



ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E SAÚDE HUMANA

‘ESTADO DA ARTE’

RELATÓRIO

Versão Preliminar

21 JULHO 2011

Índice

Introdução Geral	1
A) Domínio ‘Eventos Térmicos Extremos’	2
1. Temperaturas elevadas	2
2. Temperaturas baixas	9
3. Radiações Ultravioleta	14
4. Sistemas de Vigilância e Alerta	23
B) Domínio ‘Água’	32
1. Rega /usos urbanos e reutilização de água e lamas.....	34
2. Períodos de Seca e seus potenciais efeitos na saúde face ao agravamento dos fenómenos de poluição;.....	36
C) Domínio ‘Ar’	46
D) Domínio ‘Vectores Transmissores de Doenças’	55
E) Domínio ‘ Alimentos’	56
1. Identificação de modificações nas condições de produção e oferta de alimentos devido aos efeitos das alterações climáticas que podem condicionar hábitos alimentares.	57
2. Identificação de modificações na higio-sanidade (food safety) e no valor nutricional dos produtos alimentares disponíveis para consumo humano.	58
3. Identificação das consequências de diferentes modelos de consumo alimentar sobre o ambiente e sobre a saúde humana.	59
4. Avaliação e comunicação do risco em Saúde Pública associado aos vários modelos de consumo alimentar.	61
F) Domínio ‘Eventos Hidrológicos Extremos’	63
1. A contaminação das linhas de água devido à poluição difusa, em cenários de cheias ou períodos de precipitação forte, e suas implicações para a saúde face aos diferentes usos da água	63

Introdução Geral

Na reunião do dia 5 de Abril do Grupo de Trabalho da Saúde Humana ficou definida a Estrutura Geral da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, que se apresenta de seguida:

Objectivos Específicos para a Saúde Humana

Integrar e aprofundar o conhecimento existente sobre clima e Saúde Humana.

Identificar medidas para prevenir e reduzir a ocorrência e/ou emergência de doenças influenciadas por factores climáticos.

Informar e sensibilizar a população e os profissionais de saúde para a inter-relação AC e Saúde Humana.

Eixos estratégicos para a Saúde Humana

- 1 - Conhecimento técnico-científico
- 2 – Sistemas de Vigilância e Monitorização
- 3 - Divulgação, sensibilização e formação

Domínios Prioritários para a Saúde Humana

- 1- Eventos Térmicos Extremos
- 2 - Água
- 3 – Poluição do Ar
- 4 – Vectores transmissores de doenças
- 5 – Alimentos
- 6 – Eventos Hidrológicos Extremos

Mecanismos

Reforçar a investigação e os estudos no domínio clima e saúde

Reforçar a colaboração entre entidades para a prossecução de objectivos comuns

Participar e colaborar em acções e projectos de cooperação internacional relativos aos efeitos das AC na saúde humana

Metodologia de Trabalho

- 1 – Identificação de projectos/iniciativas existentes ou em curso
- 2 – Síntese do 'estado da arte' por domínio e identificação de 'pontos fortes/pontos fracos'
- 3 – Identificação de áreas de investigação a incentivar
- 4 – Identificação de Informação existente (ou necessária) para vigilância e monitorização
- 5 – Identificação de Linhas Programáticas por Domínio em cada Vector Estratégico
- 6 – Divulgação nacional da Proposta para recolha de contributos
- 7 – Proposta final

No presente relatório apresenta-se o 'Estado da Arte' para cada domínio, previsto na metodologia de trabalho.

A) Domínio ‘Eventos Térmicos Extremos’

1. Temperaturas elevadas

1.1 Introdução

A exposição excessiva a temperaturas elevadas constitui um factor de *stress* para o organismo humano, particularmente para o sistema cardiovascular. Enquanto a temperatura da pele for maior que a do ambiente haverá perda de calor por irradiação e por condução. Quando as condições ambientais dominam os mecanismos de dissipação de calor do corpo, a temperatura corporal interior aumenta. Neste caso, quando o ganho de calor é superior à perda de calor, a temperatura interior do corpo aumenta para além daquela considerada normal, e em situações extremas pode atingir níveis altamente perigosos (superiores a 40°C).

Uma mudança da temperatura corporal que exceda 1°C ocorre apenas durante um estado de doença ou quando as condições ambientais ultrapassam a capacidade do corpo para lidar com temperaturas extremas. Quando a temperatura exterior é superior à temperatura da pele, o único mecanismo de libertação de calor disponível é através da evaporação pelo suor. No entanto, qualquer factor que impeça a evaporação, como humidade elevada, reduzida passagem do ar (roupas apertadas, ausência de brisa), irão levar ao aumento da temperatura corporal e culminar em insolações ou agravar as condições clínicas crónicas em indivíduos mais vulneráveis.

Quando a temperatura do ar e os níveis de humidade ultrapassam o intervalo óptimo de conforto, podem começar a surgir problemas. Os primeiros efeitos são subjectivos na sua natureza e relacionam-se com a alteração da sensação de bem-estar, dando ao indivíduo a sensação psíquica de estar sobreaquecido. Consequentemente, o indivíduo deverá fazer adaptações ambientais apropriadas para restabelecer a sua sensação de conforto – ingerir água, procurar uma sala climatizada, mudar o vestuário, entre outros.

Há que ter em conta também o processo fisiológico de aclimação, que consiste no desenvolvimento de uma maior tolerância às condições de aumento de temperatura e de humidade, quando existe uma exposição progressiva por um período de 1 a 3 semanas. Contudo, a exposição a temperaturas e humidade elevadas, particularmente durante vários dias consecutivos, pode causar doenças relacionadas com o calor (como as câibras, esgotamento e golpes de calor), e agravar ou fazer surgir problemas do foro cardio-vascular e respiratório, os quais, em última instancia podem causar a morte.

Assim, muito embora seja muito difícil estabelecer uma relação causal directa, os efeitos na saúde humana são analisados e avaliados em termos de aumento de morbidade e de mortalidade em períodos de calor intenso.

Em consequência, os efeitos das temperaturas elevadas na saúde humana tem constituído um dos itens de maior interesse na abordagem da problemáticas das alterações climáticas em Portugal, uma vez que os estudos realizados até à data apontam que o sul do continente europeu, e a área mediterrânica em particular, será particularmente afectada em termos de subida média da temperatura e, principalmente, em termos de maior probabilidade de ocorrência de ondas de calor.

Bibliografia:

DGS, 2011, Plano de Contingência_ Módulo Calor

Santos, F. D., Miranda, P., Ed., 2006, SIAM II

1.2 Componente teórica

A definição de 'onda de calor' proposta pela Organização Mundial de Meteorologia, associa duas variáveis independentes: a temperatura (5°C acima da média, numa dada estação climatológica) e a duração do evento (pelo menos 6 dias consecutivos).

Porém, os estudos epidemiológicos que têm vindo a ser efectuados utilizam o conceito mas sem atenderem ao cumprimento dos intervalos propostos pela Meteorologia para essas variáveis. De facto, os efeitos sobre a saúde fazem sentir-se muitas vezes em prazos inferiores a seis dias e o limiar de temperatura a partir do qual são sentidos efeitos sobre a saúde, em particular na mortalidade diária, é uma das incógnitas com que os estudos epidemiológicos se debatem.

Desta forma, importa ter presente que a terminologia de onda de calor, quando utilizada em saúde, está mais relacionada com valores inusuais de temperatura (para determinada localização geográfica) do que com o período de tempo. Em Portugal, esta constatação levou a que a Direcção-Geral da Saúde passasse a adoptar preferencialmente a terminologia 'períodos de calor intenso', enfatizando a necessidade de medidas preventivas, mesmo quando não se está perante uma onda de calor em termos climatológicos.

Os estudos que relacionam temperaturas elevadas e (des)conforto humano têm sido desenvolvidos desde a década de 70, do século XX, tendo ganho particular acuidade já no século XXI, após a onda de calor de 2003, com elevado impacto sobre a mortalidade em alguns países europeus.

A maioria desses estudos avalia o stress provocado pelo calor e pela humidade, ou a combinação dos dois. Outros procuram introduzir variáveis como o vento, a radiação, a nebulosidade e a pressão atmosférica. Para além de incluir variáveis climáticas, existem diversos estudos que se debruçam sobre factores perturbadores ou de confundimento como a poluição atmosférica e a incidência da gripe, uma vez que a sua actuação altera os resultados expectáveis na morbidade e na mortalidade humana. Em termos gerais, sublinha-se o facto de esses estudos realçarem que os efeitos das variáveis climáticas sobre a saúde humana resultam não apenas de um factor mas de uma combinação de variáveis.

As estimativas de excesso de mortalidade estão associadas a diferentes atributos do tempo quente incluindo o aumento de temperatura (relativamente à média a longo prazo), duração, e a época estival em que a onda de calor ocorre. Acresce que nenhuma população está completamente aclimatizada ou adaptada a períodos muito quentes, e todas as populações da Europa estudadas até agora, incluindo as do sul, têm revelado que a mortalidade aumenta com temperaturas extremas (Kovats, R.S., Ebi, K.L., 2006). Os mesmos autores, referem que os episódios estudados mostram que a sobre-estimativa se concentra nos grupos etários mais elevados (por razões fisiológicas), mas que também são perceptíveis mortes atribuíveis em adultos, não existindo evidência de mortalidade atribuída a ondas de calor em crianças.

Os estudos realizados na Europa, no âmbito do programa PHEWE, permitiram concluir que as populações têm tipicamente um óptimo de temperatura (diária ou semanalmente) no qual a taxa de mortalidade é reduzida, sendo que a mortalidade sobe nas temperaturas fora dessa zona de conforto. A relação teórica traduz-se numa curva típica em forma de U ou J, na qual a base representa a zona de conforto, o ramo ascendente direito releva a mortalidade crescente a temperaturas elevadas, e a ramo esquerdo revela o aumento da mortalidade em temperaturas baixas. A alteração estimada no risco de mortalidade por grau de aumento de temperatura pode variar entre 0,2 a 5,5 % (EEA, 2008). Por outro lado, a velocidade (em número de dias) com que os efeitos das temperaturas elevadas se fazem sentir tem demonstrado ser mais célere comparativamente aos períodos de temperaturas baixas (O'Neill, M.S., et al., 2003).

Globalmente, o impacto do tempo quente e das ondas de calor depende do nível de exposição, da dimensão e estrutura da população exposta, da sensibilidade da população, da preparação

dos sistemas de saúde, e das medidas de prevenção adoptadas. Para além disso, as características das ondas de calor (a época em que ocorrem - início ou fim do Verão -, intensidade e duração) são determinantes para pôr à prova os meios de prevenção e o nível de resiliência da população afectada. As ondas de calor de longa duração revelaram ter impactos 1,5 a 5 vezes mais elevados do que as de curta duração. Em 2003 foi registado um excesso superior a 70 mil mortes em 12 países europeus, entre Junho e Setembro, comparativamente ao período 1998-2002. Muito embora este excesso não possa ser atribuído inteiramente às ondas de calor de 2003, considera-se que a maioria dessas mortes foram provavelmente causadas pelas diversas ondas de calor desse ano (EEA, 2008).

Alguns estudos desenvolvidos procuram avaliar a vulnerabilidade das populações em função das suas características específicas. São apresentados como relevantes aspectos sócio-demográficos e também económicos. De um modo geral, foram encontradas relações estatísticas significativas para os idosos, para a posição sócio-económica e para o local da morte.

No caso dos idosos, a mortalidade relacionada com o calor é particularmente importante devido a uma resposta termo-reguladora reduzida e a uma menor percepção termo-sensitiva. Acresce o facto de a taxa de incidência de doenças sensíveis ao calor também ser habitualmente elevada nas classes etárias mais elevadas, nomeadamente doenças do foro cardio-vascular e respiratórias.

No caso da posição sócio-económica, alguns estudos têm verificado que quanto mais baixo o status social maior a vulnerabilidade. Esta relação foi identificada nos EUA através da utilização do indicador 'nível de escolaridade', admitindo-se que está directamente relacionado com qualidade de vida e assistência na saúde (O'Neill, M.S., et al., 2003). De facto, as famílias com menores recursos económicos, as pessoas que vivem isoladas e em especial os sem abrigo, habitualmente vivem em circunstâncias materiais e humanas de grande precariedade e, por conseguinte, de grande vulnerabilidade a riscos ambientais.

Por oposição, os turistas, pelo facto de se encontrarem em ambiente climático diferente do seu, podem constituir um grupo de elevado risco. Sendo a aclimatização geográfica um factor que diminui o modo como o calor afecta a população residente, o mesmo não se passa com a população estrangeira em geral e com os turistas em particular, principalmente se forem originários de locais com climas mais frios.

No que respeita ao local da morte, tem sido referenciado que a mortalidade é mais elevada em indivíduos que não se encontram hospitalizados (O'Neill, M.S., et al., 2003), e de entre os que estão hospitalizados a probabilidade de morrer é mais baixa quando os hospitais possuem aparelhos de climatização (Nunes, B., et al., 2008).

Desses estudo realça que a importância do desenvolvimento de tecnologias de climatização do ar interior, resultando que a magnitude do efeito do calor depende também da existência de aparelhos de ar condicionado nos edifícios (habitações, hospitais e outros edifícios públicos). Tais processos de adaptação podem reduzir substancialmente os efeitos do calor, principalmente junto das populações mais vulneráveis, nomeadamente, idosos e doentes crónicos.

Porém, estas medidas de adaptação colidem com os princípios da mitigação das alterações climáticas, uma vez que tem na sua origem o recurso a energia eléctrica, actualmente baseada grandemente em fontes de origem fóssil. No sentido de contrariar essa incongruência, no âmbito da estratégia de mitigação no sector saúde, merecem ser incentivadas a adopção de medidas de energia passiva ou de energias renováveis.

A frequência de ondas de calor na última década em Portugal tem sido elevada, uma vez que ocorreram em pelo menos metade dos anos¹ e em alguns casos mais de uma vez no ano.

¹ Anos de ocorrência de ondas de calor: 2003, 2005, 2006, 2009 e 2010

Quanto ao futuro, as projecções indicam que em Portugal nos próximos 50 anos, 1 em cada 5 dias poderá ter temperaturas superiores a 35°C (Santos, F. D., Miranda, P., Ed., 2006). Ou seja, as 'ondas de calor' são fenómenos cuja frequência tende a aumentar substancialmente, constituindo uma preocupação crescente para a saúde pública.

Em termos gerais, segundo a bibliografia temática, a redução dos efeitos dos períodos de calor intenso podem ser obtidos mantendo as temperaturas de interior baixas, mantendo-se em locais frescos, mantendo o corpo hidratado e com temperatura adequada, e ajudando os outros. O planeamento e preparação do sistema de saúde são fundamentais, colaborando com os serviços de meteorologia, fornecendo alertas atempados relacionados com as condições atmosféricas e desenvolvendo estratégias para reduzir a exposição individual e colectiva ao calor, especialmente entre a população mais vulnerável, planeando os serviços e infra-estruturas sociais e de saúde, e fornecendo informação à população.

O projecto EuroHeat concluiu ainda que as doenças e mortes associadas ao calor são largamente preveníveis ou evitáveis. A longo prazo, a medida mais importante é melhorar o planeamento urbano e a arquitectura, assim como as políticas de energia e transportes. Desta forma, será de concluir que a convergência das preocupações da saúde e do ordenamento do território devem dar origem a sinergias que permitam a adopção medidas de adaptação convergentes.

Referências Bibliográficas:

EEA, 2008, Impacts of Europe's changing climate - indicator-based assessment, Joint EEA-JRC-WHO report, European Environment Agency, Copenhagen

Ho. K.C., 2006, The roles of meteorological variables in the design of heat-health warning systems, University of Reading

Kovats, R. S., Ebi, K.L., 2006, Heatwaves and public health in Europe, European Journal of Public Health, vol. 16, nº6, 592-599

O'Neill, M.S., at al., 2003, Modifiers of the Temperature and Mortality Association in Seven US Cities, Am. J. Epidemiol. , vol. 157, nº12, 1074-1082

Santos, F. D., Miranda, P., Ed., 2006, SIAM II

1.3 Levantamento de Acções/Projectos realizados em Portugal

(listagem com síntese dos objectivos e conclusões)

Ano	Entidade	Tema	Obs.
2003	DGS	<p>Mortalidade em Portugal, no Verão de 2003: influência das ondas de calor</p> <p><u>Objectivo:</u> estimar os efeitos da onda de calor de 2003 na mortalidade da população, em Portugal.</p> <p><u>Conclusões:</u> Estimou-se um excesso 43% relativamente ao período homologo do biénio anterior, perfazendo 1953 óbitos, 1/3 dos quais no sexo masculino e 2/3 no sexo feminino.</p> <p>O excesso teve lugar sobretudo nos grupos etários mais elevados. Não foi registado excesso de mortalidade estatisticamente significativo nos grupos etários mais baixos, ao contrario do que se tinha verificado em ondas de calor de 1981 e 1991.</p> <p>Os distritos com maiores aumentos relativos situaram-se no interior centro e sul do país (Guarda, Castelo Branco, Portalegre, e Évora).</p> <p>Quanto às causas de morte, o 'Golpe de calor' e 'desidratação e outros distúrbios metabólicos' apresentaram valores relativos elevados, mas em termos absolutos destacam-se 'doenças do aparelho circulatório', as 'doenças do aparelho respiratório' e o conjunto de 'todas as neoplasias malignas'.</p> <p>Não se registaram alterações significativas quanto ao local de morte hospital, domicílio e outros locais.</p>	

2004	DGS/INSA	<p>Onda de calor de Agosto de 2003: os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa</p> <p><u>Objectivo:</u> efectuar uma reflexão sobre as medidas a adoptar em Portugal, na sequência dos efeitos da onda de calor de 2003, a apresentar em reuniões da OMS.</p> <p><u>Conclusões:</u> Assinala o facto de a população em risco ser, em especial, mulheres idosas, portadoras de patologias que as tornam mais vulneráveis aos efeitos adversos do calor. O envelhecimento da população portuguesa criou condições favoráveis ao aumento da vulnerabilidade da população idosa, cada vez mais numerosa.</p> <p>Considera ser indispensável reforçar os meios disponíveis e melhorar a estratégia de intervenção. O reforço da informação dos profissionais de saúde, dos serviços sociais e das próprias populações, o envolvimento activo das instituições sociais e o alerta atempado para se tomarem medidas adequadas à eliminação dos efeitos indesejáveis do excesso calor, serão tidas em consideração e aplicadas no futuro próximo. Refere que Portugal, irá elaborar um Plano de Contingência para Ondas de Calor, que terá em consideração os resultados das reuniões da OMS de Madrid (14-15 Dez 2003) e de Bratislava (09-10 Fev 2004), organizadas para debater o problema e propor aos diferentes estados, recomendações susceptíveis de prevenir, com eficácia, os seus efeitos.</p>	
2005	INSA Nogueira, P., Paixão, E., Falcão, J.,	<p>Comportamentos das famílias portuguesas em épocas de calor e durante a onda de calor de Agosto de 2003</p> <p><u>Objectivo:</u> Caracterização das atitudes e da adopção de medidas de protecção em períodos de calor e em particular conhecer aquelas que efectivamente foram adoptadas durante a onda de calor de Agosto de 2003</p> <p><u>Conclusões:</u> Os comportamentos referidos como adoptados em épocas de calor que apresentaram maiores percentagens foram «tomar duchas ou banhos» (84,6%), «ingestão de líquidos» (79,6%), «uso de roupa leve, larga e clara» (73,2%) e «tomar refeições leves» (53,7%).</p> <p>Durante a onda de calor de 2003, a maior parte da população (92,5%) leu, ouviu ou viu informação sobre os cuidados a ter durante a onda de calor, tendo sido a televisão (95,2%), a rádio (56,3%) e os jornais (49,3%) os meios de comunicação social mais referidos. Cerca de metade da população (51,4%) informou alguém, fundamentalmente a família, sobre os cuidados a ter.</p> <p>Com efeito, durante esta onda de calor verificou-se um maior cuidado em relação a comportamentos mais prejudiciais em épocas de maior calor. Por um lado, a população portuguesa andou menos ao sol (49,4%), fez menos viagens de carro/transportes à hora do calor (39,8%), realizou menos actividades que exigiriam esforço físico (32,5%) e também houve alguma preocupação em beber menos bebidas alcoólicas (26,5%). Por outro lado, aumentaram os comportamentos que já são mais habituais durante o período de Verão, tais como abrir as janelas durante a noite (40,8%), tomar refeições leves (46,7%), tomar mais duchas ou banhos (58,5%), o uso de roupas leves largas e claras (42,5%) e o uso de ventoinhas (37,8%).</p> <p>A alteração do comportamento andar ou estar ao sol sem restrições aumenta com o número de meios de comunicação onde se obteve informação. Abrir as janelas de casa durante a noite e tomar duchas ou banhos apresentou uma associação com o número de meios de comunicação onde se obteve informação e com o número de pessoas que prestaram informação. Ingerir líquidos e usar roupa leve, larga e clara mostrou também uma dependência do número de meios de comunicação onde se obteve informação.</p>	
2008	Univ. Lisboa	<p>UrbKlim- Percepção de conforto e riscos climáticos na cidade de Lisboa</p> <p><u>Objectivo:</u> pretende-se definir limiares de conforto mecânico (determinados em função da velocidade do vento) adaptados à população portuguesa; avaliar a percepção do conforto térmico no exterior; e avaliar os riscos de poluição e de vento em Lisboa.</p> <p><u>Conclusões:</u> O trabalho de campo foi completado (cerca de 1000 inquéritos combinados com observações meteorológicas simultâneas) e já existem publicações sobre as relações entre as condições microclimáticas, parâmetros pessoais (idade, género e motivação), os padrões do uso do espaço e o conforto bioclimático.</p> <p>Os principais resultados esperados do projecto são a definição de orientações para o ordenamento de espaços exteriores urbanos mais saudáveis, seguros e confortáveis, com o potencial contributo para a redução do consumo de energia</p>	POCI/GEO/6 1148/2004

		<p>e os impactes ambientais na cidade.</p> <p>As preferências térmicas dependem muito da estação do ano e associam-se fortemente com a velocidade do vento. Para além disso, verifica-se um decréscimo geral do desconforto com o aumento da idade, possivelmente devido à utilização de vestuário mais quente e a uma menor sensibilidade térmica das pessoas mais idosas. Por outro lado, muitas pessoas declararam preferência por menor velocidade do vento em todas as estações do ano, com as mulheres a declararem menores níveis de conforto com vento forte do que os homens. Concluiu-se também que a aceitabilidade de condições de calor é maior que as de frio e que os indivíduos adoptam estratégias de adaptação às condições exteriores para melhorar o seu nível de conforto, tais como mudanças no vestuário ou escolha de locais à sombra ou ao sol. Este estudo proporcionou a aplicação de uma forma de avaliação da influência dos parâmetros atmosféricos e dos factores subjectivos na percepção do conforto bioclimático, para além de constituir um contributo potencial para o planeamento de áreas de lazer mais agradáveis, no espaço urbano.</p> <p>Dos estudos efectuados verificou-se que a temperatura dentro do jardim registou valores mais baixos (entre 3 e 8°C) do que na área envolvente, enquanto a humidade relativa era mais elevada (10 a 20%). Estes valores reforçam a tese de que os espaços verdes têm um papel importante na melhoria das condições de habitabilidade das áreas urbanas, pois ajudam a regular o clima das cidades, minimizam a ilha de calor, diminuindo o consumo de energia para a climatização, contribuem para a redução de certos poluentes atmosféricos e a poluição sonora e oferecem também benefícios ao nível ecológico e social.</p>	
2009	Univ.Lisboa/ INSA	<p>ImpactE: impactos na saúde em Portugal de Eventos Extremos: Passado. Presente e Futuro</p> <p><u>Objectivos:</u> Avaliação da vulnerabilidade, passada e presente, da saúde das populações quando associada a: Períodos de temperaturas extremas; Exposição a níveis elevados de poluição do ar, em combinação com temperaturas extremas e fogos florestais; Impactos indirectos das secas. Avaliação do potencial incremento na mortalidade e, quando possível, na morbilidade, associada ao aumento da frequência de fenómenos climáticos extremos, em particular de ondas de calor que se prevê virem a ocorrer num clima futuro.</p> <p>Conclusões:.....</p>	Programa Gulbenkian Ambiente
2010	Univ. Beira Interior Almeida, S., Casimiro, E., Calheiros, J.,	<p>Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal, in <i>Environmental Health</i> 2010, 9:12</p> <p><u>Objectivos:</u> investigar a associação entre a temperatura aparente média e a mortalidade em Lisboa e Porto, durante a estação quente, usando métodos estatísticos modernos para considerar aos efeitos de confundimento da poluição do ar.</p> <p><u>Conclusões:</u> os resultados mostram a existência de uma associação entre temperatura aparente e mortalidade diária em Lisboa e Porto, durante os meses quentes, a qual persiste mesmo controlando os efeitos da poluição. Em termos globais a população de Lisboa revelou-se mais vulnerável do que a população do Porto. Quando analisando as causas de morte, observa-se um forte efeito da temperatura na mortalidade cardiovascular, em concordância com outros estudos. Do ponto de vista da saúde pública, estes resultados são importantes uma vez que as doenças cardiovasculares são a principal causa de morte quer nos homens quer nas mulheres, significando cerca de 40% no total de morte durante o período em estudo. Confirmando-se que o grupo de maior risco é a população idosa, os resultados revelam que em Lisboa a causa de morte na população com 65 ou mais anos foi mais elevada nas doenças cardiovasculares enquanto que no Porto o risco é mais elevado nas doenças respiratórias. Uma razão explicativa poderá estar relacionada com níveis de poluição mais elevados no Porto enquanto que em Lisboa poderá ser mais forte o efeito da 'ilha de calor'. Os autores consideram que as razões explicativas avançadas deverão ser aprofundadas em estudos futuros.</p> <p>A exposição ao calor em termos de temperatura máxima diária será mais adequada em estudos com objectivo de usar a relação exposição-resposta em investigações sobre alterações climáticas.</p>	
2010	Univ. Beira interior Almeida, S., Casimiro, E., Calheiros, J.	<p>Impactes na saúde do stress térmico pelo calor em Portugal</p> <p><u>Objectivos:</u> compreensão da curva dose-resposta ao stress térmico pelo calor, em Lisboa e Porto</p> <p><u>Conclusões:</u> por cada aumento de 1°C na temperatura acima do limiar de 29°C há um aumento de 5,6% no risco de morrer em Lisboa, enquanto que no Porto foi observado um aumento de 2,9% no risco de morrer acima de 25°C.</p>	Workshop AP Tox/CCIAM 2010

2010	INSA Nunes, B., Paixão, E., Dias, C., Nogueira, P., Falcão, J.	Air conditioning and intrahospital mortality during the 2003 heatwave in Portugal: evidence of a protective effect.	
	IM	A temperatura do ar e a Mortalidade em Portugal	Workshop AP Tox/CCIAM 2010
	Univ.Lisboa / IM	Meteorologia e saúde as condições meteorológicas como factor de risco na incidência de doença respiratória	Workshop AP Tox/CCIAM 2010
	ARS Centro Univ.Lisboa/P aulo Canário	Utilização segura e saudável da praia - “Prà Praia” Modelação espacial da mortalidade associada a extremos térmicos na Área Metropolitana de Lisboa	

1.4 Lacunas de Conhecimento e Necessidades de Investigação e Medidas de Acção

(começar por sistematizar pontos fortes e pontos fracos)

2. Temperaturas baixas

2.1 Introdução

A noção de conforto térmico é fundamental para a compreensão do efeito negativo que as temperaturas baixas exercem na saúde. Sabe-se que são esperados efeitos na saúde quando as condições térmicas vão abaixo ou excedem os limites de conforto (18-24°C). A temperatura e a humidade constituem as duas variáveis relacionadas com a noção de conforto térmico. Dentro de casa, estas duas variáveis estão directamente relacionadas com a estrutura e qualidade dos edifícios (isolamento térmico, estanquicidade, aquecimento e ventilação). A humidade tem um papel importante na percepção do frio (ou calor), pois a maioria das pessoas aguenta melhor baixas (e altas) temperaturas com ar seco do que húmido. Isto significa que a percepção do conforto térmico pode requerer diferentes níveis de temperatura, dependendo da humidade.

