uma nascente na ilha Terceira. Convicto de que o aproveitamento de pequenos fluxos de água pode fazer a diferença em zonas remotas, com baixa densidade populacional. Assentando numa lógica de Desenvolvimento Sustentável e de Sustentabilidade e procurando uma nova funcionalidade para os moinhos presentes ao longo da ribeira, muitos deles num elevado estado de degradação.

## **ABSTRACT**

The planet's resources are being over-exploited to keep the need of raw materials that will, not only ensure the comfort of societies but also ensure the maintenance of all economy, which is highly dependent on the consumption. This consumption has increased exponentially over the years all across the globe, which causes an excessive demand for resources. In order to counter this fact it should be made possible to monetize all the processes of a civilization, reusing and enhancing resources that, in some cases, might even be a waste of others. The depletion of some resource based economy boosted the demand for alternatives, the usage of alternative energies has been known for a long time, like the mills, with water being the oldest resource in use to produce energy. Water in Terceira Island is a scarce resource, however there are several ways to use this fluid to produce electricity, even with smaller streams. This is the mission of this work: project a hydro powerplant in a wellspring on Terceira Island. I'm convinced that the use of small streams of water can make difference in remote areas with a low grade of population. Based on the logic of Sustainable Development and Sustainability and looking for a new feature for the present mills along the rivers, many of them in a high state of degradation

## Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJECTIVOS E QUESTÕES ORIENTADORAS .....</b>	<b>13</b>
<b>3 DA PRODUÇÃO ENERGÉTICA À SUSTENTABILIDADE .....</b>	<b>14</b>
3.1 Central Micro Hídrica .....	14
3.1.1 Estudo do Local.....	14
3.1.2 Potência Instalada.....	16
3.1.3 Problemas com as ligações à Rede.....	16
3.1.4 Operação e manutenção da CMH.....	16
3.1.5 Impactes no Ambiente.....	16
3.1.6 A Escolha da Turbina.....	18
3.1.7 O Gerador.....	19
3.1.8 Cálculo da produção.....	22
3.2 O Ecoturismo como sector potenciador de Energias Renováveis .....	23
3.2.1 Ecoturismo .....	24
3.2.2 Perfil do Ecoturista.....	24
3.2.3 Situação Actual do Ecoturismo nos Açores .....	26
3.2.4 A Casa Ecológica .....	30
a) Arquitectura saudável.....	30
b) Fontes Poluidoras.....	34
c) Soluções Energéticas para Casas Ecológicas .....	36
3.3 Descrição histórica do aproveitamento de moinhos de água na ilha Terceira .....	37
<b>4 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>39</b>
4.1 OBJECTIVOS DO ESTUDO .....	39
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	40
4.2.1 Caracterização do clima da ilha Terceira .....	40
a) Humidade .....	40
b) Precipitação acumulada.....	41
4.2.3. Projecção de uma CMH para ser instalada na ribeira do Arrabalde.....	43
a) Caracterização do Local.....	43
b) Localização da CMH .....	46
c) Estudo de Impacte Ambiental e Avaliação de Custo-Benefício .....	49
d) Selecção da turbina para a condições de campo observadas.....	50

4.2.4 Ecoturismo .....	50
a) Localização e Caracterização .....	50
<b>5 RESULTADOS/CÁLCULOS .....</b>	<b>53</b>
5.1 Central Micro-Hídrica .....	53
5.1.2 Cálculo do Caudal .....	53
5.1.3 Turbina .....	53
5.1.4 Gerador .....	53
5.1.5 Produção aproximada .....	53
5.1.6 Aplicações .....	54
5.1.7 Avaliação Custo Benefício .....	55
a) Análise Financeira .....	55
i) Custos totais do investimento .....	56
ii) Custos e receitas operacionais .....	57
iii) Rentabilidade financeira do investimento .....	58
iv) Fontes de financiamento .....	59
v) Sustentabilidade Financeira .....	59
vi) Rentabilidade financeira do capital .....	60
5.2 Ecoturismo .....	62
5.2.1 A Casa Ecológica .....	62
a) Modificações EcoEficientes na Casa Ecológica: .....	62
ii. Iluminação .....	62
iii. Gestão de água .....	62
iv. Produção de Energia .....	63
5.2.2 Viabilidade Económica do condomínio de Turismo Ecológico .....	63
a) Análise Financeira .....	63
i) Custos totais do investimento .....	63
ii) Custos e receitas operacionais .....	64
iii) Rentabilidade financeira do investimento .....	66
iv) Fontes de financiamento .....	67
v) Sustentabilidade Financeira .....	67
vi) Rentabilidade financeira do capital .....	68
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>

