



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Civil

ISEL



HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL

Análise Comparativa de Tecnologias Inovadoras de Construção Aplicadas em Projecto

Nuno Filipe de Figueiredo Santos Pita Soares
Licenciado em Engenharia Civil

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil

(Documento Provisório)

Orientador

Engenheiro Fernando José Figueiredo Girão Marques (IST)

Co-orientador

Engenheiro Jorge Manuel Grandão Lopes (Eq. Prof. Adj. ISEL, Inv. Princ. LNEC)

Júri

Doutora Maria Helena Marecos do Monte (Prof. Coord do ISEL) ;

Engenheiro Fernando José Figueiredo Girão Marques (IST);

Engenheiro Jorge Manuel Grandão Lopes (Eq. Prof. Adj. ISEL, Inv. Princ. LNEC);

Doutor Manuel Fernandes Marques Inácio (Eq. Prof. Adj. ISEL);

Novembro de 2009

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus Pais o esforço e dedicação que me dispensaram para que eu pudesse atingir o meu curso. Tudo o que sou, é mérito Deles.

Agradeço também a toda a minha família e amigos, que me ajudaram a chegar onde cheguei.

Um vivo agradecimento ao Eng.º Fernando Girão Marques pela sabedoria e objectividade que o caracterizam, e ao Eng.º Grandão Lopes, que me deu apoio sempre que necessário.

Em lugar de destaque, quero dar um especial agradecimento à Mónica, a minha carmetade, pela imensurável ajuda e acompanhamento que sempre me deu e continua a dar.

E por fim ao meu querido Francisquinho que se viu privado de estar comigo, nas longas horas de trabalho, dispendidas na preparação desta Tese, um grande XICORAÇÃO!!!

A TODOS BEM HAJAM!!!

A Terra tem o suficiente para todas as nossas necessidades,
mas somente o necessário.”

Mahatma Gandhi

ÍNDICE GERAL

RESUMO/ABSTRACT	1
Introdução	5
Capítulo I: Habitação Sustentável – Noções Operatórias	7
I. 1. Desenvolvimento Sustentável	8
I. 2. Energias Renováveis	9
I. 2.1 Legislação associada à Microgeração de Energia	15
I. 3. Tecnologias em estudo	19
I.3.1 Geotermia;	19
I.3.2 Paineis Solares	23
I.3.2.1 – Paineis Solares Térmicos	25
I.3.2.2 – Paineis Solares Fotovoltáicos	29
I.3.3 Microgeração Eólica;	33
I.3.4 Aproveitamento de Águas Pluviais;	38
I.3.5 Aproveitamento de Águas Subterrâneas;	45
Capítulo II: Avaliação Comparativa das Tecnologias em estudo	51
II. 1. Geotermia vs Paineis Solares Térmicos	52
II. 2 Microgeração Fotovoltaica vs Microgeração Eólica	54
II. 3. Aproveitamento de Águas Pluviais vs Águas de Subterrâneas.....	57
Capítulo III: Aplicação em Projecto das Tecnologias em estudo	60
III. 1. Discussão e escolha das Tecnologias	60
III. 2. Estudo da aplicação em Projecto	68
Conclusão	73
Glossário	78
Bibliografia	79
Anexo	
Anexo I – Planta Geral	

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Exemplo de um tipo de casa sustentável.....	7
Fig.2 – Desenvolvimento sustentável, evolução harmoniosa da sociedade, economia e ambiente.....	9
Fig.3 – Os quatro elementos do Planeta Terra: Ar, Água, Fogo e Terra.....	10
Fig.4-O equilíbrio energético no Planeta.....	10
Fig.5 – Mapa de climatologia de Portugal – Vento.....	12
Fig. 6 – Índices de vento (m/s) na Europa.....	13
Fig. 7- Precipitação média mensal no período de 30 anos, 1971 a 2000.....	14
Fig. 8- Tarifas de remuneração, tabela Outubro 2008, da microprodução para diferentes Tecnologias.....	17
Fig. 9- Cenário de evolução de tarifa de venda à rede para um sistema solar fotovoltaico.....	18
Fig.10 – Energia Geotérmica – instalação de uma central	20
Fig. 11 - Instalação geral de Geotermia numa habitação, tipo horizontal.....	21
Fig. 12 - Comparação de sistema convencional e geotermia.....	21
Fig.13 – Circuito de uma instalação geotérmica.....	22
Fig. 14 - Painéis solares térmicos.....	24
Fig. 15 Painéis solares fotovoltaicos, instalação no chão tipo árvore.....	24
Fig. 16 – Instalação de painéis – exemplo telhado de uma habitação.....	25

Fig. 17 – Instalação de painéis – exemplo cobertura de parque estacionamento.....	25
Fig. 18 – Instalação painéis solares térmicos.....	26
.Fig. 19 – Níveis de radiação Solar em Portugal.....	27
Fig. 20 – Esquema de montagem e aproveitamento da radiação.....	28
Fig. 21 – Célula Fotovoltaica.....	30
Fig. 22- Painéis solares fotovoltaicos utilizados em aplicações espaciais.....	31
Fig. 23- Ilustração do processo de instalação dos painéis fotovoltaicos.....	32
Fig.24 – Ventoinha eólica.....	34
Fig. 25 – Mapa da velocidade do vento e Mapa das horas de ano de vento.....	35
Fig. 26- Sistema base da Microgeração eólica.....	37
Fig – . 27- Reservas e uso de água pelos diferentes sectores: doméstico, industrial e agricultura.....	38
Fig. 28 - Ciclo da água ou ciclo hidrológico.....	39
Fig. 29 – Aproveitamento da água da chuva.....	40
Fig. 30 – Exemplo de uma instalação para o aproveitamento das águas pluviais	44
Fig. 31- Águas subterrâneas - diferentes regiões hidrológicas do subsolo.....	46
Fig.32 – Imagem elucidativa de um aquífero analisando as propriedades físicas de permeabilidade e porosidade do solo/rocha.....	47
Fig.33 – Tipos de aquíferos.....	48
Fig. 34 – Maquinaria utilizada execução de um furo.....	49
Fig.35 – Características de um Tipo de furo	50

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Geotermia: Aspectos positivos e negativos.....	52
Quadro 2 – Painéis solares térmicos: Aspectos positivos e negativos.....	53
Quadro 3 – Painéis solares fotovoltaicos: Aspectos positivos e negativos.....	55
Quadro 4 – Microgeração eólica - Aspectos positivos e negativos.....	56
Quadro 5 – Aproveitamento Águas superficiais: Aspectos positivos e negativos.....	58
Quadro 6 – Aproveitamento Águas subterrâneas: Aspectos positivos e negativos.....	58
Quadro 7 – Valores aproximados do investimento inicial, rentabilidade e amortização médias das tecnologias em estudo.....	61
.Quadro 8 – Análise Comparativa Geotermia Vs Painéis Solares Térmicos.....	65
Quadro 9 – Análise Comparativa Microgeração Fotovoltaica vs Microgeração Eólica.....	66
Quadro 10 – Análise Comparativa Aproveitamento de Águas Pluviais vs Aproveitamento de Água Subterrâneas.....	67
Quadro 11 – Aspectos Gerais a ter em conta em Projecto.....	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Investimento inicial para implementação das tecnologias em estudo, em 2009.....	62
Gráfico 2 – Rentabilidade das tecnologias em estudo, em 2009.....	63
Gráfico 3 – Amortização média das tecnologias em estudo, em 2009.....	64
Gráfico 4 – Percentagem do custo aproximado numa obra, em 2009.....	76



RESUMO

A problemática das Energias não Renováveis no Mundo actual cria necessidades que todos os profissionais na área da construção civil devem ter em conta na sua maneira técnica de agir. A construção sustentável é uma realidade cada vez mais presente no nosso quotidiano, traduzindo-se no aparecimento de tecnologias inovadoras de construção.

A evolução da construção tende a acompanhar as necessidades associadas ao bem-estar do Homem e também atender à componente ecológica. A opção correcta das tecnologias a aplicar numa determinada habitação pode reflectir-se numa optimização dos recursos tecnológicos a utilizar.

As exigências de conforto obrigam os projectistas a adquirirem conhecimentos nesta área específica, de modo a que no futuro as nossas habitações sejam mais económicas e ambientalmente mais satisfatórias.

Sendo uma matéria relativamente recente, motivada pelas crises energéticas que tivemos no passado e com previsão de mais crises futuras, é imperativo o desenvolvimento e conhecimento desta área na construção civil.



PALAVRAS-CHAVE

- Ambiente
- Conforto
- Construção Civil
- Ecologia
- Economia
- Energia
- Qualidade
- Projecto
- Renovável
- Sustentável
- Tecnologia



ABSTRACT

The problems concerned with Non-Renewable Energies in today's World demand an effort from all the professionals working in the civil construction industry. Sustainable construction it's a growing reality that is increasingly present in our day-to-day, throughout modern construction technologies.

The evolution of construction usually follows men's needs as well as the ecological component. The correct choice of technologies that are used in a house may well be reflected in an optimization of resources.

Comfort needs demand that designers should develop knowledge in this specific area, assuring that our future houses will be not only more and more economic but also environmentally fulfilling.

Given the fact that this is a relative recent subject, greatly motivated by the energetic crisis that we've been through and the ones that will follow, it's development and knowledge are imperatives to the civil construction area.



KEY WORDS

- Civil Construction
- Comfort
- Ecology
- Energy
- Environment
- Quality
- Project
- Renewable
- Sustentable
- Technologies



Introdução

Para quem está profissionalmente ligado à área de Projecto, é confrontado muitas vezes com a problemática das Energias Renováveis e todas as Tecnologias Inovadoras de Construção a si associadas. A escolha deste Tema advém da necessidade de saber dar respostas concretas e lógicas neste domínio e à sua aplicação em projecto.

A possibilidade de comparar soluções, analisando vantagens e desvantagens, servirá de metodologia de estudo para profissionais de Engenharia Civil, ligados à área de Projecto.

Um factor de estímulo na elaboração da presente Tese é a temática se enquadrar numa matéria actual, de Futuro e Universal, o que motiva não só apenas a nível académico mas também ao nível profissional. Permite adquirir e aplicar conhecimentos de forma a exercer com competência esta profissão no Futuro, com uma postura mais sensata e com uma maior visão da Sustentabilidade.

O vertente trabalho académico enquadra-se numa temática bastante actual, as Energias Renováveis. A construção civil está intimamente envolvida com a temática referida e a sua importância pode ser verificada pelo relevo da legislação inerente. Exemplo disso está na necessidade de aplicação do Sistema de Certificação Energética [3], que se encontra em vigor desde 1 de Janeiro de 2009.

Este trabalho terá aplicabilidade real, quer ao nível de Projecto de Arquitectura, quer ao nível dos Projectos de Especialidades. O licenciamento deste tipo de projectos contempla e estimula a aplicabilidade das Energias Renováveis, obrigando a estarem de acordo com a legislação requerida [2].



Com efeito, o objectivo é a concepção de um Estudo Prévio de uma Habitação Sustentável, tendo em conta os seguintes factores: Conforto, Economia, Energia e Ecologia, fazendo uma Análise Comparativa de Soluções Inovadoras das Tecnologias a utilizar na moderna construção civil.

Pretende-se concluir que alternativas sustentáveis são Aplicáveis em Projecto, sempre com uma vertente de observação das vantagens e desvantagens de alguns sistemas existentes no mercado Português. Quais as tecnologias inovadoras que apresentam maior fiabilidade para serem aplicadas numa Habitação sustentável. A tomada de decisão será baseada num conjunto de características e factores que apresentam as opções estudadas.

Tem como base, a aplicação prática das soluções mais vantajosas num Estudo Prévio de Projecto de uma moradia tradicional, com o intuito de concretizar uma Habitação Sustentável [2].

Foi utilizado, para efeitos de pesquisa para a elaboração do presente trabalho académico, o suporte de conteúdo informativo inserto em bibliografia avulsa e consultas na Internet.



Capítulo I: Habitação Sustentável – Noções Operatórias

O objectivo deste estudo será demonstrar a viabilidade de se poder projectar uma habitação sustentável atentos aos pontos de vista económico, ambiental, social e cultural. Com utilização de energias renováveis e tecnologias onde se pretende demonstrar a existência de uma melhoria na qualidade de vida, a longo prazo, e também uma maior sustentabilidade de acordo com um melhor aproveitamento e conservação do meio ambiente.



Fig.1 – Exemplo de um tipo de Casa Sustentável [9].

A habitação sustentável está intimamente relacionada com a problemática do desenvolvimento sustentável. Teremos a preocupação de efectuar e apoiar a Construção Sustentável, conceito introduzido em 1984 numa comunicação do Prof. Charles Kilbert, Universidade da Florida [41].



A procura de novos modelos e técnicas de construção das habitações vão cada vez mais ao encontro da problemática ambiental. Assim o uso de matérias-primas com longevidade e materiais recicláveis; a limitação dos recursos associados ao carbono, recursos esgotáveis e não renováveis; a inserção da habitação com o meio envolvente, tirando partido de tudo o que podemos traduzir em conforto, rentabilidade económica, aproveitamento e eficiência.

A energia pode ser produzida através de recursos naturais, constituindo uma mais valia à vida e ao desenvolvimento económico e social. Permite ao homem uma vida com conforto.

Hoje em dia, o Homem encontra uma panóplia de opções e equipamentos que lhe permite produzir e aproveitar na sua própria habitação energia e recursos mais favoráveis ambiental e economicamente.

Cultural e socialmente é de salientar a educação das populações no aproveitamento, conservação e equilíbrio do meio em que vivemos, de modo a permitir que os nossos filhos e netos vivam num Planeta cada vez melhor.

Para desenvolvermos este estudo será necessário referir outras temáticas como o desenvolvimento sustentável e energias renováveis.

I. 1. Desenvolvimento Sustentável

O conceito de Desenvolvimento Sustentável surgiu em 1987 no relatório de Brundtland intitulado “Nosso Futuro Comum”. Pressupõe “o desenvolvimento que completa e satisfaz as necessidades das gerações actuais, sem colocar em risco a possibilidade das próximas gerações satisfazerem também as suas próprias necessidades” [42]. Supõe um esforço e educação cada vez mais exigente de modo a utilizar com responsabilidade os recursos naturais existentes.



O desenvolvimento sustentável está intimamente relacionado com a protecção ambiental, desenvolvimento económico e social. Só haverá uma evolução harmoniosa se houver uma relação equilibrada entre a sociedade (factor social e cultural), a economia e o ambiente.



Fig.2 – Desenvolvimento sustentável, evolução harmoniosa da sociedade, economia e ambiente [10].

I. 2. Energias Renováveis

O conceito de energia é um conceito que pode ser utilizado em vários contextos, de várias áreas científicas. Num contexto generalizado refere-se à capacidade de realizar trabalho, existindo diversas formas de apresentação.

As energias renováveis têm como fonte energética os recursos naturais que naturalmente se regeneram constituindo as fontes inesgotáveis de energia.

Os combustíveis fósseis, fonte esgotável de energia, a nível ambiental causam a degradação irreversível do ambiente. Tem havido um crescente interesse a nível mundial no aproveitamento de outro tipo de recursos, os que provêm de fontes naturais inesgotáveis [2].



As fontes naturais encontram-se nos 4 elementos principais do Planeta Terra, como o Fogo, a Água, o Ar e a Terra (solo).



Fig.3 – Os quatro elementos do Planeta Terra: Ar, Água, Fogo e Terra [11].

O Sol, com as suas radiações, constitui uma fonte inesgotável de energia. É possível a sua captação e conversão em outras formas de energia. Na figura seguinte podemos observar, em percentagem, a quantidade de energia que é emitida pelo sol e o seu percurso, constituindo o equilíbrio energético do Planeta Terra.

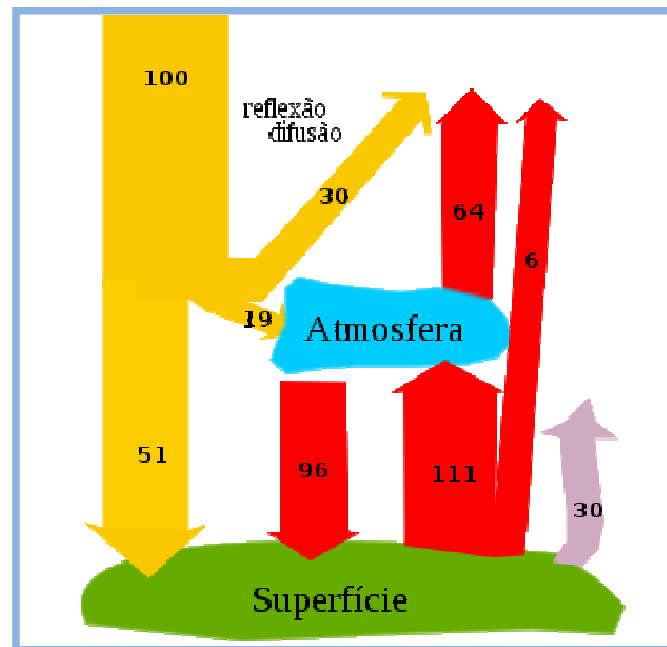


Fig.4-O equilíbrio energético no Planeta [12].



Na fig. 4, a amarelo, observamos a radiação solar que incide na Terra, em termos médios:

- 51% é absorvida pela superfície terrestre.
- 19% vão para a estratosfera, absorvida pelas moléculas de azoto e oxigénio das radiações ultravioletas.
- 30% é perdida, por reflexão (24%) e difusão (6%)

A vermelho, correspondem as percentagens da energia irradiada pela superfície, na gama dos infravermelhos. Corresponde a 117% do total de radiação que incide sobre a Terra (inclui atmosfera):

- 6% é emitida da superfície directamente para o espaço.
- 111% é absorvida pelos gases de estufa da atmosfera
- 96% Energia que é devolvida da atmosfera à superfície (emissão terrestre)
- 64% emitida pela atmosfera para o espaço (emissão atmosférica)

Traduz um equilíbrio do sistema Terra/Atmosfera: a radiação emitida pelo espaço é igual à radiação solar incidente (reflexão (24%) + difusão (6%) + emissão atmosférica (64%) + emissão terrestre (6%) = 100%).

Contudo a superfície terrestre absorve mais radiação do que aquela que emite e a atmosfera radia mais energia do que aquela que absorve. O excedente, em ambos os casos, 30%, equilibra o sistema de modo a não haver aquecimento da superfície e arrefecimento da atmosfera.

As fontes naturais encontram-se distribuídas em toda a Terra havendo locais mais favorecidos que outros. Geograficamente temos locais onde haverá maior incidência das radiações solares; locais mais ventosos; locais onde a crosta terrestre é mais fina e permite utilizar o calor interno da terra, locais onde a acção do mar,



oceanos e ondas e vento é mais forte, permitindo utilizar e armazenar a energia dos processos referidos.

Portugal, é um dos países da Europa com maior disponibilidade de radiação solar. O número médio anual de horas de Sol que temos no nosso país é em média 2.200 a 3.000 horas, em comparação, com a Alemanha, que tem cerca de 1.200 a 1.700 horas de exposição solar [38].

Portugal tem tido, nos últimos anos um vasto desenvolvimento na área da energia eólica com a criação de campos eólicos.

Na figura seguinte, podemos observar a intensidade do vento (assinalado em diferentes cores e segundo os padrões da legenda, sendo o violeta correspondente a ventos mais fortes (10 m/s) e o branco (0 m/s) aos mais fracos. Como podemos observar, em Portugal, as zonas com maior potencial a nível de desenvolvimento da energia eólica, são as zonas a amarelo, zonas costeiras e zonas montanhosas, de maior altitude [51].