A exposição a temperaturas abaixo de 18°C desencadeia desconforto físico e um aumento da sensibilidade ao movimento do ar, aumentando a percepção do frio. Abaixo de 16°C existe um aumento do risco de infecções respiratórias tais como gripe, pneumonia e bronquite, que podem ser causadas directamente pela inalação do ar frio ou indirectamente pela redução na capacidade do sistema imunitário.

O impacto da temperatura na saúde é condicionado pelo nível de humidade, ou seja, uma humidade relativa abaixo de 30% aumenta o risco de infecções respiratórias, enquanto que uma humidade relativa superior a 65% pode aumentar o risco de reacções alérgicas e doenças respiratórias. Abaixo de 12°C são esperados efeitos severos na saúde. Este é o limiar a partir do qual, podem ocorrer fatais problemas de saúde (doenças cardiovasculares, como o acidente vascular cerebral e enfarte).

Grupos de risco específicos são crianças e idosos, pois ambos têm uma limitada capacidade para a termo-regulação e podem arrefecer muito depressa.

A prolongada exposição ao frio pode causar hipotermia e queimaduras, tornando-se ameaçador para a vida humana, sendo as crianças e os idosos os mais vulneráveis.

As vagas de frio conduzem ao encerramento de escolas e à paralisação de diversas actividades, induzindo também uma maior pressão sobre a produção de energia, devido às maiores solicitações à rede eléctrica.

As vagas de frio podem ainda causar a necrose de agroculturas, pois em situações de temperatura muito baixa e vento moderado pode ocorrer o congelamento dos fluidos que circulam no interior das plantas ("geada negra").

Durante uma vaga de frio a formação de gelo nas estradas é comum, originando uma condução rodoviária perigosa que muitas vezes conduz a acidentes de viação.

Se o corpo humano é exposto a temperaturas muito frias tenta manter o equilíbrio através de mecanismos de regulação da temperatura. Quando a exposição é muito prolongada, a temperatura corporal baixa, uma vez que o calor perdido é superior a aquele que é produzido.

Vento (km/h)	Temperatura do ar (°C)							
	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
10	-2	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-38
20	-7	-13	-19	-25	-31	-37	-43	
30	-11	-17	-24	-31	-37	-44	-50	-57
40	-13	-20	-27	-34	-41	-48	-55	-62
50	-15	-22	-29	-36	-44	-51	-58	-66
60	-15	-23	-31	-38	-45	-53	-60	-68

Fonte: Professor Doutor Anthímio de Azevedo

À medida que o vento vai aumentando de intensidade a sensibilidade do corpo humano ao frio também aumenta.

Variação da sensação térmica em função da temperatura do ar e da intensidade do vento.

2.2 Análise da componente teórica

É uma evidência de que a exposição ao frio pode debilitar severamente o estado de saúde e ter repercussões negativas na morbidade e mortalidade.

Na Europa são inúmeros os estudos que registam um padrão sazonal da mortalidade com um aumento de óbitos durante os meses de inverno (Dezembro a Março). Em Portugal tal como noutros países da Europa, verificam-se níveis mais elevados de mortalidade no Inverno do que no Verão e que, curiosamente, é nas regiões com invernos mais amenos que o excesso de mortalidade de inverno (**emi**) é mais intenso. De facto são os países da Europa, caracterizados por Invernos relativamente mais amenos, que relatam maior sobremortalidade. Os autores designam por "paradoxo do excesso de mortalidade de inverno", uma vez que, em climas mais amenos, teoricamente, o potencial de stress ao frio e mortalidade associada deveria ser menor, mas não o é. As variações sazonais na mortalidade mais elevadas na Europa ocorrem em Portugal (28% acima da média), Espanha (21 % acima da média), Irlanda (18 % acima da média) e Reino Unido e Grécia equiparados nos 18% acima da média. Regiões com invernos mais rigorosos como a Suécia, Rússia evidenciam variações sazonais na mortalidade menores (ex. Finlândia com apenas 10% acima da média). Especialistas europeus, designadamente o Eurowinter Group, concluiu que a percentagem de mortalidade acrescida por descida de 1°C em temperaturas inferiores a 18°C é maior em regiões quentes do que nas frias

Há autores que referem que o excesso de mortalidade durante os meses mais frios parece inexistir em algumas regiões extremamente frias do mundo. Há portanto outros factores para além da temperatura que explicam o excesso de mortalidade no inverno. Não existe uma clara explicação para o **emi** verificado e este parece estar associada a vários factores. Há autores que identificam como principal factor de risco, em particular para países do sudoeste da Europa, o isolamento térmico das habitações (Num estudo desenvolvido pelo Eurowinter Group verificou-se que para uma temperatura exterior de 7°C, a temperatura média na sala de estar é de 19,2 em Atenas e 21,7°C na Finlândia). Outros estudos, embora não conclusivos, sugerem uma relação directa entre mortalidade por doença cardiovascular e temperaturas interiores e eficiência energética das habitações. Outros autores apontam factores comportamentais, nomeadamente, o facto de que nos países com invernos mais amenos, a população tende a adoptar vestuário menos adequado e insuficiente para o aquecimento corporal (segundo o Eurowinter Group conclui-se que, para a mesma temperatura exterior de 7°C, a percentagem de pessoas que usava gorro era 13% em Atenas e 72% na Finlândia)

É estimado todos os anos, para a Europa durante o inverno, um excesso de 250 mil óbitos, 70% destes casos associados a doenças cardíacas e 15% a doenças respiratórias. É referido por alguns autores que, embora este fenómeno tenha vindo a diminuir gradualmente nas últimas décadas, continua a ser bastante relevante em países como Portugal, Espanha, Irlanda, Inglaterra e país de Gales comparativamente com outros países europeus com clima semelhante.

Estudos indicam também que os efeitos das temperaturas baixas são mais graduais quando comparados com o calor. Óbitos por doença cardiovascular ocorrem em média dois dias após o pico de frio e óbitos por doença respiratória ocorrem em média 12 dias após o mesmo.

Há estudos que referem que o **emi** é apenas parcialmente explicado pela circulação do vírus influenza e que esta afecta mais os indivíduos nos grupos etários acima dos 65 anos de idade e dentro deste grupo, a incidência é superior nos com +85 anos. Outros estudos concluem que baixas temperatura por si só leva a um notável aumento na mortalidade por doença tromboide e respiratória. Estimou-se que (estudo realizado no sudeste de Inglaterra), em média, nos últimos 10 anos, apenas 2,4% do **emi** foi atribuída ao vírus influenza.

Estudos mostram que não é consensual existir uma relação directa entre factores sócio-económicos e étnicos a o **emi**. Há estudos que constataam que, factores como, grupo etário mais elevado (Idosos), género feminino e indivíduos com herança familiar de doença respiratória, conferem maior vulnerabilidade do que propriamente factores associados com a privação e pobreza. No entanto, outros estudos revelam uma associação forte entre factores sócio-económicos (usando o coeficiente de gini) com o **emi**.

Relativamente aos grupos mais vulneráveis, estudos evidenciam uma associação entre o **emi** e o género feminino, problemas respiratórios pré-existentes e viver sozinho. Verifica-se também um aumento significativo na mortalidade de idosos institucionalizados. De facto, há estudos que recomendam a elaboração de orientações ou implementação de planos de contingência, à semelhança do que é feito com as ondas de calor.

O Eurowinter Group refere também que a associação entre a mortalidade e factores relacionados com medidas de protecção contra o frio sugerem que o **emi** possa ser reduzida substancialmente pela adopção de comportamentos de protecção ao frio, em particular nos países com invernos mais amenos onde a necessidade de evitar a frio é menos evidente, e medidas tomadas contra ele são menos eficazes.

Muito embora as projecções climáticas para 2100 e Continente, em todos os modelos e para todos os cenários traçados, apontem para um aumento significativo da temperatura média do ar, a mortalidade associada às temperaturas baixas permanece um ponto que requer atenção em saúde. O fenómeno já identificado como “paradoxo do excesso de mortalidade de inverno”, fundamenta esta ideia porque se tem verificado que o emi é superior nos países caracterizados por climas mais amenos.

2.3 Projectos desenvolvidos e/ou em curso em Portugal

Vasconcelos, J., et al., (2010). CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E MORBILIDADE/MORTALIDADE: CONTRIBUTOS PARA UMA MELHORIA DA HABITABILIDADE E PARA O PLANEAMENTO URBANO EM PORTUGAL, 4º Congresso para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 6 a 8 de Outubro 2010, Universidade do Algarve.

Principais objectivos: (i) investigar o impacte da qualidade na construção na saúde; (ii) identificar medidas possíveis de planeamento para mitigação da exposição ao frio.

Principais conclusões: (i) a exposição ao frio poderá estar fortemente associada às condições de habitabilidade e que será expectável que as habitações mal isoladas, sem aquecimento, de fraca qualidade de construção e sem acesso solar suficiente sejam aquelas onde mais facilmente se encontrará a maioria dos casos de exposição ao frio e aquelas que constituirão o maior risco para a incidência de doenças relacionadas com Síndrome coronária Aguda; (ii) grande parte da influência do frio na mortalidade pode ser modificável através da adopção de medidas preventivas tais como: implementação de programas educacionais com vista à adopção de comportamentos adequados (vestuário, tempo dispendido na rua, alimentação); alterações na arquitectura e planeamento urbano (qualidade na habitação, uso de aquecimento, insolação da habitação, implementação de abrigos na rua);

Marques, J., (2010). CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE INVERNO E A MORTALIDADE NO DISTRITO DE LISBOA, dissertação de tese de mestrado em geografia (especialização em clima e sociedade), Departamento de Geografia, UL

Principais objectivos: (i) analisar a relação entre as condições climáticas de inverno e a mortalidade diária no distrito de Lisboa.

Principais conclusões: (i) verificou-se que durante o inverno o número de óbitos é particularmente elevado; (ii) a diminuição da temperatura do ar (máxima, média e mínima) promove o aumento da mortalidade diária de forma significativa no distrito de Lisboa durante o inverno; (iii) existe um desfasamento na mortalidade diária em relação às condições climáticas que a afectam; (iv) a mortalidade no género masculino responde mais rapidamente às baixas temperaturas do que o género feminino, no entanto neste último, verifica-se um efeito mais prolongado às mesmas condições; (v) há necessidade de se aprofundar conhecimentos na relação entre diferentes elementos climáticos e a mortalidade de Inverno e assim, através da análise multivariada, construir melhores modelos de previsão da mortalidade. Há necessidade de se desenvolver modelos de espacialização que relacionem clima e mortalidade por forma a criar modelos regionais de previsão da mortalidade em função do frio.

Falcão J.M. et al., (2004). EFEITOS DO FRIO NAS FAMÍLIAS PORTUGUESAS. Observatório Nacional de Saúde na amostra ECOS.

Principais objectivos: (i) conhecer as condições dos agregados familiares e as características das suas habitações; (ii) identificar as queixas de saúde dos agregados familiares perante o frio; (iii) estudar a alteração dos hábitos alimentares e o consumo de bebidas alcoólicas fortes; (iv) caracterizar as precauções das famílias perante situações de frio, os equipamentos e procedimentos adoptados pelas famílias; (v) caracterizar a saúde dos indivíduos pertencentes às unidades de alojamento analisando a procura dos cuidados de saúde por motivos relacionados com o frio

Principais conclusões: (i) cerca de metade das famílias entrevistadas consideram as suas habitações "frias ou muito frias"; (ii) 43% das famílias alteraram os seus hábitos alimentares durante o período de inverno; (iii) apenas cerca de 7 % admitiram o consumo de bebidas alcoólicas fortes nos períodos mais frios; (iv) apenas cerca de 4% das famílias têm ar condicionado quente, 15% têm aquecimento central, 52% têm lareira e 66% aquecedores eléctricos; (v) a grande maioria adopta comportamentos individuais de protecção (mais roupa - 99,4%, mais cobertores (99,9%)); (vi) cerca de 35% das famílias referiram ter tido problemas de saúde derivado do frio e que os problemas de saúde afectam ligeiramente mais as famílias da região Norte (37,2%) do que as do Algarve (31,2%); (vii) o frio parece afectar mais o género feminino.

Pinheiro, C. D., et al., (2005). UM FRIO DE MORRER EM PORTUGAL, 1945-1988. Observatório Português dos Sistemas de Saúde

Principais objectivos: (i) demonstrar a variação da mortalidade no ano (ii) sua relação com variáveis climatéricas (iii) identificação de grupos vulneráveis

Principais conclusões: (i) demonstrou-se existir excesso de mortalidade associado ao inverno; (ii) o excesso de mortalidade de inverno está associado com a variável média mensal da temperatura média diária; (iii) verificou-se associação crescente entre emi e os grupos etários a partir dos 65 anos

Silva, L. S., e t al., (2005). UM FRIO DE MORRER EM PORTUGAL, 1995-2001. Observatório Português dos Sistemas de Saúde

Principais objectivos: (i) demonstrar o excesso de mortalidade associada ao inverno nos anos 1995-2001 recorrendo ao instrumento Índice Mensal de Mortalidade; (ii) demonstrar a relação entre a o índice de mortalidade mensal e idade, género e algumas patologias.

Principais conclusões: (i) os meses com maior excesso de mortalidade de inverno são Janeiro e Dezembro; (ii) os índices mensais de mortalidade apontam para uma maior amplitude de variação da mortalidade no género feminino ; (iii) a amplitude da variação da mortalidade mensal aumenta com a idade, sendo bastante significativa a partir dos 65 anos

2.4 Lacunas do Conhecimento e Necessidades de Investigação

(começar por sistematizar pontos fortes e pontos fracos)

Referências Bibliográficas:

Eurowinter Group, (1997). Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all mortality from ischaemic heart regions of Europe, in *The Lancet*, Vol. 349, pages 1341-1346 ([http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(96\)12338-2/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(96)12338-2/fulltext))

Healy, J.D., et al., (2003). Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors, in *J Epidemiol Community Health*, nº 57: 784-789

Johnson, H. et al., (2003). Estimating excess winter mortality in England and Wales, Office for National Statistics

Marques, J., (2010). Condições Climáticas de Inverno e a Mortalidade no Distrito de Lisboa, dissertação de tese de mestrado em geografia (especialização em clima e sociedade), Departamento de Geografia, UL

Nogueira, P., et al., (2004). Efeitos do frio nas famílias portuguesas: estudo na amostra ECOS, Observatório Nacional da Saúde, INSA

Rau, R., (2010). Socioeconomic differences in seasonal mortality in the United States (extended abstract) (<http://paa2011.princeton.edu/download.aspx?submissionId=110196>)

Vasconcelos, J., et al., (2010). Condições Climáticas e morbidade/mortalidade: contributos para uma melhoria da habitabilidade e para o planeamento urbano em Portugal, Pluris 2010 – Actas do 4º congresso Luso brasileiro para o planeamento urbano, regional, integrado, sustentável, 6 a 8 Outubro 2010, Universidade do Algarve

Excess Winter Mortality, 2010, Cumbria Intelligence Observatory

Excess Winter Deaths: Review of the evidence, Sarah Kinsella, NHS Wirral Performance & Public Health Intelligence Team

http://info.wirral.nhs.uk/document_uploads/evidence-reviews/ExcessWinterDeathsRepFeb10FINAL.pdf

<http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=13337586&url=6d6c6180566fd7d5180baae2e07bc406>

<http://ebookbrowse.com/increased-winter-mortality-background-info-pdf-d76841678>

Local Housing and Health Action Plans – A project manual, WHO Regional Office for Europe, World Health Organization 2007

3. Radiações Ultravioleta

3.1 INTRODUÇÃO

A radiação solar constitui um importante factor natural do clima da Terra influenciando significativamente o ambiente. A parte ultravioleta do espectro solar (UV) desempenha um papel determinante em muitos processos na biosfera, possuindo muitos efeitos benéficos, poderá no entanto causar graves prejuízos para a saúde se o seu nível exceder os limites de "segurança".

De facto, se a quantidade de radiação ultravioleta exceder os limites a partir dos quais os mecanismos de defesa, inerentes a cada espécie, se tornam ineficazes, poderão ser causados graves danos a nível biológico, facto que também se aplica ao organismo humano e em particular aos órgãos da pele e da visão.

A variação diurna e anual da radiação solar que chega à superfície é governada por factores astronómicos e parâmetros geográficos bem como por condições atmosféricas. As acções decorrentes das actividades humanas que atingem a atmosfera, poluindo o ar e influenciando a camada de ozono, afectam também a radiação UV que chega à superfície. Consequentemente, a radiação UV é um parâmetro ambiental altamente variável no espaço e no tempo. A radiação ultravioleta (UV) faz parte do espectro da radiação solar nos comprimentos de onda compreendidos entre 290 nm a 400 nm. A chamada radiação UV-B é a principal responsável pela formação de queimaduras na pele, cancro da pele, cataratas e outros efeitos na saúde humana. A protecção contra os efeitos nocivos da radiação solar envolve aspectos muito diversos, como a escolha de vestuário ou óculos adequados, ou a administração de substâncias por via sistémica (uso de cremes protectores).

3.2 ANÁLISE DA COMPONENTE TEÓRICA

3.2.1 A Radiação Ultravioleta

O espectro electromagnético natural ou a radiação solar é extremamente complexa na sua origem, compreendendo praticamente todas as radiações conhecidas. À medida que se aproxima do nosso planeta vai sofrendo sucessivos processos de simplificação, por absorção, refração, etc., de tal modo que quando chega à superfície da Terra é constituída apenas por radiação electromagnética, com comprimentos de onda entre 100 e 4000 nm. O que corresponde às radiações ultravioleta, visível e infravermelha.

A radiação ultravioleta (UV) está compreendida entre os 100 e os 400nm e divide-se em 3 faixas diferentes, designadas pelas letras C, B e A (Fig.1):

- A faixa de radiação UV-C situa-se entre os 100 e os 280 nm;
- A faixa de radiação UV-B entre 280 e 315 nm;
- A faixa de radiação UV-A vai dos 315 aos 400 nm;

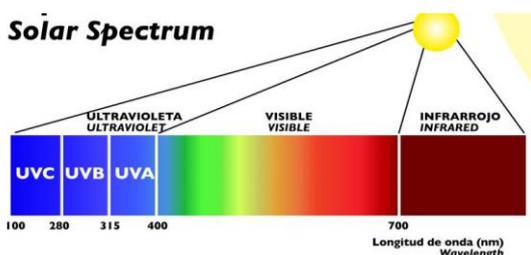


Fig.1 : Espectro electromagnético solar.

A radiação UV-C é totalmente absorvida pelo ozono atmosférico sendo, por isso, mínima a sua penetração na superfície terrestre. Cerca de 90 % ou mais de radiação UV-B são, também, absorvidos pelo ozono, o contrário acontece com a radiação UV-A, que atravessa a atmosfera com pequenas alterações.

As faixas A e B representam as radiações com maiores implicações na saúde humana.

Mais de 95% das radiações UV são filtradas pelo ozono situado na estratosfera. Contudo, nos últimos 20 anos observou-se uma redução gradual da camada de ozono principalmente nas latitudes médias e altas, atribuída ao lançamento para a atmosfera de compostos químicos resultantes das actividades humanas. Esta depleção verifica-se principalmente na direcção dos pólos e com maior intensidade no chamado Buraco de Ozono da Antárctida. Consequentemente, as preocupações resultantes do aumento da radiação UV-B, devido à depleção da camada de ozono, levaram a um aumento no interesse pela medição e previsão da radiação UV-B tendo em conta a grande variabilidade espacial e temporal do ozono.

A medição operacional da quantidade de ozono é possível pela análise do espectro da radiação UV. Em Portugal esta vigilância é levada a cabo pelo Instituto de Meteorologia, o qual considera que a situação da camada de ozono em Portugal não é diferente das outras regiões situadas à mesma latitude, observando-se uma redução de cerca de 3% por década durante os últimos 30 anos. O decréscimo observado ocorre principalmente na baixa estratosfera e é muito maior no Inverno/Primavera (cerca de 6% por década) que no Verão/Outono (3% por década). (IM – Departamento de Observação e Redes/ Divisão de Observação Meteorológica e da Qualidade do Ar, 1999).

Estima-se, que a radiação UV ambiental ao nível do solo aumentou, nas últimas duas décadas, cerca de 10%, predominantemente nas médias e altas latitudes (Flannery, 2006; Lomborg, 2005).

São vários os factores ambientais que interferem com o nível de radiação UV:

- Ângulo do Sol – quanto mais alto estiver o sol em relação à terra, mais curta será a trajectória dos raios através da atmosfera. Deste modo, menor será a sua absorção e consequentemente, uma maior quantidade de radiação atingirá a superfície terrestre. Por tal, os níveis de ultravioleta variam com o horário do dia e a época do ano, atingindo o pico próximo do meio-dia e nos meses de Verão;
- Latitude – Quanto mais próximo do equador, maiores serão os níveis de RUV.
- Altitude – A redução gradual da camada atmosférica que filtra a RUV-B, gera consequentemente um aumento dos níveis de radiação nestas altitudes.
- Camada de Ozono - A depleção da camada de ozono situada na estratosfera favorece a entrada dos RUV-C e RUV-B para níveis mais baixos da atmosfera atingido a superfície terrestre;
- Nuvens – Favorecem a difusão da radiação na atmosfera, através das moléculas de água e outras partículas finas;
- Superfícies reflectoras – O mar, a neve, a areia e as nuvens reflectem e difundem a radiação ultravioleta contribuindo para aumentar a sua concentração;

3.2.2 Os Efeitos na Saúde Humana originados pela exposição à RUV

Os benefícios para a saúde humana provenientes da exposição solar começaram a ser assinalados a partir do século XIX, sendo prática recomendada para o tratamento de doenças, nomeadamente a tuberculose (Gaffney y Lupton, 1996). A sensação de bem-estar físico e mental, o estímulo à produção de melanina, com consequente bronzeamento da pele, o tratamento de icterícia e a síntese de vitamina D, são outros benefícios que o sol proporciona ao sere humano.

No entanto, um excesso de exposição à radiação solar pode provocar consequências graves na saúde dos cidadãos. Se a quantidade de RUV exceder os limites a partir dos quais os mecanismos de defesa, inerentes a cada espécie, se tornam ineficazes, poderão ser causados graves danos a nível do organismo humano e, em particular, ao nível dos órgãos da pele e da visão (*Sociedade Portuguesa de Dermatologia e Veneorologia, 2006*).

Os efeitos da RUV sobre a saúde humana dependem da quantidade e tipo de RUV que atinge a superfície terrestre. As faixas A e B representam as radiações com maiores implicações na saúde humana.

Absorção pelo globo ocular:

A RUV é capaz de penetrar nas sucessivas estruturas oculares a partir da córnea, numa relação directamente proporcional ao seu comprimento de onda. Quanto maior for esse comprimento, mais profundo o globo ocular é atingido pela radiação. A córnea e o cristalino representam os principais escudos de protecção da retina contra a radiação ultravioleta, contudo a RUV-A, por possuir comprimento de onda maior, consegue atingir o globo ocular em maior profundidade que a RUV-B e, caso atingisse a superfície terrestre, a RUV-C seria integralmente absorvida pela córnea.

Desta forma, a exposição à RUV pode contribuir para o desenvolvimento de algumas doenças oculares entre as quais se destacam a fotoceratite (queimadura da córnea), pterígio, catarata e degeneração macular.

Efeitos na visão pela exposição a RUV:

- Fotoceratite – é um efeito de exposição prolongada a quantidade excessiva de RUV-B sem protecção, causando queimadura da córnea e principalmente da camada epitelial externa. Contudo não produz efeito cumulativo de exposição a RUV, sendo um quadro temporário com evolução benigna de 24 a 48 horas
- Pterígio – é uma patologia frequente nos países de maior exposição solar (tropicais) e existem evidências da associação entre exposição crónica à RUV e o seu aparecimento.
- Tumores da córnea e conjuntiva – o tipo Carcinoma é o mais frequente e a principal origem está localizada nas células epiteliais. O aparecimento destes tumores está associado à exposição excessiva a RUV.
- Catarata – constitui a principal causa de cegueira reversível no mundo. Os raios luminosos ao incidirem no ponto opaco sofrem uma difracção, com difusão em várias direcções que deforma e reduz a visão. Outros sintomas desta patologia incluem a presença de deslumbramento, diplopia, visão turva e a necessidade de mais luz para ler. Estudos clínicos têm demonstrado que os RUV-B, por conterem mais energia, são mais agressivos para o cristalino do que os RUV-A, e que ambos contribuem para o desenvolvimento de catarata.
- Degeneração macular – é a principal causa de cegueira em indivíduos com idade superior a 65 anos nos países desenvolvidos. Apesar da protecção da córnea e do cristalino, a retina é considerada vulnerável à lesão fotoquímica, principalmente em pacientes sem cristalino. A ausência do cristalino expõe a retina a grande quantidade de RUV-A. Segundo estudo da OMS, a retina de crianças é também mais susceptível de lesão fotoquímica pelos RUV-B, uma vez que o cristalino não é capaz de absorver, como no adulto, os comprimentos de onda mais agressivos.

