

DPP Scanning Docs

A DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA_SD63*

Scanners: Pedro Lopes (plopes@dpp.pt) / Ana de Seabra Leão Ferreira Soares (anaseabraleao@hotmail.com) / Ana Rute dos Reis Sousa (anasousa5@gmail.com)

Reviewers: António Alvarenga (antonio@dpp.pt) / Susana Escária (susana.escaria@dpp.pt)

* Este trabalho foi elaborado no âmbito do Projecto Análise de Tendências Internacionais coordenado pelo DPP e integrado na plataforma *Business Intelligence Unit* da AICEP.

Ana de Seabra Leão Ferreira Soares e Ana Rute dos Reis Sousa, estagiários Inov Contacto, colaboraram com o DPP no âmbito do referido projecto.

Ana de Seabra Leão Ferreira Soares é licenciada em Microbiologia e fez o seu estágio na empresa *Soluções Qualidade* em Cabo Verde e Ana Rute dos Reis Sousa é licenciada em Psicologia e fez o seu estágio na empresa *Saint Gobain Vicasa* em Espanha.

Pedro Lopes colaborou neste trabalho no âmbito do estágio realizado ao abrigo do Programa de Estágios Profissionais na Administração Central (PEPAC).

English Summary:

Water Desalination_SD63 – Driven by the increasing world population and the diminishing freshwater sources, a result of global warming, desertification and environment destruction, many countries built or are building water desalination plants for water supply. The technological innovations have been largely raising the energy efficiency of the desalination process, reducing the running cost. Especially the innovations in energy use or consumption, the advances of nanotechnology and molecular technologies contributes to increase desalination plants efficiency. In several countries water desalination is becoming the best solution for the water shortage. Middle East has 50% of the market share, followed by Asia-Pacific.

Os “DPP Scanning docs” são parte integrante do projecto “Horizon Scanning DPP”.

Estes documentos organizam, categorizam e analisam forças de mudança (tendências pesadas, tendências, incertezas, sinais fracos e wild cards) de acordo com a seguinte taxonomia: Ambiente; Ciência e Tecnologia; Economia; Empresas; Energia; Geopolítica; Política; Saúde; Sectores de Actividade; Sociedade e Estilos de Vida; Território.

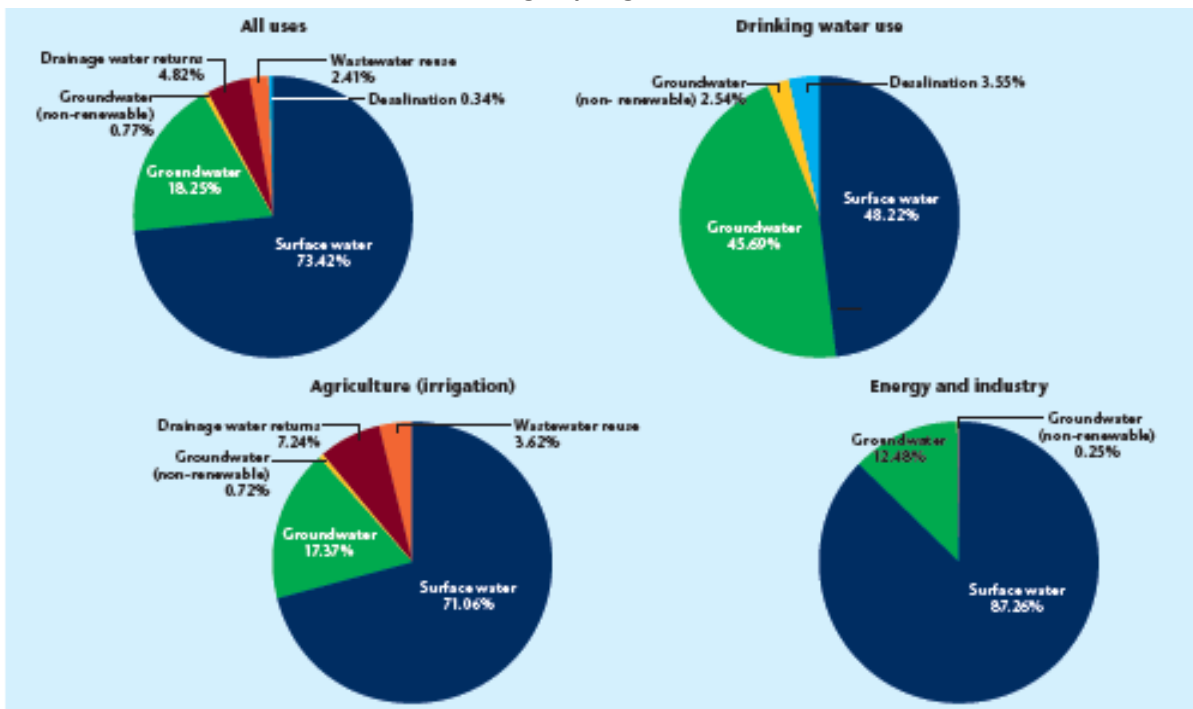
O projecto “Horizon Scanning DPP” é um processo sistemático de identificação, categorização e selecção de informação alertando para tendências, potenciais mudanças de paradigma, disrupções e temas emergentes que possam ser úteis para diferentes tipos de objectivos, aplicações e utilizadores/decisores, encorajando-os a antecipar e compreender melhor o ambiente externo e a forma como o mesmo interage e influencia as respectivas políticas e decisões estratégicas.

Coordenação do projecto “Horizon Scanning DPP”: Paulo Soeiro de Carvalho e António Alvarenga (antonio@dpp.pt).

1. **Categoria:** Tendência
2. **Data:** Novembro de 2010
3. **Tema:** Ambiente / Sub-tema: Água
4. **Descrição:**

A dessalinização consiste num processo relativamente complexo de conversão de água salgada em água potável para o consumo e uso em actividades humanas (agricultura, produção energética, sistemas de arrefecimento). A dessalinização da água é uma tendência que deve ser analisada no contexto das alterações climáticas e deve ter em atenção a distribuição mundial dos recursos hídricos.

Gráfico nº1: Fontes de água por grandes sectores de uso em 2000



Fonte: Water in a changing world, UNESCO report 2009 (a)

O ciclo da água é o processo dinâmico de transferência de água entre diversos estados físicos, responsável pela recarga natural de nascentes, aquíferos, lagos e rios que constituem as principais fontes de abastecimento de água para uso humano (**ver gráfico nº1**). O fenómeno das alterações climáticas tem sido apontado como responsável por fenómenos climáticos extremos, prevendo-se o alargamento dos períodos de seca severa e das áreas desertificadas. Os processos de dessalinização da água surgem num contexto de carência de recursos hídricos e de debate sobre os actuais usos, consumos e disponibilidade futura deste recurso (**b**).

