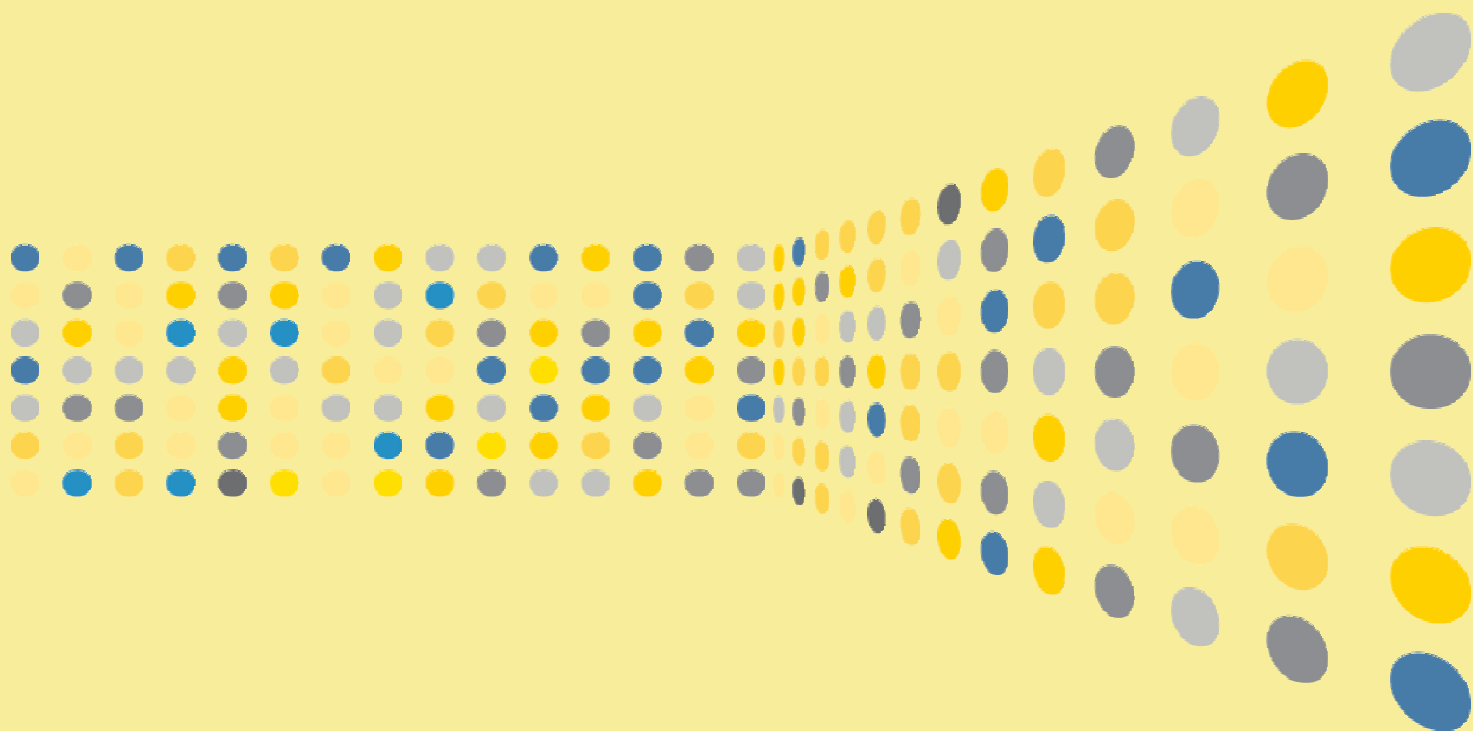


# Egitania

s c i e n c i a



18 | Revista  
Journal

ANO 10; Jan. - Jun.; ISSN: 1646-8848

2 0 1 6

# **Egitania** s c i e n c i a

A Revista EGITANIA SCIENCIA, propriedade do Instituto Politécnico da Guarda, é uma publicação periódica que materializa a permanente preocupação de apoiar, primordialmente, a atividade de investigação. Fomentar a investigação nos domínios da didática, pedagogia, cultura e técnica é o principal objetivo desta revista de divulgação científica.

The academic journal EGITANIA SCIENCIA, property of the Instituto Politécnico da Guarda (IPG), is a periodic publication that represents a constant commitment to support research activity. Its foremost objective is to give incentive to research in the areas of didactics, pedagogy, culture and technology.

La Revista EGITANIA SCIENCIA es propiedad del Instituto Politécnico da Guarda, es una publicación periódica que expresa la permanente preocupación de dará apoyo, primordialmente, à la actividad de investigación. Fomentar la investigación en los domínios de la didáctica, pedagogía, cultura y técnica son los principales objetivos de la revista de divulgación científica.

**Título**  
*Egitânia Sciencia*

**Direção**  
Teresa Paiva

**Conselho Editorial**

Mário Ascensão Passos (HAAGA-HELIA - Universidade de Ciências Aplicadas, Finlândia); Aytekim Isman (Universidade de Sakarya, Turquia); Constantino Rei (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); Ernesto Barceló (Instituto Colombiano de Neuropedagogia, Colômbia); Fernando Neves (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); Gonçalo Fernandes (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); Helder Sequeira (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); João Pedro de Almeida Couto (Universidade dos Açores, Portugal); Jorge Mendes (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); Marianna Sigala (Universidade de Aegean, Grécia); Phillip Rothwell (Universidade de Rutgers, E.U.A.) Pedro Tadeu (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); Peter Nijkamp (Universidade Free, Holanda); Teresa Paiva (Instituto Politécnico da Guarda, Portugal); Vítor Rojo (Universidade de Sevilha, Espanha); Vítor Santos (Universidade Nova de Lisboa, Portugal).

**Comissão Científica**

Disponível na página da revista, (*available in the webpage*).

**Revisão Científica**

Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha (Universidade Fernando Pessoa); Ana Paula Duarte (Universidade da Beira Interior); Ana Paula Fonseca (Universidade de Coimbra); Ana Poças (Instituto Politécnico da Guarda); Ana Sapeta (Instituto Politécnico de Castelo Branco); António Reis do Arco (Instituto Politécnico de Portalegre); Carlos Francisco Lopes Canelas (Instituto Politécnico da Guarda); Carlos Pinho (Universidade de Aveiro); Celeste Antão (Instituto Politécnico de Bragança); Elisabete Fernanda Mendes Duarte (Instituto Politécnico de Leiria); Ermelinda Maria Gonçalves Marques (Instituto Politécnico da Guarda); Ernestina Silva (Instituto Politécnico de Viseu); Graça Carvalho (Universidade do Minho); Helena Arco (Instituto Politécnico de Portalegre); Helena Pimentel (Instituto Politécnico de Bragança); Helena Ribeiro (FC-UP); Hugo Pinto (Universidade do Algarve); Jarmila Zimmermannova (República Checa); Joana Amaral (Instituto Politécnico de Bragança); João Rodrigo da Silva Santos (Universidade Católica); José Miguel Teixeira Salgado (Instituto Politécnico da Guarda); Laurentina Vareiro (Instituto Politécnico do Cávado e Ave); Maria Cecília Rosa (Instituto Politécnico da Guarda); Maria José Valente (Instituto Politécnico da Guarda); Maria Madalena de Freitas Malva (Instituto Politécnico de Viseu); Maximiano Ribeiro (Instituto Politécnico da Guarda); Rosa Tracana (Instituto Politécnico da Guarda) e Zélia Ferreira Caçador Anastácio (Universidade do Minho).

**Editores:** Manuela Natário; Helder Sequeira; Cecília Fonseca

**Revisão de provas:** Ana Fonseca; Carmen Cardona; Maria del Carmen Arau

**Propriedade:** Instituto Politécnico da Guarda; Av. Dr. Francisco Sá Carneiro nº 50 | 6300-559 Guarda /Portugal

**Contactos:** Telf. 271 220 100 \* Fax 271 222 690; Email: [udigeral@ipg.pt](mailto:udigeral@ipg.pt); [egitaneasciencia@ipg.pt](mailto:egitaneasciencia@ipg.pt);

**Endereço Web:** <http://www.egitaneasciencia.ipg.pt>

**Composição Gráfica:** IPG

**Acabamentos:** Cristina Castro e Ana Bidarra

**Depósito Legal:** nº 260795/07

**ISSN:** 1646-8848

**INDEXAÇÃO:** ProQuest; EBSCO; Latindex; Copernicus

Versão digital / versão impressa; em papel reciclado; pelo Setor de Artes Gráficas do Instituto Politécnico da Guarda

# Inovar; investigar; cooperar

O Instituto Politécnico da Guarda (IPG) tem vindo a integrar diversos projetos e ações; nacionais e internacionais; que visam criar bases e estratégias para a qualificação da região e o desenvolvimento de processos impulsionadores de criação de empresas. Isto a par da valorização de recursos que estimulem a iniciativa empresarial; potenciando novos negócios e a possibilidade dos jovens se fixarem na região.

Neste contexto; o IPG criou no seu campus um espaço de instalação de empreendedores; a que dá atenção permanente; em termos de estrutura física; tecnológica e desenvolvimento de negócio; apoiando as ideias e a consolidação dos negócios apresentados; bem como a colaboração em processos similares com IES congéneres de Espanha e países lusófonos; fortalecendo a cooperação; a mobilidade e a prestação de serviços; com a direta colaboração dos alunos.

Tem havido; por outro lado; uma participação alargada em projetos transfronteiriços com a produção de relatórios para projetos de desenvolvimento regional; com estratégias e planos de ação para a inversão da desestruturação económica e social; articulando saberes e cooperações com as universidades e empresários de Espanha.

Na atualidade o conjunto de laboratórios existentes; os meios tecnológicos detidos e um corpo de professores e investigadores altamente qualificados; permitem promover no IPG investigação aplicada; gerar soluções ou melhoria de processos; bem como o desenvolvimento de avaliações; análises e testes; solicitados a nível nacional e internacional.

São exemplos destas colaborações as avaliações e testes a desportivas de alta competição; o desenvolvimento de programas formativos especializados; a oferta de curso de idiomas aplicados; os laboratórios de análises de águas; ar e solo; de geotecnia e hidrologia; do ruído e climatização; a prototipagem; o Fablab; o Centro de Inovação na área saúde e biotecnologia; o Observatório do Turismo e o apoio e colaborações na área da hotelaria e Restauração.

Dessa atividade têm resultado muitos dos textos publicados nesta Revista; da qual nos congratulamos em apresentar mais um número; edição que consubstancia; mais uma vez; o nosso desafio à vossa colaboração.

*Prof. Doutor Constantino Rei*

Presidente do IPG



# ÍNDICE

Nº 18, ANO 10; Jan. – Jun; 2016; ISSN: 1646-8848

[7] CENÁRIO EVOLUTIVO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MUNDO: ETAPAS E PROMOTORES  
THE EVOLVING SCENARIO OF ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE WORLD: STAGES AND PROMOTERS  
EVOLUCIÓN DE ESCENARIOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL MUNDO: PASOS Y PROMOTORES  
Alda Matos; Paula Cabo; António Fernandes e Isabel Ribeiro

[33] METODOLOGIAS PARA ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE PÓLENES NO AR ATMOSFÉRICO  
METHODOLOGY FOR QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF POLLENS IN ATMOSPHERIC AIR

Pedro Rodrigues e Inês Lisboa

[47] SUBPRODUTOS E DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO VINÍCOLA PARA A OBTENÇÃO DE NUTRACÊUTICOS  
WINE PRODUCTION BYPRODUCTS AND WASTE IN OBTAINING NUTRACEUTICALS

Carla Sousa; Ana Filipa Pereira; Ana F. Vinha e Ana Nunes

[65] LA INVENCIÓN DE HUGO: PROPUESTA DIDÁCTICA DESDE EL 7º ARTE  
HUGO'S INVENTION: A TEACHING PROPOSAL FROM THE 7TH ART  
A INVENÇÃO DE HUGO: PROPOSTA DIDÁTICA A PARTIR DA 7ª ARTE  
Salvador Mateo Arias Romero

[75] CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS DOMICILIÁRIOS CENTRADOS NA FAMÍLIA: CONTRIBUTOS PARA UMA ORIENTAÇÃO SALUTOGÉNICA  
PEDIATRIC PALLIATIVE HOME CARE FOCUSED ON THE FAMILY: CONTRIBUTIONS TOWARD A SALUTOGENIC ORIENTATION  
CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS DOMICILIARIOS CENTRADOS EN LA FAMILIA: APORTES A UNA ORIENTACIÓN SALUTOGÉNICA  
Ana Maria Jorge; Ezequiel Carrondo e Fernanda Lopes

[89] VIGILÂNCIA INFANTIL NO 1º ANO DE VIDA: CONHECER E INTERVIR PARA PREVENIR  
CHILD SURVEILLANCE IN THE 1ST YEAR: LEARNING TO INTERVENE IN ORDER TO PREVENT  
VIGILANCIA EN EL PRIMER AÑO DE VIDA: CONOCER Y TOMAR MEDIDAS PARA PREVENIR  
Celeste Antão; Filomena Sousa; Eugénia Anes; Adília Fernandes; Carlos Magalhães e Maria Augusta Veiga-Branco

[103] INNOVATION WITHIN A REGIONAL AGRO-FOOD SUPPLY CHAIN - THE PATTERN OF PRODUCTIVE SPECIALIZATION OF THE TAGUS VALLEY  
PERFORMANCE DE INOVAÇÃO NA CADEIA DE ABASTECIMENTO AGROALIMENTAR REGIONAL - PADRÃO DE ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA DO VALE DO TEJO  
PERFORMANCE DE INNOVACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA REGIONAL - EL PATRÓN DE ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA DEL VALLE DEL TAJO  
Pedro Miguel Oliveira e Maria Manuela Santos Natário

[125] APLICAÇÃO DE MODELOS DE DURAÇÃO A DADOS DO GRIPNET PARA ANÁLISE DA PROPAGAÇÃO DA GRIPE NOS ANOS DE 2008 A 2012, EM PORTUGAL  
APPLICATION OF DURATION MODELS TO GRIPNET DATA FOR ANALYSIS OF THE SPREAD OF INFLUENZA IN PORTUGAL FROM 2008 TO 2012  
APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE DURACIÓN A LOS DATOS GRIPNET PARA ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE LA INFLUENZA DESDE 2008 HASTA 2012, EN PORTUGAL  
Sónia Costa; Alcina Nunes e Carlos Balsa

[143] METODOLOGIA VALUE-AT-RISK: ANÁLISE DE PERFORMANCE EM MERCADOS BOLSISTAS  
VALUE-AT-RISK METHODOLOGY: PERFORMANCE ANALYSIS IN INTERNATIONAL STOCK MARKETS  
METODOLOGIA DEL VALOR EN RIESGO: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO EN MERCADOS BURSATILES  
Vitor Manuel de Sousa Gabriel

[173] DETERMINAÇÃO DA CONSTATANTE DE DISSOCIAÇÃO E COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DE LÍQUIDOS IÓNICOS FARMACÊUTICOS COM ATIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA  
DETERMINACIÓN DE LA CONSTATANTE DE DISOCIACIÓN Y COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DE LIQUIDOS IÓNICOS FARMACÊUTICOS CON ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA  
DETERMINING THE DISSOCIATION CONSTANT AND PARTITION COEFFICIENT OF PHARMACEUTICAL IONIC LIQUIDS WITH ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY  
Alexandre Marques; Ana Dias; Ana Azevedo; Paula Pinto; André R.T.S. Araujo e M. Lúcia M.F.S. Saraiva



## **CENÁRIO EVOLUTIVO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MUNDO: ETAPAS E PROMOTORES**

THE EVOLVING SCENARIO OF ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE WORLD: STAGES AND PROMOTERS

EVOLUCIÓN DE ESCENARIOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL MUNDO: PASOS Y PROMOTORES

Alda Matos (alda@ipb.pt)\*

Paula Cabo (paulacabo@ipb.pt)\*\*

António Fernandes (toze@ipb.pt)\*\*\*

Isabel Ribeiro (xilote@ipb.pt)\*\*\*\*

### **RESUMO**

Desde a publicação do livro *Silent Spring*, 1962, de Rachel Carson, do livro *The Limits to Growth*, 1972, do Clube de Roma e do impacto provocado pelo Relatório Brundtland, *Our Common Future*, 1987, pela World Commission on Environment and Development, que os organismos internacionais se envolvem em parcerias e assinam declarações de compromisso com a Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável – EADS. O objetivo do presente artigo é realizar uma narrativa sobre os eventos dedicados à EADS, com início na Conferência de Estocolmo até à Conferência do Rio+20. O estudo teve como base metodológica uma revisão crítica da literatura. Concluiu-se que a sociedade tomou maior consciência sobre os problemas ambientais a partir de 1970. Despontaram as primeiras respostas político-administrativas na Conferência de Estocolmo e, mais tarde, publicou-se a Informação Brundtland pela equipa interdisciplinar de experts em meio ambiente. Daqui resultaram o Tratado de Bem-estar (garantia dos direitos mínimos aos cidadãos pelo Estado) e o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Surgiu assim a solidariedade social para com o futuro da humanidade, que implicou o princípio de “não hipotecar os recursos das gerações futuras”. Na Conferência do Rio a EADS foi plenamente aceite e divulgada pelo mundo. Todavia, com a entrada do novo milénio, a atenção dada à EADS regrediu significativamente.

**Palavras-chave:** *educação ambiental, desenvolvimento sustentável, etapas, promotores, mundo.*

### **ABSTRACT**

The concern expressed by international organizations over Environmental Education for Sustainable Development – EESD is not recent. Indeed, since the publication, in 1962, of Rachel Carson's *Silent Spring*, and of the book of the Club of Rome, *The Limits to Growth*, in 1972, along with the impact caused by the Brundtland Report, *Our Common Future*, in 1987, published by the World Commission on Environment and Development, international organizations have engaged in partnerships and signed statements committing themselves to EESD. The purpose of this article is to present a narrative of the events defining EESD from the Stockholm Conference to the Rio+20 Conference, based on a critical review of the literature. The study concludes that since the 1970s society has become more aware of environmental problems. The first political and administrative responses emerged beginning with the Stockholm Conference and later the publication of the Brundtland Report by the joint team of environmental experts. These resulted in the Welfare Treaty (a state's guarantee of their citizens' minimum rights) and the concept of Sustainable Development. Thus emerged social solidarity as the future of



humanity, leading to the principle of “preservation of resources for future generations”. In the Rio+20 Conference, EESD was fully accepted and made known worldwide. However, since the beginning of the new millennium, the attention given to EESD has significantly decreased.

**Keywords:** *environmental education, sustainable development, stages, promoters, world.*

## RESUMEN

Desde la publicación del libro Primavera Silenciosa, 1962, de Rachel Carson, Los Límites del Crecimiento, 1972, del Club de Roma y el impacto causado por el Informe Brundtland, Nuestro Futuro Común, 1987, por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que las organizaciones internacionales firman declaraciones de compromiso para la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible – EADS. Este artículo tiene como propósito hacer una exposición de los eventos dedicados a la EADS, a partir de la Conferencia de Estocolmo hasta la Conferencia Río+20. La metodología se basó en una revisión crítica de la literatura. Se concluyó que a partir de 1970 la sociedad se volvió más consciente de los problemas ambientales. Surgieron las primeras respuestas políticas y administrativas en la Conferencia de Estocolmo y, posteriormente, se publicó el Informe Brundtland por un equipo interdisciplinar de especialistas en medio ambiente. Esto dio lugar al Tratado de Bienestar (garantizar los derechos mínimos a los ciudadanos por el Estado) y al concepto de Desarrollo Sostenible. Lo mismo produjo mayor solidaridad social con el futuro de la humanidad, lo que llevó al principio de “no comprometer los recursos de las generaciones futuras”. En la Conferencia del Río, la EADS fue plenamente aceptada y publicitada en el mundo. Sin embargo, con la entrada del nuevo milenio, la atención prestada a EADS retrocedió significativamente.

**Palabras-clave:** *educación ambiental, desarrollo sostenible, etapas, promotores, mundo.*

\* Professora Adjunta da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Membro do Departamento de Ciências Sociais e Exatas. Doutorada em Educação Ambiental pela Universidade de Salamanca.

\*\* Professora Adjunta da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Membro do Departamento de Ciências Sociais e Exatas. Membro efetivo do Centro de Investigação de Montanha do Instituto Politécnico de Bragança. Doutorada em Economia pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

\*\*\* Professor Adjunto da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Vice-coordenador do Departamento de Ciências Sociais e Exatas. Membro efetivo do Centro de Estudos Transdisciplinares para o Desenvolvimento da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Doutorado em Gestão pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

\*\*\*\* Professora Adjunta da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Coordenadora do Departamento de Ciências Sociais e Exatas. Membro efetivo do Centro de Estudos Transdisciplinares para o Desenvolvimento da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Doutorada em Economia pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Submitted: 13th July 2015

Accepted: 12th April 2016

## INTRODUÇÃO

Há várias décadas que as instituições internacionais têm realizado esforços para reorientar as políticas dos diversos territórios (organização de eventos, produção de normas e regulamentos transversais, promoção de parcerias e acordos internacionais), no sentido de responder aos objetivos do *Desenvolvimento Sustentável – DS* e de permitir uma nova dinâmica, no círculo da interação sociedade-natureza e fomento do bem-estar social.

É válido registrar que, já em 1952, numa conferência na *Academia Francesa de Ciências*, Paris, subordinada ao tema *O Problema da Ética na Evolução do Pensamento*, o teólogo luterano alemão Albert Schweitzer<sup>1</sup> referiu que (...) *quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará de ensiná-lo a amar o seu semelhante*. De igual modo, a *Organização Não Governamental – ONG, Clube de Roma*, constituída em 1968, tinha por finalidade debater a crise mundial e o porvir da humanidade, perante os modelos de crescimento económico que visavam o lucro acelerado no menor período de tempo.

Porém, os documentos mais importantes para a promoção da *Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável – EADS* surgiram na década de 60, com a publicação do livro *Silent Spring (Primavera Silenciosa)* da autoria da bióloga marinha Rachel Carson. Foi por esta altura que surgiram os primeiros movimentos ambientalistas e o interesse pela ecologia (Soromenho-Marques, 2002).

Na década de 70, a pedido do *Clube de Roma*, foi editado o livro *The Limits to Growth (Os Limites do Crescimento)*<sup>2</sup> (Meadows, 1972), que visava o equilíbrio global através da restrição do consumo. No campo da Educação, questionavam-se os modelos educativos, cuja ênfase se desenvolvia na formação de profissionais altamente eficientes e eficazes para competir no mercado de trabalho (Alves, 2009). Esta publicação foi o ponto de partida para a inclusão da EADS no ensino em diversos países, como estratégia de contenção do crescimento económico desenfreado.

Na década de 80, a divulgação do *Relatório Brundtland, Our Common Future (O Nosso Futuro Comum)*, da *World Commission on Environment and Development*, veio demonstrar, através de indicadores estatísticos, que a pobreza era uma das principais razões para a deterioração ambiental no mundo. Este documento foi fundamental para a cultura da sustentabilidade, apelando a um desenvolvimento que satisfizesse as necessidades da geração presente, sem pôr em causa as necessidades das gerações futuras. O presente relatório originou numerosos debates, documentos vinculativos e estratégias de desenvolvimento sustentável por todo o mundo, tornando-se igualmente um testemunho de referência para o ensino superior, no seu caminho para a sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> Albert Schweitzer foi também músico, médico missionário, filósofo e Nobel da Paz em 1952, pelo seu empenho na defesa da 'Irmandade das Nações' e difusão da ética ambiental.

<sup>2</sup> Trinta anos mais tarde foi atualizada esta edição, sob o título, *Os Limites do Crescimento – A Atualização de 30 Anos*. «Cientistas do Mundo – Aviso à Humanidade», assinado por mais de 1600 cientistas de 70 países, sendo 102 ganhadores de prémios Nobel. Os consensos emergentes desta publicação mostram a rota de colisão entre os humanos e o mundo natural, com danos severos e muitas vezes irreversíveis no ambiente. Alude-se que muitas das práticas atuais poderão colocar em risco o futuro da sociedade humana e da natureza, alterando o mundo vivo, que será incapaz de sustentar a vida da forma como é conhecida hoje. Mudanças basilares são urgentes para evitar a colisão que o atual modo de vida trará.

Na década de 90, numa das mais importantes cimeiras mundiais, a *Conferência do Rio*, promoveu-se uma estratégia global de desenvolvimento sustentável, com o envolvimento dos países pobres e das universidades. Esta cimeira foi um evento decisivo na história do ambiente e desenvolvimento.

No novo milénio, com a *Declaração dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio* e o *Decénio das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável*, pretendeu-se, essencialmente combater o analfabetismo (igualdade de género) e a pobreza (acesso a água potável, saneamento) no mundo (*United Nations Regional Information Centre for Western Europe – UNRIC*, 2010). É importante referir que, *a economia social, o meio ambiente, a diversidade cultural, o desenvolvimento local, a governação, a eficiência, a inovação e a justiça social são componentes do desenvolvimento sustentável. Os impactos ambientais são uma preocupação central ao nível europeu e mundial, assumindo particular importância nos meios urbanos. A adoção de estratégias de desenvolvimento sustentável (...) suscita a consideração das relações entre educação, ambiente e responsabilidade social* (Ramos e Patrício, 2014:316).

De facto, ao longo do tempo, a Educação tem andado de mãos dadas com o desenvolvimento sustentável. A educação é um poderoso meio de reprodução social de saberes, de valores e de mudanças socioculturais para o exercício dos direitos fundamentais, como o *direito a uma qualidade de vida digna, sadia e ecologicamente equilibrada*. A Educação Ambiental, na procura de modelos socioeconómicos mais sustentáveis, veio responder aos desígnios do Desenvolvimento Sustentável, de acordo com as recomendações dos encontros internacionais. Particularmente, no final do século XX, foi-se fortalecendo e conquistando um lugar estratégico para dar resposta à crise ambiental, envolvendo diversas práticas educativas de apoio à sustentabilidade.

Neste sentido, com o intuito de informar e envolver os cidadãos na *Educação para o Desenvolvimento Sustentável – EDS*, o objetivo do presente artigo é realizar uma análise crítica dos eventos e declarações mundiais dedicados à EADS, a partir da *Conferência de Estocolmo* (1972) até à *Conferência do Rio+20* (2012). A presente narrativa teve como base metodológica a análise de conteúdo de informação secundária sobre a temática (artigos científicos e documentos emanados de acordos internacionais sobre educação para o desenvolvimento sustentável).

## **1. A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MUNDO**

O ser humano nem sempre criou problemas ao ambiente. Ao longo da História encontram-se inúmeras atitudes ecológicas que se apresentam no Anexo I.

É interessante verificar que as primeiras organizações de prevenção da crise ambiental se localizaram nas regiões onde as consequências da industrialização foram mais nefastas para a saúde e para o ambiente. Foi no Reino Unido, em 1843, que se assistiu à constituição da *Manchester Association for the Prevention of Smoke* (Soromenho-Marques, 1998). Todavia,

como ficou visível no Anexo I, foi a segunda metade do século XX, em particular, que foi fértil em conferências internacionais, acordos, diplomas, legislação e literatura, bem como na constituição de instituições ambientais e ONG com o objetivo de reduzir a progressiva degradação do ambiente no planeta.

A década de 70 foi a época que marcou o início de uma série de encontros internacionais sobre variadas temáticas ambientais.

## 1.1. CONFERÊNCIA DE ESTOCOLMO

Os conceitos de 'Educação Ambiental' e de 'Sustentabilidade' só foram abordados na sua plenitude em 1972, na *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano*, em Estocolmo, donde resultou a *Declaração do Ambiente*, com 109 recomendações do *Plano de Ação* para o ambiente (*United Nations – UN*, 1972a). Participaram pela primeira vez países industrializados e países em desenvolvimento, preocupados com a poluição industrial, a escassez de recursos energéticos e com a pobreza (Ramos-Pinto, 2004). Esta cimeira contou com 113 países e com observadores de mais de 400 organizações intergovernamentais e ONG, constituindo um marco histórico no tratamento da degradação ambiental do planeta a nível mundial (Gonçalves, 2002).

A *Declaração de Estocolmo* congregou 26 princípios básicos, onde se propunha a proteção e conservação da natureza (UN, 1972b), mas tendo em conta o envolvimento da sociedade (alunos, docentes, famílias, empresas, ...).

O Princípio n.º 19<sup>3</sup> constituiu o eixo de intervenção institucional na área da *Educação Ambiental* – EA, a ser inserida no ensino formal e não formal, de modo a abranger todas as faixas etárias e camadas sociais. Criou-se o *Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente* – PNUMA, com sede em Nairobi, introduziu-se o conceito 'Uma Terra Só' e a noção de 'Ecodesenvolvimento'. O âmagio deste encontro persuadia os cidadãos a adotarem a filosofia de que o ambiente é um bem jurídico fundamental e, assim, tanto as gerações presentes como as gerações futuras deveriam ter direito a viver num ambiente sadio e ecologicamente equilibrado (Tamanes, 1977). Para tal, o PNUMA, possuía duas componentes de ação, uma relacionada com a Educação Ambiental e outra com a Formação Ambiental. A EA, mais ligada à informação ambiental e ao apelo à consciencialização no meio escolar e extraescolar e, a Formação Ambiental, mais ligada à formação de especialistas em EA, para atuarem sobre o coletivo humano (Borges, 2002).

A *Conferência de Estocolmo* acresceu uma importância incontestável às temáticas ambientais, conduzindo-as para espaços de diálogo e para as agendas políticas globais. Tomaram-se *as decisões necessárias à realização dum programa internacional sobre a educação relativa ao ambiente, interdisciplinar quanto à sua aproximação, escolar e extraescolar, englobando todos*

---

<sup>3</sup> É essencial ministrar o ensino, em matéria de ambiente, à juventude, assim como aos adultos, tendo em devida consideração os menos favorecidos, com o fim de criar as bases que permitam esclarecer a opinião pública e dar aos indivíduos, às empresas e às coletividades o sentido das suas responsabilidades no que respeita à proteção e melhoria do ambiente, em toda a sua dimensão humana (*Declaração de Estocolmo* – Princípio n.º 19).

*os níveis do sistema educativo* (Oliveira, 1998:26). A Recomendação n.º 96 veio certificar a EA como um dos mecanismos mais importantes para se encarar a crise mundial do ambiente.

O relatório do PNUMA sobre o *Panorama Ambiental Global*, reuniu dados sobre a saúde ambiental, constituindo-se como um documento de tomada de decisões político-ambientais, no intuito de mitigar acidentes ambientais com eco nas populações. As temáticas abordadas como as maiores ameaças à segurança da população mundial foram a concentração de gás carbónico na atmosfera, a escassez de água potável, a degradação dos solos por erosão, a salinização, a remoção da vegetação natural, a monocultura, os sistemas de irrigação inadequados e a poluição das águas. Assim, como até aqui, os países viam a natureza como uma fonte inesgotável de recursos, esta foi a primeira abordagem global e consciente, dirigida às relações homem-natureza.

Por altura desta cimeira foi publicado o resultado de uma investigação sobre o crescimento material da biosfera, gerador de grande polémica, *Os Limites do Crescimento*, a pedido do *Clube de Roma*. O estudo foi executado por uma equipa informal de empresários, estadistas e cientistas do *Massachusetts Institute of Technology* e coordenado por Donella Meadows. Este trabalho recomendou o 'crescimento zero' para a economia, dado o aumento acelerado da população mundial, a depauperação dos recursos naturais, a poluição, entre outros fatores, que poderiam conduzir a humanidade a sérios riscos de sobrevivência em finais do século XX. A presente decisão foi prontamente contestada pelos países em vias de desenvolvimento. Estes países, à semelhança do visível crescimento económico dos países desenvolvidos, centrado na industrialização, tentavam reestruturar as suas economias, na convicção de que tomando um padrão de desenvolvimento idêntico, alcançariam o seu próprio desenvolvimento.

Após a *Conferência de Estocolmo* o ecodesenvolvimento difundiu-se como uma resposta radical às políticas económicas com base na industrialização.

## 1.2. CONFERÊNCIA DE BELGRADO

A Educação Ambiental só viria a ser imposta como conceito universal em 1975, quando a *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization – UNESCO* promoveu a *Conferência de Belgrado* sobre Educação Ambiental, na Jugoslávia. Deste colóquio resultou a *Carta de Belgrado*, a qual define os objetivos da Educação Ambiental e reclama uma nova forma de olhar para o desenvolvimento, abarcando, por um lado, o ambiente, a erradicação da pobreza, o analfabetismo e a ética universal e, por outro, condenando a excessiva exploração e consumo de recursos. Tendo isto como base, as grandes linhas orientadoras da EA assentavam na premissa: formar a população.

Com o objetivo de dar continuidade à Recomendação n.º 96, atrás mencionada, a *Carta de Belgrado* propôs um programa mundial de Educação Ambiental, definindo como objetivos: (...) *ajudar os indivíduos e os grupos sociais a terem consciência do ambiente global e dos problemas conexos, e sensibilizá-los para esses temas. Para a sua consecução tornar-se-ia necessária uma (...) nova ética universal, pessoal e individualizada (...)*, fortemente alicerçada

nos eixos basilares assentes na *Declaração das Nações Unidas* sobre a nova ordem económica internacional (Oliveira, 1998:27). Os principais visados no processo de Educação Ambiental foram (...) *os técnicos superiores e aqueles que têm o poder de decisão nos sectores ligados ao ambiente* (Oliveira, 1998:27).

Deu-se início à primeira fase do *Programa Internacional de Educação Ambiental – PIEA*, iniciado em 1975 pela UNESCO e PNUMA, com atividades celebradas em África, EUA, Ásia, Europa e América Latina, com os seguintes princípios diretores: *a Educação Ambiental deve ser multidisciplinar, integrada às diferenças regionais, votada para os interesses nacionais e deve ter continuidade* (Ramos-Pinto, 2004:162).

Reconhecendo este novo rumo, a Educação Ambiental surge (...) *como um processo permanente e participativo na aquisição de conceitos e competências que promovam comportamentos e actuações concretas na defesa, conservação e melhoria na qualidade do ambiente, tentando resolver os problemas actuais e evitando que outros se coloquem no futuro* (Benavente, 1993, citado por Alves, 2009:26).

A *Carta de Belgrado* foi um dos documentos mais lúcidos e importantes da década de 70: *propõe que a erradicação das causas básicas da pobreza como a fome, o analfabetismo, a poluição e a exploração devam ser tratadas em conjunto. Nenhuma nação deve desenvolver-se às custas de outra nação, havendo necessidade de uma ética global. A reforma dos processos e sistemas educativos é central para a constatação dessa nova ética de desenvolvimento. A juventude deve receber um novo tipo de educação que requer um novo e produtivo relacionamento entre estudantes e professores, entre escolas e comunidade, entre o sistema educativo e a sociedade* (Ramos-Pinto, 2004:162).

### 1.3. CONFERÊNCIA DE TBILISSI

Da *Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental*, em Tbilissi, capital da República da Geórgia, em 1977, organizada pela UNESCO/PNUMA, emanou um articulado (fortemente inspirado na *Carta de Belgrado*) de valores éticos, económicos e estéticos, visando a prevenção do meio natural. Proclamou-se a EA como fator indispensável para uma educação global, com base em seis pilares, a consciencialização, o conhecimento, as atitudes, as competências, a avaliação e a participação. Da *Declaração de Tbilissi* resultou uma concentração de esforços, com vista ao desenvolvimento e implementação da Educação Ambiental a nível regional, nacional e internacional, como um direito de todos e de cada um dos cidadãos (UNESCO, 1978).

Alargou-se o conceito de 'Ambiente', que apenas incorporava o ambiente físico, para ambiente social e cultural, e integrou-se o problema do subdesenvolvimento dos países, com as respetivas divergências geradoras de injustiças, pobreza e opressão. Esta cimeira acentuou as complexas e delicadas relações entre o homem e o ambiente, tendo em consideração a condição social e cultural, que acabam por ser a origem dos problemas ambientais.



Com a aproximação à própria vida, a Educação Ambiental foi adquirindo um cariz ético e interdisciplinar. De facto, sendo a vida o maior valor da sociedade, mais facilmente se chegaria a uma reforma mundial de mentalidades e dos sistemas educativos.

#### **1.4. DECLARAÇÃO DE VIENA**

Em 1983, a *Declaração de Viena*, Áustria, veio abordar diretamente as temáticas da Educação Ambiental e do Ambiente. Retomou e realçou a importância da interdisciplinaridade da Educação Ambiental na educação escolar e o interesse das várias ciências, tais como as Artes, a Literatura, a Filosofia, a Religião, a Sociologia e a Geografia, para a compreensão dos fenómenos ambientais (Gonçalves *et al.*, 2007).

Com a inclusão da pluralidade disciplinar na educação e o foco na imensa diversidade cultural do mundo, tornou-se cada vez maior o desafio para os educadores.

#### **1.5. RELATÓRIO BRUNDTLAND: O NOSSO FUTURO COMUM**

O *Relatório Brundtland*, *O Nosso Futuro Comum*, lançado em 1987, foi o documento com maior impacto mundial. Foi a partir desta data que o conceito de 'Desenvolvimento Sustentável' ganhou amplitude, sendo definido pela primeira vez, como (...) *um processo de transformação no qual a exploração de recursos, a direcção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas* (Ramos-Pinto, 2004:163).

Entre outros aspetos de inegável importância, o presente relatório desenvolveu-se à volta de duas grandes questões: quais os problemas ambientais que mais afetam o mundo e qual a melhor forma de mitigar os impactos ambientais. Dito de outro modo, o âmago destas questões incidiu nas 'necessidades' e 'limitações', tendo como alvo os pobres e excluídos e os impactos negativos da tecnologia e da organização social. Neste sentido, foram propostas estratégias ambientais aos países que se encontravam em diferentes estádios de desenvolvimento, para se atingir o DS no ano 2000. Para que a preocupação com o ambiente se transformasse em maior colaboração entre os países e os levasse à obtenção de metas comuns, fomentaram-se amplas campanhas de EA e o treino de especialistas em tecnologia ambiental (Brundtland, 1987).

#### **1.6. CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO RELATIVA AO MEIO AMBIENTE**

Também em 1987, realizou-se em Moscovo, Rússia, pela UNESCO e PNUMA, o *Congresso Internacional sobre Educação e Formação Relativa ao Meio Ambiente*, que reuniu mais de 300

especialistas de 100 países e observadores de organizações internacionais. O objetivo desta cimeira foi examinar as recomendações resultantes da *Conferência de Tbilissi* e procurar novas estratégias internacionais de ação em matéria de educação e formação ambientais, que respondessem aos desafios da década de 90 (Raposo, 1997; Cunha *et al.*, 1999; Fernandes, 2001).

Este evento deu origem à *Década Mundial para a Educação Ambiental*. Para além de se defender que os programas a desenvolver para o decénio deveriam acentuar as relações homem-ambiente nas suas manifestações sociais, económicas, políticas e ecológicas (Gonçalves, 2002) e de se reforçar a necessidade de priorizar a formação de recursos humanos em EA, fala-se, pela primeira vez, da inclusão da dimensão ambiental nos currículos de todos os níveis de ensino. Assim, as estratégias para a educação e formação ambientais versavam sobre o acesso à informação, investigação, programas de educação técnica e vocacional, materiais pedagógicos, educação ambiental no ensino superior, formação de especialistas e cooperação internacional e regional.

## **1.7. CONFERÊNCIA DO RIO**

Durante a década de 90 a Educação Ambiental foi ganhando corpo a nível mundial, ainda que timidamente nalguns pontos do planeta.

### **1.7.1. Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento**

Em 1992, da Conferência do Rio, Cúpula da Terra ou Eco'92, como ficou conhecida a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, Brasil, resultaram cinco documentos, a Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Declaração de Princípios sobre as Florestas<sup>4</sup>, a Convenção sobre as Alterações Climáticas, a Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Agenda 21 – A21.

Todos estes acordos, subjacentes à implementação de políticas compatíveis com a proteção ambiental dos territórios e a promoção da melhoria da qualidade de vida, tiveram a sua base no princípio da sustentabilidade ambiental. A Eco'92 teve como alvo a instituição de uma justa parceria mundial, com base no respeito pelos interesses dos Estados e da sociedade civil, protegendo, simultaneamente, a integridade da biosfera e assegurando a sua interdependência global (Teixeira, 2003).

Foi nesta conferência que se reconquistou o empowerment, restituindo o poder de reflexão, de decisão e de atuação às sociedades.

---

<sup>4</sup> A Conferência do Rio foi também dedicada à Amazônia, que passava pela devastação desmesurada da sua floresta para exploração de gado e exportação de madeira, com desprezo pelos nativos indígenas e pelo seu modo de vida sustentável na floresta.



Em paralelo com a Eco'92, decorreu no Rio de Janeiro a Jornada Internacional de Educação Ambiental, num fórum global de ONG, no qual estiveram presentes 15 000 participantes. Deste fórum resultaram 32 tratados, entre os quais se realça o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. Este Tratado, sendo gerado num processo mundial de consulta, deu maior identidade à EA, como uma educação política e transformadora na construção de sociedades sustentáveis. A comunidade internacional assumiu a educação como um processo ativo e em constante elaboração, no sentido de facultar a reflexão, o diálogo e o autoaperfeiçoamento (Maia, 2000).

#### **1.7.1.1. Agenda 21**

A Agenda 21 constituiu-se como um compromisso assinado por 170 países, incluindo Portugal. O documento dividiu-se em 4 secções, (40 capítulos), exibindo as áreas em que a ação humana causa maior impacto, com temáticas que vão desde a biodiversidade, recursos hídricos e infraestruturas, aos problemas de educação, habitação, entre outros. A A21 estabeleceu a ponte entre o DS e o envolvimento pró-ativo dos cidadãos perante os problemas ambientais. Foi redigida como uma agenda de democracia participativa, ao fortalecer o papel dos mais excluídos, como as mulheres, jovens e crianças, em diversas atividades. Incorporou um forte compromisso social de conservação e gestão dos recursos, proteção da atmosfera, combate à desflorestação, desertificação, incentivo à agricultura sustentável e desenvolvimento rural, proteção da água, uso racional de produtos químicos, fitossanitários e resíduos perigosos.

Para assegurar o futuro sustentável do planeta, apresentou-se um modelo contendo consensos e propostas de todos os intervenientes, para a modificação dos padrões de produção e consumo, de forma a reduzir as pressões ambientais, mas desta vez, atendendo às necessidades básicas da humanidade. A este novo modelo, que conciliava justiça social, eficiência económica e equilíbrio ambiental, denominou-se 'Desenvolvimento Sustentável'.

A Agenda 21 foi o primeiro documento diplomático estratégico a alcançar a unanimidade internacional, com um programa de ação abrangente, edificado de forma participada e consensual, de modo a nortear um renovado modelo de DS para o século XXI à escala planetária. Foi o documento mais consistente em termos de justiça social e planeamento solidário entre a população presente e as futuras gerações. Gerou consensos e parcerias entre os países e as sociedades, com conteúdos adaptados ao DS global, nacional e local, para governos, coletividades, empresas e escolas: *um documento capaz de ser compreendido e aplicado nas esferas locais, sem que se perdesse a sua dimensão global* (Gomes, 2009:69). A Agenda 21 não ignorou as especificidades de cada país, propondo medidas específicas para que cada um deles pudesse elaborar a sua própria *Agenda21 Local – A21L*. Por isso, tem sido utilizada por países de todo o mundo no delineamento de planos de ação local de estímulo à sustentabilidade.

O artigo 36.º da Agenda 21, *Promoção do Ensino e da Consciencialização Pública*, coloca a educação como meio crucial para a consciencialização e sensibilização ética e ambiental da sociedade, encarando o ensino como *a ferramenta mais importante no desenvolvimento dos*

*recursos humanos e no impulsionar da transição para um mundo mais sustentável* (A21, 1992)<sup>5</sup>. Propõe ainda a formação de adultos em EA, em colaboração com as ONG, no sentido de os estimular para a sensibilização ambiental (Novo, 1998; Vieira, 2003).

A Agenda 21, ao visar ações e orientações dirigidas para um desenvolvimento compatível com a preservação do ambiente, e, paralelamente, não significar um travão ao crescimento económico, ia ao encontro das reivindicações preconizadas pelos países em desenvolvimento, os quais negavam qualquer tendência de 'crescimento zero', já que variadíssimos estudos tinham demonstrado que os responsáveis pela maior parte dos impactos ambientais eram os países industrializados. Tornou-se, por isso, necessário, corrigir o anterior processo de desenvolvimento.

### 1.8. CONFERÊNCIA DE THESSALONIKI (RIO+5)

Em 1997, em Thessaloniki, na Grécia, foi promovida pela UNESCO, a *Conferência Internacional sobre Ambiente e Sociedade: Educação e Sensibilização Pública para a Sustentabilidade*, donde resultou uma declaração com o mesmo nome e se inscreveu a EA como primordial (...) *investimento para um mundo durável* (Teixeira, 2003:74). Esta declaração deu continuidade ao artigo 36.º da A21, apresentando a educação como motor de desenvolvimento humano e de mudança (ideológica, social, económica, tecnológica e política), fundamental ao DS.

Admitiu-se, contudo, neste evento, que desde a *Conferência do Rio*, a Educação Ambiental não surtiu os efeitos desejáveis nas populações.

### 1.9. CARTA DA TERRA

A *Carta da Terra*, promovida pela *Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento* da ONU, foi redigida a partir dos contributos de mais de cem mil pessoas (ONG e sociedade civil, daí a sua grande valia) de 46 países e viria a ser publicada pela UNESCO, em Paris, em 2000, sendo aprovada pela ONU em 2002. A *Carta da Terra*, brilhante instrumento para a sustentabilidade e a educação, em harmonia com as linhas diretoras do *Decénio das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável – DNUEDS* e da *Estratégia da Educação para o Desenvolvimento Sustentável* da CEE/ONU, ostenta 4 níveis de utilização (internacional, regional, nacional e local) e três atributos inovadores (UN, 2005; Murga-Menoyo, 2013):

1. o âmbito sistémico e integrador – *nova forma de olhar o mundo*;
2. o enfoque ético e utópico de transformação social de respeito e cuidado com a vida (atual e futura) em toda a sua diversidade de formas – *nova forma de sentir o mundo*;

---

<sup>5</sup> A A21 possuía como uma das suas metas assegurar o ensino primário a todas as crianças do mundo até 2015. Objetivos de desenvolvimento do milénio (UNRIC, 2010): 1- Reduzir a pobreza extrema e a fome; 2- Alcançar o ensino primário universal; 3- Promover a igualdade de género e o *empowerment* das mulheres; 4- Reduzir a mortalidade infantil; 5- Melhorar a saúde materna; 6- Combater o VIH/SIDA, malária e outras doenças; 7- Garantir a sustentabilidade ambiental; e 8- Criar uma parceria mundial para o desenvolvimento.

3. a forte dimensão prática e normativa, acompanhada de contínuas chamadas à participação e ao compromisso ativo – *nova forma de estar no mundo*.

Este documento assume-se como um 'Código Ético Planetário' com princípios e valores fundamentais<sup>6</sup>, no que se refere à sustentabilidade do planeta, à semelhança da *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. A UNESCO, na condução do processo relativo ao DNUEDS (2005-2014), declarou a *Carta da Terra* como um importante referente ético para o DS e um instrumento de apoio ao processo educativo.

### 1.10. CONFERÊNCIA DE JOANESBURGO (RIO+10)

Em 2002, dez anos depois da Cimeira da Terra, teve lugar em Joanesburgo, a 2ª Cimeira da Terra ou Cimeira Mundial para o Desenvolvimento Sustentável. Esta cimeira foi organizada pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável e contou com a participação de mais de 8 000 pessoas pertencentes a organismos associativos de inúmeros países. Desta cimeira saíram dois documentos, uma Declaração Política (os governos assumiram princípios de desenvolvimento sustentável sem carácter vinculativo) e um Plano de Ação (onde se abordaram temáticas como a pobreza, saúde, educação, água e saneamento, energia, recursos naturais, biodiversidade, alterações climáticas, comércio, globalização e desenvolvimento). Tais documentos foram assinados por 191 países, distribuídos por 4 grupos: União Europeia; Japão, Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia – JUSCANZ; G77 (133 países em vias de desenvolvimento) e Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento – SIDS (pequenos estados ilhéus) (Vieira, 2002).

Nesta cimeira procedeu-se ao balanço da aplicação das diretivas da Eco'92 e do *Protocolo de Quioto* de 1997, tendo em vista o cumprimento dos protocolos de preservação dos recursos do planeta a longo prazo. À semelhança da *Conferência Tessalónica*, foi realçada a importância da educação na construção do DS, suportada pela inseparável trilogia: desenvolvimento social, crescimento económico e proteção ambiental (Soromenho-Marques, 2004; Capucha, 2006). Esta trilogia corporizou-se em seis princípios [ambiente, futuro, qualidade de vida, equidade, precaução e pensamento sistémico (UN, 2002; Bonito *et al.*, 2007; A21L 2008; *União de Educação e Cultura de Eunápolis* – UNECE, 2008)], baseados em seis premissas: a satisfação das carências basilares da sociedade (leia-se alimentação, saúde, educação), a solidariedade intergeracional, a participação pró-ativa da sociedade no ambiente, a proteção dos recursos naturais, o fomento de um sistema social coeso (emprego, segurança social e respeito para com as outras culturas) e uma efetiva educação social (Teixeira, 2003).

Na referida cimeira foi dado grande relevo à sociedade civil. Foi reforçada a necessidade de se efetuarem parcerias entre os governos, o setor empresarial e a sociedade. Reafirmou-se e

---

<sup>6</sup> A Educação, para além de ser um Direito Constitucional é um pré-requisito para se chegar ao DS numa governação democrática e responsável, preconizada pela estratégia de EDS da CEE/ONU.

consolidou-se o DS como tema central da agenda política internacional e incluiu-se a pobreza<sup>7</sup>, o ambiente e a utilização dos recursos naturais, como prioridades.

Sendo a função educativa tão importante no meio académico e científico para assegurar o DS, em dezembro de 2002, a Assembleia-geral da ONU declarou (Declaração n.º 57/254) o período de 2005-2014 como o *Decénio das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável*, sendo designada a UNESCO para a execução do processo de implementação (UNESCO, 2003; UN, 2005; *Comissão Nacional da UNESCO – CNU*, 2006). O DNUEDS deverá *consagrar e reforçar o desenvolvimento sustentável como finalidade da humanidade e o papel da educação como meio de execução de um programa político, globalizado e globalizante* (Gaudiano, 2005, citado por Pereira, 2009:14).