Absorção pela pele:

Os efeitos da radiação sobre a pele dependem do grau e local de absorção. A dispersão, porque aumenta o trajecto percorrido na espessura da pele, aumenta a probabilidade de absorção e, portanto, a possibilidade de alterações biológicas.

Graças ao efeito protector do ozono os RUV-C não chegam à superfície terrestre e por tal não têm representado perigo para a saúde humana. Já os RUV-B conseguem penetrar a epiderme

e ser parcialmente absorvidos pelos queratinócitos e melanina, e alcançar a parte superior da derme. Os RUV-A são os mais perigosos para a saúde pois conseguem alcançar a derme profunda e, em contraste com os RUV-B, o vidro e alguns tecidos não representam protecção efectiva contra os seus malefícios.

Efeitos

As radiações solares são capazes de induzir várias reacções no organismo humano, categorizadas como reacções fisiológicas, fotodermatoses, fotoenvelhecimento e fotocarcinogénese.

Reacções fisiológicas:

Eritema actínico - É provocado por vasodilatação dérmica e constitui uma reacção padrão usada frequentemente no estudo de fenómenos fotobiológicos. Pode ser desencadeado pela radiação UV-B ou UV-A, embora a eficácia seja diferente entre estas radiações. A RUV-B tem ainda maior eficácia, atingindo o máximo perto dos 300 nm; é a principal responsável pelo eritema solar e é 1000 vezes mais activa que a RUV-A. Esta causa cerca de 10% do eritema que se segue à exposição ao sol.

Pigmentação - Há dois tipos de pigmentação induzida pelo sol, a imediata e a tardia. A imediata é provocada sobretudo pela radiação UVA, mas também pela visível, surge nos minutos a seguir à exposição e dura apenas horas; é devida à foto-oxidação da melanina e é tanto mais acentuada quanto maior é a pigmentação de base. A pigmentação tardia é promovida particularmente pela RUV-B, mas a RUV-A também tem alguma eficácia (cerca de 10 vezes menos). A pigmentação tardia torna-se evidente a partir das 48/72 horas, aumentando subsequentemente, e é devida ao aumento de produção de melanina pelos melanócitos da camada basal e posterior transferência para os queratinócitos. Constitui um dos principais meios de protecção da pele contra a radiação solar.

Espessamento da epiderme - Observa-se alguns dias após a exposição à radiação e constitui um dos mecanismos de protecção mais eficazes, sobretudo nas deficiências de pigmentação, como o vitíligo ou o albinismo.

Síntese da vitamina D - A RUV-B, através de reacções fotoquímicas, transforma o 7-deidrocolesterol presente na pele, sobretudo na camada de Malpighi, em pré-vitamina D3, a qual origina, por isomerização, vitamina D3. Esta é transportada ao fígado e rim e convertida em compostos biologicamente activos, capazes de facilitar a absorção do cálcio na mucosa intestinal e as trocas deste mineral nos ossos. Quando a concentração de pré-vitamina D3 atinge uma percentagem de 10-15% do conteúdo de 7-deidrocolesterol, verifica-se uma fotoisomerização que transforma aquela pré-vitamina em dois compostos biologicamente inertes, o lumisterol e o taquisterol, assim se prevenindo situações de hipervitaminose por exposição ao sol. No entanto, estas substâncias podem ser novamente convertidas em pré-vitamina D3, se a concentração desta baixar. A síntese da vitamina D está diminuída nas pessoas com pigmentação constitucional mais acentuada e, naturalmente, quando as condições climáticas se caracterizam por fraco conteúdo de radiação solar, como acontece nos países nórdicos. A falta de exposição à radiação solar foi em tempos causa de raquitismo em crianças com dietas pouco equilibradas. Hoje, a quantidade de vitamina D presente na dieta dos países desenvolvidos é suficiente para preencher as necessidades diárias, não havendo motivo para se observar raquitismo por falta de radiação ultravioleta.

Fotodermatoses:

Erupção polimorfa solar - É uma das fotodermatoses mais frequentes, aparecendo em qualquer idade. Caracteriza-se por manifestações variadas, mas a forma mais comum consiste em erupção papulosa das áreas expostas (face, nariz, pavilhões auriculares, lábios e pálpebras), que surge horas ou dias após a exposição ao sol e dura dias ou semanas. Observa-se principalmente na Primavera e Verão, embora se vá tornando menos expressiva à medida

que a época estival vai decorrendo. Há, em regra, agravamento de ano para ano. É provocada geralmente pela RUV-B, mas há casos descritos desencadeados pelos RUV-A.

Urticária solar - É uma fotodermatose raríssima, caracterizada por eritema e pápulas edematosas que se acompanham de muito prurido e surgem alguns minutos após a exposição ao sol, desaparecendo também em minutos, quando cessa aquela exposição. A sua história é tão típica, que permite fazer o diagnóstico com grande margem de segurança. Há vários tipos que se distinguem pelo comprimento de onda da radiação que a desencadeia e pela possibilidade, ou não, de fazer a transferência passiva.

Reticuloide actínico - Dermatose descrita em 1969 na Inglaterra, surge quase exclusivamente em homens com mais de 50 anos e caracteriza-se, do ponto de vista fotobiológico, por grande sensibilidade para a RUV.B e, frequentemente, também para a RUV-A. Clinicamente assume um aspecto que é muito semelhante à micose fungóide e, curiosamente, o quadro histológico é também semelhante. Tem, no entanto, evolução benigna.

Eczema fotossensível - Observa-se também em homens com mais de 50 anos, habitualmente com história de eczema de longa duração, frequentemente uma dermite de contacto. Caracteriza-se por grande sensibilidade para a radiação UVB e por lesões eczematiformes das áreas expostas.

Lucite estival benigna - Esta dermatose manifesta-se por pápulas eritematosas que surgem em zonas do corpo habitualmente cobertas no Inverno e descobertas no Verão (decote, ombros, membros superiores) e poupa sempre a face. O tempo de latência é curto, quase sempre inferior a 12 horas. Aparece predominantemente no sexo feminino, sobretudo entre os 25 e os 35 anos, e os estudos fotobiológicos apontam a RUV-A como a responsável.

Fotoenvelhecimento e fotocarcinogénese:

Estudos desenvolvidos em animais mostram que tumores induzidos pelos RUV-B, quando transplantados para outros animais da mesma espécie, são rapidamente rejeitados. Mas se os animais receptores forem previamente irradiados com doses de RUV-B muito inferiores às necessárias para induzir neoplasias, tornam-se receptivos aos tumores, o que significa que a radiação anula os mecanismos de defesa. A receptividade é transferível para outros animais, mediante enxerto do baço e parece ser devida a linfócitos T supressores. De momento não há confirmação de que o mesmo possa acontecer no homem mas é de crer que o mecanismo seja semelhante.

Para além desta acção, não se pode esquecer que a radiação ultravioleta tem importante efeito deplector das células de Langerhans que desempenham, como é sabido, papel importante nos fenómenos de imunidade celular.

Na etiologia do melanoma maligno é hoje universalmente reconhecida a importância da radiação solar. Mas neste tumor não há uma relação com as doses cumulativas de radiação, como acontece com os tumores epiteliais, se exceptuarmos o melanoma sobre lentigo maligno. Nos outros melanomas terá importância a repetição de queimaduras solares agudas, não tendo o sol efeito iniciador. Actuará apenas como promotor de neoplasias iniciadas por outros agentes.

A radiação solar tem sido consistentemente apontada como causa de cancro do tipo não-melanoma em indivíduos de pele clara. O melanoma maligno surge nas células de pigmentação da pele. Embora a radiação solar é substancialmente envolvida na causalidade do melanoma, o relacionamento é menos simples do que para o cancro não-melanoma, considerando-se que a exposição no início da vida parece ser um importante factor de risco para este tipo de cancro. Os aumentos acentuados na incidência de melanoma em países industrializados nas últimas duas décadas reflectem aumentos da exposição pessoal à radiação solar por alterações nos padrões de recreação, vestuário e ocupação e não necessariamente nos aumentos dos níveis de radiação UV.

3.2.3 A EXPOSIÇÃO AO SOL

No início do século XX descobriu-se que a exposição à luz solar era um preventivo do raquitismo e mesmo a sua possível cura. Mas, se pequenas quantidades de UV são benéficas e essenciais na produção da vitamina D3 a exposição humana à radiação solar poderá ter efeitos graves sobre a saúde, nomeadamente para a pele, como o cancro e o fotoenvelhecimento, para os olhos, como o aparecimento de cataratas, de pterígio e do carcinoma espinocelelular da conjuntiva e para o sistema imunológico.

De acordo com um relatório da Organização Mundial de Saúde, na Europa, em 2000, entre as doenças imputáveis à radiação UV, havia mais de 2 milhões de casos de cancro que não o melanoma (carcinomas de células escamosas e basais) e mais de 67 000 casos de melanoma maligno). Calcula-se que 14.5 milhões de trabalhadores da EU (90% dos quais são homens) estejam expostos pelo menos 75% do seu tempo de trabalho. Incluem-se neste grupo os agricultores, silvicultores e horticultores, e outros trabalhadores agrícolas, os trabalhadores de jardins, carteiros e professores de educação física entre outros.

Com o intuito de serem evitadas lesões, agudas e crónicas, resultantes da exposição a elevadas níveis de UV, as pessoas deverão limitar a sua exposição à radiação solar adoptando medidas de protecção, medidas estas que variam consoante a sensibilidade de cada um à mesma radiação solar.

3.2.4 Protecção Solar

Protecção dos olhos

Ao contrário da pele humana, que parcialmente se adapta à radiação UV, o olho humano não possui quaisquer mecanismos de adaptação. Doenças como a fotoqueratite e a fotocunjunvite podem ocorrer entre 0,5 e 24 horas após uma exposição prolongada a uma radiação solar intensa, muitas vezes em ambientes altamente reflectores, de que é exemplo o caso da "cegueira da neve".

Os olhos deverão ser protegidos por óculos de sol contendo filtros UVA e UVB. De acordo com a directiva C E 89/686/CEE, os fabricantes deverão indicar a categoria de protecção das lentes para a luz visível e ultravioleta. Para uso geral recomenda-se a categoria 3, enquanto para actividades de alto risco como o montanhismo ou os desportos náuticos se recomenda a categoria 4. Por outro lado, devido à exposição lateral, recomenda-se usar protecções laterais nos óculos. Esta recomendação é especialmente importante para as crianças pois a transmitância da radiação UV através dos olhos é mais elevada para criança do que para o adulto - a retina da criança é menos protegida. Assim, deverão usar-se óculos de sol que possuam filtros de protecção UV.

Protecção da pele

A melhor protecção para a pele é o uso de roupa (camisola, calças, chapéu) adequada. A roupa transparente à radiação UV deverá existir no mercado devidamente identificada como tal. As zonas da pele não cobertas por roupa deverão ser protegidas com um protector solar contendo filtros de UVA e UVB. Durante as primeiras exposições ao sol é recomendado o uso de um Factor de Protecção Solar (FPS ou SPF) de cerca de 30.

Deverão existir cuidados especiais com bebés e crianças. É importante notar que o efeito do protector solar depende não somente da sua qualidade mas também da sua correcta aplicação. O protector solar deverá ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Um protector solar com FPS de pelo menos 15 deverá ser generosamente aplicado de 2 em 2 horas para ter efeito protector. Deverá também ser aplicado antes da exposição ao sol bem como após o banho de mar ou piscina. Se os protectores solares forem correctamente usados eles poderão constituir uma protecção para o eritema, cancro e o fotoenvelhecimento.

Para além do tipo de pele, possíveis reacções cutâneas podem modificar a eficiência das medidas de protecção. Tais reacções de fotosensibilidade poderão ser devidas a um certo número de agentes internos ou externos. Alguns medicamentos, tais como antibióticos ou diversos tipos de agentes inflamatórios, produtos antimicrobióticos, fragâncias, plantas, etc., podem causar eritema mesmo para baixas doses de UV.

Classificação do tipo de pele de acordo com as características físicas do indivíduo:

Tipo de Pele	Bronzeia	Queima	Cabelo	Cor dos Olhos
I	Nunca	Queima	Ruivo	Azul
II	Às vezes	Às vezes	Loiro	Azul/Verde
III	Sempre	Raramente	Castanho	Cinza/Castanho
IV	Sempre	Raramente	Preto	Castanho

Índice Ultravioleta

A necessidade de fazer chegar ao público em geral informação sobre a radiação UV e sobre os seus possíveis efeitos nocivos, levou a comunidade científica a definir um parâmetro que pudesse ser usado como um indicador para as exposições a esta radiação. Este parâmetro chama-se Índice Ultravioleta (UV).

O índice UV é uma medida dos níveis da radiação UV que, efectivamente, contribui para a formação de uma queimadura na pele humana (eritema), sendo que a sua formação depende dos tipos de pele (I, II, III, IV) e do tempo máximo de exposição solar com a pele desprotegida. O Índice UV exprime-se numericamente como o resultado da multiplicação do valor médio no tempo da irradiância efectiva (W/m²) por 40. Exemplo: Uma irradiância efectiva de 0,2 W/m² corresponde a um valor do índice UV de 8. Assim, o Índice UV varia entre:

- Menor que 2, em que o índice UV é considerado Baixo;
- 3 a 5, Moderado;
- 6 a 7, Alto,
- 8 a 9, Muito Alto e
- Superior a 11 Extremo.

Para a latitude de Portugal os valores médios da Índice UV enquadram-se para o período compreendido entre os meses de Outubro e Abril entre 3 e 6, o que significa Moderado com possibilidade de Alto em alguns momentos deste período e entre 9 e 10 para o período compreendido entre Maio e Setembro, o que corresponde a Muito Alto.

A cada índice UV corresponde assim um conjunto de medidas adequadas à protecção tal como apresenta o quadro abaixo:

ÍNDICE	RISCO PARA A SAÚDE	MEDIDAS DE PROTECÇÃO
2	BAIXO	Não é necessária protecção
3/4/5	MODERADO	NÃO ESQUECER! Óculos de Sol e protector solar.
6/7	ALTO	ATENÇÃO! Utilizar óculos de Sol com filtro UV, chapéu, t-shirt e protector solar.
8/9/10	MUITO ALTO	CUIDADO! Utilizar óculos de Sol com filtro UV, chapéu, t-shirt, guarda-sol, protector solar e evitar a exposição das crianças ao Sol.
11	EXTREMO	PERIGO! Evitar o mais possível a exposição ao Sol. Aproveite para descansar em casa.

Protectores Solares

Os protectores solares atenuam a transmissão da radiação UV na pele. O factor de protecção solar (apresentado pelos protectores solares existentes no mercado) é determinado com base na razão entre as quantidades de radiação UV necessárias para que ocorra a queimadura solar, com protector solar e sem protector solar. É importante saber que este efeito de protecção não aumenta linearmente com o FPS. Por exemplo, um FPS de 10 reduz em cerca de 90% a radiação UV-B, um FPS de 20 em cerca 95% e um FPS de 30 reduzirá adicionalmente apenas um pouco mais.

Tendo em atenção os danos causados pela radiação UVA recomenda-se a verificação da existência de filtros UVA no produto: por ainda não existir um método padrão para a avaliação dos filtros da radiação UVA nos protectores solares, quando o produto possui filtro para a radiação UVA, tal é referido na embalagem do produto. Em todos os casos, o protector solar não deverá ser usado para prolongar o tempo de exposição, mas sim limitar os danos resultantes da exposição ao sol. É esta a razão pela qual os protectores solares se aplicam em zonas não cobertas pela roupa, especialmente em áreas sensíveis como o nariz, o pescoço, os ombros, no peito dos pés, etc.. Para a escolha do protector solar mais apropriado, existe indicação dos valores de FPS de acordo com os diferentes tipos de pele e valores do Índice UV.

Factores de Protecção Solar recomendados para os diferentes tipos de pele e de acordo com Índice UV

Índice UV	Tipos de Pele			
	I	II	III	IV
1 a 3	15	12	9	6
4 a 6	30	25	15	12
7 a 9	50	40	30	20
>10	60	50	40	30

3.3 LEVANTAMENTO DE ACÇÕES/PROJECTOS DESENVOLVIDOS OU EM CURSO EM PORTUGAL

No âmbito da educação para a saúde da população, alguns trabalhos de sensibilização para a protecção e de promoção da saúde têm sido desenvolvidos junto das comunidades escolares, em particular dirigidos aos adolescentes e jovens. Estes projectos têm em comum a finalidade de promover a saúde dos jovens através da sensibilização para os efeitos sobre a saúde humana resultantes da exposição ao sol e pelo aconselhamento e divulgação de medidas de prevenção e de protecção da saúde.

A Organização Mundial de Saúde lançou o INTERSUN Project com o objectivo de contribuir para a redução do número de doenças resultantes da exposição à radiação UV. O INTERSUN promove e avalia a investigação sobre os efeitos da radiação UV e desenvolve uma resposta adequada através da disseminação de informação, orientações e recomendações. Esta informação é dirigida a ministérios e departamentos de saúde, autoridades nacionais e locais e ONG's, para contribuir para os seus programas de protecção dos efeitos de saúde relacionadas com a radiação UV.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS DE CONHECIMENTO E NECESSIDADES DE INVESTIGAÇÃO

Em Portugal são pouco conhecidos os trabalhos desenvolvidos no campo da medicina sobre os efeitos da exposição ao sol ou à radiação solar.

As autoridades locais podem contribuir significativamente para diminuir os efeitos negativos da radiação UV. Isto é possível através da criação de um ambiente físico que fornece a sombra em áreas onde as pessoas se reúnem por exemplo em paragens de autocarro, nos terrenos da escola ou mais tabelas em parques.

As autoridades locais deverão também desenvolver políticas que podem influenciar as práticas em escolas e centros de actividades. Por último, as autoridades podem afectar o ambiente social, influenciando o conhecimento, atitudes e comportamento da população através da educação e meios de comunicação social.

Referências Bibliográficas:

Balk, Sophie J., **Ultraviolet Radiation: A Hazard to Children and Adolescents**, the Council on Environmental Health and Section on Dermatology, *Pediatrics* 2011; February 28, 2011.

Flannery, T., **Os senhores do tempo: O impacto do homem nas alterações climáticas e no futuro do planeta.**, Lisboa, Editorial Presença, 2006.

Gaffney, D. e Lupton, D., **Discourses and practices related to suntanning and solar protection among young Australians**, Health Education Research, 1996.

Lomborg, B., **El ecologista escéptico**. 2.ª ed. Madrid, Espasa Calpe, 2005.

Lucas, Robyn et al., **Solar Ultraviolet Radiation – Global burden disease from solar ultraviolet radiation**, World Health Organization, 2006.

World Health Organization, **Ultraviolet radiation and the INTERSUN Programme** > http://www.who.int/uv/uv_and_health/en, acesso em Maio 2011.

World Health Organization, **Ultraviolet radiation and the INTERSUN Programme** > <http://www.who.int/uv/intersunprogramme/en>, acesso em Maio 2011.

World Health Organization, **Ultraviolet radiation and human health**, Media Center, Factsheet n.º 305, 2009 Dezembro.

Sociedade Portuguesa de Dermatologia e Veneorologia (S.P.D.V.), **Sol e Pele**, em: <http://www.dermo.pt/>, acesso em Maio 2011.

Tavares, António, **Proteger a saúde das alterações climáticas na Região de Lisboa e Vale do Tejo**, Revista Portuguesa de Saúde Pública, número especial 25 anos, 2009

4. Sistemas de Vigilância e Alerta

4.1 Introdução

Nos últimos anos os eventos extremos climáticos têm constituído um problema grave para as sociedades de todo o mundo. Quer pelo aumento de intensidade quer pelo aumento da periodicidade, os eventos climáticos extremos têm tido repercussões a nível ambiental, social e na saúde das populações.

Neste contexto, e na sequência da 4ª conferência ministerial para o ambiental e saúde (Budapeste 2004) foram tecidas várias recomendações. De entre elas consta a necessidade de:

- i) melhorar o conhecimento (a nível regional e nacional) do peso da doença devida ao clima e aos eventos climáticos extremos e
- ii) identificar intervenções eficientes nomeadamente através da criação de sistemas de alerta precoce, mecanismos de vigilância e de gestão de crise.

Assim, é reconhecido o papel fundamental dos sistemas de alerta na redução do risco de calamidades aumentando a sua importância com a consciencialização de que cada vez mais populações estão expostas e com o facto de as condições meteorológicas extremas poderem alterar ainda mais no futuro.

4.2 Análise da Componente Teórica

Na generalidade dos países existem instrumentos para monitorizar os riscos associados ao clima, permitindo dar alertas ao público em situações de condições climáticas adversas. Esta actividade costuma estar a cargo dos serviços meteorológicos nacionais. Na grande maioria, os avisos do clima centram-se na divulgação oportuna de informações precisas sobre eventos climáticos específicos (tais como tempestades de vento, furacões, ciclones, etc.) sendo o nível de aviso definido tendo em conta limites fixos para os parâmetros de interesse.

Em 2005, na Europa, existiam seis países com sistemas de vigilância e alerta de ondas de calor, nomeadamente, Itália, França, Espanha, Reino Unido, Portugal e Alemanha (Kovats e Ebi, 2006). Em 2010, através do levantamento feito no projecto EUROMOMO (Kanieff et al., 2010), obteve-se a informação que dos sete países que possuem um rápido sistema de vigilância de mortalidade, seis países (Bélgica, França, Alemanha, Itália, Espanha, Suíça) recolhem simultaneamente no mesmo sistema dados climáticos relativos a temperaturas máximas e mínimas, três países (Bélgica, França, Itália) recolhem dados de humidade e dois países (Bélgica e Alemanha) recolhem dados relativos a ozono e outras partículas. Apenas Portugal não recolhe no mesmo sistema de vigilância dados climáticos.

Actualmente não há dúvida, de que muito mais poderia ser alcançado com a implementação de recursos com vista ao reforço dos sistemas de alerta precoce. No entanto, o desenvolvimento da componente tecnológica dos sistemas de alerta tem sido muito mais rápido do que a verificada nas componentes sociais e políticas. Um sistema pode ser tecnicamente bem desenvolvido, mas pode ter fragilidades no conhecimento da vulnerabilidade humana, na comunicação adequada de avisos e pode ter falta de preparação e capacidade de agir em situação de alerta.

A definição entre um sistema de vigilância e um sistema monitorização é difícil de conceber, uma vez que os atributos de um sistema monitorização, não se encontram bem descritos na literatura ao contrário dos atributos de um sistema de vigilância (German et al. 1988 e 2001; Last 1988). Isto conduz á discussão de quais as diferenças substanciais entre um sistema de

vigilância e um sistema de monitorização, e o que pode estabelecer uma diferença de atributos ou ainda mais, se o sistema em vista é realmente um sistema de monitorização ou um sistema de vigilância (Nogueira et al. 2010).

De acordo com Last (1988) e Porta (2008) as definições de monitorização e vigilância são as seguintes:

Monitorização

- Desempenho e análise de medições intermitentes destinadas a detectarem alterações do estado de saúde das populações ou no ambiente físico ou social. Em princípio, é diferente de vigilância, que muitas vezes, é um processo contínuo, embora sejam utilizadas técnicas de vigilância na monitorização. Pode também implicar intervenção nas medições observadas e análise dos efeitos da intervenção (por exemplo, sobre o estado de saúde de uma população ou numa área ambiental). Pode ser também, considerado como o processo de recolha e análise de dados acerca da implementação e dos efeitos de um programa de saúde pública.

Vigilância

- Recolha sistemática e contínua, análise e interpretação de dados, estreitamente integrada com a difusão oportuna e coerente dos resultados para que possam ser tomadas medidas apropriadas pelos decisores. É uma característica essencial da prática de saúde pública e epidemiológica. A fase final na cadeia de vigilância é a utilização da informação para promoção da saúde, controle e prevenção de doenças. Um sistema de vigilância inclui uma capacidade funcional para a recolha de dados, análise e difusão da informação, ligada a programas de saúde pública. Muitas vezes distingue-se da monitorização pela noção de vigilância ser contínua e permanente, enquanto a monitorização tende a ser mais intermitente ou episódico.
- Outra definição de vigilância: análise contínua, interpretação e divulgação de dados sistematicamente recolhidos, relativos a um dado fenómeno ou variável(eis), caracterizado por utilizar sobretudo métodos simples, uniformes e rápidos, mais do que métodos exactos ou íntegros. O seu principal objectivo é detectar tão rapidamente quanto possível, alterações na distribuição e evolução do(s) fenómeno(s) em estudo, com finalidade de iniciar a aplicação de medidas de investigação e de controlos. Assim, os sistemas podem incluir relatórios de mortalidade e morbidade com base em certificados de óbito, registos hospitalares, notificações ou práticas de redes sentinelas; diagnósticos laboratoriais; relatórios epidémicos, vacinas e seus efeitos colaterais; registos de ausência de doença; alterações em agentes de doença, vectores ou reservatórios; vigilância serológica através de bancos de soro. Podendo o último exemplo, ser visto como um exemplo de controlo biológico.

A definição de monitorização apresentada implica directamente uma execução irregular de análises para detectar alterações no estado de saúde, em que os resultados observados podem gerar uma intervenção. Esta definição esclarece no sentido de que difere da vigilância, uma vez que a vigilância é um processo contínuo e permanente enquanto monitorização tende a ser episódica, mas que as técnicas utilizadas em ambos os processos são semelhantes. Um sistema de vigilância é assim, um processo regular e contínuo de recolha de dados, análise, interpretação e divulgação oportuna dos resultados para promover a acção, podemos até acrescentar acção de saúde pública (Nogueira et al., 2010).

Na presença destas definições, entende-se que no caso em análise de eventos extremos climáticos, sejam ondas de calor, vagas de frio, níveis elevados de radiações ultravioleta, inundações, secas, é preciso um sistema que se destine a ter uma recolha sistemática e contínua de dados, análise para detectar alterações inesperadas da mortalidade e alerta de situações anormais para efeitos de acção de saúde pública e edição regular de boletins, isto é, é necessário um sistema de vigilância.

É relevante, então, conhecerem-se os atributos de um sistema de vigilância.

Os atributos de um sistema de vigilância são *simplicidade, flexibilidade, aceitabilidade, sensibilidade, valor preditivo positivo, representatividade e rapidez de resposta/celeridade (timeliness)* (Klaucke et al., 1988), com os progressos na informática em saúde surgiram atributos adicionais de *qualidade dos dados e estabilidade* (German et al. 2001, Nogueira et al. 2010).

Características dos atributos:

Simplicidade: Refere-se à sua estrutura e facilidade de operação. Pode ser útil pensar na simplicidade de um sistema de vigilância de duas perspectivas: a concepção do sistema e a dimensão do sistema. Simplicidade está intimamente ligada à rapidez de resposta e afectarão a quantidade de recursos que são necessários para o funcionamento do sistema.