As tensões à volta da disponibilidade de água já motivaram estados de tensão política, nomeadamente na gestão das grandes bacias hidrográficas, como por exemplo, a Bacia Hidrográfica do rio Nilo, entre o Egipto e o Sudão. Na União Europeia destaca-se a Directiva Quadro da Água, visando assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos e, por essa forma, evitar situações passíveis de conflito (**c**). Na Europa o desequilíbrio entre as necessidades humanas e as disponibilidades hídricas é particularmente crítico nas regiões do Sul. Esta situação ocorre na época de estiagem como resultado do uso abusivo e descontrolado, associado a longos períodos de reduzida precipitação (**c**). À diminuição da quantidade de

água está associada a redução da sua qualidade, facto que agrava o problema da carência de recursos hídricos, colocando em causa a própria saúde pública. **(c)**.

O consumo recente de água na União Europeia, proveniente de fontes naturais ou modificadas (por exemplo, reservatórios) é direccionado para os seguintes fins **(c)**:

- 44% - Arrefecimento dos sistemas de produção energética.
- 24% - Uso agrícola.
- 21% - Uso doméstico.
- 11% - Produção industrial.

A necessidade de fornecer água potável a milhões de pessoas que habitam em extensas áreas desertificadas (como por exemplo, nos países do Norte de África e Médio Oriente) e o facto de 97% da superfície terrestre estar coberta por água salgada, funcionam como catalisadores no desenvolvimento e implementação de novas tecnologias de dessalinação **(ver DPP Scanning Doc SD29 – O Desafio da Água)**.

No contexto da gestão dos recursos hídricos começam a surgir duas novas soluções **(b)**: a reciclagem de água e a dessalinação, que vão progressivamente sendo implementadas em alguns países europeus, na Austrália, nos Estados Unidos da América e principalmente nos países do Médio Oriente **(d)**.

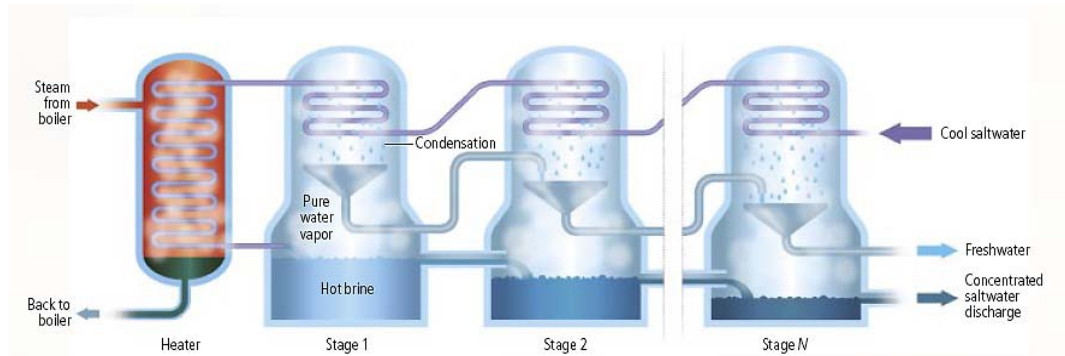
A partir da década de 1980 registou-se um incremento no mercado da dessalinação e, actualmente, como resultado do desenvolvimento tecnológico, são aplicadas várias metodologias. Os vários processos de dessalinação, podem ser estruturados em 3 grandes grupos: dessalinação térmica por destilação; dessalinação por membrana; e dessalinação por outros processos **(e)**:

- A dessalinação térmica por destilação, inclui os seguintes processos: *Vapor Distillation (VP)*, *Multistage Flash Distillation (MSFD)* e *Multiple-Effect Distillation (MED)*.
- A dessalinação por bombagem de água sob alta pressão, de forma a transpor uma membrana semi-permeável inclui dois processos: *Reverse Osmosis (RO)* e *Electrodialysis (ED)*.
- A dessalinação por outros processos diz respeito à conjugação do processo térmico com a utilização da membrana [*Membrane Distillation (MD)*] e a novas técnicas em expansão cujos processos são de índole térmica [*Solar Humidification Dehumidification (HDH)* e *Carrier Gas Process (CGP)*].

Destacam-se, de seguida, os dois processos de dessalinação com maior aplicação a nível mundial **(b) (d)**:

- **Dessalinação térmica por destilação (MED e MSFD)**. Este processo remove as partículas de sal através de um ciclo de vapor e condensação de água **(ver figura nº1)**, sendo uma técnica muito utilizada nas infra-estruturas de dessalinação implementadas no Médio Oriente.

Figura nº1: Processo térmico por destilação exemplo do MSFD, (a água salgada é aquecida e passa por várias etapas de dessalinação)

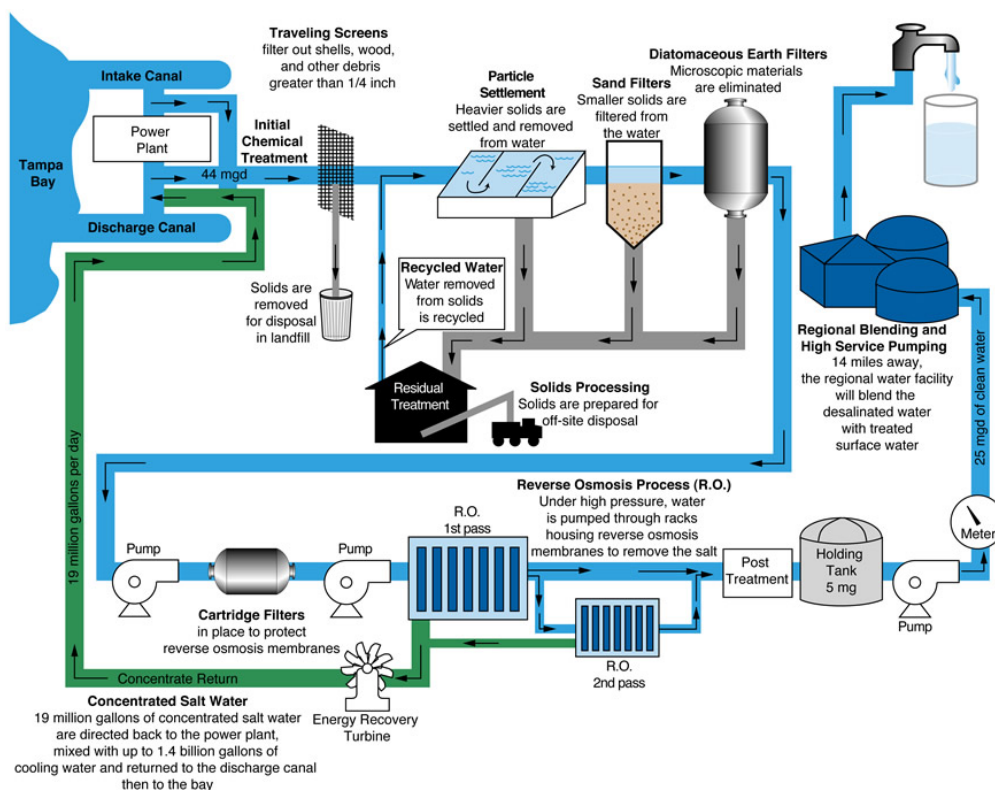


Fonte: "Fresh from the sea", Scientific American, 2007 **(f)**

Uma caldeira aquece a água sobre pressão. O líquido é esvaziado para uma coluna aberta cuja pressão é ligeiramente menor (etapa 1), vaporizando imediatamente e ascendendo sob a forma de vapor de água que se vai condensar em colectores. A coluna adjacente (etapa 2) é mantida numa pressão ainda mais baixa e a água salgada em excesso vaporiza novamente e assim adiante, por diversas fases (etapa n).