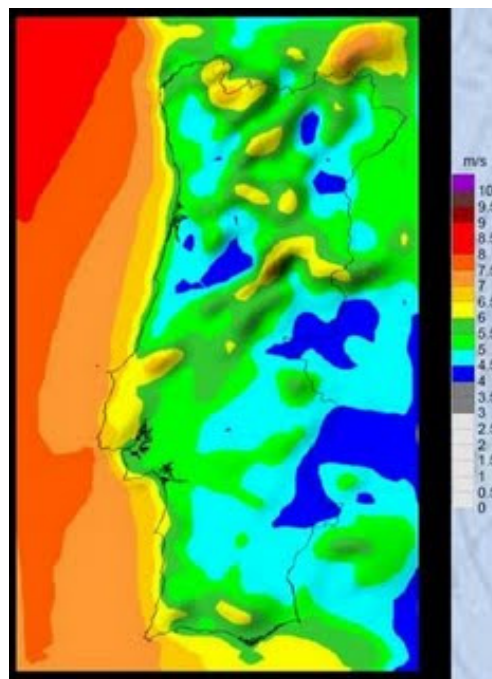
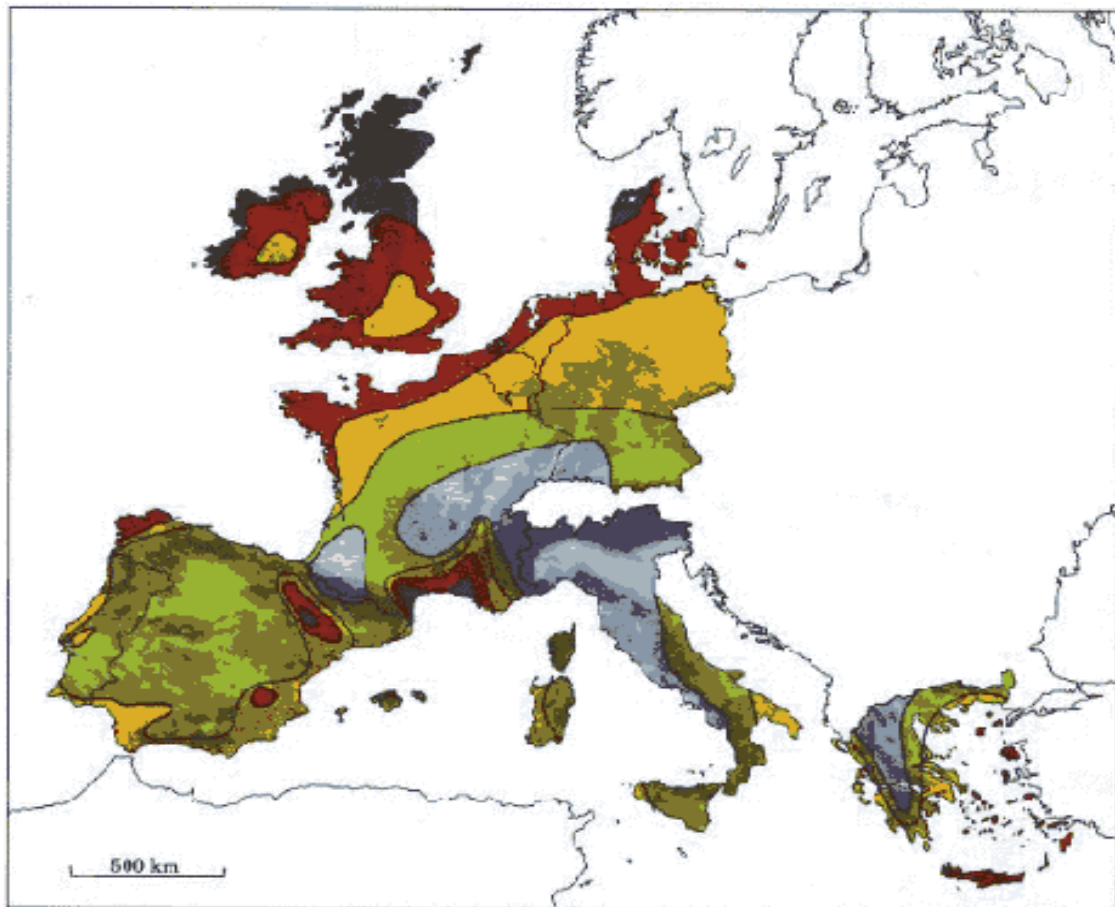


Fig.5 – Mapa de climatologia de Portugal [13].



Na fig.6, apresenta-se o mapa da Europa, onde podemos observar os índices de vento. Em Portugal predominam os ventos entre 3.6 a 4.5 m/s, existindo zonas de maior potencial energético a 4,5 m/s a 6.9 m/s. A Zona norte da Europa e Reino Unido, são as zonas europeias com maior potencial [74].



Wind resources ¹ at 50 metres above ground level for five different topographic conditions									
Sheltered terrain ²		Open plain ³		At a sea coast ⁴		Open sea ⁵		Hills and ridges ⁶	
ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²
> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1300
5.0-6.0	150-250	5.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
4.5-5.0	100-150	5.0-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

Fig. 6 – Índices de vento (m/s) na Europa [74].



A energia eólica apresenta em Portugal uma das maiores taxas de crescimento no momento devido aos níveis de produção serem elevados.

No entanto haverá outros países que no aproveitamento de águas pluviais serão mais eficientes pois a nossa taxa de precipitação anual em comparação com outros países da Europa é menor.

No gráfico abaixo (fig. 7) podemos observar a precipitação média dos últimos 30 anos. Em média, tivemos uma precipitação média de 60.48 mm/mês ou 2.02 mm/dia, que são valores relativamente baixos [49].

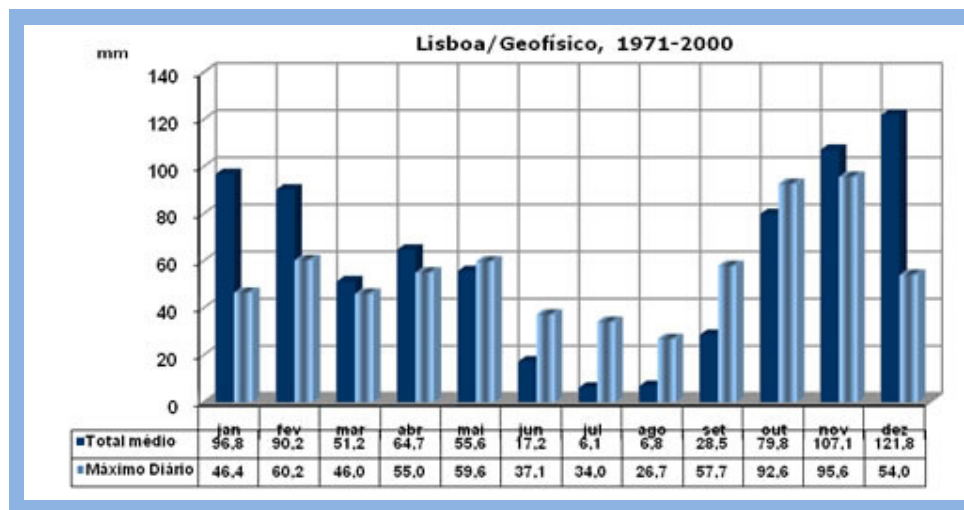


Fig. 7- Precipitação média mensal no período de 30 anos, 1971 a 2000 [14].

Nos últimos anos em Portugal tem havido um maior desenvolvimento e procura das formas de energia renováveis. Nas habitações, em pequena escala, começou-se nos últimos anos a ter bastante interesse, cada indivíduo criar energia suficiente para o seu próprio sustento. A produção de energia no local de consumo é economicamente bastante favorável.

A adaptação das construções à produção de energia, como formas independentes e auto sustentáveis, tem tido um interesse relevante a nível social e



económico. Inserir as habitações no meio e tirar partido das características físicas do mesmo, de modo a aumentar o conforto e a eficiência, são os princípios de uma construção sustentável.

Equipar as construções de modo a estarem preparadas para o seu auto sustento e algumas melhorias na construção, são medidas que se podem tomar de modo a permitir às pessoas uma poupança energética, que a longo prazo se torna economicamente favorável.

Actualmente, existem apoios do estado que permitem e incentivam a população à produção independente e com a perspectiva de se associarem à EDP (Electricidade de Portugal), para a venda da energia que não é utilizada. Os projectos ainda são prematuros e o licenciamento ainda é limitado.

I.2.1 – Legislação associada à Microgeração de Energia [5]

A microgeração é um conceito utilizado para uma pequena de escala (indivíduo, comunidades, empresas) no que se refere à geração de energia (calor ou potência).

O Decreto-Lei, DL 363/2007 de 2 de Novembro [5], estabelece o regime jurídico aplicável à microprodução em Portugal. São definidos diversos aspectos, tais como o papel das várias entidades envolvidas na microprodução (produtores, instaladores, EDP, DGEG (Direcção Geral de Energia e Geologia), os requisitos para o licenciamento das instalações e o valor da tarifa bonificada aplicável pelo Estado a cada tecnologia.

As entidades que têm acesso à actividade de microgeração são todas as que possuem um contracto de fornecimento de electricidade de baixa tensão. Ou seja, estão abrangidos indivíduos, empresas, condomínios, entidades públicas e quaisquer outras entidades, desde que disponham de um contracto de fornecimento de electricidade. Cada entidade ou individuo podem instalar tantos sistemas de



microgeração quantos os contratos de fornecimento de electricidade de que seja titular. Por exemplo, uma pessoa que tenha duas casas com contratos de electricidade em vigor, pode instalar dois sistemas de microprodução independentes.

Para iniciar o licenciamento de uma instalação primeiramente efectua-se o registo do Micro produtor no site criado para o efeito pela DGEG, em www.renovaveisnahaora.pt. [101] . Seguidamente, regista-se a instalação logo que a viabilidade do registo seja confirmada pela DGEG. O Micro produtor tem 120 dias para efectuar a instalação dos equipamentos para a microprodução e requerer o certificado de exploração da mesma. Após a certificação, dependente de outra entidade, a Certiel, a instalação é ligada à rede pública e assinado o contrato de venda da energia com a EDP.

A legislação supõe a atribuição de tarifas bonificadas a sistemas de microprodução baseados em determinadas tecnologias, desde que tenham potências iguais ou inferiores a 3,68kW.

O Decreto-Lei, DL 363/2007 de 2 de Novembro [5] estabelece limites à potência total dos sistemas de microprodução que podem ser ligados à rede em cada ano (10MW em 2008, com aumentos de 20% a cada novo ano). O que confere um limite à quantidade de instalações que podem ser licenciadas por ano. Desde que a legislação foi publicada tem-se verificado que a procura é muito superior à quantidade de licenças em concurso. Periodicamente, a DGEG vai atribuindo as licenças disponíveis em pequeno número, (no site www.renovaveisnahaora.pt) [101], mas a concorrência é vasta e os registos efectuados com sucesso são poucos relativamente à procura.

A totalidade da energia produzida por um sistema de microprodução é vendida à EDP. O valor da venda depende da tecnologia de produção e da tarifa bonificada em vigor aquando o registo na DGEG.

Em 2008, a legislação estabeleceu uma tarifa bonificada de referência de 0.65€/kWh, aplicável aos primeiros sistemas que fossem registados, até se perfazer uma potência de 10MW a nível nacional (aproximadamente 3000 instalações). Para



os registos seguintes o valor da tarifa aplicada foi reduzido em 5% por cada 10MW adicionais que forem instalados.

O preço de venda final depende da tecnologia de produção instalada. A tarifa aplicável a cada tecnologia é definida em percentagem do valor de referência que esteja em vigor. A tabela seguinte mostra as percentagens aplicáveis às diferentes tecnologias.

Tarifas de remuneração da microprodução para diferentes tecnologias

Tecnologia de produção	% da tarifa de referência	Valor em Outubro de 2008
Solar fotovoltaica	100%	0,650 €/kWh
Eólica	70%	0,455 €/kWh
Hídrica	30%	0,195 €/kWh
Cogeração a biomassa	30%	0,195 €/kWh
Tarifa de consumo BTN*	18%	0,114 €/kWh

* Tarifa simples de BTN, aplicável a potências entre 3,2kVA e 20,7kVA.

Fig. 8- Tarifas de remuneração, tabela Outubro 2008, da microprodução para diferentes tecnologias [15].

Com valores em vigor para as diferentes tecnologias, associadas ao custo do investimento inicial, custo do equipamento e instalação, pode-se avaliar a solução mais rentável. Actualmente, a microprodução solar fotovoltaica é a solução mais rentável. A energia produzida a partir de painéis solares é vendida a 0,65 cêntimos (em 2008).

Nos primeiros 5 anos de funcionamento, a tarifa estabelecida é a que se encontrava em vigor aquando do registo da instalação da microprodução. Após esse período e durante os próximos 10 anos, a tarifa bonificada aplicável em cada será a mesma que estiver em vigor nesse ano para novas instalações. Depois dos primeiros quinze anos da instalação a tarifa de venda será, em cada ano, igual à tarifa de compra de electricidade em baixa tensão.



O gráfico seguinte ilustra a evolução da tarifa de venda de uma instalação de microprodução licenciada no ano de 2008, com base num hipotético cenário em que são instalados no país 10MW por ano e em que o aumento médio do preço da electricidade é de 4% ao ano.



Fig. 9- Cenário de evolução de tarifa de venda à rede para um sistema solar fotovoltaico [15].

As instalações de microprodução para serem abrangidas pela tarifa bonificada, além de serem geradoras de electricidade incluem um sistema solar térmico para aquecimento de Águas Quentes Sanitárias e também para climatização. O que permite poupar nos consumos de gás, gasóleo ou electricidade, contribuindo para a rentabilidade global da instalação.

Associada à microprodução existem diversos incentivos fiscais que contribuem para aumentar a rentabilidade do investimento inicial: dedução à colecta de 30% dos custos de investimento (limite de 777€), isenção total de IVA na venda de electricidade à EDP, isenção total de IRS/IRC na venda de electricidade à EDP, até ao limite anual da receita de 5000 euros [63,79,95,101]



I. 3. Tecnologias em estudo

Hoje em dia, já existe uma vasta gama de soluções que se podem associar a uma construção e permitir o seu auto sustento a nível energético e hídrico [2].

Este estudo vai incidir sobre uma habitação unifamiliar com cerca de 200m², onde vão habitar 4 indivíduos localizada na zona da Grande Lisboa e com um custo de construção aproximado de 825 €/m². Requer-se uma habitação que tenha um nível de conforto elevado, que a sua auto sustentabilidade seja economicamente rentável a médio prazo e que a eficiência energética seja satisfatória recorrendo a novas tecnologias.

Os processos de microgeração em que vamos estudar a sua aplicação são: painéis solares e fotovoltaicos, para produção de energia térmica e eléctrica, geotermia, microgeração eólica e aproveitamento de águas, pluviais e subterrâneas.

Actualmente, como já foi referido, estão previstos incentivos do estado para indivíduos que queiram efectuar microgeração, e o excesso de energia produzido e não utilizável poder ser vendido à EDP. A microgeração equilibra, de um forma dinâmica, a oferta e procura da energia eléctrica.

I.3.1 Geotermia [4]

A Energia geotérmica é a energia que se obtém através do calor interno da Terra, (do Grego *Geo* refere-se a Terra e *Termia* a calor) [58].

O calor provém de diversas fontes, como o calor gerado aquando a formação do planeta, decaimento radioactivo de minerais e absorção da radiação solar.



Esta energia é limitada a locais limite de placas litosféricas, onde a crosta terrestre é mais fina, possibilitando a extracção do calor interno e consequentemente a instalação de grandes centrais geotérmicas (Fig 10) que permitem a geração de electricidade. Apesar de limitada geograficamente é económica e ambientalmente bastante favorável.

A uma grande escala a libertação dos gases internos da Terra (alguns nocivos à vida) produzem efeitos menos prejudiciais que os combustíveis fósseis, o que a torna uma boa escolha na mitigação do aquecimento global.

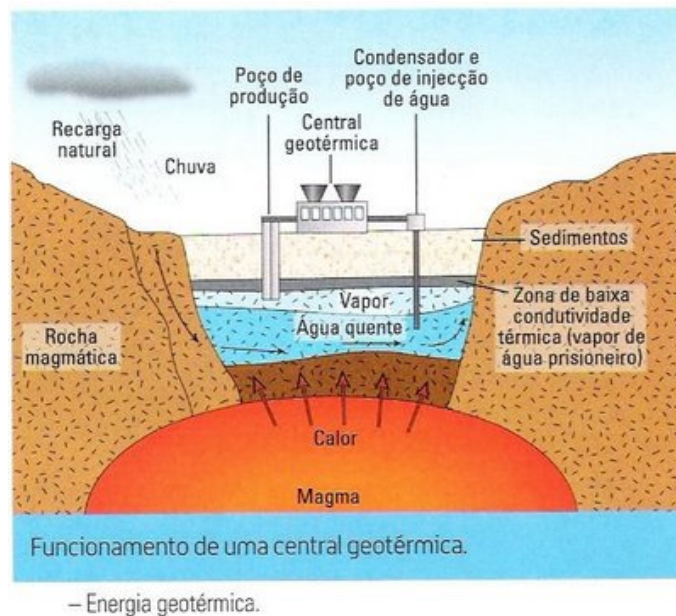


Fig.10 – Energia Geotérmica – instalação de uma central [16].

Actualmente, com o avanço de novas tecnologias proporciona-se a extracção do calor a uma escala bastante menor, possibilitando a utilização deste recurso natural à escala doméstica (Fig 11). Baseia-se no facto de o Solo, a poucos metros de profundidade ter a capacidade de manter constante a temperatura (entre 5º a 18ºC), independente do calor externo da Terra [78].

Diariamente a Terra absorve a energia solar, armazenando-a sobre a forma de calor.

Existem dois tipos de instalação, uma vertical, mais dispendiosa mas que não ocupa o terreno, sendo apenas necessário efectuar-se um furo e uma horizontal, em que será necessário a utilização de alguns m² de terreno (tem de haver disponibilidade física) e terá que se fazer escavações na ordem de poucos metros (normalmente entre 1 e 6). A opção a tomar, pode basear-se no facto de existir ou



não disponibilidade de terreno ou se é possível efectuar o furo sem atravessar zona impeditivas, como por exemplo reservatórios de água subterrânea (aquíferos).

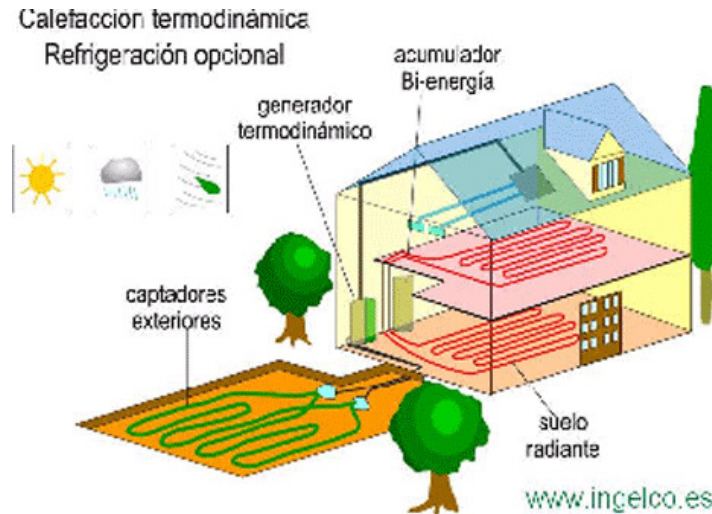


Fig. 11 - Instalação geral de Geotermia numa habitação, tipo horizontal [17].

Nos últimos 10 anos tem ocorrido uma grande implementação deste sistema nos países nórdicos, em detrimento do uso das tecnologias associadas aos combustíveis fósseis.

Na figura seguinte, pode observar-se a comparação de um sistema convencional com um sistema de Geotermia; podemos verificar que a variação da temperatura no Inverno e Verão, com um sistema de Geotermia é constante, independentemente da temperatura exterior [96].

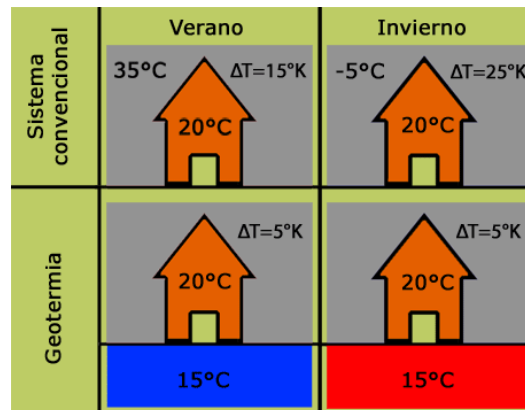


Fig. 12 - Comparação de sistema convencional e geotermia [78].