Flexibilidade: Adaptação à evolução das necessidades de informação ou ao funcionamento com condições de baixo custo em termos de tempo adicional, pessoal ou em termos de financiamento alocado. Sistemas flexíveis devem adaptar-se, por exemplo, a novas doenças e condições de saúde, alterações nas definições de caso, em novas tecnologias informáticas, nas fontes de dados e nos recursos. A flexibilidade pode ser facilmente avaliada de forma retrospectiva, observando a capacidade de resposta de um sistema perante uma nova demanda. Geralmente, sistemas mais simples serão mais flexíveis, já que será necessário alterar e/ou adaptar menos componentes do sistema para a sua utilização com outra doença (ou evento relacionado com a saúde).

Qualidade dos dados - reflecte a integridade e a validade dos dados registados no sistema de vigilância de saúde pública. Avaliar a percentagem de respostas "em branco" ou "desconhecidas" em variáveis em vigilância é uma medida simples e fácil para obtenção de qualidade dos dados. No entanto, uma avaliação completa da integridade e validade dos dados do sistema pode exigir um estudo específico. Os dados registados num sistema de vigilância podem ser validados através de, por exemplo, uma revisão dos dados incluídos numa amostra ou realizando entrevistas aos doentes. Além disto, o cálculo da sensibilidade e dos valores preditivos positivos para os dados do sistema pode ser útil na avaliação da qualidade dos dados. A qualidade dos dados é influenciada pelo desempenho dos testes de triagem e diagnósticos (ou seja, a definição de caso) para eventos relacionados com saúde, a clareza do registo realizado em papel, da fotocópia do registo ou do registo electrónico, a qualidade da formação e supervisão das pessoas que realizam e completam os registos nos sistemas de vigilância, e o cuidado exercido na gestão dos dados. Uma revisão de todos estes intervenientes num sistema de vigilância em saúde pública fornece uma medida indirecta da qualidade de dados.

Aceitabilidade - reflecte a vontade dos indivíduos e das organizações na participação no sistema de vigilância. Aceitabilidade é um atributo subjectivo que engloba a vontade das pessoas, de quem o sistema depende, para fornecer dados precisos, consistentes, completos e em tempo apropriado.

Sensibilidade - a capacidade de um sistema detectar um evento em saúde. A sensibilidade de um sistema de vigilância pode ser considerada em dois níveis: em primeiro lugar, ao nível do processo de concepção de relatórios, onde a sensibilidade se refere à proporção de casos de uma determinada doença (ou de evento relacionado com saúde) detectado pelo sistema de vigilância; em segundo lugar, o sistema pode ser avaliado pela capacidade de detectar epidemias. Se um sistema de vigilância não apresentar uma elevada sensibilidade, continua a ser igualmente útil no acompanhamento de tendências, desde que a sensibilidade permaneça razoavelmente constante. Questões relativas à sensibilidade em sistemas de vigilância podem surgir quando são observadas alterações na ocorrência da doença. A pesquisa de alterações extremas, é muitas vezes o primeiro passo na investigação.

Valor preditivo positivo (VPP) - é a proporção de pessoas identificadas como tendo casos que realmente têm a condição sob vigilância. Na avaliação de VPP, o primeiro objectivo é colocado sobre a confirmação dos casos notificados através do sistema de vigilância. Um sistema de vigilância com baixo VPP, tem por consequente, frequentes relatos de casos de "falsos positivos", o que leva a um desperdício de recursos. Uma proporção elevada de casos errados pode desencadear investigação de epidemias, quando na realidade estas não deveriam ser detectadas. Portanto, a proporção de epidemias identificadas pelo sistema de vigilância que são realmente "verdadeiras epidemias" é necessário para avaliar este atributo. O VPP para um evento de saúde está intimamente relacionado com a clareza e a especificidade da definição do caso. O VPP reflecte a sensibilidade e a especificidade da definição do caso e a prevalência da doença na população. O VPP tem um crescimento com o aumento da especificidade e prevalência.

Representatividade - é a capacidade de descrever com precisão a) a ocorrência de um evento de saúde ao longo do tempo e b) a sua distribuição na população por local e pessoa. Os dados de um sistema de vigilância devem reflectir as características da população que são importantes para atingir os objectivos do sistema. Essas características geralmente referem-se ao tempo, lugar e pessoas. Na avaliação da representatividade de um sistema de vigilância é importante a identificação de subgrupos da população que podem ser sistematicamente excluídos. Esse processo permite a modificação na recolha de dados e uma maior exactidão na obtenção da incidência do evento na população alvo.

Celeridade - reflecte a velocidade ou o atraso entre as etapas num sistema de vigilância. O intervalo geralmente considerado em primeiro lugar é o tempo entre o início de um evento prejudicial para a saúde e a sua divulgação para a entidade de saúde pública responsável por instituir o controlo e as medidas de prevenção adequadas. Um outro aspecto, é o tempo necessário para a identificação de tendências, epidemias ou o efeito das medidas de controlo. Em doenças agudas, é geralmente usado o aparecimento dos sintomas e a data de exposição. Nas doenças crónicas, pode ser mais útil analisar o tempo decorrido desde o diagnóstico, em vez de estimar a data de início da doença. A celeridade de um sistema de vigilância deve ser avaliada em termos de disponibilidade da informação para o controlo da doença ou evento; seja para os esforços de controlo imediato ou para a criação de programas de planeamento a longo prazo. A necessidade de rapidez de resposta num sistema de vigilância depende da natureza do problema de saúde pública sob vigilância e os objectivos desse sistema.

Estabilidade - refere-se à fiabilidade (ou seja, a capacidade de recolher, gerir e fornecer dados correctos sem falhas) e disponibilidade (capacidade de ser operacional quando é necessário) do sistema de vigilância. Um desempenho estável é crucial para a viabilidade do sistema de vigilância. Sistemas de vigilância não confiáveis e indisponíveis podem atrasar ou impedir a acção de medidas de saúde pública necessárias. Uma avaliação mais formal da estabilidade do sistema pode ser feita através de procedimentos de modelação. No entanto, uma abordagem mais útil pode envolver a avaliação da estabilidade com base na finalidade e objectivos do sistema.

Pode-se assim concluir, que os atributos e os custos de um sistema de vigilância são interdependentes. Os esforços para aumentar a sensibilidade, VPP, celeridade e representatividade tendem a aumentar o custo de um sistema de vigilância. A obtenção de valores próximos de 100% na sensibilidade e VPP num sistema de vigilância, significa que o sistema é mais representativo da população que se está a monitorizar. No entanto, com o aumento da sensibilidade, o VPP pode diminuir. O aumento da sensibilidade e VPP tendem a tornar um sistema de vigilância mais complexo - diminuindo potencialmente a sua aceitabilidade, celeridade e flexibilidade. A aceitabilidade e a representatividade de um sistema de vigilância de saúde pública estão relacionadas com a qualidade dos dados. Com dados de alta qualidade, o sistema pode ser aceite por quem nele participar. Além disso, o sistema pode representar fielmente o evento relacionado com saúde sob vigilância.

No estudo realizado por Nogueira et al. (2010a) no âmbito de um projecto que visava desenvolver e operacionalizar um sistema de vigilância de mortalidade nos países europeus (projecto European Monitoring of excess Mortality for Public Health Action - Euromomo), foi aplicado um questionário a peritos portugueses. Estes consideraram que um sistema neste âmbito deve permitir detectar e medir, em tempo real, o excesso de mortes e o ideal era ser considerado a inclusão de dados climáticos. Foram sugeridos dados como a temperatura máxima e mínima diária, como requisito mínimo do funcionamento do sistema. A definição padrão de onda de calor e de período quente, no âmbito da saúde, tornava-se um requisito desejável, que deveria ser ajustado às realidades regionais e aos níveis das temperaturas mínimas observadas. Outros indicadores climáticos foram considerados interessantes, tais como os índices de ozono e a humidade, o frio, o calor, a radiação, conforto térmico e índices bioclimáticos.

No âmbito ainda deste projecto, estabeleceram-se também as funções, atributos, requisitos, capacidades, vantagens e desvantagens e foi discutido o investimento necessário, potenciais aplicações e como realizar uma avaliação de risco num sistema de vigilância de mortalidade a nível Nacional e Europeu (Nogueira et al., 2010b).

Todas as características sugeridas, num sistema de vigilância de mortalidade, podem ser consideradas em qualquer sistema de vigilância que se pretenda implementar. Como **atributos** num sistema de vigilância considerou-se pertinente:

- Exercer uma função de Observação e uma função de apoio à decisão;
- Deve ser, acima de tudo, simples;
- Deve ter a capacidade de detectar precocemente a ocorrência de eventos com impacto na mortalidade;
- Requer investimentos, sendo necessários recursos humanos e financeiros especialmente dedicados;
- Necessidade de um sistema nacional partilhado, retro-alimentado e participado entre os vários interlocutores, através de um modelo de gestão de informação global transparente, automático, fácil de ser acedido e sem restrições no acesso.

Em termos de **funções** foi consensual: observação, apoio à decisão, emissão de alertas, utilização de diferentes sistemas de informação, bem como emissão de índices de risco.

Como **potenciais aplicações** identificadas para o sistema de vigilância de mortalidade referiu-se a necessidade de associação a um plano de contingência das ondas de calor de modo a permitir a acção como resposta a um evento de calor; o apoio ao desenvolvimento de políticas, a monitorização trans-fronteiras (nível Europeu), a compatibilização de diversos sistemas de informação existentes (dentro e entre países) e um meio de permitir o desenvolvimento de investigação (ao nível nacional).

Como **requisitos exequíveis** foram definidos: o número de óbitos, a linha de base/ modelo, a desagregação regional da informação, a inclusão da idade e do sexo. Como *requisitos ideais* consideraram-se dados de caracterização como a profissão, antecedentes patológicos e o conhecimento das causas de morte (referidas essencialmente para efeitos de investigação); dados de caracterização ambiental (dados meteorológicos) e a área geográfica.

Em termos de **capacidades** um sistema de vigilância deve *detectar precocemente os eventos e identificar os excessos de mortalidade*; identificar alterações das séries temporais de mortalidade, por nível regional. Num sistema ideal nacional, estas capacidades permitiriam uma desagregação geográfica (por distritos/NUTS II), por grupos etários e por sexo, enquanto o sistema ideal Europeu permitiria a desagregação também por causas.

Inerentes às capacidades surgem as **vantagens** do sistema de vigilância, a detecção precoce dos riscos de saúde, o planeamento e a implementação de estratégias de controlo e prevenção e a mais-valia de constituir uma fonte actual e organizada de informação. Estas vantagens são transponíveis para um sistema Europeu, tendo sido ainda acrescentado o facto de permitir a monitorização de eventos transfronteiriços. Em oposição, os interesses económicos e políticos subjacentes à aplicação do sistema, bem como à própria aplicabilidade da informação actual ou os custos associados ao seu desconhecimento foram identificados como algumas das principais **desvantagens**.

O **investimento no sistema** passaria pela criação de uma entidade gestora, de âmbito nacional, como a Direcção-Geral da Saúde (DGS), que ficaria responsável pela gestão do sistema, com recursos humanos e tecnológicos próprios, alicerçado por um sistema partilhado de informação, acessível e representada pelas entidades que alimentam o sistema.

A **avaliação do risco** deveria estar a cargo de um grupo avaliador, composto por elementos de várias instituições de diferentes áreas de actuação. Uma vez identificado um eventual risco, mediante a existência de uma ferramenta de identificação de riscos (cálculo de índices), esta informação deveria ser comunicada às Autoridades Nacionais da Saúde, tendo sido referido o eventual recurso a comunicação por videoconferência. Todo este sistema de avaliação de risco (desde a detecção até à comunicação) teria como pressuposto uma interligação rápida entre as instituições, via automatismos informáticos, e com uma periodicidade diária.

Por último, "Ter a informação em tempo real" é um pressuposto inerente a qualquer sistema de vigilância.

A nível Europeu, Kovats e Ebi (2006), reforçam que é necessário desenvolver e implementar medidas específicas de saúde pública que reduzam o peso na saúde associado ao problema de temperaturas elevadas. Como já foi referido anteriormente, existem na Europa vários países com sistemas de vigilância implementados, nomeadamente sistemas de vigilância e alerta de ondas de calor, que são extremamente difíceis de avaliar, uma vez que a ocorrência de temperaturas elevadas são eventos imprevisíveis e o seu impacto é diferente entre populações. Contudo, é necessário avaliar os sistemas e as intervenções resultantes das medidas tomadas de forma a reduzir possíveis efeitos na mortalidade e morbidade.

Pode-se então concluir que genericamente, e segundo vários autores, os principais critérios para avaliação de um sistema de vigilância e alerta devem ser: descrever os componentes e operacionalização do sistema; descrever os recursos necessários na operacionalização do sistema e avaliar o sistema tendo em conta os atributos de simplicidade, aceitabilidade, sensibilidade, rapidez de resposta, eficácia de medidas de resposta a nível individual e especificidade dos modelos preditivos a fim de evitar falsos positivos (German et al. 2001, Kovats e Ebi 2006, Nogueira et al. 2010).

4.3 Levantamento de acções/projectos desenvolvidos ou em curso em Portugal

1) Sistema de Avisos da Meteorologia relacionados com a saúde

.....

2) Sistema de acompanhamento e vigilância da Qualidade do Ar exterior

.....

3) Sistema de acompanhamento e vigilância da mortalidade

a) Índice Icaro

Com base no conhecimento acerca das ondas de calor de 1981 e 1991 que ocorreram em Portugal, o Observatório Nacional de Saúde (actual Departamento de Epidemiologia) do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, desenvolveu um sistema de vigilância e alerta de ondas de calor com efeitos na mortalidade (Falcão, Castro e Falcão, 1988; Garcia, Nogueira e Falcão, 1999). Este sistema de vigilância, designado por ÍCARO, foi desenvolvido através de modelos estatísticos (Nunes, Canto e Castro e Falcão, 1999) usando metodologias de séries temporais aliadas a técnicas de regressão dinâmica que propuseram como preditores do número de óbitos diários, funções matemáticas da temperatura máxima diária observada.

Através do modelo matemático, construiu-se um índice, o índice ÍCARO, que de forma simples indicava se o distrito de Lisboa, estava perante uma onda de calor com prováveis consequências na mortalidade (Nogueira et al., 1999).

Este sistema de vigilância e alerta de ondas de calor está em funcionamento todos os anos, nos meses de Maio a Setembro e utiliza informação disponibilizada pelo Instituto de Meteorologia, nomeadamente previsões para três dias das temperaturas máximas do ar (Nogueira PJ, 2005, Paixão et al., 2007). Sempre que uma onda de calor seja prevista, as instituições envolvidas no sistema de vigilância, que inclui a Direcção Geral da Saúde e a Autoridade Nacional de Protecção Civil, recebem o alerta para que possam accionar medidas preventivas de forma a mitigar possíveis consequências severas devido ao fenómeno.

Devido às consequências da onda de calor de 2003 (Calado et al., 2004), onde se estimou cerca de 1953 óbitos em excesso e da experiência das épocas de vigilância de 1999 a 2004, procedeu-se a um melhoramento do modelo de previsão para o distrito de Lisboa com integração de novas variáveis, novos dados, e efectuando a sua validação (Nogueira e Paixão, 2007). A validação dos modelos foi realizada através de conceitos de sensibilidade, especificidade, taxa de falsos positivos e falsos negativos, típicos do contexto dos testes de diagnóstico (Last 1988, Porta 2008). Para modelar a mortalidade do distrito de Lisboa, utilizou-se uma série de dados de mortalidade de 23 anos (1981 a 2003) e as respectivas temperaturas do ar diárias. Os modelos testados recorreram à definição de limiares dinâmicos das temperaturas do ar, que reflectem a noção de adaptabilidade humana à evolução das temperaturas do ar em curtos espaços de tempo (Nogueira e Paixão, 2007).

Tendo a noção de que um modelo de previsão apenas para o distrito de Lisboa apresentava limitações, partiu-se para a construção de modelos regionais que colocavam vários desafios, nomeadamente: como agrupar os distritos em regiões, que temperaturas usar como referência; e que limiares destas temperaturas usar. A estratégia adoptada passou por fazer a descrição das distribuições das temperaturas ao longo do Verão nos diferentes distritos, o que se fez usando estatística descritiva e regressão linear cúbica; por agrupar os distritos em termos de temperaturas do ar e mortalidade, o que se fez usando análise factorial exploratória. Definidas as regiões optou-se por ensaiar dois limiares fixos de temperatura, 32°C e 35°C, para cada uma das temperaturas máximas do ar dos distritos que constituem cada região. Foram testados vários modelos, utilizando vários conjuntos de variáveis (sobrecarga térmica acumulada, excesso de temperatura) e de dados (Nogueira, 2011).

Depois de definidos e validados os modelos, procedeu-se à construção dos respectivos índices-ÍCARO por quatro regiões, considerando toda a população e apenas a população com mais de 75 anos. Os ensaios e a validação dos modelos nos períodos de vigilância das ondas de calor

de 2006 a 2009, foi possível devido à construção do sistema de vigilância de mortalidade diária (Nogueira et al., 2010c).

Em 2007, devido à necessidade de melhorar a interpretação destes índices, recorrendo às propriedades do valor médio e variância de uma distribuição de probabilidades, construiu-se um índice-ÍCARO nacional. Posteriormente em 2010, do conhecimento das propriedades do índice-ÍCARO definiu-se o índice-Alerta-ÍCARO, independente do nível médio da mortalidade do respectivo processo de óbitos. As propriedades deste novo índice foram também exploradas matematicamente através das propriedades do valor médio e variância de uma distribuição de probabilidades (Nogueira, 2011).

b) Vigilância Diária da Mortalidade

Da experiência de avaliação rápida da mortalidade para confirmação dos efeitos da onda de calor em 2003 (Nogueira et al., 2005) criou-se um sistema de vigilância da mortalidade diária (VDM) que está em funcionamento desde então em conjunto com o Sistema de Vigilância ÍCARO.

O sistema de VDM, evoluiu tornando-se um sistema automatizado a funcionar todo o ano, e em vez de utilizar apenas dados relativos a uma amostra de Conservatórias do Registo Civil (CRC), entre o ano de 2006 e 2007, devido a uma alteração técnica no Ministério da Justiça (criação do Sistema Integrado de Registos de Identificação e Civil: SIRIC, que visou ligar todas as conservatórias do registo civil e recolher todos os seus dados de forma centralizada), foi possível a obtenção dos registos de óbitos de todas as CRCs do país (Nogueira et al., 2010).

O novo sistema, em funcionamento desde Junho de 2007, tem vantagens importantes, tais como: a rápida aquisição de informação; é completo (a mortalidade de toda a população está incluída); é leve nas informações trocadas (apenas data do óbito, idade, sexo, local de registo de óbito); permite a detecção rápida de impactos na mortalidade (5 dias para efeitos ténues, menos para impactos mais substanciais); e permite a rápida quantificação preliminar dos impactos que geralmente levariam vários anos para ser feitas. Tais características mostram que este sistema de vigilância é uma ferramenta muito poderosa para a acção em saúde pública (Nogueira, 2011).

O sistema VDM também representa um exemplo de cooperação inter-institucional, reunindo, organizações de dois Ministérios, Saúde e Justiça, com vista a melhorar o conhecimento sobre a mortalidade da população.

4) Sistema de acompanhamento e vigilância da morbilidade

.....

5) Planos de Contingência para Temperaturas Extremas

As alterações climáticas que têm ocorrido em Portugal, nomeadamente as ondas de calor, como resultado de maiores períodos de temperaturas elevadas, tem originado períodos de seca prolongados associados a um aumento do número de incêndios. Neste contexto, houve a necessidade de criar medidas de adaptação pró-activa para que se mitiguem os impactos nos vários sectores da nossa sociedade. O Ministério da Saúde, através da Direcção-Geral da Saúde (DGS), tem implementado desde 2004, o Plano de Contingência para Ondas de Calor com o objectivo de minimizar os efeitos negativos do calor na saúde. O Plano de Contingência para Ondas de Calor (PCOC) pretende ser um instrumento estratégico, potenciando a coordenação interinstitucional entre os diferentes sectores da Administração Pública Central e seus serviços descentralizados, e com a Administração Local (Robalo et al., 2010). O PCOC tem sido um processo dinâmico, que tem sido adaptado progressivamente em função das necessidades encontradas, de forma a melhorar a sua eficácia no cumprimento dos seus objectivos.

No PCOC consta o funcionamento do sistema de previsão e alerta que funciona durante o período de 15 de Maio a 30 de Setembro. No sistema são definidos 3 níveis de alerta: verde, amarelo e vermelho. Para estabelecimento destes níveis de alerta, a DGS desenvolveu alguns critérios, de carácter genérico, relacionados com o índice-Alerta-ÍCARO, com as temperaturas máximas e mínimas, com os incêndios e com outros factores, nomeadamente excedências dos níveis de ozono, níveis de radiação ultravioleta, eventos locais, avisos meteorológicos e o Weather Stress Index (Instituto de Meteorologia) (Paixão et al., 2007). No PCOC, a DGS sugere também tipos de intervenções possíveis, em função do nível de alerta (Robalo et al., 2010).

Os Grupos de Trabalho Regionais (GTR), coordenados pelas Administrações Regionais de Saúde/Departamento de Saúde Pública, são responsáveis pela avaliação diária do risco ao nível distrital, efectuada com base na informação disponibilizada pela Divisão de Saúde Ambiental e Ocupacional (DSAO). Cada GTR efectua a definição dos níveis de alerta distritais (verde, amarelo ou vermelho) para o dia seguinte, com base em critérios previamente estabelecidos e definidos nos Planos de Contingência Regionais, sendo posteriormente estes alertas comunicados à DSAO até às 16 horas do próprio dia. Após recepção do conjunto dos níveis de alerta distritais, a informação é divulgada no sítio da DGS.

Em caso de alerta de nível 'vermelho' a DGS envia comunicado à agência LUSA e compete ao Grupo de Trabalho Regional dar conhecimento aos Centros de Saúde, aos Hospitais, às Autarquias, e demais entidades, e activar as medidas consideradas necessárias, em conformidade com o respectivo PCOC. No PCOC está ainda definido que são produzidos relatórios mensais, que incluem as ocorrências relacionadas com potenciais efeitos do calor, os níveis de alerta definidos nesse período, as respectivas medidas tomadas, e a evolução da mortalidade (Robalo et al., 2010).

(incluir alterações 2011)

4.4 Identificação de lacunas de conhecimento e necessidade de investigação

(a abordar posteriormente)

Referências Bibliográficas:

Budapeste 2004. Public Health response to extreme weather and climate events: Working paper of the 4th Ministerial Conference for Environment. World Health Organization, European Commission, European Environment Agency, European Public Health Association, Springer, 275:281, 2005.

Calado R, Botelho J, Catarino J, Carreira M, Nogueira PJ, Paixão EJ. A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. Revista Nacional de Saúde Pública. 2004 Julho/Dezembro de 2004;2:7-20.

Falcão JM, Castro MJ, Falcão MLM. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade da população de Lisboa. Saúde em Números. 1988;3(2): 10-2.

Garcia A, Nogueira P, Falcão J. Onda de calor de Junho de 1981 em Portugal: efeitos na mortalidade. Revista Portuguesa de Saúde Pública. 1999;1:67-77.

German RR, Lee LM, Horan JM, Milstein RL, Pertowski CA, Waller MN. Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems: recommendations from the Guidelines Working Group. MMWR Recomm Rep. 2001; 50 (RR13), 1-35; quiz CE1-7.

Kanieff M, Rago G, Minelli G, Lamagni T, Sadicova O, Šelb J, Vantarakis A, Conti S. The potential for a concerted system for the rapid monitoring of excess mortality throughout Europe. Euro Surveill. 2010;15(43):pii=19697. Available online
<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19697>

Klaucke DN, Buehler JW, Thacker SB, Parrish RG, Trowbridge FL, Berkelman RL. Guidelines for evaluating surveillance systems. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 37 Suppl. 1988; 5, 1-18.

Kovats RS, Kristie LE. Heatwaves and public health in Europe. *Eur J Public Health*. 2006;16(6):592-9.

Last JM. Um dicionário de epidemiologia. International Epidemiological Association. 2nd ed. Oxford University Press; 1988. Departamento de estudos e planeamento da Saúde Lisboa. 1995.

Nogueira P, Nunes B, Dias C, Falcão J. Um sistema de vigilância e alerta de ondas de calor com efeitos na mortalidade: o índice Ícaro. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*. 1999;I: 79-84.

Nogueira PJ, Examples of Heat Health Warning Systems: Lisbon's ÍCARO's Surveillance System, Summer of 2003, Extreme Weather Events and Public Health Responses, World Health Organization, European Commission, European Environment Agency, European Public Health Association, Springer, 141:159, 2005.

Nogueira PJ, Falcão JM, Contreiras MT, Paixão E, Brandão J, Batista I, "Mortality In Portugal Associated With The Heat Wave Of August 2003: Early Estimation Of Effect, Using A Rapid Method", *Surveillance Report, Eurosurveillance Volume 10, Issue 7-8, 2005, 150-153.*

Nogueira P, Paixão E. Models for mortality associated with heat waves: update of the Portuguese heat health warning system. *International Journal of Climatology*. 2008;28(4):545-62.

Nogueira PJ, Machado A, Gil AP, Paixão E, Nunes B, Nicola P, Couceiro L, Josseran L. Project Euromomo-European monitoring of excess mortality for public health action Work Package 5 Report: Concept: Core attributes and requirements. European Commission. 2010a.

Nogueira P, Machado A, Nicola P, Gil AP. Desirable, common and minimum requirements for a Mortality Surveillance System: Relatório da sessão de trabalho sobre as funcionalidades e características de um sistema rápido de vigilância da mortalidade; Instituto Nacional de Saúde, Dr. Ricardo Jorge (INSA) - Departamento de Epidemiologia (DEP). 2010b.

Nogueira PJ, Machado A, Rodrigues E, Nunes B, Sousa L, Jacinto M, Ferreira A, Falcão JM, Ferrinho P. The new automated daily mortality surveillance system in Portugal. *Euro Surveill*. 2010c;15(13):pii=19529. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19529>

Nogueira PJ. Ondas de calor: modelos de medição, previsão e monitorização dos impactos na Saúde. Tese de doutoramento em Saúde Internacional na Especialidade: Políticas de Saúde e Desenvolvimento. Instituto de Higiene e Medicina Tropical. Lisboa. 2011 (Documento em publicação).

Menne B. Extreme weather Events: what can we do to prevent health impacts?. World Health Organization, European Commission, European Environment Agency, European Public Health Association, Springer, 265:271, 2005.