- **Dessalinização por processo de osmose inversa (RO).** Esta tecnologia baseia-se na colocação de uma membrana (desenvolvida por nano-tecnologia) que tem capacidade para filtrar as partículas de iões de sal, microrganismos e outras impurezas. Esta técnica exige a circulação de água sob intensa pressão, de forma a conseguir ser filtrada pela membrana **(ver figura nº2)**.

Figura nº2: Processo de RO da Central de Dessalinização de Tampa Bay (EUA)



Fonte: Tampa Bay Water, 2010 (g)

Existe uma tendência para o aumento da importância do processo de dessalinização por osmose inversa, aparentemente em detrimento do processo térmico. Esta tendência resulta do seu melhor desempenho e capacidade de redução do consumo / gasto energético. No entanto, novos processos de dessalinização estão a ser desenvolvidos, aperfeiçoando-se as tecnologias e procurando diminuir os seus custos de produção, de manutenção e de funcionamento e maximizar a sua eficiência.

Por exemplo, o Departamento de Mecânica e Engenharia Aeroespacial da Universidade da Flórida tem desenvolvido trabalhos de investigação sobre dessalinização. Os investigadores James Klausner, Mohamed Darwish e Renwei Mei, trabalham no aperfeiçoamento de um novo processo: *Diffusion Driven Desalination* (DDD) (Dessalinização Difusa Conduzida). A DDD é um processo que procura estimular as vantagens da eficiência térmica. O seu funcionamento baseia-se na difusão de moléculas de água em ar seco, permitindo a evaporação da água salgada **(h)**.

Segundo uma análise termodinâmica elaborada ao processo DDD, concluiu que o mesmo se realiza a temperaturas mais baixas, não exigindo gastos dispendiosos com materiais de construção e o calor

residual pode ser reutilizado para conduzir o processo de dessalinação **(h)**. O processo *DDD* é economicamente mais vantajoso em relação aos processos térmicos convencionais (MED e MSFD).

Os processos de *Humidification Dehumidification* (HDH) **(i)** e *Carrier Gas Process* (CGP) **(j)** estão ainda a ser desenvolvidos, constituindo-se como técnicas recentes de dessalinação. Encontram-se ainda em desenvolvimento:

- o processo de **osmose avançada** que se traduz na migração de um conjunto de moléculas, por osmose natural, sem necessidade de utilizar energia, criando uma solução muito mais concentrada a partir da qual se evapora o sal por um processo com exigências de calor muito reduzidas.
- A tecnologia de **nanotubos de carbono**, provavelmente disponível no mercado entre 2013 e 2015, a qual corresponde a um processo em que o sal é libertado devido a uma descarga eléctrica no nanotubo que repele positivamente os iões de sal.
- O **biomemitismo**, processo que se traduz na passagem das moléculas de água através de um conjunto de proteínas (aquaporinas) dispostas em canais que conduzem eficientemente a água dentro e fora de células vivas (**ver DPP Scanning Doc SD 29 – O Desafio da Água**).

Um grupo de investigadores de Engenharia Mecânica do MIT (EUA), está a desenvolver a aplicação de um material cerâmico designado por zeolite: uma nova membrana de cristais de zeolite permite a separação de iões e sais das moléculas de água, com menor consumo energético e maior eficiência **(k)**.

5. **Palavras-chave:** alterações climáticas; clima; dessalinação; processo térmico; osmose inversa; economia; água; ambiente; recursos hídricos.

6. **Indicadores de alerta:**

- Crescimento do número de unidade de dessalinação construídas e em construção.
- Aumento da capacidade de filtragem de água.
- Surgimento de novas tecnologias e processos de dessalinação da água.
- Incremento do abastecimento público assegurado pela dessalinação, de forma a compensar a insuficiência dos sistemas tradicionais de abastecimento causados pelo crescimento urbano em áreas hidrologicamente sensíveis e zonas costeiras.
- Incremento do abastecimento por dessalinação para fins agrícolas, procurando dar resposta a uma agricultura intensiva e exigente na disponibilidade dos recursos.

7. **Impactos potenciais:**

A dessalinação, conforme se analisou na descrição, é um processo que procura responder às necessidades das populações, melhorando a sua qualidade de vida. Em combinação com a prática do consumo regulado de água proveniente de fontes de abastecimento tradicionais (poços, aquíferos, nascentes), a dessalinação contribui para a gestão sustentável do recurso água potável, que é considerado como um bem escasso do planeta **(a)**.

A dessalinação pode desempenhar um papel importante na tentativa de melhorar as produções agrícolas (algumas culturas de regadio) em áreas onde o solo ainda tem alguma produtividade, mas o clima é extremamente adverso. Neste âmbito, Espanha tem constituído um exemplo, pois existem extensas áreas de regadio e de estufas localizadas na costa mediterrânica que beneficiam de água proveniente de centrais de dessalinação **(l)**.

A instalação de centrais de dessalinação pode contribuir para a manutenção das actividades e infra-estruturas relacionadas com o turismo (campos de golf, piscinas), e assegurar o fornecimento de água às

populações locais e turistas, nomeadamente em países onde existe uma carência de recursos hídricos (em quantidade e qualidade), associados a climas secos, e uma grande relevância socioeconómica das actividades do sector de turismo, pressionando os recursos hidrológicos, normalmente sob a forma de uma forte pressão urbanística e da localização das actividades na faixa litoral. Esta situação verifica-se, por exemplo, em Espanha (costa mediterrânica e Ilhas Canárias) **(l)**, Malta e Chipre **(c)**.

Contudo, a dessalinização não está isenta de gerar impactos negativos no meio ambiente, destacando-se os seguintes:

- Intrusão salina nos aquíferos. A localização de centrais de dessalinização na proximidade da faixa costeira pode potenciar fenómenos de intrusão salina, pelo facto de ser necessário o recurso a água potável para completar o processo de dessalinização **(c)**.
- A localização de centrais nas áreas costeiras produz impactos negativos nos ecossistemas marinhos e dunares. Por exemplo, esta situação motivou o atraso na construção da central de dessalinização de San Diego na Califórnia **(m)**, tendo-se iniciado os trabalhos de construção apenas em 2010, 12 anos após ter sido proposta.