O processo de utilização do calor interno da Terra para aplicar numa habitação, requer o uso de uma bomba de calor, ligada a um circuito de tubos onde circula água (Fig 13). O calor obtido é ligado a permutadores de calor a uma temperatura que permite o aquecimento da casa recorrendo a chão radiante, radiadores ou ventiladores. É uma tecnologia que confere conforto à habitação.

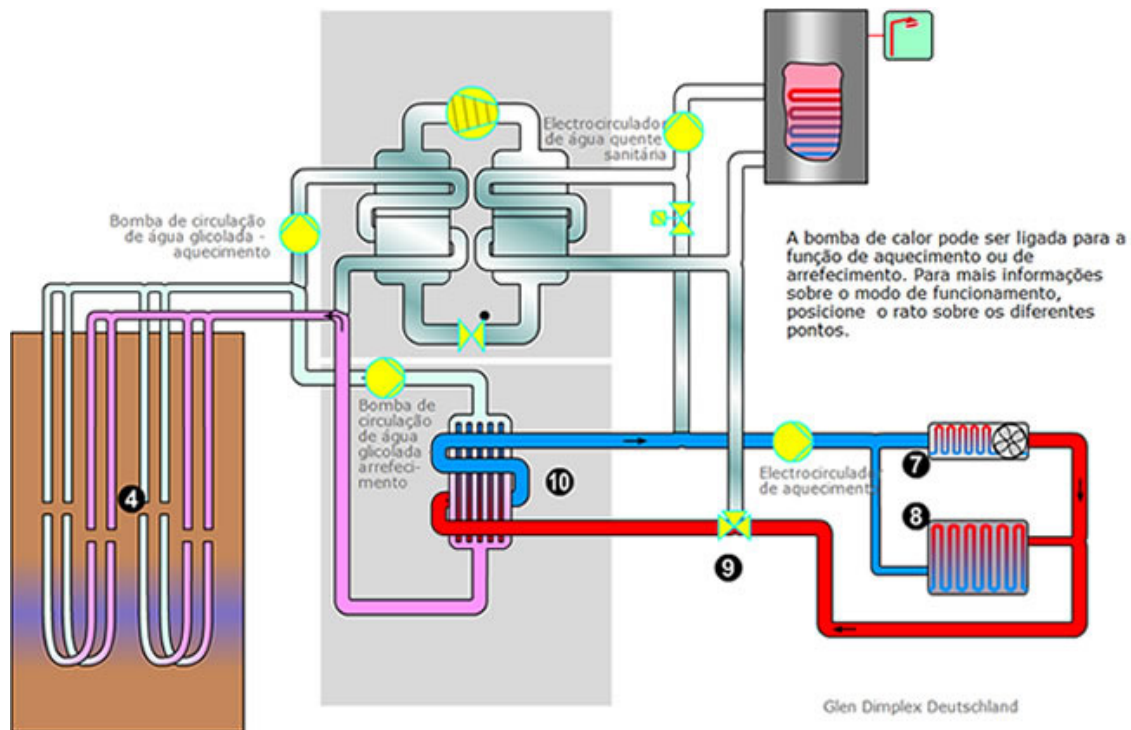


Fig.13 – Circuito de uma instalação geotérmica [18].

A bomba de calor geotérmica aproveita o calor concentrado no interior da Terra.

Numa instalação vertical, é inserido num furo com uma profundidade compreendida entre 70 a 200 metros, e um diâmetro entre 115 e 220 mm, um tubo especial com água e anticongelante. Este líquido é aquecido em contacto com a temperatura estável que se verifica no interior da Terra [100].



O líquido aquecido é arrefecido pela bomba, o que provoca a sua evaporação. Os vapores são comprimidos por um compressor potente, sendo elevados a sua pressão e temperatura.

É este vapor obtido a uma temperatura elevada que entra em contacto com o circuito de aquecimento ou de água quente do imóvel, aquecendo a água até uma temperatura predeterminada pelo sistema de controlo (até um máximo de 65°C).

O vapor é condensado, tornando-se novamente líquido, para que o ciclo prossiga. Assim, a energia necessária para converter o líquido em vapor foi obtida gratuitamente pelo seu colector instalado no jardim, proveniente de uma fonte inesgotável.

A bomba consumiu apenas a electricidade suficiente para usar o compressor e bombas de circulação.

Nem todas as casas permitem tal instalação. O terreno pode não ter espaço suficiente para a perfuração, ou a composição do mesmo pode elevar os custos da perfuração que não compensam a instalação.

I.3.2 Painéis Solares [3]

Os painéis solares podem ser de 2 tipos: térmicos e fotovoltaicos.

Os painéis solares térmicos convertem a energia solar directamente em energia térmica (Fig 14), os painéis solares fotovoltaicos, transformam a energia solar directamente em corrente eléctrica (Fig 15).



Fig. 14 - Painéis solares térmicos [19].



Fig. 15 Painéis solares fotovoltaicos, instalação no chão tipo árvore [20].

Os painéis solares podem ser instalados em diversos locais, em telhados, em terraços, ou até mesmo directamente no solo (fig 15 e 16).

Quando os painéis são instalados no solo, pode utilizar-se um seguidor solar que orienta automaticamente os painéis na direcção do sol, acompanhando o seu movimento ao longo do dia, tipo girassol, o que permite aumentar a produtividade da instalação até 25% [43].



Fig. 16 – Instalação de painéis – exemplo telhado de uma habitação[21].



Fig. 17 – Instalação de painéis – exemplo cobertura de parque estacionamento [22].

I.3.2.1 – Painéis Solares térmicos

A energia do Sol pode ser utilizada em aplicações térmicas cuja forma de energia necessária ao processo final é o calor. A conversão térmica da radiação solar é a que apresenta maior rendimento, além de ser a mais directa, simples e barata. Nela a radiação solar é transformada em calor pelo efeito térmico da absorção de superfícies escuras ou selectivas (painéis).



Em detrimento do uso do gás, combustível fóssil e poluente ambiental, é possível hoje em dia recorrer a outros recursos de modo a termos na nossa habitação forma de aquecer alimentos e água, recorrendo a painéis que colectam a radiação solar e a depósitos que armazenam a água quente.

O sistema solar térmico é composto por painéis que recolhem o calor radiado pelo sol e aquecem água, que depois é utilizada para climatização ou para consumo sanitário. Entre outros equipamentos, é composto por colectores e por um reservatório que permite armazenar o calor recolhido.

O processo resume-se a aproveitar o calor irradiado pelo sol para aquecer água, para isso instala-se um colector solar (painel) para a captação da radiação solar e o depósito de armazenamento de água quente.

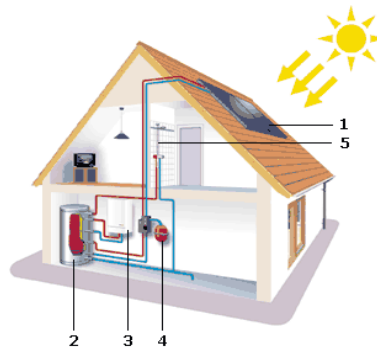


Fig. 18 – Instalação painéis solares térmicos [23].

Na figura 18, encontra-se um exemplo tipo de uma instalação de painéis térmicos, onde podemos observar os seus componentes, seguindo os números indicados na figura temos:

- 1- Colector solar – painel
- 2- Depósito acumulador
- 3- Caldeira
- 4- Vaso de Expansão
- 5- Saída de água quente



Os sistemas solares térmicos permitem poupar até 70% de energia para preparar a água quente.

Não é totalmente isento de custos, dado ter que se instalar o sistema solar, mas reduz significativamente os custos da energia para aquecimento da água, uma vez que a energia do Sol é gratuita.

Portugal, independentemente da região, é um dos países da Europa com melhor recurso solar, sendo sempre vantajosa a instalação de energia solar térmica.

Nas zonas do Alentejo e Algarve (Fig 19) a radiação solar atinge níveis ainda mais elevados. Sendo moderados os níveis na zona central do país e notoriamente mais baixos na zona norte e zonas de maior altitude (terras altas) [38].

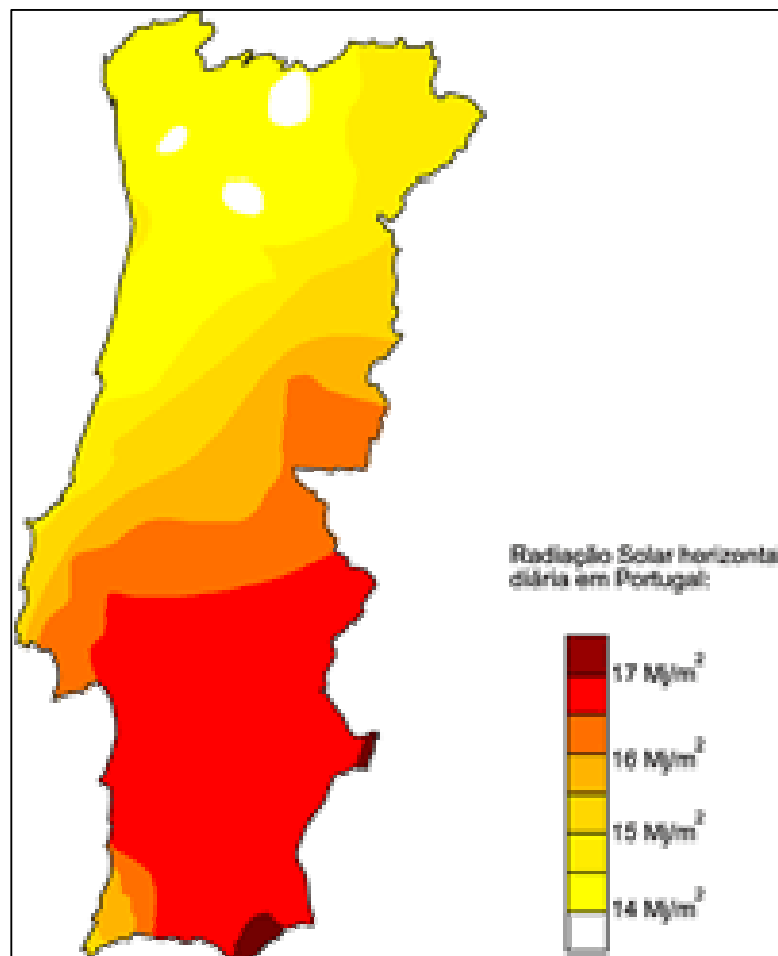


Fig. 19 – Níveis de radiação Solar em Portugal [15].



A radiação solar incide sobre a cobertura de vidro que compõe a parte superior do colector solar, penetrando no interior do painel solar. Inicia um ciclo, o calor é transferido para o fluido que circula pela tubagem tornando-se menos denso, subindo do colector para o depósito.

A permuta é feita para a água de consumo, o fluido térmico arrefece e desce para os colectores, fechando-se o ciclo.

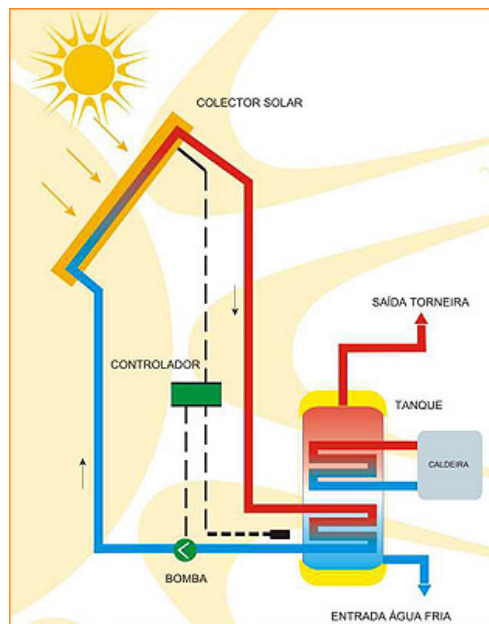


Fig. 20 – Esquema de montagem e aproveitamento da radiação [24].

De acordo com a legislação em vigor para a implementação deste sistema, para se beneficiar da tarifa bonificada de electricidade, uma instalação de microprodução tem que dispor de, pelo menos, dois metros quadrados de painéis solares térmicos.

A água quente resultante do sistema solar térmico é geralmente usada para consumo sanitário e, caso a habitação disponha de um sistema de aquecimento central, a água, para complementar o seu funcionamento, permitindo grandes poupanças de gás, gasóleo ou outros combustíveis.



O sistema solar térmico é, em si mesmo, um óptimo investimento, cujos benefícios não devem deixar de ser considerados no cálculo da rentabilidade global de um sistema de microprodução [57].

Podem ser instalados de modo independente em que necessita de uma resistência eléctrica que actua sempre que for necessário compensar o aquecimento de água quente por falta de energia solar, como em dias de maior nebulosidade ou precipitação. Ou de modo híbrido em que é necessário a instalação de um módulo solar que, por meio de uma válvula redirecciona a água para o equipamento alternativo ou directamente para a canalização.

Em média, a energia solar disponível no Inverno fornece cerca de 60% das necessidades. Quando não há Sol suficiente, o sistema de apoio entra em funcionamento.

Uma habitação com painéis solares térmicos tem melhores condições de obter um bom resultado numa certificação energética do que uma equivalente mas sem colectores.

1.3.2.2 – Painéis Solares Fotovoltaicos

Os painéis solares fotovoltaicos permitem a produção de energia eléctrica a partir da radiação solar, ou seja, através da conversão directa da luz em electricidade.

O efeito fotovoltaico foi descrito pela primeira vez em 1839, por Edmond Becquerel [86] e refere-se ao aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semi-condutor.

A diferença de potencial é produzida pela absorção de luz, o que pode ser utilizado para gerar electricidade.

O material mais utilizado nos painéis solares (células), como semicondutor, é o silício cristalino de pureza elevada (corresponde a 90% dos painéis comercializados,



os restantes são feitos de silício amorfo, como o utilizado nas máquinas de calcular), ao qual são adicionados outros componentes de modo a criar um meio adequado ao estabelecimento do efeito fotovoltaico, ou seja, a conversão directa da potência associada à radiação solar em potência eléctrica.

Os painéis são constituídos por células fotovoltaicas, dispostas e ligadas em série, que produzem electricidade quando expostas à radiação solar.

Uma célula fotovoltaica (Fig 21) corresponde ao elemento mais reduzido do sistema fotovoltaico, produz potências eléctricas de 1,5 W [91].



Fig. 21 – Célula Fotovoltaica [20].

- Existem três tipos de instalações possíveis:
 - Sistemas isolados
 - Sistemas híbridos
 - Sistemas conectados a rede

- Os sistemas têm uma configuração simples:
 - Unidade de controlo de potência
 - Unidade de armazenamento



- As vantagens são as seguintes:
 - Baixo custo
 - Facilidade de montagem
 - Custos de manutenção baixos
 - Vida longa
 - Podem ser instalados em lugares desprovidos de energia eléctrica.

Para aplicações espaciais (Fig 21), nomeadamente em satélites em que o custo das células solares não é um factor crucial, utilizam-se outros materiais mais caros com arseniato de gálio e células compostas.

Os painéis solares produzem electricidade em corrente contínua. Como a rede eléctrica pública funciona em corrente alternada, torna-se necessário utilizar um dispositivo que converte a corrente contínua em corrente alternada, designado inversor. Este ao ser utilizado numa instalação de microprodução deve ter um bom rendimento, caso contrário desperdiçar-se-á uma parte significativa da energia produzida.



Fig. 22- Painéis solares fotovoltaicos utilizados em aplicações espaciais [25].



Assim, um sistema de microgeração solar fotovoltaico (Fig 23), é composto pelos seguintes componentes:

- Painéis solares fotovoltaicos, para produção de electricidade,
- Seguidor solar (opcional) para maximizar a produtividade da instalação,
- Inversor para conversão de corrente contínua para corrente alternada,
- Contador com tele contagem para medição da energia produzida,
- Outros de menor interesse.

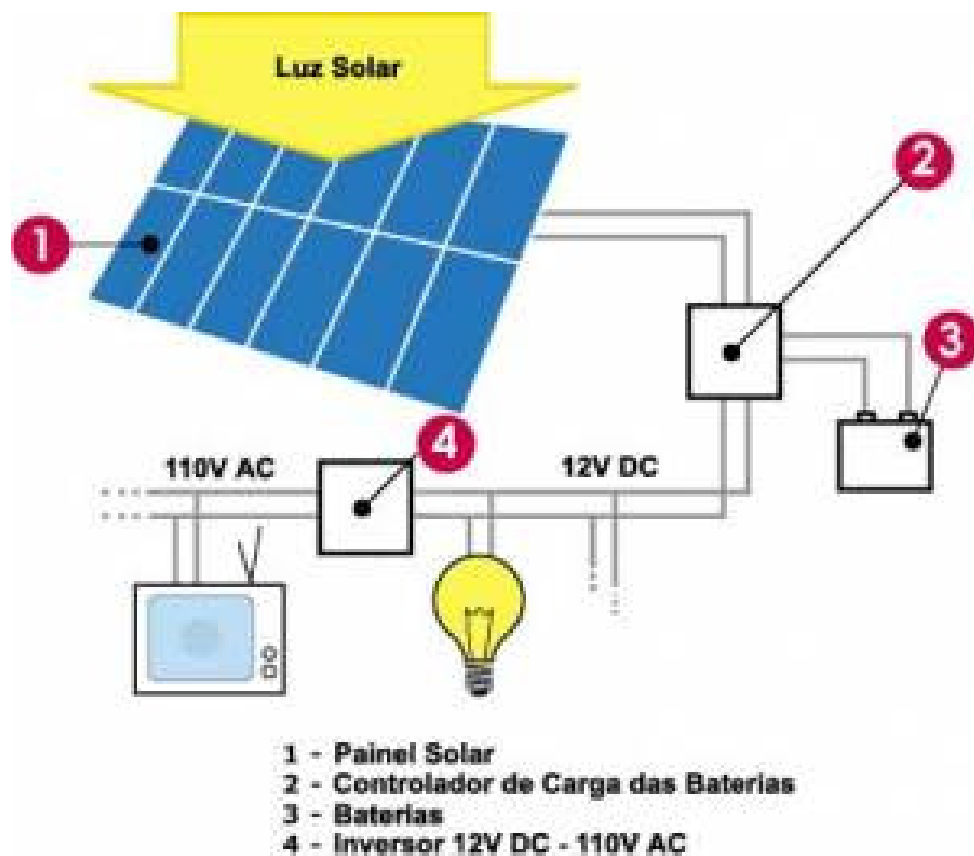


Fig. 23- Ilustração do processo de instalação dos painéis fotovoltaicos [26].



Podem também conter colectores solares térmicos para produção de água quente; um acumulador de calor para armazenamento da energia térmica.

Este tipo de tecnologia é relativamente barato, pois os custos de manutenção são quase inexistentes, não necessitam de combustível, transporte, nem de trabalhadores com qualificações elevadas. Não é constituído por peças móveis aumentando a fiabilidade, os módulos são de fácil portabilidade e adaptabilidade, permitindo montagens simples e adaptáveis a variadas necessidades energéticas.

Esta tecnologia apresenta elevadas qualidade ecológicas, pois o produto final não é poluente, é silencioso e não perturba o ambiente, podendo ser facilmente enquadrado.

No entanto este produto apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de tecnologia sofisticada para a sua fabricação, o que pressupõe um custo de investimento elevado; face ao custo do investimento o rendimento real de conversão de um módulo é reduzido (o limite teórico máximo numa célula de silício cristalino é de 28%) [75].

Os geradores fotovoltaicos, em comparação com outro tipo de geradores, como os geradores a gasóleo, raramente são competitivos do ponto (de vista económico (salvo situações de grande preocupação ambiental ou locais isolados). Quando se torna necessário o armazenamento de energia sob a forma química (baterias), o custo do sistema fotovoltaico torna-se ainda mais elevado.

A produtividade de uma instalação depende fortemente da qualidade dos materiais utilizados e do rigor com que o sistema é projectado e executado.