Nunes B, Canto e Castro L, Falcão JM. Efeitos do Excesso de Calor na Mortalidade: Modelos de Previsão. Relatório: Observatório Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. Documento Interno (Não Publicado). 1999.

Paixão EJ, Nogueira PJ. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*. 2003;21(1):41-54.

Paixão E, Nogueira P, Falcão JM, Santo FE, Ferreira J, Abrantes T, "The watch warning system on heat waves with effect on mortality", World Meteorological Organization and World Health Organization, 2007 pp: 87-89.

Porta M. A dictionary of epidemiology edited for the International Epidemiological Association. 5th ed. ed. Porta M, Greenland S, Last J, editors: Oxford University Press. 2008.

Robalo J, Diegues P, Batalha L, Selada C. PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA ONDAS DE CALOR 2010: Direção Geral da Saúde. 2010.

B) Domínio 'Água'

Análise da Componente Teórica

Introdução:

O clima resulta das interações que se estabelecem entre os cinco componentes do sistema climático: a atmosfera, os oceanos, a biosfera terrestre e a marinha, a criosfera (água no estado sólido) e a superfície terrestre.

Os indicadores globais apontam para a realidade do planeta estar a aquecer a um ritmo muito rápido, sendo apontado como principais causas as actividades antropogénicas, nomeadamente as associadas à utilização intensiva de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), cuja queima liberta para a atmosfera gases com efeito de estufa (CO₂, CH₄, vapor de água, NO_x e O₃).

As alterações climáticas são um dos maiores desafios que se colocam à Humanidade neste século, afectando negativamente alguns dos principais determinantes em saúde, como a água, o ar, alimentação, sendo importante desenvolver políticas que protejam a saúde dos potenciais efeitos adversos relacionados com as alterações climáticas, estas evidências estão são explanadas no relatório apresentado pelo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas para a Região Europeia (IPCC 2007).

Todos os seres humanos são vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas, contudo os idosos, os muito jovens, os doentes crónicos e os pobres em particular constituem os principais grupos de risco.

A vulnerabilidade da população depende de vários factores, densidade, nível de desenvolvimento económico, acesso a comida e a água potável, condições ambientais envolventes, acesso e qualidade do sistema de saúde pública existente.

Os dados actuais e disponibilizados pelo IPCC 2007, apontam como as principais tendências as seguintes:

- É previsível que na Europa neste século a temperatura média do ar aumente entre 1 °C a 5 °C;
- Subida média do nível do mar entre 0,2 e 0,6 m;
- Diminuição da precipitação na Europa do Sul com especial incidência no Verão;
- Aumento da precipitação na Europa do Norte;
- Alteração dos padrões de pluviosidade;
- Aumento dos períodos de seca na Europa do Sul;
- Aumento em intensidade, frequência e duração dos fenómenos relacionados como as ondas de calor;
- Aumento em intensidade, frequência e duração dos fenómenos meteorológicos extremos nomeadamente, tempestades, cheias, seca;
- Diminuição dos Glaciares e da cobertura vegetal na Europa.

Neste sentido prevê-se que todo o ciclo hidrológico seja afectado, interferindo com todos os sectores, saúde, agricultura, indústria, turismo, energia, serviços etc...

Os principais impactes expectáveis estão associados a uma diminuição das reservas de água doce superficial e subterrânea disponíveis para abastecimento público, devido aos aumentos dos períodos de seca e à ocorrência de um maior stress hídrico face aos diferentes usos da

água, apontando-se que na Região Europeia passe dos 13% para os 35%, com maior incidência nos países do Sul.

As alterações climáticas afectam a quantidade da água disponível e também contribuem para a diminuição da sua qualidade, o aumento dos períodos de seca potenciam o impacto dos fenómenos de poluição, nomeadamente os relacionados com as descargas das águas residuais domésticas ou industriais em virtude do meio hídrico possuir menor capacidade de oxigenação e auto depuração, contribuindo para o aumento da carga microbiana e química das linhas de água, podendo ter repercussões no aumento dos surtos epidemiológicos associados à componente hídrica.

A alteração prevista nos padrões de precipitação podem em algumas zonas do país facilitar a ocorrência de cheias, podendo contribuir para o arrastamento de inertes, de pesticidas, hidrocarbonetos e outros poluentes para o meio hídrico, contaminando as linhas de água e ao mesmo tempo aumentar o risco de contaminação cruzada entre as redes de esgotos e a rede de distribuição de água potável devido a roturas, podendo causar graves problemas de saúde pública, ficando também mais exposta à contaminação por microrganismos potencialmente patogénicos.

Face ao exposto prevê-se que exista um aumento da incidência das doenças de origem hídrica e alimentar, quer no caso das Salmoneloses, *Cryptosporidium* spp, Giardiases, Cyclospora, Campylobacter, Listeriose e *Escherichia coli* etc...)

Na época de Verão existe uma maior incidência de doenças diarreicas (infecções intestinais) em que a *E.coli* e as Salmoneloses poderão ocorrer com maior prevalência, neste último caso prevê-se um aumento de 5% a 10% por cada aumento da temperatura de 1°C.

Os fenómenos de pluviosidade intensa já foram associados a uma maior probabilidade de detectar oocistos de *Giardia* e *Cryptosporidium*.

A temperatura e a humidade relativa influenciam a taxa de multiplicação das bactérias e dos protozoários patogénicos, assim como influenciam a taxa de sobrevivência dos enterovírus no ambiente.

As doenças diarreicas têm múltiplas formas de transmissão, quer pela água, quer pela alimentação, quer por insectos (vectores de agentes que podem causar doença), quer ainda por contacto entre os seres humanos, podendo os seus efeitos serem mais ou menos severos do ponto de vista clínico, dependendo do agente em causa, da sua concentração, do tempo de exposição e da maior ou menos susceptibilidade da pessoa exposta.

O aumento das temperaturas médias do ar, a diminuição da estiagem dos rios, o aumento da carga bacteriana e de nutrientes nas linhas de água, também facilitaram o aparecimento de condições para o desenvolvimento de fluorescências de cianobactérias com a libertação de toxinas para as linhas de água, afectando tanto as origens de água para abastecimento público, quer as águas de recreio.

Conforme as espécies presentes assim se libertam neurotoxinas e hepatoxinas, cuja gravidade da intoxicação depende da dose ingerida, as neurotoxinas produzem a morte por paralisia dos músculos e, conseqüentemente, paragem respiratória, em animais intoxicados com doses letais. As hepatoxinas actuam ao nível do fígado, destruindo a sua estrutura interna e levando à morte por hemorragia intrahepática e choque hipovolémico. Outro tipo de toxinas apenas são irritantes ao contacto tendo um efeito dermatológico.

As principais espécies de cianobactérias presentes são a *Anabaena* (produz neurotoxinas, hepatotoxinas e irritantes ao contacto), *Aphanizomenon* (produz neurotoxinas e irritantes ao contacto), *Microcystis* (hepatotoxinas e irritantes ao contacto) e *Oscillatoria* (neurotoxinas, hepatotoxinas e irritantes ao contacto).

Outro aspecto a ter em atenção é a subida média do nível do mar que contribui para um aumento da intrusão salina, alteração das características organolepticas das águas subterrâneas este efeito também pode ser potenciado com uma sobre exploração das águas subterrâneas diminuindo as alternativas de abastecimento de água potável às populações costeiras.

De uma forma indirecta a água também influencia a saúde, quer porque condiciona o tipo de agricultura e de espécies agrícolas existentes, influenciando a dieta alimentar, quer pela sua escassez obriga a alternativas de água para rega facilitando o uso de água residuais tratadas para esse fim, aumentando os riscos de contaminação e influencia a segurança alimentar. Por outro lado a existência ou não de florestas poderá criar microclimas permitindo aumentar a precipitação em algumas zonas e por outro diminuir o arrastamento de terras e os efeitos das cheias nas linhas de água e no seu grau de contaminação.

Em Portugal normalmente após um período de Verão intenso, em zonas que ocorreram incêndios florestais, constata-se que na época de Outono ou Inverno devido às chuvas intensas na região Norte e Centro existe um arrastamento de inertes do solo para as linhas de água com a sua conseqüente contaminação das origens de água de abastecimento, este aumento de inertes e alguns hidrocarbonetos põem em causa os sistema públicos de abastecimento de água, sendo necessário procurar origens alternativas.

O domínio da água pelo exposto anteriormente concluiu-se que influencia vários sectores com repercussões directas e indirectas na saúde, pelo que deve merecer uma abordagem integrada e transversal em todos os sectores.

Neste domínio foram pensados abordar a problemática segundo alguns tópicos ou sub domínios, nomeadamente:

- Doenças Emergentes e Reemergentes associadas à água;
- Períodos de Seca e seus potenciais efeitos na saúde face ao agravamento dos fenómenos de poluição;
- Avaliação e Comunicação do Risco em saúde Pública associados aos vários usos da Água;
- Rega /usos Urbanos reutilização de água e lamas.

1. Rega /usos urbanos e reutilização de água e lamas

Com a escassez de recursos hídricos causada pelo aumento de consumo ou pela redução de precipitações, surge a necessidade de recorrer a novas origens de água.

Uma primeira opção é captar água de qualidade aceitável, de regiões onde existe em excesso transportando-a até ao local de consumo. É o caso do abastecimento de água a Lisboa inicialmente obtida de nascentes e poços no interior da cidade e das minas de Monsanto que abasteciam a zona Ribeirinha da Ajuda e Alcântara. No século XVIII foi construído o Aqueduto das Águas Livres obtendo-se água de nascentes dos arredores de Lisboa atingindo o ponto mais distante do aqueduto - Caneças - os 58 km de extensão total incluindo ramais. No século XIX foi necessário captar água nos Olhos de Água do Alviela a cerca de 114 km. Na década de 40 do século XX recorreu-se a captações mais próximas de Lisboa, água do Tejo em Valada e subterrânea na Lezíria do Tejo, Ota e Alenquer, todas estas águas de pior qualidade, microbiológica a primeira e química as restantes. A fase seguinte, nas últimas décadas do século XX, foi captar água de Castelo do Bode, de muito melhor qualidade mas a cerca de 140 km de Lisboa.

Uma outra solução para aumentar as disponibilidades de água, em zonas litorais é recorrer à dessalinização de água do mar. Recorre-se a esta solução, mais onerosa, em zonas onde os recursos superficiais e subterrâneos são escassos, como é o caso de Porto Santo, no nosso país.

Uma terceira alternativa é a reutilização de águas residuais, utilizando nesta designação uma abrangência muito lata. Tem vantagens de o local de produção ser próximo do local de consumo, de ser muito menos mineralizada que a água do mar exigindo um menor consumo de energia para o seu tratamento e o nível deste poder ser determinado pela futura utilização da água, com a conseqüente redução de custo. No entanto obriga a cuidados especiais de gestão e controlo dos sistemas, dados os potenciais riscos para a saúde que acarreta.

Não obstante é uma solução extensamente empregue em regiões áridas desde a rega em Israel até ao consumo humano em Windhoek, na Namíbia.

A ERSAR publicou o Guia Técnico n.º 14 - «Reutilização de Águas Residuais» que cobre a reutilização de águas residuais para fins diversos, inclusive fornecendo critérios de qualidade diferenciados consoante ao objectivo previsto.

Reutilização de água na rega

A reutilização de águas residuais na rega tem sido a forma mais importante de reutilização, aliando o fornecimento de água às plantas com alguma fertilização. No entanto e em regiões áridas pode resultar na salinização dos terrenos, atendendo ao seu conteúdo em sais dissolvidos, principalmente cloreto de sódio, superior ao da água potável original.

No que respeita à saúde pública, a utilização de águas residuais domésticas para rega representa um risco potencial para a saúde que pode ser atenuado por um adequado tratamento da água e uma técnica de rega apropriada para a cultura e qualidade da água: os riscos são diferentes utilizar rega por aspersão ou gota-a-gota ou regar alimentos consumidos crus ou culturas industriais, restando sempre as questões de saúde ocupacional.

A utilização de água para a rega está prevista no Decreto - Lei 236/98, Artigos 58º e seguintes. No entanto a óptica destas disposições legais não é tanto a protecção da saúde pública mas a protecção das culturas agrícolas. Contudo este diploma prevê a participação das autoridades de saúde no processo de licenciamento das águas de rega qualquer que seja a sua origem.

De referir ainda que a Organização Mundial da Saúde publicou em 2007 o documento GUIDELINES FOR THE SAFE USE OF WASTEWATER, EXCRETA AND GREYWATER que contém a fundamentação técnica e de saúde para a reutilização de águas residuais domésticas e excreta na agricultura e aquacultura.

Reutilização de águas para fins urbanos

A reutilização de água não potável para fins urbanos - lavagem de pavimentos e de viaturas, etc. põe questões desde o nível de tratamento adequado ao fim a que se destina, à forma de distribuição: por veículo ou rede de distribuição fixa e a forma como distinguir esta da rede de água potável, e à monitorização da qualidade da água e garantia de minimização dos riscos para a saúde da população em geral e dos trabalhadores envolvidos em particular.

Esta reutilização apresenta inúmeras variantes desde o tratamento das águas residuais domésticas nas ETAR com níveis terciários e complementar e distribuição da água por rede dedicada, até ao tratamento da água e distribuição e utilização através de camiões cisternas, até à reutilização individual das águas cinzentas.

No entanto qualquer estas formas de reutilização implicam um controlo apertado da sua qualidade a fim de minimizar riscos para a saúde.

Reutilização de águas pluviais

A utilização doméstica das águas pluviais põe problemas de saúde menos graves. Poderá ser utilizada em habitações individuais ou colectivas dotando-as de caleiras ou de terraços de recepção da água da chuva que será conduzida a reservatórios. Dada a alternância de

semestres húmidos e semestres secos, o dimensionamento destes reservatórios deverá ter em conta para além da precipitação prevista, a transferência de água de um semestre para o outro.

A água será essencialmente utilizada nas descargas das retretes ou em lavagens exteriores de pavimentos, viaturas, etc.

A rede desta água terá de ser separada da rede de água potável e o reservatório deverá ser construído de forma a impedir a proliferação de vectores e possibilitar a sua manutenção regular.

Reutilização de recursos locais

Na generalidade as origens de água - poços, nascentes, fontes, etc. - situados em zonas urbanizadas não oferecem garantias de obtenção de uma água potável, quer do ponto de vista microbiológico, quer químico. No entanto nada impede que estas águas sejam utilizadas para finalidades que não exijam água potável. Esta água deverá ser distribuída através de uma rede independente.

2. Períodos de Seca e seus potenciais efeitos na saúde face ao agravamento dos fenómenos de poluição;

1. Introdução

Globalmente, as alterações climáticas aumentarão as áreas afetadas por seca, com impactos particularmente severos em áreas que já sofrem com o stress hídrico. As projeções do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) prevêm uma diminuição da disponibilidade de água e um aumento da frequência de períodos de seca em zonas de latitude médias e no Sul e no Sudeste da Europa.

Os períodos de seca e de stress hídrico severo têm efeitos importantes em vários sectores como a agricultura, florestas e industria. As secas podem danificar os ecossistemas e aumentar o risco de incêndio florestais.

Definição de seca



A seca pode ser definida como um período prolongado de tempo anormalmente seco numa área em que seria expectável a ocorrência de precipitação. Define-se como um período de tempo seco que se prolonga o tempo suficiente para produzir um sério desequilíbrio hidrológico, provocando por exemplo prejuízos nas colheitas agrícolas e falhas no abastecimento de água. O grau de severidade de uma seca depende da duração e do tamanho da área afetada e também do teor de humidade do solo.

A seca pode ser definida de 4 modos:

- Seca meteorológica - quando uma área recebe menos precipitação do que o normal. Devido às diferenças de clima entre várias zonas, o que numa pode ser considerado seca, noutra pode não ser.
- Seca agrícola - quando a quantidade de água no solo já não satisfaz as exigências de uma determinada cultura.
- Seca hidrológica - quando as águas de superfície e as águas subterrâneas estão abaixo dos valores considerados normais.
- Seca socioeconómica - quando o abastecimento de água é incapaz de satisfazer as necessidades humanas e ambientais pode afetar o equilíbrio entre a oferta e a procura (3).

O Instituto de Meteorologia utiliza o índice PDSI (Palmer Drought Severity Index), desenvolvido por Palmer e implementado e calibrado para Portugal Continental. Este índice baseia-se no conceito do balanço da água tendo em conta dados da quantidade de precipitação, temperatura do ar e capacidade de água disponível no solo e permite detetar a ocorrência de períodos de seca classificando-os em termos de intensidade:

- fraca
- moderada
- severa
- extrema

Situação atual

As situações de seca são frequentes em Portugal Continental, com consequências gravosas particularmente na agricultura e na pecuária, nos recursos hídricos e no bem-estar das populações, sendo de destacar, nos últimos 65 anos, sete episódios de seca com maior severidade: 1943/46, 1965, 1976, 1980/81, 1991/92, 1994/95 e 1998/99 e 2004/06.

As regiões a Sul do Tejo são as mais vulneráveis, e as que têm sido mais afectadas.

Das secas referidas, as mais graves foram:

- Seca 1943-46 – a mais longa ocorrida nos últimos 65 anos, 1990-92 a 2ª mais longa, 2004-06 e 1980-81 foram as 3ª mais longas;
- Seca de 2004-06 – a de maior extensão territorial (100% do território afetado) e a mais intensa (tendo em conta os meses consecutivos em seca severa e extrema).

De um estudo efetuado pelo Instituto de Meteorologia resulta a conclusão de que nas duas últimas décadas do século XX observou-se uma intensificação da frequência de secas, em particular nos meses de Fevereiro a Abril.

Cenários

No Sul da Europa, pensa-se que as alterações climáticas irão exacerbar as condições (temperaturas elevadas e períodos de seca) numa região já vulnerável às variabilidades climáticas e reduzir disponibilidade de água, do potencial hídrico, do turismo de verão e em geral da produtividade agrícola.

Em Portugal, os cenários previstos no âmbito do Projeto SIAM (*Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*) relativamente ao impacto das alterações climáticas preveem cinco potenciais impactos das alterações climáticas:

- Aumento da mortalidade associado a ondas de calor;
- Doenças associadas com a poluição do ar;
- Doenças transmitidas por vetores e roedores;
- Doenças transmitidas pela água e pela comida;
- Efeitos associados com a ocorrência de cheias e secas.

Efeitos na Saúde Humana

Os efeitos da falta de água e das secas são muitas vezes intensificados e ampliados pela atividade humana e pela má gestão dos recursos e produzem uma serie de impactos, que normalmente atingem zonas para além daquelas que estão a sentir a falta de água.

Os impactos humanos são evidentes em várias formas, incluindo o aumento da desertificação. As secas envolvem faltas de água, danos às culturas, diminuição do caudal dos rios e abaixamento dos níveis freáticos e da humidade do solo.

Os impactos dos períodos de seca na gestão da água e na saúde humana são vários:

- Diminuição do caudal dos rios com o conseqüente aumento da concentração dos patogénicos.
- Menor diluição das descargas dos efluentes;
- Intrusão de material orgânico dentro das redes de distribuição quando a pressão desce significativamente;
- Abastecimento de água intermitente com o conseqüente risco de introdução de contaminantes;
- Diminuição do abastecimento de água.
- Diminuição dos níveis freáticos nas áreas costeiras (menor recarga dos aquíferos e maior captação de água) e aumento da intrusão salina o que pode levar à salinização dos recursos hídricos disponíveis;
- Aumento da utilização das águas residuais na agricultura.

Cada uma destas condições pode afetar a qualidade da água, higiene e saneamento e favorecer o aparecimento de doenças respiratórias, de surtos de doenças infecciosas (aumento do risco de transmissão de doenças disseminadas por alimentos e água contaminados. Os períodos de seca podem também afetar a transmissão de algumas doenças transmitidas por mosquitos.



A capacidade específica das cianobactérias para serem tolerantes quando sujeitas a vários fatores de stress sugere que as cianobactérias provavelmente beneficiarão das alterações ambientais associadas às alterações climáticas, nomeadamente o aumento da temperatura da água e maiores períodos de seca.

A seca pode influenciar a proliferação de cianobactérias através do aumento da disponibilidade de nutrientes (aumento da concentração de nutrientes devido à evaporação da água superficial no Verão) e pelo reduzido caudal o que provoca zonas de baixa turbulência, fator que favorece a proliferação das cianobactérias.

Concentrações de fosfatos menores que 0,1 mg/l são suficientes para induzir uma fluorescência de cianobactérias. Estes nutrientes podem ter origem humana tais como esgotos, detergentes, poluição industrial, fertilizantes agrícolas e detritos de explorações agrícolas intensivas de animais e aves. Os menores caudais dos rios aumentarão as concentrações destes poluentes.

Algumas espécies de cianobactérias produzem metabolitos secundários (cianotoxinas) com efeitos tóxicos sobre os mamíferos. As espécies de cianobactérias geralmente associadas a fenómenos de toxicidade são *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Nodularia* e *Cylindrospermopsis*.

As cianotoxinas são muito diversas na sua estrutura química e toxicidade, sendo normalmente classificadas em dermatoxinas (lipopolissacaridos, lyngbyatoxina-a, aplysiatoxinas), neurotoxinas (anatoxina-a, homoanatoxina-a, anatoxina-a(s) e saxitoxina) e hepatotoxinas (microcistinas, nodularina, e cilindrospermopsina) segundo os seus efeitos tóxicos em animais.

As florescências de cianobactérias podem constituir um perigo para os animais aquáticos quando as células colapsam libertando estas cianotoxinas para a água. Os humanos também podem ser intoxicados pelas cianobactérias, quer devido à sua ingestão acidental ou contacto

durante a prática de desportos aquáticos ou pela ingestão de água de consumo humano contaminada por cianobactérias, como exemplo o episódio de Caruaru, Brasil. As cianotoxinas constituem por isso um grande problema para a saúde pública se água contaminada for armazenada em reservatórios e utilizada para irrigação, pesca, cultivo e fins recreativos e consumo humano.

Efeitos observados durante a seca de 2004-2006

A) Qualidade da água nas origens

Durante a seca de 2004-2006, verificou-se que na região Norte do País, as origens de água não demonstraram degradação da qualidade da água em consequência da seca, o mesmo não se tendo verificado nas diversas origens do Centro e Sul do país.

Nestas regiões o problema mais recorrente foi o esperado: redução da concentração em oxigénio dissolvido por excesso de matérias orgânicas ou por eutrofização das massas de água, proporcionando uma grande variabilidade diurna da concentração em oxigénio, conduzindo nalguns casos à mortandade nocturna de peixes por depleção de oxigénio. Esta situação foi agravada pelas elevadas temperaturas que se fizeram sentir no Verão.

B) Abastecimento urbano

Durante a seca de 2004-2006, do ponto de vista da qualidade da água para consumo humano, os parâmetros com maior número de incumprimentos reportados pelas Autoridades de Saúde foram os parâmetros indicadores. Verificaram-se ainda problemas com os valores de cloretos na região do Algarve e Beja, e com outros parâmetros como o ferro e manganês na região do Alentejo. Na zona de Portalegre verificaram-se problemas com a presença de alumínio em excesso, essencialmente associado ao inadequado sistema de controlo operacional da ETA.

Do ponto de vista bacteriológico registou-se durante este período, nalgumas zonas do país um maior número de incumprimentos, desta índole, associados essencialmente a uma deficiente desinfeção da água, traduzida na ausência de cloro residual.