Um dos objetivos para a década era acabar com o analfabetismo no mundo até 2015. Esta foi certamente uma missão extenuante e (...) *uma dimensão claramente utópica, cujo horizonte de ambição só pode ser assumido como um quadro orientador de valores, relativamente ao qual se procurem vias pragmáticas para sustentar e inverter o sentido dos processos que estão a conduzir à ruptura generalizada no ambiente e nas sociedades* (Gomes, 2009:40). De facto, pode-se agora constatar que, por exemplo, o objetivo de ‘erradicação da pobreza’ está longe de ser atingido.

### 1.11. CONFERÊNCIA DE AHMEDABAD (TBILISSI+30)

Em 2007, ocorreu na Índia a *Conferência de Ahmedabad*, sob o tema, *IV Conferência Internacional de Educação Ambiental*. O documento final desta conferência recomendou veementemente uma profunda reforma no pensamento dos cidadãos, com base na mudança de paradigma da educação atual para a EADS em todos os sistemas de ensino.

### 1.12. COMUNICADO DE LONDRES PARA O ESPAÇO EUROPEU DE ENSINO SUPERIOR

O *Comunicado de Londres para o Espaço Europeu de Ensino Superior* pretende responder aos desafios do atual mundo globalizado. Para tal, os ministros responsáveis pelo ensino superior reuniram-se em Londres, 2007, para avaliar os progressos do processo de Bolonha desde 2005, em Bergen, cujo desafio educativo para a *Convergência Europeia do Ensino Superior*, tivera início na *Conferência de Bolonha*, em 1988.

A *Declaração de Bolonha* foi assinada em 19 de junho de 1999, em Bolonha, Itália, pelos ministros responsáveis pelo ensino superior de 29 países europeus, entre os quais, Portugal. A declaração reproduz um processo de reforma intergovernamental de âmbito europeu, que

---

<sup>7</sup> Estabeleceu-se um fundo mundial de solidariedade para a erradicação da pobreza e uniram-se esforços para elaborar um plano de desenvolvimento sustentável para África.

assenta nos objetivos da *Estratégia de Lisboa*, com a finalidade de materializar o *Espaço Europeu de Ensino Superior*.

O Processo de Bolonha foi norteador por diversas reuniões ministeriais (Praga 2001, Berlim 2003, Bergen 2005, Londres 2007 e Lovaina 2009), contando atualmente com 46 países signatários da *Convenção Cultural Europeia* (organizações internacionais e associações europeias que representam *Instituições do Ensino Superior – IES*, alunos, pessoal especializado e entidades empregadoras).

Este comunicado oferece uma grande oportunidade para que as IES repliquem métodos de trabalho interdisciplinares, incorporem novas metodologias e um processo de aprendizagem ao longo da vida, para melhorar a docência e enfrentar os desafios que se apresentam no mundo global. Para tal, as instituições deverão empenhar-se no processo de inclusão do desenvolvimento sustentável em todas as disciplinas, com a criação de planos de estudo flexíveis e adaptados ao modelo das IES do *Espaço Europeu de Ensino Superior* (Comunicado de Londres, 2007).

O maior desafio deste programa é a transição do foco, tradicionalmente centrado no professor, para o estudante. É um compromisso conjunto para o futuro sustentável, de incremento da compatibilidade e comparabilidade dos sistemas de ensino superior europeus, mas respeitando a diversidade social, suas tradições e culturas.

### **1.13. CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (RIO+20)**

A *Conferência do Rio+20*, promovida pelas Nações Unidas, no Rio de Janeiro, em 2012, teve como objetivo fomentar a prosperidade, o bem-estar social e a proteção do ambiente. O documento final de 53 páginas, acordado por 188 países, ditou o caminho para a cooperação internacional sobre DS. Governos, empresários e outros parceiros da sociedade civil assumiram diversos compromissos, com ações concretas, para responder a necessidades como a energia sustentável e os transportes.

Na temática *Desenvolvimento Sustentável e Educação* participaram 260 líderes de escolas de economia e universidades de todo o mundo, sendo aprovada a *Declaração da Iniciativa de Sustentabilidade no Ensino Superior*. A iniciativa foi promovida pela UNESCO, *Universidade das Nações Unidas – UNU*, *Global Higher Education for Sustainability Partnership – GHESP*, *Princípios da ONU para a Iniciativa Educação Empresarial Responsável – PRME* e *Programa Ambiental da ONU – UNEP*. Os signatários, líderes das IES e organizações afins, comprometeram-se a incorporar a sustentabilidade no ensino, investigação e gestão das organizações, de acordo com os seguintes princípios (*United Nations Global Compact – UNGC*, 2013):

1. ensinar o conceito de DS, garantindo que faz parte do currículo dos cursos;
2. estimular a investigação em questões de DS;
3. reduzir a pegada ambiental, adotar a prática de compras sustentáveis, fornecer opções de mobilidade sustentáveis aos alunos e professores, eleger programas eficazes para minimizar os resíduos e incentivar os estilos de vida sustentáveis;
4. apoiar os esforços de sustentabilidade na envolvente contextual e efetuar parcerias com as instituições locais e a sociedade civil;
5. compartilhar os resultados através de estruturas internacionais (DNUEDS, UNU, GHESP, PRME e UNEP), no sentido de trocar conhecimentos e experiências, e informar regularmente sobre os progressos e desafios.

Os princípios procuram estabelecer um processo de melhoria contínua nas instituições de ensino de gestão, a fim de desenvolver uma nova geração de líderes empresariais capazes de gerir os complexos desafios enfrentados pelas empresas e pela sociedade no século XXI.

## **2. CONTRIBUTO DOS EVENTOS PARA A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

As instituições internacionais têm realizado esforços para orientar as políticas dos diversos territórios, organizando eventos, no sentido de responder aos objetivos do desenvolvimento sustentável, permitir uma nova dinâmica no âmbito da interação sociedade-natureza e fomentar o bem-estar social. Vários foram os encontros mundiais que cooperaram para produzir programas e metodologias de EA, como principal ferramenta de apoio aos países, no seu percurso em direção ao DS.

A Tabela 1 mostra que as declarações internacionais foram sempre muito consistentes no sentido de reforçar a importância da EDS. Em síntese, recomendam:

inclusão da EA em todas as etapas do ensino para a salvaguarda e melhoria da qualidade do ambiente; existência de um compromisso entre os países para se atingir a sustentabilidade; sensibilização da sociedade civil para o consumo consciente e responsável; visão intergeracional e respeito pelas gerações futuras; e, envolvimento das instituições públicas e privadas na constituição de parcerias nacionais e internacionais com as ONG comprometidas com o DS.

*Ambientalização* do ensino, investigação e gestão nas IES; importância do papel da EA nas IES, no sentido de promover uma cultura de sustentabilidade na comunidade académica e sociedade civil; redes e parcerias nacionais e internacionais de cooperação entre IES na conceção de processos e programas sustentáveis; fomento da literacia ambiental (consciência, responsabilidade, pensamento sistémico e ética ambiental).



	Eventos	Resultados	Repercussões
1972	Conferência Mundial do Meio Ambiente, Estocolmo	Publicação do relatório do Clube de Roma: <i>Os Limites do Crescimento</i> . Surge o conceito de Ecodesenvolvimento de Ignacy Sachs: criar uma base racional de crescimento econômico, equidade social e prudência ecológica.	Criação do PNUMA: 1º Plano de Ação Mundial Sobre Ambiente. Adoção dos lemas: • Uma Terra Só; • Crescimento Zero.
1975	Seminário Internacional de EA, Belgrado	Carta de Belgrado: elaboração de uma estrutura global para a criação de um programa mundial de EA.	Deu-se continuidade às recomendações de Estocolmo. Criou-se o PIEA. <b>A EA deve ser multidisciplinar.</b>
1977	1ª Conferência Inter-governamental sobre EA, Tbilissi	<i>Declaração de Tbilissi</i> : definiram-se objetivos e características para a Educação Ambiental, estratégias e planos de desenvolvimento.	Deu-se continuidade à Carta de Belgrado. Concentração decisiva no PIEA, EA como fator indispensável para uma educação global formal e não formal e inclusão da EA no maior número de países. <b>A EA deve ser interdisciplinar.</b>
1987	Conferência Internacional sobre Educação e da formação ambientais para década de 90, com a inclusão da EA nos programas escolares e a formação de recursos humanos em EA formal e não formal. Relatório Brundtland	Proposta de uma estratégia internacional de ação no domínio da educação e da formação ambientais para década de 90, com a inclusão da EA nos programas escolares e a formação de recursos humanos em EA formal e não formal. Publicado o relatório <i>Nosso Futuro Comum</i> , de Gro Brundtland, que deu origem à disseminação mundial do conceito de 'Desenvolvimento Sustentável'.	Criação da Década Mundial para a EA (déc. 90). Inclusão da EA em todos os níveis de ensino e nas IES, embora poucas ofereçam planos de ação concretos. O <i>Relatório Brundtland</i> (entre outros) foi o documento de referência e de maior impacto para a introdução da EA no ensino superior. Deu origem a diversos projetos, documentos, redes, parcerias e programas de ambientalização curricular por todo o mundo (rede ACES, rede Alfa PlanGIES, Carta Universitária para o DS, Associação das Universidades do Commonwealth, Programa Ambiental da ONU, United Nations Global Compact, Global Higher Education for Sustainability Partnership, Declaração de Bolonha, Comunicado de Londres para o Espaço Europeu de Ensino Superior...). <b>A EA deve ser transdisciplinar (holística).</b>
1992	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco'92), Rio de Janeiro .../... Jornada Internacional de Educação Ambiental	Reescritos e redefinidos os princípios da <i>Declaração de Tbilissi</i> . Resoluções: • <i>Declaração do Rio de Janeiro sobre Ambiente e Desenvolvimento</i> ; • <i>Convenção sobre as Alterações Climáticas</i> ; • <i>Declaração de Princípios sobre Florestas</i> ; • <i>Convenção sobre Diversidade Biológica</i> ; • <i>Agenda 21</i> : cria condições para a promoção da Educação Ambiental, estabelecendo a ligação entre o desenvolvimento sustentável e o envolvimento ativo dos indivíduos nas questões ambientais. O 'Desenvolvimento' é plenamente aceite pelos países e passa a ser visto como indispensável à melhoria da qualidade de vida, desde que seja sustentável. Da <i>Jornada Internacional de Educação Ambiental</i> resultaram 32 tratados, entre os quais se realça o <i>Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global</i> .	Reconquista do <i>empowerment</i> por parte das sociedades (democracia participativa). A Eco'92 repercutiu-se em múltiplas ações: Congresso Mundial para Educação e Comunicação sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Canadá; I Congresso Iberoamericano de Educação Ambiental – CIEA: Uma Estratégia para o Futuro, México, ambos em 1992; II CIEA: Em Busca das Marcas de Tbilissi, México, 1997; III CIEA: Povos e Caminhos para o DS, Venezuela, 2000; IV CIEA: Um Mundo Melhor é Possível, Cuba, 2003; V CIEA: A Contribuição da EA para a Sustentabilidade Planetária, Brasil, 2006; VI CIEA: Enriquecendo as Propostas Educativo-ambientais para a Ação Coletiva, Argentina, 2009... Congresso Sul-americano Continuidade Eco/92, Argentina e Conferência dos Direitos Humanos, Áustria, ambos em 1993; Conferência Mundial da População, Egito, em 1994; Conferência para o Desenvolvimento Social, Dinamarca; Conferência Mundial da Mulher, China; Conferência Mundial do Clima, Alemanha, todos em 1995; Conferência Habitat II, Turquia, 1996; Conferência sobre Educação Ambiental, Índia, 1997... A A21 (pense global, aja local) refletiu-se na Cimeira do Rio+5; nos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (políticas de erradicação da pobreza e fome – 199 países), Nova Iorque, 2000; e, reafirmou-se a Educação como base para o DS, Joanesburgo, 2002.
1997	Conferência Internacional sobre Ambiente e Sociedade,	<i>Declaração de Tessaloniki</i> : reorientação da Educação Ambiental para a sustentabilidade como um motor de desenvolvimento humano para a mudança.	A comunidade internacional tomou consciência que, desde a Eco'92, a Educação Ambiental não tem surtido os efeitos desejáveis nas populações mundiais.

	(Rio+5), Thessaloniki		
<b>2002</b>	Cimeira Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), Joanesburgo .../... DNUEDS	<b>Declaração Política e Plano de Ação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reavaliação e implementação das diretrizes da <i>Conferência do Rio</i>;</li> <li>• aprovação das diretrizes relacionadas com as mudanças climáticas e a pobreza, para reduzir as assimetrias entre o nível de vida das populações dos países ricos e pobres;</li> <li>• elaborar uma estratégia de DS para os países pobres.</li> </ul>	O Ambiente foi tratado como uma simples formalidade. As lideranças políticas de todo o mundo foram incapazes de aumentar as conquistas da sustentabilidade. Faltou vontade política para enfrentar os problemas globais do ambiente (e.g. metas traçadas para as energias renováveis na luta conta as alterações climáticas).
<b>2012</b>	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), Rio de Janeiro	Renovação do compromisso político sobre desenvolvimento sustentável de Joanesburgo. Da temática <i>Desenvolvimento Sustentável e Educação</i> resultou a <i>Declaração da Iniciativa de Sustentabilidade para o Ensino Superior</i> .	Líderes de escolas de todo o mundo assumiram compromissos em ações concretas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por ação da UNGC foram criados os <i>Princípios para a Educação Empresarial Responsável</i> (inspirados no GHESP) para fomentar nas instituições 'a recordista em educação, investigação e gestão responsável'.</li> <li>• Mais de 450 signatários (80 países) juntaram-se aos PRME.</li> <li>• O <i>Pacto Global da ONU</i> conta com 7 000 signatários corporativos (135 países). É a maior iniciativa de sustentabilidade corporativa voluntária do mundo. Constituiu-se como uma plataforma política e um quadro prático para as empresas comprometidas com o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade social, tendo como filosofia operar segundo os princípios universalmente aceites nas áreas de direitos humanos, trabalho, ambiente e combate à corrupção.</li> </ul>

Tabela 1: Impacto mundial dos principais eventos sobre Educação Ambiental.

Verifica-se, porém, que todos estes eventos, processos e declarações não geraram o impacto desejado no ensino e nas populações em geral.

De facto, como os normativos subjacentes à EA estão a cargo dos decisores políticos de cada país, embora as bases teóricas estejam lançadas, as cimeiras internacionais não possuem capacidade para produzir efeitos transversais nos diversos setores de atividade. Tanto mais que, a partir do novo milénio, tem-se verificado uma inversão na implementação de projetos de EA em todos os níveis de ensino.

Os programas curriculares encontram-se excessivamente orientados para os mercados de trabalho, com efeitos economicistas, sem o devido enquadramento transversal, interdisciplinar e sistémico da temática ambiental nas matérias lecionadas. Se os alunos não compreenderem a realidade complexa e sistémica da biosfera, acabam por ver negada a possibilidade de desenvolver soluções sustentáveis e coerentes para os problemas atuais.

Assim, como referem Ramos e Patrício (2014:330), *se queremos uma educação para a sustentabilidade, recomendada em documentos oficiais, nacionais e internacionais, o ensino e a investigação deverão introduzir mais e melhor informação sobre a sustentabilidade, a cidadania e a responsabilidade social(...) É necessário promover uma consciência ambiental*



*orientada para o desenvolvimento sustentável e centrada na cidadania e na reformulação dos valores éticos, individuais e coletivos.*

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os eventos aqui analisados permitiram aos países traçar desafios e estratégias orientadas para o desenvolvimento sustentável em diversos âmbitos de intervenção.

Foi a partir da década de 70 do século passado, que a sociedade tomou maior consciência sobre os problemas ambientais. Em retrospectiva, despontaram as primeiras respostas político-administrativas para a questão ambiental em 1972, com a *Conferência de Estocolmo*, onde participaram os chefes de governo nos temas em debate – *Desenvolvimento Económico e Conservação do Meio Ambiente*. Neste evento foram abordados os conceitos de 'Educação Ambiental' e de 'Sustentabilidade' na sua plenitude. Foi a primeira reunião internacional com medidas concretas de Educação Ambiental sem o foco do radicalismo inicial e com a introdução da dimensão ambiental nos modelos de crescimento económico e na utilização dos recursos ambientais. De todos os eventos mundiais, a *Conferência de Estocolmo* foi a que mais contribuiu para alterar a mentalidade da classe política. Foi, todavia, em 1975, na *Conferência de Belgrado*, que a Educação Ambiental veio a ser imposta como conceito universal e, na *Conferência de Tbilissi*, em 1977, debateram-se valores éticos, económicos e estéticos, com vista à preservação do meio natural.

Em 1987, publicou-se a *Informação Brundtland* pela equipa interdisciplinar de *experts* em meio ambiente, donde resultaram o Tratado do 'Estado de Bem-estar' (cada Estado compromete-se a garantir os direitos mínimos aos cidadãos: educação, saúde, habitação) e o conceito de 'Desenvolvimento Sustentável'. Este relatório fomentou a solidariedade social para com o futuro da humanidade, que implicou o princípio de 'não hipotecar no presente os recursos das gerações futuras'.

Outro passo importante no plano da agenda sustentável foi dado na *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Rio'92*, que deu início a uma estratégia global e tolerante de construção de um futuro sustentável, a qual, imprimiu uma maior preocupação e consciência ambiental global. Foi nesta conferência que a Educação Ambiental se considerou indispensável para o processo de construção do desenvolvimento humano sustentável, elegendo-se o ensino como a (...) *ferramenta mais importante no desenvolvimento dos recursos humanos e no impulsionar da transição para um mundo mais sustentável* (A21, Cap. 36). Neste evento, o desenvolvimento sustentável e a Educação Ambiental foram plenamente aceites e divulgados pelo mundo.

Na *Conferência de Thessaloniki*, 1997, admitiu-se que, desde a *Conferência do Rio*, a Educação Ambiental não produziu os efeitos desejados nas populações. A *Conferência de Joanesburgo*, em 2002, teve como objetivo reavaliar e implementar as diretrizes acordadas na *Conferência do Rio* e aprovar as normas relacionadas com as mudanças climáticas e o crescimento da pobreza, de forma a reduzir as enormes diferenças entre os padrões de vida

das populações. Os pontos mais críticos das negociações relacionaram-se com a energia e o saneamento básico, não trazendo mais nada de novo, relativamente aos eventos anteriores. Esta cimeira deixou indubitavelmente claro que as lideranças políticas de todo o mundo têm sido incapazes de aumentar as conquistas quanto à sustentabilidade, apesar de muitos desses líderes terem frequentado as mais prestigiadas universidades mundiais.

Para enfrentar os desafios do mundo global, o *Comunicado de Londres, 2007*, centrou-se na sustentabilidade e no trabalho transdisciplinar nas IES e, na *Conferência do Rio+20*, em 2012, para além de se debaterem as temáticas anteriores, foram efetuadas importantes parcerias e firmados compromissos em ações concretas, no âmbito da responsabilidade social e sustentabilidade nas empresas e IES.

Resulta destas cimeiras que, em termos discursivos, tanto o Desenvolvimento Sustentável como a Educação Ambiental, passaram da conceção multidisciplinar (paralelismo) para a conceção transdisciplinar (convergência). Do conservacionismo/proteccionismo para a aquisição do conhecimento ético e responsável sobre o Ambiente. Da exclusão social (pobreza, desigualdade e injustiça), para a inclusão social (garantia dos direitos básicos dos cidadãos). Do crescimento económico ilimitado para as três dimensões fundamentais do desenvolvimento humano sustentável (sociedade, ambiente, economia). Em termos práticos, as lideranças políticas mundiais e os grandes grupos económicos não se têm mostrado recetivos para aumentar as conquistas quanto à sustentabilidade. Do mesmo modo, as questões relativas à inclusão da EADS no ensino têm avançado muito lentamente, privadas de um plano global, concertado e contínuo, por parte dos governos e das instituições de ensino.

Assim, em todas estas conferências há discursos otimistas e pessimistas. Porém, há sempre algo de positivo a retirar, por terem permitido uma maior sensibilização da sociedade, dos políticos e das instituições em geral. Reconhece-se atualmente, que a consciência pública saiu enriquecida e revigorada pelas conferências internacionais. De facto, de há 50 anos até hoje é visível uma maior consciencialização a nível global, embora os grandes compromissos do Rio, Quioto e Joanesburgo, se cumpram a conta-gotas, e em termos práticos, com efeitos insuficientes. Por outro lado, os jovens de hoje são ambientalmente mais conscientes do que os jovens de outrora.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho é financiado por: Fundos Europeus Estruturais e de Investimento, na sua componente FEDER, através do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (COMPETE 2020) [Projeto nº 006971 (UID/SOC/04011)]; e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do projeto UID/SOC/04011/2013.

## REFERÊNCIAS

- AGENDA 21 (1992). CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (Rio/92). CAPÍTULO 36. RIO DE JANEIRO.
- AGENDA21 LOCAL (2008). PORTAL AGENDA 21 LOCAL. ACESSO NA INTERNET, MAIO 2011, [HTTP://WWW.AGENDA21LOCAL.INFO/INDEX.PHP?OPTION=COM\\_DOCMAN&ITEMID=33](http://www.agenda21local.info/index.php?option=com_docman&Itemid=33).
- ALMEIDA, M. (2006). UM PLANETA AMEAÇADO: A CIÊNCIA PERANTE O COLAPSO DA BIOSFERA. PREFÁCIO DE VIRIATO SOROMENHO-MARQUES. ESFERA DO CAOS EDITORES, LDª. LISBOA.
- ALVES, F. (2009). A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM MANUAIS ESCOLARES DA ÁREA CIENTÍFICA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. UM ESTUDO TRANSVERSAL (2º E 3º CICLOS DO ENSINO BÁSICO). DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIDADANIA AMBIENTAL E PARTICIPAÇÃO. UNIV. ABERTA.
- BONITO, J.; CID, M.; MATOS, G. (2007). "O SIGNIFICADO DOS RÓTULOS ALEGADAMENTE «ECOLÓGICOS» PRESENTES EM PRODUTOS COMERCIALIZÁVEIS EM PORTUGAL: UM ESTUDO COM ALUNOS UNIVERSITÁRIOS". IN: EDUCAÇÃO. TEMAS E PROBLEMAS. Nº 3. Ed. COLIBRI. Pp.125-155.
- BORGES, F. (2002). A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO. CONTRIBUTOS PARA O SEU DESENVOLVIMENTO NO 4º ANO DE ESCOLARIDADE. TESE DE DOUTORAMENTO. UNIV. MINHO. BRAGA.
- BRUNDTLAND, G. (1987). OUR COMMON FUTURE: THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. OXFORD. UNIVERSITY PRESS.
- CAPUCHA, L. (DIR.) (2006). EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA. GUIÃO DE EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE – CARTA DA TERRA. Ed. MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO: DIRECÇÃO GERAL DE INOVAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO CURRICULAR.
- CNU (2006). COMISSÃO NACIONAL DA UNESCO PORTUGAL. DÉCADA DAS NAÇÕES UNIDAS DA EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. CONTRIBUTOS PARA A SUA DINAMIZAÇÃO EM PORTUGAL.
- COMUNICADO DE LONDRES (2007). HACIA EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR: RESPONDIENDO A LOS RETOS DE UN MUNDO GLOBALIZADO. ACESSO NA INTERNET, DEZEMBRO 2010: [HTTP://WWW.CRUE.ORG/EXPORT/SITES/CRUE/PROCBOLONIA/DOCUMENTOS/ANTECEDENTES/COMUNICADO\\_DE\\_LONDRES\\_2007.PDF](http://www.crue.org/export/sites/CRUE/PROCBOLONIA/documentos/ANTECEDENTES/COMUNICADO_DE_LONDRES_2007.PDF).
- CUNHA, C.; VIEIRA, C.; TEIXEIRA, F.; RAPOSO, I.; SOBRINHO, J. (1999). A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA POLÍTICA PÚBLICA DE AMBIENTE, UM HISTORIAL E UMA BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA. IPAMB. LISBOA.
- FERNANDES, J. (2001). DO AMBIENTE PROPRIAMENTE DITO. CONSIDERAÇÕES POUCO CANÓNICAS SOBRE O AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO HUMANO. INSTITUTO DE PROMOÇÃO AMBIENTAL.
- GOMES, J. (2009). PROGRAMA ECO-ESCOLAS: UM CONTRIBUTO PARA A SUA AVALIAÇÃO. MESTRADO EM ESTUDOS AMBIENTAIS: CIDADANIA E PARTICIPAÇÃO. UNIVERSIDADE ABERTA.
- GONÇALVES, F.; PEREIRA, R.; AZEITEIRO, U.; PEREIRA, M. (2007). ACTIVIDADES PRÁTICAS EM CIÊNCIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. HORIZONTES PEDAGÓGICOS. INSTITUTO PIAGET.
- GONÇALVES, J. (2002). EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E AMBIENTAL. CONTRIBUTO DA DISCIPLINA DE GEOGRAFIA NO DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO 9º ANO. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. UTAD. VILA REAL.
- KISS, A.; SHELTON, D. (1994). INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW. SUPPLEMENT. TRANSNATIONAL PUBLISHERS, INCORPORATION. NEW YORK.
- MAIA, V. (2000). O RIO LEÇA: UTILIZAÇÃO DO RIO COMO RECURSO DIDÁCTICO NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. UNIVERSIDADE DO MINHO. BRAGA.
- MEADOWS, D. (ORG.) (1972). THE LIMITS TO GROWTH. UNIVERSE BOOKS. NEW YORK.
- MOUSINHO, P. (2003). "GLOSSÁRIO". IN: TRIGUEIRO, A. (COORD.). MEIO AMBIENTE NO SÉCULO 21: 21 ESPECIALISTAS FALAM DA QUESTÃO NAS SUAS ÁREAS DE CONHECIMENTO. 3ª Ed. SEXTANTE. RIO DE JANEIRO. Pp.333-367.
- MURGA-MENOYO, M. (2013). DESARROLLO SOSTENIBLE: PROBLEMÁTICAS, AGENTES Y ESTRATEGIAS. MCGRAW-HILL. UNED. MADRID.
- NOVO, M. (1998). LA EDUCACIÓN AMBIENTAL: BASES ÉTICAS, CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS. EDIÇÕES UNESCO. EDITORIAL UNIVERSITAS. MADRID.
- OLIVEIRA, N. (1998). "A EDUCAÇÃO AMBIENTAL". BOLETIM PENSAR EDUCAÇÃO. Ed. CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE GAIA OESTE.
- PEREIRA, R. (2009). EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES E ANÁLISE DE MANUAIS ESCOLARES. TESE DE DOUTORAMENTO. UNIVERSIDADE DO MINHO.
- RAMOS, M.; PATRÍCIO, O. (2014). POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS DE COESÃO ECONÓMICA, SOCIAL E TERRITORIAL PARA UM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. THE OVERARCHING ISSUES OF THE EUROPEAN SPACE: THE TERRITORIAL DIVERSITY OF OPPORTUNITIES. IN A SCENARIO OF CRISIS. FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO. Pp.316-335.
- RAMOS-PINTO, J. (2004). EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM PORTUGAL: RAÍZES, INFLUÊNCIAS, PROTAGONISTAS E PRINCIPAIS ACÇÕES. IN: EDUCAÇÃO, SOCIEDADE & CULTURAS. PORTO. Nº21. Pp.151-165.
- RAPOSO, I. (1997). NÃO HÁ BICHOS DE SETE CABEÇAS. CADERNOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. INSTITUTO DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL. LISBOA.
- SOROMENHO-MARQUES, V. (1998). O FUTURO FRÁGIL: OS DESAFIOS DA CRISE GLOBAL DO AMBIENTE. PUBLICAÇÕES EUROPA-AMÉRICA. LISBOA.
- SOROMENHO-MARQUES, V. (2002). "A LONGA MARCHA DE ESTOCOLMO A JOANESBURGO: AS IDADES DE POLÍTICA INTERNACIONAL DE AMBIENTE". REVISTA FÓRUM AMBIENTE. EDIÇÃO ESPECIAL. Nº85. OUTUBRO. Pp.5-6.
- SOROMENHO-MARQUES, V. (2004). "ECONOMIA, POLÍTICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. OS DESAFIOS DA CRISE GLOBAL E SOCIAL DO AMBIENTE". EDUCAÇÃO, SOCIEDADE E CULTURAS. Nº21. Pp.9-22.

- TAMANES, R. (1977). ECOLOGIA Y DESARROLLO. ALIANZA EDITORIAL. MADRID.
- TEIXEIRA, F. (2003). EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM PORTUGAL. ETAPAS, PROTAGONISTAS E REFERÊNCIAS BÁSICAS. LIGA PARA A PROTEÇÃO DA NATUREZA. TORRES NOVAS.
- UN (1972a). UNITED NATIONS. ACTION PLAN FOR HUMAN ENVIRONMENT. ACESSO NA INTERNET, MAIO 2010: [WWW.UNEP.ORG](http://www.unep.org).
- UN (1972b). UNITED NATIONS. DECLARATION OF THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON THE HUMAN ENVIRONMENT. ACESSO NA INTERNET, MAIO 2010: [WWW.UNEP.ORG](http://www.unep.org).
- UN (1997). UNITED NATIONS. KIOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK. CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. ACESSO NA INTERNET, MAIO 2010: [WWW.UNFCCC.INT/RESOURCE/DOC/CONVKP/KPENG.HTML](http://www.unfccc.int/resource/doc/convkp/kpeng.html).
- UN (2002). UNITED NATIONS. RESOLUÇÃO ADOPTADA PELA ASSEMBLEIA-GERAL 57/254. DÉCADA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.
- UN (2005). UNITED NATIONS. UNITED NATIONS DECADE OF EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. INTERNATIONAL IMPLEMENTATION SCHEME. UNESCO. EDUCATION SECTOR. ED/DESD/2005/PI/01. ACESSO NA INTERNET, MAIO 2011: [HTTP://UNESDOC.UNESCO.ORG/IMAGES/0014/001486/148654E.PDF](http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654e.pdf).
- UNECE (2008). UNIÃO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DE EUNÁPOLIS. PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH EDUCATION. ACESSO NA INTERNET, MAIO 2011: [HTTP://WWW.UNECE.ORG/ENV/ESD/BACKGROUND.HTM](http://www.unece.org/env/esd/background.htm).
- UNESCO (1978). UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC, AND CULTURAL ORGANIZATION. CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL. TBILISSI (URSS). INF. FINAL. PARIS.
- UNESCO (2003). UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC, AND CULTURAL ORGANIZATION. UNITED NATIONS DECADE OF EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2005-2014 FRAMEWORK FOR THE INTERNATIONAL IMPLEMENTATION SCHEME. GENERAL CONFERENCE. 32ND SESSION. INFORMATION DOCUMENT. PARIS. UNESCO.
- UNGC (2013). UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT. RIO+20 TREATY ON HIGHER EDUCATION. COPERNICUS ALIANCE. ACESSO NA INTERNET, JULHO 2014: [HTTP://HETREATYRIO20.COM/WORDPRESS/WP-CONTENT/UPLOADS/2013/06/TREATY\\_RIO.PDF](http://hetreatyrio20.com/wp-content/uploads/2013/06/treaty_rio.pdf).
- UNRIC (2010). UNITED NATIONS REGIONAL INFORMATION CENTRE FOR WESTERN EUROPE. OBJECTIVOS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÉNIO. CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DA ONU. ACESSO NA INTERNET, MAIO DE 2011: [HTTP://WWW.UNRIC.ORG/PT/BOLETIM-DO-UNRIC](http://www.unric.org/pt/boletim-do-unric).
- VIEIRA, P. (2002). "CIMEIRA DE JOANESBURGO". REVISTA FÓRUM AMBIENTE. EDIÇÃO ESPECIAL Nº 85. PP.9-42.
- VIEIRA, P. (2003). "O ESTRAGO DA NAÇÃO". COLEÇÃO CADERNOS DE REPORTAGEM. PUBLICAÇÕES D. QUIXOTE. OUTUBRO. 1ªED. Nº 1. LISBOA.

## ANEXO

### Anexo I – Cronologia dos marcos mais importantes da Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável no mundo (242 a.C-2012)

242 a.C	Criadas no Oriente os Abhayanas, reservas para proteção de animais, pelo Imperador Asoka.
1281	Aprovada legislação que impedia os suínos de vaguearem nas ruas de Londres.
1357	Proibido por ordem real o despejo de lixo no rio Tamisa em Londres.
1535	Em Zurich foi proibida a morte de aves pequenas, devido à limpeza que faziam às árvores e ao deleite que davam ao homem com o seu canto.
1700	Instalados em Itália, em Finale, os primeiros processos ecológicos para travar os gases tóxicos libertados por uma fábrica de cloreto de mercúrio.
1775	Percival Pott relacionou fatores ambientais com o cancro, ao observar que os limpa-chaminés desenvolviam a doença por contacto prolongado com a fuligem.
1843	Criação da Manchester Association for the Prevention of Smoke na Grã-Bretanha.
1854	O Presidente Franklin Pierce dos Estados Unidos tentou convencer chefe Seattle, líder das tribos Duwamish e Suquamish a vender as suas terras. A resposta foi a famosa carta de Seattle que correu mundo, como exemplo sublime de consciência holística e ecológica. Um pequeno excerto da carta mostra o âmago da sua filosofia: <i>A terra não pertence ao homem, é o homem que pertence à terra, disso temos a certeza.</i>
1859	George Sinclair desenvolveu estudos de investigação científica em Inglaterra, na área da Biodiversidade, no Jardim Experimental de Woburn Abbey. Esta primeira experiência ecológica foi depois utilizada por Charles Darwin na sua Teoria da Origem das Espécies.
1900	Realizou-se em Inglaterra, em Londres, a Conferência sobre Proteção dos Animais, Aves e Peixes de África, onde foi aprovado o primeiro tratado mundial sobre esta matéria.
1902	1ª Convenção Internacional Relativa à Proteção de Certas Espécies Selvagens, Convenção de Paris, com o objetivo de proteger apenas aves úteis à agricultura, sobretudo insetívoras.
1915	A Comissão Canadense de Conservação estabeleceu que cada geração tem o direito ao capital natural, o que implica que ele deve ser garantido para transmissão às gerações futuras.
1923	Realizou-se o Congresso Internacional para Proteção da Natureza, em Paris, para proteção da natureza e uso racional dos recursos.

1933	Convenção de Londres, relativa à Conservação da Fauna e da Flora em Estado Natural, África, previu a criação de parques nacionais e a proteção de algumas espécies de fauna selvagem.
1940	Convenção de Washington para a Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Panorâmicas da América, que visou o estabelecimento de zonas protegidas e a proteção de espécies selvagens, inclusivamente das aves migradoras.
1941	Primeira Decisão da Jurisdição Internacional relativa ao Ambiente, a Sentença Arbitral no caso da Fundição de Trail, que declarou que um Estado não tem o direito de usar o seu território ou permitir o seu uso, de modo a que os fumos provoquem prejuízos noutro Estado.
1948	Realizou-se a Conferência da UNESCO em Fontainebleau. A consciência da destruição do ambiente leva a ONU a promover a criação da UICN.
1954	Convenção de Londres, para a Prevenção da Poluição do Mar pelos hidrocarbonetos.
1960	Devido à utilização da energia nuclear, cria-se regulamentação internacional, na Convenção de Paris, sobre a responsabilidade civil em matéria de prejuízo nuclear.
1962	Publicou-se o livro Primavera Silenciosa, de Rachel Carson.
1963	Na Convenção de Viena retoma-se a criação de regulamentação internacional sobre a responsabilidade civil em matéria de prejuízo nuclear e o Tratado de Moscovo vem proibir o ensaio de armas nucleares, à exceção dos ensaios subterrâneos.
1968	Nasce o Conselho para a Educação Ambiental no Reino Unido e cria-se o Clube de Roma.  O Conselho da Europa adota duas declarações de prevenção do ambiente: princípios de luta contra a poluição do ar e preservação dos recursos de água doces (Carta Europeia da Água). Em África surge a Convenção Africana sobre Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais.
1972	Realizou-se a Conferência Mundial do Meio Ambiente, em Estocolmo e publicou-se o Relatório do Clube de Roma, Os Limites do Crescimento Económico.  Apresentado o conceito de Ecodesenvolvimento por Ignacy Sachs com o intuito de criar uma base racional de crescimento económico, equidade social e prudência ecológica. Criou-se o PNUMA em Nairobi, o 1º Plano de Ação Mundial Sobre Ambiente e a adoção do lema <i>Uma Terra Só</i> .
1973	Ignacy Sachs constituiu o Centro Internacional de Pesquisa sobre Ambiente e Desenvolvimento.  Reúnem-se os representantes dos Estados-Membros – EM da UE no Conselho das Comunidades Europeias – CCE para a elaboração de um programa de ação sobre o ambiente, donde surge o 1º Programa Comunitário em Meio Ambiente e a Declaração do Conselho das Comunidades Europeias e dos Representantes dos Governos dos Estados Membros – CCERGEM reunidos no Conselho sobre o programa e execução de uma política de ação da CCE sobre o ambiente.
1975	A ONU e a UNESCO promoveram em Belgrado o Seminário Internacional de Educação Ambiental, donde saiu a Carta de Belgrado e foi criado o PIEA.

1976	Publicou-se o Manifesto do Partido Ecológico da Grã-Bretanha, relevando pela primeira vez a noção de sustentabilidade.
1977	Conferência de Tbilissi, URSS, 1ª Conferência Intergovernamental sobre EA, promovida pela UNESCO e PNUMA. Resultou a Declaração de Tbilissi, definiram-se objetivos e características de EA, estratégias e planos de desenvolvimento e implementação da EA no maior número de países.  Resolução do CCEREM (continuação e execução da política de ação da CCE sobre o ambiente).
1979	Conferência Geral da UNESCO, Paris, com atividades de EA e Conferência Geral do Clima, Genebra. A comunidade internacional debateu medidas para diminuir o CO <sub>2</sub> na atmosfera.
1980	Ignacy Sachs publicou o livro <i>Estratégia de Ecodesenvolvimento</i> onde explicita o conceito.  A UICN publicou <i>The World Conservation Strategy</i> .
1981	Lester Brown, criador do Worldwatch Institute, editou o documento <i>Construção de uma Sociedade Sustentável</i> .
1982	Realiza-se a Avaliação dos 10 Anos Pós-Estocolmo, em Nairobi, com organização do PNUMA. Aqui constitui-se uma CMMAD para elaborar um relatório sobre o estado global do ambiente.
1983	Constitui-se a CMMAD acima referida, chefiada por Gro Brundtland, à data Ministra do Ambiente da Noruega.  Resolução do CCEREM (continuação e execução da política de ação da CCE sobre o ambiente).
1985	23ª edição da Conferência Geral da UNESCO, Sófia. Foram tratadas questões sobre as recomendações de Tbilissi.  Produzida em Viena, em 1985, a Declaração para a Proteção da Camada de Ozono. Em 1987, 36 países subscreveram o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Empobrecem a Camada de Ozono, entre os quais, os maiores produtores de CFC. Em 1990, em Londres, 92 países acederam suspender a produção de CFC até 2000. Registam-se ainda reduções da camada de ozono em zonas densamente povoadas dos EUA, Europa e Ásia Central (Almeida, 2006:17).
1987	Publicado o relatório <i>Nosso Futuro Comum</i> , Gro Brundtland, que deu origem à disseminação mundial do conceito de 'Desenvolvimento Sustentável'.  Conferência Internacional sobre Educação Ambiental e Formação, em Moscovo, fomentada pela UNESCO e PNUMA. Foi proposta a Estratégia Internacional de Ação no Domínio da Educação e da Formação Ambientais para Década de 90, com a inclusão da EA nos programas escolares e a formação de recursos humanos em EA formal e não formal.  Resolução do CCEREM (continuação e execução da política de ação da CCE sobre o ambiente).
1988	Resolução do Conselho e dos Ministros da Educação, relativa à educação para o ambiente (Resolução nº 88/C 177/03, de julho de 1988) para reforçar a sensibilização do público para os problemas ambientais, através de ações adequadas no domínio da educação.

1990	<p>Conferência Mundial sobre Educação para Idosos, Jontien, Tailândia. Foi aprovada a Declaração Mundial sobre Educação para Todos: Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem, onde se responsabilizam as sociedades a respeitar a herança cultural, linguística e espiritual e promover a educação para todos, defender a causa justa social e proteger o ambiente.</p> <p>Publica-se o Livro Verde sobre Ambiente Urbano, CE, recurso para ações educativas nas cidades.</p>
1992	<p>Conferência da ONU para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio-92. Foram reescritos e redefinidos os princípios da Declaração de Tbilissi. O desenvolvimento é plenamente aceite pelos países e passou a ser visto como indispensável à melhoria da qualidade de vida, desde que fosse sustentável. Desta cimeira resultaram a Declaração do Rio de Janeiro sobre Ambiente e Desenvolvimento, Convenção sobre as Alterações Climáticas, Declaração de Princípios sobre Florestas, Convenção sobre Diversidade Biológica e a A21. A A21 cria condições para a promoção da EA, estabelecendo a ligação entre o DS e o envolvimento ativo dos indivíduos nas questões ambientais. A Carta da Terra viria a ser publicada em 2000 e aprovada em 2002.</p> <p>O Tratado de Maastricht ou <i>Tratado da União Europeia</i> foi assinado em Maastricht, na Holanda. Tinha como um dos seus objetivos o crescimento sustentável em relação ao ambiente (art. 2º), a inclusão de uma política de ambiente (art. 3º) com integração na definição e execução das outras políticas comunitárias e com decisões tomadas de forma mais próxima dos cidadãos.</p>
1993	Resolução do CCERGEM sobre o programa comunitário de política e ação sobre ambiente e DS.
1997	<p>Conferência Internacional sobre Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, Thessaloniki, Grécia. Resultou a Declaração de Thessaloniki. Reorienta-se a EA para a sustentabilidade.</p> <p>Assinada a Convenção-Quadro sobre Alterações Climáticas por mais de 150 países para redução do efeito de estufa até 2010. O Protocolo de Quioto foi aprovado mais tarde, em 2001, em Haia. Os EUA, o Canadá e a Austrália não ratificaram o protocolo.</p>
1998	Decisão do Parlamento e do Conselho relativa à revisão do programa da CE de política e ação de ambiente e desenvolvimento sustentável: Em Direção a um Desenvolvimento Sustentável.
2000	<p>3ª Conferência Europeia sobre Cidades Sustentáveis, em Hannover. Participaram 36 países para debater o estado das cidades e chegar a acordo sobre a implementação das cidades sustentáveis do séc. XXI. Assinou-se a Carta de Aalborg, cujo objetivo era o compromisso para a sustentabilidade das cidades europeias e implementação da A21L.</p> <p>Reunião Internacional de Especialistas em Educação Ambiental, Santiago de Compostela, UNESCO e Xunta de Galicia, donde saiu um documento com desafios para o novo milénio.</p>
2001	Proposta de Decisão do Parlamento Europeu e do Conselho, vigorou até 2010: Ambiente 2010: O Nosso Futuro, A Nossa Escolha.
2002	A ONU realizou a Conferência de Joanesburgo, Cimeira Mundial para o Desenvolvimento Sustentável ou Rio+10. Resultou uma Declaração Política e um Plano de Ação.
2004	Conferência para a elaboração do Plano Europeu de Ação em Ambiente e Saúde 2004-2010, Budapeste, com o objetivo de mitigar os efeitos das agressões ambientais sobre a saúde.



2006	12ª Conferência Mundial sobre as Alterações Climáticas, Nairobi, Quênia, direção da ONU.
2009	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas ou Conferência de Copenhaga – EPACOP15. Processo negocial da Convenção-Quadro das Alterações Climáticas.
2012	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro (Rio+20); Declaração da Iniciativa de Sustentabilidade para o Ensino Superior.

Fonte: Elaboração própria com base em: Kiss e Shelton (1994); UN (1997); UNESCO (1978; 2000) citado por Mousinho (2003); Teixeira (2003); Ramos-Pinto (2004); Almeida (2006).

## **METODOLOGIAS PARA ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE PÓLENES NO AR ATMOSFÉRICO**

METHODOLOGY FOR QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF POLLENS IN ATMOSPHERIC AIR

METODOLOGÍAS PARA ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE PÓLENES EN EL AIRE ATMOSFÉRICO

Pedro Rodrigues (prodrigues@ipg.pt)\*

Inês Lisboa (ines\_cpst@hotmail.com)\*\*

### **RESUMO**

O pólen é uma estrutura biológica produzida nas plantas superiores com semente, vital para a sua reprodução sexuada. Em consequência do processo reprodutivo, os pólenes podem desencadear reações alérgicas na população, tais como inflamação cutânea, conjuntivite, rinite alérgica e outra sintomatologia.

A elaboração de calendários polínicos permite aos clínicos ajustar os tratamentos médicos e possibilita que os pacientes possam adotar medidas profiláticas.

Em Portugal, o acompanhamento da evolução da concentração de pólenes na atmosfera e a sua previsão é realizada, desde 2004, pela Rede Portuguesa de Aerobiologia, a qual difunde um boletim semanal com as previsões polínicas.

Existem inúmeros métodos para o acompanhamento da concentração de pólenes no ar. Na Europa o método desenvolvido por Hirst é o mais utilizado para aplicação clínica, o qual apresenta algumas variantes, as quais pretendemos evidenciar e sistematizar neste trabalho.

**Palavras chave:** *aerobiologia, hirst, pólenes.*

### **ABSTRACT**

Pollen is a biological structure produced in higher plants with seeds that is vital to their sexual reproduction. As a result of the reproductive process, pollen can trigger allergic reactions in people such as skin inflammation, conjunctivitis, and allergic rhinitis, among other symptoms.

The development of pollen calendars allows clinicians to adjust medical treatments and simultaneously enables patients to take preventive actions.

In Portugal, the monitoring of pollen concentration in the atmosphere and its prediction has been carried out, since 2004, by the Portuguese Aerobiology Network, which broadcasts a weekly newsletter with the pollen forecasts.

There are a number of methods for monitoring the evolution of the pollen concentration in the air. In Europe, the Hirst method is the most often used for clinical application and has some variants which will be demonstrated and systematized in this article.

**Keywords:** *aerobiology, hirst method, pollen.*

## RESUMEN

El polen es una estructura biológica producida en las plantas superiores con semillas, vitales para su reproducción sexual. Como resultado del proceso de reproducción, el polen puede desencadenar respuestas alérgicas en la población, tales como inflamación de la piel, conjuntivitis, rinitis y otros síntomas alérgicos.

El desarrollo de los calendarios de polen permite a los médicos ajustar los tratamientos y permite a los pacientes tomar medidas preventivas.

En Portugal, el seguimiento de la evolución de la concentración de polen en la atmósfera y su predicción se lleva a cabo desde 2004 por la Red portuguesa de Aerobiología, que emite un boletín semanal con las previsiones de polen.

Hay numerosos métodos para el control de la concentración de polen en el aire. En Europa, el método desarrollado por Hirst es el más utilizado para la aplicación clínica, que tiene algunas variantes, que tenemos la intención de probar y sistematizar este trabajo.

**Palabras clave:** *aerobiología, hirst, el polen.*

\* Doutorado em Química. Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda.

\*\* Mestre em Sistemas Integrados de Gestão [AQS&RS]. Licenciada em Engenharia do Ambiente.

Submitted: 23th July 2015

Accepted: 18th April 2016

## INTRODUÇÃO

O pólen é uma estrutura biológica produzida nas plantas superiores com semente, gimnospérmicas e angiospérmicas, vital para a sua reprodução sexuada.

Em consequência do processo de polinização, principalmente no anemófilo, o pólen apresenta-se como um importante constituinte do ar atmosférico, em particular durante a primavera. Tal como muitos gases poluentes, de origem natural ou antropogénica, os pólenes são também muitas vezes designados de “poluentes biológicos”, os quais podem ser inócuos, caso não induzam reações alérgicas (Ribeiro e Abreu, 2014). Contudo, quando o sistema imunitário reage de forma exagerada à sua presença, surge um conjunto de sintomas como inflamação cutânea, rinite alérgica, frequentemente acompanhada de conjuntivite (Sicard *et al.*, 2011). O grau de severidade da alergia está dependente de vários fatores, como por exemplo a vegetação envolvente, as condições climáticas, o nível de urbanização e a sensibilidade dos indivíduos (D’Amato *et al.*, 2007; Peden e Reed, 2010).

Enquanto não se encontram meios eficazes para curar esta patologia e os tratamentos existentes apenas permitem aliviar os sintomas, o desenvolvimento dos estudos aerobiológicos constituem uma ferramenta importante na elaboração de calendários polínicos, os quais permitem conhecer o tipo de pólenes presentes na atmosfera e a sua quantidade, nas diferentes épocas do ano (Scheifinger *et al.*, 2013, Ribeiro e Abreu, 2014). Este conhecimento é útil na medida que permite aos clínicos ajustar os procedimentos e os tratamentos, permitindo aos pacientes adotar medidas profiláticas e planejar as suas atividades ao ar livre. A monitorização dos pólenes pode também contribuir para o planeamento urbano e paisagístico, nomeadamente para uma seleção mais equilibrada das plantas, que permitem contribuir para uma melhor qualidade de vida da população em áreas urbanizadas (Cariñanos e Casares-Porcel, 2011, Ribeiro e Abreu, 2014).

Em Portugal, o acompanhamento da evolução da concentração de pólenes na atmosfera e a sua previsão é, desde 2004, fornecida pela Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA), a qual difunde um boletim semanal com as previsões polínicas ([www.rpaerobiologia.com](http://www.rpaerobiologia.com)). A informação fornecida pode ser utilizada para acompanhar os processos de polinização e correlacionar as concentrações de pólenes com os sintomas alérgicos.

Existem inúmeros métodos para o acompanhamento da evolução da concentração de pólenes no ar. Na Europa, o método desenvolvido por Hirst é o mais frequentemente utilizado pelas diferentes redes aerobiológicas, o qual é também usado no Laboratório de Monitorização e Investigação Ambiental do Instituto Politécnico da Guarda. Esta metodologia apresenta algumas variantes, as quais pretendemos evidenciar e sistematizar neste trabalho.