<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>
<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>76</b>
8.1 ANEXO I - Medições de Caudal efectuadas nos dois sítios .....	77
8.2 ANEXO II – Tabela de dados da CMH .....	79
8.3 ANEXO III - Sustentabilidade Financeira do Investimento na implantação de uma CMH. .....	80
8.3 ANEXO IV - Plano de Amortização do empréstimo para o condomínio de Turismo Ecológico.....	82
8.4 ANEXO V - Sustentabilidade Financeira do Investimento no condomínio de Turismo Ecológico.....	83
8.5 ANEXO VI - Plano de Amortização do empréstimo para o condomínio de Turismo Ecológico.....	85

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Produção Renovável e Não Renovável em Portugal Continental em 2012 e 2012 respectivamente. (Fonte: REN) .....	11
Ilustração 2 - Produção Acumulada nos Açores, no primeiro semestre de 2013. (Fonte:EDA) .	12
Ilustração 3 – Funcionamento de uma turbina de impulso e de uma turbina de reacção. (Fonte: Wikienergia).....	18
Ilustração 4 - Diagrama do Desenvolvimento Sustentável (Fonte: Adaptado, ambienteecologia.blogspot.pt) .....	23
Ilustração 5 - Sazonalidade da procura Turística na Macaronésia, em 2005. (Fonte: DREM, 2006) .....	27
Ilustração 6 – Evolução temporal do nº camas/Km <sup>2</sup> na Macaronésia. (Fonte: DREM, 2006) ....	28
Ilustração 7 – Evolução temporal da percentagem de estabelecimentos de Ecoturismo na Macaronésia (%). (Fonte:DREM, 2006) .....	29
Ilustração 8 - Humidade relativa média anual (%). (Fonte: AZEVEDO, 1996) .....	40
Ilustração 9 - Precipitação Acumulada (mm). (Fonte: AZEVEDO, 1996) .....	41
Ilustração 10 - Temperatura média anual (°C). (Fonte: AZEVEDO, 1996).....	42
Ilustração 11 - Locais de Medição do Caudal (Fonte: adaptado do Serviço de Cartografia da Secretaria Regional da Habitação e Equipamentos.) .....	43
Ilustração 12 - Trajecto do Caudal da Nascente da Fonte. (Fonte: adaptado de Serviço de Cartografia da Secretaria Regional da Habitação e Equipamentos) .....	44
Ilustração 13 - Canal da ribeira do Arrabalde, Vila de São Sebastião. (Fonte: autor, 2013).....	45
Ilustração 14 - Gráfico de variação do Caudal em função do dia de medição - Nascente da Fonte, São Sebastião (Fonte: autor, 2013). .....	48
Ilustração 15 - Gráfico de variação do Caudal em função do dia de medição - Excesso do tanque, São Sebastião (Fonte: autor, 2013).....	48
Ilustração 16 – Gráfico de análise de tipos de turbina em função da conta e do caudal (Fonte: Paish, 2002).....	50
Ilustração 17 - Antigo moinho transformado em restaurante, Arrabalde (Fonte: autor, 2013)...	50
Ilustração 18 - Restauração de antigo moinho, Arrabalde (Fonte: autor, 2013). .....	51
Ilustração 19 - Maquete da habitação de Turismo Ecológico. (Fonte: Torrecalida) .....	52