I.3.3 Microgeração Eólica;

O vento pode ser entendido como uma forma indirecta de energia solar, pois é resultante do deslocamento das massas de ar devido a diferenças de pressão atmosférica, entre dois pontos distintos (regiões). Essas diferenças de pressão estão directamente relacionadas com a radiação solar e os processos de aquecimento das



referidas massas de ar. Estas formam-se a partir de influências naturais como a topografia e orografia e também das latitudes, altitudes e amplitudes térmicas.

Por definição, a energia eólica [44], é a energia produzida pelo vento. As turbinas eólicas convertem a energia cinética do vento em energia mecânica. Antigamente esta energia mecânica era muito utilizada nos moinhos, para a moagem dos cereais e bombagem de água. Actualmente, pode também ser convertida em energia eléctrica.



Fig.24 – Ventoinha eólica [25].

Na figura 24, podemos ver uma série de aerogeradores (ventoinhas) de grandes dimensões instalados na água. Independentemente da sua dimensão, são constituídos pelos seguintes componentes:

- Rotor: onde se fixam as pás e que por acção do vento é a parte que gira,
- Gerador eléctrico
- Sistema de controlo de velocidade
- Torre
- Sistema de segurança

Na última década, a energia eólica é a energia renovável com maior expansão em Portugal. Todos nós já nos habituamos a ver num ou outro local as grandes ventoinhas eólicas. Existem em maior quantidade nas grandes zonas montanhosas, a norte do Rio Tejo e a Sul existem junto à Costa Vicentina e na Ponta de Sagres. São quase inexistentes no Alentejo. O departamento de Energias Renováveis do Instituto



Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, elaborou uma base de dados com as zonas de maior potencial eólico no território nacional [51].

Obter estudos sobre a velocidade e disponibilidade anual do potencial eólico é um factor importante aquando da escolha desta tecnologia. Um sistema de produção eólica só é viável em locais onde temos uma velocidade média do vento de 4m/s (Fig 25). Outro aspecto importante, mas já na altura de implementação da tecnologia será a altura da torre, quanto maior for a torre maior a quantidade de energia é captadas.

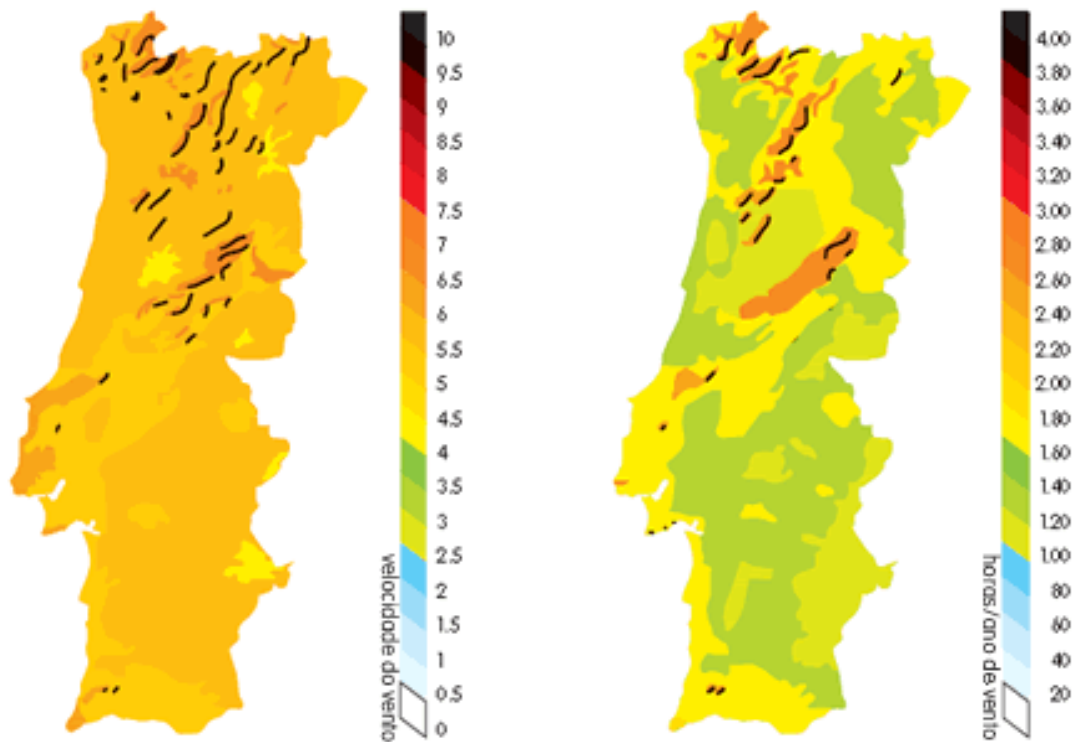


Fig. 25 – Mapa da velocidade do vento e Mapa das horas de ano de vento [28].

Como energia renovável tem a vantagem de a “matéria-prima” ser gratuita, e a este facto junta-se o facto de ser uma energia limpa e não poluente. Não produz qualquer substância que cause efeitos nocivos à saúde pública e ao ambiente. Por isso é englobada num dos contributos para atingir os compromissos internacionais do



Protocolo de Quioto até 2010 (participação de 39% na produção de electricidade). Em Portugal em 2009 o objectivo encontra-se em 15%.

A desvantagem existente nos grandes parques eólicos é o ruído derivado da rotação das pás, (ao contrário do que acontece nas grandes centrais eléctricas) e o impacto visual na paisagem, pois normalmente encontram-se nos locais mais elevados o que faz com que fiquem bastante visíveis. Para contrariar este factor, frequentemente os parques eólicos encontram-se em locais mais afastados das zonas habitacionais, pois o que é vantajoso para esta tecnologia é evitado pelas populações, ou seja a grande intensidade do vento.

Relativamente ao incómodo causado às populações de aves, o perigo que existe em haver colisão é mitigado com vários estudos de modo a não haver cruzamento com as rotas das aves, ou estudar-se mecanismos de alteração de rotas de modo a atrair para outros espaços.

Outra desvantagem é o grande custo associado ao armazenamento da energia. É um tipo de energia que é resultante de um factor natural e periodicamente mutável, logo nem sempre que é necessária é possível fabricar. O custo do armazenamento é muito caro e só é possível a sua conservação em baterias [52].

Para este tipo de energia os custos são calculados a partir de:

- Investimento inicial: aerogerador, fundações, ligação à rede (é um custo muito avultado), rendas (em caso de aluguer do local).
- Manutenção e exploração
- Quantidade de energia produzida versus velocidade média do vento: quanto maior for a velocidade do vento maior produtividade terá o investimento pois mais barata sai a energia.

Para Portugal é uma tecnologia interessante, pois estávamos completamente dependentes da importação de combustíveis fósseis. Investindo neste tipo de energias é muito vantajoso pois contribui para diminuir a factura energética do país e



aumentar a criação de postos de trabalho. Além disso, tal como referido, existe a grande vantagem de não provocar emissões de CO₂

A microgeração eólica permite a uma escala menor, a produção de electricidade através do aproveitamento da energia do vento. O sistema (Fig 26) é composto por uma turbina eólica que é movida pelo vento. Desde a antiguidade que muitos povos aproveitam esta forma de energia para as mais diversas finalidades.

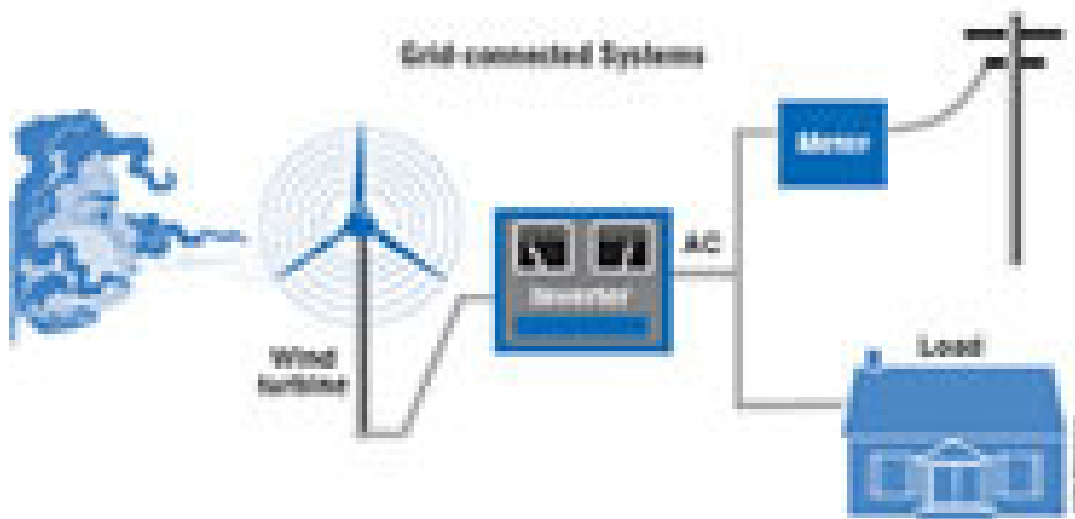


Fig. 26- Sistema base da Microgeração eólica [27].

A conversão da energia do vento em energia eléctrica faz-se com ventos superiores a 3m/s (11 km/h) quando a turbina começa a girar e a força do vento se transforma em força mecânica que acciona o gerador eléctrico [68].

Após tratamento, a energia produzida encontra-se pronta a ser utilizada (consumida) ou entregue à rede eléctrica (venda). Numa aplicação residencial ou empresarial o fornecimento pode ter origem simultaneamente na turbina e na rede eléctrica Nacional.

Se o vento possuir uma velocidade inferior a 3m/s (11 km/h) não haverá produção de energia eléctrica pela turbina, sendo por isso toda a electricidade consumida comprada à empresa eléctrica.



À medida que a velocidade do vento aumenta a produção de energia eléctrica sobe e a quantidade de electricidade comprada à rede eléctrica vai diminuindo na mesma proporção.

Quando a turbina produz mais do que as necessidades da casa o excedente é injectado na rede e vendido à empresa eléctrica [92].

I.3.4 - Aproveitamento de Águas Pluviais [6-7]

A água é um bem limitado, a sua gestão e utilização correctas são importantes para o equilíbrio do Planeta (Fig 24). A educação das populações neste sentido apoia o conceito de desenvolvimento sustentável [72].

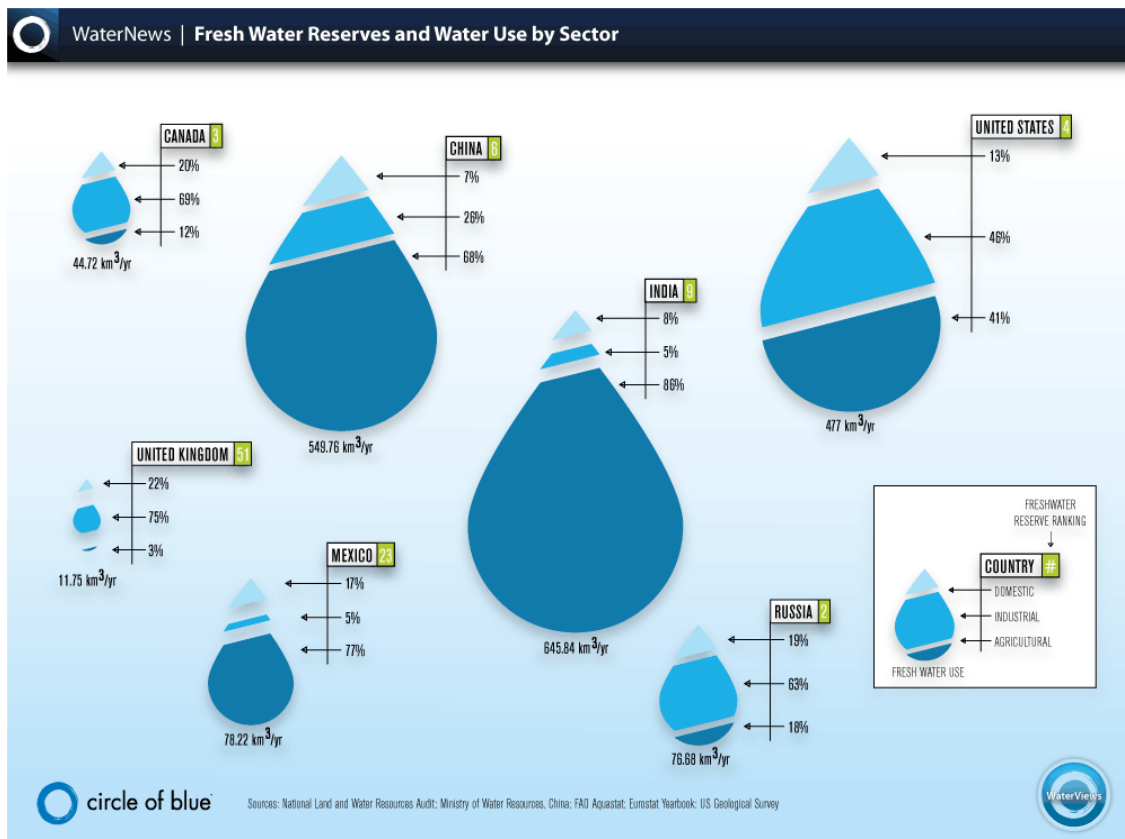


Fig – . 27- Reservas e uso de água pelos diferentes sectores: doméstico, industrial e agricultura [29].



A uma escala global a degradação ambiental é um factor latente. O aumento do consumo de água pela população e as variações climáticas ao longo da história da humanidade torna a água um bem limitado. A sua escassez tem custos associados.

A impermeabilização dos solos, resultante das construções e ocupação humana diminui a infiltração das águas pluviais. Esta impermeabilização provoca a redução da recarga das águas subterrâneas e conseqüentemente o aumento do escoamento superficial, o que por sua vez aumenta o risco de inundações e a constante descarga de águas não tratadas nos sistemas de drenagem das plantações que estão dirigidas ao consumo humano [48-49].

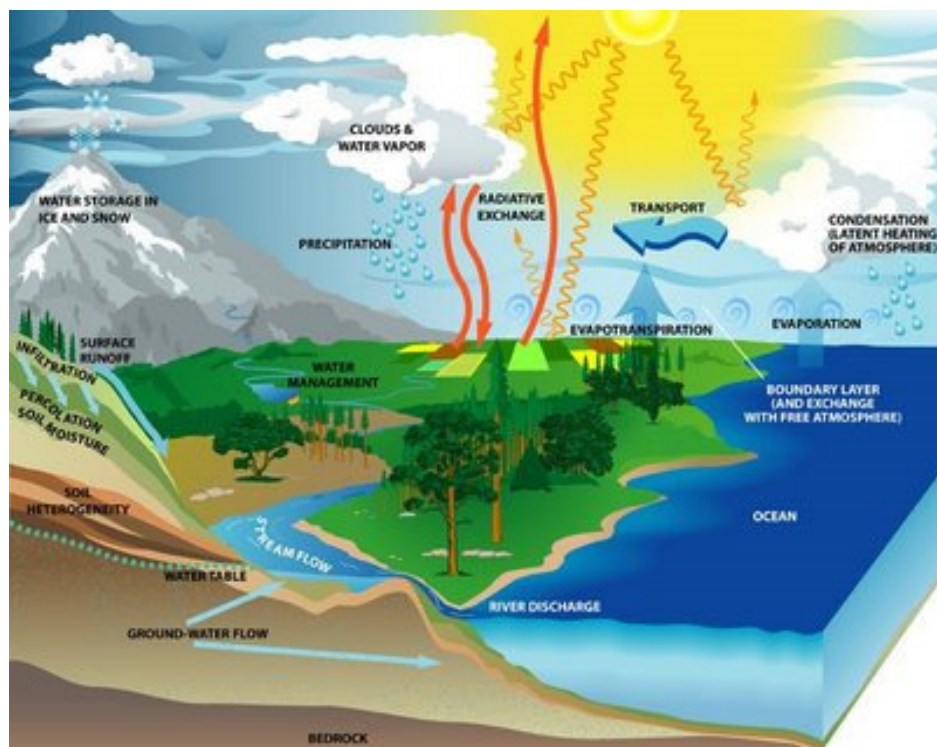


Fig. 28 - Ciclo da água ou ciclo hidrológico [30].

O aproveitamento das águas pluviais torna-se numa solução para a minimização dos problemas descritos.

O aproveitamento das águas pluviais está presente em toda a história da humanidade. Por todos os tempos encontram-se exemplos da sua captação e armazenamento para consumo (Fig 28).



Actualmente, é vulgar a utilização das águas das chuvas em jardins ou similares. A captação e armazenamento podem ser efectuados em determinadas superfícies e a sua utilização para usos benéficos.

Normalmente são captadas em telhados, terraços, parques estacionamento e pode ser armazenada em cisternas, poços e pequenos depósitos com paredes impermeabilizadas e cobertas, albufeiras de barragens hidroelétricas, açudes e lagoas (registam maior perdas de evaporação e contaminação).



Fig. 29 – Aproveitamento da água da chuva [31].

O ser humano gasta, em média, 150 l/dia de água, em diversas utilizações, sendo a higiene, ou seja, as águas quentes sanitárias, o maior gasto presente no quotidiano [46].

A crescente sensibilidade e consciência sobre a utilização de recursos naturais e a problemática da sustentabilidade estão a permitir novos desenvolvimentos e alternativas na forma de projectar as construções. O aproveitamento da água não só para o consumo humano, como também para os usos em que não é necessária água potável está a ser amplamente implementado nas construções (Fig 29).



Em cada projecto terá de se efectuar um estudo de modo a elaborar um modelo específico de gastos e necessidades de água, tendo em conta que apenas serão aproveitadas aquelas que não tenham contacto com nenhum elemento ou objecto passivo de contaminação. Após grandes períodos de ausência de chuvas as primeiras águas também não são aproveitadas.

Na fase do projecto tem de se prever a existência de uma válvula que permita a interrupção da ligação com o colector pluvial em caso de manutenção e substituição de componentes no sistema de captação de modo a não haver riscos de contaminação. A manutenção deve ser efectuada preferencialmente antes da época das chuvas e no final das grandes chuvadas.

A qualidade físico-química da água armazenada no depósito deve ser verificada de 6 em 6 meses. Em cada 5 anos deve efectuar-se a limpeza global e esvaziamento do depósito. Este tem de ser constituído por materiais isentos de porosidade e que não propiciem reacções químicas (actualmente o mais utilizado é o polietileno de alta densidade).

Deve ser enterrado, garantindo que a água da chuva fica protegida da luz solar e a uma temperatura sem grandes variações, evitando-se o desenvolvimento de certos microrganismos.

A entrada de água no interior do depósito deve ser feita do fundo para a superfície através de um acessório especial que não origine turbulência, além de permitir uma oxigenação da água armazenada, sempre que entra no depósito uma água mais recente.

Em projectos em que se pretende que as águas pluviais alimentem as águas quentes sanitárias, tem de se ter em conta a existência de canalização independente e sem possibilidade de cruzamento. As torneiras alimentadas pela água pluvial devem ser devidamente etiquetadas indicando que a água é imprópria para consumo e serem manipuladas apenas com chave de segurança.



Este tipo de aproveitamento reduz significativamente a procura e exploração dos lençóis subterrâneos (e os custos inerentes à exploração) e os gastos com a rede pública.

Em termos ambientais, sendo a água um recurso limitado, tem a vantagem de em situações e em hábitos que não requeiram água potável se possa utilizar as águas pluviais, de qualidade inferior. Maioritariamente para as águas frias é utilizada em regas (hortas e jardins). Para as águas quentes sanitárias, lavagens de pavimentos, para a máquina de lavar loiça e roupa.

A grande desvantagem deste processo é que depende de um bem natural, intermitente. Em algumas zonas do mundo a precipitação é escassa, a variabilidade climática e as variações temporais da precipitação, não permitem ser um processo único. Mas pode sazonalmente ser incluído para minimizar os gastos na rede pública e os custos de uma possível exploração subterrânea.

O aproveitamento das águas pluviais é frequente em muitos países onde a pluviosidade tem níveis satisfatórios. Contudo, como referido anteriormente, pode ser aplicado em locais onde a chuva é um incremento sazonal, pois a aplicação da sua captação tem um custo baixo e compensa a aplicação para alguns fins domésticos.