## 1. METODOLOGIA

### 1.1. CAPTADOR VOLUMÉTRICO TIPO HIRST

O equipamento de amostragem de pólenes do ar atmosférico desenvolvido por Hirst (Hirst, 1952) baseia-se na aspiração de um volume conhecido de ar, com projeção das partículas (por exemplo grãos de pólen) sobre uma superfície viscosa. Este sistema de monitorização é amplamente utilizado pelos diversos grupos da *European Aeroallergen Network* (EAN), da qual a RPA faz parte. A sua ampla utilização deve-se a diversos fatores, nomeadamente ao facto de poder ser realizada uma amostragem horária e diária, apresentar uma metodologia de qualificação e quantificação bastante económica e permitir a simulação da inalação humana. Além do mais, o equipamento é de fácil utilização, eficiente e com requisitos mínimos de manutenção. Duas marcas comercializam atualmente captadores de partículas tipo Hirst. O *VPPS 2000* e *VPPS 2010* da Lanzoni (Lanzoni, s.r.l, Itália) e o *Burkard 7 day recording volumetric spore trap* (Burkard Manufacturing Co. Ltd, Reino Unido), que podem realizar a monitorização até uma semana, sem qualquer necessidade de manutenção.

O captador volumétrico tipo Hirst é constituído por três componentes essenciais. Uma bomba de vácuo, situada na parte inferior do equipamento, alimentada com uma corrente de 220 V ou com uma bateria de 12 V, capaz de efetuar a aspiração de um caudal constante de 10 L/min (14,4 m<sup>3</sup>/dia), volume similar ao inalado pelo sistema respiratório humano. A unidade de impacto compreende o bocal, um orifício de 14x2 mm, e um tambor, o qual é revestido por uma fita de poliéster (Melinex®) com uma largura de 19 mm, à qual as partículas aderem, devido à colocação de um meio com propriedades adesivas. Este tambor é colocado à frente do bocal de aspiração e roda a uma velocidade angular de 2 mm/h, ou seja 48 mm por dia, através de um mecanismo de relógio, demorando 7 dias a dar uma volta completa. O mesmo será dizer que o ar aspirado num dia impacta numa superfície de 912 mm<sup>2</sup> (48x19 mm) e que em teoria qualquer partícula presente no ar adere à superfície adesiva; embora, seja sabido que a eficiência é inferior a 100% e esteja dependente não só do tipo de adesivo usado, como também da dimensão da partícula. Atendendo a que o bocal tem uma dimensão de 2x14 mm, na verdade a área útil da superfície de impacto é de apenas 672 mm<sup>2</sup> (48x14 mm).

O equipamento é ainda constituído por um cata-vento que permite que a parte superior do captador se oriente de acordo com a direção do vento dominante, possibilitando que o bocal fique orientado na mesma direção mas, em sentido oposto ao do vento. Possui ainda uma proteção na parte superior que permite o resguardo do bocal da turbulência do vento e da precipitação.

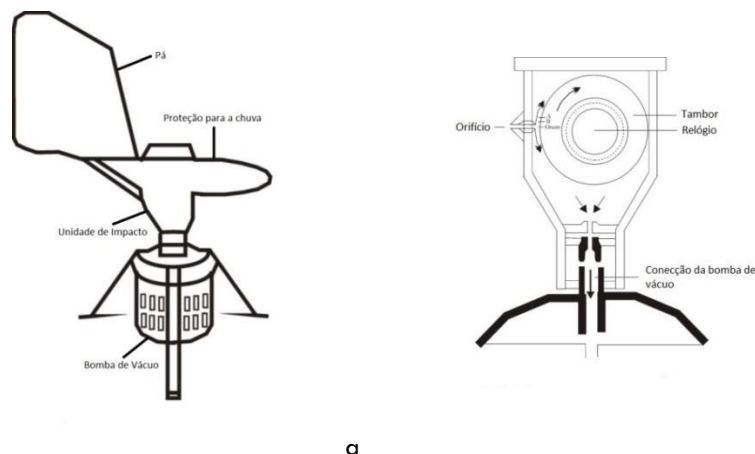


Figura 1 - Esquema do captador volumétrico tipo Hirst (a) e Corte esquemático da unidade de impacto (b) (Adaptado de Soldevilla *et al.*, 2007).

## 1.2. LOCALIZAÇÃO

A escolha do local de amostragem é um aspeto fundamental na análise polínica do ar atmosférico uma vez que pode condicionar o resultado final. Como tal, devem ser tomadas medidas cautelares na escolha do local de monitorização. O captador deve ser colocado numa superfície horizontal de fácil acesso e com condições de fixação do equipamento, tendo o cuidado de evitar a proximidade de fontes potenciais de pólenes ou esporos. Também deve ser escolhido um local em que não existam obstáculos, nomeadamente edifícios de grande dimensão, que perturbem o normal fluxo do ar, assim como é necessário ter atenção à altura do captador ao solo.

A amostragem é efetuada geralmente na cobertura de edifícios (Figura 2a), com uma altura superior às árvores presentes na zona envolvente. Embora não aconselhável, em casos pontuais e numa perspetiva de análise local, a amostragem pode ser efetuada ao nível do solo (Figura 2b). Neste caso, deve-se elevar o captador a pelo menos 1,5 m de altura do solo, de modo a guardar uma distância considerável sobre a vegetação rasteira que se encontra no local. Estudos apontam para uma diminuição da concentração de pólenes no ar com o aumento da altitude e com o aumento da altura de captação (Rodríguez, 2014).

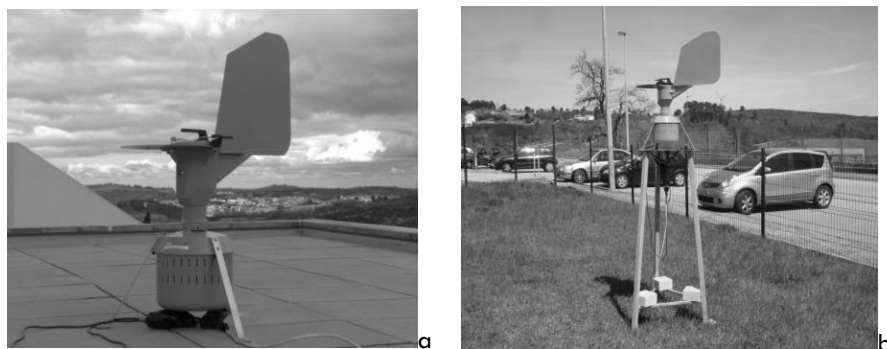


Figura 2 - Exemplo de um captador de pólenes do tipo Hirst colocado num telhado (a) e num suporte a 1,5 m do solo (b) no campus do IPG.

### 1.3. MEIOS DE CAPTURA

Existem vários meios que podem ser preparados para promover a captura/adesão dos pólenes à fita de Melinex<sup>®</sup>. Independentemente dos meios escolhidos, existem três características fundamentais que devem ser observadas: estabilidade térmica, higroscopia e compatibilidade com a montagem. O meio também deve ter a capacidade de impedir o crescimento de fungos e bactérias e ser transparente para possibilitar a observação ao microscópio ótico. A solução preparada pode conter um corante que possa facilitar a observação ao microscópio. De acordo com as características climatológicas do local de monitorização, deve-se proceder à escolha do meio adesivo mais adequado, em particular tendo em consideração a amplitude térmica do local. Aqui vamos apenas referir alguns dos meios disponíveis no mercado e que são dos mais usados pelas redes de aerobiologia, nomeadamente o Gelvatol<sup>®</sup>, o silicone, a vaselina e a glicerina.

#### 1.3.1. Gelvatol

O meio é preparado pela adição de 35 g de Gelvatol<sup>®</sup>, 100 ml de água destilada, 50 ml de glicerol e 2 g de fenol. Caso se pretenda, pode ser adicionada fucsina básica como agente corante. Adiciona-se a massa previamente pesada de Gelvatol<sup>®</sup> à água e deixa-se repousar. Posteriormente adiciona-se o glicerol e aquece-se ligeiramente a solução num agitador magnético. Por fim, adiciona-se o fenol, o qual tem como função impedir o crescimento de fungos e bactérias. Mistura-se a solução até ficar homogénea e coloca-se no frigorífico. A preparação deve ser executada numa câmara de fluxo, devido à toxicidade do fenol.

#### 1.3.2. Silicone/tetracloroeto de carbono (2%)

A preparação de 1000 ml da solução requer a pesagem de 20 g de fluido ou óleo de silicone (polidimetilsiloxano) e a dissolução em 980 ml de tetracloroeto de carbono. A espessura do filme é inferior a 3  $\mu\text{m}$  e apresenta boas características de adesividade entre os -20 °C e os 150 °C (Galán e Dominguez-Vilches, 1997). Esta solução é recomendada pela Rede de Aerobiologia Espanhola e Italiana e é também recomendada pela marca de equipamentos de monitorização Lanzoni. Uma vez que o tetracloroeto de carbono é uma substância carcinogénica e o seu uso foi proibido, o solvente foi substituído pelo dietil éter (Thibaudon, 2015).

### **1.3.3. Vaselina**

É um meio adesivo muito usado no México. A espessura da superfície adesiva é de 10 a 20  $\mu\text{m}$  e demonstra uma constante de adesividade entre os 20 °C e os 45 °C. A maior desvantagem é a perda de adesividade para temperaturas baixas (Comtois e Mandrioli, 1997) e o facto do meio se tornar mais fluido a partir dos 40 °C (Käpylä, 1989). A mistura é preparada por adição de 9 g de vaselina e 1 g de parafina em 100 ml de tolueno.

### **1.3.4. Glicerina/gelatina**

Este meio é muito usado no Canadá. A espessura do filme é de 100 a 150  $\mu\text{m}$  no momento da sua aplicação e diminui para 20 a 30  $\mu\text{m}$  quando perde grande parte da sua humidade. Tem como principal vantagem a boa qualidade ótica, essencial para a identificação dos pólenes (Comtois e Mandrioli, 1997). Na preparação deste meio são usadas 10 g de gelatina, 70 ml de glicerol, 60 ml de água destilada e 0,25 g de fenol (Käpylä, 1989).

Existem diversos estudos que comparam a eficácia de cada meio de adesão. Embora alguns meios tendam a subestimar a concentração de pólenes, a verdade é que a maioria dos estudos refere que as diferenças não são significativas (Comtois e Mandrioli, 1997; Galfin e Dominguez-Vilch, 1997), e decorrem essencialmente das condições climatéricas, nomeadamente da temperatura e da humidade, que influenciam as características de adesividade do meio. Contudo, apesar das diferenças não serem significativas, o facto de se utilizarem diferentes meios adesivos contribui para o erro associado, especialmente quando se efetuam análises comparativas de concentrações polínicas entre grupos que utilizam meios adesivos diferentes. É também de realçar que sendo a escolha do meio adesivo um elemento facilmente padronizável na técnica, o estabelecimento de um meio padrão poderá contribuir para a diminuição do erro geral associado aos dados aerobiológicos.

## **1.4. MONTAGEM DO TAMBOR**

Para a preparação do tambor, este deve ser colocado no suporte apropriado para o efeito (Figura 3) e limpo com etanol de modo a remover qualquer vestígio de anteriores utilizações. Coloca-se fita-cola dupla entre os dois traços pretos marcados lateralmente no tambor (Figura 4) e coloca-se a fita de Melinex®, de forma a que as extremidades não fiquem sobrepostas. Deve-se alinhar o início da fita com os traços pretos marcados lateralmente no tambor (Figura 4a). Após a colocação da fita, volta-se a limpar a superfície com etanol. Aplica-se o meio previamente preparado (Gelvatol®, por exemplo) em toda a superfície da fita, com a ajuda de um pincel.



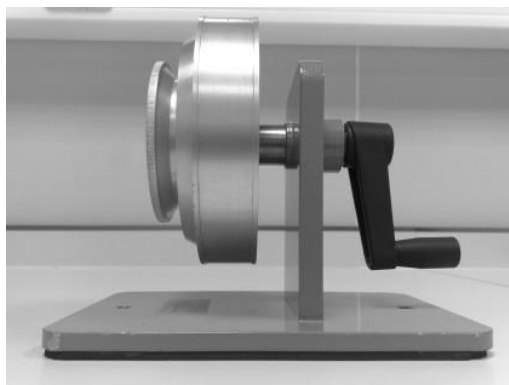


Figura 3 – Suporte para preparação da fita de Melinex® e colocação no tambor.

Posteriormente coloca-se o tambor no mecanismo temporizador, tendo o cuidado de alinhar a ranhura vermelha com a seta (Figura 4b). De seguida, coloca-se a estrutura completa no interior da armadilha. O ajuste do caudal de amostragem deve ser efetuado com um caudalímetro, devendo o mesmo ser regulado, através de um parafuso situado junto ao motor do equipamento, de modo a obter um fluxo de 10 L/min.

Decorridos os 7 dias de amostragem, efetua-se a troca do tambor por outro, previamente preparado em laboratório. O transporte deve ser efetuado dentro de uma caixa transportadora de forma a proteger a fita do meio exterior.

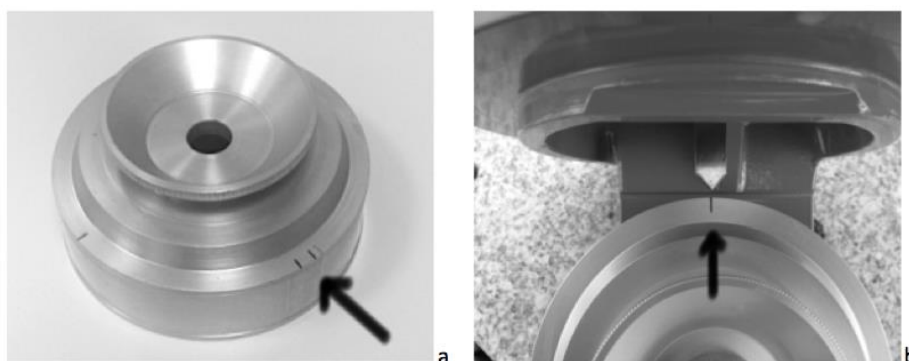


Figura 4 – Marcação no tambor dos traços pretos para a colocação da fita-cola dupla (a) e do traço vermelho para a sua colocação alinhada na armadilha (b).

## 1.5. PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS

Após os 7 dias de amostragem, procede-se à recolha da fita de Melinex® presente no equipamento. Com o auxílio de um pinça, retira-se a fita do tambor tendo em consideração a orientação de início e fim da fita. Coloca-se a fita sobre a régua de corte (Figura 5) fazendo coincidir o início da fita com a ponta do primeiro segmento. Com a utilização de um bisturi, ou

instrumento semelhante, corta-se a fita em segmentos de 48 mm, o que corresponde a um período de 24 horas.

Coloca-se cada um dos segmentos da fita, correspondente a cada um dos dias de amostra, numa lâmina devidamente identificada com a data de recolha. Deve ter-se em atenção que os segmentos da fita devem ser sempre colocados na mesma posição, de forma a garantir uma sequência na contagem. O início da fita deve ficar no lado esquerdo da lâmina. Posteriormente, coloca-se uma fina camada de meio adesivo (Gelvatol®, por exemplo) sobre a lâmina de modo a que a fita de Melinex® adira à lâmina. Também se pode optar por colocar uma gota de água. Posteriormente coloca-se umas gotas do mesmo meio adesivo sobre a fita de Melinex® e a lamela de vidro de 22x50 mm, pressionando-se de forma suave, homogeneizando a camada de solução colocada. Por fim, após a secagem e a selagem da lâmina com verniz transparente, a preparação está pronta para ser observada ao microscópio.



Figura 5 – Régua de corte em acrílico.

## 1.6. CONTAGEM DOS GRÃOS DE PÓLEN

Após a preparação da lâmina para observação ao microscópio é necessário proceder à identificação e contagem do número de grãos de pólen. Para tal é necessário um microscópio com uma ocular de ampliação de 10x e uma objetiva de 40x.

A identificação dos pólenes deve ser feita da forma mais exaustiva possível, agrupando-os em diferentes famílias, géneros ou se possível espécie (Figura 6). Para isso é fundamental ter como base uma palinoteca de referência e atlas de pólenes que ajudem a identificar cada grão de pólen. Quando aparecem pólenes em bom estado, mas para os quais não é possível realizar a identificação taxonómica, estes devem ser registados na categoria de “desconhecido”. Por outro lado, os pólenes que não possam ser identificados devido à sua degradação, destruição ou obstrução devem ser registados como “indeterminados”.

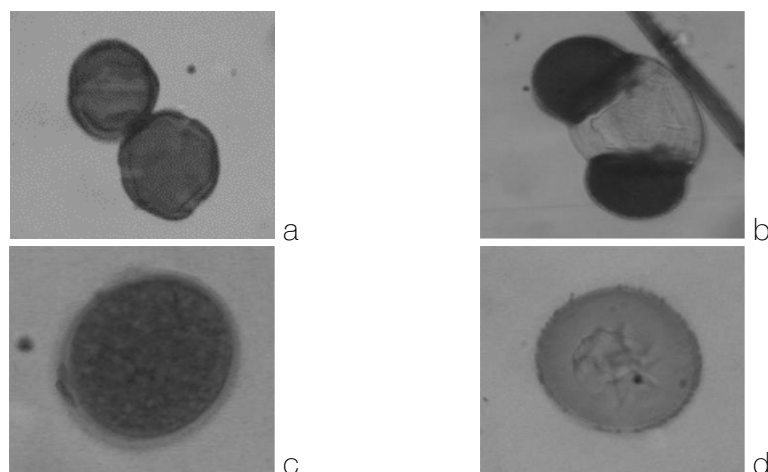


Figura 6 – Imagens exemplificativas de pólenes obtidos com microscópio ótico com ampliação de 400x de Carvalho (a), Pinheiro (b), Gramíneas (c), e Cipreste (d).

Para se obter a contagem total dos pólenes presentes na superfície da fita deveria ser realizada a contagem em toda a superfície da fita. Este procedimento leva a uma maior exatidão no resultado mas, a um consumo elevado de tempo. De modo a reduzir o tempo de contagem, com a menor perda possível de informação, foram propostos diversos métodos de contagem, todos eles baseados na diminuição da superfície analisada e assumindo que os pólenes estão uniformemente distribuídos pela superfície da fita. Essencialmente existem três métodos de contagem: vertical (foi muito usada na Suécia e Estados Unidos da América), horizontal (frequentemente utilizada na Europa central e ilhas britânicas), ou a escolha, aleatória ou sistemática, de campos de visão ao longo da fita, que foi muito utilizada na Finlândia (Käpylä e Penttinen, 1981). Atualmente existe, relativamente a esta questão, um consenso europeu quanto à melhor metodologia de quantificação, sendo a contagem horizontal a metodologia mais usada.

### 1.6.1. Contagem vertical

A leitura vertical efetua-se percorrendo 12 contagens bi-horárias, com início da contagem através da colocação da objetiva no início da fita e depois avançando 2 mm a fim de evitar os desníveis da borda do corte. Posteriormente deve-se avançar na fita, de 4 em 4 mm, a fim de perfazer as 12 contagens (Figura 7). Neste caso, ao analisar os 14 mm de largura da fita, num microscópio com ampliação de 400x, e considerando um diâmetro de campo de 0,45 mm, cada leitura vertical corresponde a uma área de 6,3 mm<sup>2</sup> (0,45 x 14 mm) e equivalente a 0,14 m<sup>3</sup> de ar analisado. Admitindo que são observadas 12 linhas verticais, a área analisada corresponde a 75,6 mm<sup>2</sup> (11,3% do total) e o volume de ar é de 1,7 m<sup>3</sup> (11,8% do total).

Este método possibilita, tal como outros, obter uma concentração média diária, permitindo também a comparação direta com os parâmetros meteorológicos. A contagem em intervalos de 4 mm pode levar à perda de eventos extremos, como picos de concentração, ou pelo contrário concentrações muito baixas. Por outro lado, uma vez que são efetuadas 12 leituras é necessário mais tempo para analisar a lâmina.

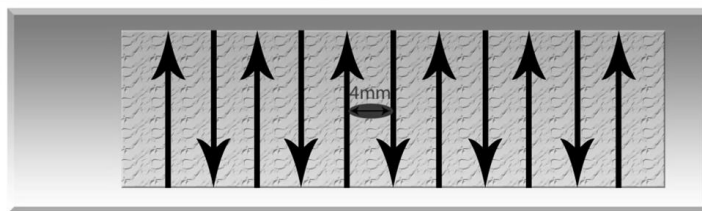


Figura 7 – Esquema de Leitura Vertical.

### 1.6.2. Contagem horizontal

A leitura horizontal efetua-se percorrendo, normalmente, 4 linhas longitudinais separadas por 2 mm (Figura 8). Neste caso, ao analisar os 48 mm da fita, correspondentes às 24 horas, e usando um microscópio com as mesmas características referidas no ponto anterior, cada leitura horizontal corresponde a uma área de 21,6 mm<sup>2</sup> (0,45 x 48 mm) e equivalente a 0,46 m<sup>3</sup> de ar analisado. Admitindo que são analisadas 4 linhas, a área analisada corresponde a 86,4 mm<sup>2</sup> (12,9% do total) e o volume de ar é de 1,8 m<sup>3</sup> (12,8% do total).

Na contagem horizontal, para além da leitura de 4 linhas horizontais marcadas numa folha de acetato, são também marcadas 24 linhas verticais, possibilitando uma contabilização horária, que fornece uma média de 24 horas. Além do mais, este método requer menos tempo na contagem de cada lâmina.

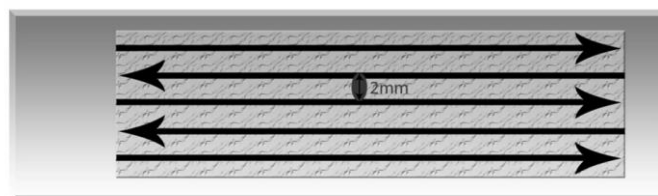


Figura 8 – Esquema de Leitura Horizontal.

## 1.7. CÁLCULO DA CONCENTRAÇÃO DE PÓLENES

Após a contagem é calculada a concentração de pólenes por m<sup>3</sup> de ar. Os cálculos a realizar para determinação da concentração de pólenes está dependente do tipo de contagem efetuada: vertical ou horizontal.

### 1.7.1. Contagem vertical

Considerando a área total da fita, igual a (48 mm x 14 mm), a área total de uma leitura transversal, igual a (14 mm x diâmetro de campo), e a leitura de 12 linhas, a área total é igual a (14 mm x

diâmetro de campo)  $\times 12$ . Assim, a fração da área total contabilizada neste tipo de contagem é dada pela seguinte relação:

$$\frac{(14 \text{ mm} \times \text{diâmetro de campo}) \times 12}{48 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}} \quad (1)$$

Considerando N o número de pólenes contabilizados e um volume total de  $14,4 \text{ m}^3$  a concentração de grãos de pólenes/ $\text{m}^3$  é dada pela seguinte equação:

$$N \times \frac{48 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}}{(14 \text{ mm} \times \text{diâmetro de campo}) \times 12 \times 14,4 \text{ m}^3} \quad (2)$$

De forma simplificada, a concentração pode ser dada pela seguinte expressão:

$$N \times \frac{0,28}{\text{diâmetro de campo}} \quad (3)$$

### 1.7.2. Contagem Horizontal

Tendo em consideração os pressupostos anteriores, com exceção da área total de uma leitura transversal, que é dada por  $(48 \text{ mm} \times \text{diâmetro de campo})$ , e considerando que se efetua a leitura de 4 linhas, a área total é dada pela relação  $(48 \text{ mm} \times \text{diâmetro de campo}) \times 4$ . A fração da área total contabilizada neste tipo de contagem é igual a:

$$\frac{(48 \text{ mm} \times \text{diâmetro de campo}) \times 4}{48 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}} \quad (4)$$

Considerando N o número de pólenes contabilizados nas 4 linhas lidas e um volume total igual a  $14,4 \text{ m}^3$ , a concentração de grãos de pólenes/ $\text{m}^3$  é dada pela seguinte equação:

$$N \times \frac{48 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}}{(48 \text{ mm} \times \text{diâmetro de campo}) \times 4 \times 14,4 \text{ m}^3} \quad (5)$$

De forma simplificada, a concentração pode ser determinada pela expressão:

$$N \times \frac{0,24}{\text{diâmetro de campo}} \quad (6)$$

## CONCLUSÕES

A monitorização qualitativa e quantitativa de pólenes é uma metodologia que nos permite caracterizar e avaliar a qualidade aerobiológica do ar de uma região, de uma cidade ou de um espaço físico limitado. Permite ainda que, do ponto de vista alergológico possam ser desencadeadas previsões polínicas que são de grande utilidade sob o ponto de vista clínico, especialmente para a população mais sensível à presença de pólenes no ar atmosférico.

A monitorização de pólenes está inevitavelmente associada a alguns erros que decorrem da própria metodologia de amostragem, desde logo porque o volume de amostra (14,4 m<sup>3</sup>/dia) é muito reduzido e porque a área exposta a esse volume é também diminuta (672 mm<sup>2</sup>). Mas, erros significativos podem também surgir pela escolha errada da localização para a amostragem, a seleção do meio adesivo para cobrir a superfície da fita ou do modo de contagem dos pólenes. Estas variáveis devem ser ponderadas tendo em consideração os objetivos do estudo, a área geográfica e as condições climáticas da mesma.

Em relação à localização, a existência de barreiras na zona envolvente e de fontes consideráveis de pólenes, devem ser equacionadas, garantindo-se que a captação dos pólenes seja efetuada a uma altura apropriada aos objetivos do estudo. Caso se pretenda uma caracterização global da concentração dos pólenes no ar atmosférico, o equipamento deve estar localizado em zonas mais elevadas, como por exemplo em estudos clínicos. Pelo contrário, se o objetivo é realizar estudos mais localizados, com um raio de ação mais limitado, por exemplo, em parcelas agrícolas, então a recolha pode ser efetuada a alturas mais baixas (entre 1,5 e 2 m).

A escolha do meio de adesão é também um fator importante e que pode influenciar os resultados obtidos. Atendendo às condições climáticas de Portugal e da Guarda em particular, com temperaturas baixas no inverno e elevadas no verão, o meio mais aconselhável é o silicone (utilizado, por exemplo pela rede espanhola de aerobiologia), embora o Gelvatol seja também um meio adesivo capaz de garantir um bom desempenho. Relativamente à metodologia a adotar para a contagem dos pólenes, e apesar da contagem vertical e horizontal apresentarem resultados comparáveis na maioria das situações, na verdade, a contagem horizontal é a mais utilizada na Europa, uma vez que o dispêndio de tempo é menor.

Atendendo às variáveis aqui referidas e tendo em conta a necessidade de comparação de resultados, entre as equipas que trabalham nesta área, seria uma mais valia que as diferentes redes aerobiológicas estabelecessem regras, nomeadamente para o meio de adesão a utilizar, a metodologia de contabilização dos pólenes e a altura a que se realizam as amostragens.

## REFERÊNCIAS

- CARIÑANOS, P., CASARES-PORCEL, M. (2011); "URBAN GREEN ZONES AND RELATED POLLEN ALLERGY: A REVIEW. SOME GUIDELINES FOR DESIGNING SPACES WITH LOW ALLERGY IMPACT"; LANDSCAPE AND URBAN PLANNING, 101, 205-214.
- COMTOIS, P., MANDRIOLI, P. (1997); "POLLEN CAPTURE MEDIA: A COMPARATIVE STUDY"; AEROBIOLOGIA, 13, 149-154.
- D'AMATO, G., CECCHI, L., BONINI, S., NUNES, C., MAESANO, I. A., BEHRENDT, H., LICCARDI, G., POPOV, T., CAUWENBERGE, P. V. (2007); "ALLERGENIC POLLEN AND POLLEN ALLERGY IN EUROPE"; ALLERGY, 62, 976-990.

- GALÁN, C., DOMINGUEZ-VILCHES, E. (1997); "THE CAPTURE MEDIA IN AEROBIOLOGICAL SAMPLING"; *AEROBIOLOGIA*, 13, 155-160.
- GALFIN, C., DOMINGUEZ-VILCH (1997); "THE CAPTURE MEDIA IN AEROBIOLOGICAL SAMPLING"; *AEROBIOLOGIA*, 13, 155-160.
- HIRST, J. M. (1952); "AN AUTOMATIC VOLUMETRIC SPORE TRAP. *ANNALS OF APPLIED BIOLOGY*"; 39, 257-265.
- KÄPYLÄ, M. (1989); "ADHESIVES AND MOUNTING MEDIA IN AEROBIOLOGICAL SAMPLING"; *GRANA* 28, 215-218.
- KÄPYLÄ, M., PENTTINEN, A. (1981); "AN EVALUATION OF THE MICROSCOPICAL COUNTING METHODS OF THE TAPE IN HIRST-BURKARD POLLEN AND SPORE TRAP"; *GRANA*, 20, 131-141.
- PEDEN, D., REED, C. E. (2010); "ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL ALLERGIES"; *JOURNAL OF ALLERGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY*, 125, 150-160.
- RIBEIRO, H., ABREU, I. (2014); "A 10-YEAR SURVEY OF ALLERGENIC AIRBORNE POLLEN IN THE CITY OF PORTO (PORTUGAL)"; *AEROBIOLOGIA*, 30 (3), 333-344.
- RODRIGUEZ, S. F., MOLINA, R. T., MANZANO, J. M. M., PALACIOS, I. S., GARIJO, I. S. (2014); "A COMPARATIVE STUDY ON THE EFFECTS OF ALTITUDE ON DAILY AND HOURLY AIRBORNE POLLEN COUNTS"; *AEROBIOLOGIA*, 30, 257-268.
- SCHEIFINGER, H., BELMONTE, J., BUTERS, J., CELENK, S., DAMIALIS, A., DECHAMP, C., ET AL. (2013); "MONITORING, MODELLING AND FORECASTING OF THE POLLEN SEASON. IN M. SOFIEV & K.-C. BERGMANN (Eds.)"; *ALLERGENIC POLLEN*. NETHERLANDS: SPRINGER.
- SICARD P., LESNE, O., ALEXANDRE, N., MANGIN, A., COLLOMP, R. (2011); "AIR QUALITY TRENDS AND POTENTIAL HEALTH EFFECTS AND DEVELOPMENT OF AN AGGREGATE RISK INDEX"; *ATMOSPHERIC ENVIRONMENT*, 45, 1145-1153.
- SOLDEVILLA, C., GONZÁLEZ, P., TENO, P., VILCHES, E. (2007); "MANUAL DE CALIDAD Y GESTIÓN DE LA RED ESPAÑOLA DE AEROBIOLOGÍA"; CÓRDOBA, SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.
- THIBAUDON, M., GALÁN, C., LANZONI, C., MONNIER, S. (2015); "VALIDATION OF A NEW ADHESIVE COATING SOLUTION: COMPARATIVE STUDY OF CARBON TETRACHLORIDE AND DIETHYL ETHER"; *AEROBIOLOGIA*, 31, 57-62.

## **SUBPRODUTOS E DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO VINÍCOLA PARA A OBTENÇÃO DE NUTRACÊUTICOS**

WINE PRODUCTION BYPRODUCTS AND WASTE IN OBTAINING NUTRACEUTICALS

SUBPRODUTOS Y DESPERDÍCIOS DE LA PRODUCCIÓN VINÍCOLA PARA LA OBTENCIÓN DE NUTRACÊUTICOS

Carla Sousa (sousasil@ufp.edu.pt)\*

Ana Filipa Pereira (22943@ufp.edu.pt)\*\*

Ana F. Vinha (acvinha@ufp.edu.pt)\*\*\*

Ana Nunes (acbnunes@gmail.com)\*\*\*\*

### **RESUMO**

Atualmente, a União Europeia encoraja o uso de subprodutos agro-alimentares como forma de obtenção de nutracêuticos, tais como proteínas, fibras, polissacarídeos, fitoquímicos, entre outros. A reutilização destes subprodutos pode passar pela produção de ingredientes funcionais, com aplicação na indústria alimentar, farmacêutica e cosmética. Os polifenóis apresentam diferentes propriedades fisiológicas associadas aos diferentes grupos

de compostos bioativos, tais como antioxidante, cardioprotetora, anticarcinogénica, anti-inflamatória, antimicrobiana. O benefício do consumo de vinho tinto é já reconhecido, sendo este associado à presença de certos compostos polifenólicos, tais como resveratrol, quercetina e catequina; no entanto, estes não são suficientes para caracterizar o vinho como alimento funcional. Por esse motivo, o interesse por ingredientes funcionais com base em extratos de vinho de uva e de videira (subprodutos e desperdícios da produção vinícola), tem vindo a aumentar, fomentando o conceito de sustentabilidade.

**Palavras-chave:** nutracêuticos, subprodutos, sustentabilidade, uva, extratos da videira, polifenóis, atividades biológicas.

### **ABSTRACT**

Currently, the European Union encourages the use of agro-alimentary by-products as a way to obtain nutraceuticals, such as proteins, fibers, polysaccharides, and phytochemicals. Reuse of these by-products can include the production of functional ingredients, with further applications in food, pharmaceutical and cosmetic industries. The polyphenols have different physiological properties associated with the different groups of bioactive compounds, which can have antioxidant, cardioprotective, anticarcinogenic, anti-inflammatory, and/or antimicrobial properties. The benefits of red wine consumption have already been recognized, generally associated with the presence of certain polyphenolic compounds, such as resveratrol, quercetin and catechin, although these do not suffice to characterize wine as a functional food. For this reason the interest in functional ingredients based on grape wine and grapevine extracts (by-products and waste of the wine production) has recently increased, supporting the concept of sustainability.

**Keywords:** nutraceuticals, by-products, sustainability, grape, wine and vine extracts, polyphenols, biological activities.

### **RESUMEN**

En la actualidad, la Unión Europea fomenta el uso de los productos agroalimentarios como una forma de obtener nutracéuticos, tales como proteínas, fibra, polisacáridos, fitoquímicos, entre otros. La reutilización de estos subproductos puede pasar a través de la producción de ingredientes funcionales, con



aplicación en la industria cosmética alimentaria, farmacéutica y cosmética. Los polifenoles exhiben diferentes propiedades fisiológicas asociadas a los diferentes grupos de compuestos bio-activos, tales como antioxidante, cardioprotector, anticancerígeno, antiinflamatorio, antimicrobiano. Los beneficios del consumo de vino tinto ya se conoce, que se asocia con la presencia de ciertos compuestos polifenólicos, tales como el resveratrol, la quercetina y la catequina, sin embargo, éstos no son suficientes para caracterizar al vino como alimento funcional. Por esta razón, el interés por ingredientes funcionales a base de extractos de vino y uva (subproductos y residuos procedentes de la producción de vino), se ha incrementado, fomentando el concepto de sostenibilidad.

**Palabras clave:** *nutracéuticos, productos, sostenibilidad, uva, extractos de uva, los polifenoles, actividades biológicas.*

\* Professora Associada da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa, Porto Portugal /Investigador colaborador do REQUIMTE/ Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto /Investigador colaborador do FP-ENAS ((Unidade de Investigação UFP em Energia, Ambiente e Saúde), CEBIMED (Centro de Estudos em Biomedicina), Fundação Fernando Pessoa), Porto, Portugal.

\*\*Aluna Finalista do Mestrado em Ciências Farmacêuticas, da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

\*\*\* Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa, Porto Portugal /Membro colaborador do REQUIMTE/LAQV Departamento de Ciências Químicas, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, /Investigador colaborador do FP-ENAS ((Unidade de Investigação UFP em Energia, Ambiente e Saúde), CEBIMED (Centro de Estudos em Biomedicina), Fundação Fernando Pessoa), Porto, Portugal.

\*\*\*\* Investigador colaborador do REQUIMTE/ Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto.

Submitted: 29th July 2015

Accepted: 19th April 2016

## **INTRODUÇÃO**

Nutracêutico tem origem nas palavras “nutritivo” e “farmacêutico” e corresponde a um alimento ou ingrediente que desempenhe um papel importante na modificação ou manutenção da função fisiológica normal, de forma a otimizar a saúde do indivíduo que o consome (Zeisel, 1999; Das *et al.*, 2012; Ullah *et al.*, 2015). Os nutracêuticos ajudam a combater problemas de saúde, tais como obesidade, doenças cardiovasculares, cancro, diabetes e osteoporose (Das *et al.*, 2012). Desta forma, o consumidor atual procura alternativas ou complementos aos tratamentos médicos, sendo os nutracêuticos particularmente apetecíveis, pois promovem, em simultâneo, a saúde e uma dieta mais equilibrada, para além de serem economicamente mais acessíveis (Chauhan *et al.*, 2013).

## **PRODUÇÃO DE VINHO**

A produção mundial de vinho é superior a 68 milhões de toneladas. Em Portugal, onde o vinho é um produto de elevado valor social, económico e cultural, são anualmente produzidas em média 945 000 toneladas de uvas, sendo 80% das colheitas utilizadas na produção vinícola (Fernandes *et al.*, 2013; Infovini, 2014; Instituto Da Vinha e Do Vinho, 2014). Embora a área mundial de vinhas tenha tido um pequeno decréscimo nas últimas duas décadas, a produção de uvas aumentou, o que resultou de um incremento da produtividade média. O continente Europeu continua como principal produtor mundial, mas tem vindo a diminuir a sua produtividade, enquanto a Ásia, que era o terceiro continente nos anos noventa, atingiu uma posição superior em 2008/10, passando para o segundo lugar (Mello, 2012). Com exceção da Europa, todos os demais continentes apresentaram aumento da produção de uvas, mais concretamente, a Oceânia e o continente Africano.

## **COMPOSIÇÃO DA UVA E DO VINHO**

Os componentes maioritários da uva são os açúcares, ácidos orgânicos e polifenóis, responsáveis pelas características organoléticas do vinho (Lardos & Kreuter, 2000). No entanto, do ponto de vista farmacológico, os mais representativos são os polifenóis. Aproximadamente 10% de compostos fenólicos são extraídos da polpa, 28-35% da pele e 60-70% das sementes, sendo que nestas últimas a concentração de polifenóis pode variar de 5% a 8% em massa (Çetin & Sa dýç, 2009). Os polifenóis dividem-se em duas famílias principais, os flavonoides e os não flavonoides (Çetin & Sa dýç, 2009; Lorrain *et al.*, 2013), e estes últimos, por sua vez, subdividem-se em outros subgrupos, como se pode verificar na figura 1.

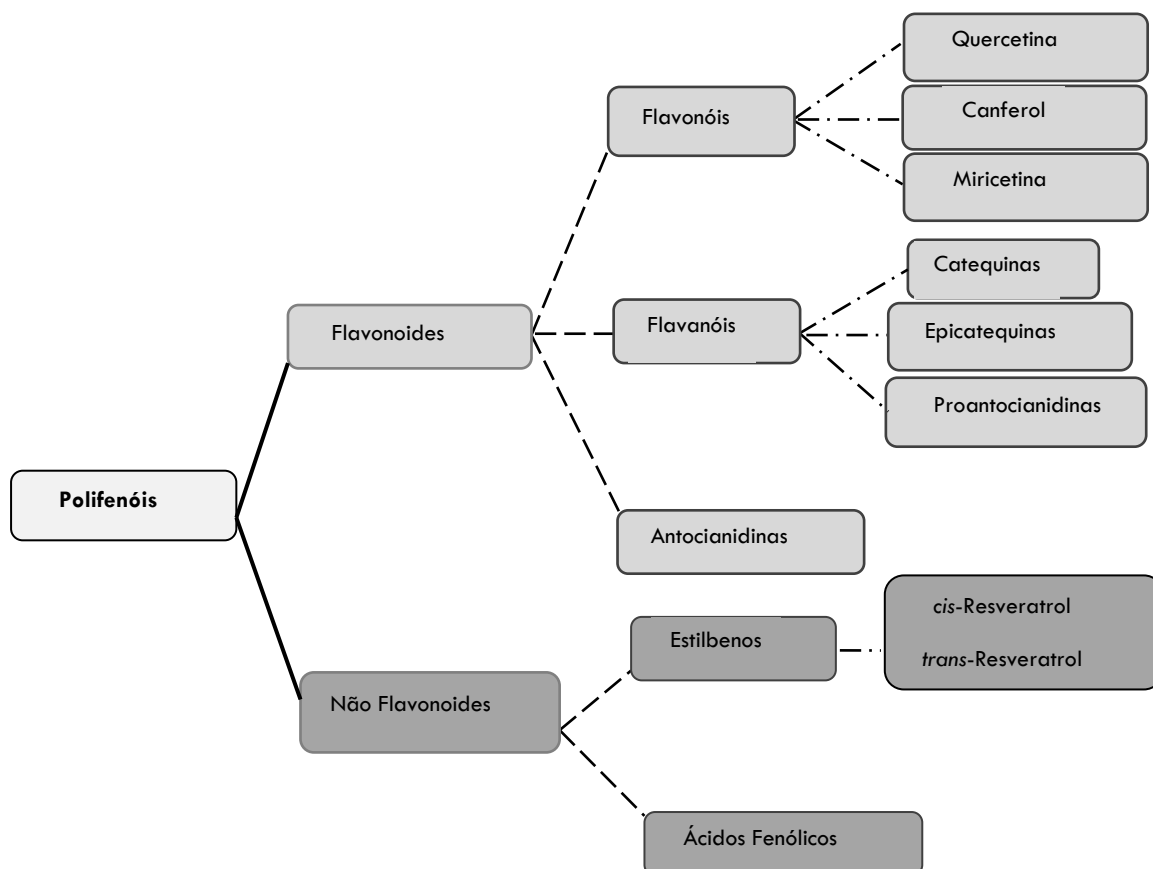


Figura 1 - Classes e subclasses de compostos fenólicos presentes na videira e na uva (adaptado de Anastasiadi et al., 2009; Lardos & Kreuter, 2000).

Relativamente à estrutura química, os compostos fenólicos podem ser simples e ter como base um único anel aromático de baixa massa molecular, ou podem ser complexos de elevada massa molecular (Lorrain *et al.*, 2013). De uma maneira geral, todos os polifenóis contribuem para a estabilidade oxidativa e propriedades organoléticas de todos os alimentos vegetais edíveis (Lorrain *et al.*, 2013; Vinha *et al.*, 2014).

Os flavonoides têm como estrutura base  $C_6-C_3-C_6$ , composta por três anéis. De acordo com o grau de insaturação do anel C e dos seus respectivos substituintes, os flavonoides podem ser divididos em várias classes, sendo os flavonóis, os flavanóis e as antocianinas (3-*O*-monoglicosídeos ou 3,5-*O*-diglicosídeos das antocianidinas malvidina, cianidina, peonidina, delphinidina ou pelargonidina) os que se encontram maioritariamente presentes na constituição da vinha ou do vinho (Lorrain *et al.*, 2013).

Segundo Bravo (1998) os flavonoides podem ser subdivididos em diferentes subclasses: chalconas, di-hidrochalconas, auronas, flavonas (*ex.*: apigenina, luteolina, diosmetina), flavonóis (*ex.*: quercetina, miracetina, canferol), di-hidroflavonóis, flavanonas (*ex.*: naringina, hesperidina), flavanóis, flavandiois, antocianidinas, isoflavonas (*ex.*: genisteína, daizdeína) e proantocianidinas. Os glicosídeos são formados por flavonoides ligados a resíduos de açúcares. Embora a

configuração mais frequente seja constituída por uma molécula de D-glucose unida com a cadeia principal flavonoide nas posições 3 ou 7, também é possível encontrar estes compostos associados a outros açúcares, nomeadamente, D-galactose, L-ramnose, L-arabinose, D-xilose ou ácido D-glucorónico (Georgiev *et al.*, 2014). Os principais flavonóis presentes na uva são canferol, quercetina e miricetina, cuja estrutura se apresenta na figura 2 (Çetin & Sa dýç, 2009).

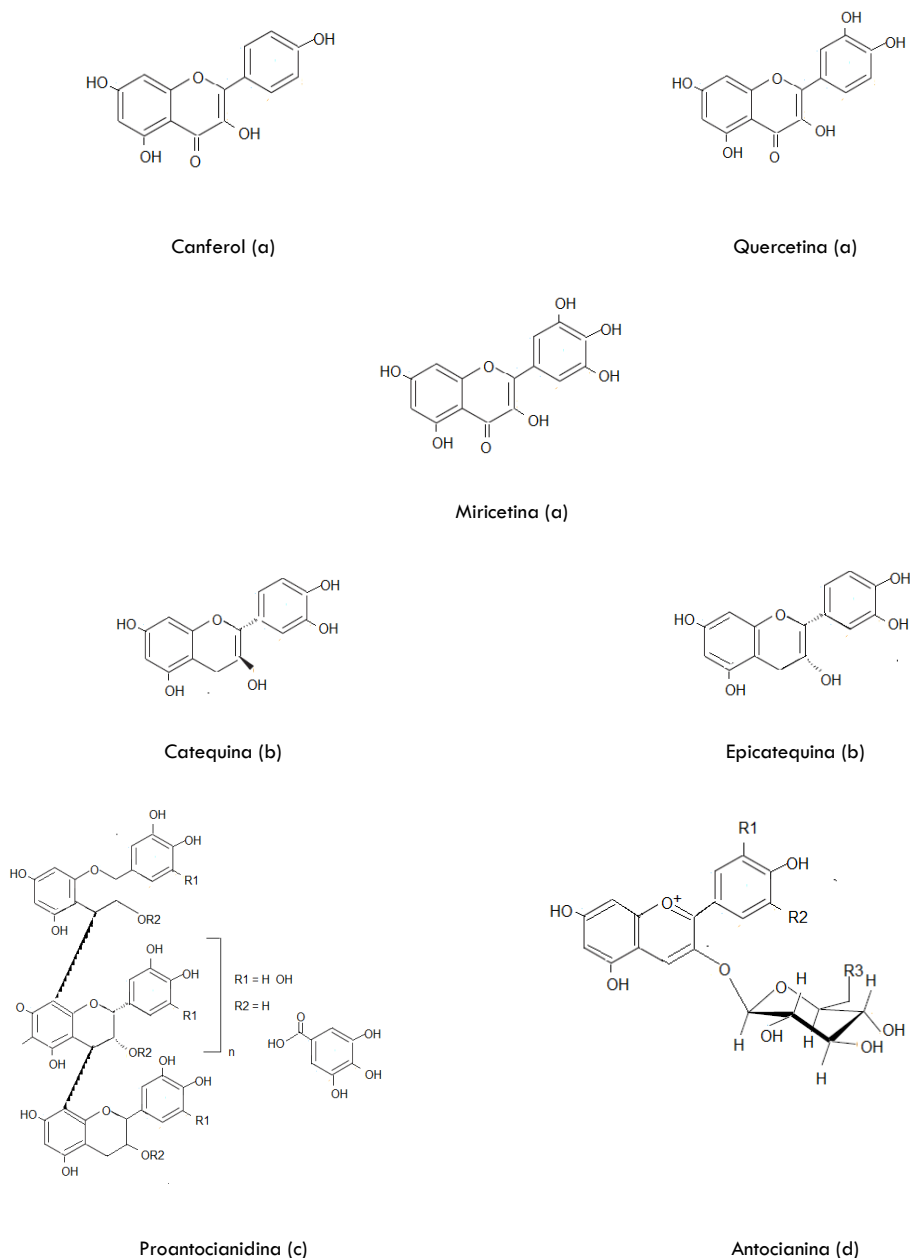


Figura 2 - Estrutura química dos principais flavonóis (a), flavanóis (b), proantocianidinas (c) e antocianinas (d), presentes na uva (adaptado de Çetin & Sa dýç, 2009; Kennedy, 2008).

A quercetina (3,5,7,3'-4'- penta-hidroxiflavona) é o principal flavonoide presente na dieta humana e o seu consumo diário estimado varia entre 50 e 500 mg (Behling *et al.*, 2004). Dentro deste grupo complexo, os principais constituintes presentes na uva são os monómeros de catequina e epicatequina, e os oligómeros ou polímeros denominados proantocianidinas (figura 2), sendo

que estas últimas quando aquecidas em soluções ácidas libertam antocianidinas, cuja estrutura varia de acordo com o grau de polimerização e com a posição da ligação dos monómeros (Çetin & Sa dýç, 2009; Lorrain *et al.*, 2013). As proantocianidinas são o maior grupo de compostos fenólicos existentes nas sementes e casca da uva, enquanto as antocianidinas são responsáveis pela cor, não manifestando qualquer tipo de toxicidade, revelando-se especialmente atrativas como substitutos naturais de pigmentos e antioxidantes sintéticos. Para além disto, podem ser utilizadas como marcadores químicos de espécie. No entanto, a catequina é o polifenol predominante no vinho tinto (Bueno *et al.*, 2012).

Um subgrupo dos compostos fenólicos não flavonoides presentes no vinho de uva e na videira são os ácidos fenólicos, compostos por apenas um anel aromático derivado dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico (Çetin & Sa dýç, 2009). Os ácidos hidroxicinâmicos baseiam-se numa estrutura base C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> e foram identificados em pequenas quantidades na sua forma livre, encontrando-se principalmente esterificados com o ácido tartárico. No entanto, os ácidos hidroxibenzóicos apresentam uma estrutura C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>, com um anel benzénico que, de acordo com o substituinte, dá origem a ácidos diferentes (Lorrain *et al.*, 2013).

Uma outra classe de compostos não flavonoides são os estilbenos, sendo o resveratrol um dos principais compostos biologicamente ativos presentes não só no vinho, como noutros alimentos. Na uva, o resveratrol é sintetizado naturalmente sob duas formas isoméricas: *trans*-resveratrol (*trans*-3,5,4'-trihidroxiestilbeno) e *cis*-resveratrol (*cis*-3,5,4'- tri-hidroxiestilbeno) (Stervbo *et al.*, 2007). As concentrações de cada um dos isómeros variam dependendo das castas, da origem geográfica, do tipo de vinho, das práticas enológicas, das condições climáticas e do grau de contaminação provocado pelo *Botrytis cinérea* (fungo responsável pelo apodrecimento das uvas) (Mendoza *et al.*, 2013).

Compostos como o resveratrol, quercetina, catequinas e proantocianidinas demonstram diversas atividades biológicas, destacando-se as propriedades cardioprotetoras, anticancerígenas, anti-inflamatórias e antimicrobianas, devido principalmente à sua atividade antioxidante (Lorrain *et al.*, 2013).

No vinho tinto, a quantidade de polifenóis é seis vezes superior à existente no vinho branco, dado que o sumo da uva tinta permanece por mais tempo em contato com as sementes e a pele das uvas (Yoo *et al.*, 2010). Os principais compostos fenólicos do vinho tinto são os taninos (hidrolisáveis e condensados) e as antocianidinas, enquanto os do vinho branco são ácidos fenólicos derivados dos ácidos hidroxicinâmicos e, em menor quantidade, os flavanóis, como os mais representativos (Kennedy, 2008).