## ÍNDICE DE TABELAS

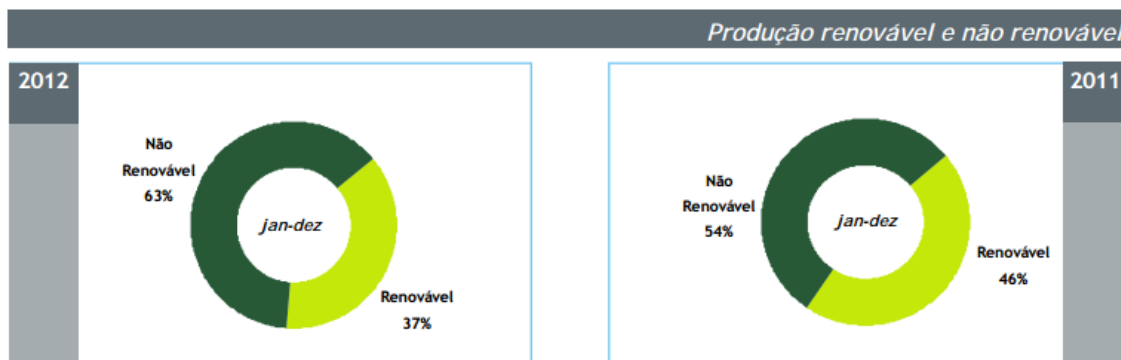
Tabela 1 - Nascentes localizadas na Vila de São Sebastião. (RODRIGUES, 2002).....	44
Tabela 2 - Total de Investimento na CMH (Fonte: autor, 2013).....	56
Tabela 3 - Custos de Operação da CMH. (Fonte: autor, 2013).....	57
Tabela 4 - Rentabilidade Financeira do Investimento (Fonte: autor, 2013).....	58
Tabela 5 - Fontes de Financiamento. (Fonte: autor, 2013) .....	59
Tabela 6 - Custos de Investimento da projecção do condomínio (Fonte: autor, 2013).....	64
Tabela 7 - Custos de Operação do condomínio (Fonte: autor, 2013).....	65
Tabela 8 - Rentabilidade Financeira do Investimento no condomínio de Ecoturismo (Fonte: autor, 2013) .....	66
Tabela 9 - Fontes de Financiamento do condomínio de Ecoturismo (Fonte: autor, 2013) .....	67
Tabela 10 - Rentabilidade Financeira do Capital (Fonte: autor, 2013) .....	68
Tabela 11 - Medições de caudal efectuadas pelo autor na Nascente da Fonte e no Excesso do reservatório de água destinado às actividades agro-pecuárias (Fonte: autor, 2013). .....	77
Tabela 12 - Sustentabilidade Financeira da projecção da CMH (Fonte: autor, 2013). .....	80
Tabela 13 - Empréstimo bancário da projecção da CMH (Fonte: autor, 2013). .....	82
Tabela 14 - Plano de amortização do empréstimo para a projecção da CMH (fonte: autor, 2013). .....	82
Tabela 15 - Sustentabilidade Financeira do Investimento (Fonte: autor, 2013).....	83
Tabela 16 - Empréstimo bancário da projecção do condomínio de Turismo Ecológico (Fonte: autor, 2013). .....	85
Tabela 17- Plano de amortização do empréstimo da projecção do condomínio de Turismo Ecológico (Fonte: autor, 2013).....	85

## 1. INTRODUÇÃO

Em termos económicos, o desenvolvimento das nações está intimamente ligado ao consumo e ao preço da energia. Na verdade, as oscilações que ocorrem no preço da energia repercutem-se directamente em todos os subsectores das actividades económicas com grande impacto nos cidadãos, como por exemplo os transportes, os bens alimentares ou a saúde. Os recursos fósseis são ainda a base dos sistemas energéticos dos países em geral, apesar de todas as controvérsias ambientais associadas e da sua escassez implicar um aumento descontrolado do preço do barril de petróleo. Há uma necessidade crescente de aumentar a produção de electricidade de origem renovável e de continuar a investir no desenvolvimento desta tecnologia. Segundo a Internacional Energy Agency, a Energia Renovável é aquela que deriva de processos naturais (ex: sol, vento) e que é repostada mais rápido do que é totalmente consumida. (IEA, 2008). Em 2009, segundo estatísticas da IEA, a produção mundial de electricidade de origem renovável foi de 19,5% e apenas 3% da energia para transportes terrestres foi de origem renovável.

Há necessidade de aumentar a parcela de energias renováveis, com o objetivo de diminuir a importação de petróleo e de cumprir as metas ambientais estabelecidas no Protocolo de Quioto e nas diretivas comunitárias. Além do mais devido ao esgotamento de algumas das maiores reservas de petróleo, têm-se assistido a uma subida descontrolada do preço destes recursos.

Em Portugal, segundo a REN, a produção total de energia eléctrica a partir de fontes renováveis atingiu níveis recorde, 72 %, no primeiro semestre de 2013. Um aumento absoluto de 34% em relação aos 37% verificados no período homólogo de 2012. O aumento deve-se ao investimento feito nas energias renováveis, nomeadamente no sector Eólico e Solar, e às condições climatéricas favoráveis. Porém, com o acentuar da crise os investimentos devem estagnar. Na ilustração 1, abaixo apresentada, é possível observar o aumento de 9% na produção de electricidade de origem renovável, verificado de 2011 para 2012 na produção.