Acções / Projectos Desenvolvidos ou em Curso em Portugal

Nesta área enquadram-se as principais acções e projectos associados e a Legislação no domínio da água e saúde e a interface directa ou indirecta com a problemática das alterações climáticas, salientando-se alguns aspectos legislativos importantes:

- Portaria Nº 1071/98, de 31 de Dezembro, referente à tabela de Doenças de Declaração Obrigatória (DDO), que devem ser notificadas pelos médicos quer estejam integrados ou não no Sistema Nacional de Saúde (SNS), destas algumas poderão estar relacionadas com a água, nomeadamente a Cólera, Febre tifóide e paratifóide, outras Salmoneloses, Shigelose, Leptospirose, Doença dos Legionários, Hepatite A e Hepatite B;
- Decisão da Comissão de 19 de Março de 2002, que estabelece definições de casos para notificação das doenças transmissíveis à rede comunitária ao abrigo da Decisão Nº 2119/98/CE do Parlamento e do Conselho, além das anteriores ainda referem a Criptosporidiose e a Giardíase como vinculadas pela água;
- Lei Quadro Nº 58/2005, de 29 de Dezembro, que estabelece as bases institucionais para a gestão sustentada das águas, transpondo para o Direito Português a Directiva Nº 2000/60/CE, do Parlamento e do Conselho, de 23 de Outubro, introduz-se o conceito de utilizador /pagador e poluidor/pagador, a gestão das Bacias Hidrográficas através das Administrações de Região Hidrográfica a necessidade de se elaborarem os planos de gestão hidrográfica, compatibilizar as diferentes utilizações da água com a protecção e valorização dos recursos, os Planos de ordenamento das Albufeiras, Orla Costeira e

Estuários, utilização sustentável da água, elaborar o Plano Nacional da Água, elaborar medidas para a prevenção e controlo da poluição causada por fontes trópicas, fontes difusas, medidas de reabilitação da rede hidrográfica, das zonas ribeirinhas, zona costeira e estuários, medidas de protecção das captações, medidas de protecção contra cheias e inundações, definir os objectivos de qualidade para as águas superficiais e subterrâneas, monitorização do estado das águas de superfície, subterrâneas e zonas protegidas referente à monitorização de variáveis biológicas, hidrológicas e climatológicas, físico-químicas de sedimentos e da qualidade química e ecológica da água, que deve estar pronta até 2015, define as linhas orientadoras do regime económico e financeiro e no ser Artigo 94º "Dever de informar em caso de perigo em caso de perigo" as pessoas e entidades sujeitas a medidas de fiscalização a autoridade nacional da água, e autoridades de saúde de quaisquer acidentes e factos que constituam causa de perigo para a Saúde Pública, para a segurança das pessoas e bens ou para a qualidade da água;

- Decreto Nº 20/2006, de 4 de Agosto, que transcreve para o Direito Português o Protocolo Água e Saúde, que tem como objectivo prevenir, controlar e reduzir a incidências de doenças relacionadas com a água, através de uma colaboração em matéria de gestão da água, e protecção da saúde humana, uma protecção efectiva dos recursos hídricos e dos ecossistemas contra a poluição, salvaguardas contra doenças relacionadas com a utilização de águas para fins recreativas, na aquacultura, produção e exploração de moluscos, bem como a utilização das águas residuais na irrigação e de lamas de depuração na agricultura. Além das medidas de prevenção, controlo e redução das doenças relacionadas com a água é importante a nível Nacional criar um Sistema eficaz de Vigilância das Doenças relacionadas com a água e de um Sistema de Alerta e resposta rápida e célere às situações susceptíveis de provocar surtos ou incidentes de doenças de origem hídrica, bem como ao risco da sua ocorrência, com especial enfoque nos rios transfronteiriços e nacionais, salienta-se princípios como a importância do conceito da precaução, utilização sustentável e eficiente dos recursos prevendo satisfazer as gerações futuras, o acesso da informação ao público, dar uma atenção especial à protecção das pessoas que são particularmente vulneráveis às doenças relacionadas com a água, acesso a água potável para todos e de saneamento, dar cumprimento às directrizes da Organização Mundial da Saúde e do Programa das Nações Unidas para o Ambiente para a utilização segura das águas residuais e das excreções na agricultura e aquicultura e por fim elaborar Planos de emergência minuciosos, a nível Nacional, Regional e Local, para dar resposta a surtos, incidentes e riscos associados aos diferentes usos da água.
- A segunda geração de Planos de Gestão de Bacia hidrográfica já aborda a problemática de protecção e gestão dos recursos tendo em conta os cenários previsíveis dos impactes das alterações Climáticas;
- O Plano Nacional da Água de 2010 que está actualmente em elaboração, tem como temas estratégicos/vectores operacionais os seguintes itens: Conhecimento, informação e participação pública; Qualidade da Água e Ecossistemas associados; Compatibilização de políticas sectoriais na gestão da água e vocação regional dos recursos hídricos; Gestão Sustentável dos Riscos; Sustentabilidade económica da gestão da água; Gestão partilhada das Regiões hidrográficas; Gestão partilhada das regiões hidrográficas luso-espanholas e relações internacionais, Disponibilidades/necessidades, escassez e uso eficiente da água, Estabelecer estratégias visando a gestão dos riscos, como a definição de modelos e metodologias que permitam implementar sistema de previsão e alerta, e identificar medidas de adaptação e de redução dos riscos associado a cheias e inundações, secas, erosão e deslizamentos de massas (nomeadamente nas zonas costeiras), acidentes de poluição e rotura de infra estruturas hidráulicas, tendo como base a problemática das alterações Climáticas para o sector.
- Implementação dos Planos de Segurança da Água, que de uma forma apurada fazem o levantamento de todos os factores de risco que possam influenciar a qualidade da água

desde a sua origem até à torneiras dos consumidores, incluindo factores climáticos e alterações climáticas, protecção das origens, tipos de tratamento existentes (factores de eficácia e eficiência dos mesmos face aos vários tipos de poluentes ou contaminantes), materiais em contacto com a água, tipo de reagentes químicos usados no tratamento, acções de operação e manutenção de todas as infra-estruturas quer mecânicas quer civis, programa de controlo da qualidade da água (PCQA), tipo de parâmetros monitorizados, frequência e pontos de amostragem e procedimentos de amostragem; formação dos operadores e restantes funcionários da empresa responsável pela distribuição, metodologias de limpeza e desinfectação das redes e dos reservatórios de apoio para armazenamento de água, protocolos em caso de incidentes e de actuação na resolução dos problemas. Até ao momento já existem algumas entidades de distribuição de água de consumo humano em alta com os planos de segurança elaborados e aprovados, sendo uma excelente ferramenta para actuar em casos de emergência e na Salvaguarda da Saúde Pública;

- Na sequência da Comissão criada em 2004 para avaliar a problemática da Seca em Portugal, está a ser desenvolvido em 2011, pelo Instituto da Água um Sistema de Previsão e Gestão de Secas com intuito de aumentar a resiliência do sector face a uma tendência em aumentar a área do Território nacional afectada pela seca e previsto nos cenários dos impactes das Alterações Climáticas para a Península Ibérica com especial enfoque na Região a Sul do Tejo, desta forma ao desenvolvermos metodologias de previsão e monitorização da seca permito-nos ir acompanhando os efeitos directos das alterações climáticas e ir adaptando e monitorizando as possíveis medidas de adaptação a implementar;
- Está a ser desenvolvido no presente ano o Sistema Nacional de Informação de Vigilância Epidemiológica pela Direcção - Geral da Saúde, denominado SINAVE, envolvendo a declaração de Doenças Transmissíveis (Doenças de Declaração Obrigatória), envolvendo um sistema informático potente e sistemas de georeferenciação, os serviços operativos de saúde pública, os laboratórios, as autoridades de saúde e outras entidades do sector público, privado e social que contribuam para fornecer dados ao SINAVE e desta forma responder cabalmente à rede comunitária nesta área de intervenção;
- "Poluição das águas de consumo humano por compostos azotados em concelhos rurais do Distrito de Setúbal" - Investigação em Ambiente e Saúde - Universidade de Aveiro 2009 com apoio da Fundação Calouste Gulbenkian;
- "*Cryptosporidium* spp e *Giardia Lamblia*: Estudos de Prevalência, Viabilidade e Genotipagem" envolvendo várias bacias hidrográficas da Região Norte no contexto dos sistemas de abastecimento de água e suas relações com a Saúde Humana, o estudo também foi alargado às Águas do Algarve, Águas do Norte Alentejano e Águas de Dentro Alentejano (EDIA/Alqueva), constata-se que a presença destes protozoários é muito significativa nos rios e albufeiras portuguesas, observando-se que a distribuição de oocistos de *Cryptosporidium* revela alguma influência sazonal ao contrário dos cistos de *Giardia lamblia* - Investigação em Ambiente e Saúde - Universidade de Aveiro 2009 com apoio da Fundação Calouste Gulbenkian;
- " EU Research on Environment and Health - Results from projects funded by the Fifth Framework Programme" existiram alguns estudos relacionados com " Waterborne stressor- related health impacts " nomeadamente : " Arsenic Health risk and molecular epidemiology e Toxic and bioactive peptides in cyanobacteria "European Commission 2007;
- " Climate Change and adaptation Strategies for Human Health " - apresenta dois capítulos um associado a "Floods and human health" (cap 5) e outro o (cap 7) " climate , Weather and Enteric Diseases " destacando-se os temas " rainfall and Water -

borne Disease Outbreaks " e " Drough, Water Supply and Helath" – World Health organization Europe 2006;

- Projecto SIAM II " Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Felipe Duarte Santos – 2006;
- Plano Estratégico do Carbono para o Serviço Nacional de Saúde, tem como objectivo reduzir as emissões de carbono do SNS e, adicionalmente, reduzir custos, aumentar a qualidade dos serviços e criar boas práticas com os menores impactes ambientais, envolvendo os domínios das compras, energia, operações, resíduos, água, transporte Serviços de Doentes. Ao nível da água prevê um uso eficiente e sustentável com minimização do seu consumo e ganhos do ponto de vista da disponibilidade do recurso no futuro diminuindo a pressão sobre o mesmo, recolha e reutilização de águas etc..., arrancou em 2010, e foi um projecto-piloto que abrangeu dois hospitais do SNS e um Centro de Saúde.
- Projeto Drought - R&SPI – Fostering European Drought Research and Science-Policy Interfacing – Instituto Superior de Agronomia - Centro de Ecologia Aplicada Prof. Baeta Neves
- Projecto Adaptaclima – EPAL, tem por objetivo dotar a EPAL de uma estratégia de adaptação a médio e longo prazo, visando o planeamento e a implementação das necessárias medidas que permitam a redução das vulnerabilidades do sistema da Empresa para fazer face aos efeitos das alterações climáticas
- Projecto Prepared – LNEC/EPAL– adaptation of water supply and sanitation systems to cope with climate change

Lacunas de Conhecimento e necessidades de Investigação

Nesta área a informação sobre os principais impactes das alterações climáticas no sector água e os seus potenciais efeitos na saúde ainda está numa fase inicial, salientando-se de uma forma sucinta algumas lacunas existentes:

- No âmbito do Sistema de Vigilância epidemiológico de Doenças Transmissíveis (DDO), observa-se uma sub notificação elevada, este facto verifica-se numa grande parte dos países europeus, em Portugal as DDO potencialmente associadas às Doenças Hídricas não são só veiculadas por esta via e daí como os Estudos epidemiológicos desenvolvidos são inconclusivos na maior parte das vezes é impossível dizer com certeza que foi a água a causa de determinada doenças, sendo importante reforçar a aposta de Estudos epidemiológicos orientados para a problemática dos efeitos da água na saúde tendo em conta a especificidade de cada Região, as características de cada bacia hidrográfica, e a problemática dos futuros cenários que se colocam face às Alterações Climáticas;
- O novo Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica em fase final de desenvolvimento deve prever que façam parte das Doenças de Declaração Obrigatória a reportar a Giardíase e Cryptosporidiose;
- Não existe em Portugal um Sistema de Informação de Ambiente e Saúde, sustentado por indicadores que permitam associar os determinantes de Saúde aos determinantes Ambientais, permitindo desta forma perceber mais facilmente os futuros e actuais impactes da Alterações climáticas, sendo importante desenvolver conhecimentos científicos e metodologias para desenvolver indicadores cujos os dados suportariam o sistema de informação;

- É importante desenvolver conhecimento através da investigação para avaliar os potenciais impactes das Alterações Climáticas no Sector Saúde relacionado com a água, quer através de indicadores de vulnerabilidade do sector Saúde face ao domínio água, quer através de indicadores de adaptação que permitam avaliar as estratégias de adaptação a implementar;
- Potenciar o conhecimento científico de modo a perceber melhor os impactes das Alterações Climáticas no Ciclo Hidrológico da Água e como o mesmo afectará a sua disponibilidade e qualidade do recurso;
- Atendendo a que a área da reutilização de águas residuais e a utilização para de águas não potáveis para usos que tradicionalmente são usadas águas potáveis, vai certamente ser exigido dos serviços de saúde pública um grande esforço na avaliação e gestão do risco. Deste modo deverá ser dada formação nesta área que aos técnicos que presentemente trabalham no sector quer a nível de formação de base. Deverão ainda ser estruturadas as linhas de actuação e os procedimentos, através de circulares, instruções de serviço, manuais etc. de forma a ser garantida actuação coerente dos técnicos das várias regiões.
- Desenvolver um adequado sistema de Vigilância e Controlo dos impactes das alterações climáticas na saúde, através de uma vigilância epidemiológica, controlo e comunicação das doenças e os efeitos dos eventos meteorológicos extremos;
- Alargar o Plano Estratégico do Carbono à maioria dos Hospitais do SNS;
- Efectuar o levantamento a nível Regional e Local das Vulnerabilidades do sector Saúde face ao domínio água, quer do ponto de vista das localização das Infra – estruturas, quer riscos de Cheia e Incêndios, avaliar se possuem Planos para o uso sustentável da água no interior do hospital, se possuem programa de monitorização da qualidade da água, se têm implementado um Programa de Prevenção e Controlo da Doença dos Legionários, se em caso de rotura ou quebra no abastecimento têm um levantamento de possíveis origens alternativas para o abastecimento ao Hospital, se possuem sistema de tratamento de água complementar para suprir deficiências de qualidade da mesma, se a problemática das alterações Climáticas já foi considerada como cenário a considerar no futuro do funcionamento da Unidade Hospitalar;
- Fazer um Levantamento a nível Regional e Local das medidas de adaptação que estão a ser implementadas pelo sector saúde com interface com o domínio água no âmbito das Alterações Climáticas e divulgar as boas práticas existentes para todo o sector;
- Formar e treinar pessoas afectas à área da Saúde tendo em linha de conta as boas práticas a implementar que permitam ma melhor adaptação deste sector face aos desafios que se colocam do ponto de vista das Alterações Climáticas, potenciando os sistemas de vigilância e de resposta às emergências a efeitos meteorológicos adversos;
- Construir no futuro uma base de dados Regional com informação estruturada que permita uma melhor compreensão ao nível do sector saúde e o domínio da água da distribuição das vulnerabilidades face às Alterações Climáticas;
- Aumentar a capacidade de investigação neste domínio água e saúde tendo por base a adaptação, disseminar a investigação científica referente aos principais impactes na saúde associados à água permitindo uma adaptação proactiva deste sector e entre sectores;
- Avaliar os potenciais efeitos nos Grupos mais vulneráveis face às alterações Climáticas e desenvolver modelos que suportem os mesmos;

- Identificar a eficiência das medidas implementadas do ponto de vista da saúde e da Salvaguarda da Saúde Pública (melhorar a acessibilidade aos Serviços de saúde, acesso a água potável, saneamento, energia etc....)
- Apesar da considerável atividade de investigação os impactos das alterações climáticas na saúde pública ainda não são totalmente claros. Em parte, esta incerteza advém da dificuldade de prever os efeitos locais das alterações globais do clima.
- No que se refere às cianobactérias, a tarefa de definir uma boa estratégia de amostragem para as massas de água é difícil (variações grandes e bruscas na densidade do plâncton, dependendo da variação espacial dos locais de amostragem).
- Existem variações na toxicidade quer inter quer e intra espécies de cianobactérias colhidas da mesma florescência o que reflete o caracter imprevisível das florescências respeitante á toxicidade que ocorre nas aguas naturais.
- É necessária mais investigação para estabelecer os procedimentos adequados para uma melhor gestão do risco da exposição humana às cianobactérias.
- Dado que algumas das florescências de cianobactérias detetadas em Portugal podem ter origem em Espanha seria interessante rever a legislação respeitante a sistemas de alerta e à informação disponível sobre eventos tóxicos em águas internacionais (metais pesados, pesticidas, radiação) para incluir as cianobactérias nesta categoria.

Por fim seria importante responder às seguintes questões:

- Quais são os actuais e potenciais impactos em cada sector;
- Quais os custos da inactivação;
- Como medir os impactos e a interferência com os outros sectores.

Referências Bibliográficas:

Commission of the European Communities " White paper – Adapting Climate Change : Towards a European Framework for Action – Impact Assessment" – COM (2009)Final;

Commission of the European Communities " White paper – Adapting Climate Change : Towards a European Framework for Action – *Human, Animal and Impacts of Climate Change* " – COM (2009)Final;

Health Protection Agency " Health Effects of Climate Change in UK 2008;

WHO Europe " Methods os assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change " – WHO 2003;

WHO – Guy Howard and Jamie Bartram " vision 2030 – The Resilience of Water Supply and Sanitation in face of Climate Change" WHO 2010;

Bettina Menne and Kristie L. EBI " Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health " WHO Europe 2006;

Investigação em Ambiente e Saúde – Desafios e Estratégias – Universidade de Aveiro 2009;

European Commission " EU Research on Environment and health – Results from projects funded by Fifth Framework Programme " 2007;

FD Santos e P Miranda " Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos, e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II" 2006;

Plano Estratégico de Carbono para o Serviço Nacional de Saúde – Projecto – piloto , fase 1 “ Agosto de 2010.

Guidance on Water Supply and Sanitation in Extreme Weather Events. WHO Regional Office for Europe. 2010

Talking about disaster: Guide for standard messages. March 2007.

Vitor Vasconcelos. Cyanobacteria toxins: Diversity and Ecological effects. *Limnetica* 20(1):45:48 (2001)

Nicole Gallina, Orlane Anneville and Martin Beniston. Impacts of extreme air temperatures on cyanobacteria in five deep peri-Alpine lakes. *J. Limnol.* 70(2): 186-196, 2001.

Isabel M. Moreno, Paulo Ferreira, Sasana Franca and Ana Cameán. Toxic cyanobacteria strains isolated from blooms in guadiana river (southwestern Spain). *Biol Res* 37: 405-417. 2004.

Valerie J. Paul. Chapter 11: Global warming and cyanobacterial harmful algal blooms.

P.R. Hunter. Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of applied Microbiology*.94, 37S-46S. 2003

Projeto SIAM (*Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*)

Instituto de Meteorologia – pagina web.

http://www.lenntech.com/water-shortage.htm#When_do_droughts_happen

Protecting health from climate change. Connecting science, Policy and People. WHO 2008.

Daniela R.de Figueiredo, Ulisses M.Azeiteiro, Sónia M.Esteves, Fernando J.M.Gonçalves & Mario J.Pereira. Microcystin-producing blooms-a serious global public health issue. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 59, 151-163. 2004.

Lora E.Fleming & Wendy Stephan. Blue Green Algae, their toxins and public health issues - report to the Florida harmful algal bloom taskforce. 2001.

P.V.Lakshmana Rao, R.Bhattacharya, M.M.Parida, A.M.Jana & A.S.B.Bhaskar. Freshwater cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* (UTEX 2385) induced DNA damage in vivo and in vitro. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 5, 1-6. 1998.

R.M.Dawson. The Toxicology of Microcystins - Review Article. *Toxicon* 36, 953-962. 1998. Elsevier Science Ltd.

WHO. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. 1999.

Relatorio balanço da seca 2005. Comissão para a seca 2005.

A Human Health Perspective on Climate Change. April 22. 2010. Published by Environmental Health Perspectives and The National Institute of Environmental Health Sciences.

Climate change and human health. Risks and Responses. OMS. Genève 2003.

Vision 2003. The Resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. Technical report. Guy Howard; Jamie Bertram. WHO. 2010

Climate change and health: An exploration of challenges for public health in Victoria. Published by the Victorian Government Department of Human Services Melbourne, Victoria, October 2007.

C) Domínio 'Ar'

1. Introdução

À semelhança do solo, da água e da biodiversidade, o ar é um recurso indispensável à vida sobre a Terra.

A atmosfera tem capacidade de filtração que, em condições naturais garante a eliminação dos materiais nela descarregados pelos seres vivos, desde que essa descarga não ultrapasse os limites da sua capacidade de auto depuração. Quando tal acontece fala-se em poluição atmosférica, que tem como sua principal causa as atividades do homem. A poluição atmosférica resulta essencialmente de atividades industriais e do tráfego rodoviário e aéreo.

Existem, também, formas naturais de poluição do ar: as poeiras/partículas provenientes do Sahara que têm vindo a ser registadas. Trata-se de um problema ambiental natural inerente à situação geográfica de Portugal e cuja resolução ultrapassa a capacidade humana. Deste modo, eventuais medidas corretivas e preventivas deverão incidir sobre as causas provocadas pela ação do homem na diminuição da qualidade do ar.

A poluição atmosférica resulta, assim, da emissão de contaminantes para o ar que provocam alterações na composição química natural da atmosfera. Na origem destas alterações podem estar processos naturais (tais como a erosão eólica, a polinização, as emissões vulcânicas e as poeiras/partículas do Sahara) ou processos decorrentes da atividade humana (nomeadamente processos industriais e tráfego). A poluição do ar consiste numa mistura complexa de compostos em fase gasosa, líquida e sólida, podendo os poluentes ser classificados como primários (contaminantes que são emitidos diretamente pelas fontes para a atmosfera) ou secundários (que resultam de reações fotoquímicas entre poluentes primários). São exemplo de poluentes primários, as partículas inaláveis com dimensão inferior a 10 μm (PM_{10}), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de azoto (NO_2) e o dióxido de enxofre (SO_2). O ozono (O_3) que resulta de reações entre os óxidos de azoto (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV), é considerado um poluente secundário (Nicolau *et al*, 2010)

As partículas diferenciam-se, nomeadamente, quanto à sua dimensão: as partículas de maior calibre (PM_{10}) têm 2,5 a 10 μm de diâmetro, enquanto as partículas finas ($\text{PM}_{2,5}$) apresentam um diâmetro inferior a 2,5 μm .

Estudos sobre alterações climáticas globais e efeitos na saúde relacionados com a poluição do ar indicam que os impactes na saúde mais preocupantes são provavelmente os que estão associados à exposição a partículas, ao ozono troposférico (O_3), e aos agentes aerobiológicos, tais como, pólenes e esporos de fungos (Casimiro *et al*, 2010).

As concentrações atuais e futuras destes poluentes na atmosfera são função do clima e das emissões locais e vizinhas. O clima pode afetar os níveis de poluição do ar (Casimiro *et al*, 2010):

- Afetando as condições meteorológicas a nível regional e local, alterando o processo de dispersão e consequentemente as concentrações de poluentes – os parâmetros chave são a velocidade e direção do vento, a precipitação e a temperatura -, podendo ocorrer fenómenos de inversão térmica permitindo que alguns poluentes se concentrem a uma altura na atmosfera respirável pelos seres humanos;
- Afetando a distribuição e tipo de aeroalérgenos no ar;
- Afetando as fontes naturais e antropogénicas de poluentes atmosféricos.

Os fenómenos de poluição atmosférica tendem a aumentar com a ocorrência das alterações climáticas. Por cada grau centígrado de aumento de temperatura devido à emissão de dióxido de carbono (CO_2) corresponde um aumento de 1000 mortes associadas aos fenómenos de poluição nos Estados Unidos (Diegues *et al*, 2008).

Em Portugal uma das áreas de preocupação dos cidadãos está associada à qualidade do ar que respiramos, estimando-se 4000 mortes prematuras associadas à má qualidade do ar.

Um outro aspeto associado às alterações climáticas é o aumento do risco de ocorrerem mais incêndios florestais e consequentemente alterações significativas na qualidade do ar e potenciais efeitos na saúde.

Em situações extremas de calor e de seca ficam criadas as condições para o desencadeamento de incêndios florestais, cujo fumo resultante contém um elevado número de produtos químicos, incluindo partículas e compostos gasosos, com riscos evidentes quer para o ambiente quer para a saúde humana.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a exposição ao fumo proveniente de incêndios florestais tem sérios impactes na saúde humana, que resultam no aumento de entradas nos serviços de urgências e das admissões hospitalares, devido a doenças do foro respiratório e cardiovascular, e no aumento da mortalidade. Estimativas da OMS indicam que anualmente se verificam 100 mil mortes prematuras, associadas à exposição a esta fonte de poluição.

Os incêndios são um dos exemplos de eventos associados à poluição atmosférica e que se distribuem da seguinte forma, em cadeia (Borrego *et al*, 2009):



Tendo em conta a cadeia anteriormente apresentada e o facto de os efeitos na saúde humana serem o resultado da mesma, é premente a avaliação desses mesmos efeitos e um conhecimento *a priori* dos vários elos da cadeia.

Em primeiro lugar há que assinalar dois conceitos distintos:

- **Concentração** - característica física do ambiente num dado local e tempo;
- **Exposição** - quantifica a interação entre o ambiente e um ser vivo e é o evento que ocorre quando um indivíduo está em contacto com um poluente.

Em suma, para que haja exposição é necessário que a concentração de um poluente num dado local não seja nula e que, simultaneamente, um indivíduo esteja presente nesse local (Ferreira *et al*, 2009).

Como já foi anteriormente referido, a ocorrência de incêndios florestais contribui para a emissão de grandes quantidades de poluentes, com consequências negativas na qualidade do ar e repercussões na saúde das populações afetadas.

Segundo estudos efetuados no âmbito da exposição aos gases provenientes dos incêndios florestais e da qualidade do ar em Portugal, no período 2003 a 2005, os poluentes atmosféricos emitidos pelos incêndios florestais intervêm num processo complexo, que começa com a emissão resultante da combustão de biomassa, seguindo-se o seu transporte,

dispersão, transformação e deposição, e a subsequente inalação pelos organismos vivos, com consequentes efeitos ao nível da saúde.

Atualmente Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, fixa os objetivos para a qualidade do ar ambiente tendo em conta as normas, as orientações e os programas da Organização Mundial da Saúde, destinados a evitar, prevenir ou reduzir as emissões de poluentes atmosféricos.

No caso do ozono são definidos dois limiares, um de informação à população e outro de alerta que implica a tomada de medidas.

- **Limiar de alerta** - nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana da população em geral e a partir do qual devem ser adotadas medidas imediatas, segundo as condições constantes no Decreto-Lei nº 102/2010;
- **Limiar de informação** - nível acima do qual uma exposição de SO₂, NO_x ou ozono de curta duração apresenta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população, a partir do qual é necessária a divulgação de informações adequadas.

O ozono é um poluente secundário que é potenciado pelos fenómenos das alterações climáticas. O aumento da radiação UV e do calor à superfície terrestre, na presença da luz solar permite que a partir dos óxidos de azoto e dos compostos voláteis e mesmo do aumento do dióxido de carbono se forme ozono.

ANEXO XIII

Limiar de informação para o ozono e limiares de alerta para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e ozono

A — Limiares de alerta para poluentes distintos do ozono

A medir em três horas consecutivas, em localizações representativas da qualidade do ar ambiente numa área mínima de 100 km² ou na totalidade de uma zona ou aglomeração, consoante a que for menor.

Poluente	Limiar de alerta
Dióxido de enxofre	500 µg/m ³
Dióxido de azoto	400 µg/m ³

B — Limiares de informação e alerta para o ozono

Objectivo	Período de referência	Limiar
Informação	Uma hora	180 µg/m ³ .
Alerta	Uma hora ⁽¹⁾	240 µg/m ³ .

⁽¹⁾ Para a aplicação do artigo 29.º, a excedência do limiar deve ser medida ou estimada durante três horas consecutivas.

Neste contexto, em Portugal existe um Sistema de Vigilância da Qualidade do Ar QualAr e PrevQualAr (previsão dos indicadores da qualidade do ar para vários parâmetros, nomeadamente, **dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão, chumbo, benzeno e monóxido de carbono**), com várias estações espalhadas pelo país e cuja coordenação compete à Agência Portuguesa do Ambiente, estando a informação disponível no site daquela entidade.

No caso do ozono, quando os valores referentes aos limiares de informação e de alerta são excedidos, as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional avisam as Autoridades de Saúde a nível Regional e Central, as quais, face às ocorrências, efetuam recomendações à população, com recurso aos seus sites e órgãos de comunicação regional ou local.

2. Efeitos na Saúde

Os efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde variam em função do tempo de exposição, da concentração dos poluentes e da susceptibilidade de cada indivíduo podendo ser definidos efeitos crónicos e agudos da poluição atmosférica. Os efeitos agudos decorrem de uma exposição de curta duração a elevadas concentrações de poluentes, sendo que os efeitos crónicos estão relacionados com uma exposição prolongada no tempo e com níveis de concentração mais baixos.

No caso das partículas, os efeitos na saúde relacionados com exposição de curta duração poderão ser: reações inflamatórias do pulmão, sintomas respiratórios, efeitos adversos no sistema cardiovascular, aumento da utilização de medicação, aumento de admissões hospitalares e aumento de mortalidade.

Quanto aos efeitos na saúde relacionados com exposição de longa duração a partículas, estes podem ser: aumento de sintomas respiratórios das vias aéreas superiores, aumento de sintomas respiratórios das vias aéreas inferiores, redução da função pulmonar nas crianças e adultos, aumento da doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) e redução da esperança de vida, devido principalmente à mortalidade cardiovascular e provavelmente neoplasia do pulmão.