## **1. SUBPRODUTOS E DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO VINÍCOLA**

Durante a produção de vinho são formados inúmeros subprodutos, que atualmente têm pouca aplicação, a não ser como fertilizantes. No entanto, dada a sua elevada riqueza em polifenóis, estes subprodutos podem ser reaproveitados e incorporados em alimentos, como ingredientes funcionais (Crespo & Brazinha, 2010).

As atuais políticas da União Europeia promovem a prevenção dos desperdícios alimentares, a bioeconomia e a inovação, de forma a melhorar o aproveitamento dos recursos biológicos (Baiano, 2014). Deste modo, ao utilizar os subprodutos e desperdícios da vinha, para além de rentabilizar produtos secundários, minimiza-se o impacto ambiental gerado pelas grandes quantidades de resíduos da indústria vinícola (Baiano, 2014; Monagas *et al.*, 2006).

O bagaço é o principal produto secundário da produção de vinhos, constituído por cascas de uva, sementes, engaços e folhelhos (pedúnculo da uva). Devido à elevada quantidade de polifenóis no bagaço, este tem sido alvo de diversos estudos, no sentido de otimizar o processo de extração e consequente isolamento dos compostos bioativos (Monagas *et al.*, 2006). A videira (*Vitis vinifera*) é uma planta com elevada riqueza de compostos fenólicos, distribuídos maioritariamente na casca > polpa > folha de videira > sementes da uva (Xia *et al.*, 2010).

As proantocianidinas estão dispersas por todo o cacho de uva, no entanto, encontram-se mais concentradas nas sementes (~90%) (Çetin & Sa dýç, 2009; Lorrain *et al.*, 2013; Monagas *et al.*, 2006). Por sua vez, as antocianidinas são o maior grupo de pigmentos fenólicos, responsáveis pela coloração vermelha, roxa e azul dos frutos, folhas e flores e predominam nas cascas das castas de uvas tintas (Bueno *et al.*, 2012; European Medicines Agency, 2010; Lorrain *et al.*, 2013; Monagas *et al.*, 2006). Também pelas suas propriedades corantes, as antocianidinas podem ser usadas como aditivos alimentares naturais, isentas de toxicidade e aprovadas pela legislação Portuguesa (E163 – Antocianidinas) (Decreto de Lei Nº 259/2000), em que as suas tonalidades variam com a acidez do meio e com a presença de componentes diversos como, p. ex., os sais metálicos. Segundo a Farmacopeia Francesa, as folhas secas de videira contêm até 4% de polifenóis totais e 0,2 % de antocianidinas. Os flavonoides estão presentes em cerca de 3,5% nas folhas vermelhas e em 4-5% nas folhas verdes e incluem compostos como canferol-3-*O*-glucosido, quercetina-3-*O*-glucosido ou derivados glucoronídeos, como por exemplo, quercetina-3-*O*- $\beta$ -D-glucuronídeo, isoquercitina, monómeros e dímeros antociânicos. Estas folhas ainda possuem ácido gálico, estilbenos (resveratrol e viniferina), ácidos orgânicos (málico, oxálico, succínico, cítrico e tartárico) e derivados do ácido fenilacrilico (ácidos hidroxicinâmicos e cafeoilquínico). As folhas de videira vermelha são muito ricas em taninos e a sua composição depende da fase de desenvolvimento e da sua posição na planta (Pandey & Rizvi, 2009). As proantocianidinas oligoméricas, presentes em cerca de 4%, formam-se a partir das catequinas e/ou das leucoantocianidinas. Os compostos antociânicos são compostos heterósidos formados pela combinação de uma aglicona (antocianidina) e de um açúcar, geralmente a glicose (Giovaninni & Manfroi, 2009). Atualmente já foram identificadas cerca de 400 antocianidinas diferentes, sendo 18 delas de ocorrência natural no reino vegetal, no entanto, apenas 6 merecem maior destaque em alimentos: cianidina, delphinidina, pelargonidina, peonidina, petunidina e malvidina. A sua presença e concentração dependem do género e da espécie vegetal, tal como da casta da uva, no entanto, a malvidina é a antocianidina com maior expressão na uva (Coultate, 2004).

## **2. BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE**

O consumo de uvas e dos seus derivados é um aliado para a promoção da saúde humana, havendo estudos indicativos de que alguns dos seus constituintes, como os polifenóis, tem um alto poder antioxidante, capaz de neutralizar radicais livres presentes nas células do organismo humano. Vários mecanismos antioxidantes têm sido propostos para os flavonoides, nomeadamente para a supressão da formação de espécies reativas do oxigénio, através da inibição de sistemas enzimáticos responsável pela geração de radicais livres (ciclo-oxigenase, lipoxigenase ou xantina oxidase); quelatação de iões metálicos que podem iniciar a produção de radicais hidroxilo, impedindo reações de Fenton /Harber-Weis; captação de radicais livres; regulação positiva ou proteção de defesas antioxidantes, via indução de metabolismo de fase II de enzimas, como glutathione transferase, que aumenta a excreção de espécies oxidadas; indução de enzimas antioxidantes, como metalotioneínas (Agati *et al.*, 2012; Kancheva & Kasaikina, 2013; Middleton *et al.*, 2000; Pietta, 2000).

O resveratrol, a quercetina e a catequina são os principais polifenóis presentes nas uvas e no vinho, exercendo efeitos benéficos em uma ou mais funções do organismo, tais como atividades antioxidante, cardioprotetora, anticancerígena, anti-inflamatória e antimicrobiana, o que pode potenciar o seu uso nas indústrias alimentar e farmacêutica, que empregam estes compostos fenólicos como ingredientes de alimentos funcionais (Georgiev *et al.*, 2014; Çetin & Sa dýç, 2009; Infovini, 2014; Monagas *et al.*, 2006; Xia *et al.*, 2010; Yoo *et al.*, 2010).

### **2.1. EFEITOS ANTIOXIDANTES**

As propriedades antioxidantes dos compostos químicos e consequente proteção das células contra o stresse oxidativo está bem documentado (Auberval *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2014; Zeisel, 1999). As diferentes classes de compostos fenólicos presentes no vinho ou na videira demonstram uma notável bioatividade, com elevado poder antioxidante na proteção do organismo através da captação de radicais livres e da inibição da oxidação dos lípidos, degradação de proteínas e dos danos no ácido desoxirribonucleico (Çetin & Sa dýç, 2009; Xia *et al.*, 2010; Yoo *et al.*, 2010).

O processo de peroxidação lipídica dos ácidos gordos polinsaturados origina, como produtos primários, os radicais alcóxilo e peróxilo, que têm uma duração de vida curta e são extremamente reativos e, como produtos secundários, uma variedade de aldeídos, como o malondialdeído. A excessiva peroxidação lipídica das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e as alterações no metabolismo dos ácidos gordos estão relacionadas com doenças do foro cardiovascular, como agregação plaquetária e posterior trombose (Çetin & Sa dýç, 2009). Alguns estudos afirmam que o consumo de 250 ml/dia de vinho tinto, durante dois meses, contribui significativamente para a diminuição do stresse oxidativo, aumentando o poder antioxidante (Yoo *et al.*, 2010).

As células humanas sofrem continuamente ataques e danos pelos radicais livres que, ao longo do tempo, contribuem para o envelhecimento precoce e o aparecimento de várias patologias, como é o caso da artrite reumatoide, das doenças cardiovasculares, de alguns cânceres, entre outros. A necessidade de proteger as células dos radicais livres leva o organismo a produzir antioxidantes endógenos. Se os danos provocados por estes radicais forem excessivos, surge a necessidade do recurso aos antioxidantes exógenos complementares, fornecidos pela dieta, por forma a combater estes prejuízos (Yoo *et al.*, 2010).

A determinação da capacidade antioxidante exercida pelos compostos fenólicos presentes no vinho ou nos subprodutos da videira já foi descrita por muitos autores (tabela 1), sendo os métodos mais correntes, a capacidade antioxidante em equivalentes de Trolox (TEAC); a habilidade relativa das substâncias antioxidantes na captura do catião radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfónico) (ABTS<sup>+</sup>); a atividade antioxidante total pelo método de redução do ferro (FRAP); o método baseado na captação do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH); a capacidade de absorção dos radicais oxigenados (ORAC); a autooxidação do sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico; a estabilidade oxidativa (RANCIMAT). Estes métodos podem ser vantajosos para avaliar novos antioxidantes, mas não quando se pretende valorizar a utilidade de um antioxidante numa determinada matriz, já que a sua atividade neste caso depende de fatores tais como a polaridade, a solubilidade e a atividade quelante dos metais (Xia *et al.*, 2010).

As sementes da uva são a parte da videira com maior atividade antioxidante, seguindo-se a casca e a polpa, respetivamente. A semente da uva na íntegra tem aproximadamente o dobro da capacidade antioxidante da mesma após extração do óleo, o que potencia a reutilização deste subproduto alimentar, minimizando os encargos económicos e promovendo a sustentabilidade. Não obstante, o sumo de uva, o vinho e o bagaço também mostram elevada capacidade antioxidante (Ky *et al.*, 2014; Singha & Das, 2014; Xia *et al.*, 2010).

Procedência	TEAC <sup>a</sup>	FRAP	DPPH	ORAC	Referência
Bagaço de uva	0,91 g/L (EC <sub>50</sub> )	-	0,20 g/L (EC <sub>50</sub> ) <sup>a</sup>	-	Brand-williams <i>et al.</i> , (1995)
Semente de uva	-	-	>663 $\mu$ mol TE/g	-	Luther <i>et al.</i> , (2007)
Semente de uva sem gordura	36,36 mol TE/100 g	21,6 mol TE/100 g	-	-	Maier <i>et al.</i> , (2007)
Semente inteira	76,3 mol TE/100 g	58,04 mol TE/100 g	-	-	
Semente de uva	-	-	16.8 to 92 mmol TE/g	42.18 mmol TE/g	Poudel <i>et al.</i> , (2008)



Pele de uva	-	-	15.7 to 113.3 mmol TE/g	36.40 mmol TE/g	
Semente de uva	281,3 µmol TE/g	-	-	-	Pastrana-Bonilla <i>et al.</i> , (2003)
Pele de uva	12,8 µmol TE/g	-	-	-	
Folha da videira	236,1 µmol TE/g	-	-	-	
Polpa de uva	2,4 µmol TE/g	-	-	-	
Sumo de uva	25 mmol TE/g	32 mmol Fe <sup>2+</sup> /L	15 mmol TE/L	-	García-Alonso <i>et al.</i> , (2006)
Vinho de uva	-	8,8 µmol TE/g	22,9 para 26,7 µmol TE/g	-	Hogan <i>et al.</i> , (2009)
Vinho de uva		3.098 mg TE/L	70,7% inibição	10,724 µmol/L	Feliciano <i>et al.</i> , (2009)

Tabela 1 - Capacidade antioxidante dos extratos do vinho de uva e da videira (adaptado de Xia *et al.*, 2010)

° TE – equivalentes de Trolox.

Segundo Çetin & Saôdyç (2009), os polifenóis presentes na semente de uva, principalmente as proantocianidinas possuem maior atividade antioxidante do que as vitaminas E e C e o  $\beta$ -caroteno.

Um estudo realizado em Portugal por Fernandes *et al.* (2013) sobre a composição química e a atividade antioxidante de 22 variedades de folhas de videira branca e vermelha, indicou elevados teores de quercetina-3-*O*-glucósido e de quercetina-3-*O*-galactósido, os quais em conjunto representam 64% a 73% dos compostos fenólicos presentes nas mesmas. Também Dresch *et al.* (2014) num estudo realizado nas espécies *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera* L. do Brasil, descreveram a quercetina-3-*O*-glucósido, a quercetina-3-*O*-galactósido, a quercetina-3-*O*-glucurónico, a rutina, a cianidina-3-*O*-glucósido e a peonidina-3-*O*-glucósido como os compostos maioritários. O crescente interesse por estas matrizes justificam, uma vez mais, a importância da sustentabilidade e a promoção da qualidade ambiental, pela eliminação de desperdícios alimentares através do seu aproveitamento. Por outro lado, a quercetina como flavonoide maioritário apresenta diferentes propriedades farmacológicas, tais como, atividades anti-hipertensiva, antiarrítmica, hipocolesterolémica, anti-hepatotóxica, anticarcinogénica (Formica & Regelson, 1995), antiviral, antiulcerogénica, antitrombótica, anti-isquémica, anti-inflamatória, antialérgica (Inal & Kahraman, 2000; Shirai *et al.*, 2002).

## 2.1. EFEITOS CARDIOPROTETORES

A nível da comunidade científica, é praticamente aceite que o consumo moderado de vinho tinto esteja associado a uma diminuição da incidência de doenças cardiovasculares (Yoo *et al.*, 2010). A oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) acelera o aparecimento de aterosclerose. A acumulação dos produtos da oxidação das LDL pode dever-se aos níveis baixos de compostos antioxidantes no plasma. Os compostos fenólicos do vinho tinto, assim como das sementes das uvas, reduzem o risco de doenças cardiovasculares, uma vez que são facilmente absorvidos e ligam-se às LDL, protegendo-as desta forma da oxidação (Çetin & Sa dýç, 2009; Xia *et al.*, 2010; Yoo *et al.*, 2010).

Estudos em ratos demonstraram que baixas concentrações de proantocianidinas, provenientes da semente de uva, têm a capacidade de inibir a peroxidação lipídica. Um outro estudo realizado em ratos e coelhos comprovou uma redução dos danos de isquemia/reperfusão através da suplementação com proantocianidinas, devido ao aumento da atividade antioxidante no plasma, tendo sido observada uma diminuição da pressão arterial diastólica e sistólica em ratos hipertensos, após administração oral da pele da uva (Çetin & Sa dýç, 2009).

O *trans*-resveratrol (3,4,5-tri-hidroxiestilbeno) e os diferentes flavonoides presentes na película das uvas vermelhas e no vinho tinto apresentam ação-hipertensiva, promovem a relaxação vascular e reduzem a morbilidade causada pela doença coronária. Segundo Houston, a sua administração em humanos, sob a forma de 250 ml de vinho tinto ou de sumo de uva vermelha, baixa a tensão arterial central, uma vez que o *trans*-resveratrol aumenta a vasodilatação e a adiponectina, melhorando a disfunção endotelial e bloqueando o efeito da angiotensina II. No mesmo estudo, a quercetina (flavonoide) também apresentou um efeito anti-hipertensivo, no entanto, a dose aconselhada é de 1000 mg/ dia (Houston, 2014).

## 2.2. EFEITO NOS PROBLEMAS CIRCULATÓRIOS

Os compostos antociânicos e as proantocianidinas extraídas das folhas de *Vitis vinifera*, demonstraram ter atividade *in vitro* na inibição das enzimas collagenase, hialuronidase, glicosidase (Facino *et al.*, 1994; Jonadet *et al.*, 1983), o que se traduz num aumento da resistência capilar e na diminuição da permeabilidade dos vasos sanguíneos. Alguns ensaios clínicos demonstraram a sua eficácia no tratamento de insuficiência venosa crónica (Kiesewetter *et al.*, 2000).

A empresa farmacêutica Boehringer patenteou um extrato de folha de *Vitis vinifera* [AS 195], que é atualmente utilizado no tratamento de patologias do sistema circulatório (Rabe *et al.*, 2011). Este extrato contém um total de 4-7% de flavonoides, quantificados sob a forma de quercetina-3-*O*- $\beta$ -D-glucurónico. Segundo a European Medicines Agency (EMA) a administração de ~ 360 mg deste extrato/dia, apresenta propriedades vasculares e antioxidantes no tratamento da insuficiência crónica venosa, insuficiência venocapilar, fragilidade capilar, hemorróides e degeneração vascular (European Medicines Agency, 2010).

## 2.3. EFEITOS ANTICANCERÍGENOS

Ao longo dos últimos anos têm sido relatadas evidências de que os extratos de uva e dos seus subprodutos apresentam propriedades anticancerígenas, devido à sua riqueza em compostos antioxidantes, indicados na tabela 2 (Çetin & Sa dýç, 2009; Nandakumar *et al.*, 2008; Xia *et al.*, 2010).

Polifenóis	Linhas Celulares	Efeitos	Referências
Proantocianidinas	Linha de células do carcinoma mamário do rato	Inibição das metástases do cancro da mama	Mantena <i>et al.</i> , (2006)
Antocianidinas	Linhas celulares do cancro do cólon Biologia do tumor vascular	Indução do aumento da fragmentação do ADN Reparação e proteção da integridade do ADN genómico e retardamento do crescimento dos vasos sanguíneos em alguns tumores	Shih <i>et al.</i> , (2007) Yi <i>et al.</i> , (2005) Bagchi <i>et al.</i> , (2004)
Procianidinas Catequinas Ácido gálico	Células do baço de ratos	Inibição dos danos do ADN induzidos pelo peróxido de hidrogénio	Fan & Lou (2008)
Catequinas	Linha de células do cancro da mama humano	Diminuição da viabilidade e proliferação celular com extrato de catequinas das sementes de uvas a 30 e 60 µg/ml	Faria <i>et al.</i> , (2006)
Procianidinas	Linha de células do cancro da mama humano	Diminuição da viabilidade e proliferação celular com extrato de procianidinas das sementes de uva a 30 µg/ml, mas não a 60 µg/ml	Faria <i>et al.</i> , (2006)
Flavonas Flavonoides	Células do carcinoma do cólon humano	Redução da proliferação celular com um EC50 de $54.8 \pm 1.3$ µmol/l de extrato de flavonas, indução da diferenciação e apoptose Indução mais efetiva da apoptose do que como agente antitumor	Wenzel <i>et al.</i> , (2000)
Resveratrol	Linha de células do cancro da próstata  Células epiteliais mamárias humanas	Indução de efeitos apoptóticos e antiproliferativos a concentrações $\geq 15$ µmol/l de resveratrol e acima de 24 horas Inibição da transcrição da ciclooxigenase-2	Kuwajerwala <i>et al.</i> , (2002)

Tabela 2 - Efeitos anticancerígenos dos polifenóis das uvas (adaptado de Xia *et al.*, 2010).

Estudos pré-clínicos, realizados em animais há quase duas décadas, demonstraram farmacologicamente que existem nutracêuticos, como os estilbenos existentes nas uvas vermelhas e no vinho tinto, com ação benéfica na prevenção de neoplasias (Bosch *et al.*, 2015; Jang *et al.*, 1997; Xia *et al.*, 2010). Estes resultados estão em concordância com os obtidos em estudos epidemiológicos, em que se concluiu que um maior consumo regular de certos ingredientes funcionais está relacionado com uma menor taxa de incidência de cancros (Millsop *et al.*, 2013; Ullah *et al.*, 2015).

Park & Pezzuto (2015) compilaram informação relativa a centenas de estudos, publicados nos últimos anos, sobre os benefícios do resveratrol em humanos e animais, nomeadamente acerca da sua capacidade anticarcinogénica. Para além dos efeitos positivos mencionados, relataram que este estilbeno reduz a incidência, a multiplicidade e o volume do tumor no caso do cancro da pele e do cólon, diminui o desenvolvimento de nódulos tumorais no caso do cancro do pulmão, origina o decréscimo da incidência e do número de nódulos no caso do cancro de fígado. Neste artigo de revisão, ainda se pode ler que o resveratrol previne a incidência e o crescimento de lesões pré-neoplásicas orais, reduz o crescimento celular no caso do carcinoma

nasofaríngeo, do cancro do pescoço e do cancro da cabeça. Testes efetuados no tecido hepático de ratos indicaram que as proantocianidinas presentes nas sementes de uva têm uma grande capacidade de proteção contra lesões provocadas pelo metotrexato e pela radioterapia, uma vez que aumentam a atividade enzimática antioxidante (Çetin & Sa dýç, 2009). Num outro estudo, Hudson *et al* (2007) compararam o resveratrol puro com extratos retirados da pele da uva e comprovaram que ambos inibem o crescimento de células cancerígenas do cancro da próstata.

## 2.4. EFEITO ANTI-INFLAMATÓRIO

A inflamação ou processo inflamatório é uma resposta dos organismos vivos homeotérmicos frente a uma agressão, ou seja, qualquer processo que cause lesão tecidual ou celular. Pode ser um processo imunológico, de modo que as células envolvidas poderão ser distintas mediante o local da lesão, sendo as mais comuns as células inflamatórias (sanguíneas), mastócitos, fibroblastos e macrófagos. Estudos recentes descrevem o efeito anti-inflamatório dos compostos fenólicos existentes nas uvas e seus subprodutos. Panico *et al* (2006) verificaram o efeito anti-inflamatório de extratos de vinho em condrócitos humanos, através da determinação da viabilidade celular e da produção de espécies reativas de oxigénio (ROS), de óxido nítrico e prostaglandina 2 (PGE<sub>2</sub>), verificando uma diminuição da concentração destas substâncias, corroborando o efeito anti-inflamatório destes extratos e evidenciando a sua aplicação no tratamento de doenças associadas à degradação da cartilagem. Dohadwala & Vita (2009) relacionaram a composição de compostos fenólicos obtidos em extratos de sementes de uva com a redução do processo inflamatório. Também Li *et al* (2001) avaliaram o efeito anti-inflamatório das proantocianidinas das sementes de uva. Estes autores verificaram que o mecanismo destes compostos bioativos é feito através da inibição de citoquinas inflamatórias, tais como a interleucina 1 Beta (IL-1 $\beta$ ) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF $\alpha$ ), as quais estão fortemente associadas com outros fatores inflamatórios como PGE<sub>2</sub>, óxido nítrico e ROS, participando ativamente na formação e desenvolvimento da artrite reumatoide. Segundo este estudo, uma concentração de proantocianidinas de aproximadamente 10 mg/Kg sementes de uva é suficiente para suprimir o processo supracitado. Recentemente outros estudos têm reforçado a importância dos polifenóis presentes nas uvas e seus subprodutos no efeito anti-inflamatório. Soto *et al* (2015) referiu a importância destes compostos e consequente atividade anti-inflamatória para a elaboração de produtos cosméticos; Georgiev *et al* (2014) consideraram relevante a integração destes compostos noutras matrizes alimentares, como nutracêuticos, realçando o efeito anti-inflamatório dos mesmos.

## 2.5. EFEITOS ANTIMICROBIANOS

Além dos efeitos benéficos anteriormente referidos, muitos estudos relatam a atividade antimicrobiana exercida pelos polifenóis presentes na uva, casca, sementes e bagaço, nomeadamente, a sua eficiência contra bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Listeria monocytogenes*), e contra bactérias

Gram-negativas (*Escherichia coli* ou *Pseudomonas aeruginosa*) (Jayaprakasha *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2013). Do mesmo modo, os extratos de bagaço de uva também têm atividade antifúngica contra *Botrytis cinerea* (Mendoza *et al.*, 2013).

Nesta matéria, Anastasiadi *et al* (2009) demonstraram que elevadas concentrações de flavonoides, estilbenos e ácidos fenólicos presentes no engaço da uva, apresentam atividade antimicrobiana muito significativa. Além disso, os dados fornecidos por Vaquero *et al* (2007) sugerem que ácido cafeico, quercetina e rutina são responsáveis pela elevada capacidade inibidora contra *Listeria monocytogenes*. Já Katalinic *et al* afirmam que a atividade antimicrobiana dos extratos da pele de uva branca é superior contra as Gram-, nomeadamente *Campylobacter* e *Salmonella*, principais causas de infecções bacterianas de origem alimentar em países desenvolvidos (Katalinic *et al.*, 2009; Katalinic *et al.*, 2010).

Para além da ação antibacteriana, o vinho e os subprodutos da produção vinícola também exibem atividade antivírica. Matias *et al* (2010) relataram que um extrato de polifenóis com origem em subprodutos de vinho branco português reduz a produção do adenovírus-5 e inibe irreversivelmente a replicação do mesmo. Outros exemplos incluem a redução da replicação de ADN do citomegalovírus pelo resveratrol, o potencial uso de extratos de sementes de uva contra o vírus da hepatite e o norovírus, a diminuição da infecciosidade do rotavírus por exposição a sumo de uvas e mirtilos e a proantocianidinas (Friedman, 2014).

A atividade antifúngica do resveratrol contra *Candida albicans* é controversa, pois empregando as doses normalmente utilizadas para este tipo de testes, este estilbeno não tem efeito no crescimento exponencial do fungo, sendo necessário usar concentrações dez vezes maiores para haver morte celular (Collado-Gonzalez *et al.*, 2012). Para além da atividade contra este fungo, há evidências de ação antifúngica moderada de uvas da casta Merlot contra as espécies *Candida krusei* e *Candida parapsilosis*. Há também estudos que sugerem a ação sinérgica dum extrato de grainhas de uvas e do antifúngico anfoteracina B contra a *Candida albicans*, espécie mais comum nas infecções fúngicas humanas (Friedman, 2014).

## CONCLUSÃO

As uvas e os seus derivados já são consumidos desde há sensivelmente dois milhões de anos. Vários estudos demonstram que o seu consumo tem efeitos positivos sobre a saúde humana, principalmente relacionados com a sua capacidade antioxidante e cardioprotetora. Os subprodutos e desperdícios da indústria vinícola são ricos em compostos bioativos, cujos benefícios mais importantes foram aqui referidos. Os polifenóis, incluindo antocianidinas, flavonóis, flavanóis, resveratrol, proantocianidinas, catequinas, entre outros, estão intimamente relacionados com a prevenção de doenças e com a promoção da saúde pública, tornando-os uma mais-valia no campo da indústria alimentar e farmacêutica. Como tal, os extratos de vinho ou de subprodutos / desperdícios da produção vinícola são uma excelente fonte de importantes biomoléculas, que podem ser usadas para a obtenção de nutracêuticos, havendo, no entanto, necessidade de mais investigação científica e clínica, para se estudarem os métodos de extração mais eficientes a nível industrial e para se comprovarem devidamente os seus

benefícios. Esta revisão sobre a vinha e seus desperdícios alimentares originados aquando da produção de vinho, visou potenciar o conceito de sustentabilidade, de forma a promover um maior interesse por parte dos produtores mundiais, da comunidade científica e das indústrias alimentares, farmacêuticas e cosmética para o seu reaproveitamento, trazendo benefícios cientificamente provados à saúde pública.

## REFERÊNCIAS

- AGATI G, AZZARELLO E, POLLASTRI S, TATTINI M. (2012); "FLAVONOIDS AS ANTIOXIDANTS IN PLANTS: LOCATION AND FUNCTIONAL SIGNIFICANCE GIOVANNI". PLANT SCIENCE, 196: 67–76. DOI: 10.1016/J.PLANTSCI.2012.07.014
- ANASTASIADI M, CHORIANOPOULOS NG, NYCHAS GJE, HAROUTOUNIAN SA. (2009); "ANTILISTERIAL ACTIVITIES OF POLYPHENOL-RICH EXTRACTS OF GRAPES AND VINIFICATION BYPRODUCTS". JOURNAL AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 57: 457–63. DOI: 10.1021/JF8024979
- AUBERVAL N, DAL S, BIETIGER W, SEYFRITZ E, PELUSO J, MULLER C, ZHAO M, MARCHIONI E, PINGET M, JEANDIDIER N, MAILLARD E, SCHINI-KERTH V, SIGRIST S. (2015); "OXIDATIVE STRESS TYPE INFLUENCES THE PROPERTIES OF ANTIOXIDANTS CONTAINING POLYPHENOLS IN RINm5F BETA CELLS". EVIDENCE-BASED COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE MEDICINE, 2015: 1-11. DOI: 10.1155/2015/859048
- BAGCHI D, SEN CK, BAGCHI M, ATALAY M. (2004); "ANTI-ANGIOGENIC, ANTIOXIDANT, AND ANTICARCINOGENIC PROPERTIES OF A NOVEL ANTHOCYANIN-RICH BERRY EXTRACT FORMULA". BIOCHEMISTRY, 69: 75–80. DOI: 10.1023/B:BIRY.0000016355.19999.9
- BAIANO A. (2014); "RECOVERY OF BIOMOLECULES FROM FOOD WASTES — A REVIEW". MOLECULES, 19(9): 14821-42. DOI: 10.3390/MOLECULES190914821
- BEHLING EB, SENDÃO M, FRANCESCATO HDC, ANTUNES LMG, BIANCH MLP. (2004); "FLAVONOIDE QUERCETINA : ASPECTOS GERAIS E AÇÕES BIOLÓGICAS". ALIMENTOS E NUTRIÇÃO ARARAQUARA, 15(3): 285–92. DISPONÍVEL EM: SERV-BIB.FCFAR.UNESP.BR/SEER/INDEX.PHP/ALIMENTOS/ARTICLE/VIEWFILE/.../102
- BRAND-WILLIAMS W, CUVELIER ME, BERSET C. (1995); "USE OF A FREE RADICAL METHOD TO EVALUATE ANTIOXIDANT ACTIVITY." LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 28: 25–30. DOI: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5
- BRAVO L. (1998); "POLYPHENOLS: CHEMISTRY, DIETARY SOURCES, METABOLISM, AND NUTRITIONAL SIGNIFICANCE". NUTRITION REVIEWS, 56(11): 317-333. DOI: 10.1111/J.1753-4887.1998.tb01670.x
- BUENO J, SÁEZ-PLAZA P, RAMOS-ESCUDEIRO F, JIMÉNEZ A, FETT R, ASUERO A. (2012); "ANALYSIS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF ANTHOCYANIN PIGMENTS. PART II: CHEMICAL STRUCTURE, COLOR, AND INTAKE OF ANTHOCYANINS". CRITICAL REVIEWS IN ANALYTICAL CHEMISTRY, 42: 126-51. DOI: 10.1080/10408347.2011.632314
- QETIN A, SA DÝÇ O. (2009); "A CONCISE REVIEW: ANTIOXIDANT EFFECTS AND BIOACTIVE CONSTITUENTS OF GRAPE". ERCIYES MEDICAL JOURNAL, 31: 369-75. DISPONÍVEL EM: WWW.CABDIRECT.ORG/ABSTRACTS/20103002971.HTML
- CHAUHAN B, KUMAR G, KALAM N, ANSARI SH. (2013); "CURRENT CONCEPTS AND PROSPECTS OF HERBAL NUTRACEUTICAL: A REVIEW". JOURNAL OF ADVANCED PHARMACEUTICAL TECHNOLOGY & RESEARCH, 4(1): 4–8. DOI: 10.4103/2231-4040.107494
- COLLADO-GONZÁLEZ M, GUIRAO-ABAD JP, SÁNCHEZ-FRESNEDA R, BELCHÍ-NAVARRO S, ARGÜELLES JC. (2012); "RESVERATROL LACKS ANTIFUNGAL ACTIVITY AGAINST CANDIDA ALBICANS". WORLD JOURNAL OF MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 28(6): 2441-46. DOI: 10.1007/s11274-012-1042-1
- COULTATE TP. (2004); "ALIMENTOS: A QUÍMICA DE SEUS COMPONENTES", 3ª Ed.. ARTIMED EDITORA, 368. ISBN:9798536304044
- CRESPO JG, BRAZINHA C. (2010); "MEMBRANE PROCESSING: NATURAL ANTIOXIDANTS FROM WINEMAKING BY-PRODUCTS". FILTRATION & SEPARATION, 47(2): 32–5. DOI: 10.1016/S0015-1882(10)70079-3
- DAS L, BHAUMIK E, RAYCHAUDHURI U, CHAKRABORTY R. (2012); "ROLE OF NUTRACEUTICALS IN HUMAN HEALTH". JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49(2): 173–83. DOI: 10.1007/s13197-011-0269-4
- DECRETO DE LEI Nº 259/2000-DIÁRIO DA REPÚBLICA-I SÉRIE-A. DISPONÍVEL EM: WWW.ESAC.PT/NORONHA/A.S/07\_08/ADITIVOS\_CORANTES.PDF
- DOHADWALA MM, VITA JA. (2009); "GRAPES AND CARDIOVASCULAR DISEASE". JOURNAL OF NUTRITION, 139: 1788S-93S. DOI: 10.3945/JN.109.107474
- DRESCH RR, DRESCH MK, GUERREIRO AF, BIEGELMEYER R, HOLZSCHUH MH, RAMBO DF, HENRIQUES AT. (2014); "PHENOLIC COMPOUNDS FROM THE LEAVES OF VITIS LABRUSCA AND VITIS VINIFERA L. AS A SOURCE OF WASTE BYPRODUCTS: DEVELOPMENT AND VALIDATION OF LC METHOD AND ANTICHEMOTACTIC ACTIVITY". FOOD ANALYTICAL METHODS, 7: 527–39. DOI: 10.1007/s12161-013-9650-4
- EUROPEAN MEDICINES AGENCY (2010); "ASSESSMENT REPORT ON VITIS VINIFERA L., FOLIUM". COMMITTEE ON HERBAL MEDICINAL PRODUCTS (HMPC), 44: 14–20 (EMA/HMPC/16633/2009)
- FAN P, LOU HX. (2008); "EFFECTS OF POLYPHENOLS FROM GRAPE SEEDS ON OXIDATIVE DAMAGE TO CELLULAR DNA". MOLECULAR AND CELLULAR BIOCHEMISTRY, 267: 67–74. DISPONÍVEL EM: WWW.LINK.SPRINGER.COM/.../B:MCBI.0000049366.75461.0
- FACINO RM, CARINI M, ALDINI G, BOMBARDELLI E, MORAZZONI P, MORELLI R. (1994); "FREE RADICALS SCAVENGING ACTION AND ANTI-ENZYME ACTIVITIES OF PROCYANIDINES FROM VITIS VINIFERA: A MECHANISM FOR THEIR CAPILLARY PROTECTIVE ACTION". ARZNEIMITTELFORSCHUNG, 44(5): 592–601. DISPONÍVEL EM: WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/8024628
- FARIA A, CALHAU C, DE FREITAS V, MATEUS N. (2006); "PROCYANIDINS AS ANTIOXIDANTS AND TUMOR CELL GROWTH MODULATORS". JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 54: 2392–2397. DOI: 10.1021/JF0526487



- FELICIANO RP, BRAVO MN, PIRES MM, SERRA AT, DUARTE CM, BOAS LV, BRONZE MR. (2009); "PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MOSCATEL DESSERT WINES FROM THE SETUBAL REGION IN PORTUGAL". *FOOD ANALYTICAL METHODS*, 2(2): 149–161. DOI: 10.1007/s12161-008-9059-7
- FERNANDES F, RAMALHOSA E, PIRES P, VERDIAL J, VALENTÃO P, ANDRADE P, ET AL. (2013); "VITIS VINIFERA LEAVES TOWARDS BIOACTIVITY". *INDUSTRIAL CROPS AND PRODUCTS*, 43: 434–40. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.07.031
- FORMICA JV, REGELSON W. (1995); "REVIEW OF THE BIOLOGY OF QUERCETIN AND RELATED BIOFLAVONOIDS". *FOOD AND CHEMICAL TOXICOLOGY*, 33: 1061-80. DOI:10.1016/0278-6915(95)00077-1
- FRIEDMAN M. (2014); "ANTIBACTERIAL, ANTIMIRAL, AND ANTIFUNGAL PROPERTIES OF WINES AND WINERY BYPRODUCTS IN RELATION TO THEIR FLAVONOID CONTENT". *JOURNAL OF AGRICULTURAL FOOD CHEMISTRY*, 62: 6025–42. DOI: 10.1021/jf501266s
- GARCIA-ALONSO J, ROS G, VIDAL-GUEVARA ML, PERIAGO MJ. (2006); "ACUTE INTAKE OF PHENOLIC-RICH JUICE IMPROVES ANTIOXIDANT STATUS IN HEALTHY SUBJECTS". *NUTRITION RESEARCH*, 26: 330–339. DOI: 10.1016/j.nutres.2006.06.004
- GEORGIEV V, ANANGA A, TSOLOVA V. (2014); "RECENT ADVANCES AND USES OF GRAPE FLAVONOIDS AS NUTRACEUTICALS". *NUTRIENTS*, 6(1): 391–415. DOI: 10.3390/nu6010391
- GIOVANNINI E, MANFROI V. (2009); "VITICULTURA E ENOLOGIA – ELABORAÇÃO DE GRANDES VINHOS NOS TERROIRS BRASILEIROS". IFRS – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL.
- HOGAN S, ZHANG L, LI J, ZOECKLEIN B, ZHOU K. (2009); "ANTIOXIDANT PROPERTIES AND BIOACTIVE COMPONENTS OF NORTON (VITIS AESTIVALIS) AND CABERNET FRANC (VITIS VINIFERA) WINE GRAPES". *LWT— FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 42: 1269-1274. DOI:10.1016/j.lwt.2009.02.006
- HOUSTON M. (2014); "THE ROLE OF NUTRITION AND NUTRACEUTICAL SUPPLEMENTS IN THE TREATMENT OF HYPERTENSION". *WORLD JOURNAL OF CARDIOLOGY*, 6(2): 38-66. DOI: 10.4330/wjcv.v6.i2.38
- HUDSON T, HARTLE D, HURSTING S, NUNEZ N, WANG T, YOUNG H, ET AL. (2007); "INHIBITION OF PROSTATE CANCER GROWTH BY MUSCADINE GRAPE SKIN EXTRACT AND RESVERATROL THROUGH DISTINCT MECHANISMS". *AMERICAN ASSOCIATION FOR CANCER RESEARCH*, 67: 8396-405. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-06-4069
- INAL ME, KAHRAMAN A. (2000); "THE PROTECTIVE EFFECT OF FLAVONOL QUERCETIN AGAINST ULTRAVIOLET A INDUCED OXIDATIVE STRESS IN RATS". *TOXICOLOGY*, 154: 21-9. DOI: 10.1016/S0300-483X(00)00268-7
- INFOVINI. VIDEIRA [EM LINHA]. DISPONÍVEL EM [HTTP://WWW.INFOVINI.COM/CLASSIC/PAGINA.PHP?CODPAGINA=52&CODITEM=117#\\_SUBMENU](http://www.infovini.com/classic/pagina.php?codPagina=52&codItem=117#_submenu) [CONSULTADO EM 17/07/2014]
- INSTITUTO DA VINHA E DO VINHO, I. P. INFORMAÇÃO DO MERCADO [EM LINHA]. DISPONÍVEL EM [HTTP://WWW.IV.MIN-AGRICULTURA.PT/NP4/433](http://www.iv.min-agricultura.pt/np4/433) [CONSULTADO EM 26/06/2014]
- JANG M, CAI L, UDEANI GO, SLOWING KV, THOMAS CF, BEECHER CW, ET AL. (1997); "CANCER CHEMOPREVENTIVE ACTIVITY OF RESVERATROL, A NATURAL PRODUCT DERIVED FROM GRAPES". *SCIENCE*, 275: 218-20. DOI: 10.1126/science.275.5297.218
- JAYAPRAKASHA GK, SELVI T, SAKARIA KK. (2003); "ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF GRAPE (VITIS VINIFERA) SEED EXTRACTS". *FOOD RESEARCH INTERNATIONAL*, 36, 117-22. DOI:10.1016/S0963-9969(02)00116-3
- JONADET M, MEUNIER MT, BASTIDE J, BASTIDE P. (1983); "ANTHOCYANOSIDES EXTRACTED FROM VITIS VINIFERA, VACCINIUM MYRTILLUS AND PINUS MARITIMUS. I. ELASTASE-INHIBITING ACTIVITIES "IN VITRO". II. COMPARED ANGIOPROTECTIVE ACTIVITIES "IN VIVO". *JOURNAL DE PHARMACIE DE BELGIQUE*, 38(1): 41-6. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/6553084](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6553084)
- KANCHEVA VD, KASAKINA OT. (2013); "BIO-ANTIOXIDANTS – A CHEMICAL BASE OF THEIR ANTIOXIDANT ACTIVITY AND BENEFICIAL EFFECT ON HUMAN HEALTH". *CURRENT MEDICINAL CHEMISTRY*, 20(37): 4784-805. DOI: 10.2174/09298673113209990161
- KATALINI V, GENERALI I, SKROZA D, LJUBENKOV I, TESKERA A, KONTA I, ET AL. (2009); "INSIGHT IN THE PHENOLIC COMPOSITION AND ANTIOXIDATIVE PROPERTIES OF VITIS VINIFERA LEAVES EXTRACTS". *CROATIAN JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 1(2): 7-15. DISPONÍVEL EM: [HRCAC.SRCE.HR/FILE/81237](http://hrca.hr/file/81237)
- KATALINI V, MOINA S, SKROZA D, GENERALI I, ABRAMOVIĆ H, MILOŠ M, ET AL. (2010); "POLYPHENOLIC PROFILE, ANTIOXIDANT PROPERTIES AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF GRAPE SKIN EXTRACTS OF 14 VITIS VINIFERA VARIETIES GROWN IN DALMATIA (CROATIA)". *FOOD CHEMISTRY*, 119, 715-23. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.07.019
- KENNEDY J. (2008); "GRAPE AND WINE PHENOLICS: OBSERVATIONS AND RECENT FINDINGS". *CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA*, 35: 107-20. DISPONÍVEL EM: [RCIA.UC.CL/INDEX.PHP/RCIA/ARTICLE/VIEW/354/272](http://rcia.uc.cl/index.php/rcia/article/view/354/272)
- KIESEWETTER H, KOSCIELNY J, KALUS U, VIX JM, PEIL H, PETRINI O, ET AL. (2000); "EFFICACY OF ORALLY ADMINISTERED EXTRACT OF RED VINE LEAF AS 195 (FOLIA VITIS VINIFERA) IN CHRONIC VENOUS INSUFFICIENCY (STAGES I-II). A RANDOMIZED, DOUBLE-BLIND, PLACEBO-CONTROLLED TRIAL". *ARZNEIMITTEL-FORSCHUNG/ DRUG RESEARCH*, 50(2): 109–17. DOI: 10.1055/s-0031-1300174
- KIM HS, QUON MJ, KIM J. (2014); "NEW INSIGHTS INTO THE MECHANISMS OF POLYPHENOLS BEYOND ANTIOXIDANT PROPERTIES; LESSONS FROM THE GREEN TEA POLYPHENOL, EPIGALLOCATECHIN 3-GALLATE". *REDOX BIOLOGY*, 2, 187-195. DOI: 10.1016/j.redox.2013.12.022
- KY I, LORRAIN B, KOLBAS N, CROZIER A, TEISSEDE PL. (2014); "WINE BY-PRODUCTS: PHENOLIC CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY EVALUATION OF GRAPES AND GRAPE POMACES FROM SIX DIFFERENT FRENCH GRAPE VARIETIES". *MOLECULES*, 19: 482-506. DOI: 10.3390/molecules19010482
- KUJAWERWALA N, CIFUENTES E, GAUTAM S, MENON M, BARRACK ER, REDDY GPV. (2002); "RESVERATROL INDUCES PROSTATE CANCER CELL ENTRY INTO S PHASE AND INHIBITS DNA SYNTHESIS". *CANCER RESEARCH*, 62, 2488–2492. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/11980638](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11980638)
- LARDOS A, KREUTER MH. (2000); "RED VINE LEAF". Ed. by Dr. M. H. KREUTER, AND FLACHSMANN AG, ZÜRICH: SWITZERLAND: INTERCITY PHARMACEUTICALS AND EXTRACTS, 1-7.
- LI WG, ZHANG XY, WU YJ, TIAN X. (2001); "ANTI-INFLAMMATORY EFFECT AND MECHANISM OF PROANTHOCYANIDINS FROM GRAPE SEEDS". *ACTA PHARMACOLOGICA SINICA*, 22(12): 1117-20. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/11749811](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11749811)
- LORRAIN B, KY I, PECHAMAT L, TEISSEDE PL. (2013); "EVOLUTION OF ANALYSIS OF POLYPHENOLS FROM GRAPES, WINES, AND EXTRACTS". *MOLECULES*, 18: 1076 - 100. DOI: 10.3390/molecules18011076

- LUTHER M, PARRY J, MOORE J, MENG JH, ZHANG YF, CHENG ZH, YU L. (2007); "INHIBITORY EFFECT OF CHARDONNAY AND BLACK RASPBERRY SEED EXTRACTS ON LIPID OXIDATION IN FISH OIL AND THEIR RADICAL SCAVENGING AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES". *FOOD CHEMISTRY*, 104: 1065–1073. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2007.01.034
- MAIER T, SCHIEBER A, KAMMERER DR, CARLE R. (2009); "RESIDUES OF GRAPE (*VITIS VINIFERA*) SEED OIL PRODUCTION AS A VALUABLE SOURCE OF PHENOLIC ANTIOXIDANTS". *FOOD CHEMISTRY*, 112: 551–559. DOI:10.1016/J.FOODCHEM.2008.06.005.
- MANTENA SK, BALIGA MS, KATYAR SK. (2006); "GRAPE SEED PROANTHOCYANIDINS INDUCE APOPTOSIS AND INHIBIT METASTASIS OF HIGHLY METASTATIC BREAST CARCINOMA CELLS". *CARCINOGENESIS*, 27: 1682–1691. DOI: 10.1093/CARCIN/BGL030
- MATIAS AA, SERRA AT, SILVA AC, PERDIGÃO R, FERREIRA TB, MARCELINO I, ET AL. (2010); "PORTUGUESE WINEMAKING RESIDUES AS A POTENTIAL SOURCE OF NATURAL ANTI-ADENOVIRAL AGENTS". *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND NUTRITION*, 61: 357–68. DOI: 10.3109/09637480903430990
- MATOS B. (2012); "VALORIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA VINHA E DO VINHO: IMPACTO DO TEMPO E MÉTODOS DE PRESERVAÇÃO NAS SUAS CARACTERÍSTICAS". PORTO: ISEP
- MELLO LMR. (2012) "VITIVINICULTURA MUNDIAL: PRINCIPAIS PAÍSES E POSIÇÃO DO BRASIL". COMUNICADO TÉCNICO.121: 1-8. DISPONÍVEL EM: [WWW.CNPV.EMBRAPA.BR/PUBLICA/COMUNICADO/COT121.PDF](http://www.cnpv.embrapa.br/publica/comunicado/COT121.pdf)
- MENDOZA L, YAÑEZ K, VIVANCO M, MELO R, COTORAS M. (2013); "CHARACTERIZATION OF EXTRACTS FROM WINERY BY-PRODUCTS WITH ANTIFUNGAL ACTIVITY AGAINST *BOTRYTIS CINEREA*". *INDUSTRIAL CROPS AND PRODUCTS*, 43: 360–64. DOI:10.1016/J.INDCROP.2012.07.048
- MIDDLETON E, KANDASWAMI C, THEOHARIDES TC. (2000); "THE EFFECTS OF PLANT FLAVONOIDS ON MAMMALIAN CELLS: IMPLICATIONS FOR INFLAMMATION, HEART DISEASE, AND CANCER". *PHARMACOLOGICAL REVIEWS*, 52(4): 673–751. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/11121513](http://WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/11121513)
- MILLSOP JW, SIVAMANI RK, FAZEL N. (2013); "BOTANICAL AGENTS FOR THE TREATMENT OF NONMELANOMA SKIN CANCER". *DERMATOLOGY RESEARCH AND PRACTICE*, 2013: 1-9. DOI:10.1155/2013/837152.
- MONAGAS M, HERNANDEZ-LEDESMA B, GÓMEZ-CORDOVÉS C, BARTOLOMÉ B. (2006); "COMMERCIAL DIETARY INGREDIENTS FROM *VITIS VINIFERA* L. LEAVES AND GRAPE SKINS: ANTIOXIDANT AND CHEMICAL CHARACTERIZATION". *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 54: 319-27. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/16417286](http://WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/16417286)
- NANDAKUMAR V, SINGH T, KATYAR S. (2008); "MULTI-TARGETED PREVENTION AND THERAPY OF CANCER BY PROANTHOCYANIDINS". *CANCER LETTERS*, 269: 378-87. DOI: 10.1016/J.CANLET.2008.03.049
- OLIVEIRA DA, SALVADOR AA, SMÂNIA JR. A, SMÂNIA EFA, MARASCHINC M, FERREIRA SRS. (2013); "ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND COMPOSITION PROFILE OF GRAPE (*VITIS VINIFERA*) POMACE EXTRACTS OBTAINED BY SUPERCRITICAL FLUIDS". *JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, 164: 423–432. DOI: 10.1016/J.JBIOTEC.2012.09.014
- PANDEY KB, RIZVI SI. (2009); "PLANT POLYPHENOLS AS DIETARY ANTIOXIDANTS IN HUMAN HEALTH AND DISEASE". *OXIDATIVE MEDICINE AND CELLULAR LONGEVITY*, 2(5): 270-8. DOI: 10.4161/oxim.2.5.9498
- PANICO A, CARDILE V, AVONDO S, GARUFI F, GENTILE B, PUGLIA C, ET AL. (2006); "THE IN VITRO EFFECT OF A LYOPHILIZED EXTRACT OF WINE OBTAINED FROM JACQUEZ GRAPES ON HUMAN CHONDROCYTES". *PHYTOMEDICINE*, 13: 522-6. DOI:10.1016/J.PHYMED.2005.06.009
- PARK EJ, PEZZUTO JM. (2015); "THE PHARMACOLOGY OF RESVERATROL IN ANIMALS AND HUMANS". *BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA (BBA) - MOLECULAR BASIS OF DISEASE*, 1852(6). DOI:10.1016/J.BBADS.2015.01.014
- PASTRANA-BONILLA E, AKOH CC, SELLAPPAN S, KREWER G. (2003); "PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF MUSCADINE GRAPES". *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 51: 5497–4503. DOI: 10.1021/JF030113C
- PIETTA PG. (2000); "FLAVONOIDS AS ANTIOXIDANTS". *JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS*, 63(7): 1035–42. DOI: 10.1021/NP9904509
- RABE E, STÜCKER M, ESPESTER A, SCHÄFER E, OTTILLINGER B. (2011); "EFFICACY AND TOLERABILITY OF A RED-VINE-LEAF EXTRACT IN PATIENTS SUFFERING FROM CHRONIC VENOUS INSUFFICIENCY - RESULTS OF A DOUBLE-BLIND PLACEBO-CONTROLLED STUDY". *EUROPEAN JOURNAL OF VASCULAR AND ENDOVASCULAR SURGERY*, 41(4): 540–7. DOI: 10.1016/J.EJVS.2010.12.003
- POUDEL PR, TAMURA H, KATAOKA I, MOCHIOKA R. (2008); "PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SKINS AND SEEDS OF FIVE WILD GRAPES AND TWO HYBRIDS NATIVE TO JAPAN". *JOURNAL OF FOOD COMPOSITION ANALYSIS*, 21: 622–625. DOI: 10.1016/J.JFCA.2008.07.00
- SHIRAI M, YAMANISHI R, MOON JH, MUROTA K, TERAU J. (2002); "EFFECT OF QUERCETIN AND ITS CONJUGATED METABOLITE ON THE HYDROGEN PEROXIDE-INDUCED INTRACELLULAR PRODUCTION OF REACTIVE OXYGEN SPECIES IN MOUSE FIBROBLASTS". *BIOSCIENCE, BIOTECHNOLOGY, AND BIOCHEMISTRY*, 66: 1015-21. DOI: 10.1271/BBB.66.1015
- SHIH PH, YEH CT, YEN GC. (2007); "ANTHOCYANINS INDUCE THE ACTIVATION OF PHASE II ENZYMES THROUGH ANTIOXIDANT RESPONSE ELEMENT PATHWAY AGAINST OXIDATIVE STRESS-INDUCED APOPTOSIS". *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 55: 9427–9435. DOI: 10.1021/JF071933I
- SINGHA I, DAS SK. (2014); "ANTIOXIDANT POTENTIAL OF DIFFERENT GRAPE CULTIVARS AGAINST FENTON-LIKE REAGENT-INDUCED LIVER DAMAGE EX-VIVO". *INDIAN JOURNAL OF BIOCHEMISTRY & BIOPHYSICS*, 51(5): 372-7. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/25630107](http://WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/25630107)
- SOTO ML, FALQUÉ E, HERMINIA DOMÍNGUEZ H. (2015); "RELEVANCE OF NATURAL PHENOLICS FROM GRAPE AND DERIVATIVE PRODUCTS IN THE FORMULATION OF COSMETICS". *COSMETIC*, 2: 259-276. DOI:10.3390/COSMETICS2030259
- STERVBO U, VANG O, BONNESEN C. (2007); "A REVIEW OF THE CONTENT OF THE PUTATIVE CHEMOPREVENTIVE PHYTOALEXIN RESVERATROL IN RED WINE". *FOOD CHEMISTRY*, 101(2): 449-57. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2006.01.047
- ULLAH MF, BHAT SH, HUSAIN E, ABU-DUHIER F, HADI SM, SARKAR FH, AHMAD A. (2015); "PHARMACOLOGICAL INTERVENTION THROUGH DIETARY NUTRACEUTICALS IN GASTROINTESTINAL NEOPLASIA". *CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION*, IN PRESS. DOI: 10.1080/10408398.2013.772091.
- VAQUERO MJR, ALBERTO MR, NADRA MCM. (2007); "INFLUENCE OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM WINES ON THE GROWTH OF *LISTERIA MONOCYTOGENES*". *FOOD CONTROL*, 18: 587-93. DOI: 10.1016/J.FOODCONT.2006.02.005



- VINHA AF, ALVES RC, BARREIRA SVP, CASTRO A, COSTA ASG, OLIVEIRA MBPP. (2014); "EFFECT OF PEEL AND SEED REMOVAL ON THE NUTRITIONAL VALUE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TOMATO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* L.) FRUITS". *LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 55: 197-202. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.07.016
- WENZEL U, KUNTZ S, BRENDEN MD, DANIEL H. (2000); "DIETARY FLAVONE IS A POTENT APOPTOSIS INDUCER IN HUMAN COLON CARCINOMA CELLS". *CANCER RESEARCH*, 60, 3823-3831. DISPONÍVEL EM: [WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/1091965](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1091965)
- XIA EQ, DENG GF, GUO YJ, LI HB. (2010); "BIOLOGICAL ACTIVITIES OF POLYPHENOLS FROM GRAPES". *INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES*, 11(2): 622-46. DOI: 10.3390/ijms11020622
- YI WG, FISCHER J, AKOH CC. (2005); "STUDY OF ANTICANCER ACTIVITIES OF MUSCADINE GRAPE PHENOLICS IN VITRO". *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 53: 8804-8812. DOI: 10.1021/jf0515328
- YOO Y, SALIBA A, PRENZLER P. (2010); "SHOULD RED WINE BE CONSIDERED A FUNCTIONAL FOOD?" *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY*, 9(5): 530-51. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2010.00125.x
- ZEISEL SH. (1999); "REGULATION OF NUTRACEUTICALS". *SCIENCE*, 285: 1853-5. DOI:10.1126/science.285.5435.1853

## **LA INVENCIÓN DE HUGO: PROPUESTA DIDÁCTICA DESDE EL 7º ARTE**

**A INVENÇÃO DE HUGO: PROPOSTA DIDÁTICA A PARTIR DA 7ª ARTE**  
**HUGO'S INVENTION: A TEACHING PROPOSAL FROM THE 7TH ART**

Salvador Mateo Arias Romero (mateoarias@ugr.es) \*

### **RESUMEN**

El presente artículo muestra el uso del cine como instrumento didáctico y recuperación de la memoria cultural perdida; en este caso, de las aportaciones de George Méliès al desarrollo técnico e histórico de este ámbito que es la cultura cinematográfica, a través de la proyección del film "La invención de Hugo" de M. Scorsese (2012). Fue realizada una visita cultural con estudiantes universitarios dentro del marco de la exposición organizada por Caixa Fórum Madrid, en donde por medio de una metodología de talleres y con la proyección del film y la posterior interacción con las creaciones de este director de cine se buscó la adquisición y desarrollo de contenidos transversales relacionados con la materia impartida. Los resultados obtenidos de la experiencia vivida, destacan la adquisición significativa de aspectos culturales contemporáneos en entornos de aprendizaje no formales. Como conclusión fundamental destacamos el acceso de los participantes a contenidos que forman parte del desarrollo histórico cultural contemporáneo de una manera lúdica como complemento de los sistemas formales educativos.