Existem ainda dois impactos económicos negativos:

- Os custos de construção e manutenção de uma central de dessalinização são elevados, sobretudo porque é um sistema exigente em investigação e tecnologia de ponta. Por exemplo, estima-se que são necessários, em média, cerca de 10 anos para amortizar o custo de importação de equipamentos auxiliares e instalação da unidade **(n)**.
- O custo do m³ de água dessalinizada é economicamente desfavorável em relação aos custos inerentes à extracção de água das fontes tradicionais. As centrais de dessalinização consomem uma considerável quantidade de energia. Por exemplo, para produzir 1m³ de água, uma central típica de *Seawater Reverse Osmosis* (SWRO) necessita de 1.5 – 2.5 KWh de electricidade **(c)**. As centrais construídas recentemente começam a ser equipadas com sistemas de produção energética, com base em fontes renováveis localizadas na central de dessalinização ou na área envolvente **(ver ponto 10 – Principais Actores/Stakeholders)**.

No caso específico de **Portugal**, a dessalinização é ainda uma tecnologia com pouca aplicação, destacando-se a central dessalinizadora do Porto Santo. Todavia, Portugal pode ser considerado como um país com recursos hídricos cuja exploração deve ser enquadrada com a componente climática. Nesse sentido, a dessalinização pode ser uma aposta para as regiões do Sul carentes em recursos hídricos, à semelhança do Sul de Espanha - ver os **desafios e oportunidades para as infra-estruturas básicas do ambiente – quadro 4.2.4.2 em DPP (2007): “Ambiente, Inovação e Competitividade da Economia” (s)**.

O Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013, refere um conjunto de prioridades da Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável – objectivo IV relativo a “Melhor Ambiente e Gestão Sustentável dos Recursos Naturais”, as quais incluem a reutilização de águas residuais e a dessalinização, colocando estas tecnologias como uma aposta para o futuro **(o)**. Finalmente, é relevante referir o investimento efectuado pelo grupo Pestana que, após o período de seca verificado em 2004, identificou a necessidade de construir uma central de dessalinização da água. No final de 2007 quatro estabelecimentos hoteleiros localizados em Alvor (pertencentes ao grupo Pestana) começaram a ser abastecidos por água dessalinizada através da Central de Dessalinização de Alvor – por processo de osmose inversa (pequena unidade com capacidade de abastecimento limitado: 2.000 pessoas). O objectivo é aplicar a água dessalinizada na limpeza e jardins dos quatro hotéis e, futuramente, nas instalações sanitárias, poupando a água potável da rede municipal **(p)**.

8. **Exposição à Força de Mudança:**

A atractividade das técnicas de dessalinização está essencialmente relacionada com a disponibilidade de recursos hídricos naturais, e com o clima / evolução climática.

No que respeita ao clima / evolução climática, destacam-se as regiões com clima extremamente seco e extensas áreas desertificadas (exemplos: Norte de África, Médio Oriente e Austrália), onde a população e as actividades económicas têm à sua disposição escassos e vulneráveis recursos hidrológicos. Nestes casos, há um impulso para o Estado desempenhar um papel interventivo na assumpção de políticas que visem a aplicação de processos de dessalinização de água. De referir, no entanto, que o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias de tratamento de água residual podem permitir a obtenção de água para diferentes fins possivelmente com um custo mais reduzido.

A forma como os governos irão encarar a limitação dos recursos hídricos em quantidade e qualidade e regular as políticas e o mercado da água (liberalização ou monopólio de empresas públicas) será decisiva para a evolução do sector. Sobre esta questão, ver, por exemplo, a comunicação do Eng.º Pedro Cunha Serra “O ciclo da água e o tratamento de resíduos – as oportunidades de internacionalização na indústria e serviços” no Seminário *Ambiente, inovação e Competitividade da Economia (r)* organizado pelo DPP.

9. **Drivers e Inibidores:**

- Avanço do processo de desertificação em extensas regiões do planeta, inclusive na proximidade da faixa costeira, e de igual forma, aumento de áreas em transição dos ecossistemas savana para deserto (*driver*).
- Escassez de água potável e aumento das áreas em stress hídrico (**ver DPP Scanning Doc 29 – O Desafio da Água**) (*driver*).
- Associada ao processo de desertificação, o fenómeno das alterações climáticas e os respectivos impactos relacionados com períodos de seca prolongada em regiões onde o clima era mais húmido (*driver*).
- Aumento de pessoas a residir e concentração das respectivas actividades económicas no litoral, originando aumento de pressão e desgaste nos recursos hidrológicos nas faixas costeiras (*driver*).
- Concentração populacional e aumento demográfico, os quais conduzem a uma maior procura de água em regiões onde os recursos hídricos se revelam insuficientes para compensar a procura (*driver*).
- Consumo elevado de água potável associado a gastos de água supérfluos, por exemplo para lavagens: o processo de dessalinização poderá gerar uma fonte de água para esse tipo de fins (*driver*).
- Recurso à nano-tecnologia e sua aplicação em soluções inovadoras de dessalinização como a introdução da membrana e o aumento da capacidade de filtragem de água por parte das centrais de dessalinização (*driver*).
- O apoio governamental ao financiar a diferença do custo de água proveniente de centrais de dessalinização (*driver*).
- Falta de consciencialização ambiental da população para os problemas relacionadas com a falta de água e qualidade dos recursos hídricos, que se expressam nos excessivos consumos e gastos desnecessários de água (*driver*).
- Empresas oriundas do sector da construção e obras públicas que vêm no desenvolvimento e disseminação da dessalinização de água um nicho de mercado com muito potencial (*driver*).
- Desenvolvimento de soluções de tratamento de águas residuais cada vez mais eficientes que podem constituir uma alternativa à filtragem e tratamento de água salgada (**a**) (*inibidor*).
- A central de dessalinização tem custos de construção, manutenção e de operacionalidade elevados pelo que nem todos os países / regiões possuem condições económicas e políticas para implementar esta tecnologia (*inibidor*).
- Efeitos nocivos para o meio ambiente, nomeadamente as emissões de gases e resíduos que decorrem do funcionamento das centrais de dessalinização, impactos na faixa costeira e nos ecossistemas dunares e marinhos, os quais, embora dependentes do tipo de central e respectivo processo de dessalinização, não podem ser ignorados (*inibidor*).