Uma das preocupações inerentes a este processo é a qualidade da água. Mesmo que não seja utilizada directamente para consumo humano, ou seja, ingerida, é utilizada em processos que vai estar em contacto directo com a nossa pele, ou indirectamente, na lavagem de roupa e loiça. O aproveitamento das águas pluviais, requer um tratamento adequado, mais ou menos exigente consoante a qualidade da água e ter em conta os contactos da água com humanos e animais, ou outro tipo de factor poluente.



Em suma, a água pluvial pode ser utilizada domesticamente nos seguintes processos:

- Descarga de autoclismo;
- Lavagem de roupa e loiça;
- Lavagem de pavimentos e veículos;
- Rega de jardins, pomares e hortas;
- Reposição da água evaporada da piscina;
- higiene de animais domésticos;

O processo de aproveitamento (Fig 30) tem é composto pelos seguintes sistemas ou subsistemas:

- a) Captação;
- b) Condução;
- c) Tratamento;
- d) Armazenamento;
- e) Canalização;
- f) Sistema automático ou manual de comando;
- g) Utilização.

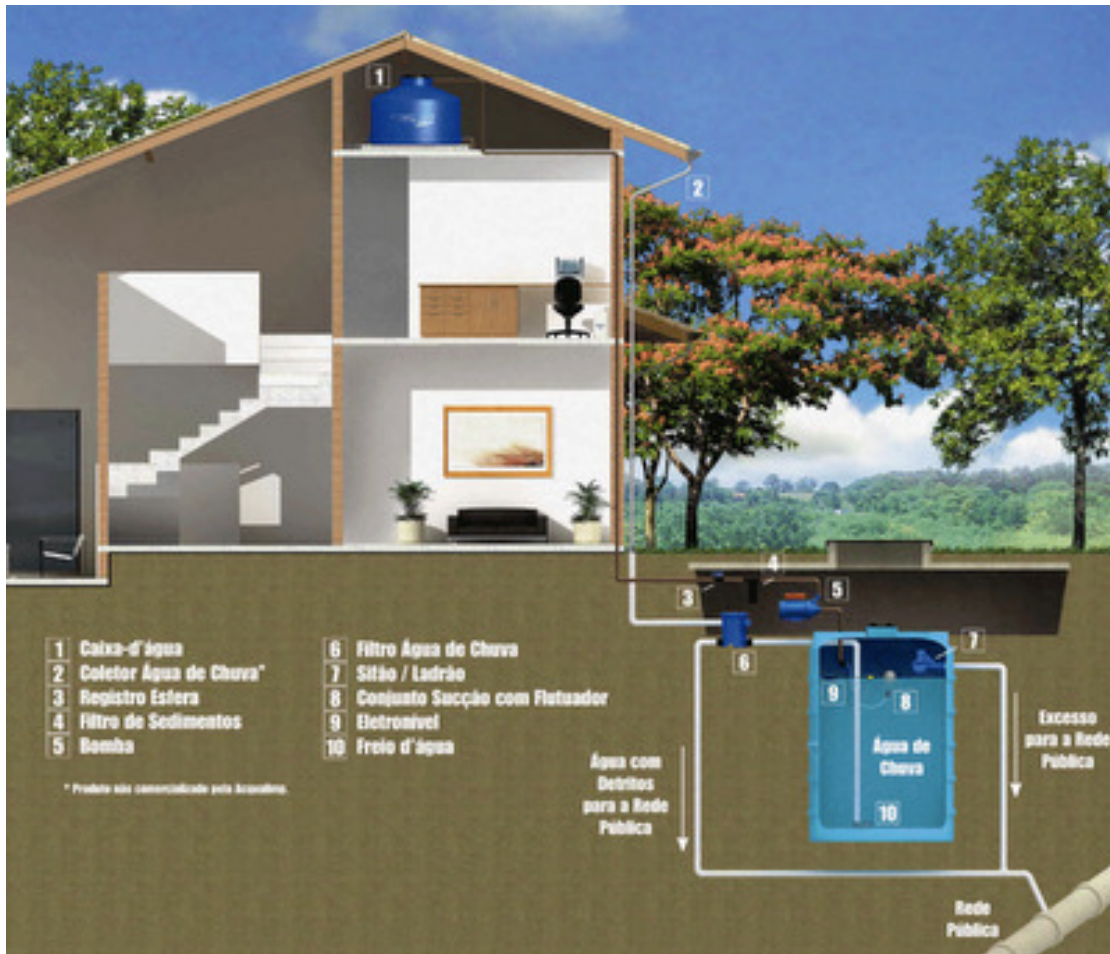


Fig. 30 – Exemplo de uma instalação para o aproveitamento das águas pluviais [32].

Tem as seguintes vantagens:

- Aproveitamento que requer um baixo investimento,
- Uma boa planificação reduz a manutenção,
- Manutenção reduzida,
- Evita a escassez de um bem natural,
- Reduz o perigo de cheias, em zonas de elevada ocupação humana,
- Poupança de gasto de água potável,
- Redução da conta da rede pública.



Poderá ser utilizada para banhos se a bomba de água estiver preparada para retirar da água os elementos poluentes e contaminantes que esta água incorporou do ar ou de outra fonte.

O estudo para a implementação deste processo requer:

- Estudo dos índices pluviométricos da região,
- Capacidade de captação pelo telhado ou terraços,
- Número de pessoas fixas na habitação,
- Se existem animais domésticos,
- Estudo de viabilidade e instalação da cisterna,
- Dimensão de jardins ou zona de plantio,
- Dimensão de espaço exterior, existência de muitos pavimentos ou anexos (garagens).

Para um fluxo de um sistema de captação de água da chuva tem um custo médio inicial de 2500€. Um telhado com 200m² capta em média 200 000 litros/ano.

I.3.5 Aproveitamento de Águas Subterrâneas [7-8]

As águas subterrâneas (Fig 31) [85] são águas que se encontram no subsolo, armazenada em aquíferos. A sua alimentação provém da infiltração das águas das chuvas que alimentam os lençóis freáticos.

A contribuição das águas subterrâneas corresponde à recarga média anual dos sistemas aquíferos, que representa os recursos renováveis em cada ciclo hidrológico.

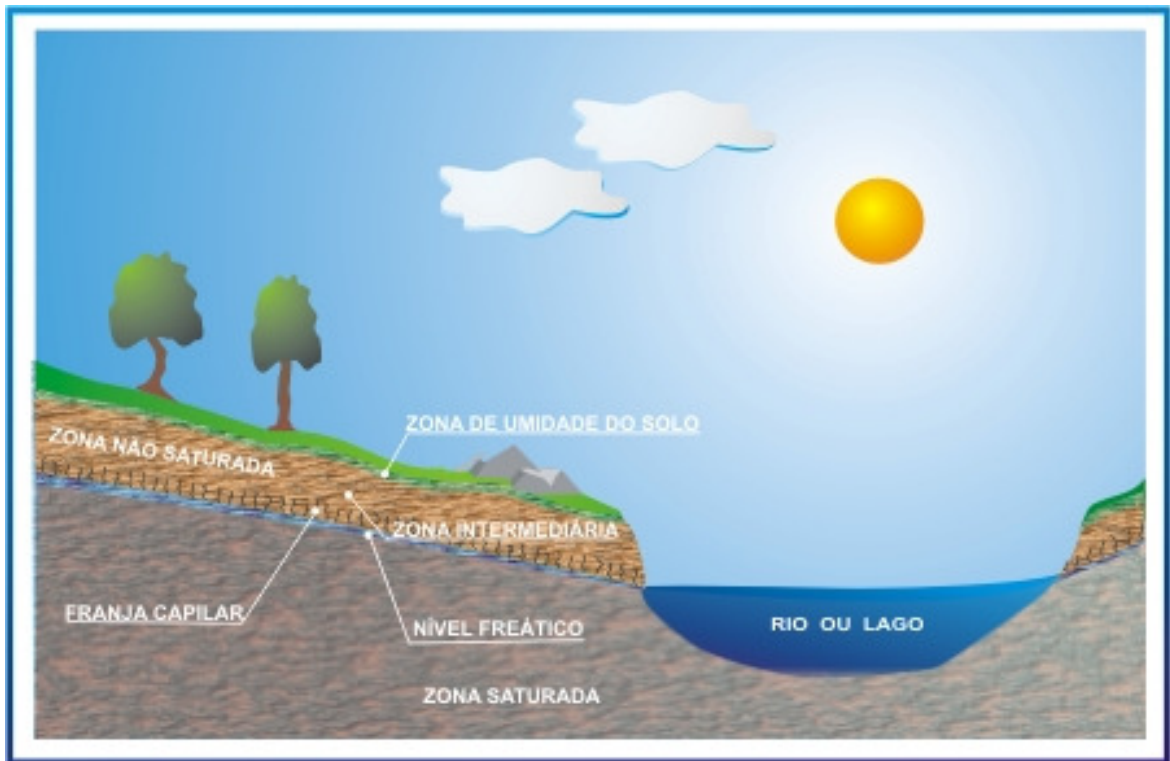


Fig. 31- Águas subterrâneas - diferentes regiões hidrológicas do subsolo [33].

Nas regiões de maior pluviosidade encontra-se normalmente água subterrânea em quantidade variável, conforme as condições geológicas. A taxa de infiltração depende muito do tipo geológico de rocha.

A infiltração (Fig 32) em rochas calcárias faz-se fundamentalmente entre as fendas existentes ou galerias de grandes dimensões. Têm a particularidade de gerarem o relevo cársico pois os principais constituintes das rochas calcárias, a calcite e dolomite, são solúveis em água que contém CO_2 (a solubilidade depende de várias características do local). Este tipo de rocha tem uma elevada capacidade de infiltração das águas pluviais, o que provoca a grande ausência das mesmas à superfície e uma abundância satisfatória em águas subterrâneas. Nestes locais as águas subterrâneas são a fonte principal de abastecimentos, mas tem a desvantagem de que uma vez que permitem taxas de infiltração maiores também são mais vulneráveis à contaminação.



As rochas sedimentares de arenosas ou conglomeráticas são em geral boas como reservatório, sendo também altamente permeáveis, ao contrário dos sedimentos argilosos. Em rochas porosas a água infiltrada vai preencher os poros de um modo uniforme.

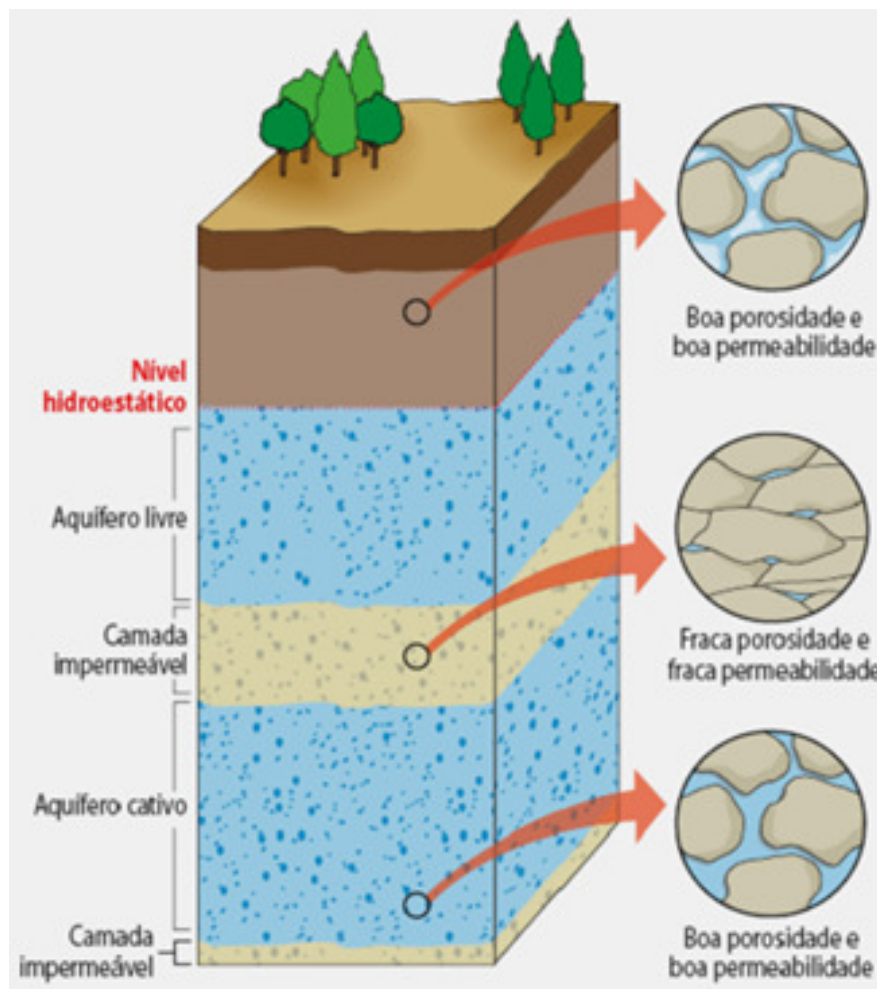


Fig.32 – Imagem elucidativa de um aquífero analisando as propriedades físicas de permeabilidade e porosidade do solo/rocha [34].

As rochas vulcânicas representam 1% da superfície terrestre. Em Portugal estão presentes nas Regiões Autónomas Açores e na Madeira. Nos Açores dependem em larga escala dos lençóis subterrâneos, (98% da água no arquipélago é desta origem). Na Madeira este valor é de 33% [72].



O comportamento hidrogeológico deste tipo de formação rochosa releva uma grande heterogeneidade, devido não só à origem da rocha mãe como também aos processos secundários em que estiveram envolvidos. Os processos secundários provocam diferentes variedades mineralógicas que podem ter diferentes comportamentos físico-químicos. A ocorrência de águas minerais é frequente nestes locais. As rochas cristalinas, tanto magmáticas como metamórficas, contêm água nas fendas finas e nos poros, armazenando menos águas que as rochas arenosas. As lavas basálticas constituem uma exceção pois apresentam zonas vesiculares. Estas, quando atravessadas por diáclases ou fendas, ou quando alteradas, são ótimas condutoras e bons reservatórios de água.

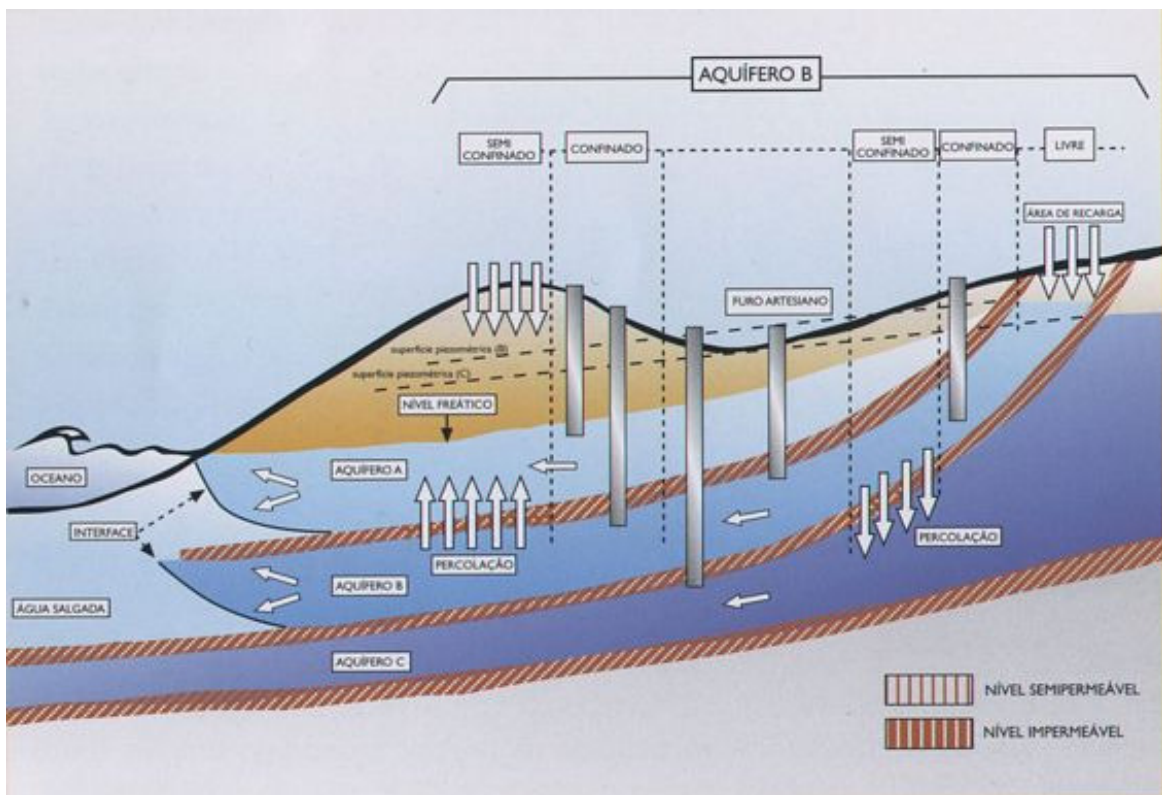


Fig.33 – Tipos de aquíferos [35].



Em Portugal Continental, as águas subterrâneas representam 60% do total do consumo, sendo este valor maior nas regiões autónomas [49].

As águas subterrâneas são um contributo muito importante e são amplamente usadas em muitos países, pois em relação às águas superficiais têm a vantagem de serem química e biologicamente mais estáveis e mais protegidas de contaminantes externos.

A mais recente directiva comunitárias sobre as águas subterrâneas (2006/118) refere que além de serem consideradas as massas de água doce mais sensíveis e importantes na União Europeia são as fontes de maior abastecimento público em muitas regiões.



Ao efectuar-se um furo, (Fig 34 e 35) tem que se efectuar um estudo e cálculos sobre os caudais disponíveis ao longo do ano hidrológico. Haverá zonas em que se poderá ter água disponível durante todo o ano e outras que em tempos de seca prolongada (verão) a água disponível será relativamente baixa.

Fig. 34 – Maquinaria utilizada execução de um furo [36].



Ao efectuar-se um ponto de recolha de águas subterrâneas, um furo, pode deixar-se de ter outro ponto de origem de água, reduzindo bastante os custos com a rede pública. Há a grande vantagem de uma vasta disponibilidade da água e de não ser necessário tratamento químico especial.