**Palabras clave:** *talleres, aprendizaje no formal, patrimonio cultural, aprendizaje experiencial.*

### **RESUMO**

Este artigo demonstra o uso de filmes como instrumento de ensino e recuperação da memória cultural perdida; neste caso, as contribuições de George Méliès para o desenvolvimento técnico e histórico na área da cultura cinematográfica, através da exibição do filme "A invenção de Hugo" de M. Scorsese (2012). Foi feita uma visita cultural com estudantes universitários no âmbito da exposição organizada pela Caixa Forum Madrid, na qual, através de uma metodologia de seminários e a exibição do filme, assim como a interação subsequente com as criações deste cineasta, foi procurada a aquisição e desenvolvimento de conteúdos transversais relacionados com o assunto ensinado. Dos resultados obtidos com esta experiência destaca-se a aquisição significativa de questões culturais contemporâneas em ambientes de aprendizagem não formal. Como conclusão principal destacamos o acesso dos participantes (principalmente estudantes universitários e população adulta) a conteúdos que fazem parte do desenvolvimento histórico cultural contemporâneo de uma forma lúdica, como complemento dos sistemas educativos formais.

**Palavras-chave:** *seminário, aprendizagem não-formal, identidade cultural, aprendizagem experiencial.*

### **ABSTRACT**

The present article demonstrates the use of cinema as an educational tool that can help with the recovery of lost cultural memory; in this case, from the contributions of George Méliès to the technical and historical development of the area of cinematographic culture through the screening of the film "Hugo" directed by Martin Scorsese (2012). A field trip with university students to the exhibit organized by the Caixa Forum Madrid where a mixed methodology of workshops, the screening of the film, and a follow-up interaction based on other creations by Scorsese aimed at the acquisition and development of transversal content.

The results obtained through this experience, highlight the significant acquisition of contemporary cultural aspects in non-formal learning environments. The primary conclusion is related to participant access to contents which are part of contemporary cultural and historical development in a playful way to complement formal education systems.

**Keywords:** workshops, non-formal learning, cultural heritage, experiential learning.

\*Profesor Universidad de Granada (España), Facultad Ciencias de la Educación,  
Departamento Didáctica de las Ciencias Sociales.

Submitted: 11th January 2016

Accepted: 02nd May 2016

## INTRODUCCIÓN

Con este artículo pretendemos mostrar el uso del cine como instrumento didáctico y recuperación del patrimonio cultural contemporáneo. El film “La Invención de Hugo” de Martin Scorsese (2012), es mucho más que las aventuras de dos niños en torno a una estación de tren; hace un homenaje a los inicios del cine a través de la figura de Georges Méliès; uno de los precursores del cinematógrafo que perfeccionaría dicho invento, favoreciendo y colaborando a darle a este nuevo espectáculo el rango de Séptimo Arte (Gubern, 2014). Con su magia realizaría los mejores efectos especiales, concediendo un halo de misterio y encantamiento.

Nacido en París el 8 de diciembre de 1861. A los 23 años, tras una estancia en Londres, quedaría encantado e incluso magnetizado con la prestidigitación. En 1888, tras recibir una considerable herencia, adquirió el teatro del mago Robert-Houdin. Las representaciones con trucos mágicos que realizaba en dicho teatro le valdrían para sus creaciones cinematográficas.

Tras la invención del cinematógrafo por los hermanos Lumière, éste, intentó comprarles un aparato, y tras su negativa, acudiría a un óptico londinense, Robert William Paul, que había inventado una cámara (Gorostiza, 2002; Gaudreault, 2008). A partir de ese momento rodaría sus primeras películas. El 5 de abril de 1896 proyectó las primeras películas en su teatro; eran pequeñas escenas al aire libre, en definitiva, documentales muy similares a los de los hermanos Lumière. En 1896, daría un giro de noventa grados a su estilo y realizaría sus primeras películas trucadas como: La Mansión del Diablo, y Desaparición de una dama en el Robert-Houdin.

Sería pionero en la utilización del truco de sustitución de elementos mediante el parado de la cámara, así como en la exposición múltiple del negativo (doble sobreimpresión). Ante la gran aceptación por parte del público de su cine de ciencia ficción. Crearía un estudio de cine completamente acristalado, (dicho estudio ha sido considerado el primero). En 1902 realizaría Viaje a la Luna que ha sido su principal obra (Hoyesarte.com, 2013). En ella podemos ver la evolución de la continuidad narrativa cinematográfica. Esta cinta obtuvo tal éxito, que técnicos que trabajaban para Thomas Edison realizaron infinidad de copias y la distribuyeron por toda Norteamérica, sin que Méliès recibiera ningún tipo de compensación económica.

Realizador de unas quinientas películas, las rápidas y continuas transformaciones por parte de la industria, así como la monopolización por Edison en Estados Unidos y Pathé en Francia, junto con la llegada de la Primera Guerra Mundial, afectarían a su negocio, retirándose del cine en 1913.

En 1925 y tras ser vendida años antes, la sala Robert-Houdin fue destruida. Una vez olvidado por el público, Méliès destruiría los negativos de sus películas. Más tarde volvería a casarse en segundas nupcias con una actriz de sus películas, Jehanne d'Alcy. Como bien refleja “La Invención de Hugo”, Méliès trabajaría como vendedor de juguetes en el vestíbulo de la estación de Montparnasse, en París. Un periodista lo reconocería cuando estaba vendiendo; gracias a este encuentro, se celebraría una gala en honor de Méliès en 1929, donde pudieron proyectarse ocho películas prodigiosamente recuperadas. Moriría el 21 de enero de 1938.

## **GRANDES APORTACIONES DE GEORGES MELIÉS AL CINE: PRIMEROS ESTUDIOS DE CINE**

Los primeros Estudios Cinematográficos fueron creados por George Méliès; entendiendo por estudio o productora, una empresa por lo general privada, que cuenta con los medios necesarios para la producción y el rodaje de películas, posteriormente también contarían la mayoría de ellos con lo necesario para la distribución en las salas de proyección.

La gran innovación de Méliès fue la creación de películas, a diferencia de los Hermanos Lumiere que realizaban documentales. Para la elaboración de estas pequeñas obras de arte, colmadas de magia e imaginación, nuestro protagonista necesitó de un lugar donde poder rodar. Hecho que dio lugar a que se decidiera a diseñar en el jardín de su finca el “taller de toma de vistas”, que equivaldría a lo que en la actualidad entendemos por estudio cinematográfico. Su disposición y distribución estructural estaba constituida por elementos de madera, vidrio e hierro. Tenía un sistema de persianas por el que recibía la luz, las paredes eran de vidrio sin pulir, excepto en la parte del escenario que tenía vidrios transparentes, para los casos de luz solar insuficiente.

También constaba de postigos móviles para suavizar la luz solar que molestara. El edificio estaba orientado en su lado más largo hacia el suroeste, recibiendo la luz frente al escenario de las 11 de la mañana a las 3 de la tarde. En cuanto a las dimensiones contaba con 17 metros en planta, y de 50 metros de altura, con una cubierta a dos aguas. El escenario tenía 7 metros de ancho por 5 de fondo, detrás de este se ubicaba un pequeño camerino para los artistas.

Construyó toda una tramoya con trampas para las apariciones, y todo tipo de artilugios que permitía las apariciones, desapariciones y elevaciones por los aires de los personajes. En definitiva, el “taller de toma de vistas” fue creado y pensado para la realización de películas, con todo tipo de necesidades e inventos con los que hacer realidad la imaginación de Méliès, cuyas películas cada vez tenían más duración y calidad.

Sería en el cine estadounidense donde posteriormente se fundarían importantes estudios o empresas cinematográficas. Entre ellos podemos citar Universal Pictures, Fox Film Corporation, 20th Century Fox, United Artists, Warner Bros, Metro-Goldwyn-Mayer, Columbia, Paramount, todos ellos surgirían en la década de los años treinta, también conocida como la “Edad de oro” de los Estudios cinematográficos de EEUU.

Cada empresa o estudios se dedicarán a disímiles géneros (Ragaza, 2012): La Metro-Goldwyn-Mayer se daría a conocer por los temas románticos como; Ana Karenina ( C. Brown, 1935) o Lo que el Viento se llevó (V. Fleming, 1939). La Warner Bros se especializará en géneros como el cine negro y el cine de aventuras como: Hampa Dorada (M. LeRoy, 1930) o Carga de la brigada Ligera (M. Curtiz, 1936). La Paramount sobresaldría por sus filmes históricos como: Cleopatra (J. L. Mankiewicz, 1963). La Universal se especializó en cine de terror como: Frankenstein (J. Whale, 1931). Columbia centraría sus películas en comedias tales como: Sucedió una noche (F. Capra, 1934).

## **GRANDES APORTACIONES DE GEORGES MELIÉS AL CINE: EL CINE DE CIENCIA – FICCIÓN**

Méliès introdujo la ficción en el cine (Robinson, 1993), cuando este comenzaba y únicamente era un documental. Con *Le Voyage Dans La Lune* (G. Méliès, 1902), Méliès inventaría el cine de ciencia y ficción, inspirándose en las obras de julio Verne. “Viaje a la Luna” es un cortometraje de 14 minutos de duración, que gracias al ingenio de su director y mediante el uso de la magia aplicada al cine, así como todo tipo de trucos y efectos especiales, diseñó un nuevo estilo con el que contar historias fantásticas. Como gran mago y experto en infinidad de trucos mágicos, Méliès aprovechó y explotó en el cine esta experiencia, que junto con la linterna mágica, efectos ópticos, paradas de cámara, sobreimpresiones; podríamos decir que Georges M. no sólo es el gran inventor, sino que puso las bases para la realización de lo imposible en la gran pantalla (Obra Social La Caixa, 2013).

Después de *Viaje a la Luna*, las películas precursoras en ciencia y ficción fueron: *Aelita, Reina de Marte* (Y. Protazánov, 1924), un film mudo realizado en la Unión Soviética, basada en la novela homónima de León Tolstoi. Del expresionismo alemán hemos de destacar *Metrópolis* (F. Lang, 1926); este film se argumenta en el futuro (año 2000), en el que la sociedad se encuentra dividida en ricos, rodeados de grandes lujos y los pobres reclusos en guetos subterráneos, donde se ubica la ciudad industrial. En el transcurso de la trama el hijo del que controla la ciudad “perfecta”, se enamora de una muchacha de origen humilde, que instruye y predica sobre los buenos sentimientos y el amor. A partir de ese momento el enamorado insinúa a su padre que los trabajadores podrían rebelarse y perturbar su mundo perfecto.

Tras estas películas se realizaron otras muchas de ciencia y ficción, desarrollándose un género de gran tirada comercial. Entre ellas podemos mencionar: *Frankenstein* (J. Whale, 1931), *Godzilla* (I. Honda, 1954), *El increíble hombre menguante* (J. Arnold, 1957), *2001: Una odisea del espacio* (S. Kubrick, 1968), *El planeta de los simios* (Franklin J. Schaffner, 1968), *Encuentros en la Tercera Fase* (S. Spielberg, 1977), *La Guerra de las Galaxias* (G. Lucas, 1977), *Blade Runner* (R. Scott, 1982), *Terminator* (J. Cameron, 1984), *Regreso al futuro* (R. Zemeckis, 1985), *Inteligencia Artificial* (S. Spielberg, 2001), *Origen* (C. Nolan, 2010).

### **1. METODOLOGÍA DIDÁCTICA INTERACTIVA DEL CINE: EXPOSICIÓN CAIXA BANK**

A través de la exposición realizada por Caixa Bank hemos diseñado una actividad basada en el aprendizaje experiencial como estrategia metodológica para el desarrollo de habilidades y competencias, siguiendo las tendencias e investigaciones encaminadas a un aprendizaje significativo que enlace el trabajo sobre el conocimiento ofertado a los estudiantes universitarios en las aulas (en este caso universitarias) con el conocimiento del entorno cultural inmediato (Alfaro, 2006; Ariza, 2010; Fernández, 2015).

Siguiendo a los teóricos de este modelo, hemos partido de la experiencia abstracta (contada o mostrada por otros; en este caso a través del film), para llegar a la experimentación concreta (sobre los objetos de la exposición), consiguiendo así modificar las estructuras cognitivas de nuestro alumnado y favoreciendo una mayor implicación a niveles motivacionales y de realización de la tarea demandada (Ausubel, 1976; Colom, 2005).

La visita cultural desarrollada fue realizada por los alumnos de la facultad de Ciencias de la Educación, un total de 70 alumnos, como parte del portafolio desarrollado dentro de la asignatura Patrimonio Histórico y Cultural, de esta manera pretendemos complementar las actividades cotidianas dentro del aula con aquellas realmente significativas para el alumnado, favoreciendo la participación y la adquisición de los distintos contenidos (Díaz, 2003).

Los alumnos debían interactuar con los distintos elementos, así como participar en el debate posterior a la visualización del film, contrastando puntos de vista y opiniones. Al final de la actividad, similar en formato al desarrollo de un workshop o seminario debían elaborar un informe final sobre la experiencia vivida para su posterior evaluación procesual.

En esta caso la propuesta didáctica planteada tenía como objetivo principal: Conocer los fundamentos del cine desde la perspectiva del director e investigador cinematográfico Georges Méliés.

Para ello partimos de una metodología como hemos podido apreciar en la introducción de este apartado denominada de investigación en acción, a través de la interacción con los distintos elementos de la exposición y la posterior visualización y debate sobre uno de sus films más representativos.

Desarrollamos así fuera de las aulas universitarias, una de las numerosas estrategias didácticas utilizadas por distintos profesores consistentes en la visualización de cortos, películas, etc., relacionados con sus distintas materias para favorecer la implicación y motivación de los alumnos y alumnas, desde la inmersión en la propia experiencia fuera de los entornos académicos.

La exposición sobre esta representativa imagen del cine nos sirvió para viajar en el tiempo, visualizando las primeras obras de ciencia y ficción, realizadas en los orígenes del cine. Pudimos observar la primera cámara de Méliès o el vestuario original de "Viaje a la Luna", entre otros muchos más objetos. La muestra presentaba 418 fragmentos, entre ellos 21 filmes originales, fotografías, dibujos grabados y carteles. Aunque lo más didáctico que pudimos observar en la exposición fue una serie de aparatos como linternas mágicas, praxinoscopios, el cinematógrafo de los Lumière y una cámara crono fotográfica. Del mismo modo pudimos interactuar con unas magníficas reproducciones de dichos artilugios que nos permitieron comprobar de primera mano los resultados espectaculares que se obtenían, colaborando a la magia, el encantamiento y el sortilegio del cine.

## **2. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en el desarrollo de esta experiencia han sido altamente satisfactorios:

- La motivación de los alumnos y alumnas universitarias frente a la tarea se incrementó significativamente, como pudimos comprobar a través de la pasación de un cuestionario de satisfacción de los estudiantes, que fue comparado con datos de años anteriores.
- Se desarrollaron competencias relacionadas con la habilidad para debatir, contrastar puntos de vista, argumentar ideas, opiniones de forma razonada.
- La actividad inserta dentro del portafolio de la asignatura fue una de las mejor valoradas por los estudiantes, de acuerdo con el cuestionario mencionado anteriormente.
- Se alcanzaron mejores calificaciones parciales, dentro del proceso de evaluación continua desarrollado, en referencia a las calificaciones de años anteriores.

A nivel docente debemos decir que:

- La coordinación y colaboración entre los responsables de la exposición y la institución universitaria (profesorado) de la materia fue altamente enriquecedora, ya que se pudieron contrastar a través del diálogo distintas formas de llevar el conocimiento ofertado a los estudiantes desde otros canales o vías de participación externas a las universidades, pero en colaboración con estas.
- Se reforzaron estrategias metodológicas docentes como es el aprendizaje experiencial.
- Se establecieron relaciones tutor-alumnos favorecedoras del trabajo en equipo y colaborativo.

Dentro del equipo colaborador, la figura del guía de la exposición como ayudante del profesorado fue de inestimable ayuda para poder establecer una simbiosis equilibrada entre los contenidos formales trabajados en el aula con los contenidos experienciales y las competencias comunicativas, de búsqueda de información o elaboración y presentación de la información entre otras, necesarias dentro de esta actividad.

## **CONCLUSIONES**

El aprendizaje experiencial es solo una de las distintas herramientas que como docentes universitarios podemos utilizar para favorecer un aprendizaje significativo en nuestros alumnos; en este caso a través de una visita cultural a una exposición como actividad complementaria a la docencia desarrollada en las aulas.

No solo favorecen la adquisición de competencias, de acuerdo con las necesidades formativas y profesionales que podemos encontrar en el Espacio Europeo de Educación Superior, sino que generan una motivación para la adquisición del conocimiento en unos entornos que



conectan la vida académica con la realidad de las personas, sus necesidades, preocupaciones y aficiones.

Atendiendo por otra parte a la recuperación de la identidad cultural y el conocimiento social, gracias al filme de Scorsese “La invención de Hugo”, Méliès ha dejado de estar en el olvido. Ya en su día fue relegado por la industria del cine, aunque hemos de decir que su figura fue rescatada del olvido años antes de su muerte, como bien se narra en la película.

Hemos querido destacar el papel primordial que tuvo Georges Méliès en la evolución, perfeccionamiento y progreso de la historia del cine. Especialmente incidimos en la importancia que tuvo ante la creación e invención del cine de ciencia y ficción.

Podríamos añadir sin miedo a equivocarnos que Méliès se asemeja a los artistas, inventores y grandes creadores del renacimiento, ya que llegó a dominar el cinematógrafo en profundidad; siendo cámara, productor, montador, actor, distribuidor, empresario, diseñador de decorados, guionista, inventor, destacando evidentemente como director.

Lejos queda el cine como mero entretenimiento, Scorsese lo deja patente una vez más en su obra. En “La Invención de Hugo” coexisten dos películas, la primera podría ser denominada como una fábula infantil en la que un niño lucha por mantener viva la memoria de su padre, y en la segunda nuestro pequeño protagonista casi sin pretenderlo, hace una alabanza y halago al Séptimo Arte rescatando del anonimato a Georges Méliès.

Es de destacar en “La Invención de Hugo” el travelling que aparece tanto al comienzo como al final de la película, todo ello asociado al 3D y una muy cuidada fotografía, nos muestra una vez más el amor y la pasión que Scorsese proyecta en sus films. Sin duda ayudado por sus habituales colaboradores como Robert Richardson (director de fotografía), Dante Ferreti (diseñador de producción) o John Logan (guionista).

Por todo lo mencionado, creemos que este tipo de actividades docentes deben ser fomentadas e integradas en los curriculum ordinarios a desarrollar en nuestras instituciones y distintas titulaciones universitarias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALFARO, I.J. (2006). SEMINARIOS Y TALLERES. EN DE MIGUEL, M. (2006). METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS (pp. 53-81). MADRID: ALIANZA EDITORIAL.
- ARIZA, M.R. (2010). EL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL Y LAS NUEVAS DEMANDAS FORMATIVAS. REVISTA DE ANTROPOLOGÍA EXPERIMENTAL, 10(8), 89-102. ISSN: 1578-4282
- AUSUBEL, D. (1976): PSICOLOGÍA EDUCATIVA. UN PUNTO DE VISTA COGNOSCITIVO. MÉXICO: TRILLAS.
- COLOM, A. (2005). CONTINUIDAD Y COMPLEMENTARIEDAD ENTRE LA EDUCACIÓN FORMAL Y NO FORMAL. REVISTA DE EDUCACIÓN (338), 9-22.
- DÍAZ, F. (2003). COGNICIÓN SITUADA Y ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA, 5 (2). CONSULTADO EL 27/12/2015 EN: [HTTP://REDIE.ENS.UABC.MX/VOL5NO2/CONTENIDO-ARCEO.HTML](http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html)
- FERNÁNDEZ, M.G. (2015). EL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL COMO METODOLOGÍA DOCENTE: APLICACIÓN DEL MÉTODO MACBETH. ARGOS, 28(54).
- GAUDREAU A. (2008). CINÉMA ET ATTRACTION: POUR UNE NOUVELLE HISTOIRE DU CINÉMATOGRAPHE. PARIS: CNRS ÉDITIONS.
- GOROSTIZA, J. (2002). LOS ESTUDIOS CINEMATOGRAFICOS EN EL TRÁNSITO DEL CINE MUDO AL SONORO. ALICANTE: BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES. CONSULTADO EL 15/05/2015 EN [HTTP://WWW.CERVANTESVIRTUAL.COM/OBRA-VISOR-DIN/LOS-ESTUDIOS-](http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor-din/los-estudios-)

CINEMATOGRAFICOS-EN-EL-TRANSITO-DEL-CINE-MUDO-AL-SONORO--0/HTML/FF8B58C0-82B1-11DF-ACC7-002185CE6064\_2.HTML#l\_1\_

GUBERN, R. (2014). HISTORIA DEL CINE. BARCELONA: ANAGRAMA.

HOYESARTE.COM (2013). MELIÉS, ALUNIZA EN CAIXA FORUM MADRID. CONSULTADO EL 10/03/2015 EN [HTTP://WWW.HOYESARTE.COM/EVENTO/2013/07/GEORGES-MELIES-ALUNIZA-EN MADRID/#STHASH.WDECGLPG.DPUF](http://www.hoyesarte.com/evento/2013/07/georges-melies-aluniza-en-madrid/#STHASH.WDECGLPG.DPUF)

RAGAZA, A. (2012). HISTORIA DEL CINE-INICIOS HASTA LOS AÑOS 40. ARCHIVO DE LA ETIQUETA: PRIMEROS ESTUDIOS CINEMATOGRAFICOS. CONSULTADO EL 20/10/2015 EN: [HTTP://IMAGENGARCI.WORDPRESS.COM/TAG/PRIMEROS-ESTUDIOS-CINEMATOGRAFICOS/](http://imagengarci.wordpress.com/tag/primeros-estudios-cinematograficos/)

ROBINSON, D. (1993). GEORGES MÉLIÈS: FATHER OF FILM FANTASY. ENGLAND: MUSEUM OF THE MOVING IMAGE.

OBRA SOCIAL LA CAIXA (2013). GEORGE MÉLIÈS. LA MAGIA DEL CINE. MADRID. CONSULTADO EL 28/12/2015 EN [HTTPS://OBRASOCIAL.LACAIXA.ES/DEPLOYEDFILES/OBRASOCIAL/ESTATICOS/PDF/NUESTROS\\_CENTROS/CAIXAFORUMMADRID/TRIPTICO\\_CX FMAD\\_GEORGES\\_MELIES.PDF](https://obrasocial.lacaixa.es/deployedfiles/obrasocial/estaticos/pdf/nuestros_centros/caixaforummadrid/triptico_cx_fmاد_georges_melies.pdf)



## **CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS DOMICILIÁRIOS CENTRADOS NA FAMÍLIA: CONTRIBUTOS PARA UMA ORIENTAÇÃO SALUTOGÉNICA**

PEDIATRIC PALLIATIVE HOME CARE FOCUSED ON THE FAMILY: CONTRIBUTIONS  
TOWARD A SALUTOGENIC ORIENTATION

CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS DOMICILIARIOS CENTRADOS EN LA FAMILIA:  
APORTES A UNA ORIENTACIÓN SALUTOGÉNICA

Ana Maria Jorge (anajorge@ipg.pt)\*

Ezequiel Carrondo (ecarrondo@ipg.pt)\*\*

Fernanda Lopes (fernandalopes@ipg.pt)\*\*\*

### **RESUMO**

O presente artigo tem como objetivo abordar os cuidados paliativos pediátricos domiciliários centrados na família numa perspetiva salutogénica. A pesquisa efetuada em plataformas de bases de dados e em revistas científicas revelou um número limitado de estudos centrados no paradigma salutogénico em cuidados paliativos. Os cuidados paliativos pediátricos têm como principal objetivo a prestação de cuidados domiciliários centrados na família, indo ao encontro das necessidades das famílias, com impacto positivo na qualidade de vida da criança. A Associação Europeia de Cuidados Paliativos reconhece a importância de centrar os cuidados nas competências e nos recursos da criança e da família e não exclusivamente nas suas dificuldades, ou seja, da orientação salutogénica nos cuidados paliativos. Esta nova orientação nos cuidados de saúde tem vindo a emergir progressivamente como resultado do desenvolvimento de diversos constructos, nomeadamente do sentido interno de coerência e da resiliência. Conclui-se que esta mudança de paradigma é fundamental para a melhoria da qualidade de vida da criança e da família ao longo do curso da doença.

**Palavras-chave:** *cuidados paliativos pediátricos domiciliários; família; salutogénese; resiliência e sentido interno de coerência.*

### **ABSTRACT**

This article aims to address home-based pediatric palliative care from a family-centered salutogenic perspective. The research conducted in database platforms and scientific journals has revealed a limited number of studies focusing on the salutogenic paradigm in palliative care. Pediatric palliative care has the primary objective of provided family-centered home care, meeting the needs of families with a positive impact on the children's quality of life. The European Association for Palliative Care recognizes the importance of focusing attention on the skills and resources of the child and family rather than just their difficulties, ie, a salutogenic orientation in palliative care. This new direction in health care has been emerging gradually as a result of the development of various constructs, namely an internal sense of coherence and the resilience. The conclusion is that this paradigm shift is essential for the improvement of quality of life for both children and their families throughout the course of the disease.

**Keywords:** *home-based pediatric palliative care; family; salutogenesis; resilience and internal sense of coherence.*

## RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo abordar los cuidados paliativos pediátricos domiciliarios centrados en la familia en una perspectiva salutogénica. La investigación realizada en las plataformas de base de datos y revistas científicas reveló un número limitado de estudios centrados en el paradigma salutogénico en cuidados paliativos. Los cuidados paliativos pediátricos tienen como objetivo principal la prestación de cuidados domiciliarios centrados en la familia, en respuesta a las necesidades de las familias con un impacto positivo en la calidad de vida de los niños. La Asociación Europea de Cuidados Paliativos reconoce la importancia de centrar la atención en las competencias y los recursos del niño y de la familia y no sólo en sus dificultades, a saber, la orientación salutogénica en los cuidados paliativos. Esta nueva orientación en el cuidado de la salud ha ido surgiendo gradualmente como resultado del desarrollo de diversas construcciones, incluyendo el sentido interno de la coherencia y la resiliencia. Se concluye que este cambio de paradigma es esencial para la mejora de la calidad de vida del niño y de la familia en todo el curso de la enfermedad.

**Palabras clave:** *cuidados paliativos pediátricos domiciliarios; familia; salutogénesis; resiliencia y sentido interno de coherencia.*

\* Doutora, Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior - Instituto Politécnico da Guarda, Professora Coordenadora na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico da Guarda.

\*\* Doutor, Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior - Instituto Politécnico da Guarda, Professor Coordenador na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico da Guarda.

\*\*\* Doutora, Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior - Instituto Politécnico da Guarda, Professora Adjunta na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico da Guarda.

Submitted: 03rd December 2014

Accepted: 27th April 2016

## **INTRODUÇÃO**

Em Portugal e nas sociedades ocidentais, em geral, o tratamento e a cura da doença continuam a assumir-se como o objetivo central dos Serviços de Saúde, levando a que a incurabilidade e a inevitabilidade da morte possam ser consideradas como um fracasso pelos profissionais e serviços de saúde, bem como pela sociedade. Nesta cultura dominante parte-se do princípio que as crianças não nascem com doenças incuráveis e incapacitantes, nem as desenvolvem ou virão a desenvolver (Walsh, 2010; UMCCI, 2010a).

As necessidades da criança com doença que limita a vida ou potencialmente fatal e das suas famílias são muito específicas, em parte porque a sociedade não espera que a morte ocorra nos seus membros mais jovens, nem que a morte dos filhos ocorra antes da morte dos pais (Sebastian e Martin, 2011).

Nos últimos anos observou-se o aumento da prevalência de doenças incuráveis e incapacitantes. A melhoria das condições de vida e os avanços científicos da tecnologia médica permitiram a redução da taxa de mortalidade infantil e o aumento da sobrevivência de crianças portadoras de doenças graves potencialmente fatais, com necessidade de cuidados paliativos complexos (Walsh, 2010; EAPC, 2009a).

Assistiu-se a uma expansão destes cuidados a nível mundial, fruto da crescente evidência do impacto na melhoria da qualidade de vida da criança e suas famílias, na racionalização de recursos e na boa relação custo-benefício. As doenças crónicas complexas pediátricas estão a tornar-se uma causa de morte cada vez mais relevante, representando atualmente cerca de um terço das mortes abaixo dos 18 anos de idade ocorrendo metade dessas mortes no primeiro ano de vida. “O acesso a Cuidados Paliativos Pediátricos constitui um direito básico dos recém-nascidos, crianças e jovens portadores de doenças crónicas complexas e limitantes da qualidade e/ou esperança de vida, e das suas famílias” (Despacho nº 8286-A/2014: 16528).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, no Atlas Global de Cuidados Paliativos, Portugal é, a par da Noruega, o país da Europa Ocidental com menor provisão de Cuidados Paliativos Pediátricos. Neste sentido, em Portugal é urgente conhecer as necessidades paliativas das suas crianças e jovens e desenvolver serviços que as apoiem a si e às suas famílias (Despacho nº 8286-A/2014). Assim, foi constituído um grupo de trabalho multidisciplinar composto por peritos da área de especialidades pediátricas, cuidados paliativos, cuidados de saúde primários, em articulação com a comissão nacional de saúde materna, da criança e do adolescente.

## **CONCEITO DE CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS**

Cuidados paliativos são cuidados ativos e totais aos doentes e suas famílias, realizados por uma equipa multidisciplinar, quando a doença já não responde aos tratamentos curativos, integrando o controlo da dor e de outros sintomas, bem como os aspetos sociais, psicológicos e espirituais (Twycross, 2003).

A Organização Mundial de Saúde define cuidados paliativos como uma abordagem que melhora a qualidade de vida dos doentes e das suas famílias, perante uma doença potencialmente fatal, através da prevenção e alívio do sofrimento: identificação, avaliação e tratamento precoce da dor e de outros problemas físicos, psicológicos e sociais (EAPC, 2009<sub>b</sub>).

Neste sentido, são princípios dos cuidados paliativos: proporcionar o alívio da dor e de outros sintomas; afirmar a vida e encarar a morte como um processo natural; não antecipar ou prolongar a morte; integrar os aspetos psicológicos e espirituais na abordagem da pessoa doente; disponibilizar uma rede de suporte que permita à pessoa doente viver tão ativamente quanto possível até à morte; disponibilizar uma rede de suporte que facilite a adaptação da família à situação de doença, ajudando-a a lidar com o sofrimento e o próprio luto; trabalhar em equipa para responder às necessidades das pessoas doentes e suas famílias, incluindo o apoio ao luto; otimizar a qualidade de vida das pessoas doentes e suas famílias, podendo ainda, influenciar positivamente o curso da doença (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

Os cuidados paliativos aplicam-se desde o início da doença, conjuntamente com outras intervenções que visam o prolongar da vida e incluem a investigação necessária para melhor entender e abordar situações complexas (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

A Organização Mundial de Saúde define cuidados paliativos pediátricos como cuidados ativos e globais à criança (corpo, mente e espírito) e incluem o apoio à família, quando uma doença ameaçadora da vida é diagnosticada (WHO, 1998).

Os prestadores de cuidados paliativos devem avaliar e aliviar o sofrimento físico, psicológico e social da criança, exigindo-se uma abordagem multiprofissional e interdisciplinar, que inclui a família, utilizando os recursos comunitários disponíveis (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

## **ESPECIFICIDADE E COMPLEXIDADE DOS CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS**

As situações que podem beneficiar de cuidados paliativos em crianças e adolescentes são distintas das dos adultos, pois são múltiplas e abrangentes, onde a duração da prestação de cuidados se torna variável e difícil de prever. Diferentemente dos adultos, a esperança de vida das crianças com doença avançada pode oscilar entre horas ou dias a vários anos ou décadas. Desta forma, a planificação antecipada dos cuidados e a tomada de decisão inerente à frequente reavaliação dos objetivos assistenciais são fundamentais em cuidados paliativos pediátricos (Walsh, 2010; EAPC, 2009<sub>a</sub>).

A clarificação dos conceitos de “doença que limita a vida” e de “doença potencialmente fatal ou que ameaça a vida” é importante em cuidados paliativos pediátricos. A primeira é definida como “uma condição onde a morte prematura é usual, embora não necessariamente iminente”, enquanto a segunda é “aquela onde há grande probabilidade de morte prematura, no entanto, há também hipótese de sobrevivência a longo prazo, nomeadamente até à idade adulta” (EAPC, 2009<sub>a</sub>, p. 19).

Podemos observar uma grande diversidade de situações com indicação para cuidados paliativos pediátricos (quadro 1): doenças neurológicas, metabólicas, cromossômicas, doenças cardíacas, respiratórias e infecciosas, cancro, complicações relacionadas com a prematuridade, trauma/acidentes. Muitas patologias são raras ou hereditárias, e algumas das crianças permanecem sem diagnóstico.

<b>Grupo I - Doenças potencialmente fatais mas curáveis</b>
Situações que podem comprometer a vida, para as quais se dispõe de tratamento curativo, mas que pode fracassar. O acesso a cuidados paliativos pode ser necessário quando isso acontece ou quando ocorre uma crise, independentemente da sua duração. A seguir ao tratamento curativo bem-sucedido ou a uma remissão de longa duração deixa de haver necessidades paliativas. Ex: Cancro primário ou progressivo/recidivante com mau prognóstico ou cancro com mau prognóstico; cardiopatia congénita ou adquirida grave ou falência de órgão.
<b>Grupo II – Doenças que causam morte prematura mas podem ter sobrevivências longas se tratadas</b>
Situações em que podem existir longos períodos de tratamento intensivo, cujo objetivo é prolongar a vida e permitir a participação em atividades normais com qualidade de vida. Ex: Fibrose quística; distrofias musculares; imunodeficiência grave; insuficiência respiratória crónica ou grave; epidermólise bolhosa grave; infeção pelo vírus de imunodeficiência humana; insuficiência renal progressiva para a qual não se dispõe de diálise ou transplante renal, ou não tenham êxito; doença ou malformação digestiva grave, como a gastrosquisis; anomalias cardiovasculares ou prematuridade extrema.
<b>Grupo III – Doenças progressivas sem cura possível</b>
Situações progressivas, sem opção terapêutica curativa, nas quais o tratamento é exclusivamente paliativo desde o diagnóstico, podendo estender-se ao longo de vários anos. Ex: Doenças neuromusculares ou degenerativas; distúrbios metabólicos progressivos; alterações cromossômicas como a trissomia 13 ou 18; forma grave de osteogénese imperfeita; cancro avançado com metastização.
<b>Grupo IV – Doenças irreversíveis não progressivas, que aumentam a morbilidade e a probabilidade de morte prematura</b>
Situações irreversíveis não progressivas, acompanhadas de incapacidade grave, tornando a pessoa vulnerável ao desenvolvimento de complicações e morte prematura. Ex: Paralisia cerebral grave; doenças genéticas; malformações congénitas; lesões graves accidentais do sistema nervoso central ou da espinal medula; necessidades complexas de saúde com alto risco de episódios imprevisíveis potencialmente fatais.

**Quadro 1 – Situações pediátricas com indicação para cuidados paliativos**

Adaptado de: Association for children with life-threatening or terminal conditions and their families (ACT) & Royal College of Paediatrics and Child Health (RCPCH), 1997; EAPC, 2009.; Benini, Spizzichino, Trapanotto e Ferrante, 2008; Lacerda, 2013.

A especificidade e a complexidade dos cuidados paliativos pediátricos decorrem do pequeno número de casos com ampla distribuição geográfica, comparativamente com os adultos, da diversidade de patologias, da disponibilidade limitada de tratamentos farmacológicos específicos para as crianças, dos fatores de desenvolvimento da criança, do envolvimento dos pais na prestação de cuidados (principais cuidadores e responsáveis pela tomada de decisão), da escassez de profissionais com formação específica, do grande envolvimento emocional, das dificuldades na gestão da tristeza, perda e luto, da grande dificuldade na identificação e



resolução de conflitos éticos, morais e jurídicos e no grande impacto social (EAPC, 2009a). Em Portugal, a provisão de serviços de cuidados paliativos pediátricos de acordo com a Children's Palliative Care Network situa-se, atualmente, no nível 2 - capacidade de iniciar cuidados numa escala em que se considera: nível 1 - sem atividade reconhecida; nível 2 - capacidade de iniciar atividade; nível 3 - provisão localizada; nível 4 - Integração com os serviços de saúde (Lacerda, 2013).

## **NECESSIDADES DAS CRIANÇAS E DAS FAMÍLIAS**

As crianças com condições que limitam a vida ou são potencialmente fatais e as suas famílias têm necessidades específicas múltiplas, diversas e mutáveis, que incluem a dimensão física, psicológica, social e espiritual.

As necessidades físicas da criança incluem, prioritariamente, o controlo de sintomas (dor e outros), através de intervenções farmacológicas e não farmacológicas, definindo antecipadamente o plano de cuidados à criança, tendo presente o potencial da criança e família e facilitando ao máximo o seu desenvolvimento. As necessidades psicológicas da criança exigem uma comunicação aberta e clara, adequada à etapa de desenvolvimento, apoio emocional contínuo para ajudar a criança a lidar com as questões emocionais (compreensão, aceitação, raiva, confiança, esperança e amor), bem como o acesso a recursos que promovam o desenvolvimento da personalidade da criança, a auto percepção e a percepção dos outros, a valorização das suas características e talentos, o incentivo e, sempre que possível, a continuidade das suas atividades e projetos futuros. As necessidades sociais da criança devem ter respostas apropriadas (ferramentas, técnicas, atividades), que incluem os contextos recreativos, escolares e sociais. As necessidades espirituais da criança devem ter apoio adequado, respeitando o passado cultural e religioso da família (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

A família é uma unidade fundamental em qualquer programa de cuidados paliativos pediátricos, "(...) sendo definida como as pessoas que proporcionam bem-estar físico, psicológico, espiritual e social à criança e que estão relacionadas por laços de carinho e afeto, independentemente do vínculo genético" (EAPC, 2009<sub>a</sub>: 24).

Encontrando-se fortemente envolvidos na prestação de cuidados, para evitar o internamento prolongado dos seus filhos, os pais têm uma grande responsabilidade para cuidar da criança, tendo de tomar decisões muitas vezes difíceis no melhor interesse da criança. Os irmãos podem viver a situação de doença com sentimentos de culpa e solidão. Os restantes membros da família (avós, tios e amigos) também desempenham um papel importante no apoio emocional durante a doença da criança e após a sua morte (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

As necessidades da família são múltiplas (educacionais, psicológicas, sociais e espirituais) e com elevado grau de complexidade. As necessidades educacionais incluem o conhecimento profundo da situação e a melhor forma de cuidar da criança. As necessidades psicológicas exigem avaliação, apoio emocional adequado e suporte no luto, sendo fundamental a disponibilização de apoio aos irmãos. As necessidades sociais decorrem do isolamento, da

perda de identidade, da insegurança financeira, face às mudanças na organização do estilo de vida de uma família que tem a seu cargo uma criança com uma condição potencialmente fatal. Também as necessidades religiosas e espirituais devem ser satisfeitas (EAPC, 2009<sub>a</sub>; Benini, Spizzichino, Trapanotto e Ferrante, 2008).

## **CUIDADOS DOMICILIÁRIOS**

A evidência tem mostrado que o planeamento dos cuidados paliativos deve atender às preferências da criança e família relativamente ao local onde gostariam de permanecer e assumir os cuidados. Na maioria das situações, a criança deseja estar em casa e as famílias, geralmente preferem cuidá-las em casa durante a doença e a morte (Stanhope e Lancaster, 2011; EAPC, 2007).

Os cuidados paliativos pediátricos devem centrar-se na melhoria da qualidade de vida da criança e no apoio à família, envolvendo uma abordagem integrada através da articulação entre a criança, a família, a escola, os professores e os profissionais da saúde, incluindo enfermeiros, médicos de clínica geral e de saúde familiar, entre outros (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

Os cuidados domiciliários integrados em programas de cuidados paliativos pediátricos contribuem para a melhoria da qualidade de vida da criança e da família. São inúmeras as vantagens dos cuidados paliativos domiciliários: promovem a diminuição de sentimentos de medo, isolamento e desamparo; permitem a participação da criança nas atividades da vida diária com a família, os amigos, os seus animais de estimação, envolvendo importantes oportunidades de comunicação e socialização; permitem a partilha da responsabilidade pelos cuidados por toda a família (Maurer e Smith, 2009; EAPC, 2009<sub>a</sub>).

No entanto, os cuidados domiciliários requerem o envolvimento de uma equipa interdisciplinar especializada em cuidados paliativos pediátricos, disponível para o apoio à família de forma permanente e a articulação com os cuidados hospitalares. A prestação de cuidados paliativos domiciliários tem vindo a seguir genericamente duas tipologias de organização: cuidados coordenados pelo hospital ou pelo centro de saúde (EAPC, 2009<sub>b</sub>).

Nos cuidados coordenados pelo hospital, a equipa de saúde continua a cuidar a criança no domicílio, após a alta hospitalar. A equipa do hospital trabalha em proximidade com outras equipas e estruturas (por exemplo, unidades de outros hospitais, centro de saúde, escolas). Devido ao número relativamente reduzido de crianças com necessidade destes cuidados fora dos grandes centros urbanos, este modelo por si só, não se revela viável, do ponto de vista económico e organizacional.

Para que as famílias se sintam competentes ao cuidar da criança/jovem, frequentemente com exigências intensivas, morosas, desgastantes e complexas é crucial disponibilizar-lhe uma rede de suporte e acompanhamento psicológico, físico e social tendo em conta as necessidades expressas pelos cuidadores informais (EAPC, 2009<sub>a</sub>).

Nos cuidados coordenados pelo Centro de Saúde, a equipa presta cuidados domiciliários ao doente e família. Este modelo permite que a criança mantenha, o mais possível, a sua vida familiar e social no padrão habitual, oferecendo a possibilidade de uma ampla cobertura geográfica e o recurso a serviços multidisciplinares. No entanto, esta opção de cuidados poderá criar dificuldades ao nível da continuidade dos cuidados e da insuficiência de recursos e competências, recaindo frequentemente a responsabilidade pela maioria dos cuidados sobre a unidade familiar.

Para que esta estratégia cumpra os seus objetivos é fundamental a comunicação e interação entre as equipas comunitárias e as equipas especializadas em cuidados paliativos pediátricos, os hospitais e os recursos comunitários, a formação em cuidados paliativos pediátricos, a formação da família para prestar apoio nos cuidados, bem como a disponibilidade de fármacos, dispositivos e equipamentos médicos (EAPC, 2009<sub>b</sub>).

Em Portugal, os cuidados paliativos foram identificados como uma das áreas prioritárias em saúde, pretendendo-se desenvolver, fomentar e assegurar a prestação de cuidados paliativos, através de uma rede prestadora de cuidados continuados integrados, envolvendo os diferentes níveis de cuidados do serviço nacional de saúde, as instituições de solidariedade social e o sector privado (UMCCI, 2010<sub>b</sub>).

O Plano Nacional de Saúde 2012-2016 reafirma a responsabilidade do sistema de saúde no acesso a cuidados de saúde que incluem a reabilitação e os cuidados paliativos (Direção Geral da Saúde, 2012).

De acordo com o Programa Nacional de Cuidados Paliativos (UMCCI, 2010<sub>a</sub>), as equipas intra-hospitalares de suporte em cuidados paliativos prestam suporte de consultoria em cuidados paliativos às unidades de internamento da rede nacional de cuidados continuados integrados e às equipas de cuidados continuados integrados.

A estratégia para o desenvolvimento do programa nacional de cuidados paliativos (UMCCI, 2010<sub>b</sub>) considera os Agrupamentos de Centros de Saúde (ACES) de primordial importância na organização de serviços específicos de cuidados paliativos. A Unidade de Cuidados na Comunidade (unidade funcional dos ACES) tem como atribuições, entre outras, a prestação de cuidados de saúde e apoio psicológico e social, de âmbito domiciliário e comunitário, especialmente às pessoas, famílias e grupos mais vulneráveis, em situação de maior risco ou dependência física e funcional ou doença, bem como, constituir as equipas de cuidados continuados integrados (Despacho n.º 10143/2009).

A intervenção da Unidade de Cuidados na Comunidade incide, prioritariamente (Despacho n.º 10143/2009), em projetos de intervenção domiciliária com indivíduos dependentes e famílias/cuidadores, no âmbito da rede nacional de cuidados continuados integrados. Incluem cuidados de natureza preventiva, curativa, de reabilitação e ações paliativas, apoio psicológico, social e ocupacional, envolvendo os familiares e outros prestadores de cuidados, educação para a saúde dos utentes, familiares e cuidadores informais.

A Lei de Bases dos Cuidados Paliativos (Lei n.º 52/2012), que consagra o direito aos cuidados paliativos e cria a Rede Nacional de Cuidados Paliativos, vem reafirmar este enquadramento ao considerar que a equipa comunitária de suporte em cuidados paliativos pode estar integrada numa unidade funcional de Cuidados de Saúde Primários ou na Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados, dispondo de recursos específicos.