- O custo da água por m³ proveniente da dessalinização continua a ser mais elevado e, por isso, menos competitivo em relação à água proveniente das fontes tradicionais / naturais **(q)** (inibidor).
- Existência de recursos hídricos tradicionais, economicamente mais competitivos (inibidor).
- Existência de centrais de reciclagem de água competitivas, particularmente, no que respeita à disponibilidade de água para regas em espaços públicos, campos agrícolas, campos de golf, lavagens **(a) (q)** (inibidor).
- Os países que não possuem costa marítima estão particularmente limitados quanto à aplicação de centrais de dessalinização (inibidor).

10. Principais Actores / Stakeholders:

O quadro nº1 identifica os países que possuem as maiores centrais de dessalinização de água. Todavia, importa referir que num conjunto de países no Sul da Europa a dessalinização é uma importante fonte de água, pese embora não possuam centrais de grande dimensão. Estes países são Malta, Chipre, Grécia e Itália **(c)**.

Quadro nº1 – Países que concentram as principais centrais de dessalinização de água

GRANDES REGIÕES	PAÍSES
Norte de África	Argélia, Líbia, Egipto
Médio Oriente	Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Kuwait, Israel, Jordânia, Iraque, Oman, Qatar, Bahrain
Europa	Espanha
Ásia e Oceânia	Irão, Paquistão, China, Singapura, Índia, Austrália
Américas	Estados Unidos da América, México, Trinidad e Tobago

Fonte: “Data table 21 - 100 largest desalination plants planned, in construction, or in operation in January 1, 2005” in World Water 2006-2007 Data **(t)**

Actualmente os grandes empreendimentos de dessalinização são efectuados com financiamento público e para empresas públicas de abastecimento de água. Os exemplos que apresentamos de seguida (Arábia Saudita e Austrália) são, aliás, paradigmáticos disso mesmo.

Apresenta-se de seguida, a título de exemplo, alguns dados sobre a construção de duas centrais de dessalinização, incluindo as respectivas características principais e os principais actores envolvidos na construção. Estas centrais situam-se em países com tradição na dessalinização: Arábia Saudita e Austrália. Apresenta-se também o exemplo da Central de Dessalinização de Porto Santo em Portugal, a única unidade de dessalinização com fins públicos de abastecimento de água.

ARÁBIA SAUDITA

As estimativas governamentais apontam para uma população em crescimento na Arábia Saudita, prevendo-se que atinja os 36,4 milhões de pessoas em 2020. Neste contexto, o governo saudita estimou que a necessidade hídrica aumentaria para cerca de 4.000 milhões de m³/ano em 2020, partindo do pressuposto que cada ser humano consumiria 300 litros/dia **(u)**.

Tendo em conta estas necessidades, foi decidido aumentar a capacidade da Central de Dessalinização de Shoaiba. A 2ª fase do projecto de implementação da referida central é sintetizada no quadro nº2. Nesta 2ª fase, a capacidade foi aumentada de 24,6 milhões de m³/ano para cerca de 150 milhões de m³/ano (u). Este projecto é um exemplo claro da multiplicidade e do carácter global dos actores envolvidos neste mercado.

Quadro nº2: Dados sobre a 2ª fase da Central de Dessalinização de Shoaiba na Arábia Saudita

Processo	Multi-Stage Flash Distillation (MSFD)
Custo estimado do projecto	1,06 mil milhões de dólares
População servida	1,5 milhões de habitantes
Capacidade de água dessalinizada	1ª Fase: 74.000 m ³ /dia 2ª Fase: 450.000 m ³ /dia
Dimensão temporal da construção da central	Início de construção: 2007 1ª Fase concluída em Agosto de 2000 2ª Fase concluída em Março de 2003
PRINCIPAIS ACTORES ENVOLVIDOS	
Cliente	Saline Water Conversion Corporation (empresa pública Saudita)
Contratante líder na 1ª Fase	Consórcio Bechtel (empresa de construção, engenharia e projectos com sede em São Francisco) com Hanjung (multinacional com origem na Indonésia e investimento coreano)
Contratante líder na 2ª Fase	Doosan (empresa multinacional de construção com sede na Coreia do Sul)
Contratantes secundários / principais fornecedores	Torishima (multinacional de sistemas de abastecimento, com origem no Japão); Samshin (multinacional com origem na Coreia do Sul, para a construção de válvulas); Poongsan (multinacional de construção, com origem na Coreia do Sul); Archirodon (empresa grega de construção); Young Poong (multinacional de materiais de zinco, com origem na Coreia do Sul); Harbour & Marine Engineering (actualmente Trelleborg Marines Systems multinacional de soluções de engenharia); Albilad (empresa saudita de petroquímica); Salumco (empresa saudita de fabrico de alumínio); Gemco (multinacional com origem na Holanda, para soluções de engenharia e construção); C&J Engineering (multinacional com origem nos Emirados Árabes Unidos, para soluções de engenharia mecânica)
Central	ABB (multinacional de origem sueca de construção e soluções energéticas); Alstom (multinacional de origem francesa); Gama (multinacional de origem canadiana de engenharia energética especialista em energia solar); Archirodon (empresa grega de construção).

Fonte: "Phase 2 of Soaiba Desalination Plant" (u)

AUSTRÁLIA

A Austrália aposta na construção de centrais de dessalinização, principalmente nas regiões normalmente afectadas por anos climáticos secos **(d)** e tem apostado na investigação de novos processos de dessalinização. No início da década de 1980, por exemplo, investigadores da Universidade de New South Wales em Sidney descobriram que as membranas utilizadas para fins medicinais também poderiam ser utilizadas, com significativa eficiência, na purificação / tratamento de água **(v)**. O quadro nº3 apresenta alguns dados sobre o processo de construção da central australiana de Kwinana.

Quadro nº3: Dados sobre a Central de Dessalinização de Kwinana - Austrália

Processo	Seawater Reverse Osmosis (SWRO)
Custo estimado do projecto	387 milhões de dólares australianos; custos anuais de funcionamento da central estimados em cerca de 20 milhões de dólares australianos
População servida	1, 5 milhões de habitantes
Capacidade de água dessalinizada	140.000m ³ /dia, com capacidade para expandir até aos 250.000m ³ /dia. 45 giga litros/ano
Dimensão temporal da construção da central	Início de construção: Abril de 2005; Abertura oficial da central: Novembro de 2006
PRINCIPAIS ACTORES ENVOLVIDOS	
Cliente	Water Corporation of Western Austrália (companhia pública de abastecimento de água da Austrália Ocidental)
Contratante líder Fase	Multiplex-Degrémont joint venture (Multiplex é uma empresa de origem australiana especializada em engenharia e construção de grandes projectos; a Degrémont é uma multinacional de origem francesa especialista na construção de centrais de tratamento e dessalinização)
Instalação mecânica	McConnell Dowell Constructors (empresa australiana que está incorporada no grupo Aveng, uma multinacional sul-africana)
Operador	Aliança Degrémont / Water Corporation
Fornecedor de energia	Western Power (companhia publica de fornecimento eléctrico da Austrália Ocidental)
Sistema de energia eólica	Stanwell Corporation (multinacional australiana na área energética) and Griffin Energy (multinacional australiana na área das energias renováveis)
Sistema do cal	Transmin (multinacional australiana direccionada para o fornecimento de materiais para processamento de minerais)

Fonte: "Perth Seawater Desalination Plant, Kwinana – Australia" **(w)**

PORTO SANTO – Região Autónoma da MADEIRA

A ilha portuguesa do Porto Santo (Região Autónoma da Madeira) foi o primeiro local do País onde foi instalada uma central de dessalinização. Esta instalação ocorreu no início da década de 1980. O quadro nº4 apresenta alguns dados sobre a central, o seu contexto e o respectivo processo de renovação.