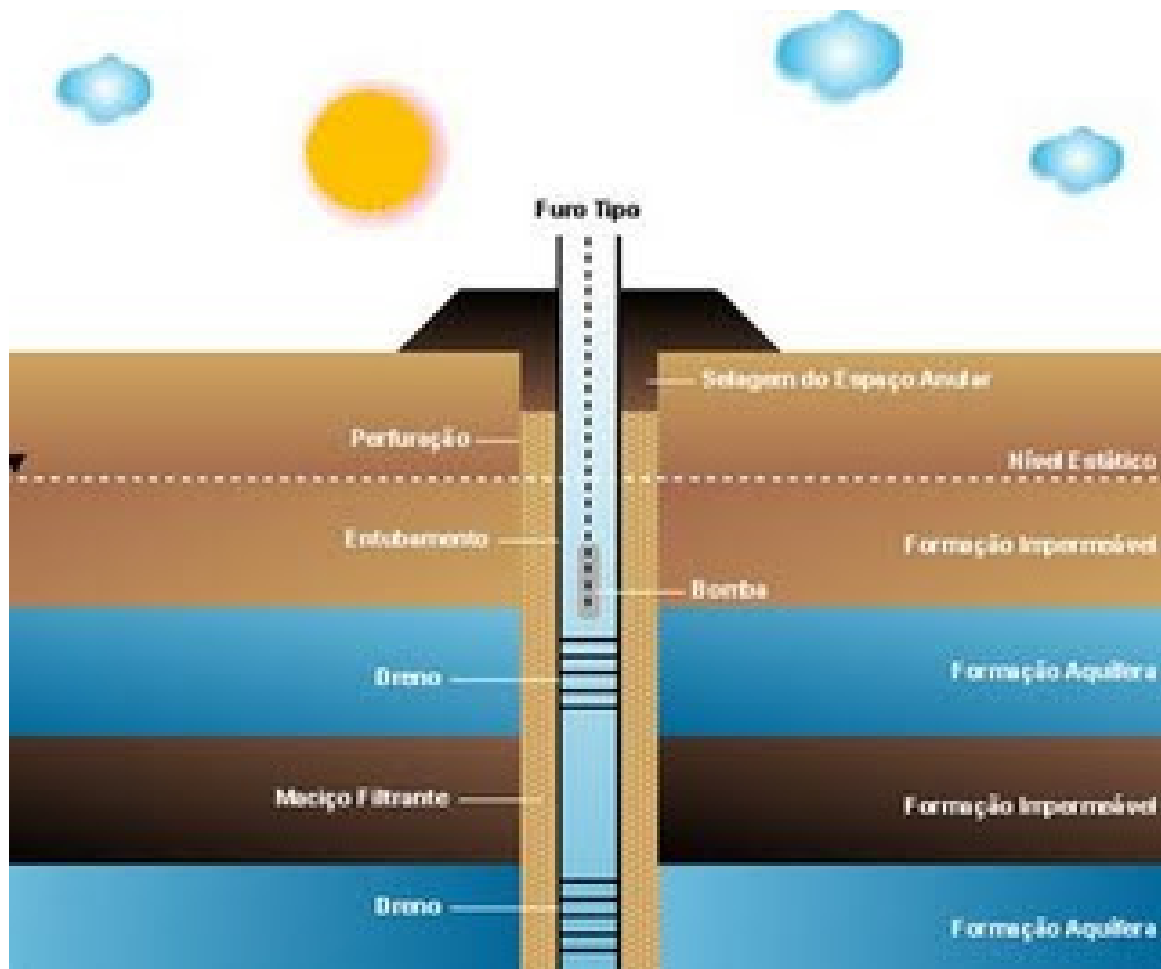


Fig.35 – Características de um Tipo de furo [37].

Em situações de escassez ou de grande crise da água qualidade da água, as reservas mais profundas podem ser a alternativa (em Portugal existem Unidades Hidrogeológicas de grande qualidade, integram as reservas estratégicas em situações de crise). Pois se os recursos subterrâneos utilizados são de grande volume, então sabemos que os sistemas aquíferos que os sustentam encerram ainda reservas extraordinárias.



Estas reservas situam-se a maiores profundidades (normalmente até 800m de profundidade) que não são utilizados e mobilizados nos modelos de exploração normais. As reservas referidas correspondem a águas subterrâneas infiltradas há muito tempo e que mantêm a qualidade físico-química em elevados níveis. A sua elevada profundidade, permite a manutenção destas características inalteradas (passíveis de serem utilizadas em processos que requerem grande qualidade da água) e que geralmente não são facilmente afectados por contaminações quer a nível natural quer de origem humana, o que nas águas superficiais e subterrâneas de pequena profundidade ocorre com grande facilidade.

Capítulo II: Análise Comparativa das Tecnologias em Estudo

No presente capítulo, pretende-se estudar e comparar as diferentes tecnologias inovadoras organizando-as segundo a sua aplicabilidade e o contributo que conferem à habitação sustentável e que se visa aplicar em projecto.

A habitação em estudo vai ter aquecimento de água, geração de electricidade e aproveitamento de água, seguindo tecnologias inovadoras e algumas ligadas à área das Energias Renováveis.

De acordo com o pretendido, para o aquecimento de água vamos estudar e comparar a aplicabilidade da Geotermia e a aplicabilidade dos painéis solares térmicos, analisando as vantagens e desvantagens comparativas associadas a ambos os processos.

Para o aproveitamento de água, vamos analisar e comparar as vantagens de se efectuar um furo artesiano e obter água subterrânea ou a opção pelo aproveitamento das águas das chuvas.



Para a geração de electricidade, vamos estudar e comparar as vantagens e desvantagens da microgeração eólica com a instalação de painéis fotovoltaicos.

II. 1. Geotermia vs Painéis Solares Térmicos

A aplicação de uma das duas tecnologias enunciadas tem como objectivo apenas o aquecimento de água. Pretende-se minimizar os custos com o aquecimento de águas quentes sanitárias e lava loiça, nomeadamente a diminuição do custo do gás a curto-médio prazo.

No quadro 1, estão indicados alguns dos aspectos positivos e negativos relacionados com a geotermia:

Quadro 1

GEOTERMIA	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Ambientalmente bastante favorável Aquece águas quentes sanitárias Possibilidade de instalação de piso radiante Conforto interior Incentivos fiscais Fonte inesgotável Poupança de energia eléctrica	Necessidade de espaço físico para instalação horizontal Zona de perfuração sem impeditivos para instalação vertical Investimento inicial bastante elevado Montagem complexa Necessidade de regulação Requisitos Geológicos mínimos Custos de perfuração Tubagem específica

Quadro 1 – Geotermia: Aspectos positivos e negativos, autor, 16/08/2009.



No quadro 2, encontram-se indicados alguns dos aspectos positivos e negativos ligados aos painéis solares.

Quadro 2

PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Fonte inesgotável Existência de bastante Sol em Portugal Poupança de energia eléctrica Aquece águas quentes sanitárias Gás torna-se dispensável Ambientalmente bastante favorável Economicamente acessível Fácil montagem Incentivos fiscais	Pouco estético Necessidade de espaço para depósito Peso na cobertura Orientação solar adequada Tem que haver uma alternativa a falhas

Quadro 2 – Painéis solares térmicos: Aspectos positivos e negativos, autor, 17/08/2009.

Enquanto os painéis solares têm o sol como fonte directa de energia, a geotermia tem o calor interno da Terra, alguma parte conservada pela incidência da energia solar no solo.

De acordo com o exposto, salienta-se que a Geotermia é uma tecnologia ainda com menor expressividade em Portugal; a concorrência é pouca e o seu custo relativamente a outras opções é elevado.

A sua instalação requer um certo tipo de especificações. Na implementação tipo horizontal tem de haver disponibilidade física de terreno e no tipo vertical tem de haver condições geológicas no subsolo que permitam efectuar um furo dentro dos parâmetros volumétricos necessários.

Os painéis solares térmicos têm o inconveniente estético associado à sua instalação. Requerem um estudo sobre a incidência solar e na sua orientação e tem de haver uma solução secundária que permita a existência de tolerância a falhas.

Actualmente, os painéis solares térmicos têm uma grande representatividade em Portugal; o seu custo é relativamente baixo e a sua amortização efectua-se num



curto espaço de tempo. A sua instalação fácil confere-lhe um aspecto estético favorável.

Dependendo da dimensão e da finalidade da instalação, o painel solar térmico é amortizado em média nos primeiros 5 anos. Com a existência de incentivos fiscais este espaço de tempo pode ser reduzido em 1 ano, aproximadamente.

A Geotermia, aos preços praticados actualmente apenas será amortizada financeiramente em média nos primeiros 8.5 anos.

Um sistema de painéis solares térmicos bem dimensionado permite poupar até 70% da energia necessária para o aquecimento de água que usamos em casa. O que é facilmente perceptível logo nas primeiras facturas que chegam após a sua instalação.

No Verão, em ambos os processos, o gás é totalmente dispensável para o aquecimento de águas, no Inverno o gás serve como apoio sempre que não exista energia suficiente para atingir as temperaturas de água requeridas.

A geotermia tem um investimento inicial da ordem dos 25.000€ e permite poupar cerca de 75% da energia gasta no aquecimento domésticos das águas [96,100].

Como já foi referido, a instalação e orientação dos colectores solares é um factor importante, em Portugal. O ideal, ao pretender-se a utilização máxima anual do painel será uma orientação a Sul subjugada a uma inclinação de 50º [53-54].

II. 2. Microgeração Fotovoltaica vs Microgeração Eólica

Para a instalação de uma tecnologia que permita a geração de energia eléctrica, vamos optar por uma das seguintes tecnologias: a microgeração eólica ou a microgeração fotovoltaica [61-71].



A primeira, como anteriormente indicado, utiliza a energia do vento que posteriormente é convertida em energia eléctrica, a segunda utiliza a luz solar que através de um processo tecnológico específico a converter em energia eléctrica.

Nos quadros seguintes podemos analisar os aspectos positivos e negativos de cada uma das tecnologias em estudo para a produção de energia eléctrica.

No quadro 3, encontram-se indicados alguns dos aspectos positivos e negativos relacionados com os painéis solares fotovoltaicos.

Quadro 3

MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICOS	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Fonte inesgotável	Pouco estético
Existência de bastante sol em Portugal	Necessidade de espaço para máquinas
Possível rentabilidade	Peso na cobertura
Vida longa	Orientação solar adequada
Gás torna-se dispensável	Tecnologia complexa
Gera energia eléctrica	Investimento inicial elevado
Incentivos fiscais	Rigor na instalação
Fácil montagem	Depende dos materiais utilizados
Possível de ser usado na ausência de electricidade	
Pouca manutenção	
Possível associação aos painéis solares térmicos	
Ambientalmente bastante favorável	

Quadro 3 – Painéis solares fotovoltaicos: Aspectos positivos e negativos, autor, 18/08/2009

Os processos de converter tanto a energia solar como a do vento em energia eléctrica são bastante mais específicos e requerem equipamentos com tecnologia superior.

O armazenamento da energia eléctrica produzida é caro; tem de se programar a produção de acordo com os gastos, ou efectuar um cálculo de produção para injectar na rede eléctrica o excesso.

No quadro 4, estão indicados alguns dos aspectos positivos e negativos relacionados com a microgeração eólica.

**Quadro 4**

MICROGERAÇÃO ÉOLICA	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Fonte inesgotável Rentável quando colocado em zonas ventosas Gás torna-se dispensável Gera energia eléctrica Incentivos fiscais Ambientalmente bastante favorável Pouca manutenção Vida longa	Implica uma zona ventosa (> 3m/s) Ruído Impacto visual Custos de investimento elevados Tem que haver alternativa Pouca energia armazenada

Quadro 4 – Microgeração eólica - Aspectos positivos e negativos, autor, 20/08/2009

Tal como os painéis solares térmicos para o aquecimento de águas, os painéis solares com tecnologia fotovoltaica, têm a vantagem de terem o Sol como principal fonte de energia e de encontrarmo-nos num país em que a incidência solar é elevada. Contudo o custo dos painéis fotovoltaicos é mais elevado devido a tecnologia ser mais específica, efeito fotovoltaico (células fotovoltaicas) .

Na microgeração eólica temos também uma fonte natural como motor de geração de energia, o vento. Mas somente em locais onde conseguimos ter velocidades superiores a 3m/s é que se torna rentável a sua instalação.

A nível estético pode ser incorporado na área circundante da casa, em anexos. Tem a desvantagem do ruído relacionado com a rotação das pás, o que impossibilita a sua colocação na habitação ou muito perto da mesma.

A montagem dos painéis é rápida e fácil e podem estar associados a outro tipo de painel para o aquecimento de água. Também existe associada a desvantagem estética na habitação.

Em ambas as situações tem de haver uma alternativa para colmatar a tolerância a falhas.



A microgeração eólica num local onde os índices de vento são minimamente satisfatórios tem um investimento inicial de 20 000€ e uma rentabilidade na ordem dos 60% do valor investido. A amortização financeira média é de 12 anos.

Os painéis solares fotovoltaicos têm um investimento inicial de 15 000€ e uma rentabilidade na ordem dos 90%, do valor investido. A amortização financeira média é de 9 anos.

O investimento inicial depende das características específicas de cada instalação, da potência escolhida para o sistema e da implementação ou não de um seguidor solar.

II. 3 Aproveitamento de Águas Pluviais vs Águas Subterrâneas

O custo da água da rede pública é menor do que o da electricidade, contudo a água é um bem a preservar. A instalação de tecnologias que nos permitem o aproveitamento de águas, quer pluviais ou subterrâneas, é vantajoso a nível económico como também a nível ambiental, ambas a longo prazo.

No quadro 5, encontram-se alguns dos aspectos positivos e negativos relacionados com o aproveitamento de águas pluviais.

**Quadro 5**

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Ambientalmente bastante favorável Utilização de água não potável Vida longa Fácil montagem Economicamente acessível Baixa factura da água Descarga para autoclismo Águas de rega Diminui o risco de inundações Águas quentes sanitárias Máquinas de roupa e loiça	Depende da chuva Tem que haver alternativa Necessita de espaço para cisterna (enterrada) Necessita de filtro Primeiras chuvas não são proveitosas Sistema de válvulas anti-contaminação Manutenção antes da época das chuvas Esvaziamento do depósito de 5 em 5 anos Canalização independente Necessidade de motor eléctrico O sistema tem que ser bem implementado

Quadro 5 – Aproveitamento Águas superficiais: Aspectos positivos e negativos, autor, 21/08/2009.

No quadro 6, encontram-se alguns dos aspectos positivos e negativos e relacionados com o aproveitamento de águas subterrâneas.

Quadro 6

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Pode substituir a rede pública Ambientalmente bastante favorável Baixa factura da água Química e biologicamente mais estável Não necessita de tratamento Piscina Vasta disponibilidade de água Descarga para autoclismo Águas de rega Águas quentes sanitárias Máquinas de roupa e loiça	Depende das condições geológicas Depende da pluviosidade média Contaminação dos aquíferos Necessidade de furo Custos iniciais elevados Gasto de electricidade Canalização independente Existência de alternativa

Quadro 6 – Aproveitamento Águas subterrâneas: Aspectos positivos e negativos, autor, 22/08/2009.



O aproveitamento de águas pluviais apenas pode ser aplicado a usos onde não é necessária água potável.

Tem a desvantagem de depender de um factor meteorológico, não sistemático. Enquanto as águas subterrâneas são recarregadas pela infiltração das águas das chuvas, podem não depender delas directamente e haver disponibilidade de águas mesmo em períodos em que não há chuva (depende das condições do aquífero).

Em ambos os casos, tem de haver alternativa ao seu uso, ou seja ligação à rede pública.

As águas da chuva só podem ser aplicadas a processos que não envolvam a necessidade de água potável e se for utilizada para o interior da habitação tem de ter uma canalização individual com indicação cautelosa de água imprópria para consumo.

As águas subterrâneas podem ter características qualitativas requeridas para o consumo humano periódico. Contudo, estas têm de ser avaliadas junto do organismo competente e requerem controlo químico da sua eventual contaminação.

Para o armazenamento das águas pluviais é necessário uma cisterna para o seu armazenamento, esta necessita de obedecer a determinadas regras de qualidade e de filtragem.

As águas subterrâneas são extraídas directamente do aquífero através de uma bomba. Para minimizar o gasto de energia eléctrica associa-se um depósito onde é mantido um determinado nível de água e a bomba só extrai água automaticamente quando esse nível é ultrapassado.



Capítulo III: Aplicação em Projecto das Tecnologias em estudo

O interesse de articular as Tecnologias em estudo com a sua aplicabilidade em Projecto é o alvo deste estudo. Este estudo só faria sentido se a sua aplicabilidade prática num exemplo concreto.

O exemplo escolhido, será de carácter geral, mas com características de simples comparação que facilitará a extrapolação para outro estudo.

Este estudo tem como base uma moradia na zona centro de Portugal continental, no ano de 2009, com 4 habitantes e 200m². Será atribuído um valor de mercado de 165000€.

Atenção que o caso apresentado não retracts nenhum caso em concreto mas sim um exemplo tipo, de fácil comparação.

Este capítulo retracts de uma forma genérica um estudo prévio, que servirá para se tomar decisões antes do licenciamento do Projecto de Arquitectura, visto estas tecnologias também terem grande influência na Arquitectura

De seguida, será discutido e escolhido as tecnologias, para posterior aplicação em Projecto.

III. 1. Discussão e escolha das Tecnologias

Será agora necessário escolher as tecnologias a aplicar em projecto. No Capitulo anterior as tecnologias foram comparadas, e o que realçou, foi a equivalência entre tecnologias estudadas, o que dificulta bastante a escolha.



De seguida no Quadro 7 temos de uma forma condensada e aproximada dos valores de mercado, no ano de 2009. Este quadro resumo pode ajudar a “desempatar” em caso de dúvida e reforçar alguma vantagem ou desvantagem que alguma tecnologia poderá ter em relação à outra.

Quadro 7

Habitação _ 4 indivíduos	Investimento inicial	Rentabilidade	Amortização Média
Geotermia	25.000 €	75%	8,5
Painéis solares térmicos	3.000 €	70%	5
Painéis solares fotovoltaicos	15.000 €	90%	9
Microgeração eólica	20.000 €	60%	12
Aproveitamento de águas pluviais	6.000 €	50%	12,5
Aproveitamento de águas subterrâneas	13.000 €	50%	20

Quadro 7 – Valores aproximados do investimento inicial, rentabilidade e amortização médias das tecnologias em estudo, em 2009, autor, 24/08/2009.

O Quadro 1 representa o Investimento Inicial necessário para a implementação das tecnologias em estudo, e ressalta que a Geotermia e a Microgeração Eólica tem um investimento inicial bastante elevado, e que os Painéis Solares Térmicos tem um investimento inicial pouco elevado.

Isto é importante, porque economicamente o Dono de Obra está sempre dependente e agarrado ao valor que pode investir inicialmente na obra



Gráfico 1

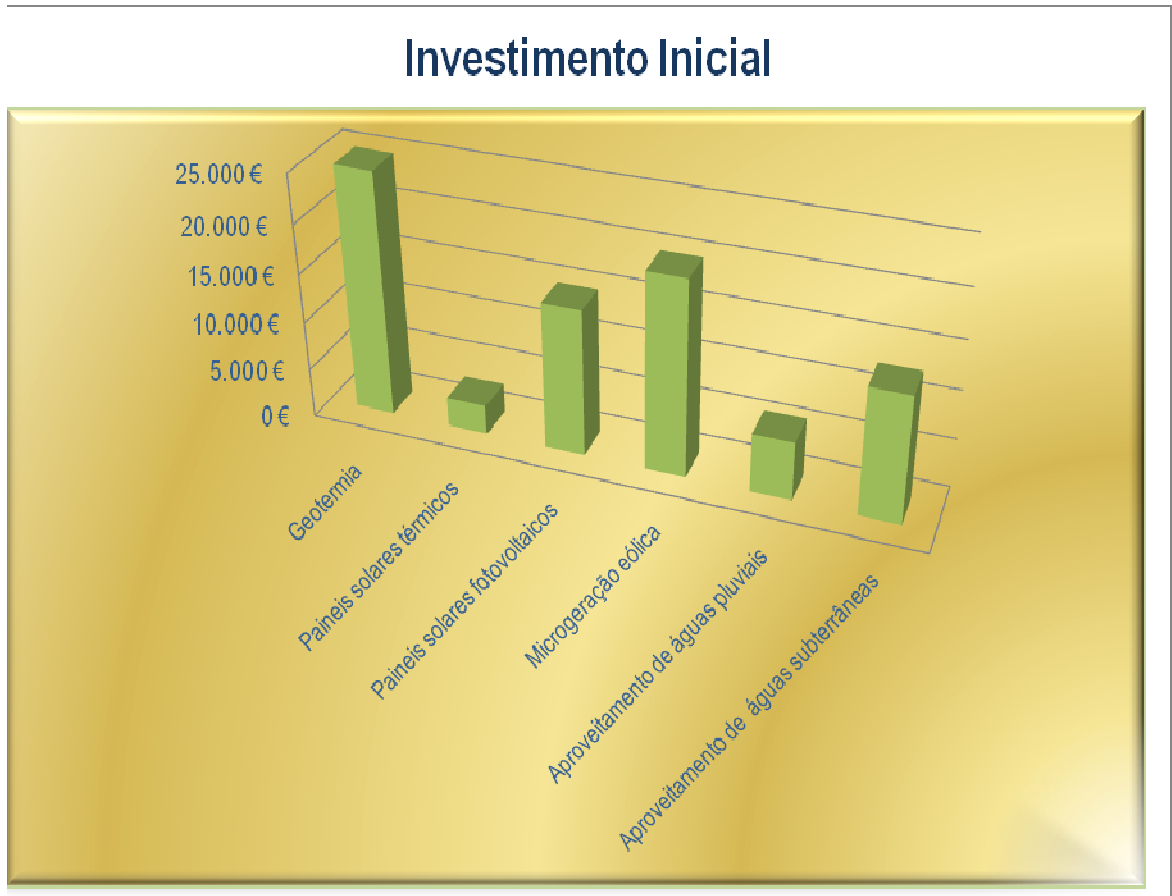


Gráfico 1 – Investimento inicial para implementação das tecnologias em estudo, em 2009, autor, 25/08/2009.