## **INTERAÇÃO DA EQUIPA DE CUIDADOS PALIATIVOS COM A CRIANÇA E A FAMÍLIA**

O conceito de cuidados paliativos pediátricos, adotado pela Organização Mundial de Saúde, integra, para além do controlo da dor e de outros sintomas físicos, as dimensões existencial e espiritual. O controlo dos sintomas físicos é de extrema importância para a criança e tem um grande impacto nos membros da sua família, contudo, o foco exclusivo nos sintomas físicos pode levar a uma diminuição na atenção a outras formas de sofrimento (Milberg e Strang, 2007).

Na literatura foram identificados valores e princípios transversais aos diversos contextos de cuidados paliativos: autonomia, dignidade, relação entre paciente/família e profissionais de saúde, qualidade de vida, posicionamento face à vida e à morte, comunicação, educação, abordagem multiprofissional e interdisciplinar, tristeza e luto (EAPC, 2009b).

O modelo biomédico, de orientação patogénica, continua a estar fortemente presente na prática dos profissionais de saúde. A orientação patogénica centra-se na origem da doença e tem sido descrita como uma orientação que entende a saúde e a doença como uma dicotomia, ou seja, a pessoa ou está saudável ou está doente. Este pensamento significa que os Serviços de Saúde de orientação patogénica se centram na procura dos fatores de risco, como prevenir e curar a doença. Esta orientação tem tido sucesso no estudo de certos aspetos da medicina, como por exemplo os mecanismos fisiopatológicos e o tratamento farmacológico. No entanto, os objetivos subjacentes aos serviços de saúde de orientação patogénica não podem, por si só, responder às necessidades em contexto paliativo, onde não existe cura ou prevenção da morte (Milberg e Strang, 2007).

Ao contrário do modelo biomédico (de orientação patogénica), a orientação salutogénica centra-se na origem da saúde e considera que a vida é um *continuum* de momentos de bem-estar e de mal-estar, que conduz invariavelmente à morte (Antonovsky, 1987). Antonovsky considerava que a doença "(...) não se opõe à saúde; ambas se articulam num *continuum* que é a própria vida" (Oliveira e Costa, 2012: 700).

Esta diferença é importante na orientação dos serviços de saúde, uma vez que um serviço de saúde de orientação salutogénica se centra na compreensão e facilitação do movimento da pessoa em direção ao bem-estar. Ou seja, em contraste com a orientação patogénica, ainda existem objetivos a atingir em cuidados paliativos, mesmo quando não existe esperança de cura da doença (Milberg e Strang, 2007).

Os cuidados paliativos pediátricos centram-se nas necessidades da criança e da família, reconhecidos como parceiros fundamentais no processo de planeamento e gestão dos cuidados. Neste sentido, a equipa de cuidados paliativos, ao interagir com a criança e a família, deve centrar-se na orientação salutogénica, com ênfase nos recursos e nas competências da criança e da sua família e não exclusivamente nas suas dificuldades (Pastrana, Jünger, Ostgathe, Elsner e Radbruch, 2008).

A orientação salutogénica foi reconhecida pela Associação Europeia de Cuidados Paliativos como integrante da filosofia dos cuidados paliativos (EAPC, 2009b). Esta nova orientação emerge progressivamente como resultado do desenvolvimento simultâneo de vários constructos, entre os quais o sentido interno de coerência e a resiliência (OPSS, 2010).

### **SENTIDO INTERNO DE COERÊNCIA**

O modelo salutogénico de Antonovsky, segundo Oliveira (2014), envolve aspetos positivos do sofrimento humano, quando ele é vivido com um sentido interno de coerência (SOC).

Os dois conceitos fundamentais do modelo salutogénico de Antonovsky são os recursos generalizados de resistência (GRR) e o sentido interno de coerência (SOC). Os recursos generalizados de resistência correspondem a fatores biológicos, materiais e psicossociais: conhecimento, experiência, autoestima, compromisso, suporte social, cultura, legado financeiro, tradições, perspetiva sobre a vida, entre outros. O termo “generalizados” refere-se ao facto de serem efetivos em qualquer tipo de situação e o termo “resistência” ao facto dos recursos aumentarem a capacidade da pessoa para se relacionar positivamente com os fatores adversos. A capacidade que permite a utilização destes recursos é fornecida pelo sentido interno de coerência (Lindström e Eriksson, 2005; 2006).

O sentido interno de coerência (Antonovsky, 1987:19) é definido como:

a global orientation that expresses the extent to which one has a pervasive, enduring though dynamic feeling of confidence that (1) the stimuli deriving from one's internal and external environments in the course of living are structured, predictable, and explicable; (2) the resources are available to one to meet the demands posed by these stimuli, and (3) the demands are challenges worthy of investment and engagement.

O sentido interno de coerência integra três componentes: a capacidade de compreensão (*sense of comprehensibility*), a capacidade de gestão (*sense of manageability*) e a capacidade de investimento (*sense of meaningfulness*) (Antonovsky, 1993<sub>a</sub>, 1993<sub>b</sub>).

A primeira componente refere-se à “(...) explicação racional da ocorrência de um fenómeno, por muito desconfortável que ele seja”. A segunda corresponde “(...) à identificação e à utilização dos recursos físicos (pessoais e comunitários) aos quais podemos recorrer para melhor suportar ocorrências difíceis. São esses recursos que possibilitam alguma (ou muita) esperança face a situações de sofrimento.” A terceira “(...) refere-se à atribuição de sentido às experiências vividas, quer às percebidas como boas, quer às percebidas como más. Atribuir significação

implica aceitar que a vida não se opõe ao sofrimento, mas este dela é parte intrínseca" (Oliveira e Costa, 2012: 702).

As capacidades de compreensão do sofrimento, de identificação e mobilização de recursos, e de investimento na situação "(...) só se obtêm quando possuímos sentido interno de coerência (SOC), ou seja, quando tivermos desenvolvido, no percurso da nossa existência, uma profunda e sólida noção de identidade que resista ao efeito desestruturador que o sofrimento sempre acarreta" (Oliveira e Costa, 2012: 702).

## RESILIÊNCIA

Os cuidados paliativos envolvem uma complexa rede de interações abarcando diferentes saberes, valores, crenças, significados e resiliência. A abordagem orientada para a resiliência recebeu recentemente um crescente reconhecimento. As comunidades têm tentado desenvolver métodos específicos para cuidar de crianças fora da possibilidade terapêutica e respectivas famílias (Bushatsky et al, 2012). A resiliência é um processo e resultado de se adaptar devidamente a experiências de vida difíceis ou desafiantes, especialmente mediante flexibilidade, adaptação mental, emocional e condutal às exigências externas e internas. Em cuidados paliativos, envolve a capacidade dos doentes para lidar com a doença incurável e os problemas relacionados com a mesma, e com a mudança de perspectiva devido a uma limitada expectativa de vida (Monroe e Oliviere, 2007, cit. *in* EAPC, 2009<sub>b</sub>).

A resiliência, vista como uma capacidade da criança e família, pode suportar-se no modelo de Grotberg (1997), num processo de interação resiliente que engloba os níveis de suporte social (representado pela afirmação *eu tenho*), desenvolvimento de capacidades (com o significado de *eu posso*) e consciência da força interna (que realça *eu sou e eu estou*).

O conceito de resiliência conduz-nos a uma mudança de paradigma: enquanto o foco nos sintomas, riscos, problemas e vulnerabilidade se centra no défice, o foco na resiliência centra-se nos recursos existentes. A resiliência dá ênfase à parceria entre doentes, profissionais e estruturas da comunidade (Monroe e Oliviere, 2007, cit *in* EAPC, 2009<sub>b</sub>). Isto implica uma viragem na formação e intervenção dos profissionais de saúde com foco nas competências da criança e família para enfrentar positivamente a situação e sair fortalecido. Suportar o sofrimento deve ser um processo ensinado aos profissionais de saúde e treinado, pois envolve resiliência para o entendimento completo do que está a acontecer com a criança e família e não apenas a consideração de uma ineficácia tecnológica, admitindo a resiliência como uma adaptação a situações inesperadas, com o menor sofrimento. Essa resiliência contribuirá para vencer a adversidade e proteger o profissional e a criança/família pela compreensão dos fatores internos e externos que conduzem a uma reconstrução singular de cada contexto.

## CONCLUSÕES

As crianças e adolescentes portadoras de doenças que implicam limitações na sua vida ou que são potencialmente fatais exigem uma abordagem cultural e organizacional diferente, envolvendo as famílias e as equipas de cuidados paliativos.

Esta nova abordagem de orientação salutogénica, que corresponde a uma mudança de paradigma, centra-se nos recursos e nas competências da criança e da família e não exclusivamente nas suas dificuldades, tendo em consideração que o objetivo não se centra exclusivamente na cura/recuperação da doença, mas na melhoria da qualidade de vida ao longo do curso da doença.

Considerando que os cuidados paliativos pediátricos têm como principal objetivo a prestação de cuidados domiciliários centrados na família, esta área de investigação deverá ser aprofundada, em particular no âmbito das famílias e dos profissionais que prestam cuidados paliativos em contexto domiciliário.

Muito trabalho se perspetiva num país onde os cuidados paliativos pediátricos estão a dar os primeiros passos com a nomeação do grupo de trabalho para a sua criação. Esse trabalho não pode ser só de um grupo, mas todos os que lidam com crianças e famílias com necessidades de cuidados paliativos se devem envolver na proposta de soluções de cooperação exequíveis, centradas nos recursos e potencialidades das crianças/jovens e família, independentemente da idade, diagnóstico ou residência.

## REFERÊNCIAS

- ANTONOVSKY, A. (1987). UNRAVELLING THE MYSTERY OF HEALTH: HOW PEOPLE MANAGE STRESS AND STAY WELL. SAN FRANCISCO: JOSSEY-BASS.
- ANTONOVSKY, A. (1993A). THE SENSE OF COHERENCE: AN HISTORICAL AND FUTURE PERSPECTIVE. SOCIAL SCIENCE AND MEDICINE, 36: 3-20.
- ANTONOVSKY, A. (1993B). THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE SENSE OF COHERENCE SCALE. SOCIAL SCIENCE AND MEDICINE, 36: 21-39.
- ASSOCIATION FOR CHILDREN WITH LIFE-THREATENING OR TERMINAL CONDITIONS AND THEIR FAMILIES (ACT) AND ROYAL COLLEGE OF PAEDIATRICS AND CHILD HEALTH (RCPCH) (1997). A GUIDE TO THE DEVELOPMENT OF CHILDREN'S PALLIATIVE CARE SERVICES. LONDON: ACT AND RCPCH.
- BENINI, F.; SPIZZICHINO, M.; TRAPANOTTO, M; FERRANTE, A. (2008). PEDIATRIC PALLIATIVE CARE. ITALIAN JOURNAL OF PEDIATRICS, 34:4. AVAILABLE: [HTTP://WWW.IJPONLINE.NET/CONTENT/PDF/1824-7288-34-4.PDF](http://www.ijponline.net/content/pdf/1824-7288-34-4.pdf) [RETRIEVED SEPTEMBER 15, 2014].
- BUSHATSKY, M.; SARINHO, E. S. C.; LIMA, L. S.; FARIA, J. H.; FARIA, T. B. ( 2012). CUIDADOS PALIATIVOS EM PACIENTES FORA DA POSSIBILIDADE TERAPÊUTICA. REVISTA BIOETHIKOS, CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO, 6(2): 399-408. AVAILABLE: [HTTP://WWW.SAOCAMILLO-SP.BR/PDF/BIOETHIKOS/87/A6.PDF](http://www.saocamilo-sp.br/pdf/bioethikos/87/A6.pdf) [RETRIEVED OCTOBER 29, 2014].
- DESPACHO N.º 10143/2009. REGULAMENTO DA ORGANIZAÇÃO E DO FUNCIONAMENTO DA UNIDADE DE CUIDADOS NA COMUNIDADE. DIÁRIO DA REPÚBLICA, LISBOA, II SÉRIE, N.º 74, 16 DE ABRIL DE 2009, 15438-15440.
- DESPACHO Nº 8286-A/2014. CONSTITUI UM GRUPO DE TRABALHO PARA A CRIAÇÃO DOS CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS. DIÁRIO DA REPÚBLICA, LISBOA, II SÉRIE, Nº 120, 25 DE JUNHO DE 2014, 16528-(2)
- DIREÇÃO GERAL DA SAÚDE (2012). PLANO NACIONAL DE SAÚDE 2012-2016. AVAILABLE: [HTTP://PNS.DGS.PT/?CPP=1](http://pns.dgs.pt/?cpp=1) [RETRIEVED OCTOBER 31, 2014]
- EUROPEAN ASSOCIATION FOR PALLIATIVE CARE (EAPC) (2007). IMPACCT: STANDARDS FOR PEDIATRIC PALLIATIVE CARE IN EUROPE. EUROPEAN JOURNAL OF PALLIATIVE CARE, 14: 2-7.



- EUROPEAN ASSOCIATION FOR PALLIATIVE CARE (EAPC) (2009A). CUIDADOS PALIATIVOS PARA RECÉM-NASCIDOS, CRIANÇAS E JOVENS: FACTOS. ROME: FONDAZIONE MARUZZA LEFEBVRE D'OVIDIO ONLUS;
- EUROPEAN ASSOCIATION FOR PALLIATIVE CARE (EAPC). (2009B). WHITE PAPER ON STANDARTS AND NORMS FOR HOSPICE AND PALLIATIVE CARE IN EUROPE: PART 1. EUROPEAN JOURNAL OF PALLIATIVE CARE, 16 (6): 278-89.
- GROTBERG, E. (1997). THE INTERNATIONAL RESILIENCE PROJECT: FINDINGS FROM THE RESEARCH AND THE EFFECTIVENESS OF INTERVENTIONS. IN: BAIN, B. ET AL. (EDS) PSYCHOLOGY AND EDUCATION IN THE 21AT CENTURY: PROCEEDINGS OF THE 54TH ANNUAL CONVENTION. INTERNATIONAL COUNCIL OF PSYCHOLOGISTS. EDMONTON: ICP PRESS.
- LACERDA, A. F. (COORD.) (2013). CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS: UMA REFLEXÃO. QUE FUTURO EM PORTUGAL? RELATÓRIO DA COMISSÃO ORGANIZADORA. LISBOA.
- LEI N.º 52/2012. CRIA A REDE NACIONAL DE CUIDADOS PALIATIVOS. DIÁRIO DA REPÚBLICA, LISBOA, I SÉRIE, N.º 172, 5 DE SETEMBRO DE 2012, 5119-5124.
- LINDSTRÖM B, ERIKSSON M. (2005). SALUTOGENESIS. JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY AND COMMUNITY HEALTH, 59: 440-442.
- LINDSTRÖM, B., & ERIKSSON, M. (2006). CONTEXTUALIZING SALUTOGENESIS AND ANTONOVSKY IN PUBLIC HEALTH DEVELOPMENT. HEALTH PROMOTION INTERNATIONAL, 21(3): 238-244.
- MAURER, F. A.; SMITH, C. M. (2009). COMMUNITY/PUBLIC HEALTH NURSING PRACTICE: HEALTH FOR FAMILIES AND POPULATIONS (4.ª ED.). ST. LOUIS: SAUNDERS ELSEVIER.
- MILBERG A; STRANG P. (2007). WHAT TO DO WHEN THERE IS NOTHING MORE TO DO? A STUDY WITHIN A SALUTOGENIC FRAMEWORK OF FAMILY MEMBER'S EXPERIENCE OF PALLIATIVE HOME CARE STAFF. PSYCHO-ONCOLOGY, 16: 741-751.
- OBSERVATÓRIO PORTUGUÊS DOS SISTEMAS DE SAÚDE (OPSS) (2010). A SALUTOGÉNESE E O CIDADÃO: ESTADO DA ARTE. AVAILABLE: [HTTP://WWW.OBSERVAPORT.ORG/NODE/8](http://www.observaport.org/node/8) [RETRIEVED OCTOBER 16, 2014]
- OLIVEIRA, C. C. (2014). SUFFERING AND SALUTOGENESIS. HEALTH PROMOTION INTERNATIONAL, JULY 29, DOI: 10.1093/heapro/dau061 [EPUB AHEAD OF PRINT].
- OLIVEIRA, C. C.; COSTA, A. L. (2012). VIVER O ESTADO TERMINAL DE UM FAMILIAR: LEITURA SALUTOGÉNICA DE RESULTADOS DE UM ESTUDO DE CASO. SAÚDE E SOCIEDADE, 21(3): 698-709.
- PASTRANA, T.; JÜNGER, S.; OSTGATHE, C.; ELSNER, F.; RADBRUCH, L. (2008). A MATTER OF DEFINITION – KEY ELEMENTS IDENTIFIED IN A DISCOURSE ANALYSIS OF DEFINITIONS OF PALLIATIVE CARE. PALLIATIVE MEDICINE, 22(3): 222-232.
- SEBASTIAN, J. G.; MARTIN, K. S. (2011). O ENFERMEIRO EM SAÚDE DOMICILIÁRIA E CUIDADOS PALIATIVOS. IN: STANHOPE M, LANCASTER J. ENFERMAGEM DE SAÚDE PÚBLICA: CUIDADOS DE SAÚDE NA COMUNIDADE CENTRADOS NA POPULAÇÃO (PP. 1015-1041). (7.ª ED.). LOURES: LUSODIDACTA.
- TWYXCROSS R. (2003). CUIDADOS PALIATIVOS. (2.ª ED.). LISBOA: CLIMEPSI.
- UNIDADE DE MISSÃO PARA OS CUIDADOS CONTINUADOS INTEGRADOS (UMCCI) (2010A). PROPOSTA DE REVISÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE CUIDADOS PALIATIVOS. LISBOA. AVAILABLE: [HTTP://WWW.ARSLV.T.MIN-SAÚDE.PT/UPLOADS/DOCUMENT/FILE/672/PNCP\\_REVISAO\\_19MAIO\\_2010\\_NOTAPREVIA.PDF](http://www.arslvt.min-saude.pt/uploads/document/file/672/PNCP_REVISAO_19MAIO_2010_NOTAPREVIA.PDF) [RETRIEVED OCTOBER 29, 2014].
- UNIDADE DE MISSÃO PARA OS CUIDADOS CONTINUADOS INTEGRADOS (UMCCI) (2010B). ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA NACIONAL DE CUIDADOS PALIATIVOS: REDE NACIONAL DE CUIDADOS CONTINUADOS INTEGRADOS 2011-2013. LISBOA; AVAILABLE: [HTTP://WWW.ARSLV.T.MIN-SAÚDE.PT/UPLOADS/DOCUMENT/FILE/668/CUIDADOSPALIATIVOS\\_1-1-2011.PDF](http://www.arslvt.min-saude.pt/uploads/document/file/668/CUIDADOSPALIATIVOS_1-1-2011.PDF) [RETRIEVED OCTOBER 29, 2014].
- WALSH, D. (2010). MEDICINA PALIATIVA. BARCELONA: ELSEVIER SAUNDERS.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1998). CANCER PAIN RELIEF AND PALLIATIVE CARE IN CHILDREN. GENEVA: WORLD HEALTH ORGANIZATION.





## **VIGILÂNCIA INFANTIL NO 1º ANO DE VIDA: CONHECER E INTERVIR PARA PREVENIR**

CHILD SURVEILLANCE IN THE 1<sup>ST</sup> YEAR: LEARNING TO INTERVENE IN ORDER TO PREVENT

VIGILANCIA EN EL PRIMER AÑO DE VIDA: CONOCER Y TOMAR MEDIDAS PARA PREVENIR

Celeste Antão (celeste@ipb.pt)\*

Filomena Sousa (filomena@ipb.pt)\*

Eugénia Anes (eugenia@ipb.pt)\*

Adília Fernandes (adilia@ipb.pt)\*

Carlos Magalhães (luica@ipb.pt)\*

Maria Augusta Veiga-Branco (aubra@ipb.pt)\*\*

### **RESUMO**

O presente artigo aborda aspetos que jamais poderão ser negligenciados na abordagem da criança no 1º ano de vida. A vigilância de saúde é a melhor forma de conhecer em tempo útil as potencialidades e fragilidades associadas ao crescimento e desenvolvimento infantil. Só conhecendo o crescimento normal se poderá estar desperto para identificar desvios que urgem em termos de intervenção precoce. Pela sua fragilidade e dependência, é importante que os pais estejam envolvidos nos processos de capacitação para intervir com segurança e eficácia. Neste artigo, que pretende ser um contributo para ajudar a encontrar respostas práticas, revê-se a importância da vigilância de saúde. Após uma revisão de literatura no âmbito da temática e consulta das diretrizes dos organismos de saúde, em especial o Programa Nacional de Vigilância de Saúde Infantil e Juvenil português, realça-se a vigilância como forma de capacitação dos cuidadores e identificação precoce de desvios da normalidade

**Palavras-chave:** *crescimento, desenvolvimento, desenvolvimento infantil, vigilância.*

### **ABSTRACT**

This article discusses issues that can never be overlooked in caring for children during the first year of life. Health surveillance is a timely way to discover the strengths and weaknesses related with the growth and development of children. Knowledge about their normal growth and development can be useful to identify shifts that require early intervention. Given children's frailty and dependence, it is important to be involved and to teach parents in order to intervene safely and effectively. This research aims to provide insights on the importance of health surveillance as a contribution to finding practical answers. The literature review about this issue and the reading of health guidelines, in particular the Portuguese Programme on Children Health Surveillance, highlights surveillance as a way for caregivers to make early identification of deviations from normality.

**Keywords:** *growth, development, child development, surveillance.*

## RESUMEN

Este artículo aborda aspectos que no pueden ser ignorados en el primer año de vida del niño. La prevención de la salud es la mejor manera de conocer a tiempo las potencialidades y debilidades asociadas con el crecimiento y desarrollo infantil. Sólo después de conocer el normal crecimiento se puede estar atento para identificar las brechas y actuar temprano. Por su fragilidad y dependencia es importante que los padres participen en los procesos de empoderamiento para intervenir con seguridad y eficacia. Este artículo pretende ser una contribución para ayudar a encontrar respuestas prácticas. Se identifican algunos temas de reflexión teniendo en cuenta el programa nacional de vigilancia de la dirección general de salud.

**Palabras clave:** *crecimiento, desarrollo, desenvolvimento infantil, vigilância.*

\*Escola Superior de Saúde – Instituto Politécnico de Bragança, Professor Adjunto

\*\*Escola Superior de Saúde- Instituto Politécnico de Bragança, professor Coordenador

Submitted: 12th January 2016

Accepted: 31st May 2016

## **INTRODUÇÃO**

Cada vez mais a saúde é entendida como um recurso que urge preservar. Reali & Silva, (2009) afirmam mesmo que a saúde deve ser entendida como um processo em que não acontece de um momento para o outro, requerendo tempo e envolvimento de todos. Para estes autores, a abordagem de saúde não dever ter como objetivo apenas viver, mas ser entendida como processo que passa a ser responsabilidade de todos os cidadãos.

Na caminhada do crescimento e desenvolvimento há lugar para todos. Envolve, além dos progenitores e prestadores de cuidados mais próximos, amigos e profissionais de saúde.

À medida que a criança cresce, as necessidades vão-se tornando mais complexas, assim como as suas competências globais.

As crianças, entendidas, de acordo com a Convenção sobre os Direitos da Criança da UNICEF-United Nations Children's Fund (1989) como todo o ser humano menor de 18 anos, constituem um grupo prioritário e justificam o maior empenhamento e disponibilidade por parte dos profissionais em especial, tendo em vista o reforço das ações de vigilância de saúde infantil para responder à complexidade dos atuais problemas em saúde infantil.

No âmbito da saúde infantil, o 1º ano de vida exige uma atenção ainda maior. Não nos esqueçamos que a criança é de todos os animais, o mais dependente em todos os domínios e por mais tempo, quer em termos de mobilização, alimentação ou até proteção e segurança.

Desta constatação, emergem algumas questões que poderão ser objeto de reflexão.

De que falamos quando nos referimos a vigilância em saúde? O que é importante vigiar? Quando vigiar? De que forma?

## **MAGNITUDE DA VIGILÂNCIA EM SAÚDE**

Vigilância é entendida como a observação contínua da distribuição e tendências da incidência de doenças, mediante a colheita sistemática, consolidação e avaliação de informações de morbilidade e mortalidade, assim como de outros dados relevantes, e a regular disseminação dessas informações a todos os que necessitam conhecê-la (Langmuir 1963 cit Waldman & Mello Jorge, 1999). De acordo com estes autores, a vigilância visa a promoção e proteção do desenvolvimento infantil e realiza-se através de políticas, programas e ações que favorecem fatores facilitadores do desenvolvimento e evitam, eliminam ou reduzem o risco para deficiências e incapacidades na forma de pensar e agir.

Na vigilância de saúde infantil e juvenil são “efetuadas intervenções que visam a concretização de um conjunto vasto de objetivos, tendo em vista a obtenção contínua de ganhos em saúde nesta população” (Portugal, Ministério da Saúde, Direção Geral de Saúde [Portugal, MS, DGS], 2013, p:9). Entre outros objetivos, destacam-se:

- Avaliar o crescimento e desenvolvimento

- Estimular a opção, sempre que possível, por comportamentos promotores de saúde
- Promover o aleitamento materno, imunização contra doenças transmissíveis, conforme o Programa Nacional de Vacinação
- Promover a segurança- prevenindo os acidentes e maus tratos
- Prevenir, identificar e saber como abordar as doenças comuns nas várias idades, nomeadamente reforçando o papel dos pais e outros cuidadores, alertando para os sinais e sintomas que justificam o recurso aos diversos serviços de saúde.
- Assegurar a realização do aconselhamento genético
- Apoiar e estimular o exercício adequado das responsabilidades parentais e promover o bem-estar familiar e em outros ambientes específicos.

Pelo exposto, estes objetivos só serão concretizados se houver uma otimização de recursos disponíveis. O enfermeiro, pela proximidade e envolvimento, de forma individual ou no contexto de equipas nucleares ou multidisciplinares é o profissional que muito pode fazer em todo este processo tendo em conta os múltiplos contextos.

Como forma de cumprir os objetivos preconizados pela Direção Geral de Saúde estão previstas no Programa Nacional Saúde Infantil e Juvenil de 2013, no 1º ano de vida sete consultas de vigilância (1.ª semana de vida, ao mês, 2, 4, 6, 9, 12 meses). Embora esta seja a periodicidade das consultas que se deseja para todas as crianças e prevista no programa, poderá ser necessário ajustar a periodicidade e os conteúdos das consultas, bem como a realização de outras intervenções, nomeadamente visita domiciliária, de acordo com as necessidades especiais de cada criança. Não pode ser negligenciada a ideia de que, duas crianças com a mesma idade e sendo observadas inicialmente com objetivos idênticos, depois de uma avaliação inicial necessitam de intervenções distintas.

A visita domiciliária é entendida por como a estratégia que permite aos profissionais de saúde, neste caso os enfermeiros, aproximarem-se do domicílio do utente e da sua família, tomando possível conhecer o seu meio físico e psicossocial que identificar as características socioculturais e antecedentes de saúde dos elementos da família. Na visita domiciliária é possível detetar precocemente problemas de saúde e/ou necessidades, para assim atuar preventivamente e de forma mais eficaz, no sentido de apoiar, guiar e aconselhar o indivíduo e sua família (Sousa, 2011).

## **PROMOVENDO ... O CRESCIMENTO E O DESENVOLVIMENTO**

Os contextos em que pode ser feita a vigilância podem ser distintos, mas o objetivo é só um: promover a saúde da criança e jovem. A promoção da saúde está para além da prestação de cuidados de saúde. O crescimento e desenvolvimento no 1º ano de vida assumem particularidades ímpares. Tendo em conta que ambos os parâmetros ocorrem a um ritmo acelerado, tanto pela multiplicação celular, pelo nível de diferenciação, como pela aquisição de

competências torna-se fundamental um olhar mais atento para proceder a cuidados antecipatórios.

A forma como a criança se alimenta, reflete a evolução dos dados antropométricos que também requerem nesta fase uma avaliação mais cuidadosa (Portugal, MS, DGS, 2011). A imaturidade imunológica, renal, digestiva neurológica associada à ausência de dentes requer precauções na escolha dos alimentos e timings em que são introduzidos. Esta preocupação é partilhada por Levy & Bértolo (2012) ao promover cada vez mais o alimento materno exclusivo até ao sexto mês. É aceite por toda a comunidade científica que uma criança bem alimentada, cresce e ganha peso; desenvolve-se melhor; apresenta melhor desempenho escolar; é mais resistente às doenças e quando adoece recupera melhor e mais rápido.

Desde o nascimento até ao ano de vida ocorre o predomínio do peso em relação à altura sendo previsível que duplique o peso com que nasce ao quinto mês, triplique ao ano e quadruplique aos dois anos. Ao longo do ano o aumento ponderal de acordo com Rito, Breda & Carmo (2011) é previsível que aumente da seguinte forma:

1º Quadrimestre: 750g/mês – 25 a 30 g/dia

2º Quadrimestre: 500 g/mês – 15 a 20 g/dia

3º Quadrimestre: 250 g/mês – 10 a 15 g/dia

O cumprimento e a estatura são também de extrema importância na definição do perfil nutricional da criança e são medidas que expressam o processo de crescimento linear do corpo humano (WHO, 2012).

O crescimento e o perímetro cefálico ocorre de uma velocidade acelerada no 1º ano de vida e de acordo com Rito, Breda & Carmo, (2011) evolui também de forma diferente ao longo dos trimestres:

1º Trimestre - 3,5 cm

2º Trimestre - 2 cm

3º Trimestre - 1,5 cm

4º Trimestre - 1,2 cm

A avaliação do Perímetro Cefálico ou Perímetro Craniano no 1º ano de vida, assume especial importância e a sua evolução previsível, que para os autores referenciados, situa-se nos seguintes parâmetros:

1º Trimestre + 5 cm

2º Trimestre +5 cm

3º Trimestre +2 cm

4º Trimestre +1 cm

Todos estes parâmetros, aumentando de forma proporcional, traduzem um crescimento adequado e um bom prognóstico neurológico (Schmits & cols, 1989 citados por Rito, Breda & Carmo, 2011). Além das avaliações anteriores, o índice altura/idade reflete o crescimento linear da criança, é o que indica o efeito cumulativo de situações adversas sobre o crescimento, indicando processos que se instalaram em longo prazo. Para que haja estabilidade na aquisição de comportamentos positivos, os temas explorados, terão muitas vezes de ser revisitados ao longo das consultas de vigilância (WHO, 2012).

Pelo exposto a vigilância do crescimento e desenvolvimento infantil deve nortear qualquer profissional de saúde seja ele em contexto de cuidados de Saúde Primários seja em cuidados de Saúde diferenciados, não esquecendo a envolvimento da família e os cuidadores mais diretos.

## **PROMOVENDO A SEGURANÇA**

Contrariamente ao que possamos pensar o 1º ano de vida requer um conjunto de cuidados antecipatórios de forma a proporcionar um crescimento seguro. A Direção Geral da Saúde preconiza o registo de todas as intervenções efetuadas nas diferentes áreas. Além dos registos dos procedimentos nas idades chave de atendimento, é importante em função das suas aquisições e competências, o profissional de saúde se antecipe à ocorrência de acidentes. O ganho de competências sucessivas nesta fase é crucial e proporcional à exposição ao risco dos mesmos. Sem ter a noção do perigo, associado à curiosidade inerente e exploração do meio envolvente a vigilância tem que ser redobrada. Cabe aos cuidadores formais e informais estarem capacitados para intervir de forma acertada nos diferentes contextos (Portugal, MS, DGS, 2013).

As crianças são naturalmente curiosas e ávidas de novas experiências, deslocam-se a correr, exploram tudo o que as rodeia e respondem a todos os convites que o ambiente construído lhes transmite: enfiam-se nos buracos, trepam, puxam, saltam, espreitam mas com competências de perceção e avaliação de risco muito imaturas ou seja, muitas vezes, e isto, quanto mais novas, em maior escala se revela, sem a capacidade de antecipar e evitar consequências negativas (Menezes & Eloy, 2009). O facto de terem uma estatura, força e campos visuais reduzidos e uma cabeça grande e pesada que as faz perder o equilíbrio com facilidade e acidente espreite em qualquer lugar. Tendo presente que os acidentes causam por vezes sequelas graves e incapacidades com consequentes anos de vida perdidos, ou até a morte, é fundamental que, quer os cuidadores, quer os profissionais, também aqui se antecipem, contornando as dificuldades, com o objetivo de afastar a criança do risco. Conscientes de que os acidentes na infância são um problema grave, a APSI (Associação Portuguesa de Segurança Infantil) em conjunto com a DGS, traçaram um Plano de Ação para a Segurança Infantil (PASI) enquadrado no projeto Europeu Child Safety Action Plano (CSAP), coordenado pela Aliança Europeia de Segurança Infantil (ECSA) sob orientação de uma Comissão de Especialistas constituída por representantes da Organização Mundial da Saúde. Este tem como objetivos coordenar, harmonizar e integrar políticas e ações necessárias ao desenvolvimento de um plano de ação nacional para a prevenção e controle de traumatismos

e lesões não intencionais nas crianças e jovens. Este plano realça a importância em conhecer os riscos, criar ambientes seguros e minimizar os acidentes.

Conhecer os riscos e de acordo com Associação Portuguesa de Segurança Infantil (2009), implica obter informação – dados estatísticos, mas também conhecimento relacionado com as necessidades de formação académica, profissional e educação cívica.

De facto a criança deverá ter oportunidade de crescer em ambientes favoráveis a um crescimento e desenvolvimento harmonioso onde deverá ter a oportunidade de se movimentar com autonomia sem riscos inaceitáveis criados pelo ambiente (natural e construído). Por último, com minimizar os acidentes, pretende-se a redução do impacto das lesões não intencionais, nomeadamente ao nível da mortalidade, morbilidade e incapacidades relacionadas com os acidentes como se pode constatar na figura 1.

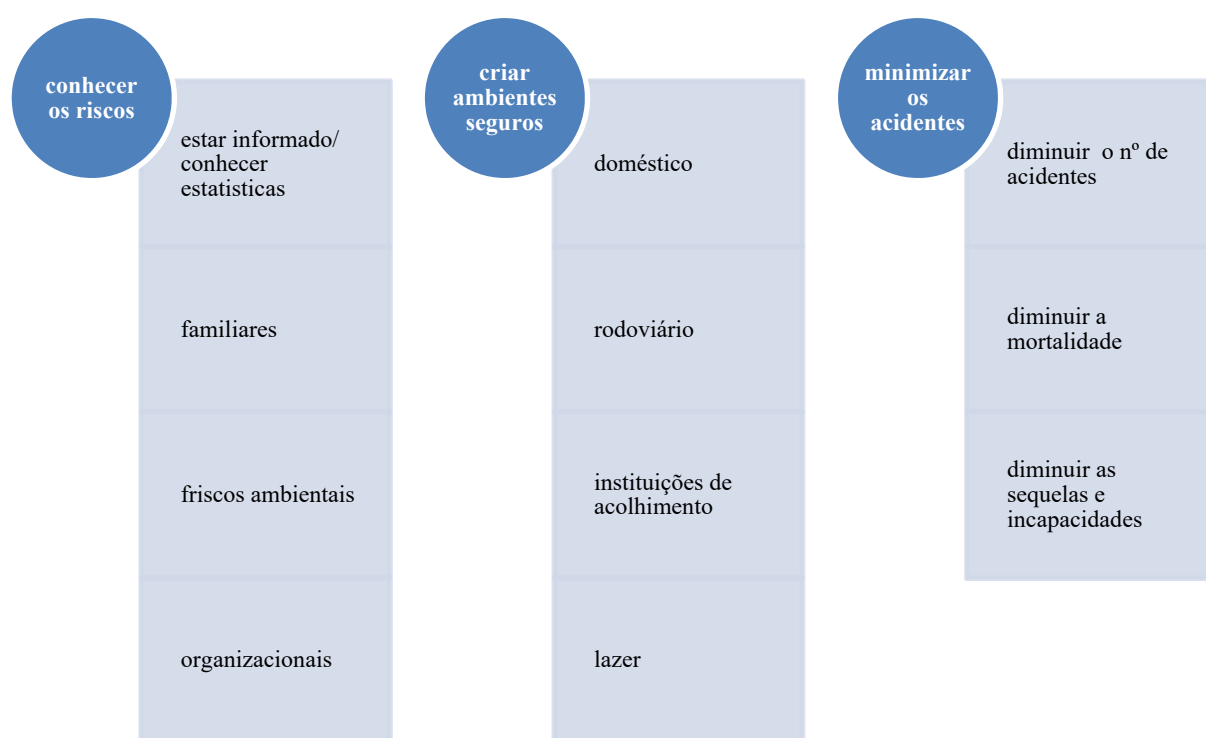


Figura 1: Formas de minimizar os acidentes.

Fonte: Adaptado de APSI (2009)

A imunização é uma outra forma de proteção e segurança pois é um dos mecanismos que mais tem contribuído para a redução da mortalidade e morbilidade infantil. Assim sendo e tal como a Direção Geral de Saúde, preconiza, todas as oportunidades e idas às consultas, de vigilância ou não, devem ser pretexto de avaliação do estado vacinal e atualiza-lo de imediato ou programar a sua atualização a curto prazo.

A proteção da criança através da administração de vacinas é fundamental, pois permite salvar mais vidas e prevenir mais casos de doença do que qualquer tratamento médico e o atual esquema vacinal recomendado constitui uma “receita universal” (Portugal, MS, DGS, 2012).



## **PROMOVENDO OS AFETOS/EMOÇÕES**

A ligação afetiva é o vínculo que uma pessoa ou animal forma com outro indivíduo específico, sendo a formação das primeiras relações entre mãe e bebê os protótipos de todas as relações sociais futuras (Biaggio, 1996).

O afeto é essencial na infância. Sua importância é maior nessa idade que nos períodos posteriores. A atitude emocional da mãe e seu afeto orientam o bebê, conferindo qualidade de vida à sua experiência, já que o seu aparelho perceptivo e discriminação sensorial não estão maduros (Spitz, 1996).

Para Freire (1996), a afetividade não exclui a cognoscibilidade, mas é preciso ter algum cuidado tanto com a falta de afeto como com afetos desordenados que podem descontrolar os verdadeiros sentimentos.

A criança tem muita sensibilidade e sente quanto as pessoas do seu convívio estão a ser sinceras. Ser afetivo no elogio não significa só abraçar e beijar. O melhor mestre é sempre o exemplo. Toda criança é capaz de perceber as contradições entre o que se diz e o que se faz (Moraes & Rubio, 2012).

A emoção humana muitas vezes é entendida, como um sinal de descontrole, em que é ativada uma dimensão primitiva, instintiva e irracional (Rocha & Kastrup, 2009). Para estes autores, esta dimensão instintiva pode, inclusive, levar o homem a cometer atos de violência e agressividade.

A emoção julga o mundo como agradável ou desagradável, como bom ou mau, segundo um sistema de valores ligados à cultura e ao sujeito. Perante esta constatação parece claro que será determinante no desenvolvimento do sujeito, e cabe em grande parte ao adulto gerir as potencialidades e fragilidades da criança nos diferentes contextos.

A literatura é unânime ao defender que os bebês respondem seletivamente a estímulos humanos típicos, onde a preferência por faces é uma realidade. Logo depois do nascimento, pode ser observada uma busca imediata do olhar, que é seguida por tranquilização, focalização da atenção e por trocas interacionais ajustadas e o contato de olhar parece ser para a criança um ponto de partida fundamental (Murray & Andrews, 2000).

Proporcionar o toque e sentir as respostas de satisfação ou rejeição permitem à criança uma série de interações com o meio que o rodeia. A massagem por exemplo, pode proporcionar descanso e um bem-estar parcial ou total da criança. Os ganhos positivos nestes casos poderão ser benéficos tanto para a criança como para quem presta os cuidados.

Para Silva, Castoldi e Kijner (2011), o toque através da pele, os cuidados para com o bebê, dar banho, limpar, segurar e abraçar produzem estímulos involuntários na epiderme, gerando imenso prazer e bem-estar. Cirqueira e Cavaleri (2010) referem que o ser humano é um ser essencialmente emocional e os aspetos da emoção, são os que mais norteiam a nossa vida. A emoção é o primeiro elo de comunicação do indivíduo com o mundo externo. Estes autores consideram a emoção a primeira forma eficiente de comunicação entre a criança e o mundo no

qual está inserido e defendem ainda que durante os primeiros anos de vida, ela desenvolve a segurança, a confiança e o otimismo pois é dependente para tudo: alimentação, proteção e afeto, como tal, precisa de confiança, muito amor, atenção, apoio e paciência, para que cresça em segurança.

Dada a importância de estabelecer precocemente durante o maior tempo possível, O aleitamento materno é considerado pelo Departamento de Atenção Básica do Ministério da Saúde do Brasil como a mais sábia estratégia natural de vínculo, afeto, proteção e nutrição para a criança e constitui a mais sensível, económica e eficaz intervenção para redução da morbilidade e mortalidade infantil (Brasil, MS, SAS, DAB, 2009). Em síntese: tanto o cuidador como o profissional de saúde em contextos de saúde ou de doença, a forma como interagem, através da alimentação, higiene, toque e brincadeira é fundamental. É importante apreciar, avaliar as reações da criança por bem pequena que seja, pois ela vai desencadear expressões de aceitação, rejeição, conforto ou satisfação manifestada pelo sorriso ou choro, recusa ou contrações musculares. São estes momentos de brincadeira e satisfação das suas necessidades básicas que podem funcionar como contextos de vigilância eficazes.

Os diferentes tipos de choro podem identificar também diferentes tipos de necessidades a que o adulto precisa de responder. As consultas de vigilância são por natureza, os momentos onde podem ser dissipadas todas as dúvidas, incertezas e medos.

A abordagem comunicacional clara serena e afável proporcionará certamente uma riqueza de aprendizagens, cognições e socializações que podem promover sentimentos de segurança, competência, saúde e bem-estar global. Na figura 2, de acordo com a Direção Geral da Saúde pode observar-se um conjunto de ações minimizadoras de stress e sentimentos de incapacidade que possam surgir em diferentes contextos (Portugal, MS, DGS, 2013).

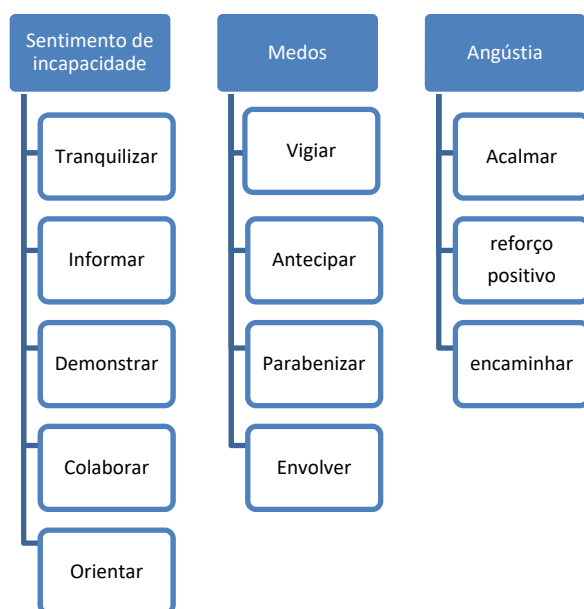


Figura 2: Intervenções necessárias e desejáveis numa consulta de vigilância.

Fonte: Adaptado DGS (2013)

## **A IMPORTÂNCIA DO EXAME FÍSICO**

O exame físico na criança revela um aspeto do cuidado humano em que além de um procedimento é uma técnica de responsabilidade profissional (Hamilton, 2003).

Mas como realizar o exame físico? Na realidade ele não pode ser feito de qualquer forma, deverá ser sequencial e rigoroso. Burke (1983), afirma que a técnica básica do exame físico se fundamenta no uso dos sentidos: a visão, audição, olfato e o tato e que depende de pelo menos três aspetos fundamentais: deve ser completo, tecnicamente correto; e deve ser compreendido no decurso da execução.

Estes pressupostos são cruciais quando se observa uma criança numa consulta de vigilância. Só olhando com “olhos de ver” e interpretando sintomatologia mais ou menos evidente, será reveladora da necessidade de intervenção ou não.

Como um ser totalmente dependente e indefeso, nesta faixa etária é necessário estar atenta a descrições apresentadas com realidades encontradas pois nem sempre a descrição dos acontecimentos é compatível com o que é observável.

Portadoras de uma pele frágil e exigente em cuidados específicos, o exame físico como cuidado humano e como técnica, é importante para:

- o prestador de cuidados que pode ser orientado da forma mais adequada no sentido de promover o conforto e bem estar da criança ou até mesmo parabenizado pelas suas intervenções corretas;
- a criança - pois sendo alvo de bons cuidados pode crescer com conforto e segurança;
- o profissional - podendo, identificar exantemas, escoriações, ou lesões de vária ordem com diferentes dimensões, que podem ser motivadores de cuidados antecipatórios em função do identificado e em função do desenvolvimento psicomotor.

Todos os profissionais de saúde devem estar treinados para sua atuação, como vigilantes de saúde, não deixando passar nenhuma oportunidade de cumprir a meta de qualidade dos serviços prestados.

No decorrer das avaliações, tal como é preconizado pela (Portugal, MS, DGS, 2013) o perfil das avaliações é baseado na história e exames clínicos e de acordo com Mello e Ferline, (2009) deve incluir identificação dos fatores de risco para a saúde, identificação dos problemas de saúde, escutas e informação dos pais sobre o crescimento e desenvolvimento, avaliação clínica dos comportamentos funcionais adaptativos, exames dos reflexos primitivos, exame do tônus muscular e pesquisa dos sinais neurológicos.

## **VIGILÂNCIA VS GANHOS EM SAÚDE**

Tendo presente que os ganhos em saúde são entendidos como resultados positivos em indicadores da saúde, e incluem referências sobre a respetiva evolução e se traduzem por ganhos em anos de vida, pela redução de episódios de doença ou encurtamento da sua duração, pela diminuição das situações de incapacidade temporária ou permanente, pelo aumento da funcionalidade física e psicossocial, a vigilância tem dado um contributo importante (Portugal, MS, DGS, 2013). A vigilância de saúde como estratégia de acompanhamento de uma criança deverá ser entendida como um investimento em saúde e ainda como Potenciais ganhos em saúde que são os que “decorrem da capacidade de intervir sobre causas evitáveis, controláveis ou rapidamente resolúveis (Portugal, Ministério da Saúde, Direção Geral de Saúde [Portugal, MS, DGS], 2013, p:2).

É importante valorizar então, eventuais ganhos no estado de saúde, por pouco significativos que possam parecer. Podem e devem ser momentos de estímulo os pais a investirem no desenvolvimento dos filhos.

O aumento do nível de conhecimentos e de motivação das famílias, a par da redução do analfabetismo e da melhoria das condições de vida, favorecem o desenvolvimento do exercício da parentalidade e tornam possível que os pais e as famílias o assumam, como direito e dever, competindo aos profissionais facilitá-lo e promovê-lo (Portugal, MS, DGS, 2013).

A Vigilância em saúde necessita estar bem sedimentada em todos os profissionais da saúde e, para isso, um ponto fundamental é o desenvolvimento de processos de formação continua (Pinto, 2009).

A manutenção e a promoção da saúde de todas as crianças é tal como defende a Direção Geral de Saúde um imperativo para os profissionais e para todas as unidades de prestações de cuidados. A não realização destas ações dificultará o planeamento e avaliação dos cuidados prestados à criança (Portugal, MS, DGS, 2013). Considerando que existem marcos de desenvolvimento próprios que necessitam ser observados se a consulta de vigilância não ocorrer, não ocorrem também oportunidades de observação e intervenção oportuna. Tendo presente o conjunto de intervenções já abordadas, independentemente dos ganhos obtidos, mais ou menos mensuráveis, teremos certamente uma criança saudável, se tivermos uma criança e a sua família saudável, porque ser saudável é também ser feliz, alegre, serena, segura e confiante como se pode observar na figura 3.

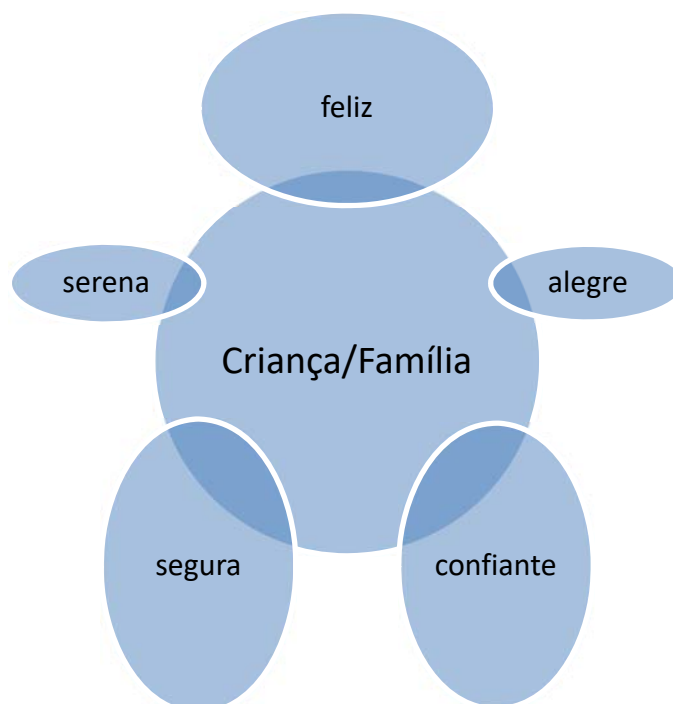


Figura 3- Emoções resultantes da promoção de ambientes familiar saudável.

Fonte: Adaptado DGS (2013)

Uma vez que a vigilância em saúde é um processo dinâmico, a educação para a saúde, quer ocasional quer programada, é fundamental e deve ser planeada, estratégica e integralmente, com os vários intervenientes, visando a promoção da saúde, a prevenção das doenças, assim como o diagnóstico de situações preocupantes e agir o mais rápido possível.

## CONCLUSÃO

Corroborando o defendido por Pinto (2009), o conhecimento das diferentes etapas do desenvolvimento, os cuidados antecipatórios e o aconselhamento dos pais sobre as intervenções podem ajudar a promover a aquisição das competências, evitar alguns dos problemas relacionados com fatores ambientais e erros ou lacunas na estimulação da criança.

Como nota final, frisar em termos de desenvolvimento e vigilância que "temos cinco dedos numa mão e nenhum é igual". Cada criança tem características intrínsecas e que expostas ao mesmo ambiente e submetidas a vigilância idêntica podem surgir riscos diferentes.