Quadro nº4: Dados sobre a renovação da Central de Dessalinização de Porto Santo

Processo	Seawater Reverse Osmosis (SWRO) (osmose inversa)
Objectivo da central	A necessidade de garantir água potável para assegurar um conjunto de actividades essenciais para a economia da ilha e a melhoria das condições de habitabilidade da mesma, motivaram o governo regional a investir na tecnologia de dessalinização de água.
População servida	Segundo o Censo de 2001 (x) residiam na ilha 4.474 pessoas. População no pico do período estival: 25.000 pessoas, aproximadamente.
Características climáticas da região	Segundo as normais climatológicas para Porto Santo (1971-2000) (y) : clima quente e seco, com predomínio da temperatura média mínima superior a 13°C (durante todo o ano) e média máxima superior a 20°C (durante 7 meses do ano). A precipitação regista o valor médio mais elevado em Dezembro (69,9mm) e o mais baixo em Julho (apenas 3,2mm).
Dimensão temporal da construção da central	Abertura oficial da central: início da década de 1980. Obras de beneficiação: entre 2003 e 2004 (z) .
Custo das obras de beneficiação	O custo ascendeu a 2,8 milhões de euros de financiamento público (z) .
Capacidade actual de água dessalinizada	A nova máquina de dessalinização de processo osmose inversa tem uma capacidade de produção global de 5.700m ³ /dia. Este equipamento permitiu a melhoria do desempenho da central de dessalinização, podendo fornecer água potável durante uma semana ao pico de população de 25.000 pessoas no período estival (z) .

Fontes: INE, 2001 **(x)**, Instituto de Meteorologia de Portugal, 1971-2000 **(y)**, Câmara Municipal de Porto Santo, 2004 **(z)**.

Todavia, o custo da água dessalinizada em Porto Santo é mais elevado em relação à captação de água de fontes naturais, afectando, por essa forma, não só o custo de água para consumo, como também para fins industriais e agrícolas, com o conseqüente aumento do preço dos produtos **(aa)**. Para fazer face a estes custos, foram construídos sistemas de captação e armazenamento de águas pluviais **(aa)**.

11. Horizonte temporal:

A dessalinização é uma tecnologia em curso desde a década de sessenta e tem evoluído progressivamente, havendo actualmente no mercado vários processos de dessalinização, correspondendo a vários métodos e tecnologias. A dessalinização já é aplicada com sucesso em várias regiões mundiais,

por força dos novos desafios ambientais e económicos que se colocam, pelo que esta tecnologia tem condições para “explodir” nos próximos 20 anos.

12. Probabilidade: Alta. Em função dos desafios ambientais que actualmente se colocam e devido à aplicação com sucesso em regiões de climas extremamente secos e com falta de recursos hidrológicos, as tecnologias de dessalinização de água têm demonstrado a sua utilidade. Todavia, outras técnicas de aproveitamento de água, nomeadamente a melhoria da eficiência das estações de tratamento de água residual / pluvial fruto da aplicação de novas tecnologias, poderão competir significativamente com as tecnologias de dessalinização de água no que toca à captação de investimento e ao desenvolvimento de novos projectos.

13. Fontes¹:

(a) “Water in a changing World”, The United Nations World Water Development Report 3, UNESCO publishing, 2009;
http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf
 (Consultado a 10/08/2010). *“The responses to increased competition for water are supply augmentation, conservation and reallocation. The most conventional response is to develop new resources. For the state this typically means building new reservoirs or desalination plants or interbasin transfer. For users this means more wells or farm ponds or gating drains to store water. Conserving water includes increasing the efficiency of use by reducing losses”*. (3)

(b) “Managing Water for All”, OCDE perspective on pricing and financing, relatório elaborado para o 5º Fórum Mundial da Água realizado entre 16 e 22 Março de 2009 em Istambul. *“Many parts of the world are suffering from increased competition for water, as water overuse and pollution reduce available sources. Economic development, population growth, urbanization and, increasingly, climate change are exerting additional pressures. (...) Addressing the extreme number of people living under water stress will require more effective implementation of the basic principles of integrated water resources management, particularly at the level of river basins. (...) Extreme weather events and climate change further complicate this picture”*. (3)

(c) “Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought”, European Environment Agency (report), 2009, <http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe> (Consultado a 10/08/2010). *“Desalination is the process of removing salts from brackish or sea water. It has become a fast growing alternative to more traditional sources of water, particularly in water-stressed regions of the world. The two technologies used by conventional desalination plants — evaporation and reverse osmosis (which involves pushing water through a semi-permeable membrane that retains dissolved salts) — both require a large amount of energy. For example, a typical seawater reverse osmosis plant requires 1.5–2.5 kWh of electricity to produce 1 m³ of water”*. (3)

(d) “Planning for Desalination”, 2005,
<http://www.sydneywater.com.au/Water4Life/Desalination/documents/PlanningforDesalinationReport.pdf>
 (Consultado a 10/08/2010). *“Desalination refers to the process of removing dissolved solids, primarily salts, from a water source such as seawater, estuarine water, advanced treated sewage effluent or brackish groundwater. Desalination plants are widely used in the Middle East and other parts of the world where fresh water supplies are scarce”*. (3)

¹ É utilizada a seguinte tipologia para classificar as fontes: marginais ou *fringe* (1); generalistas ou *mainstream* (2); especializadas ou *expert* (3).