Os principais efeitos para a saúde associados à exposição das emanações gasosas provenientes de incêndios são várias, salientando-se os seguintes marcadores biológicos que podem ser monitorizados:

- Aumento da mortalidade cardio-respiratória;
- Aumento da utilização dos serviços de saúde;
- Aumento da incidência de sintomas e doenças respiratórias;
- Aumento da frequência de episódios de asma exacerbada;
- Diminuição dos parâmetros da função respiratória;
- Inflamação pulmonar e deterioração dos mecanismos de defesa.

A forma como o fumo influencia a saúde é determinada por uma série de fatores, tais como a duração do tempo de exposição, a quantidade de ar inspirado, o estado de saúde de quem está exposto e a concentração de fumo no ar.

O fumo é composto por vários elementos e o material mais nocivo são as pequenas partículas que tornam difícil a respiração ou ativam o reflexo da tosse. Estas mesmas partículas também podem agravar patologias cardíacas ou respiratórias pré-existentes.

Se tivermos em conta os poluentes libertados aquando de um incêndio, temos:

- O **dióxido de azoto**, que propicia o aparecimento de infeções respiratórias e induz reatividade brônquica nos doentes asmáticos;
- O **monóxido de azoto**, que influencia a fisiopatologia das doenças cardiovasculares, tendo efeitos na saúde após menos de 24 horas de exposição. O CO libertado entra na

corrente sanguínea através dos pulmões, prejudica a emissão de oxigénio da hemoglobina reduzindo a oxigenação dos órgãos e tecidos do corpo;

- O **dióxido de enxofre**, que no caso de indivíduos com patologia respiratória prévia, potencia e agrava os sintomas, originando pieira e dispneia. Por vezes pode converter-se em gotículas de ácido sulfúrico induzindo maior irritação na mucosa respiratória;
- O **ozono**, que pode causar irritação do nariz, da orofaringe e da traqueia;
- O **ácido cianídrico**, que é produzido pela combustão tanto de materiais naturais como de materiais sintéticos nomeadamente plásticos, podendo provocar confusão mental, taquicardia e taquipneia.

Outros produtos que, também, são libertados pela combustão de adesivos, solventes e compostos de limpeza são os designados **compostos orgânicos voláteis** (COV), que provocam tosse, cefaleias, fadiga e exacerbação dos sintomas respiratórios nos indivíduos a eles expostos.

Existem, ainda, os designados efeitos sub-letais do fumo, a saber:

- Incapacidade de fuga;
- Diminuição da velocidade de reação por irritação sensorial (olhos e pulmões), lesões por calor ou radiações (para além das causadas diretamente pelas chamas);
- Capacidade motora reduzida;
- Obscurecimento visual;
- Escolha de um percurso de fuga mais longo por diminuição da acuidade mental e obscurecimento visual.

Os incêndios florestais são um problema relevante em Portugal, sobretudo durante os períodos de maior calor (verão principalmente). A queima de grande quantidade de biomassa promove a libertação de partículas gasosas que obstruem as vias aéreas causando hipoventilação e reações inflamatórias com repercussão sistémica. Estas reações inflamatórias, por sua vez, vão ter efeitos locais e repercussões nas células cardíacas causando hipoxémia, ativação do sistema nervoso autónomo e, em casos extremos, morte súbita.

O ozono como poluente secundário e forte oxidante afeta a componente respiratória, quer a superior quer a inferior, as fossas nasais e o glóbulo ocular, potenciando o aumento dos casos de asma e bronquite crónicas.

Os sintomas associados a exposições a ozono são, principalmente:

- Tosse;
- Respiração curta e rápida;
- Diminuição dos valores espirométricos;
- Aumento da resistência das vias respiratórias;
- Diminuição do limiar de sensibilidade aos alérgenos.

Em consequência, na generalidade das ocorrências de exposição a valores elevados de concentração de ozono ocorrem:

- Dificuldades respiratórias, dores no peito, náuseas, irritações da garganta;
- Problemas respiratórios graves;
- Redução da capacidade respiratória pulmonar;
- Inflamação dos tecidos pulmonares;
- Aumento de internamentos hospitalares e de recurso às urgências;
- Diminuição do sistema imunológico tornando os organismos mais susceptíveis aos problemas respiratórios, incluindo bronquite e pneumonia.

E cuja prevalência é maior nos grupos de risco:

- Crianças - a taxa respiratória é mais elevada e o sistema respiratório está em desenvolvimento. Sendo uma situação relacionada com o verão e temperaturas quentes, as brincadeiras no exterior expõem-nas preferencialmente;
- Asmáticos - agravamento dos ataques de asma;
- Idosos - menos resistentes a infeções e problemas respiratórios;
- Todas as pessoas que desenvolvem esforços no exterior, e as que estão sujeitas a exposições prolongadas.

Em situações de alerta para níveis elevados de ozono, existem conceitos básicos de prevenção para minimização dos efeitos na saúde humana, em que a intervenção dos profissionais de saúde junto da população se revela essencial nomeadamente no que concerne à divulgação e esclarecimento das medidas a adotar, em especial junto dos grupos de risco, referendo-se nomeadamente:

- Evitar sair à rua entre as 12 e as 16 horas;
- Evitar o uso de lentes de contacto;
- Não permitir que as crianças brinquem no exterior e proteger da exposição ao sol;
- Não desenvolver esforços que obriguem a uma respiração acelerada;
- Não praticar desporto, jogging, etc...;
- Se imprescindível, guardar a prática destas atividades para as primeiras horas da manhã, ou para o final do dia.

Existem, igualmente, outras medidas complementares de prevenção, em situações de elevados níveis de ozono, que são fundamentais para a salvaguarda da saúde:

- Evitar a realização de trabalhos que obriguem a exposições no exterior - agricultura, jardinagem, construção civil, etc...;
- Manter as casas frescas e em obscuridade durante o dia, procedendo ao máximo arejamento no período noturno;
- Evitar o abastecimento de combustíveis durante o dia e diminuição da utilização do carro;
- Evitar a utilização de tintas, solventes e vernizes.

3. Estudos realizados em Portugal

Num estudo realizado em Cascais (Casimiro *et al*, 2010) durante o período de 2003 a 2007, 2007 foi o ano em que foram registados menores níveis de PM₁₀. A concentração anual de PM₁₀ foi de 36,8 µg/m, pelo que 2007 foi utilizado como ano de referência para avaliar o impacto na saúde da população provocado pela poluição por PM₁₀.

No âmbito deste mesmo estudo, foi efetuada a avaliação dos impactes das alterações climáticas nas concentrações futuras de PM₁₀, assumindo que os níveis de 2007 de emissões antropogénicas se mantêm no futuro.

Foi, assim, assumido que, num clima mais seco e quente, é muito provável que o risco de incêndios florestais aumente, aumentando assim as emissões de PM₁₀, especialmente nos meses mais quentes. Geralmente, após um evento de precipitação, os níveis de PM₁₀ decrescem, uma vez que as partículas são depositadas no solo. Deste modo, num clima com menos dias de precipitação, é maior a probabilidade da concentração de PM₁₀ aumentar.

O estudo conclui que, assumindo os níveis atuais de emissões antropogénicas num clima mais seco e quente, é provável que a concentração de PM₁₀ aumente em relação ao presente, e conseqüentemente o mesmo aconteça com os impactes na saúde respiratória e cardiovascular associados a níveis mais elevados de PM₁₀.

O estudo de Avaliação do Impacte da Poluição Atmosférica na Saúde nos Concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (Nicolau *et al*, 2010), que visou estimar os efeitos na mortalidade e no internamento hospitalar diário ocasionados pela exposição de curto prazo a vários poluentes, entre os quais as partículas em suspensão na atmosfera com dimensão inferior a 10 μm (PM₁₀), veio a concluir que face aos resultados obtidos, este poluente teve um efeito estatisticamente significativo quer na mortalidade quer no internamento hospitalar das populações residentes nos concelhos estudados, dado que variações das respectivas concentrações diárias conduziram a aumentos nas médias diárias de óbitos e de internamentos hospitalares.

No estudo efetuado sobre Morbilidade Respiratória e Exposição a Partículas Inaláveis na Cidade de Lisboa (Moreira *et al*, 2008) foi objetivo principal a determinação do impacte na saúde humana resultante da exposição ambiental total a partículas inaláveis em suspensão na atmosfera (PM₁₀ e PM_{2,5}) em residentes da cidade de Lisboa. Segundo os resultados deste estudo, constatou-se que um terço das urgências pediátricas hospitalares foi de natureza respiratória, destacando-se quatro patologias: infeção aguda das vias aéreas superiores, infeção aguda das vias aéreas inferiores, asma e pneumonia. Este estudo incidiu sobre a saúde respiratória infantil, tendo sido identificado um desfasamento temporal, de poucos dias, entre as ocorrências de elevadas concentrações de partículas e os efeitos respiratórios. Foi, ainda, evidenciada uma relação entre a zona de residência das crianças com problemas respiratórios atendidas na urgência e as áreas da cidade com maiores níveis de partículas.

O estudo PM Lx – Diagnóstico e Metodologias para o Estudo dos Efeitos das Partículas Finas na Cidade de Lisboa (Ferreira *et al*, 2009) que teve por base o estudo Morbilidade Respiratória e Exposição a Partículas Inaláveis na Cidade de Lisboa (Moreira *et al*, 2008), teve como objetivo a caracterização do nível de partículas atmosféricas inaláveis em suspensão (PM₁₀) no Concelho de Lisboa e a identificação qualitativa e quantitativa, da influência deste poluente na saúde humana. Este estudo, foi desenvolvido entre 2003 e 2005, tendo abrangido três vertentes: qualidade do ar, saúde e a influência da primeira na segunda.

Este estudo, entre outros aspetos, permitiu identificar uma relação significativa entre a poluição do ar e o atendimento na urgência pediátrica por doenças respiratórias, para além da coincidência na distribuição espacial de PM₁₀ e da procura no atendimento pediátrico.

Os objetivos do estudo Partículas Suspensas. No Ar Exterior e Interior: Caracterização para Suporte de Estudos Epidemiológicos (Alvim-Ferraz *et al*, 2009) tiveram em atenção a necessidade de monitorização de poluentes indicadores de emissões do tráfego automóvel e do fumo do tabaco em diferentes frações de partículas inaláveis. Das conclusões obtidas foi constatado um forte aumento da concentração de substâncias cancerígenas nas partículas inaláveis de menores dimensões, justificando um forte risco relacionado com a exposição ao fumo do tabaco e às emissões de tráfego.

O projeto SaudAr: A Saúde e o Ar que Respiramos (Borrego *et al*, 2009) teve como objetivo analisar a qualidade do ar (exterior e interior) e a saúde humana numa dada região, com o objetivo de perspectivar a evolução da região com base nos planos de desenvolvimento previstos, de modo a antecipar eventuais problemas resultantes do agravamento da poluição atmosférica e da saúde devido ao aumento das pressões ambientais nessa região. O projeto concorreu para o esclarecimento da contribuição da poluição atmosférica no agravamento da doença asmática através da utilização de uma abordagem interdisciplinar, sendo de referir o estabelecimento de correlações entre níveis de exposição a poluentes atmosféricos com o agravamento da doença asmática nas crianças.

No âmbito da exposição aos gases provenientes dos incêndios, foram efetuados os seguintes trabalhos:

- Em 2008 foi criado o projeto FUMEXP, no sentido de se conhecer o potencial impacto sobre a saúde das populações (em particular as diretamente expostas, como os bombeiros), através da realização de medições no campo, durante fogos reais e experimentais e da exposição pessoal de um grupo de bombeiros acompanhado no decorrer de duas épocas de fogos;
- Em 2010 foram comunicados os resultados do estudo, tendo sido inequívoco constatar que "os bombeiros estão expostos a níveis de qualidade do ar considerados nocivos para a saúde humana e que, dependendo da duração da exposição, poderão mesmo colocar em risco a sua segurança". Deste estudo resultaram recomendações de "utilização de equipamento adequado de proteção das vias respiratórias durante as operações de combate a incêndios". Segundo a coordenadora do projeto, "Os valores de monóxido de carbono medidos são muito preocupantes e podem levar o bombeiro a períodos de desorientação e à diminuição de reflexos".

4. Lacunas do Conhecimento

5. Referências Bibliográficas

Adams John, Bartram Jamie, Chartier Yves, *Essential Environmental Health Standards in Health Care*, World Health Organization, 2008.

Alvim-Ferraz Maria, Pereira Maria, Slezakova Klara, *Partículas Suspensas. No Ar Exterior e Interior: Caracterização para Suporte de Estudos Epidemiológicos, Investigação em Ambiente e Saúde. Desafios e Estratégias*, Universidade de Aveiro, 2009, 41-45.

Borrego Carlos, Neuparth Nuno, Carvalho Cristina, Carvalho Anabela, Miranda Ana Isabel, Costa Ana Margarida, Monteiro Alexandra, Martins Helena, Correia Iolanda, Ferreira Joana, Amorim Jorge Humberto, Pinto José Rosado, Santos João, Silva João Vasco, Valente Joana, Martins José, Simões Luís, Lopes Myriam, Tchepele Oxana, Cascão Pedro, Lopes da Mata Pedro, Martins Pedro, Santos Pedro, Tavares Richard, Nunes Teresa, Martins Vera, *SaudAr: A Saúde e o Ar que Respiramos, Investigação em Ambiente e Saúde. Desafios e Estratégias*, Universidade de Aveiro, 2009, 89-93.

Câmara Municipal de Lisboa, *O Efeito de Estufa*, Lisboa Verde, Disponível em <http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=4423>.

Casimiro Elsa, Almeida Sofia, Gomes Ana, *Plano Estratégico de Cascais Face às Alterações Climáticas – Sector Saúde*, 2010.

Ciências da Terra para a Sociedade Prospecto relativo a um tema-chave do Ano Internacional do Planeta Terra 2007-2009, *Alterações climáticas – registos nas rochas*, Disponível em http://yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura5_web.pdf

Diegues Paulo, Weigert Claudia, Martins Vitor, *A Protecção da Saúde dos Efeitos das Alterações Climáticas*, Dia Mundial da Saúde, 2008.

Direcção-Geral da Saúde, *Riscos para a saúde resultantes da ocorrência de incêndios*, Disponível em <http://www.dgs.pt>.

EEA, *O Ambiente na Europa – Situação e Perspectivas 2010: Síntese*, Agência Europeia do Ambiente, 2010.

Ferreira Ana, Santos Cristina, Simões Helder, Andrade Isabel, Figueiredo João Paulo, Almeida João, Sá Nelson, Paixão Susana, *Investigação Aplicada em Saúde Ambiental, Ciência, Saúde e Inovação*, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, 2009.

Ferreira Francisco, Nogueira Luísa, Silva Santos Carlos, Tente Hugo, Moreira Sandra, Jerónimo Carla, Gomes Pedro, Matos António, *PM Lx - Diagnóstico e Metodologias para o Estudo dos Efeitos das Partículas Finas na Cidade de Lisboa, Investigação em Ambiente e Saúde. Desafios e Estratégias*, Universidade de Aveiro, 2009, 35-39.

Liga Portuguesa para a Protecção da Natureza, *A desertificação em Portugal*, Disponível em <http://www.lpn.pt/LPNPortal/DesktopModules/SubPaginaProjectosDetalhes.aspx?ItemId=92&Mid=40&ParentId=8>.

Miranda A.I., Ferreira J., Valente J., Santos P., Amorim J.H., Borrego C., *Smoke measurements during Gestosa-2002 experimental field fires*, International Journal of Wildland Fire. 1, 14, 107-116, 2005.

Miranda A.I., *An integrated numerical system to estimate air quality effects of forest fires. Int. J. Wildland Fire. 2, 13, 217-226, 2004.*

Miranda A.I., Borrego C., *Air quality measurements during prescribed fires. IV International Conference on Forest Fire Research, 18-23 November, Luso, Portugal, 2002.*

Moreira Sandra, Silva Santos Carlos, Tente Hugo, Nogueira Luísa, Ferreira Francisco, Neto Arlete, *Morbilidade Respiratória e Exposição a Partículas Inaláveis na Cidade de Lisboa, Acta Pediátrica, Sociedade Portuguesa de Pediatria, 2008, 39 (6), 223-232.*

Nicolau Rita, Machado Ausenda, *Avaliação do Impacte a Poluição Atmosférica na Saúde: Uma Aplicação aos Concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa, Relatório de Execução do Projecto GeoFASES, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2010.*

Simões Helder, Andrade Isabel, Figueiredo João Paulo, Paixão Susana, *Investigação Aplicada em Saúde Ambiental, Ciência, Saúde e Inovação, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, 2008.*

WHO Regional Publications, *Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, European Series, nº 91, 2000.*

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), *CONVENÇÃO QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS*, Disponível em http://www.ci.esapl.pt/jcms/EA/unfccc_UNFCCC_text_integr.htm.

Valente J., Miranda A.I., Lopes A.G., Borrego C., Viegas D.X., Lopes M., *Local-scale modelling system to simulate smoke dispersion. Int J Wildland Fire, 16, 2, 196 - 203, 2007.*

Vera Martins *et al. Impacto dos Incêndios Florestais na Qualidade do Ar em Portugal no Período 2003-2005, Silva Lusitana 17(2): 219 - 239, 2009.* Disponível em <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/slu/v17n2/v17n2a07.pdf>.

Viegas D.X., *Parametric study of an eruptive fire behaviour model. International Journal of Wildland Fire, 2006, 15, 169-177, 2006.*

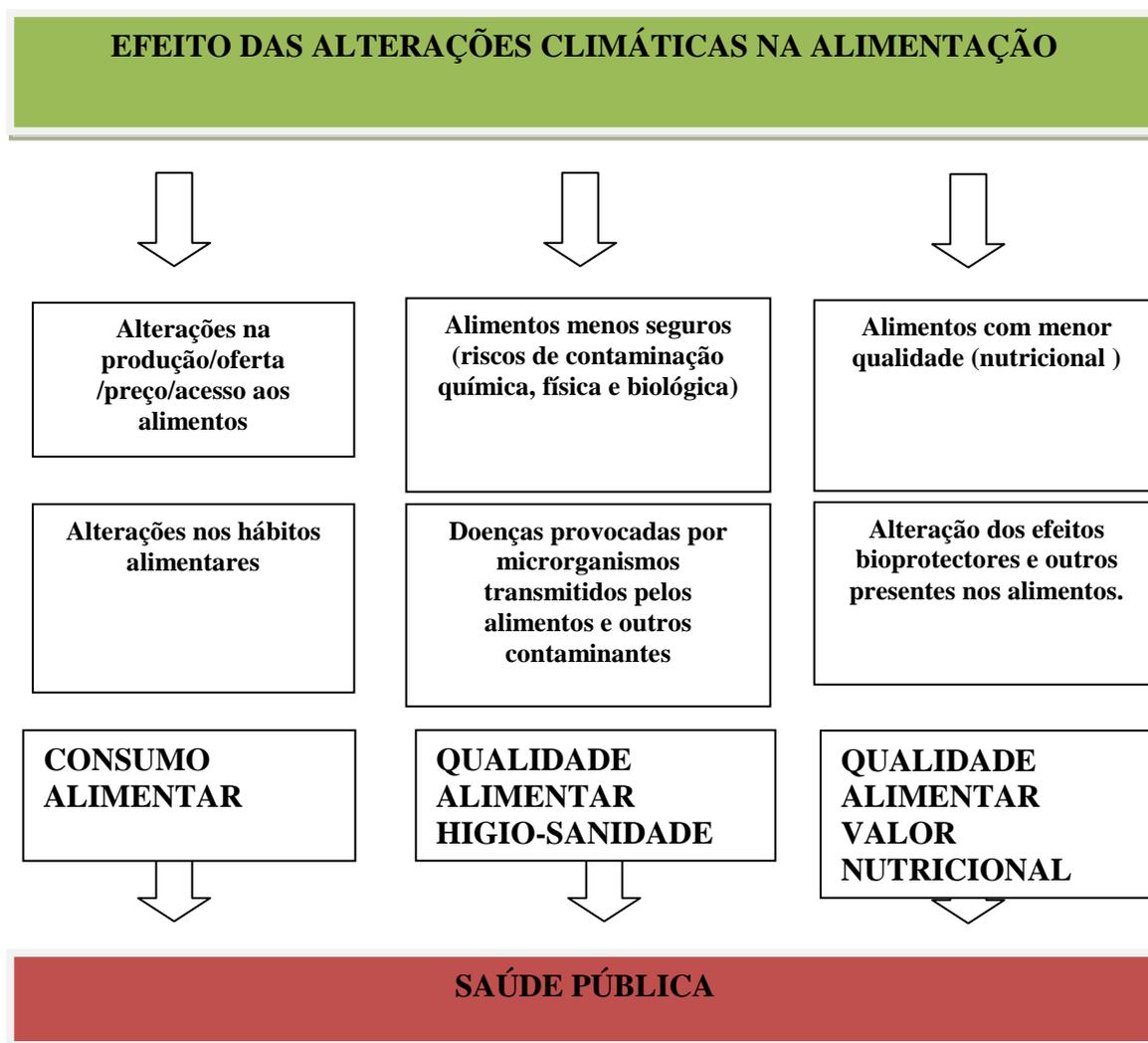
D) Domínio ‘Vetores Transmissores de Doenças’

E) Domínio 'Alimentos'

Introdução

Actualmente, estamos a ser confrontados com mudanças climáticas que irão influenciar o nosso relacionamento com os alimentos (disponibilidade, consumo, higio-sanidade e qualidade nutricional) a uma velocidade sem precedentes na nossa história recente. Segundo alguns autores, é provável que até 25% da produção mundial de alimentos pode ser perdida em 2050 pelo efeito do impacto conjunto das mudanças climáticas (Nellemann C, 2009)

Os mecanismos pelos quais se admite que as alterações climáticas possam afectar a saúde humana são variados. Os mecanismos de exposição podem ser directos, como as mudanças nos padrões climáticos (temperatura e precipitação) e eventos extremos, ou podem ser indirectos como as mudanças na qualidade do ar, água, alimentos e ecossistemas. (Patz *et al*, 2002). Face a estes eventuais impactos, podemos identificar as áreas onde, genericamente, será necessária uma maior atenção.



Apesar do mercado alimentar ser cada vez mais global, o impacto das alterações climáticas no consumo alimentar e na qualidade dos alimentos, poderá ter expressões diferentes em diferentes áreas do planeta. Para avaliar estas diferentes consequências terão de ser tidos em conta os diferentes cenários de modificações climáticas a nível local, a caracterização dos sistemas alimentares locais (produção, transporte, armazenamento, hábitos de consumo e

cultura alimentar) a sua relação/dependência com o exterior e a capacidade de adaptação e preparação das sociedades onde estes fenómenos irão ocorrer.

Entre outras questões, cada região deverá tentar perceber (a) os vários cenários possíveis de modificações climáticas globais e locais, (b) os impactes das alterações climáticas na oferta, consumo e qualidade dos alimentos em cada região e (c) o que pode ser feito para mitigar os eventuais e previsíveis efeitos destas modificações no consumo alimentar e conseqüentemente na saúde humana, nomeadamente através da informação ao cidadão.

Objectivos

No sentido de dar resposta a estas questões, e contribuir para uma estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas, propõe-se a melhoria do conhecimento em 4 áreas que consideramos prioritárias.

1. Identificação de modificações nas condições de produção e oferta de alimentos devido aos efeitos das alterações climáticas que podem condicionar hábitos alimentares.
2. Identificação de modificações na higio-sanidade (*food safety*) e no valor nutricional dos produtos alimentares disponíveis para consumo humano.
3. Identificação das conseqüências de diferentes modelos de consumo alimentar sobre o ambiente e sobre a saúde humana.
4. Avaliação e comunicação do risco em Saúde Pública associado aos vários modelos de consumo alimentar.

Metodologia

Como metodologia de trabalho dentro das equipas por domínios, propõe-se:

1º Passo - Distribuição dos membros da equipa de trabalho por áreas (1,2,3,4); 2º Passo - Recolha e selecção de bibliografia temática prévia a circular dentro do grupo, por área de trabalho; 3º Passo - Desenvolvimento de um pequeno documento de síntese por área; 4º Passo - Relatório conjunto por domínio, após contributo de todos os elementos.

1. Identificação de modificações nas condições de produção e oferta de alimentos devido aos efeitos das alterações climáticas que podem condicionar hábitos alimentares.

As principais alterações climáticas previstas para Portugal através projecções dos padrões climáticos em escala regional para as próximas décadas, foram produzidas em 2002 (Santos FD, Forbes R e Moita R, 2002) e actualizadas em 2007 pela Comissão Europeia, através do Livro Verde sobre alterações climáticas na Europa (Comissão Europeia, 2007a).

Neste último documento e para o Sul e Sudeste da Europa que incluía Portugal, Espanha, Sul da França, Itália, Eslovénia, Grécia, Malta, Chipre, Bulgária e Sul da Roménia previa-se até ao final do século um aumento da temperatura na ordem de 4-5º C, redução na disponibilidade de água particularmente no verão. Este efeito combinado com o aumento da temperatura poderia induzir diminuição da produtividade agrícola (na faixa de 10-30% em muitas regiões do Sul), seca, ondas de calor, degradação dos solos e ecossistemas, e eventualmente desertificação. Neste documento previa-se o aumento das chuvas violentas que potenciarão a erosão e perda de matéria orgânica do solo. Assim seria previsível:

- a) O aumento da temperatura (entre 3 a 4 graus);
- b) O aumento dos fenómenos extremos como ocorrência de cheias,
- c) Secas e tempestades com intensificação dos ventos;

- d) A redução da precipitação média anual (cerca de 100 milímetros até ao final do século), com períodos de chuva mais intensa e concentrada no Inverno;
- e) O aumento da frequência e intensidade das ondas de calor no Verão;

A mudança climática vai afectar a agricultura, de forma positiva ou negativa, dependendo este sentido do aumento da temperatura, do padrão de precipitação, e da resposta fisiológica das culturas ao enriquecimento de CO₂ na atmosfera. Além disso, serão efeitos prováveis, as variações nas épocas das colheitas, nas áreas aráveis e disponíveis para pastoreio bem como mudanças nos tipos de pragas das plantas. As alterações climáticas devem trazer uma modificação provável do cenário agrícola relativamente às plantas cultivadas. Enquanto o rendimento das culturas e da área agrícola poderá crescer em certas regiões do Norte da Europa, no Sul da Europa e nomeadamente em Portugal, poderá ocorrer uma tendência oposta, com rendimentos decrescentes devido ao aumento da deficiência hídrica e do aumento da frequência de episódios de condições meteorológicas extremas (Maracchi *et al*, 2005)

O aumento da temperatura (entre 3 a 4 graus) poderá alterar o microclima necessário para a produção de determinadas espécies de alimentos vegetais ou animais resultando numa diminuição da sua produção. Estima-se que por cada grau célsius de aumento na temperatura acima do nível óptimo na estação de florescimento, ocorra uma diminuição de 10% no rendimento das colheitas.