De acordo com o autor supra citado salienta-se ainda que a informação deve estar voltada para a ação, esperando que a informação e ação contribuam de forma efetiva para controlar os problemas de saúde identificados, bem como para a prevenção e a promoção da saúde da criança. Assim sendo, promover um crescimento e desenvolvimento harmonioso é uma responsabilidade de todos nós, pais, educadores e profissionais de saúde ajudando a abrir

portas aos apoios, de forma que os pais/prestadores de cuidados diretos à criança se sintam apoiados e não desistam de investir no futuro da sua criança.

## REFERÊNCIAS

- APSI (2009). PLANO DE AÇÃO PARA A SEGURANÇA INFANTIL EM PORTUGAL, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.APSI.ORG.PT/24/PASI\\_SUMARIO\\_2009.PDF](http://www.apsi.org.pt/24/PASI_SUMARIO_2009.PDF)
- BIAGGIO, A. M. B. (1996). PSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO. PETRÓPOLIS: VOZES.
- BRASIL, MS, SAS, DAB (2009). SAÚDE DA CRIANÇA: NUTRIÇÃO INFANTIL : ALEITAMENTO MATERNO E ALIMENTAÇÃO COMPLEMENTAR. MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DA ATENÇÃO À SAÚDE, DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA., CADERNOS DE ATENÇÃO BÁSICA BRASÍLIA: EDITORA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE (23).
- BURKE, A. (1983). EXAME GERAL, IN A. TARANTINO, CORD, R. VIEIRA, SEMIOLOGIA MÉDICA, 12 ED, RIO DE JANEIRO: KOOGAN
- CIRQUEIRA A.G. & CAVALARI, N. (2010). A IMPORTÂNCIA DA AFETIVIDADE PARA O APRENDIZADO DA CRIANÇA, C A D E R N O M U L T I D I S C I P L I N A R D E P Ó S - G R A D U A Ç Ã O D A U C P, P I T A N G A, v. 1, n. 3, p. 12 - 24.
- FREIRE, P. (1996). PEDAGOGIA DA AUTONOMIA: SABERES NECESSÁRIOS À PRÁTICA EDUCATIVA. SÃO PAULO: PAZ E TERRA
- HAMILTON, G.D.P. (2003). EXAME FÍSICO UMA FACE REVELADORA DO CUIDADO HUMANO, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENFERMAGEM APRESENTADO À UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO SUL, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.LUME.UFRGS.BR/BITSTREAM/HANDLE/10183/4251/000398461.PDF?SEQUENCE=1](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4251/000398461.pdf?sequence=1), CONSULTADO EM 20/09/2012
- LEVY, L. & BÉRTOLO, H. (2012). MANUAL DE ALEITAMENTO MATERNO, COMITÉ PORTUGUÊS PARA A UNICEF. COMISSÃO NACIONAL INICIATIVA HOSPITAIS AMIGOS DOS BEBÊS DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.UNICEF.PT/DOCS/MANUAL\\_ALEITAMENTO\\_2012.PDF](https://www.unicef.pt/docs/manual_aleitamento_2012.pdf)
- MELLO, E. D. & FERLINI (2009). PROMOÇÃO E PROTEÇÃO DA SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE, BRASIL: UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE
- MENEZES, H.C. & ELOY, S. (2009). SEGURANÇA DAS CRIANÇAS NOS AMBIENTES CONSTRUÍDOS- RESPONSABILIDADE E BOAS PRÁTICAS, DISPONÍVEL EM: [HTTP://REPOSITORIO.ISCTE.PT/BITSTREAM/10071/3002/1/HCM-SE\\_APSI\\_AdURBEM2009.PDF](http://repositorio.iscte.pt/bitstream/10071/3002/1/HCM-SE_APSI_AdURBEM2009.PDF) CONSULTADO EM 12/11/2012
- MINISTÉRIO DA SAÚDE (2009). SAÚDE DA CRIANÇA: NUTRIÇÃO INFANTIL: ALEITAMENTO MATERNO E ALIMENTAÇÃO COMPLEMENTAR, SECRETARIA DE ATENÇÃO EM SAÚDE, DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA, BRASÍLIA: MINISTÉRIO DA SAÚDE
- MORAES, V.L.C., V. L. C. & RUBIO, J. A. S. (2012). COGNIÇÃO E AFETO SE ENTRELAÇAM NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM, REVISTA ELETRÔNICA SABERES DA EDUCAÇÃO – VOLUME 3 – Nº 1 pg 4
- MURRAY, L., & ANDREWS, L. (2000). THE SOCIAL BABY. RICHMOND, UK: CP PUBLISHING.
- PORTUGAL, MS, DGS (2011). GUIA DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.PLATAFORMACONTRAABESIDADE.DGS.PT/RESOURCESUSER/GUIAAVALIACAOESTADONUTRICIONAL.PDF](http://www.plataformacontraaobesidade.dgs.pt/ResourcesUser/GuiaAvaliacaoEstadoNutricional.PDF), CONSULTADO EM 28/12/2012
- PORTUGAL, MS, DGS (2012). PROGRAMA NACIONAL DE VACINAÇÃO 2012 DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.SPP.PT/USERFILES/FILE/10\\_CONGRESSO\\_TROIA/PNV2012.PDF2.PDF](http://www.spp.pt/UserFiles/file/10_CONGRESSO_TROIA/PNV2012.PDF2.PDF)
- PORTUGAL, MS, DGS (2013). SAÚDE INFANTIL E JUVENIL, PROGRAMA NACIONAL, LISBOA: DGS
- PORTUGAL, MS, DGS (2012). PLANO NACIONAL DE SAÚDE 2011-2016, DISPONÍVEL EM: [HTTP://PNS.DGS.PT/FILES/2012/02/OSS1.PDF](http://pns.dgs.pt/files/2012/02/OSS1.PDF), CONSULTADO EM 15/12/2012
- PINTO, M. (2009). VIGILÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO PSICOMOTOR E SINAIS DE ALARME, REV PORT CLIN GERAL, 25, 677-87
- REALI, L.V. & SILVA, C. H. (2009). CONCEITOS GERAIS EM SAÚDE IN ELZA DANIEL DE MELLO; ROBERTA FERLINE, PROMOÇÃO E PROTEÇÃO DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE, BRASIL: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE .
- RITO, A., BREDA; J. & CARMO, I. (2011). GUIA DE AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL INFANTIL E JUVENIL, LISBOA: INSA, IP.
- ROCHA, J. M. & KASTRUP, V. (2009). COGNIÇÃO E EMOÇÃO NA DINÂMICA DA DOBRA AFETIVA, PSICOLOGIA EM ESTUDO, 14, n. 2, p. 385-394
- SILVA, A. K., CASTOLDI, L. & KJNER, L. C. (2011). A PELE EXPRESSANDO O AFETO: UMA INTERVENÇÃO GRUPAL COM PACIENTES PORTADORES DE PSICODERMATOSES, CONTEXTOS CLÍNICOS, 4 (1), 53-63 DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.UFRGS.BR/CUIDADOCOMAPELE/ARQUIVOS/TEXTOS\\_PARA\\_LEITURA/SERVIÇO\\_SOCIAL/A\\_PELI\\_EXPRESSANDO\\_O\\_AFETO.PDF](http://www.ufrgs.br/cuidadocomapele/arquivos/textos_para_leitura/servico_social/A_PELI_EXPRESSANDO_O_AFETO.PDF)
- SOUSA, M.A (2011). XI SEMINÁRIO DE ÉTICA: REFLETIR SOBRE A COMUNIDADE PARA MELHOR RESPONDER ÀS SUAS NECESSIDADES, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.ORDEMENFERMEIROS.PT/COMUNICAÇÃO/REVISTAS/ROE37\\_NET](http://www.ordemenfermeiros.pt/comunicacao/revistas/roe37_net).
- SPIZ, R. A. (1996). O PRIMEIRO ANO DE VIDA. SÃO PAULO: MARTINS FONTES.
- WALDMAN, E. A. & MELLO JORGE, M. (1990). VIGILÂNCIA PARA ACIDENTES E VIOLÊNCIA: INSTRUMENTO PARA ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE, CIÊNCIA & SAÚDE COLETIVA, 4 (1) DISPONÍVEL EM CIÊNCIA & SAÚDE COLETIVA, 4(1), 71-79, DISPONÍVEL EM [HTTP://SCIELO.BR/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI\\_ARTTEXT&PID=S1413-81231999000100006&LNG=EN&TING=PT](http://scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81231999000100006&lng=en&ting=pt).

WALDMAN, E. A. & MELLO, J.A (1999). VIGILÂNCIA PARA ACIDENTES E VIOLÊNCIA: INSTRUMENTO PARA ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE. CIÊNCIA & SAÚDE COLETIVA 4(1): 71-79.

WHO (2012). THE CHILD GROWTH STANDARDS, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.WHO.INT/CHILDGROWTH/EN](http://www.who.int/childgrowth/en)

UNICEF (1989). CONVENÇÃO SOBRE OS DIREITOS DA CRIANÇA RATIFICADA POR PORTUGAL EM 21 DE SETEMBRO DE 1990, DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.UNICEF.PT/DOCS/PDF\\_PUBLICACOES/CONVENCAO\\_DIREITOS\\_CRIANCA2004.PDF](https://www.unicef.pt/docs/pdf_publicacoes/convencao_direitos_crianca2004.pdf)

## **INNOVATION WITHIN A REGIONAL AGRO-FOOD SUPPLY CHAIN - THE PATTERN OF PRODUCTIVE SPECIALIZATION OF THE TAGUS VALLEY**

PERFORMANCE DE INOVAÇÃO NA CADEIA DE ABASTECIMENTO AGROALIMENTAR REGIONAL - PADRÃO DE ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA DO VALE DO TEJO  
PERFORMANCE DE INNOVACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA REGIONAL - EL PATRÓN DE ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA DEL VALLE DEL TAJO

Pedro Miguel Oliveira (pedro.oliveira@esg.ipsantarem.pt)\*

Maria Manuela Santos Natário (m.natário@ipg.pt)\*\*

### **ABSTRACT**

This paper aims to analyse innovation within a set of economic activities combined in a territorialised agro-food supply chain, which characterizes the pattern of productive specialization of the Tagus Valley. This chain is economically sustained by a combination of entrepreneurial and institutional factors, territorially embedded and determining to some extent an endogenous capacity to innovate. Following a case study methodology, of an interpretative nature, the process of gathering evidence was based on the triangulation of data sources: direct observation; semi-structured interviews of individuals representing the various categories of agents involved and documentary research. These were complemented with an inquiry, subject to statistical analysis, into local business agents. In addition to the identification of a considerable set of deficits of an institutional nature inhibiting innovation, the study also led to the formulation of a number of proposals for better territorial governance which highlight the need to strengthen knowledge transfer to the micro and small companies engaged in agricultural activities. Another contribution lies in the categorisation of an analytical framework for a better understanding of innovation dynamics in any region according to its specificities, including the role of public institutions in this process.

**Keywords:** *innovation performance, innovation network/systems, territorialised agro-food complex, pattern of productive specialization, institutional thickness.*

### **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho da inovação, num conjunto de atividades económicas - nomeadamente a cadeia de abastecimento agroalimentar regional - que caracterizam o padrão de especialização produtiva do Vale do Tejo. Esta cadeia é economicamente sustentada pela mistura de fatores empresariais e institucionais, territorialmente ancorados, influenciando a capacidade endógena de inovar. O estudo segue uma metodologia de estudo de caso, de natureza interpretativa, tendo o processo de recolha de dados sido baseado na triangulação de fontes de dados: a observação direta; entrevistas semiestruturadas aos indivíduos que representam as diversas categorias de agentes envolvidos; e pesquisa documental. Estas foram complementadas com um inquérito aos atores locais, sujeito a tratamento estatístico. Além da identificação de um conjunto importante de deficits de natureza institucional, inibidores de desempenho da inovação, o estudo permitiu também a identificação de várias propostas para efeitos de governação territorial, destacando a necessidade de reforçar a transferência de conhecimento para as micro e pequenas empresas envolvidas nas atividades agrícolas. Uma outra contribuição reside na categorização de um quadro analítico para uma melhor compreensão da dinâmica



de inovação em qualquer região de acordo com suas especificidades, incluindo o papel das instituições públicas neste processo.

**Palavras-chave:** *performance de inovação, rede/sistemas de inovação, complexo agroalimentar territorializado, padrão de especialização produtiva, espessura institucional.*

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar los resultados de la innovación, dentro de un conjunto de actividades económicas - Es decir, la cadena de suministro agroalimentaria regional - que caracteriza el patrón de especialización productiva del Valle del Tajo. Dicho complejo está sostenido económicamente por una mezcla de factores empresariales e institucionales, territorialmente integrado y permite determinar en cierta medida su capacidad endógena para innovar. Siguiendo una metodología de estudio de casos, de carácter interpretativo, el proceso de recopilación de pruebas se basa en la triangulación de fuentes de datos: observación directa; entrevistas semiestructuradas a personas que representan a las diferentes categorías de agentes implicados, y la investigación documental. Estos se complementan con una consulta a los agentes de negocios, cuyos datos fueron sometidos a análisis estadístico. Además de la identificación de un importante conjunto de déficits de carácter institucional, los inhibidores de rendimiento de la innovación, el estudio también permitió formular diversas propuestas con el fin de gobernanza territorial, destacando la necesidad de reforzar la transferencia de conocimientos a las micro y pequeñas empresas dedicadas a la actividad agrícola. Otra contribución radica en la categorización de un marco analítico para una mejor comprensión de la dinámica de la innovación en cualquier región en función de sus especificidades, incluido el papel de las instituciones públicas en este proceso.

**Palabras clave:** *performance de innovación, red / sistemas de innovación, complejo agroalimentario territorializado, patrón de especialización productiva, dimensión institucional.*

\* Dinamía/CET-IUL, Professor of Polytechnic Institute of Santarém

\*\*Research Unit for Development of Inland. Professor at Polytechnic Institute of Guarda

Submitted: 25th November 2015

Accepted: 27th May 2016

## INTRODUCTION

The motivation of this research is to reflect on innovation performance and on the territorial innovation systems in non-central regions. So, we intend to identify which actions will facilitate the consolidation of an innovation system in such type of region by favouring international flows of knowledge. As specific goals, firstly, we will evaluate and interpret the innovation behaviour in face of a set of combined clusters of agricultural activities and food industries, denominated as Tagus Valley's Agrofood Complex, and specific corporate and territorial order factors framed by an analysis model, generalizable to other regions - which may not necessarily be rural type. This model combines:

- i) exogenous factors to the agro-food cluster, territorially differentiated (structural, specific to the region; institutional, specific or external to the region);
- ii) endogenous factors to the agro-food cluster.

Secondly, we intend to analyse the intervention of public entities (central and local government, scientific and technological system and vocational training centres) in order to find out whether there is a *local institutional thickness* required to support innovation processes in companies engaged in agricultural activities, food and wine industries established in the region. In this sense, as a first step we sought to assess the presence degree of a set of intangible assets intrinsic to the territory; then, we have made use of some descriptive statistics to measure local milieu's performance in reducing uncertainty inherent to innovation process.

As research method we carried out an interpretative case study, making use of several types of instruments for data gathering. As such, it was applied a survey to companies belonging to the agro-food cluster (producers, producers' organizations, agro-industries and agro-food companies). The inquiry's period took place between November 2010 and March 2011, using a combination of intentional (for heterogeneity and representativeness purposes) and snowball sampling strategy. Direct observation, semi-structured interviews to representatives of local business agents, mayors and Public Administration representatives and analysis of relevant documentation (including firms' databases owned by Statistics Portugal and Departments of Portuguese Government, sectorial legislation from European Community, reports published by regional associations of agricultural entrepreneurs, and opinion articles and interviews published at the specialised press) were also used to get more realistic information about both the abundance of productive activities under analysis and the institutional issues affecting the regional innovation system.

The article is structured in five parts. After the introduction, the second part reflects literature review about the dynamics of regional innovation. The part three synthesises methodological notes. The fourth part presents the case study aiming the identification of the pattern of productive specialization of Tagus Valley, which leads then, we have made use of some descriptive statistics to measure local milieu's performance in reducing uncertainty inherent to innovation process. Finally, in last part the conclusions and implications are discussed, suggesting clues for future research.

## 1. LITERATURE REVIEW

The dynamics of regional innovation depends of an efficient functioning of regional systems of innovation (Cooke, 2008; Tödtling and Trippl, 2012; Camagni and Cappelo, 2012). The innovation systems approach reflects the territorial dynamics of innovation and seeks to understand the multiple factors that influence the capacity of innovation (Edquist, 2001) in most organizations that involve local productive systems. The conceptualisation of innovation systems by Lundvall (1992) emphasizes the interactive knowledge, the economic interactions, market and non-market relations, and the institutional and social structure to promote innovation dynamics as well as all factors that influence the innovation capacity (Edquist, 1997).

A seminal analysis that has been largely neglected by scholars' community, at least in terms of empirical work, is the conceptualization of Camagni (1991), also inspired by the Evolutionary Theory (Nelson and Winter, 1982; Dosi, 1988), about the roles assigned to the local milieu in reducing uncertainty inherent to innovation process (table 1).

<i>Search</i>	Through the informal exchange of information, the local milieu provides tracing of success stories related to the discovery of new markets and the implementation of new technologies useful to the company, and "memorize" the channels that best disseminating these successful experiences.
<i>Signalling</i>	It signalizes the market in benefit of the image and reputation of local companies, acting as a sort of certifying entity of the quality of goods produced by these companies.
<i>Transcoding</i>	It facilitates collective learning by providing access to privileged information, which is embedded in people and transmitted by personal and organisational proximity. The mechanisms are: a) inter-organizational mobility within the region (but almost interregional immobility) of qualified human resources; b) contacts between customers and suppliers; c) imitation processes and reengineering, spread among local companies of appropriate technologies; d) effects of informal "coffee shop"; e) provision of specialized services within the region.
<i>Selection</i>	It stimulates personal contacts through which are obtained efficiency/effectiveness gains in the circulation of vital information at the level of decision making conducive to innovation; in particular, through the mobility of managers in the local labour market, by imitation, cooperation actions within the framework of associations and industrial and trade organisations and complementary processes of innovation.
<i>Control</i>	Through "face-to-face" ties (belonging to the same family/clan, club, associations), the local environment facilitates the sharing of relevant information in the decision-making process behind the innovation, strengthens the "ties" between the financial sector and the productive system, and promotes a similar "cultural context" among entrepreneurs, managers and other decision makers.
<i>Transformer</i>	It promotes positive externalities appropriable by local companies, particularly important in the spheres of labour market, human capital and education.

Table 1: The functions of the local milieu in reducing the uncertainty in the innovation process (relational synergies of knowledge).

Source: Camagni (1991:121-144).

Such type of milieu may be, as such, determinant to induce external economies of knowledge spillovers' type for small and medium enterprises. Which means that proximity to technical support services, consultancy or integrating consortia with technological centres for the realization of experimental development projects shall reduce costs of transaction and, consequently, accelerate innovation performance at the firm level (Teece, 1988; Scott, 1996; Storper, 1997; Porter, 1990 and 1998a; Torre and Gilly, 2000; Veltz, 2000; Rallet and Torre, 2004; Boschma, 2005).

By contracts of loyalty established between organizations of producers and food industries and large distribution (agro-food companies and hypermarkets), setting standards in quality, quantity, variety and delivery – about to witness an "almost-integration" (Veltz, 2000) with these agents acting as coordinators of a "constellation" of micro and small companies (Piore and Sabel, 1984).

As such, institutional factors and the mobilization of the community and the different regional players to participate in the innovation process plays an important role in order to respond to the specific needs of this community and to promote dynamics of innovation.

In rural areas, the challenge is to manage these dynamic relationships to improve the region's innovation environment (Komninaki, 2015). Komninaki (2015) argues that relative neglect of Regional Innovation Systems interactions limits the fluidity of relationships between actors, particularly in peripheral regions. This may bring the risk of a negative impact in public policy by reducing the territorial capacity of innovation.

In rural regions innovation can take different types, according with Madureira et al. (2013): 1) product innovation, e.g. agro-tourism and tourism activities rural related to environmental protection; 2) technological innovations associated with irrigation, to pollution control, waste treatment, processing of agricultural products; 3) innovation process, such as the cooperation between the various actors involved; 4) organizational innovations, like deepening of the level of cooperation between local actors; 5) innovations in attitudes, through a culture of associativism.

Thus innovation in rural areas may involve (Esparcia, 2003; Brunori et al., 2007; Knickel et al, 2009; Madureira et al, 2013:26-27):

- Economies of scale/specialization: to achieve critical mass, mainly through networks sectoral and regional clusters.
- Economies of scope/diversification: expand the range of products and services through new products and services and through the establishment of cross-sectoral networks and through the interaction between, on the one hand, manufacturers and service providers; on the other, between producers and service providers and consumers.
- Modernization/new technologies: replace obsolete products and processes, improving their quality, flexibility and production capacity, and providing goods and services, reducing costs of production/supply.
- Environment and energy technologies: environmental management, minimizing environmental impacts, improving health and safety, reduced energy costs, new forms of energy supply, renewable energy, biomass plantations, reuse of forest products.
- Organization: improving the efficiency of the organization and work processes.
- Distribution and marketing: enter new markets or increase market share and new channels sales and marketing.

- Communication and knowledge: improving communication and information sharing within the organization or with other companies or institutions, universities and partnerships with laboratories research, local communication and learning networks, specialized knowledge networks.
- Training of the rural population and improve the quality of life partnerships, LEADER<sup>1</sup> local action groups, local development associations, social services, cultural services outreach, training in rural development.
- Development of natural resources, cultural and tourism: protected areas, interpretation centres, nature tourism, bird watching, hunting, fishing, gathering forest products, lodging bed & breakfast, rural tourism, village tourism, heritage recovery, cultural promotion (music, theatre, literature).
- Supporting local products: gastronomy, traditional agricultural products, home products and geographical location, distribution centres, development and demonstration sector horticultural, ecological olive groves, craftwork products.

The agro-food complex of production, according to a literature review synthesized by Oliveira (2013), corresponds to a set of clusters located in the same geographic space - the Tagus Valley, built around the NUTS III Tagus Wetland and Middle Tagus (OECD, 2010) – having at its core the following attributes:

- Presence of a web of market and non-market relationships that extend beyond the corporate sector (due to personal, professional and cultural affinities) illustrated in the diversity and quantity of associative and institutional agents located in the region - suggesting the existence of both 'institutional thickness' and proximity in its multiple ways (Storper, 1997; Kirat and Lung, 1999; Torre and Gilly, 2000; Boschma, 2005).
- This model consists of a set of territorialized agro-food systems, which reflect the rural nature of the 'local milieu' (Oliveira, 2013; Rallet e Torre, 2004; Courlet, 2002; Camagni, 1991 e 1995) - i.e. a predominantly rural region where entrepreneurs share: a system of representations, a technical culture and appropriate resources to assure sustainability of agriculture-related businesses (e.g. food, wine and olive oil industries).
- It is governed by two logics at the level of coordination mechanisms that determine the territorial anchoring of the agro-food supply chain: a) *transactional* (not confining purely to commercial nature); b) *regulatory* (going further the pure regulatory logic). These mirrors the change of paradigm in globalized agribusiness, showing that even being a traditional activity (Pavitt, 1984) it has known structural changes in the last decades imposed by important socio-cultural, economic and political transformations (Piore and Sabel, 1984; Veltz, 2000). Such change reflects the progressive adoption of a set of routines geared to

---

<sup>1</sup> LEADER ("Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale") is a local development method which allows local actors to develop an area by using its endogenous development potential.

innovation and internationalization through local and extra-local networks (Boyer, 1988; Dosi, 1982; Nelson and Winter, 1982; Teece, 1988; Lundvall, 1988).

## 2. METHODOLOGICAL NOTES

Based on a case study of interpretative nature (Chua, 1996), since 2009 until 2011 we proceeded to the collection of data relating to the agro-food complex of Tagus Valley through triangulation of sources typically used in this kind of research: *direct observation* (in farms, units of processing, storage and packaging food stuffs and wines, and regulatory and promotional agents); *semi-structured interviews* to individuals representing the various categories of agents involved, alongside the *questionnaire* in the case of business agents; and *documentary research* (legislation on the common organisation of agricultural markets and the recent report of the Portuguese Agricultural Census/2011, among other official documents; selected articles from regional press including interviews to the Portuguese Minister then responsible for agriculture sector and to associative leaders).

Between 2010 and 2011 it was held an inquiry to individual producers, administrators and supervisors of agricultural societies, agro-industrial and agro-food companies, and associative leaders in a total of 112 participants, representing 110 business organisations employing a total of 3736 workers<sup>2</sup>. The response rate was 56.7% of the identified universe, regarding to the most common activities at the light of integrated business accounts system adopted by Statistics Portugal. The sampling method followed the criterion of heterogeneity of business activities existent in the territorialised agro-food complex. The identification of eligible units was done through "snowball" method (Seidman, 1998) in the case of farm producers and food and wine industries. The heterogeneous sample included the totality of the producers' organizations (including cooperatives) in existence at the date of the survey.

The collected data were submitted to descriptive and inferential statistics. The measurement of variables was made according to the method of standardised scores, as proposed in the Community Innovation Survey (Eurostat/European Commission 2006, 2008 and 2010) and in the Regional Innovation Scoreboard 2012 (European Union, 2012), by means of primary data obtained through inquiry – presented in Oliveira (2013).

To improve the interpretation of empirical findings, especially considering the second purpose of this research, it was made use of qualitative data collected through technics above mentioned. The valued added for a better understanding of stakeholders positioning is mirrored in a few proposals for effective policy design and coherence of regional innovation system.

---

<sup>2</sup> The 110 cases that make up the sample observed correspond to the overall rate of participation around 82% among the 135 entities requested to participate in the investigation; the refusal rate was by 4%. Reporting to all the 194 eligible units identified it was not possible to contact 58 agricultural producers, close to 30% of the theoretical sample, within the established period (since June of 2010 until March of 2011).

### 3. THE PATTERN OF PRODUCTIVE SPECIALIZATION OF TAGUS VALLEY

Consisting of two NUTS 3 statistical region<sup>1</sup>, *Tagus Wetland* (“Lezíria do Tejo”, in Portuguese designation) and *Middle Tagus*, the Tagus Valley territory (contiguous at southwest with the metropolitan area of Lisbon) has a strong rural nature which is shown by its high potential for agriculture and forestry.

When analysing its profile of productive specialization, by applying the location quotients of relevant activities the existence of a spatial agglomeration of agricultural activities can be confirmed (see appendix, Tables A-2 and A-4 (columns 7), almost all values are greater than 1).

#### 3.1 THE INNOVATION BEHAVIOUR IN RELATION TO THE PERFORMANCE OF INSTITUTIONAL FACTORS

Taking into consideration some literature around the territorially differentiated patterns, following the innovation systems approach (Asheim, 2007; Navarro *et al.*, 2008; Capello and Lenzi, 2011; Camagni and Capello, 2012; Natário *et al.*, 2012) it was admitted the chance of a positive association between possible institutional attributes and innovation, measured by partial indexes intended to capture its various dimensions (OECD/Eurostat, 2005) – product, process, organisational, marketing and investment in innovation activities – aggregated then in a simple average (a global index of innovation).

The statistical units considered were companies with headquarters in the Tagus Valley (NUTS 3 Tagus Wetland and Middle Tagus), of any dimension but exercising at least one activity embedded in the agro-food supply chain (divisions 01, 10 or 46 of the Portuguese classification of economic activities, third review, dated from 2008)<sup>3</sup>. The sample surveyed is characterized according to the following table.

Category/Dimension	Microenterprise		Small company		Medium-sized enterprise		Large company		Total
Supplier	1	1,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1
Producer	34	63,0%	23	56,1%	5	41,7%	0	0,0%	62
Producer organisation	12	22,2%	4	9,8%	0	0,0%	0	0,0%	16
Agricultural Cooperative	3	5,6%	2	4,9%	0	0,0%	0	0,0%	5
Cooperative winery	1	1,9%	4	9,8%		0,0%		0,0%	5
Agro-Industry	2	3,7%	8	19,5%	4	33,3%	3	100,0%	17
Agro-food company	0	0,0%	0	0,0%	3	25,0%	0	0,0%	3
Producer Association	1	1,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1
Total	54	100%	42	100%	12	100%	3	100%	110

Table 2: Composition of the sample by category of agents embedded in supply chain of food and wine, in Tagus Valley.

<sup>3</sup> Divisions 01 and 10 are listed in tables A-1 and A-3; see Appendix.. Within division 46 (wholesale), it should be considered in particular activities as wholesale of agricultural raw materials and live animals, as well as wholesale of food, beverages and tobacco.



The sample in question is representative of the heterogeneity of the target population, whose size is unknown, in the light of the information collected from the databases existing on the date of the study (2010-2011) made available by public authorities and associations. The head office for 87% of the companies was located in the Tagus Wetland; 47% of companies had less than 20 years of existence (reported to 2011). About 43 percent were exporters, and 25% sold exclusively for the Tagus Valley.

The results obtained for non-parametric correlation tests based on Spearman's Rho ( $r_s$ ), needed after rejecting the hypothesis of normality of a large majority of the variables included in the empirical research, are presented in the tables 3 and 4. Given that all these correlations are statically significant, with positive estimates, we conclude that the *companies with better conditions in terms of institutional factors specific to the region tend to highlight best innovation-related indexes*.

However, it is worth of notice that the hypothetical beneficial action of vocational training centres in innovation performance (positive correlation between A212 and each of the dimensions of innovation) only shows empirical evidence in terms of process innovation ( $p$ -value equals 0.007), not being totally clear tests regarding marketing and organizational dimensions ( $p$ -values marginally above the critical value of 0.05: 0.059 and 0.055, respectively). So we can infer that the action exerted by those organizations and institutions is positively correlated with the overall performance of innovation - particularly the activities of local government whose correlation coefficient shows the highest value (0.46).

Institutional factor Dimension of innovation of	A211		A212		A213		A214		A215		A216	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
<b>Product</b>	0.27	***	0.12	ns	0.22	**	0.37	***	0.18	*	0.11	ns
<b>Process</b>	0.29	***	0.26	***	0.29	***	0.38	***	0.25	***	0.33	***
<b>Organizational</b>	0.38	***	0.18	*	0.27	***	0.24	**	0.23	**	0.31	***
<b>Marketing</b>	0.16	*	0.18	*	0.13	ns	0.35	***	0.20	**	0.27	***
<b>Investment in related activities</b>	0.32	***	0.12	ns	0.15	ns	0.38	***	0.25	***	0.25	***
<b>Global innovation</b>	0.36	***	0.22	**	0.29	***	0.46	***	0.28	***	0.33	***

Table 3: Correlation of innovation with institutional factors specific to the region.

Caption: A211 - scientific and technological base within the region; A212 - vocational training centres (idem); A213 - local partnerships with sectorial agents; A214 - local Government performance; A215 - cooperation of financial institutions located in the region; A216 - local labour market. \*\*\*/\*\*/\* significant at the level of 1%/5%/10%; ns - not significant.

The variance proportions of innovation that are explained by the institutional conditions specific to the region are between 4.0% (on the relation between marketing innovation and the indicator of the degree of financial institutions' cooperation within the region) and 22.1% (linking the global innovation with the institutional factors performance).

Considering the extra regional institutional factors, following table 4 it is noted the existence of statistically significant correlations in all dimensions of innovation and, also, in the global indicator



of innovation with almost all these factors. There are, nevertheless, two exceptions: *i/*) there is no significant evidence that the performance in marketing innovation is positively correlated with the importance attached by the companies to the extra regional scientific and technological basis; *ii/*) nor that the better provision of external vocational training centres (A222) if associated with increased investment in innovation activities.

Institutional Factor Dimension of innovation	A221		A222		A223		A224		A225	
	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p
<b>Product</b>	+0.28	***	+0.14	ns	+0.26	***	+0.36	***	0.21	**
<b>Process</b>	+0.30	***	+0.27	***	+0.30	***	+0.23	**	0.28	***
<b>Organizational</b>	+0.33	***	+0.20	**	+0.30	***	+0.22	**	0.25	***
<b>Marketing</b>	+0.13	ns	+0.22	**	+0.23	**	+0.49	***	0.25	***
<b>Investment in related activities</b>	+0.28	***	+0.16	*	+0.19	**	+0.42	***	0.30	***
<b>Global innovation</b>	+0.33	***	+0.26	***	+0.35	***	+0.44	***	0.32	***

Table 4: Correlation of innovation with institutional factors external to the region.

Caption: A221 - scientific and technological base outside the region; A222 - vocational training centres (idem); A223 - partnerships with sectorial agents from outside the region; A224 - Performance of public administration (central Government). A225 - cooperation of financial institutions located outside the region. \*\*\*/\*\*/\* significant at the level of 1%/5%/10%; ns - not significant.

All significant correlations are positive, showing a high probability of *companies with better institutional conditions (in terms of external resources) achieve better performance in innovation*, despite the exceptions mentioned in the preceding paragraph. The variance proportions of innovation that are explained by institutional conditions external to the region are situated between 3.6% (investment in innovation-related activities in relation to the degree of performance as business partners of business agents linked to agro-food business value system, located outside the region) and 26.0% (the global innovation index related with performance of institutional factors outside the region).

Thus it is evident how relevant is for boosting rural innovation the support provided by institutional stakeholders in access to knowledge, leading to the assessment of the role exercised by the higher education sector (OECD, 2002), either external or specific to the region of interest, so as to better understand the pattern of innovation in the territorialised agro-food complex.

### 3.2 INSTITUTIONAL THICKNESS

Then it took place a second phase of research, dedicated to the evaluation by business agents about the performance of national and local government and public schools and R&D centres as responsible not only for managing the main instruments for territorial cohesion development (including *Rural Development Program* and the *Compete Program - collective strategies for local efficiency* within the National Strategic Reference Framework 2007-2013 implemented by Portuguese Govern); but also for the production and dissemination of knowledge (codified and tacit) and technology transfer to productive system.

Thus, reading 'scores' for variables A211 to A214 (identified in table 3) according to a qualitative scale of ordinal type based on quartiles after indexing (too modest, modest, good, excellent) it was found that, in general, the activities developed by all of these entities were valued as modest (see Appendix, table A-5).

Still, it is to register the recognition for about half of the respondents regarding the adoption of a set of measures implemented by public institutions considered as relevant to improve not only the transfer of knowledge and performance in business innovation, but also the notoriety of regional products at national and international markets. Such measures were: vocational training (54.5%), organising local events to promote regional products (52.7%); reduction of bureaucracy (49.1%); promotion of the region's products abroad (48.2%).

It should be noted that subjective appreciation is notoriously more favourable among exporting companies (47 of a total of 110 surveyed). For these, public measures that received a positive percentage balance of opinions (making use of a multi-choice scheme for answering to the questionnaire) were as follows:

- Reduction of bureaucracy (+ 25.5 percentage points/pp.);
- Access to market information and new regulations (+ 23.4 pp);
- Public funding for innovation activities, including the qualification of specialised personnel (+ 17.0 pp);
- Organisation of local events of promotion of regional products (+ 17.0 pp);
- Vocational training in the region (+ 14.9 pp);
- Promotion of the region's products abroad (+ 6.4 pp).

The remaining 63 enterprises (negotiating only in the domestic market) revealed an opinion frankly more unfavourable in relation to the role exercised by public in the decade under consideration, highlighting just three measures with a positive balance: vocational training in the region (+ 25.4 pp); organisation of local events of promotion of regional products (+ 12.7 pp); reduction of bureaucracy (+ 3.2 pp).

These results suggest that overall performance of entities under evaluation will have been instrumental in reducing transaction costs and uncertainty in innovation activities that supported the internationalisation of companies surveyed.

Despite of some testimonies favourable to the action of higher education institutions and R&D centres, mostly located outside the region, the fact is that a majority (54.5%) of respondents to the questionnaire refused to recognise these entities as partners – being mostly the same in the public domain.

Such results indicate the existence of gaps in connection between education and R&D sectors and firms in its large majority; locking the dynamics of organizational learning and innovation in the region, causing a lack of appropriate human capital particularly in micro and small enterprises

(which invested the least in training and/or recruitment of agronomists and technicians skilled in agricultural activities, throughout the decade of 2000).

Facing the evidenced facts, two important needs arise. One relates to the in-depth analysis of the reasons that explain this weak organizational proximity between knowledge production/transfer centres and respective users (particularly smaller companies), revealing "*institutional fineness*" (Amin and Thrift, 1994). Another is to identify what actions in terms of collective efficiency could improve the effectiveness of regional innovation system to overcome this lack of proximity.

Thus a new stage of statistical analysis comes up, which purpose is to identify which routines and procedures that are missing so as to trigger a greater dynamism in knowledge spillovers taken at local and extra-local levels, in coherence with the construct for each function of local milieu (table 1). The rationale is as follows: if companies (surveyed) are proactive in access to knowledge they should get a permanent learning from establishing interactions with their business partners (bearing in mind the limited rationality of economic agents and their differentiated ability to process information and so generate innovations).

The measurement of those functions, as detailed in table A-8, was made using a simple arithmetic average of the variables presented in table 3 along with a few more variables to capture specific corporate attributes (described in table A-7). One should notice that once again all elementary variables were previously indexed and then were calculated the respective statistics, allowing an harmonized reading based in quartiles about each function performance. Results for descriptive statistics are shown in tables 5 and 6, exhibiting a low performance for search, signalling, selection and transformation functions; and a medium performance for transcoding and controlling functions.






Statistics		Search	Signalling	Transcoding
N	Valid cases	110	110	110
Average		32.29	34.47	41.13
Median		31.95	32.80	40.26
Std.- deviation		17.30	11,26	12.75
I.C. <sub>95%</sub> ( $\mu$ )		(29.04 ; 35.54)	(32.36 ; 36.59)	(38.73 ; 43.52)
Minimum		3.45	9.52	11.37
Maximum		86.32	69.05	81.04
Performance				

Table 5: Measures of central tendency and location for indexes relating to the functions of the local milieu.

Statistics		<i>Selection</i>	<i>Controlling</i>	<i>Transformation</i>
N	Valid cases	109	109	109
	Missing	1	1	1
Average		35,11	49,90	37,57
Median		33,33	49,60	37,44
Std.- deviation		19,28	11,10	12,81
I.C. <sub>.95%</sub> ( $\mu$ )		(31.49 ; 38.73)	(47.81 ; 51.98)	(35.17 ; 39.98)
Minimum		,00	25,99	12,87
Maximum		86,75	74,11	73,48
Performance				

Table 6: Measures of central tendency and location for indexes relating to the functions of the local milieu (conclusion).

Caption:

81 - 100	"very high"	
61 - 80	"high"	
41 - 60	"medium"	
21 - 40	"low"	
0 - 20	"very low"	

### 3.3 DISCUSSION

The qualitative assessment of performance for each of them, jointly with the analysis of the data collected through qualitative techniques described in methodological notes (with emphasis on interviews to local business actors<sup>4</sup>, mayors and Public Administration representatives), allow withdrawing the following conclusions regarding the research question addressed to collective efficiency' actions:

- Strengthen the link between the associative entities and respective affiliates, towards greater cooperation and awareness of producers for ongoing changes in markets and technologies, with the collaboration of higher education institutions and research centres (through systematic training and experimental development). This shall lead to efficient technological choices and effective management decisions in an uncertain environment (like a tracking mechanism).

<sup>4</sup> During the research period, between 2010 and 2012, there were about 25 interviews to managers of LEADER Local Action Groups, as well Producers' Organizations recognized by Portuguese State as beneficiaries of Common Agricultural Policy subsidies and European funds for rural development.

- Foster integration of the value chain through intensification of actions for promotion of regional products (wine, olive oil, vegetable crops, livestock and the horse), signalling expanding international markets - such as Brazil, Russia, China, the Australian continent and the countries of Eastern Europe (in particular the Baltic Sea region). This action must also involve regulators agents, acting collectively in a proactive way not only with the large producers but also with producer organisations. Otherwise they still be judge by the majority of farmers and industrial agents as mere extensions of the Central Administration.
- Promote greater institutional and cultural proximity (Boschma, 2005) among agents involved in agro-food complex (bringing together the efforts of entrepreneurs and managers, researchers/teachers and politicians with sectorial responsibilities) via open discussion forums, reducing information asymmetries existing in the market. This action might serve to revitalize the National Fair of Agriculture, annual event that has taken place for more than half a century in Santarem being an excellent meeting point for economic and institutional actors linked to agriculture and food industries. With such an action would not only be enhanced that symbol of rural culture in the region but above all the urgent debate regarding to the unbalanced share of economic value generated within the regional agro-food complex.
- Massive announcement by business and associations of producer organisations (PO) regarding through realization of geographically decentralized seminars regarding operational plans for agribusiness using communication systems that support the transmission of image and voice in real time (digital technologies). This action may enable producers to anticipate and adjust in a timely manner their offer in competitive markets – a critical issue in the face of rapid and intense changes in the external environment (not controllable, dynamic and uncertain).
- Effective coordination that is expected by the PO implies also, face-to-face communications and regular technical visits to farms in order to monitor the evolution of cultures according to the standards set in those plans, contributing for the homogenization of the product quality and predictability of supply. The deepening of this interaction strengthens the upstream value creation and integration of supply chain - improving the ability of local business agents to exert 'control function'.
- Reinforce the cognitive basis of PO through advanced training of agronomists at their service in the field of experimental development, fulfilling the needs of micro and small producers in terms of 'stock' of knowledge. This action might encourage the implementation of best practices in the area of environmental sustainability and the upgrading of cultivation techniques and livestock production, with marginal benefits accrued to the producer, and particularly to society, by mitigating the risk of loss of biodiversity associated with intensive farming practices and improving the quality of foodstuffs, with lower human health risks.
- Permanent support to farms by engineers and technicians employed at PO. It is still evident the human capital gap, demanding to incorporate technical staff, with experience

in experimental development, endowed with not only scientific but also organizational skills and communication to interact with producers. It is therefore advisable to strengthen the formal knowledge in the areas of management and marketing, in parallel with the accumulation of tacit knowledge, fertilized by more regular contacts with R&D centres and postgraduate education which will help to offset the "skills gap" (Camagni, 1991).

- Underpinning of tax incentives for companies that reinvest profits in experimental development through projects in partnership with PO and with R&D units based in the region, in line with the scientific patronage. This might help to internalize market failures inherent to 'spillovers' of knowledge originated in the scientific and technological system administered by the govern; specifically under the technology transfer programmes (Pavitt, 2005). This measure could trigger effects of symbiotic nature (namely in what concerns to PhDs and MScs applied research), and may constitute an important source of autonomous funding for the polytechnics established in the region (Santarem and Tomar) – endowing the regional innovation system with upgraded human resources (Tödtling and Tripl, 2012; Natário *et al.*, 2010).

## FINAL CONCLUSIONS

This study seeks to evaluate and interpret innovation performance, within a set of economic activities - namely the regional agro-food supply chain - that characterize the pattern of productive specialization of Tagus Valley, under the hypothesis of several determinant factors, of entrepreneurial and/or territorial nature, framed by an analysis model extensible to other regions.

Given the results, it is concluded that the standard of innovation that predominates in the territory would be, in the logic of Camagni and Capello (2012), a *smart and creative diversification area*, characterized by some internal innovation capacity, high degree of local competences, suggesting that the not negligible innovation activities carried out in the area mainly rely upon tacit knowledge embedded into human capital. Moreover, the regional agro-food complex is strongly endowed with characteristics such as creativity and attractiveness that help to absorb knowledge and to adapt it to local innovation needs. However, by opposite the conditions of Camagni and Capello (2012), the region doesn't present a low degree of local applied knowledge.

The strengthening of local institutional thickness, through the intensification of relations between higher education institutions, is crucial for a widely accessible knowledge base and thus fostering innovation processes, filling the gaps between companies in terms of R&D. Shortening the detachment between universities/polytechnics and the agribusiness units demands the provision of knowledge intensive services (including training and consulting provided by the higher education institutions and R&D centres), as well as financing courses on the part of companies. This organizational proximity will be the backbone to step toward the needs fulfilment of those, into a path of better regional innovation performance.

In terms of policy making, in short becomes critical:

- Strengthen the linkage between the productive sphere and the scientific and technological system in order to enhance the transfer of knowledge for micro and small enterprises, particularly in agricultural activities.
- Intensify the coordinated collective actions through local institutions for the promotion of products originating in the territory.
- Sensitize young people for multiple career opportunities in activities directly or indirectly linked to the agro-food business of the Tagus Valley.

In particular, micro and small enterprises must be compromised with the strategic requisite of increasing respective human capital endowment in order to improve their capacity to absorb technological knowledge, consequently intensifying interactive learning by means of intentional spillovers (specialized consulting and trainee, postgraduate courses and participation in scientific workshops in Portugal and abroad).

As a final remark, this paper allows to develop the analysis of innovation in rural territories according to its specificities including the role of public institutions in this process. The conclusions remit to important proposals related with public policies and territorial governance. In this sense, future research shall be centred in role of external networks of knowledge on an international scale, realise what may be done, how and to what extent, considering that higher education sector have a pivotal function of linking different regional systems of innovation, crossing borders beyond the strictly European economic area by means of digital technologies.

## REFERENCES

- AMIN, A. AND THRIFT, N. (1994). LIVING IN THE GLOBAL. IN: AMIN, A. AND THRIFT, N. (ORGS.) GLOBALIZATION, INSTITUTIONS AND REGIONAL DEVELOPMENT IN EUROPE. OXFORD UNIVERSITY PRESS, PP.2-17.
- ASHEIM, B. (2007) SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y BASES DE CONOCIMIENTO DIFERENCIADAS: UN MARCO TEÓRICO ANALÍTICO (PP. 65-89). IN BUESA, M. AND HEIJLS, J. (COORD.) SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN: NUEVAS FORMAS DE ANÁLISIS Y MEDICIÓN. MADRID: FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS.
- BOSCHMA, R. (2005). PROXIMITY AND INNOVATION: A CRITICAL ASSESSMENT. REGIONAL STUDIES, 39 (1), PP. 61-74.
- BOYER, R. (1988). TECHNICAL CHANGE AND THE THEORY OF RÉGULATION. IN: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. AND SOETE, L. (ORGS.) TECHNICAL CHANGE AND ECONOMIC THEORY. LONDRES: PINTER, PP.67-94.
- BRUNORI, G., RAND, S., PROOST, J., BARJOLLE, D., GRANBERG, L. AND DOCKES, A. C. (2007). TOWARDS A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR AGRICULTURAL AND RURAL INNOVATION POLICIES. IN-SIGHT – STRENGTHENING INNOVATION PROCESSES FOR GROWTH AND DEVELOPMENT (2007).
- CAMAGNI, R. (1991). LOCAL 'MILIEU', UNCERTAINTY AND INNOVATION NETWORKS: TOWARDS A NEW DYNAMIC THEORY OF ECONOMIC SPACE. IN: CAMAGNI, R. (ORG.) INNOVATION NETWORKS: SPATIAL PERSPECTIVES. LONDRES: BELHAVEN PRESS, PP.121-144.
- CAMAGNI, R. (1995). THE CONCEPT OF INNOVATIVE MILIEU AND ITS RELEVANCE FOR PUBLIC POLICIES IN EUROPEAN LAGGING REGIONS. PAPERS IN REGIONAL SCIENCE - THE JOURNAL OF THE REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION INTERNATIONAL, 74 (4), PP. 317-340.
- CAMAGNI, R. AND CAPELLO, R. (2012). REGIONAL INNOVATION PATTERNS AND THE EU REGIONAL POLICY REFORM: TOWARDS SMART INNOVATION POLICIES. PAPER PRESENTED AT THE 52TH ERSА CONFERENCE SUBMITTED TO GROWTH AND CHANGE. BRATISLAVA, 21-24 AUGUST 2012.
- CAPELLO, R. AND LENZI, C. (2011). TERRITORIAL PATTERNS OF INNOVATION IN EUROPE. PAPER PRESENTED AT THE 51TH ERSА CONFERENCE SUBMITTED TO "NEW CHALLENGES FOR EUROPEAN REGIONS AND URBAN AREAS IN A GLOBALIZED WORD". BARCELONA, SPAIN 30TH AUGUST-3RD SEPTEMBER 2011.
- CHUA, W.F. (1996). ISSUES IN SUBSTANTIVE AREAS OF RESEARCH: FIELD RESEARCH IN ACCOUNTING. IN: RICHARDSON, A. (ORG.) RESEARCH METHODS IN ACCOUNTING: ISSUES AND DEBATES. VANCOUVER: CANADA RESEARCH FOUNDATION, PP.209-228.
- COOKE, P. (2008) "REGIONAL INNOVATION SYSTEMS, CLEAN TECHNOLOGY & JACOBIAN CLUSTER - PLATFORM POLICIES", REGIONAL SCIENCE POLICY & PRACTICE. 1 (1), PP. 23-45.