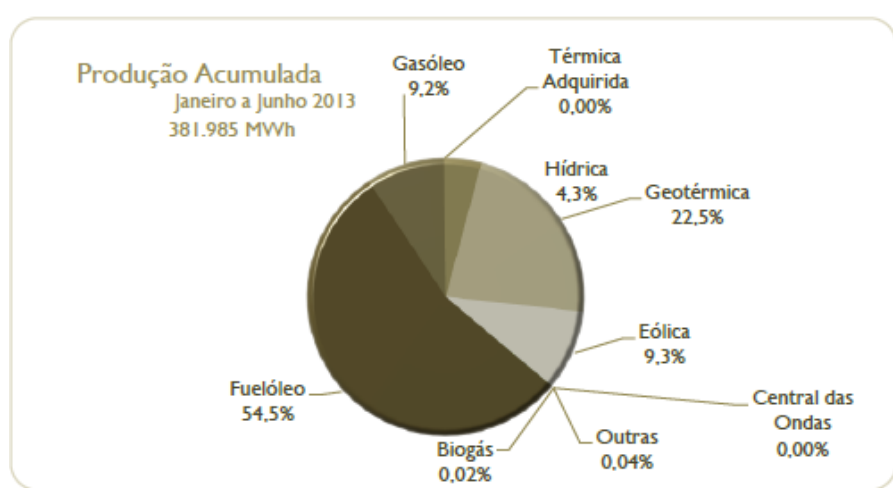


**Ilustração 1** - Produção Renovável e Não Renovável em Portugal Continental em 2012 e 2011 respectivamente.  
(Fonte: REN)

Com os recentes investimentos no sector Solar e Eólico, o hidroeléctrico não tem sido aproveitado, pois o maior potencial bruto (com os melhores caudais e cotas), continua por explorar, tal como se pode constatar nos dados da publicação da REN “*Potencial Hidroeléctrico Nacional*”, que abaixo se cita:

“Em condições hidrológicas médias a produção de origem hidroeléctrica actual poderá satisfazer cerca de 25% do consumo total do país, esta situação corresponde a uma utilização de cerca de 60% do potencial, técnica e economicamente aproveitável dos nossos rios” (REN, 2006). Os potenciais mais pequenos são aproveitados por Micro Hídricas (doravante designada por CMH), normalmente por fio de água.

A Região Autónoma dos Açores também tem investido fortemente na área das energias renováveis. Segundo dados publicados pela EDA, de Janeiro a Junho de 2013, a produção de energia eléctrica na área de influência da EDA, ascendeu aos 381.985 MWh, sendo 36,2% de origem renovável e 63,7% de origem térmica, da qual, 54,5% foi obtida de produção a fuelóleo e 9,2% de produção a gasóleo.



**Ilustração 2** - Produção Acumulada nos Açores, no primeiro semestre de 2013. (Fonte:EDA)

Os Açores são caracterizados por um clima ameno e húmido, que facilita o aparecimento de vários cursos de água, normalmente, ribeiras, dependendo, contudo, de ilha para ilha.

Tendo em conta que o seu caudal não é suficiente para a instalação de grandes equipamentos, como barragens ou grandes centrais de aproveitamento por fio de água, recorre-se normalmente ao aproveitamento da água para a produção de electricidade por fio de água, com a instalação de uma central Hídrica de baixa potência, Central Micro-Hídrica.

A Vila de Sebastião, freguesia histórica da ilha Terceira, é atravessada por uma ribeira com caudal anual quase contínuo, no entanto esse caudal encontra-se repartido em três.

Por outro lado os Açores são uma atracção turística devido à sua beleza natural e património histórico, valores esses que têm de ser preservados e alguns deles recuperados. Por exemplo, a Vila de São Sebastião é uma freguesia histórica localizada na ilha Terceira, e com significado histórico no contexto português, aquando da Batalha da Salga, tornando-se um ponto de resistência fulcral à Invasão espanhola. É nomeada a

capital do reino por Decreto de 15 de Março de 1830 (DRUMMOND, 1981). Devido a este valor histórico associado e a algumas belezas naturais para observar na freguesia como a Baía da Salga, Baía das Contendas (dos únicos sítios na Europa onde se pode facilmente avistar o garajau-rosado) é necessário potenciar este local turisticamente mas em simbiose com o meio ambiente e os seus recursos naturais. É disto que este estudo trata também, avaliar a possibilidade de criação de turismo ecológico na Vila de São Sebastião.

## **2 OBJECTIVOS E QUESTÕES ORIENTADORAS**

Este trabalho teve como principal objectivo o planeamento da recuperação do património histórico e natural da Vila de São Sebastião sem descurar as necessidades energéticas actuais e o potencial hídrico da freguesia.

Este estudo actuou principalmente sobre duas vertentes:

- Avaliação da viabilidade de implantação de uma CMH de fio de água na ribeira do Arrabalde na Vila de São Sebastião;
- Avaliação da possibilidade da restauração dos moinhos da freguesia para habitações de turismo ecológico;

Para fundamentação do estudo recorreu-se a uma análise ambiental, económica e social da implantação da CMH, conjuntamente com a análise da viabilidade de criação de turismo ecológico naquela zona específica.

Pretendeu-se com este estudo aprofundar os conhecimentos de temáticas como Desenvolvimento Sustentável, Energia Hidroeléctrica, Turismo Ecológico, adquiridos ao longo da Licenciatura em Energias Renováveis e no Mestrado em Engenharia do Ambiente na Universidade dos Açores.