O aumento dos fenómenos extremos com ocorrência de cheias, secas e tempestades com intensificação dos ventos são condições climáticas esporádicas que podem destruir plantações em grande escala e com efeitos duradouros para a produção de alimentos podendo mesmo ser definitivos quando tornam os solos inférteis.

A redução da precipitação média anual (cerca de 100 milímetros até ao final do século) **poderá** alterar o microclima necessário para a produção de determinadas espécies de alimentos vegetais ou animais, resultando numa drástica diminuição do seu número de produção, ou até se pode extinguir algumas espécies resultando na diminuição da biodiversidade. (por ex. a baixa pluviosidade pode fazer desaparecer zonas fluviais e o extermínio da fauna e a flora)

O aumento da frequência e intensidade das ondas de calor no Verão são condições climáticas que podem destruir plantações em grande escala e com efeitos duradouros para a produção de alimentos podendo mesmo ser definitivos quando tornam os solos inférteis. Como mudanças no tipo de culturas devido à escassez de água para irrigação ou uma readaptação a novos períodos de cultivo. O aumento acentuado de incêndios nestas épocas de ondas de calor poderá também extinguir algumas espécies de fauna e flora resultando na diminuição da Biodiversidade.

Paralelamente com a previsível redução na produção devido às alterações climáticas, o aumento da população (80 milhões de novos consumidores por ano) e a procura crescente de produtos animais nos países em desenvolvimento e a produção de biocombustível a partir de fontes alimentares irá colocar uma pressão crescente nos preços dos bens alimentares e na sua disponibilidade aos consumidores.

2. Identificação de modificações na higio-sanidade (food safety) e no valor nutricional dos produtos alimentares disponíveis para consumo humano.

As doenças de origem alimentar de natureza infecciosa ou tóxica, causadas pelo consumo de alimentos ou água adquiriram dimensão à escala internacional devido não só a globalização social, demográfica e económica como também às alterações climáticas. Na última década, têm sido documentados surtos de doenças de origem alimentar em todos os continentes e a sua percentagem aumentou significativamente em alguns países (Tauxe RV *et al*, 2010; Hdberga CW *et al*, 2008)

O aumento da temperatura (entre 3 a 4 graus) poderá criar microclimas propícios ao desenvolvimento de microrganismo nos alimentos e vectores que contactem com os alimentos. Assim intensifica-se o risco de desenvolvimento de patologias provocadas por determinados microrganismos (febre tifóide, salmoneloses, toxinas associadas com mariscos, cianobactérias) como aquelas desencadeadas por vectores (malária, dengue, febre amarela, doença de Lyme, febre escarionodular, encefalites).

Vários estudos têm confirmado e quantificado os efeitos das temperaturas elevadas sobre formas comuns de intoxicação alimentar, como a salmonelose (Kovats *et al*, 2008). Estes estudos indicam um aumento linear de surtos com o aumento de um grau de temperatura semanal ou mensal. Os estudos relatam também a ocorrência de surtos causados por chuvas extremas. (Charron D *et al*, 2004)

O aumento dos fenómenos extremos com ocorrência de cheias secas e tempestades com intensificação dos ventos poderá aumentar o risco de doenças transmitidas pela água aumente, principalmente por surtos de Criptosporidiose. Na Europa, no entanto, as boas condições de saneamento básico e de abastecimento público actuais indica que este risco se mantenha reduzido.

O aumento da frequência e intensidade das ondas de calor no Verão: são condições climáticas que podem induzir condições de difícil condicionamento de produtos alimentares devido a esporádicas elevações de temperatura, interferindo na manutenção das cadeias de frio estabelecidas para o condicionamento ou armazenamento dos produtos. Estas perturbações podem consistir em contaminações de produtos alimentares em grande escala e de difícil detenção do problema antes de ser consumido, o que ocasionará a ingestão destes alimentos e conseqüente ocorrência de toxicoinfecções.

3. Identificação das conseqüências de diferentes modelos de consumo alimentar sobre o ambiente e sobre a saúde humana.

Uma maneira de abordar o problema das alterações climáticas e alimentação situa-se não na relação directa entre a exposição a uma determinada modificação ambiental e o efeito adverso na saúde humana através do consumo alimentar, mas, inversamente na relação entre o padrão de consumo alimentar preconizado por um determinado grupo populacional (com modificações na produção, transporte e distribuição dos alimentos) e o impacto no meio ambiente.

Através desta abordagem podemos tentar perceber como diferentes formatos de consumos alimentar podem ter impactos diferentes sobre o ambiente e equacionar os padrões alimentares desejáveis ou seja, aqueles que conciliam a promoção da saúde com a defesa do meio ambiente.

Alguns trabalhos científicos iniciados ao longo dos últimos 10 anos contribuíram para a evolução do conhecimento nesta área. Sintetizando poderemos citar algumas das conclusões mais relevantes:

- A produção, distribuição e consumo de alimentos no Reino Unido foi responsável por cerca de 22% do total das emissões de gases com efeito de estufa (e2consulting 2005).
- O transporte de alimentos emitiu em 2002, no Reino Unido, 19 milhões de toneladas de dióxido de carbono, ou seja cerca de 8.7% do total de emissões no sector dos transportes por via rodoviária (Smith A, 2005).
- A habitação, transporte e alimentação apesar de só representarem 55% do total de gastos dos orçamentos familiares na UE são responsáveis por mais de 70% dos impactos ambientais na maioria das categorias, sendo os fornecedores proteicos, a carne e leite, os principais alimentos implicados (Tucker A, 2006).

- O "input" de energia ao longo do ciclo de vida de um produto alimentar, varia de 2 a 220 MJ por Kg, devido a uma multiplicidade de factores relacionados com a origem animal ou vegetal do alimento, grau de processamento, tecnologia de fabrico ou a distância do transporte. Uma alimentação de características mediterrânicas, onde predominam produtos vegetais e de produção local pode necessitar de menos energia para produzir mais calorias (Carlsson-Kanyama A, Ekstromb MP, Shanahan 2003)
- Um plano alimentar diário fornecendo as mesmas calorias diárias a um adulto pode variar em termos de "input" de energia no ciclo de vida dos produtos alimentares presentes de 13 a 51 MJ (Carlsson-Kanyama A; Ekstromb MP; Shanahan 2003).
- Entre 1983 e 2000, a disponibilidade de energia fornecida pelos alimentos nos EUA aumentou cerca de 600 Kcal, por pessoa, o que implicou a utilização de 0,36 ha de terra e área de pesca por pessoa, representando cerca de 100.6 milhões de ha para o total da população (Blair D, 2006).
- O consumo alimentar é o principal contribuinte do aquecimento global na Europa (31%) ultrapassando a habitação (23,6%) e os transportes (18,5%). (Tukker A *et al.*, 2006)
- Um padrão alimentar saudável pode ter menor impacto ambiental. O modelo utilizado no estudo E3IOT a nível Europeu sugere que 27 % do total dos impactos relacionados com o consumo humano são devidos ao consumo alimentar, contribuindo a carne e os lacticínios de forma evidente para este impacto com 50 % do total. Estima-se que com pequenas alterações alimentares, nomeadamente na redução do consumo de carne seja possível reduzir o impacto ambiental do consumo alimentar (Tukker A *et al.*, 2011)

Esta informação permite constatar que através da modificação dos consumos alimentares pode-se ter um grande impacto no ambiente. Este conjunto de dados permite sustentar a ideia de que a promoção de um padrão alimentar do tipo mediterrânico com aumento da presença de produtos de origem vegetal, sazonais e de produção local podem contribuir para minimizar os impactos que o consumo alimentar pode produzir no meio ambiente.

Os dados mais recentes, obtidos pelo INE através da Balança Alimentar Portuguesa 2003-2008, sugerem que, durante o período em análise, os desequilíbrios alimentares dos portugueses acentuaram-se, face à década de 90, sendo que as disponibilidades alimentares em Portugal sugerem um padrão alimentar hipercalórico caracterizado por uma disponibilidade crescente de gordura saturada e dos grupos alimentares "Carne, pescado e ovos" e "Óleos e gorduras". A comparação das disponibilidades diárias per capita em 2008 com o padrão alimentar saudável, coloca em evidência a distorção que a alimentação nacional provoca na roda dos alimentos. Os desvios mais acentuados ocorrem no grupo da "Carne, pescado e ovos", com uma disponibilidade para consumo 11 p.p. acima do recomendado, e no grupo dos "Hortícolas" com disponibilidades deficitárias em cerca de 10 p.p. De acordo com esta informação, o padrão alimentar da população portuguesa na última década parece indiciar modelos de consumos com maiores impactes ambientais.

Para confirmar estas informações, necessitamos de obter, mais informação e conhecimento para a realidade nacional a diversos níveis, tais como:

- 1) Hábitos de ingestão alimentar.
- 2) Hábitos de consumo de alimentos - local das compras, transporte, embalagens, periodicidade de compras...
- 3) "inputs" de energia ao longo do ciclo de vida de produtos alimentares consumidos pela população e outra informação que permita ajudar a avaliar o impacte ambiental da produção, transporte e consumo dos diferentes produtos alimentares.

- 4) Conhecimentos, atitudes e acções dos cidadãos sobre a relação entre consumo alimentar e impacte ambiental.

Independentemente desta confirmação, os dados existentes actualmente parecem sugerir a necessidade de promover consumos alimentares mais próximos do padrão alimentar mediterrânico que paralelamente também são mais saudáveis.

4. Avaliação e comunicação do risco em Saúde Pública associado aos vários modelos de consumo alimentar.

.....

Bibliografia

Patz JA , Hulme M , C Rosenzweig , Mitchell TD , RA Goldberg , Githeko AK , Lele S , McMichael AJ , D Le Sueur . 2002. *Climate change: Regional warming and malaria resurgence. A* natureza. (6916):627-8)

Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A. G., Kaltenborn, B. P. (Eds). February 2009. The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future Food Crises The environmental food crisis – The environment's role in averting future food crises. A UNEP rapid response assessment. UNEP - United Nations Environment Programme.

Santos FD, Miranda P. Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts and Adaptation Measures. Gradiva Publicações, 2006.

Tukker, Arnold; Goldbohm, R. Alexandra; de Koning, Arjan; Verheijden, Marieke; Kleijn, René; Wolf, Oliver; Pérez-Domínguez, Ignacio; Rueda-Cantuche, Jose M: Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics*, Volume 70, Issue 10, 15 August 2011, Pages 1776-1788

Tukker, A., Huppes, G., Guinée, J., Heijungs, R., de Koning, A., Van Oers, L., et al. (2006). Environmental impact of products (EIPRO); analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25. European Commission, DG JRC, Institute for Prospective Technological Studies, Technical report EUR 22284 EN.
http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf.

European Commission, 2007a. Adapting to Climate Change in Europe – Options for EU Action. Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM (2007)354 final, SEC(2007) 849. European Commission, Brussels.

Maracchi, G., Sirotenko, O., Bindi, M., 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change* 70, 117–135.

Kovats RS, Edwards SJ, Hajat S, Armstrong BG, Ebi KL, Menne B. 2004. *The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries*. *Epidemiol Infect.* (3):443-53.

Tauxe RV, Doyle MP , Kuchenmüller T , Schlundt J , Stein CE . 2010. *Evolving public health approaches to the global challenge of foodborne infections*. *Int J Food Microbiol.* 1: S16-28.

Hedberga C. W., Palazzi-churasa K. L, Radkea V. J., Selmana C. A., Tauxe R. V.. 2008. *The use of clinical profiles in the investigation of foodborne outbreaks in restaurants: united states, 1982-1997*. Epidemiologia e Infecção 136: 65-72.

Charron D, Thomas M, Waltner-Toews D, Aramini J, Edge T, Kent R, Maarouf A, Wilson J. 2004. *Vulnerability of waterborne diseases to climate change in Canada: a review*. J Toxicol Environ Health A. (20-22):1667-1677.

F) Domínio 'Eventos Hidrológicos Extremos'

1. A contaminação das linhas de água devido à poluição difusa, em cenários de cheias ou períodos de precipitação forte, e suas implicações para a saúde face aos diferentes usos da água

1.1 Introdução

O conceito de **poluição** aplicado à água foi definido pelo U.S. Congress (1987) *in* Novotny como toda a alteração química, física, biológica e radiológica da integridade da água provocada ou induzida pelo homem.

A **poluição difusa** consiste na contaminação de águas superficiais e subterrâneas por actividades dispersas no tempo e no espaço, não atribuídas a uma origem pontual, e que podem ser de natureza agrícola ou agro-pecuária, urbana ou de outro tipo. Algumas fontes de poluição consideradas pontuais podem, também, tornar-se importantes fontes de poluição difusa. É o caso das pecuárias que tratam os efluentes através do seu espalhamento no terreno ou armazenamento em pequenas lagoas.

Usualmente a poluição difusa está associada ao fenómeno hidrológico de precipitação. O seu efeito é tão mais importante quanto maior for a intensidade e duração da precipitação e o período de estiagem que antecede o referido fenómeno. Associado ao factor precipitação deve ainda considerar-se, como agente de variabilidade, as características de solubilidade do composto que determinam a extensão da fracção solúvel na água e da fracção adsorvida ao material particulado. Esta parcela aumenta com a diminuição do diâmetro das partículas em suspensão, i.e., quanto mais pequenas forem estas partículas maior propensão das substâncias para se adsorverem.

As principais características da poluição difusa podem sintetizar-se da seguinte forma (Overcash e Novotny *in* Castro):

- As descargas ocorrem de uma forma difusa e em intervalos intermitentes, relacionados, fundamentalmente, com a ocorrência de fenómenos de precipitação forte.
- A intensidade das descargas depende essencialmente do volume das águas pluviais e duração do período de seca anterior.
- As descargas provêm de uma área extensa, não podendo ser geralmente relacionadas com um ponto de origem.

Embora intrinsecamente relacionada com a precipitação atmosférica, é o uso do solo o factor determinante das características da poluição difusa, sendo por isso as fontes difusas classificadas em termos de uso do solo.

Uma das principais fontes de poluição difusa tem origem agrícola, resultante de práticas fitossanitárias e de adubação de culturas de regadio e sequeiro. De uma maneira geral o consumo de fertilizantes na agricultura é mais intenso nas culturas de regadio, já que estas usam uma maior quantidade de factores de produção. Porém, as culturas invernais de sequeiro, cujas sementeiras só são realizadas em Novembro e por vezes em fins de Dezembro, podem ser um factor significativo de poluição difusa. Isto deve-se ao facto dos solos ficarem sem cobertura vegetal por um período de tempo relativamente longo e a elevada queda pluviométrica neste período contribuir para um arrastamento mais intenso de tais materiais devido à ausência de cobertura vegetal.

O conhecimento e controlo da poluição difusa assume crescente importância na preservação da qualidade dos recursos hídricos, nomeadamente dos superficiais. Em alguns países a poluição difusa tem sido considerada como o principal factor impeditivo do alcance de níveis ambientalmente adequados de qualidade da água, o que significa que tais objectivos não serão alcançados mesmo que controlada a poluição pontual. Em Portugal, para as bacias que drenam áreas que não são muito industrializadas, este tipo de poluição, quando comparado com a poluição tóxica, tem-se revelado muito mais penalizante, nomeadamente em termos de nutrientes e de poluição microbiológica afluente à rede hidrográfica. Acresce que se tem constatado ser a poluição difusa muito mais difícil de reduzir. Esta poluição afecta a disponibilidade da água ao impedir que determinados volumes, pela sua má qualidade, possam ser utilizados para determinados fins.

1.2 Análise da Componente teórica

Principais fontes de poluição difusa

Generalizando, a poluição difusa das águas superficiais tem fundamentalmente origem urbana ou agrícola.

Origem urbana

O desenvolvimento urbano, além de causar alterações no ciclo hidrológico por meio do aumento de áreas impermeáveis e conseqüentemente redução da infiltração no solo e aumento do escoamento superficial, contribui ainda com o aporte de poluentes devido a diversos factores antropogénicos, tendo a drenagem urbana sido identificada como fonte substancial de contaminantes das massas de água.

As fontes urbanas de poluição difusa podem ser analisadas nos seus diversos componentes, cada um contribuindo com quantidades variáveis de poluentes dissolvidos e em suspensão como sejam:

- A poluição atmosférica resultante de emissões industriais, de centrais térmicas e de veículos motorizados.
- A poluição resultante da erosão do solo e das superfícies em áreas construídas, podendo conter metais pesados (Cd, Cu, Pb e Zn), óleos e gorduras, hidrocarbonetos, solventes, material particulado de natureza química variada.
- A poluição resultante da lixiviação de resíduos sólidos urbanos e de processos naturais: poeiras, pólen e outros resíduos vegetais. É comum encontrarem-se nas águas de escoamento urbano folhas de árvores, excrementos de animais, resíduos sólidos, todos ricos em matéria orgânica.

Acresce que em Portugal, muitos sistemas de drenagem são unitários ou funcionam de forma parcialmente separativa, devido a ligações indevidas entre redes pluviais e domésticas e à infiltração de águas do solo nos colectores. Em tempo de chuva, os caudais que excedem a capacidade de tratamento das ETAR ou dos sistemas interceptores a montante são, regra geral, descarregados directamente para os meios receptores, sem qualquer tratamento. Estas descargas constituem, assim, importantes fontes de poluição de águas superficiais.

Agrícola e agro-pecuária

A poluição agrícola pode ter diversas origens, como a seguir se indica, cada uma contribuindo com quantidades e tipos variáveis de poluentes:

- Arrastamento de componentes de fertilizantes, pesticidas e matéria orgânica aplicados às culturas.

- Arrastamento de componentes da matéria orgânica existente no solo (resíduos de plantas e folhas, etc.).

- Resíduos produzidos pela actividade pecuária ou por animais selvagens.

Os fertilizantes e pesticidas são, no entanto, aqueles que mais contribuem para este tipo de poluição, dependendo os respectivos impactes do conhecimento de factores como a intensidade de aplicação, o tipo de coberto vegetal, a topografia, a natureza das formações geológicas e dos solos.

Os problemas mais graves resultam do arrastamento de nitratos de elevada solubilidade. Os fosfatos minerais causam menos problemas do que os nitratos por se ligarem às partículas do solo e, assim, serem menos susceptíveis de arrastamento. Todavia, as formas orgânicas são solúveis e podem provocar aumento temporário na concentração deste nutriente nas águas. Os processos erosivos, mais do que os de lavagem, podem provocar arrastamentos significativos de fósforo.

Os pesticidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas e outros) são utilizados na agricultura como meio de controlo fitossanitário, afectando o equilíbrio ecológico dos meios receptores em consequência da sua toxicidade. De um modo geral, os herbicidas são os de maior consumo na agricultura, não sendo, no entanto, os mais tóxicos já que nesta particularidade são suplantados pelos insecticidas; os fungicidas têm utilização mais limitada, principalmente em pomares.

Além dos problemas específicos da produção vegetal, a criação intensiva de gado pode também ser responsável pela deterioração da qualidade das águas. As escorrências das unidades de criação contêm cargas poluentes elevadas, sobretudo, de matéria orgânica, de microorganismos, alguns dos quais patogénicos, e, muitas vezes, de metais tóxicos.

Contrariamente à agricultura intensiva e à pecuária, as pastagens e zonas florestais são menos poluentes. Todavia, a utilização de certos produtos químicos e a desarborização, sobretudo nas áreas declivosas, podem ser responsáveis por situações mais ou menos graves.

Consequências da poluição difusa

A introdução de poluentes nas massas de água, superficiais ou subterrâneas, modifica as características do meio, alterando o equilíbrio ecológico.

A agricultura contribui principalmente com cargas significativas de matéria orgânica, fósforo e azoto, proveniente dos fertilizantes agrícolas, mas também de produtos fitofarmacêuticos.

A matéria orgânica provoca alterações nas características organolépticas da água e faz diminuir os teores de oxigénio dissolvido. Os nutrientes, principalmente fósforo e azoto, contribuem para a eutrofização dos meios receptores. Esta alteração pode levar igualmente à proliferação de algas e organismos produtores de toxinas como é o caso das cianobactérias.

Uma massa de água eutrofizada torna-se imprópria para uso balnear, para pesca, para produção de água para consumo humano e, mesmo, para rega, pelo risco sanitário que representa. Estas águas, para além, de degradadas do ponto de vista estético e de poderem possuir florescências de cianobactérias ou desenvolvimento intenso de microorganismos patogénicos, podem contribuir também para o aumento de vectores transmissores de doenças. De referir que os sistemas de tratamento de águas para consumo humano não estão dimensionados para produzir água a partir de uma origem eutrofizada o que implicará o encerramento da captação ou a instalação de sistemas mais dispendiosos. O aparecimento de cianobactérias na água bruta exige a implementação de programas de vigilância que permitam a quantificação destes organismos e a detecção de toxinas na água bruta e na água tratada para consumo humano. O aparecimento de cianobactérias e toxinas na água para consumo

humano exige a cessação do consumo e, eventualmente, o encerramento da captação (INAG e DGS, 1994).

A qualidade da água para rega, piscicultura ou conchicultura é regulamentada pelo Decreto-lei nº 236/98 de 1 de Agosto.

Os teores de oxigénio dissolvido, SST, CBO5 e fosfatos são factores limitantes do uso da água para piscicultura. No caso da água de rega são, fundamentalmente, os nitratos o factor limitante, considerando que os Valores Máximos Admissíveis para metais são bastante elevados.

A qualidade da água para fins balneares é regulamentada pelo Decreto-lei nº 135/2009 de 3 de Junho. Segundo este normativo, os *Enterococos* intestinais e a *Escherichia coli* são os principais parâmetros que definem a qualidade das águas balneares. São consideradas águas de má qualidade, todas as que possuem, no conjunto dos dados de qualidade recolhidos, valores superiores a:

Enterococos intestinais – 330 ufc/100 mL

Escherichia coli – 900 ufc/100 mL

Com base numa avaliação de percentil 90.

A poluição de um recurso hídrico compromete a sua utilização para diversos fins: produção de água para consumo humano, utilização para rega, recreio e aquacultura, entre outros.

As doenças infecciosas podem ser causadas por bactérias, vírus, protozoários ou parasitas e constituem, pelas suas características agudas e generalizadas, o principal risco para a saúde ligado à contaminação da água.

Ao contrário das contaminações por microrganismos patogénicos, a contaminação da água por elementos ou compostos químicos está sobretudo associada a toxicidade a longo prazo resultante de processos de bioacumulação de compostos não assimilados pelo organismo. Os elementos e substâncias com propriedades tóxicas, presentes numa água superficial, com origem em poluição difusa foram já referidos e podem incluir, entre outros, nitratos, produtos fitofarmacêuticos, metais pesados e hidrocarbonetos.

Levantamento de acções / projectos realizados em Portugal

1- A qualidade das principais massas de água superficial é, em função dos usos definidos para cada uma, de uma forma geral, conhecida e monitorizada através da acção combinada da APA, do INAG e das ARH no cumprimento das competências que lhes estão atribuídas.

2- Existem vários estudos que, utilizando metodologias diversas, desenvolvem modelos para avaliação da poluição de origem difusa e sua origem. Alguns destes modelos baseiam-se em registos de qualidade de água e integram formulações matemáticas. Outros modelos baseiam-se no desenvolvimento de metodologias que contemplam a modelação do fenómeno de transporte de poluentes devido ao escoamento superficial.

3- Foi elaborado em 1997, pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, um Código de Boas Práticas Agrícolas que estabelece orientações e directrizes de carácter geral com o objectivo principal de auxiliar os agricultores, na tomada de medidas que visem racionalizar a prática das fertilizações e de todo um conjunto de operações e de técnicas culturais que directa ou indirectamente interferem na dinâmica do azoto nos ecossistemas agrários, por forma a minimizar as suas perdas sob a forma de nitratos e, assim, proteger as águas superficiais e subterrâneas desta forma de poluição.

4- O Decreto-Lei 235/97 transpõe para o Direito Nacional a directiva comunitária 91/676/CEE relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.

5- O Decreto-Lei 173/2005 de 21 de Outubro regula as actividades de distribuição, venda, prestação de serviços de aplicação de produtos fitofarmacêuticos e a sua aplicação pelos utilizadores finais. Tem como objectivo a redução do risco e dos impactes na saúde humana e no ambiente com base nos princípios segundo os quais todos aqueles que manipulam, vendem, aconselham ou aplicam produtos fitofarmacêuticos devem dispor de informações e conhecimentos apropriados e actualizados que garantam a prevenção de acidentes com pessoas e animais, a defesa da saúde pública e a protecção do ambiente (água, ar e solo).

Lacunas de Conhecimento e Necessidades de Investigação e Medidas de Acção

1- Apesar da existência de um Código de Boas Práticas Agrícolas (que não sofreu actualização desde a sua criação em 1997), as medidas aí preconizadas não têm carácter obrigatório pelo que não existem disposições regulamentares destinadas a introduzir regras na gestão e utilização dos solos com incidência a vários níveis:

- Aplicação de fertilizantes, pesticidas e resíduos animais, incluindo planos de fertilização e registo de utilização de pesticidas e fertilizantes.

- Utilização de sistemas de rotação de culturas.

- Manutenção de um nível mínimo de revestimento vegetal do solo durante a época das chuvas.

- Modificação hidrológica das bacias hidrográficas com o objectivo de diminuir a carga de poluentes arrastados - Implementação de operações de drenagem.

- Reforço da limpeza nas zonas urbanas com maior produção de resíduos e/ou montagem de dispositivos de retenção de detritos.

- Construção de sistemas de recolha e tratamento separativos de águas pluviais.

2- Inexistência de estudos epidemiológicos capazes de estabelecerem uma relação causal entre a exposição a agentes biológicos, químicos ou físicos de origem hídrica e o aparecimento de situações de doença.

Referencias Bibliográficas:

- PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DAS RIBEIRAS DO OESTE, 1ª Fase

Análise e Diagnóstico da Situação de Referência

Anexo 6 – Utilizações e Necessidades de Água

Tomo 6C – Qualidade dos Meios Hídricos

Parte II – Poluição Difusa

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Julho de 2001

EQUIPA TÉCNICA: José Fernando Pinharanda; Maria João Simas

- Avaliação da Qualidade da Água Superficial na Região do Algarve, 2005 - 2006

Novembro 2007

Coordenação: Conceição Gago

Elaboração: Miguel António C.N. Brito da Mana

- Modelação da Poluição Difusa em Águas Superficiais

Davide Manuel Gonçalves dos Santos

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Sanitária, 2000

- Código de Boas Práticas Agrícolas, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 1997