No quadro seguinte (Quadro 2), reflecte, de uma forma bastante aproximada a Rentabilidade, visto esta ser de difícil quantificação.

Dado que estamos num país de bastante sol, a Microgeração Fotoelétrica poderá ser bastante rentável, por outro lado, as duas tecnologias de aproveitamento de água são pouco tentáveis, visto que, chove pouco em Portugal e o furo artesiano gasta a electricidade do motor.



Gráfico 2

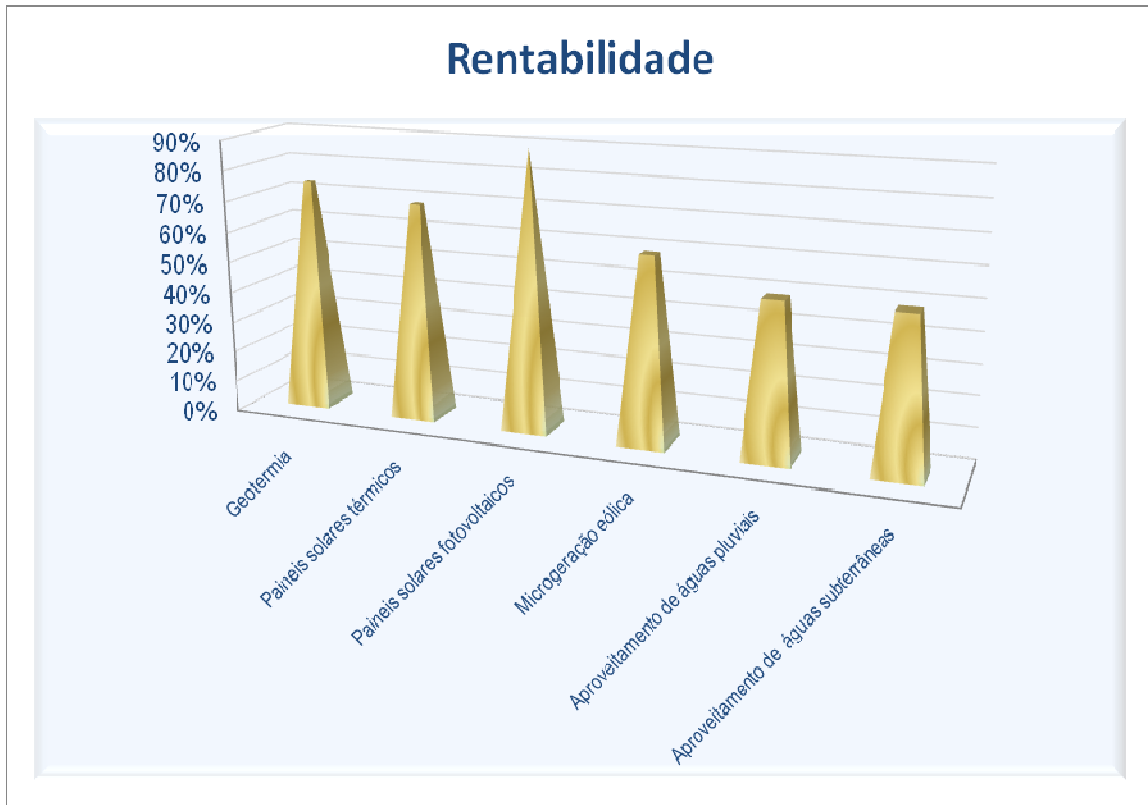


Gráfico 2 – Rentabilidade das tecnologias em estudo, em 2009, autor, 26/08/2009.

A seguir surge a Amortização média dos equipamento ao longo dos anos.

Como já foi referido anteriormente, o aproveitamento das águas é relativo, e essa ideia é reforçada do ponto de vista da amortização média.

Com uma certeza ficamos, é de que os Painéis Solares Térmicos são bastante económicos e de amortização rápida.



Gráfico 3

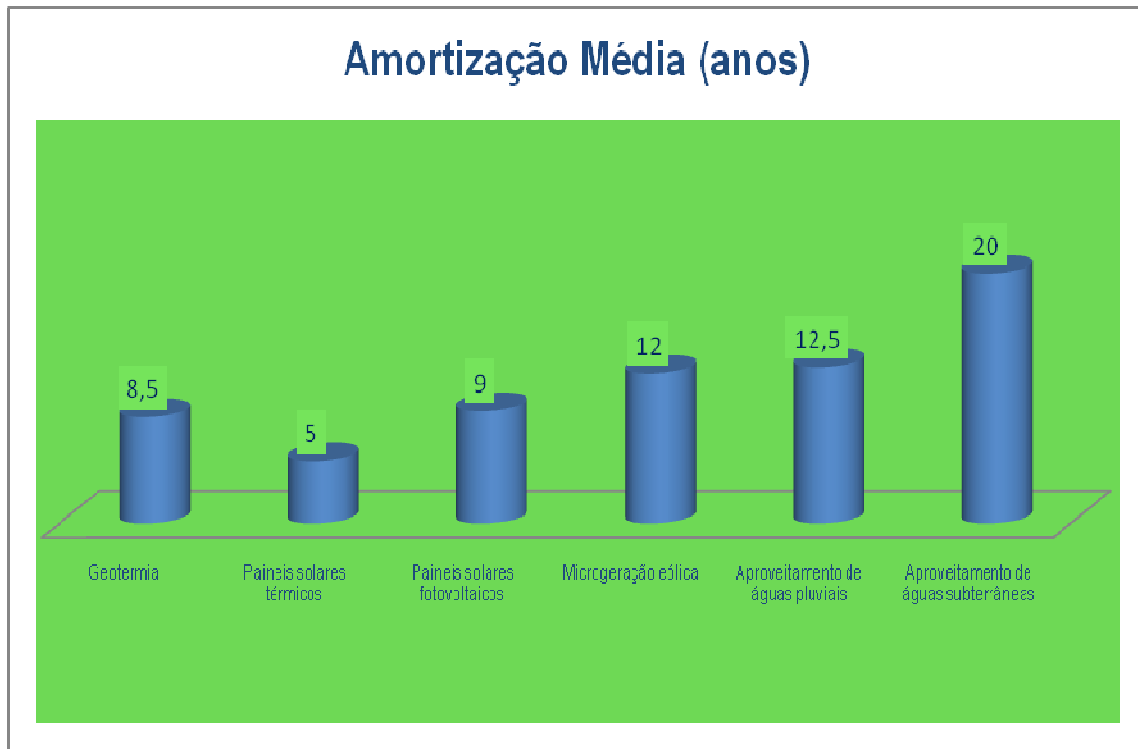


Gráfico 3 – Amortização média das tecnologias em estudo, em 2009, autor, 27/08/2009

Posto isto, segue-se uma análise comparativa de carácter geral, que se baseia nas variáveis principais desta Tese, conforto, economia, energia e ecologia.

Esta análise é de certa forma abstracta, mas decisiva, devido às equivalências existentes entre tecnologias.

Para o aquecimento de águas será suficiente a instalação de Painéis Solares Térmicos. A Geotermia seria uma boa opção se no presente estudo se pretendesse também fazer a instalação de aquecimento e chão flutuante, aumentando o conforto na habitação, mas economicamente depende do valor inicial que o Dono de Obra tem para a obra..

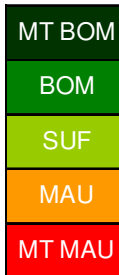


Para o aquecimento de águas sanitárias e de lava-loiça, analisando o custo associado a cada tecnologia e a sua rentabilidade em relação ao objectivo pretendido, verifica-se que a escolha dos painéis solares será a opção mais vantajosa a nível económico (Quadro 7).

O gasto de energia em ambas as tecnologias, tendo em conta o objectivo, pretendido é similar. O custo da geotermia é maior que a dos painéis solares térmicos. É elevada para ser utilizada apenas para o aquecimento de águas, pois os painéis serão suficientes.

Quadro 8

ANÁLISE COMPARATIVA			
	GEOTERMIA	VS	PAINEIS SOLARES TÉRMICOS
CONFORTO	MT BOM		SUF
ECONOMIA	MAU		BOM
ENERGIA	BOM		BOM
ECOLOGIA	BOM		BOM
CONCLUSÃO			Opção escolhida



Quadro 8 – Análise Comparativa Geotermia Vs Painéis Solares Térmicos, autor, 28/08/2009.

A opção recai sobre os Painéis Solares Térmicos, pela relevância do custo inicial da Geotermia, que é bastante elevado.



Um sistema solar fotovoltaico é mais rentável do que a Microgeração Eólica, tendo em conta o investimento inicial, produtividade da instalação e o valor da tarifa eléctrica de venda (no caso do proprietário querer ligação à rede). A produtividade de uma instalação, como referido, depende de diversos factores: como a quantidade de horas de sol disponíveis por ano, as condições de implementação dos painéis solares e a eficiência do material escolhido (existem diferentes painéis no mercado).

Para as instalações de microprodução de electricidade com tarifa eléctrica bonificada estão previstos as seguintes tecnologias: solar, eólica, hídrica ou de cogeração a biomassa. A solução mais rentável é, de longe, mais utilizada é a tecnologia solar fotovoltaica.

Quadro 9

ANÁLISE COMPARATIVA		
	MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	VS MICROGERAÇÃO ÉOLICA
CONFORTO	BOM	BOM
ECONOMIA	BOM	BOM
ENERGIA	MT BOM	BOM
ECOLOGIA	MT BOM	MT BOM
CONCLUSÃO	Opção escolhida	

MT BOM

BOM

SUF

MAU

MT MAU

Quadro 9 – Análise Comparativa Microgeração Fotovoltaica vs Microgeração Eólica, autor, 28/08/2009.

A opção recai sobre a Microgeração Fotovoltaica, pela existência garantida de muito sol em Portugal, contrapondo pela não garantia de existência de vento suficiente em todo o território nacional.



Em Portugal, os índices pluviométricos não são elevados, logo mesmo no Inverno será necessário o recurso da rede pública, para satisfazer as necessidades da descarga do autoclismo e de rega. Se as condições do furo artesiano dos lençóis subterrâneos forem satisfatórias, será suficiente para as águas sanitárias e de rega.

Ambos os processos são ambientalmente favoráveis. Para o presente estudo requer-se apenas uma tecnologia que satisfaça a utilização doméstica de, águas para descarga do autoclismo e de rega de um jardim de dimensão média.

Quadro 10

ANÁLISE COMPARATIVA			
	ÁGUAS PLUVIAIS	VS	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
CONFORTO	SUF		BOM
ECONOMIA	BOM		BOM
ENERGIA	BOM		BOM
ECOLOGIA	MT BOM		BOM
CONCLUSÃO			Opção escolhida

MT BOM

BOM

SUF

MAU

MT MAU

Quadro 10 – Análise Comparativa Aproveitamento de Águas Pluviais vs Aproveitamento de Águas Subterrâneas, autor, 28/08/2009.

A opção recai sobre o Aproveitamento de Águas Subterrâneas, visto os índices de pluviosidade serem insuficientes para satisfazer as necessidades.



- Portanto as Tecnologias em estudo escolhidas foram:
- **Paineis Solares Térmicos;**
 - **Microgeração Fotovoltaica;**
 - **Aproveitamento de Águas Subterrâneas;**

III. 2. Estudo da aplicação em projecto

A aplicabilidade em projecto é sem dúvida um dos principais objectivos deste estudo. Como já foi referido atrás, existe na vida real uma grande necessidade de se ter respostas práticas às questões quotidianas sobre estas matérias.

Tudo parte do Project Manager (Coordenador de Projecto) ou do responsável de projecto, que deverá ter noções esclarecidas sobre esta matéria e, de certa forma, deverá estar sempre atendo às evoluções tecnologias.

Começando no Projecto de Arquitectura passando pelos Projectos de Especialidades, deverá ser desde inicio, decidido quais as tecnologias a implementar.

Seguem-se alguns aspectos importantes ao nível de Projecto, tendo por base o nosso exemplo e as opções escolhidas:



Relativamente ao **Projecto de Arquitectura**, a estética e a funcionalidade são questões preponderantes, por isso seguem alguns pontos que se deverá ter em atenção:

- Orientação solar;
- Local e Integração ambiental;
- Localização dos Painéis Solares Térmicos (a distância entre equipamentos é condicionante),
- Localização dos equipamentos associados aos Painéis Solares Térmicos, em espaços técnicos específicos;
- Localização dos Painéis Solares Fotovoltaicos (podem ser colocados em anexos, não interessa a distância),
- Localização de central eléctrica
- Localização do furo artesiano;
- Localização/características do depósito do furo artesiano;

No que diz respeito ao **Projecto de Estabilidade**, deverá ter-se em atenção ao seguinte:

- Cargas pontuais excessivas da cobertura;
- Resistência mecânica dos materiais a utilizar;
- Atenção à passagem de negativos referentes às infra-estruturas;
- Contar sempre nos cálculos com cobertura acessível;
- Calculo do betão armado do depósito do furo artesiano (se necessário);



Relativamente ao **Projecto de Rede de Águas Domésticas** deverá ter atenção o seguinte:

- Exclusão do abastecimento de água pública para autoclismos;
- Exclusão do abastecimento de água pública para regas;
- Exclusão do abastecimento de água pública para lava loiças;
- Dimensionamento da rede independente de distribuição desde o furo artesiano até ao interior,
- Cálculo do caudal constante no reservatório;
- Dimensionamento do reservatório;
- Localização e ligações aos Paineis Solares Térmicos;
- Alternativa aos Paineis Solares Térmicos (ex: esquentador);

Pensando no **Projecto de Electricidade**, deverá abordar o seguinte:

- Localização dos equipamentos;
- Localização dos Painéis Solares Fotovoltaicos;
- Localização da central eléctrica;
- Localizaçãlo do Quadro Geral;
- Conhecimento do que se pretende abastecer;
- Colocação de materiais compatíveis para futuras instalações (ex: domótica);
- Calculo das necessidades;
- Estudo do armazenamento de energia;
- Estudo da distribuição para a Rede Pública;



De um modo geral o **Projecto de Condicionamento Térmico (RCCTE)** [3] deverá contemplar:

- Informação necessária para o preenchimento da Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR);
- O mínimo de características do imóvel, para a obtenção de Classificação Energética mínima exigida por Lei (B-);
- Cálculo das necessidades através do soft hare SOLTERM;

❖ No Anexo I está representado, de uma forma geral, um exemplo que pode representar a base neste estudo.



De uma forma geral é importante que os projectistas antes de começar a projectar, tenham atenção aos aspectos que se seguem:

Quadro 11

Aspectos Gerais a ter em conta em Projecto
Conhecimento geológico do local;
Conhecimento ambiental do local;
Orientação solar;
Que tecnologias implementar;
Localização dos equipamentos;
Atenção a problemas pontuais de estabilidade;
Rede abastecimento de água domésticas independente;
Dimensionamento de equipamentos;
Complexidade de Rede eléctrica;
Visão para inclusão de instalações futuras;
Cálculo de investimentos iniciais;
Cálculo de rentabilidades;
Cálculo de amortizações;
Classificação Energética do Imóvel;

Quadro 11 – Aspectos Gerais a ter em conta em Projecto, autor, 29/08/2009.



Todos os Projectistas devem, antes de começar os projectos dar atenção a estes aspectos, pois assim todos os projectos bem como a obras em si, se tornam mais rápidas, mais fáceis de execução e mais económicas.

Ao optimizarmos recursos, vamos obter frutos, quer ao nível de incompatibilidades de projectos, interpretação em obra e funcionalidade do imóvel ao longo da sua vida.

Conclusão

Este estudo leva-nos de antemão, a chegar à conclusão de que no mundo de hoje existe não só uma maior sensibilidade para a problemática das Energias Renováveis, como também alerta para a existência de uma gama diversa de produtos ligados à construção civil, os quais estão sempre a ser inovados. Por vezes, um projectista com um simples estudo, poderá chegar a conclusões simples. O aparecimento de enumeras tecnologias inovadoras de construção ligadas a esta temática, dificulta as escolhas dos projectistas e a sua transmissão ao Dono de Obra. Dai a melhor conclusão que podemos tirar deste estudo será a de que, todos os projectistas devem guiar-se pela análise concreta dos factos e não pela visão comercial que por vezes nos é transparecida.

As tecnologias em estudo são apenas algumas, de entre muitas, que actualmente existem no mercado Português. Foram as alternativas mais simples e acessíveis que encontrei, com o intuito de “aquecer águas domésticas”, “gerar energia eléctrica” e “aproveitar águas para uso doméstico”, alternativas estas que têm como principal objectivo “serem amigas do ambiente”, o que as torna a todas óptimas soluções.



Neste estudo, chega-se à conclusão que sendo todas as opções boas, umas demonstram maior racionalidade quando comparadas entre si. O Mundo vive momentos económicos difíceis, o que faz realçar esta variável, tendo como pontos importantes o investimento inicial e a rentabilidade.

Comparando a Geotermia com os Painéis Solares Térmicos, chegamos facilmente à conclusão de que um simples Painel Solar Térmico pode aquecer as Águas domésticas de uma moradia para 4 pessoas com um investimento inicial bastante reduzido. A complexidade associada à instalação da Geotermia bem como, o investimento inicial e dependências Geológica, são pontos fulcrais na escolha. A Geotermia apenas vence quanto ao conforto.

A produção de energia eléctrica é uma matéria que o futuro da Humanidade vai fazer estar de olhos bem abertos, e que nós no mundo da construção devemos olhar com grande atenção. Existem centenas ou talvez milhares de alternativas, que são todos os dias exaltadas por comerciais da área, reclamando serem a melhor solução. Pois sendo assim, nós como Engenheiros Civis temos que ter a capacidade de analisar e seleccionar a melhor opção.

Durante este estudo dei por mim a pensar que tanto a energia solar com a energia eólica são bastante parecidas e de difícil escolha. O Estado promete mundos e fundos, existe uma grande rentabilidade e é tudo muito simples. Mas na realidade isso não acontece. Após aprofundar a questão, chega-se à incrível conclusão de que as burocracias são complexas. Assim essa rentabilidade no que respeita ao fornecimento de energia eléctrica à rede geral, poderá não passar de uma miragem. Penso que a Microgeração de energia poderá ter futuro, mas de momento não está implementada de forma prática. No que toca à Microgeração Eólica e à Microgeração Fotovoltiaica, são bastante semelhantes, tanto ao nível do investimento inicial, como da rentabilidade. A Fotovoltáica vence pois as condições meteorológicas naturais são preponderantes, Vento nem em todos os lugares há. Portugal é dos países da Europa



com melhor exposição solar, o que possibilita não só a escolha como a garantia de um investimento seguro.

Apenas cerca de 1% da água da Terra é potável, o que inevitavelmente trará problemas à Humanidade. Possivelmente a água, a seguir ao petróleo, poderá ser factor de guerra a médio prazo. Posto isto, há que aproveitá-la da melhor maneira.

Em Portugal não nos podemos queixar. Temos água em grandes quantidades, pagamos pouco por ela, mas este estudo demonstra o contrário. O preço da água vai obviamente aumentar, e nós como projectista do futuro, temos que estar à frente a este nível. Comparando as soluções em causa, vimos que o investimento inicial não será tão compensatório quanto parecia de início. A rentabilidade será a longo prazo. O conforto é o mesmo, ou seja, de repente chegamos à conclusão de que de uma forma geral, este é um investimento apenas numa óptica ambientalista e gerida por princípios que nas gerações vindouras poderá dar frutos. Isto que faz com que o aproveitamento de águas seja bastante aconselhado para quem tem possibilidade de o fazer.