- (e) “Methods for Desalination”, http://www.ehow.com/facts_5038235_methods-desalination.html (Consultado 13/08/2010). **(2)**
- (f) “Fresh from the sea”, Mark Fisheti, Scientific American, Setembro de 2007; <http://www.sciamdigital.com/index.cfm?fa=Main.ReturnToPreviousAction> (Consultado 13/08/2010). **(2)**
- (g) Tampa Bay water, http://www.tampabaywater.org/facilities/desalination_plant/how_the_plant_works.aspx (Consultado a 12/08/2010). *“Tampa Bay Water is a regional water supply authority that provides wholesale water to three cities and three counties in the Tampa Bay region. We are a true regional utility, funded through the sale of water to our member governments. Our members share the cost of developing new supplies, share in environmental stewardship, share voting rights equitably among the three counties, and pay the same wholesale water rates”*. **(3)**
- (h) “Innovative Diffusion Driven Desalination Process”, Departamento de Mecânica e Engenharia Aeroespacial - Universidade da Flórida, http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/water/pp-mgmt/pubs/desalination_paper.pdf (Consultado a 12/08/2010). *“This work describes a new Diffusion Driven Desalination (DDD) process that demonstrates competitive thermal efficiency advantages with conventional desalination technologies at large production rates. The DDD process is in some ways similar to the HDH and CGP processes in that the mass diffusion of water molecules into dry air is the driving mechanism to evaporate saline water. In addition, the DDD process makes use of the naturally occurring thermal energy storage in large bodies of water, where desalination is most likely to be applicable. Because the desalination is accomplished at relatively low temperatures, inexpensive materials may be used for constructing a processing facility, and waste heat may be utilized to drive the desalination process. A complete thermodynamic analysis of the DDD process has been explored and it is demonstrated that the process has substantial potential for cost reduction when compared with conventional desalination technologies. Its potential benefit to the electric utility industry is discussed”*. **(3)**
- (i) “Water desalination by humidification and dehumidification of air: state of art”, Bourouni, Chaibi, Tadrist, Novembro de 2000, <http://www.desline.com/articoli/4107.pdf> (Consultado a 12/08/2010). *“The HD process is based on the fact that air can be mixed with important quantities of vapor. The amount of vapor able to be carried by air increases with the temperature; in fact, 1 kg of dry air can carry 0.5 kg of vapor and about 670 kcal when its temperature increases from 30°C to 80°C. When an airflow is in contact with salt water, air extracts a certain quantity of vapor at the expense of sensitive heat of salt water, provoking cooling. On the other hand, the distilled water is recovered by maintaining humid air at contact with the cooling surface, causing the condensation of a part of vapor mixed with air”*. **(3)**
- (j) “Carrier-gas desalination analysis using humidification-dehumidification cycle”, James Beckman e Bassem Hamieh, Janeiro de 2000, <http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a776231762> (Consultado a 12/08/2010). **(3)**
- (k) “Future of health: exploring new methods for water desalination at MIT”, 7 Junho de 2010, <http://www.psfk.com/2010/06/exploring-new-methods-for-water-desalination-at-mit.html> (Consultado a 16/08/2010). *“Among all the exciting research projects happening at MIT, this one could possibly have the greatest impact on the environment and future generations. Evelyn Wang, an Assistant Professor of Mechanical Engineering, is studying if a ceramic material called zeolite can be used for desalination of seawater to produce clean drinking water. Current desalination processes are expensive, limiting them only to rich countries. In a bid to create cheaper and more efficient systems accessible to poor countries as well, Wang is looking at developing a better membrane that separates water from the salts. Present technique involves a large amount of energy in pushing seawater through a clogging-prone membrane”*. **(3)**

- (l) “New Technologies in Spain – Desalination”, ICEX – Spanish Institute for Foreign Trade, http://www.technologyreview.com/microsites/spain/water/docs/Spain_desalination.pdf (Consultado a 16/08/2010). *“Spain built Europe’s first desalination plant nearly 40 years ago and is the largest user of desalination technology in the Western world. Spanish companies lead the market, operating in regions including India, the Middle East, and North America. Spanish innovation contributes to advancing desalination to bring sustainable clean water to millions. This is the second in an eight-part series highlighting new technologies in Spain and is produced by Technology Review, Inc.’s custom publishing division in partnership with the Trade Commission of Spain”*. (3)
- (m) “Carlsbad Desalination Project, San Diego, California”, <http://www.water-technology.net/projects/carlsbaddesalination/> (Consultado a 16/08/2010). *“The plant was proposed in 1998 and faced several hurdles before it gained all the required official approvals that delayed the construction. Some of the hurdles included desertion by San Diego County Water Authority in July 2006, a petition against the project’s brine discharge by environmental groups in 2007, and opposition regarding energy, climate and marine impacts”*. (3)
- (n) “Dessalinização da água: uma solução?”, Silvia Chambel, 2005, http://www.ideiasambientais.com.pt/Dessalinizacao_agua.html (Consultado a 16/08/2010). *“Os custos associados a este equipamento dividem-se em: Custo de depreciação ou amortização da unidade: O custo total, incluindo importação, equipamentos auxiliares e instalação, dividido por 120 meses e pelo volume total de metros cúbicos produzidos (depende da capacidade da unidade) em 120 meses ou dez anos - tempo de vida útil da unidade; Custo de operação: O custo anual ou mensal decorrente da operação da unidade, incluindo energia eléctrica, peças de reposição e mão-de-obra de manutenção. Pode ser apresentado em custo mensal ou por metro cúbico de água produzida, mais conveniente”*. (2)
- (o) “Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013”, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2007, <http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/PEAASAR.pdf> (Consultado a 18/08/2010). *“Efectivamente, os objectivos da Estratégia apresentam um elevado nível de convergência com aquele objectivo da ENDS, que coloca como prioridades: Prevenir a poluição e proteger e recuperar as massas de água (...) que constituem reservas de água estratégicas do País, (...) mediante a gestão da procura de água tendo em conta a protecção a longo prazo dos recursos hídricos e o recurso a tecnologias de tratamento de águas residuais, de utilização eficiente da água e de utilização de origens de água alternativas (recirculação, reutilização de águas residuais e dessalinização) que assegurem outras oportunidades de valorização às actividades geradoras de degradação dessas massas de água”*. (3)
- (p) “Mar vai fornecer água aos hotéis do Grupo Pestana”, Leonor Matias in DN Bolsa, 07 de Setembro de 2007, http://dn.sapo.pt/inicio/interior.aspx?content_id=984594 (Consultado a 18/08/2010). *“O projecto começou a ser estudado há cerca de seis anos após um ano de seca no Algarve, mas os elevados investimentos, calculados na altura em dois milhões de euros, arrefeceram a intenção de avançar com uma central de dessalinização. A ideia voltou a sair da gaveta há pouco mais de dois anos, após um novo ano de seca. Na altura, os responsáveis do grupo visitaram vários equipamentos em funcionamento na Grécia, Espanha e em especial nas ilhas Canárias, onde existem as maiores centrais de dessalinização. A General Electric, considerada a líder mundial do sector, foi a empresa escolhida para desenvolver a central do Alvor, que se encontra em fase final de montagem para entrar em testes nas próximas semanas, e que deverá prolongar-se por cerca de dois anos até à sua entrada em funcionamento”*. (2)
- (q) “Auditoria à Investimentos e Gestão de Água S.A”, relatório nº2/2008 FS/SRMTTC, 2008, http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel_auditoria/2008/audit-srmttc-rel002-2008-fs.pdf (Consultado a 16/08/2010). *“Em 2006, 90% das águas residuais da ilha do Porto Santo foram drenadas, atingindo nesse mesmo ano 100% de águas residuais tratadas relativamente ao volume global colectado. Em 2006, o*

volume de água captada de origem subterrânea e superficial representou 98% do total enquanto os restantes 2% tiveram origem nas 4 galerias de água salgada pertencentes à dessalinizadora do Porto Santo. A diminuição de 18% verificada na captação de água salgada de 2005 para 2006 deveu-se sobretudo ao facto do campo de golfe do Porto Santo ter passado a ser regado, maioritariamente, por águas residuais (após tratamento) em detrimento da água dessalinizada". (3)