A execução de um Furo Artesiano, poderá à partida parecer a resolução de todos os problemas, mas esquecemo-nos que temos gastos invisíveis de manutenção e gastos de energia (motor), para além do investimento inicial ser superior à solução de aproveitar águas das chuvas. O aproveitamento das águas das chuvas tem como principal ponto negativo, a dependência da pluviosidade média anual, que cada vez mais é inconstante e insuficiente. Em minha opinião este estudo leva-nos a crer que será uma melhor opção a escolha do Aproveitamento de Águas Subterrâneas.



Gráfico 4

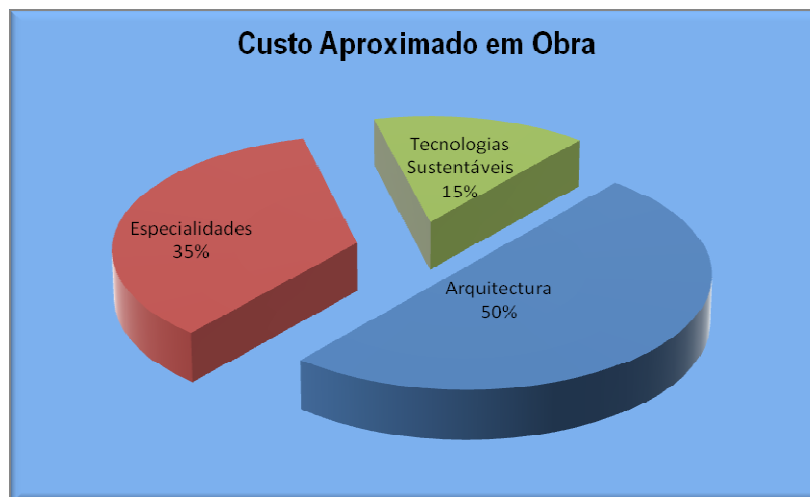


Gráfico 4 – Percentagem do custo aproximado numa obra ,em 2009, autor,29/08/2009.

Chega-se a conclusão fundamental de que, incrementando cerca de 15% do valor total da habitação, ao implementarmos estas soluções, sabendo de antemão que será um investimento recuperável em média após 7 anos.

Conclui-se portanto que para uma Moradia com cerca de 200 m² com 4 habitantes, inserida na Região Centro de Portugal, na qual o Dono de Obra queira implementar estas tecnologias inovadoras, poderá satisfazer os critérios propostos, ou seja, o “aquecimento de águas domésticas”, a “geração de energia eléctrica” e o “aproveitar águas para uso doméstico”, aplicando 4m² de Painéis Solares Térmicos, cerca de 25m² de Painéis Solares Fotométricos e uma Rede de Aproveitamento de Águas Subterrâneas, com um investimento inicial de aproximadamente 15% do valor total da obra (25.000€), e com uma estimativa de amortização financeira de cerca de 7 anos



Uma Habitação para ser Sustentável, terá que satisfazer “n” requisitos, que poderão passar pelos materiais usados, pelas formas inovadoras de autonomia, pelas soluções tecnológicas que suscitem melhoramento de conforto com formas “amigas do ambiente”, ou seja, fundamentalmente a base é a mesma, *é o conforto apoiado no ambiente com soluções economicamente viáveis.*

Não esquecer que este estudo se base em apenas em algumas tecnologias, o que não implica que hajam mais e melhores alternativas. De salvaguardar também que a aplicação destas soluções não exclui outras que estão na base dos bons costumes das construções, nomeadamente a utilização de bons materiais, uma exposição solar correcta, e um pormenor de bastante relevo, que é o isolamento térmico das construções.

Este estudo é, bastante importante, quer ao nível académico, quer ao nível profissional pois após a sua conclusão, sentimo-nos mais capazes de enfrentar o mundo profissional da construção civil, que cada vez mais aponta para recorrer a estas soluções que se baseiam nas Energias Renováveis.

Foi facilmente concluído, que quando nos são colocados à frente diversas alternativas de solução para o mesmo efeito, é importante fazermos uma análise simples mas racional para decidirmos da melhor forma.

Por fim, será de aconselhar a aplicação destas tecnologias inovadoras na construção, pois são economicamente viáveis, dão maior conforto, gastam menos energia e são ecologicamente “amigas do ambiente”. Deverá preferencialmente ser feito um estudo prévio, identificando o local e integração da obra, os recursos e as cargas ambientais, envolvidas, antes de se partir para o Projecto em si.

A aplicabilidade em Projecto está dependente das conclusões que saíram desse Estudo Prévio, e assim será mais fácil antever problemas quer a nível arquitectónicos, quer ao nível das especialidades.



Glossário

EDP - Electricidade de Portugal;

DCR – Declaração de Conformidade regulamentar;

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia;

DL – Decreto Lei;

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado,

IRC – Imposto Sobre o Rendimento das Pessoas Colectivas;

IRS – Imposto sobre o Rendimento das pessoas Singulares;

RCCTE – Regulamento das Característica do Comportamento Térmico dos Edifícios;



Bibliografia

- [1] - Pesquisa na Internet realizada entre 20/05/2009 e 15/8/2009.
- [2] - PINHEIRO; Manuel Duarte (2006): “**Ambiente e Construção Sustentável**”, Edição Instituto do Ambiente; Amadora, 240 p.
- [3] - DL 80/2006, de 4 Abril - **Regulamento das Característica do Comportamento Térmico dos Edifícios** (RCCTE).
- [4] - DL 87/1990, de 16 Março (Recursos Geotérmicos).
- [5] - DL 363/2007, de 15 Março (Microprodução).
- [6] - DL 207/94, de 6 Agosto - **Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais** (RGSPDADAR).
- [7] - DL 90/1990, de 16 Março (Recursos Naturais).
- [8] - DL 133/2005 de, 16 Agosto (Águas Subterrâneas).

NOTA METODOLÓGICA:

A documentação citada no Ponto 1 consta de lista infra de sites consultados na Internet.



Lista de sites consultados na Internet:

- [9] Disponível em WWW: URL< <http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/Contents/Pesquisas/fotos/ecotelhado02.jpg>>.
- [10] Disponível em WWW: URL<<http://a21armamar.wordpress.com>>.
- [11] Disponível em WWW: URL<<http://2.bp.blogspot.com>>.
- [12] Disponível em WWW: URL<<http://pt.wikipedia.org>>.
- [13] Disponível em WWW: URL<<http://ambiente-underground.blogspot.com/2009/04/dossier-que-energia-para-portugal.html><http://blasfemias.files.wordpress.com>>.
- [14] Disponível em WWW: URL<<http://www.meteo.pt>>.
- [15] Disponível em WWW: URL<<http://energiasrenovaveis.com/>>.
- [16] Disponível em WWW: URL<<http://e-porteflio.blogspot.com/>>.
- [17] Disponível em WWW: URL<<http://www.construible.es/profesionalesDetalle.aspx?id=90&idm=120&pat=120&prov=10&act=&cert>>.
- [18] Disponível em WWW: URL<<http://www.modernunes.pt>>
- [19] Disponível em WWW: URL<http://www.executivo.guarda.pt/actualidade/noticias/aregiaio/PublishingImages/paineis_solares.jpg>.



[20] Disponível em WWW: URL<<http://hlagido.wordpress.com/2009/07/25/solar-fotovoltaica/>>.

[21] Disponível em WWW: URL<http://inhabitat.com/wp-content/uploads/sunpower_main.jpg>.

[22] Disponível em WWW: URL<<http://www.youngreporters.org>>.

[23] Disponível em WWW: URL<http://3.bp.blogspot.com/_http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/mapa_rad.gif>.

[24] Disponível em WWW: URL<http://www.cascaisenergia.org/files/billeder/Energia/imgs/teco_esq.jpg>.

[25] Disponível em WWW: URL<http://www.energianoponto.com/wp-content/uploads/2009/09/300px-ISS_solar_arrays.jpg>.

[26] Disponível em WWW: URL<<http://pensaresolucionar.wordpress.com/2009/05/19/energia-solar-uma-maravilha-natural/>>.

[27] Disponível em WWW: URL<http://www.energiaeficiente.com.br/wp-content/uploads/2009/08/eolica_a.jpg>.

[28] Disponível em WWW: URL<<http://www.edp.pt/NR/rdonlyres/E4765CA5-2798-4388-B6D9-20492D3A19DF/0/FolhetoMicroprodução.pdf>>.

[29] Disponível em WWW: URL<<http://www.circleofblue.org/waternews>>.

[30] Disponível em WWW: URL<<http://api.ning.com>>.

[31] Disponível em WWW: URL<<http://www.sociedadedosol.org.br/agua/aquadechuva/aquadechuva.jpg>>.

[32] Disponível em WWW: URL<http://3.bp.blogspot.com/_csuN03puiHo/SBpqp6trSpl/AAAAAAAAASl/hJ_k7A95_ho/s400/agua-chuva2.gif>.



- [33] Disponível em WWW: URL<http://www.abas.org.br/imagens/educacao_image002.jpg>.
- [34] Disponível em WWW: URL<http://www.netxplica.com/figuras_netxplica/exanac/geologia/aquiferos2.png>.
- [35] Disponível em WWW: URL<<http://hidrogeologia.no.sapo.pt/aquiferos.htm>>.
- [36] Disponível em WWW: URL<http://img.pai.pt/359847/359847_pr_01.gif>.
- [37] Disponível em WWW: URL<http://1.bp.blogspot.com/_ibryBqrr0I/SCMB8dme7DI/AAAAAAAAACg/zqRQdZTAgw/s320/furo.jpg>.
- [38] Disponível em WWW: URL<<http://www.adene.pt/ADENE/Canais/Projectos/Micro-geração.htm>>.
- [39] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Relat%C3%B3rio_Brundtland>.
- [40] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Agenda_21>.
- [41] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento_sustent%C3%A1vel>.
- [42] Disponível em WWW: URL<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade>>.
- [43] Disponível em WWW: URL<<http://www.paineissolares.gov.pt/>>.
- [44] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_renov%C3%A1vel>.
- [45] Disponível em WWW: URL<<http://www.eficiencia-energetica.com>>.
- [46] Disponível em WWW: URL<<http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua>>.
- [47] Disponível em WWW: URL<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Mar%C3%A9>>.



- [48] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_maremotriz>.
- [49] Disponível em WWW: URL<http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/aguaemporugal.pdf>.
- [50] Disponível em WWW: URL<http://enggeografica.fc.ul.pt/documentos/tese_teresa_simoes.pdf>
- [51] Disponível em WWW: URL<http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/actualidades/seca/SITUACAO_METEOROLOGICA_SECA_2005%20IM.pdf>.
- [52] Disponível em WWW: URL<<http://energialateral.pt/eolica.html>>.
- [53] Disponível em WWW: URL<http://www.ineti.pt/projectos/projectos_frameset.aspx?id=299>.
- [54] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Radia%C3%A7%C3%A3o_solar>.
- [55] Disponível em WWW: URL<<http://www.deetc.isel.ipl.pt/electronica/leic/fae/componentes/semicondutores/fotovoltaicos.htm>>.
- [56] Disponível em WWW: URL<<http://solar.fc.ul.pt/faq.htm#Que%20tipos%20de%20paineis%20solares%20existem>>.
- [57] Disponível em WWW: URL<<http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/SolarFotovoltaico.pdf>>.
- [58] Disponível em WWW: URL<http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_power>
- [59] Disponível em WWW: URL<http://www.habiecologica.com/site/shopping/product_details.php?id=57>.
- [60] Disponível em WWW: URL<<http://www.airpac.eu/POR/geothermie-aerothermie.php>>.
- [61] Disponível em WWW: URL<<http://news.soliclima.com/?seccio=noticiesprof&accio=veure&id=30>>.



[62] Disponível em WWW: URL<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Microgera%C3%A7%C3%A3o>>.

[63] Disponível em WWW: URL<<http://www.energlobo.pt/microproducao.html>>.

[67] Disponível em WWW: URL<http://sol.sapo.pt/blogs/energia/archive/2008/08/21/Cidade-alem_E300_-reclama-de-2700_ditadura-verde_2700_.aspx>.

[68] Disponível em WWW: URL<http://novasenergias.no.sapo.pt/Turban_Eolica_UrbanConstrucao.pdf>.

[69] Disponível em WWW: URL<<http://www.ecopower.pt/index.php>>.

[70] Disponível em WWW: URL<<http://energiabarata.blogspot.com>>.

[71] Disponível em WWW: URL<http://67.205.89.73/~termicho/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=24>.

[72] Disponível em WWW: URL<<http://www.arquibio.com/wp-content/uploads/2007/09/info29.jpg>>.

[73] Disponível em WWW: URL<http://pt.wikipedia.org/wiki/Radia%C3%A7%C3%A3o_solar#O_equil.C3.ADbrio_energ.C3.A9tico_no_planeta>.

[74] Disponível em WWW: URL<<http://blasfemias.files.wordpress.com/2008/07/europe-wind-resource.gif>>.

[75] Disponível em WWW: URL<www.brsolar.com.br/site/img_site/fotovoltaico.jpg>.

[76] Disponível em WWW: URL<www.contruirecomer.blogspot.com>.

[77] Disponível em WWW: URL<www.consolenergia.pt>.

[78] Disponível em WWW: URL<<http://www.terraterm.es/que.html>>.



- [79] Disponível em WWW: URL<<http://www.renovaveis.tecnopt.com/?p=216>>.
- [80] Disponível em WWW: URL<http://www.marcosmaximino.psc.br/imagens/mural_agua01.gif>.
- [81] Disponível em WWW: URL<<http://casa-e-energia.blogspot.com/>>.
- [82] Disponível em WWW: URL<<http://www.lamtec-id.com/energias/eolica.php>>.
- [83] Disponível em WWW: URL<<http://www1.eere.energy.gov/>>.
- [84] Disponível em WWW: URL<<http://www.energysavers.gov/>>.
- [85] Disponível em WWW: URL<<http://forumdacasa.com/discussion/1627/furo-artesiano/>>.
- [86] Disponível em WWW: URL<<http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/163/>>.
- [87] Disponível em WWW: URL<http://www.edvenergia.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/articleFile57.pdf>.
- [88] Disponível em WWW: URL<<http://www.unionfenosa.pt/documentos/consejosEE.pdf>>.
- [89] Disponível em WWW: URL<<http://www.microgeracaodeenergia.com/sem-categoria/power-meter-medir-os-gastos-energeticos-pelo-google/>>.
- [90] Disponível em WWW: URL<<http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/pessoal/jpedro/Research/Pdf/Artigo%20para%20uma%20habitacao%20ambientalmente%20mais%20sustentavel.pdf>>.
- [91] Disponível em WWW: URL<<http://www.wind-works.org/books/elettricità.html>>.
- [92] Disponível em WWW: URL<<http://www.wwindea.org/>>.



[93] Disponível em WWW: URL<<http://www.ewea.org>>.

[94] Disponível em WWW:
URL<<http://www.dgge.pt/aaaDefault.aspx?f=1&js=0&codigono=636364426444AAAAAAAAAAAA>>

[95] Disponível em WWW: URL<http://www.renovaveis.tecnopt.com>

[96] Disponível em WWW: URL<www.si.ips.pt/.../img.noticias_cont?.../ApresentaçãoGeotermiaPortugal
<http://www.eolien.org/>>.

[97] Disponível em WWW: URL<<http://www.awea.org>>.

[98] Disponível em WWW: URL<<http://www.nrel.gov/wind>>.

[99] Disponível em WWW: URL<<http://www.eren.doe.gov/windpoweringamerica>>.

[100] Disponível em WWW: URL< <http://www.geotermiadeportugal.pt/>>.

[101] Disponível em WWW: URL< www.renovaveisnaha.pt/>.

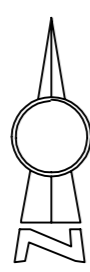
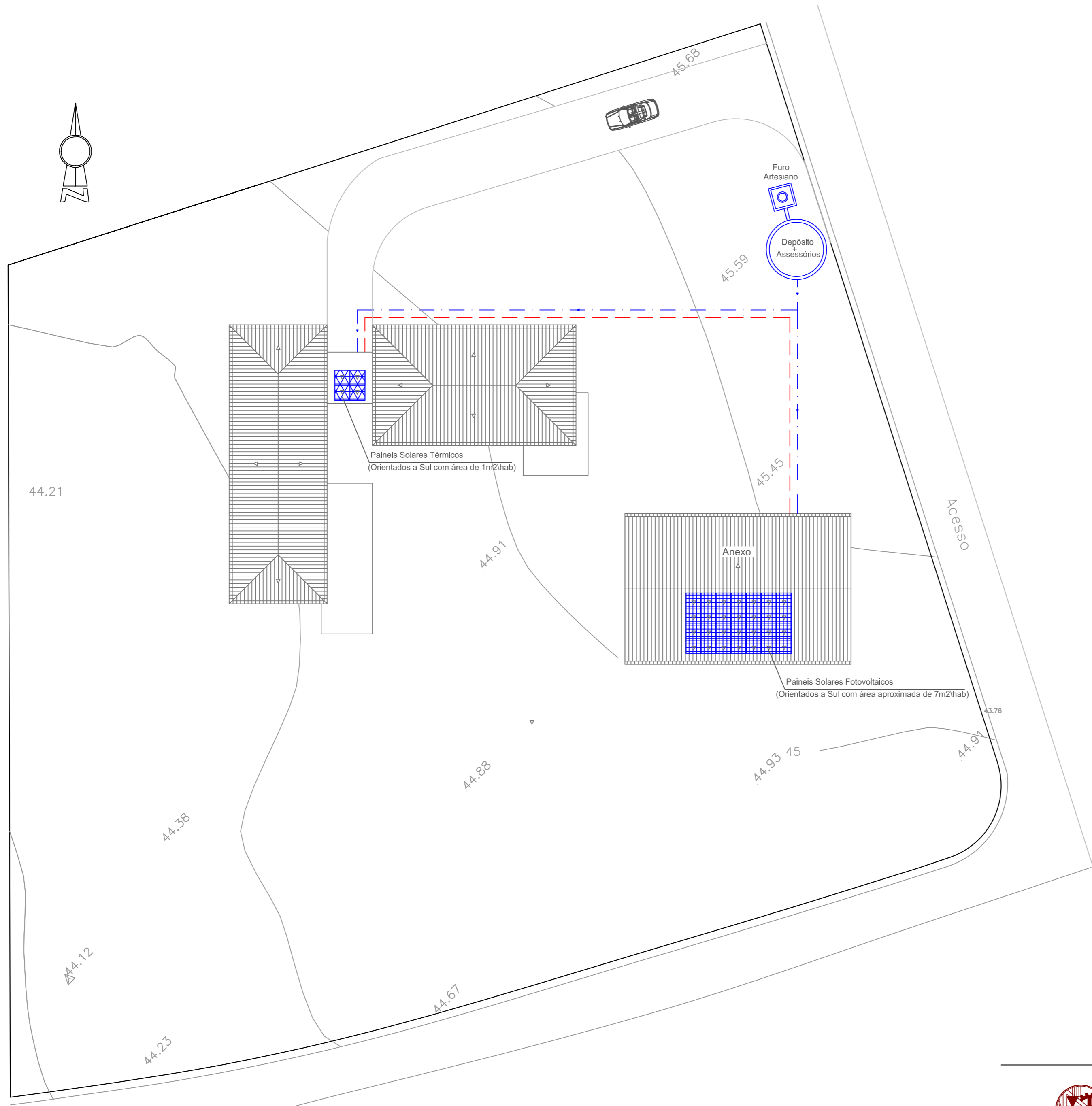


ISEL – INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA





Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Nuno Filipe de Figueiredo Santos Pita Soares

ANEXO I – PLANTA GERAL



Legenda

-  Painel Solar Térmico
-  Painel Solar Fotovoltaico
-  Colector de Águas Subterrâneas
-  Rede eléctrica



Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Nuno Pita Soares
 Aluno nº 24204
 TEL: 966706463
 E-MAIL: nuno.pita.soares@gmail.com

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

TESE
"HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL"
 Análise comparativa de técnicas
 inovadoras de construção
 aplicadas em projecto

DESIGNAÇÃO
Anexo I - Planta Geral

DATA
 NOV. 09

ESCALA
 1/200

DESENHO

01