(r) Sessão III: “O ciclo da água e o tratamento de resíduos – as oportunidades de internacionalização na indústria e serviços”, comunicação Eng. Pedro Cunha Serra (Águas de Portugal) no âmbito do Seminário Ambiente, Inovação e Competitividade da Economia, DPP – Dezembro de 2005, http://dpplx2.dpp.pt/eventos/workshops/Ambiente/SESSAO_3_AdP.pdf (Consultado a 16/08/2010). **(3)**

(s) “Ambiente, Inovação e Competitividade da Economia”, Departamento de Planeamento e Prospectiva (DPP), 2007, <http://www.dpp.pt/pages/pesquisa/detalhes.php?ct=1&cod=378&ext=1&ano=2007&ra=0> (Consultado a 16/08/2010). **(3)**

(t) “Data table 21 - 100 largest desalination plants planned, in construction, or in operation in January 1, 2005” in World Water 2006-2007 Data, <http://www.worldwater.org/data20062007/Table21.pdf> (Consultado a 16/08/2010). **(3)**

(u) “Phase 2 of the Shoaiba Desalination Plant”, <http://www.water-technology.net/projects/shuaiba/> (Consultado a 16/08/2010). *“Phase 2 of the Shoaiba Desalination Plant was completed by Doosan Heavy Industries on 17 March 2003. The finished facility, which currently ranks as the largest in the world, was constructed in two stages, for the state-run Saline Water Conversion Corporation (SWCC). In addition to the construction of the desalination facility itself, the project also involved the provision of storage tanks, a pumping station and pipelines to transport the product water” (...)* SWCC, responsible for supplying 50% of all municipal water in the Kingdom of Saudi Arabia, took the initial decision to invest heavily in desalination against a backdrop of chronic water shortage and rising population. According to predictions from the Saudi Arabian Central Department of Statistics, the Kingdom's total population will exceed 29 million by 2010 and rise to 36.4 million ten years later. Taking a baseline consumption of 300 litres per person per day, the resulting demand for water will increase to over 3,000 million m³/year by 2010 and nearly 4,000 million m³/year by 2020”. **(2)**

(v) “Hope on Tap”, Bernhard Bartseh in Pictures of the Future, Outono de 2008, publicado pela Siemens Magazine for Research and Innovation, http://www.siemens.com/innovation/en/publikationen/publications_pof/pof_fall_2008/rohstoffe/wasser.htm (Consultado a 16/08/2010). **(2)**

(w) “Perth Seawater Desalination Plant, Kwinana, Australia”, <http://www.water-technology.net/projects/perth/> (Consultado a 16/08/2010). *“With the official opening of the Perth Seawater Reverse Osmosis Plant in November 2006, Western Australia became the first state in the country to use desalination as a major public water source – and this may be simply the beginning. Facing a drying climate, the Water Corporation of Western Australia is actively exploring a variety of options to meet growing demands, which makes building a second SWRO facility a serious prospect to consider. (...) Located at Kwinana, some 25km south of the city, the new plant has an initial daily capacity of 140,000m³ with designed expansion to 250,000m³/day, making it the largest of its kind in the southern hemisphere and the biggest in the world to be powered by renewable energy. Ultimately supplying 17% of Perth's needs, the plant will be the largest single contributor to the area's integrated water supply scheme and provide an annual 45GL, to help serve the 1.5 million population”.* **(2)**

(x) População residente em lugares censitários (n.º) por Local de residência e Escalão de dimensão populacional; Decenal - INE, Recenseamento da População e Habitação,

2001http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_unid_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3 (Consultado a 18/08/2010). **(3)**

(y) Normais Climatológicas (1971-2000) para Porto Santo, Informação do Instituto de Meteorologia de Portugal. http://www.meteo.pt/pt/oclima/normais/index.html?page=normais_pts.xml (Consultado a 18/08/2010). **(3)**

(z) “Boletim Municipal de Porto Santo”, nº17, 3º trimestre (Julho a Setembro) de 2004 <http://www.cm-portosanto.com/15178545-D2F5-4670-8DA3-1CE80F484CDB/FinalDownload/DownloadId-D7A43602FD903153CE38B7A39F141B28/15178545-D2F5-4670-8DA3-1CE80F484CDB/wideadmincmps/CONTENT/uploads/RevistaPortoSanto17.pdf> (Consultado a 18/08/2010). **(2)**

(aa) “A sustentabilidade do destino turístico Porto Santo”, Renata Sousa, 2006. http://www.google.pt/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww3.uma.pt%2FUnidades%2FDGE%2Findex_ficheiros%2FdocsMestrado%2FTeses%2FRenata_Marisa.doc&rct=j&q=A%20sustentabilidade%20turistica%20porto%20santo&ei=V_trTLecFIHvOZ2OpU0&usg=AFQjCNE4EkNEPIV GvZs1_-A3D4ElwzyOmg. “A água no Porto Santo, como já se referiu, é um recurso escasso devido à falta de nascentes, pelo que a maior parte da água potável é obtida através da dessalinização da água do mar, o que encarece e muito a rega. (...) Foi necessária uma política de construção de pequenas barragens e abastecimento a partir das águas residuais, que tem permitido a produção de pelo menos alguns produtos procurados pelos turistas, já que por exemplo a uva, o figo e a melancia do Porto Santo, têm um sabor particular e são muito apreciados. (...) Da antiga central dessalinizadora do Porto Santo hoje em dia pouco resta, uma vez que através de sucessivas remodelações, a capacidade instalada foi aumentada dos iniciais 500 metros cúbicos diários para 6 mil. Na opinião dos responsáveis pela central - IGA (Instituto Gestão da Água da Madeira), se não fosse uma ilha voltada para o turismo, 35% a 40% da capacidade instalada seria suficiente para os seus habitantes. O IGA vai equilibrando as contas desde dispendioso processo, com as receitas provenientes da venda de águas residuais para rega” (Consultado a 18/08/2010). **(3)**

As ideias expressas nesta publicação são da exclusiva responsabilidade dos respectivos autores, não traduzindo qualquer posição oficial do Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais.

DPP - Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (MAOT)

www.dpp.pt