- COURLET, C. (2002). LES SYSTÈMES PRODUCTIFS LOCALISÉS: UN BILAN DE LA LITTÉRATURE. CAHIERS D'ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES, pp. 58-59.
- DOSI, G. (1982). TECHNOLOGICAL PARADIGMS AND TECHNOLOGICAL TRAJECTORIES: A SUGGESTED INTERPRETATION OF THE DETERMINANTS AND DIRECTIONS OF TECHNICAL CHANGE. RESEARCH POLICY (11), pp. 147-162.
- DOSI, G. (1988). SOURCES, PROCEDURES AND MICROECONOMICS EFFECTS OF INNOVATION. JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE, 26 pp. 1120-1171.
- EDQUIST, C. (1997). SYSTEMS OF INNOVATION: TECHNOLOGIES, INSTITUTIONS AND ORGANIZATIONS. LONDON AND WASHINGTON: PINTER.
- EDQUIST, C. (2001). THE SYSTEMS OF INNOVATION APPROACH AND INNOVATION POLICY: AN ACCOUNT OF THE STATE OF THE ART. PAPER APRESENTADO NA DRUID CONFERENCE, AALBORG, JUNHO: [HTTP://FOLK.UIO.NO/MAI/ESST/Outline%20V05/edquist02.pdf](http://folk.uio.no/mai/ESST/Outline%20V05/edquist02.pdf).
- ESPARCIA P., J. (2003). SECTORES PRODUCTIVOS Y DINAMICA SOCIOECONOMICA. UNA APROXIMACION A LA SITUACION Y CAMBIOS RECIENTES EN AREAS RURALES VALENCIANAS, SERIE GEOGRAFICA, N.O 11.
- EUROPEAN UNION (2012). REGIONAL INNOVATION SCOREBOARD 2012. EUROPEAN COMMISSION.
- EUROSTAT/EUROPEAN COMMISSION (2006, 2008 E 2010). COMMUNITY INNOVATION SURVEY. ON LINE: [HTTP://EPP.EUROSTAT.EC.EUROPA.EU/PORTAL/PAGE/PORTAL/MICRODATA/CIS](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/microdata/cis).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2007). CLASSIFICAÇÃO PORTUGUESA DAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS REV.3. INE,I.P., LISBOA.
- KIRAT, T. AND LUNG, Y. (1999). INNOVATION AND PROXIMITY: TERRITORIES AS LOCI OF COLLECTIVE LEARNING PROCESSES. EUROPEAN URBAN AND REGIONAL STUDIES, 6 (1), pp. 27-38.
- KNICKEL, K., TISENKOPFS, T. AND PETERET, S. (2009). "INNOVATION PROCESSES IN AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT", IN-SIGHT – STRENGTHENING INNOVATION PROCESSES FOR GROWTH AND DEVELOPMENT.
- KOMINAKI, D. (2015). REGIONAL INNOVATION SYSTEMS IN PERIPHERAL REGIONS: INSIGHTS FROM WESTERN GREECE. REGIONAL STUDIES, REGIONAL SCIENCE. VOL. 2, NO. 1, 331-339.
- LUNDVALL, B.-Å (1988). INNOVATION AS AN INTERACTIVE PROCESS: FROM USER-PRODUCER INTERACTION TO THE NATIONAL SYSTEM OF INNOVATION. IN: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. & SOETE, L. (ORGS.) TECHNICAL CHANGE AND ECONOMIC THEORY. LONDON: PINTER, 349-369.
- LUNDVALL, B.-Å. (1992). NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION - TOWARDS A THEORY OF INNOVATION AND INTERACTIVE LEARNING, PRINTER PUBLISHERS, LONDON AND NEW YORK.
- MADUREIRA, L.; GAMITO, T. M.; FERREIRA, D. AND PORTELA, J. (2013). INOVAÇÃO EM PORTUGAL RURAL: DETETAR, MEDIR E VALORIZAR. PRINCÍPIA EDITORA, LDA. CASCAIS.
- NATÁRIO, M.; COUTO, J.; BRAGA, A. AND TIAGO, M. (2010). EVALUATING THE DETERMINANTS OF NATIONAL INNOVATIVE CAPACITY AMONG EUROPEAN COUNTRIES. IN: CD DAS ACTAS DO ERSÁ 2010 CONGRESS: SUSTAINABLE REGIONAL GROWTH AND DEVELOPMENT IN THE CREATIVE KNOWLEDGE ECONOMY, JÖNKÖPING, SWEDEN , PAPER Nº 1342.
- NATÁRIO, M.M.S.; COUTO, J.P.A.; TIAGO, T. AND BRAGA, A.M.M.(2012). INNOVATIVENESS PATTERNS IN DIFFERENT EUROPEAN REGIONS: AN EMPIRICAL APPROACH. STUDIES IN REGIONAL SCIENCE, VOL 42, Nº 3, pp.647-669.
- NAVARRO, M.; GIBAJA, J.J.; AGUADO, R. AND BILBAO, B. (2008). PATTERNS OF INNOVATION IN THE EU-25 REGIONS: A TYPOLOGY AND POLICY RECOMMENDATIONS. ORKESTRA WORKING PAPER SERIES IN TERRITORIAL COMPETITIVENESS NUMBER 2008-04 (EN).ISSN 1989-1288.
- NELSON, R. AND WINTER, S. (1982). AN EVOLUTIONARY THEORY OF ECONOMIC CHANGE. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, THE BELKNAP PRESS OF HARVARD UNIVERSITY PRESS.
- OECD (2002). FRASCATI MANUAL: PROPOSED STANDARD PRACTICE FOR SURVEYS ON RESEARCH AND EXPERIMENTAL DEVELOPMENT. PARIS, ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO.
- OECD/EUROSTAT (2005). OSLO MANUAL. GUIDELINES FOR COLLECTING AND INTERPRETING INNOVATION DATA. PARIS, ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO/COMISSÃO EUROPEIA (EUROSTAT).
- OECD (2010). OECD REGIONAL TIPOLOGY. PARIS, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT.
- OLIVEIRA, P. (2013). A INFLUÊNCIA DO MEIO LOCAL NAS DINÂMICAS DE INOVAÇÃO DO COMPLEXO AGROALIMENTAR DO VALE DO TEJO: ANÁLISE E FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS TERRITORIAIS DE AÇÃO COLETIVA [ON LINE]. LISBON: ISCTE-IUL, 2013. DOCTORAL THESIS. ACCESSIBLE AT: [WWW:<HTTP://HDL.HANDLE.NET/10071/6378>](http://hdl.handle.net/10071/6378).
- PAVITT, K. (1984). SECTORAL PATTERNS OF TECHNICAL CHANGE: TOWARDS A TAXONOMY AND A THEORY. RESEARCH POLICY, 13 (6), pp. 343-373.
- PAVITT, K. (2005). INNOVATION PROCESSES. IN: FAGERBERG, JAN; MOWERY, DAVID C; NELSON, RICHARD R. (EDS.): THE OXFORD HANDBOOK OF INNOVATION. OXFORD: OXFORD UNIVERSITY PRESS, pp. 86-114.
- PIORE, M. AND SABEL, C. (1984). THE SECOND INDUSTRIAL DVMDE: POSSIBILITIES FOR PROSPERITY. BASIC BOOKS.
- PORTER, M. (1990, 1998A). THE COMPETITIVE ADVANTAGE OF NATIONS. NOVA IORQUE, THE FREE PRESS.
- RALLET, A. AND TORRE, A. (2004). PROXIMITÉ ET LOCALISATION. ÉCONOMIE RURALE, 280, pp. 25-41.
- SCOTT, A. (1996). REGIONAL MOTORS OF THE GLOBAL ECONOMY. FUTURES, 28 (5), pp. 391 - 411.
- SEIDMAN, I. (1998). INTERVIEWING AS QUALITATIVE RESEARCH: A GUIDE FOR RESEARCHERS IN EDUCATION AND THE SOCIAL SCIENCES (2ND ED.). NEW YORK: TEACHERS COLLEGE PRESS.
- STORPER, M. (1997). THE REGIONAL WORLD: TERRITORIAL DEVELOPMENT IN A GLOBAL ECONOMY. NOVA IORQUE, THE GUILFORD PRESS.
- TEECE, D. (1988). TECHNOLOGICAL CHANGE AND THE NATURE OF THE FIRM. IN: G. DOSI, C. F., R. NELSON, G. SILVERBERG E L. SOETE (ORG.) TECHNICAL CHANGE AND ECONOMIC THEORY. LONDRES: PINTER.
- TÖDTLING, F. AND TRIPPL, M. (2012). TRANSFORMATION OF REGIONAL INNOVATION SYSTEMS: FROM OLD LEGACIES TO NEW DEVELOPMENT PATHS. PAPER PRESENTED AT ERSÁ CONFERENCE, BRATISLAVA, AUGUST 21-26, 2012.
- TORRE, A. AND GILLY, J.-P. (2000). ON THE ANALYTICAL DIMENSION OF PROXIMITY. REGIONAL STUDIES, 34 (2), pp. 169-180.
- VELTZ, P. (2000). MONDIALISATION, VILLES ET TERRITOIRES : L'ÉCONOMIE D' ARCHIPEL. PARIS, PRESSE UNIVERSITAIRE DE FRANCE.



## APPENDIX

Table A-1: List of agricultural activities (agriculture, animal production and related service activities) – Portuguese classification of economic activities/rev.3.

Section A	Agriculture, animal production, hunting, forestry and fishing
Division 01	Agriculture, animal production, hunting and related service activities
Group 011	Temporary crops
Group 012	Permanent crops
Group 013	Vegetative propagation material culture
Group 014	Animal production
Group 015	Agriculture and animal production combined
Group 016	Services activities related to agriculture and animal production

Source: INE (2007). Note: This classification is largely coincident with NACE Rev.2 from Eurostat.

Table A-2: Location quotients by groups of agricultural activities in the Tagus Valley vis-à-vis the Mainland Portugal (year of 2009).

Grouping of municipalities (NUTS III)		Tagus Wetland		Middle Tagus		Tagus Valley	
Group code (CAE Rev.3)	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
011	1,11%	4,95%	4,45	0,81%	0,73	2,94%	2,64
012	0,62%	0,85%	1,37	0,22%	0,36	0,54%	0,87
013	0,02%	0,04%	2,06	0,01%	0,48	0,03%	1,33
014	0,53%	1,75%	3,2	0,75%	1,41	1,26%	2,37
015	0,88%	2,05%	2,32	0,35%	0,40	1,22%	1,39
016	0,30%	0,48%	1,60	0,36%	1,20	0,42%	1,41
Total	3,47%	10,11%	2,92	2,50%	0,72	6,41%	1,85

Caption:

Relative weight per group in the universe of establishments in the Mainland Portugal;  
Relative weight per group in the universe of establishments in the Tagus Wetland;  
Location quotient by group of activities (Tagus Wetland);  
Relative weight per group in the universe of establishments of the Middle Tagus;  
Location quotient by group of activities (Middle Tagus);  
Relative weight per group in the universe of establishments of Tagus Valley;  
Location quotient by group of activities (Tagus Valley).

Source: calculations performed based on data provided by the Office of Strategy and Planning, the Ministry of labour and Social Security (April, 2011).

Table A-3: List of agro-food industries (Portuguese classification of economic activities/rev.3.).

Group	Designation
101	Animal slaughter, preparation and storage of meat and meat products
103	Preparation and storage of fruits and vegetables
104	Production of animal and vegetable oils and fats
105	Dairy industry
106	Processing of cereals and legumes; manufacture of starches, and starches related products
107	Manufacture of bakery products and other flour-based products
108	Manufacture of other food products
109	Manufacturing of feeding stuffs

Source: INE (2007).

Table A-4: Location quotient of agro-food industries in Tagus Valley (year of 2009).

Grouping of municipalities (NUTS III)		Tagus Wetland		Middle Tagus		Tagus Valley	
Group code (CAE Rev.3)	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
101	0,13%	0,15%	1,17	0,16%	1,24	0,15%	1,20
103	0,04%	0,15%	4,01	0,07%	1,82	0,11%	2,94
104	0,04%	0,06%	1,50	0,17%	3,98	0,12%	2,70
105	0,07%	0,06%	0,91	0,06%	0,81	0,06%	0,86
106	0,03%	0,11%	4,02	0,07%	2,55	0,09%	3,31
107	1,45%	1,68%	1,16	1,66%	1,14	1,67%	1,15
108	0,09%	0,11%	1,22	0,09%	1,04	0,10%	1,13
109	0,03%	0,15%	4,83	0,05%	1,46	0,10%	3,20
Set of groups	1,9%	2,47%	1,32	2,32%	1,23	2,40%	1,28

Caption:

Relative weight per group in the universe of establishments in the Mainland Portugal;  
 Relative weight per group in the universe of establishments in the Tagus Wetland;  
 Location quotient by group of activities (Tagus Wetland);  
 Relative weight per group in the universe of establishments of the Middle Tagus;  
 Location quotient by group of activities (Middle Tagus);  
 Relative weight per group in the universe of establishments of Tagus Valley;  
 Location quotient by group of activities (Tagus Valley).

Source: calculations performed based on data provided by the Office of Strategy and Planning, the Ministry of labour and Social Security (April, 2011).

**Table A-5: Statistics of central tendency and dispersion for the territorial nature factors.**

Factors / Dimensions	Average	Median	s.d.	X <sub>min</sub>	X <sub>máx</sub>
Local scientific and technological Base (A211)	27.12	16.67	23.85	0.00	91.67
Local vocational training centres (A212)	35.91	25.00	33.78	0.00	100.0
Local partnerships with agents of the sector (A213)	35.03	30.00	22.97	0.00	96.67
Performance of local government (A214)	30.51	33.33	18.64	0.00	66.67
Region-specific institutional factors (A21)	36.40	35.09	16.31	6.02	74.86
External scientific and technological Base (A221)	26.52	20.83	23.95	0.00	91.67
External vocational training centres (A222)	28.86	25.00	28.17	0.00	100.0
External partnerships with industry agents (A223)	32.61	30.00	22.92	0.00	96.67
Performance of Public Administration (A224)	24.21	22.73	17.81	0.00	90.91

**Table A-6: Statistics of central tendency and dispersion for the corporate nature factors.**

Factors	Average	Median	s.d.	X <sub>min</sub>	X <sub>máx</sub>
Degree of competition within the cluster (B11)	60.00	57.14	14.84	28.57	100
Social/relational Capital (B12)	57.64	60.00	17.92	20.00	100
Interaction (B13)	29.25	27.59	17.57	0.00	86.21
Reserve of tacit knowledge (B14)	48.86	50.00	20.43	0.00	100
Local entrepreneurship (B15)	47.50	50.00	22.19	0.00	100
External to company but industry-specific (B1)	48.65	48.17	10.72	25.33	87.53
Market monitoring (B21)	50.00	50.00	38.31	0.00	100
Participation in knowledge transfer networks (B22)	36.49	35.71	15.16	14.29	92.86
Endowment of human capital (B23)	42.17	46.15	23.48	0.00	84.62
Internationalization (B24)	12.73	0.00	18.61	0.00	83.33
Company-specific (B2)	35.35	34.16	16.91	5.36	79.35

**Table A-7: Attributes of the clustered Agro-food supply chain of the Tagus Valley.**

Specific to Agro-food supply chain	Degree of regional competition within the Agro-food supply chain, vis-à-vis the rest of the country (B11)
	Social/relational capital (B12)
	Interaction (B13)
	Reserve of tacit knowledge (B14)
	Local entrepreneurship (B15)
Specific to firms	Market benchmarking (B21)
	Participation in knowledge transfer networks (B22)
	Endowment in human capital (B23)
	Internationalization (B24)

Table A-8: Elementary variables applied in measurement of functions of the local environment.

<i>Function</i>	<i>Elementary variables</i>
Search	A213, B13
Signalling	A214, B11, B24
Transcoding	A213, B12, B13, B23
Selection	B21, B23, B24
Control	A111, A112, A213, A215, B12, B22
Transformer	A113, A114, A211, A212, A213, B13, B14, B15

Caption: A111 – accessibility, A112 – connectivity, A113 – localization economies, A114 – local labour endowment. The remaining variables are identified in tables 3, 4 and A-7.



## **APLICAÇÃO DE MODELOS DE DURAÇÃO A DADOS DO GRIPNET PARA ANÁLISE DA PROPAGAÇÃO DA GRIPE NOS ANOS DE 2008 A 2012, EM PORTUGAL**

APPLICATION OF DURATION MODELS TO GRIPNET DATA FOR ANALYSIS OF THE SPREAD OF INFLUENZA IN PORTUGAL FROM 2008 TO 2012

APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE DURACIÓN A LOS DATOS GRIPNET PARA ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE LA INFLUENZA DESDE 2008 HASTA 2012, EN PORTUGAL

Sónia Costa (soniacosta27@live.com.pt) \*

Alcina Nunes (alcina@ipb.pt) \*\*

Carlos Balsa (balsa@ipb.pt) \*\*\*

### **RESUMO**

A gripe afeta milhões de pessoas em todo o mundo, colocando em risco a saúde humana, com consequências não só clínicas como económicas. Assim, é importante conhecer a forma como poderá evoluir e os fatores que podem impulsionar a sua propagação, permitindo que a população, em geral, e as unidades de saúde, em particular, se possam acautelar. Neste sentido, este trabalho de investigação tem como objetivo analisar como se tem propagado no tempo a gripe, em Portugal, através da aplicação de modelos de duração não-paramétricos (Kaplan-Meier e Nelson-Aalen) a uma base de dados *cross-section* com informação anual relativa a um período consecutivo de oito anos (2005 a 2012). A base de dados foi fornecida pelo observatório Gripenet, que monitoriza a evolução anual do fenómeno da gripe com o apoio de participantes voluntários. Verifica-se que, para a população participante, o tempo decorrido para que 50% dos indivíduos sejam contagiados varia entre Dezembro e Janeiro de cada ano em análise. Quando se subdivide a amostra salienta-se que as mulheres têm uma probabilidade menor de contrair o vírus nos primeiros dias de análise; deslocar-se a pé e utilizar transportes públicos apresenta um risco de contração do vírus que aumenta muito lentamente com o tempo; os fumadores apresentam uma probabilidade de contágio que aumenta mais rapidamente com o tempo; e os que vivem sozinhos têm um risco inicial de contágio reduzido.

**Palavras chave:** gripe, modelos de duração, gripenet, Portugal.

### **ABSTRACT**

Influenza affects millions of people worldwide, endangering human health with not only clinical but also economic consequences. Thus, it is important to know how it may evolve and the factors that can propel its spread, allowing the population in general and health facilities, in particular, to be prepared. Thus, this research project aims to analyse how influenza has been propagated over time in Portugal by applying nonparametric duration models (Kaplan-Meier and Nelson-Aalen) to a cross-section database with annual data over a continuous period of eight years (2005-2012). The database was provided by Gripenet, an observatory that, with the support of volunteer participants, monitors the annual growth of the phenomenon of influenza. Results show that, for 50% of the participant population under review, infection occurs in December and January of each year. . Subdividing the sample reveals that women are less likely to contract the virus in the early days of analysis, getting around on foot and using public transport presents a risk for contracting the virus that increases very slowly with time, smokers presents a probability

of infection that increases more rapidly over time and those living alone have an initial reduced risk of contagion.

**Keywords:** *influenza, duration models, gripenet, Portugal.*

## RESUMEN

La gripe afecta a millones de personas en todo el mundo y representa un riesgo para la salud humana, con consecuencias no sólo clínicas mas también económicos. Por lo tanto, es importante saber cómo pueden evolucionar y los factores que pueden impulsar su propagación, permitiendo a la población en general, y los establecimientos de salud, en particular, pueden salvaguardar. Por lo tanto, este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar la forma en que se ha propagado la gripe en Portugal, a través de la aplicación de modelos de duración no paramétricas (Kaplan-Meier y Nelson-Aalen) para una base de datos *cross-section* con datos anuales en un período continuado de ocho años (2005-2012). La base de datos fue proporcionada por Gripenet que estudie la evolución anual del fenómeno de la gripe con el apoyo de participantes voluntarios. Parece ser que el intervalo de tiempo para el 50% de los individuos están infectados es entre diciembre y enero de cada año en cuestión. Cuando se dividió la muestra se observó que las mujeres tienen menos probabilidades de contraer el virus en los primeros días del brote infeccioso, desplazarse a pie y en transporte público tiene un riesgo de contracción del virus que aumenta muy lentamente con el tiempo, los fumadores tienen un riesgo de contagio que aumenta más rápidamente con el tiempo y aquellos que viven solas tienen un menor riesgo de contagio inicial.

**Palabras clave:** *influenza, análisis de duración, gripenet, Portugal.*

\* Mestre em Gestão das Organizações, ramo Gestão em Unidades de Saúde e Licenciatura em Engenharia Biomédica pelo Instituto Politécnico de Bragança

\*\* Doutora em Economia pela Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Professora Coordenadora na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, 5301-857 Bragança, Portugal.

\*\*\* Doutor em Ciências da Engenharia pela Universidade do Porto, Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, 5301-857 Bragança, Portugal.

Submitted: 09th February 2016

Accepted: 07th July 2016

## **INTRODUÇÃO**

A gripe é uma infecção respiratória aguda de curta duração causada pelo vírus Influenza. Apresenta-se, na maioria das vezes, sob uma forma epidémica uma vez que ocorrem alterações de uma ou mais características, relacionadas com a saúde, num número significativo de indivíduos, afetando milhões de pessoas por ano (Gripenet, 2013; Nepomuceno, 2005) com um impacto clínico, social e económico substancial, e há muito referenciado (Monto, 2008).

A gripe tem normalmente um início súbito e pode ter uma manifestação ligeira a grave, que afeta principalmente o trato respiratório, uma vez que o vírus ao entrar no organismo pelo nariz, reproduz-se, dispersa-se para a garganta e restantes vias respiratórias, incluindo os pulmões (Gripenet, 2013; Guiomar, Conde, Cristóvão, Pechirra & Nunes, 2013; George, 2006). O quadro clínico é descrito por febre alta, tosse, catarro óculo-nasal, dores musculares, cefaleias, prostração, mal-estar, dor de garganta, calafrios, conjuntivite, dor de cabeça e falta de respiração, sendo que até 50% dos pacientes podem manifestar sintomas gastrointestinais, como diarreia e vómitos (Guiomar et al., 2013; Girard, Tam, Assosou & Kieny, 2010; George, 2006). Por norma a doença evolui para cura em cerca de uma semana. Quando, o sistema imunitário, deteta o vírus da gripe desencadeia um procedimento que promove a proteção e a defesa do organismo, sendo que à medida que vai atuando vai também sendo mais apurado.

A gripe é uma doença infetocontagiosa e como tal transmite-se entre os vários indivíduos de uma população. O aumento rápido do número de infetados pelo vírus é muitas vezes designado por epidemia. Contudo, o surto infeccioso poderá não ser epidémico se o número total de indivíduos afetados não ultrapassar os valores endémicos da população (Arantes, Carvalho, Medeiros, Farhat & Mantesea, 2003). É uma doença sazonal cujo número de casos na Europa e hemisfério norte, aumenta durante o inverno. Todos os anos é conferido ao vírus Influenza um número avultado de mortes, nomeadamente, nos idosos e em pessoas portadoras de doenças crónicas graves, ocorrendo, igualmente, alguns casos de morte e de hospitalizações em crianças, adultos jovens e mulheres grávidas (Guiomar et al., 2013; Monto, 2008). Uma epidemia de gripe tem igualmente consequências económicas. A doença afeta o mercado de trabalho, uma vez que a produtividade económica da população diminui consideravelmente. Além dos custos diretos que os pacientes necessitam para os cuidados médicos, os custos indiretos são substanciais. Estes decorrem em consequência do absentismo ao trabalho e, consequentemente, da perda de produtividade. Estudos realizados para se verificar o custo da gripe nos EUA, França e Alemanha, indicam que os custos indiretos podem ser cinco a dez vezes mais elevados do que os custos diretos (Szucs, 1999).

Pelas razões acima mencionadas, a existência de uma epidemia, bem como as suas consequências na população e instituições, é algo de muito preocupante para os responsáveis pela saúde pública a nível mundial (Lopes, Ruão & Marinho, 2010). Depois de uma epidemia se iniciar será demasiado tarde para colocar em prática as inúmeras atividades essenciais para minimizar o seu impacto (Cox, Tamblin & Tam, 2003). É assim fundamental que as atividades de preparação para enfrentar uma epidemia de gripe se iniciem com muita antecedência. O objetivo principal deste trabalho consiste em aplicar uma metodologia estatística - os chamados



modelos de duração ou de sobrevivência - para descrever a evolução de uma epidemia, identificar eventuais picos de infetados assim como identificar as características socioculturais e clínicas dos indivíduos que os tornam mais vulneráveis ao contágio. O conhecimento da forma como poderá evoluir uma epidemia de gripe, e dos fenómenos que podem impulsionar a sua propagação, permite que os decisores políticos e as unidades de saúde se possam acautelar e, assim, precaver no que respeita a medicação, recursos humanos e recursos físicos a disponibilizar nos momentos de pico da epidemia (Costa, 2015).

Para desenvolver o estudo, e atingir o objetivo proposto, irá ser utilizada uma base de dados cross-section para um período de oito anos consecutivos (de 2005 a 2012). A base de dados em estudo é fornecida pelo Observatório Gripenet (<http://www.gripenet.pt/>). Este é um projeto que surgiu na Holanda, em 2003, e que consiste em monitorizar a epidemia sazonal de gripe, usando a internet, tendo, como pressuposto, a participação voluntária dos cidadãos (Van Noort, et al., 2007). Este observatório rapidamente se transformou num êxito de comunicação de ciência e de promoção da saúde o que incentivou investigadores do Instituto Gulbenkian de Ciência a iniciar uma colaboração internacional que veio originar, em 2005, o Observatório Gripenet português. O projeto recolhe, anualmente (entre Novembro e Maio), dados estatísticos através do preenchimento voluntário de questionários online. Qualquer cidadão pode fornecer informação importante para o desenvolvimento de modelos epidemiológicos, estatísticos e matemáticos e sobre a incidência da gripe, sua evolução e impacto nas instituições e cidadãos em geral (Costa, 2015; Natário & Carvalho, 2009). A recolha de dados tem como finalidade monitorizar, em tempo real, a evolução da epidemia sazonal. Com as suas especificidades, o sistema Gripenet permite uma deteção antecipada de anomalias ocasionais e a identificação de grupos e características dos participantes mais suscetíveis. Estas particularidades podem ser potencialmente vantajosas em caso de uma eventual epidemia nomeadamente em termos de uma melhor gestão e economia de recursos. No caso concreto desta investigação, de entre as variáveis que permitem caracterizar a população participante salientam-se a idade, o género, a frequência de vacinação contra o vírus da gripe, os hábitos tabágicos e o meio de transporte utilizado habitualmente. Estas variáveis são importantes para se perceber quais as características individuais, socioculturais e clínicas dos participantes que os tornam mais vulneráveis ao contágio da gripe.

Utilizando os dados disponibilizados pelo observatório serão utilizados, para modelar a propagação da epidemia da gripe para que seja possível atuar sobre a mesma, modelos de duração (ou análise de sobrevivência) onde se destaca a análise não paramétrica realizada com recurso ao estimador de sobrevivência Kaplan-Meier – que estima a probabilidade de “sobrevivência” dos participantes ao vírus da gripe (ou seja, a probabilidade de não contrair o vírus) - e o estimador de risco Nelson-Aalen – que estima a função de risco, ou seja, a probabilidade de um participante contrair a doença (Bastos & Rocha, 2007).

Para prosseguir o objetivo enunciado, o trabalho de investigação está estruturado da forma que a seguir se descreve. Na secção 2 faz-se uma descrição da base de dados utilizada com destaque para a apresentação das variáveis correspondentes aos vários subgrupos de participantes. Na secção 3 introduzem-se os modelos da análise de duração utilizados, nomeadamente as funções de sobrevivência e de risco, assim como a metodologia estatística

utilizada para comparar o comportamento dos vários subgrupos. Na secção 4 apresentam-se os resultados da aplicação da análise de duração aos mesmos subgrupos. Finalmente, na secção 5 apresentam-se algumas conclusões sobre o trabalho desenvolvido.

## 1. BASE DE DADOS DO GRIPNET

Na elaboração do presente trabalho, são utilizadas oito bases de dados cross-section para um período de oito anos consecutivos (de 2005 a 2012). Na base de dados original fornecida existe um conjunto de variáveis, que foram sendo incluídas e/ou retiradas dos questionários anuais “Gripenet” ao longo do período em análise. De forma a uniformizar a informação cross-section para cada um dos anos em análise, e poder analisar a evolução dessas variáveis ao longo do tempo, foi selecionado um conjunto de variáveis comuns à generalidade dos questionários aplicados anualmente. Tais variáveis, assim como as alternativas de resposta, são apresentadas e descritas na Tabela 1.

Neste trabalho os participantes serão divididos em diferentes subgrupos em função das suas opções de resposta a cada variável. O comportamento de cada subgrupo será analisado estatisticamente do ponto de vista da análise de duração.

Variável	Opções de Resposta
Género	Masculino, o participante é do sexo masculino Feminino, o participante é do sexo feminino
Meio de Transporte	Carro, o participante reporta que se desloca, essencialmente, de carro Pé, o participante desloca-se unicamente a pé Transporte Público, o participante desloca-se, essencialmente, de transporte público Combinação, o participante utiliza uma dada combinação de meios de transporte
Constipações	< 2, o participante reporta menos de duas constipações por ano 2 a 5, o participante reporta duas a cinco constipações por ano > 5, o participante reporta mais de cinco constipações por ano
Vacinação	Sim, caso o participante reporte ter sido vacinado contra o vírus da gripe Não, caso o participante reporte não ter sido vacinado contra o vírus da gripe
Hábitos Tabágicos	Diariamente, caso o participante reporte fumar diariamente Às vezes, caso o participante reporte fumar apenas esporadicamente Nunca, caso o participante negue hábitos tabágicos
Agregado Familiar	Sozinho, caso o participante reporte viver sozinho Adultos, caso o participante reporte viver apenas com outros adultos Crianças, caso o participante reporte viver com crianças Não respondeu, caso o participante não tenha respondido à questão relativa ao agregado familiar

Fonte: Elaboração própria com base nos dados fornecidos por [www.gripenet.pt](http://www.gripenet.pt)

**Tabela 1 – Apresentação e descrição das variáveis em análise e possíveis opções de resposta.**

A base de dados do Gripenet contém outras variáveis, contudo optamos por não as utilizar devido sua descontinuação e alteração das opções de resposta ao longo do período analisado. Também de forma a uniformizar o conceito de gripe ao longo das temporadas em análise foi aqui adotada a definição de gripe de Paolotti et al. (2014). Para a gripe ser considerada como doença é necessário existir um início súbito de febre, temperatura corporal  $\geq 38^{\circ}$ , dor de cabeça

ou dor muscular e, ainda, tosse ou garganta irritada. Assim, considera-se que um participante tem gripe quando respondeu afirmativamente a estas opções de resposta.

## **2. MODELOS DE DURAÇÃO NÃO PARAMÉTRICA**

A metodologia utilizada para prever a evolução do surto anual de gripe, identificar eventuais picos de infecção assim como identificar as características socioculturais e clínicas dos indivíduos que os tornam mais vulneráveis ao contágio da gripe, consiste em fazer uma análise de duração. Esta metodologia, oriunda da Econometria, é aqui aplicada num domínio pouco comum. Não é conhecido qualquer estudo que analise este fenómeno utilizando modelos de duração.

A análise de duração (também conhecida como análise de sobrevivência) centra-se, essencialmente, na análise da ocorrência de um determinado acontecimento (Cleves, Gutierrez, Gould & Marchenko, 2008). Na análise de sobrevivência os parâmetros mais importantes e mais usados, são a probabilidade de sobrevivência de observações nos intervalos considerados e a probabilidade estimada do risco de falha, ou seja, a probabilidade da observação durar desde o tempo zero até ao tempo final considerado e a probabilidade de num determinado momento ocorrer a falha do acontecimento, respetivamente (Bustamente-Teixeira, Faerstein & Latorre 2002). Neste caso concreto, a probabilidade de sobrevivência corresponde à probabilidade do participante não contrair o vírus da gripe no período em análise enquanto a probabilidade estimada do risco corresponde à probabilidade do participante contrair o vírus num determinado momento de tempo. O tempo em análise corresponde ao tempo decorrido desde o momento do início da monitorização através do Gripenet até surgir um episódio de gripe. A estimação e apresentação dos resultados é realizada com recurso ao software Stata (versão 12.1).

A análise não paramétrica constitui uma das componentes da análise de duração. Designa-se como não paramétrica porque permite analisar os resultados sem recurso a variáveis explicativas dos mesmos, uma vez que a estimação é feita sem que se faça nenhuma suposição sobre a distribuição de probabilidade do tempo de sobrevivência. Duas das técnicas mais usuais neste tipo de análise são o estimador de Kaplan-Meier, aplicado no cálculo da função de sobrevivência, e o estimador de Nelson-Aalen, usado para o cálculo da função de risco cumulativo (Bastos & Rocha, 2007). O tempo de ocorrência é uma variável não negativa (Abbring & Berg, 2003), de acordo com autores citados por Machado e Nunes (2012), é geralmente contínua. Designada como  $T$ , pode assumir diferentes valores e possuir uma distribuição de probabilidade não conhecida nos modelos de sobrevivência não paramétrica.

### **2.1. FUNÇÃO DE SOBREVIVÊNCIA: ESTIMADOR DE KAPLAN-MEIER**

No caso de observações não censuradas (observações que não desenvolveram o acontecimento até ao fim), a função de sobrevivência, num determinado instante  $t$ , poderá ser estimada tendo em conta os tempos de vida observados, como sendo a proporção de indivíduos que sobreviveram para além do instante  $t$ . Neste sentido, esta função denomina-se

por função de sobrevivência empírica, onde  $n$  representa a dimensão da amostra (Bastos & Rocha, 2007):

$$\hat{S}(t) = \frac{\text{Número de Observações} > t}{n} \quad (1)$$

No entanto, a aplicação deste método para estimar a função de sobrevivência, não é aconselhável quando se está na presença de censura, já que desaproveita informação relacionada com qualquer participante cujo tempo de sobrevivência seja superior a  $t$ , mas que tenha sido censurado antes desse instante. Com o intuito de ultrapassar esta limitação, em 1958, Kaplan e Meier, apresentaram um estimador não paramétrico para a função de sobrevivência quando existe uma amostra censurada. Este estimador é designado por estimador de Kaplan-Meier (Bastos & Rocha, 2007).

Sejam  $t_{(1)} < \dots < t_{(r)}$  os instantes distintos de ocorrência do acontecimento numa amostra de dimensão  $n$  ( $r \leq n$ ),  $d_i$  número de falhas ocorridas em  $t_{(i)}$  e  $n_i$  número de indivíduos em risco em  $t_i$ , o estimador de Kaplan-Meier para a função de sobrevivência define-se do seguinte modo (Bastos & Rocha, 2007):

$$\hat{S}(t) = \prod_{i: t_{(i)} \leq t} \left( \frac{n_i - d_i}{n_i} \right) = \prod_{i: t_{(i)} \leq t} \left( 1 - \frac{d_i}{n_i} \right) \quad (2)$$

## 2.2. FUNÇÃO DE RISCO CUMULATIVA: ESTIMADOR DE NELSON-AALEN

É igualmente interessante, estimar a função de risco cumulativa. Um estimador indicado por Nelson e estudado por Aalen é o estimador designado como estimador de Nelson – Aalen. Sejam  $t_1 < \dots < t_r$  os instantes de falha distintos numa amostra de dimensão  $n$  ( $r \leq n$ ),  $d_i$  o número de falhas ocorridos em  $t_i$  e  $n_i$  o número de indivíduos em risco em  $t_i$ , o estimador define-se por (Bastos & Rocha, 2007):

$$\hat{H}_{NA(t)} = \sum_{i: t_{(i)} \leq t} \frac{d_i}{n_i} \quad (3)$$

## 2.3. TESTES PARA A COMPARAÇÃO DE CURVAS DE SOBREVIVÊNCIA EM DIFERENTES SUBGRUPOS

Na análise de duração é importante estudar as condições endógenas ou exógenas inerentes aos indivíduos que colaboram para a ocorrência do acontecimento de interesse. Nestas condições incluem-se particularidades como o género, a idade, o uso de determinado fármaco, entre outras. Estas características podem ser essenciais para o período de sobrevivência e originam curvas de sobrevivência diferentes. A representação gráfica com base no uso do estimador de Kaplan-Meier com estratificação permite comparar as curvas de sobrevivência

relativas aos diversos subgrupos. No entanto, para estimar a existência de uma diferença significativa entre as várias curvas deve-se recorrer a testes de hipóteses específicos (Bastos & Rocha, 2007).

Existem diversos testes não paramétricos adequados para a comparação das probabilidades de sobrevivência (ou risco) para distintos subgrupos em estudo. Sendo que, os mais usuais neste tipo de análise, são o teste Log-rank e o teste de Wilcoxon (Bastos & Rocha, 2007). Em qualquer dos testes mencionados, pretende-se testar a hipótese que os subgrupos em análise apresentam o mesmo comportamento em termos de função de sobrevivência. Caso a amostra fosse dividida em dois subgrupos, subgrupos 1 e 2, ter-se-ia:

$$\begin{aligned} H_0 : S_1(t) &= S_2(t) \\ H_A : S_1(t) &\neq S_2(t) \end{aligned} \tag{4}$$

Perante as hipóteses, para o caso particular do presente trabalho vai testar-se a hipótese dos indivíduos, que estão divididos em grupos caracterizados por particularidades essenciais como o género e a composição do agregado familiar entre outros, apresentarem a mesma probabilidade de contraírem gripe, decorrido um determinado período de tempo.

### **3. ANÁLISE DE DURAÇÃO**

Na presente secção são apresentados os resultados obtidos pela aplicação da metodologia de duração à base de dados em análise. No decorrer da apresentação dos dados é apresentada, também, a respetiva discussão. A análise é realizada para a totalidade dos participantes que compõem a base de dados, por ano, e para subgrupos particulares da população que se considera pertinentes estudar.

#### **3.1. RESULTADOS PARA A TOTALIDADE DOS PARTICIPANTES**

Os resultados obtidos com os estimadores de Kaplan-Meier (função de sobrevivência) e Nelson-Aalen (função de risco acumulado), a probabilidade diária do risco de contrair gripe, bem como o número de participantes iniciais, participantes contagiados com gripe e participantes não contagiados, em cada um dos momentos de tempo em análise (dias) são discutidos ao longo da presente secção. Dado o elevado volume de resultados obtidos com a análise efetuada não é possível apresentar as tabelas com os valores obtidos nem todos os gráficos com a evolução das funções. Contudo, os comentários serão complementados com os valores correspondentes sempre que isso seja oportuno.

Verifica-se que, em termos medianos, em 2005 metade dos participantes contagiados contrai o vírus até ao 43º dia do período em análise que corresponde ao início do mês de Dezembro. Nos anos seguintes, 2006 e 2007 decorrem 78 dias (meados do mês de Janeiro) para que 50% dos participantes sejam contagiados com o vírus – o processo de contágio parece realizar-se de forma mais lenta. Em 2008 o período de contágio, em termos medianos volta a encurtar-

se - são necessários 57 dias (finais do mês de Dezembro) para 50% dos contagiados com gripe serem, de facto, contagiados. De 2009 em diante (2010, 2011 e 2012), decorrem 88 dias, 60 dias, 75 dias e 77 dias, respetivamente, para 50% dos participantes infetados contraírem gripe. Deste modo, em 2009 o tempo de contaminação aumentou para os dias finais do mês de Janeiro, em 2010 diminuiu para o final de Dezembro e em 2011 e 2012 aumentou para os meados de Janeiro. Assim, em termos medianos, para todos os anos, metade dos participantes contagiados contrai o vírus entre Dezembro e Janeiro, ou seja em pleno Inverno. Estes resultados são expectáveis e confirmam resultados obtidos para o Norte de Portugal, por exemplo, relativamente à pandemia de 2009. De acordo com Correia, Queirós e Dias (2010), o maior número de casos de gripe registados nos centros de saúde públicos registou-se (embora não de forma constante por toda a região) entre o início novembro de 2009 e o final de janeiro de 2010. Estes resultados confirmam, também a relação conhecida entre o inverno de climas temperados e os surtos de gripe (Van Noort, Águas, Ballesteros & Gomes, 2012).

### **3.2. RESULTADOS PARA SUBGRUPOS DE PARTICIPANTES**

Na presente subseção apresenta-se a análise do padrão de sobrevivência e risco para indivíduos com diferentes características individuais e sociais, em termos de contágio pelo vírus da gripe, nos anos em estudo. Ou seja vai apresentar-se os resultados da análise de duração para diferentes subgrupos de participantes.

No entanto, de forma a perceber se faz sentido realizar uma análise distinta para a probabilidade de indivíduos, em diferentes subgrupos, contraírem gripe é necessário testar a hipótese (hipótese nula) que o comportamento dos diferentes subgrupos de participantes apresenta o mesmo padrão. A hipótese alternativa é a que participantes em diferentes subgrupos apresentam padrões de comportamento distintos em termos de contágio pelo vírus da gripe. A análise de duração para cada subgrupo será apresentada sempre que a hipótese alternativa for validada.

A primeira divisão entre os participantes a ser testada é a divisão por género. Observando os resultados da significância estatística (Tabela 2) verifica-se que apenas os resultados do teste Log-rank para os anos de 2005 e 2009 permitiriam admitir que o padrão de comportamento de homens e mulheres, em termos de contágio pelo vírus da gripe, seria distinto ou seja, a probabilidade de contrair o vírus dependeria do género. No entanto, o teste alternativo (teste de Wilcoxon) não corrobora tal conclusão, levando a concluir que para esses dois anos, assim como para todos os restantes anos em análise, o género não influencia a probabilidade de um indivíduo contrair gripe.

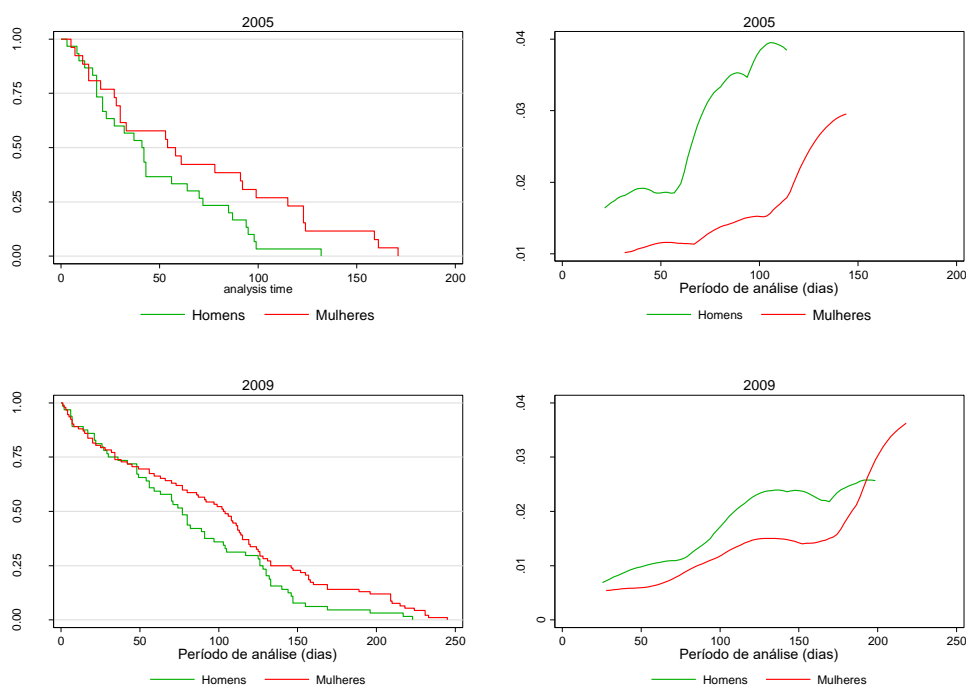
Ano	Teste	Eventos	Masculino	Feminino	$\chi^2$	Valor Prova	Sign. Estatística
2005	Log -rank	Observados	30	26	3,80	0,05	**
		Esperados	23,22	32,78			
	Wilcoxon	Observados	30	26	1,59	0,20	
		Esperados	23,22	32,78			
2009	Log -rank	Observados	64	92	4,18	0,04	**
		Esperados	52,31	103,69			
	Wilcoxon	Observados	64	92	1,92	0,17	
		Esperados	52,31	103,69			

Nota: \*\* indica significância estatística para um nível de significância de 5%.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de [www.gripnet.pt](http://www.gripnet.pt)

**Tabela 2 - Resultado dos testes Log-rank e Wilcoxon para a divisão dos participantes por género.**

Na Figura 1 apresentam-se as funções de sobrevivência e de risco, para os anos de 2005 e de 2009, em função do género. A análise da figura permite verificar que para estes anos o comportamento das funções de sobrevivência e risco são díspares entre homens e mulheres. A diferença entre os dois subgrupos verifica-se, essencialmente, no momento em que cada um dos géneros inicia o contágio e a intensidade desse contágio.



**Figura 1: Representação gráfica da função de sobrevivência e de risco por género.**

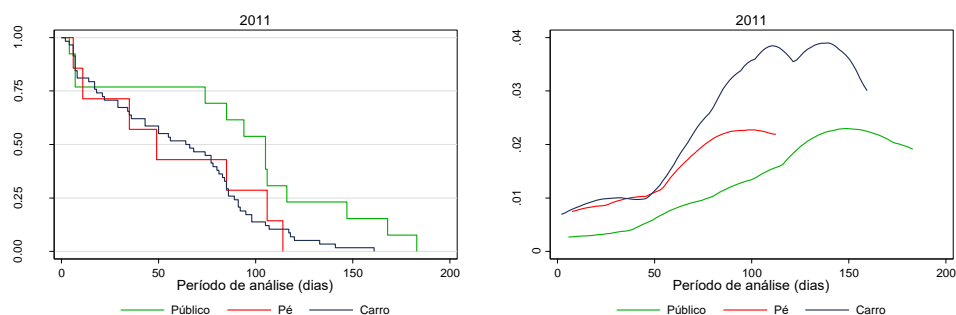
Os meios de transporte podem ser outra fonte de transmissão do vírus, nomeadamente os transportes públicos, já que implicam contacto com maior número de pessoas. Caso seja usado como deslocação o carro próprio esse contacto é diminuído. Assim, na Tabela 3 estão apresentados os resultados para os testes de Log-rank e Wilcoxon. Verifica-se apenas em 2011 que o teste Log-rank indica que o facto de um indivíduo contrair gripe depende do meio de transporte usado, ou seja, a probabilidade de um indivíduo contrair gripe é distinta consoante o meio de transporte. Contudo tal não se pode afirmar considerando o teste Wilcoxon.

Ano	Teste	Eventos	Combinação	Transporte público	Pé	Carro	$\chi^2$	Valor Prova	Sign. Estatística
2011	Log -rank	Observados		13	7	58	6,71	0,03	**
		Esperados		22,52	6,03	49,45			
	Wilcoxon	Observados		13	7	58	3,55	0,17	
		Esperados		22,52	6,03	49,45			

Nota: \* indica significância estatística para um nível de significância de 10%, \*\* indica significância estatística para um nível de significância de 5%.  
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de [www.gripnet.pt](http://www.gripnet.pt)

**Tabela 3 - Resultado dos testes Log-rank e Wilcoxon para a divisão dos participantes por meio de transporte utilizado usualmente.**

Através da análise da Figura 2, verifica-se que os subgrupos dos participantes que se deslocam habitualmente em transporte público apresentam um desenvolvimento mais lento da sua função de sobrevivência ao contágio pelo vírus da gripe. O subgrupo daqueles que se deslocam diariamente de carro que atinge níveis de risco de contágio superiores.



**Figura 2: Representação gráfica da função de sobrevivência e de risco por meio de transporte usado habitualmente.**

Relativamente à variável número de constipações, verifica-se que para todos os anos com a exceção de 2006, que a probabilidade de um indivíduo contrair gripe não é diferente consoante o número médio de constipações que declara ter por ano. Tal como se pode verificar na Tabela 4, em 2006, tendo em conta o teste Log-rank, apura-se que a probabilidade de um indivíduo contrair gripe é distinta consoante o número médio de constipações sofridas por ano. No entanto, o teste de Wilcoxon não permite chegar à mesma conclusão.

2006	Log -rank	Observados	12	67	52	5,52	0,06	**
		Esperados	6,36	69,00	55,64			
	Wilcoxon	Observados	12	67	52	3,9	0,14	
		Esperados	6,36	69,00	55,64			

Nota: \*\* indica significância estatística para um nível de significância de 5%.  
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de [www.gripnet.pt](http://www.gripnet.pt)

**Tabela 4 - Resultado dos testes Log-rank e Wilcoxon para a divisão dos participantes por número médio de constipações.**

Na Figura 3, para o ano de 2006 o subgrupo daqueles com mais de cinco constipações, por ano, possui a probabilidade de sobrevivência mais baixa e apresenta, também, decréscimo mais lento que passa por períodos constantes. No que refere ao risco de contrair o vírus,



verifica-se que em 2006 é o subgrupo dos que relatam duas a cinco constipações e que atinge os níveis de risco mais elevados.

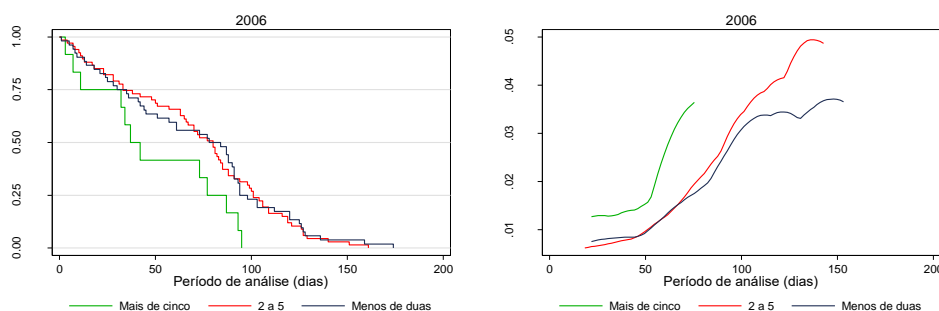


Figura 3: Representação gráfica da função de sobrevivência e de risco por número médio de constipações anuais.

A Tabela 5 possibilita apurar que para todos os anos, à exceção de 2007, a probabilidade de um indivíduo contrair gripe não é distinta consoante a situação do participante em função da sua situação em relação à vacina contra o vírus. Em 2007, ambos os testes indicam que a probabilidade de um indivíduo contrair gripe é distinta para os indivíduos vacinados em relação aqueles que não o foram.

Ano	Teste	Eventos	Não respostas	Sem vacina	Com vacina	$\chi^2$	Valor Prova	Sign. Estatística
2007	Log -rank	Observados		67	10	4,52	0,03	**
		Esperados		71,65	5,35			
	Wilcoxon	Observados		67	10	5,68	0,02	**
		Esperados		71,65	5,35			

Nota: \* indica significância estatística para um nível de significância de 10%, \*\* indica significância estatística para um nível de significância de 5%.  
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de [www.gripnet.pt](http://www.gripnet.pt)

Tabela 5 - Resultado dos testes Log-rank e Wilcoxon para a divisão dos participantes por vacinação (ou não) contra o vírus da gripe.

Da análise da Figura 4 averigua-se que para os anos de 2007 o subgrupo dos participantes não vacinados possui uma probabilidade de sobrevivência superior ao subgrupo daqueles que mencionam ter sido vacinados contra o vírus. No entanto, a resistência daqueles indivíduos vacinados decresce mais lentamente passando por períodos constantes e terminando antes dos 150 dias de observação. No que respeita à função de risco o subgrupo dos participantes não vacinados apresenta uma evolução temporal do risco mais rápida. Por outro lado, atinge valores para a probabilidade de contrair o vírus mais elevados – por exemplo, quando os níveis de risco no subgrupo dos participantes vacinados começa a decrescer o risco do subgrupo dos participantes não vacinados ainda está a aumentar.

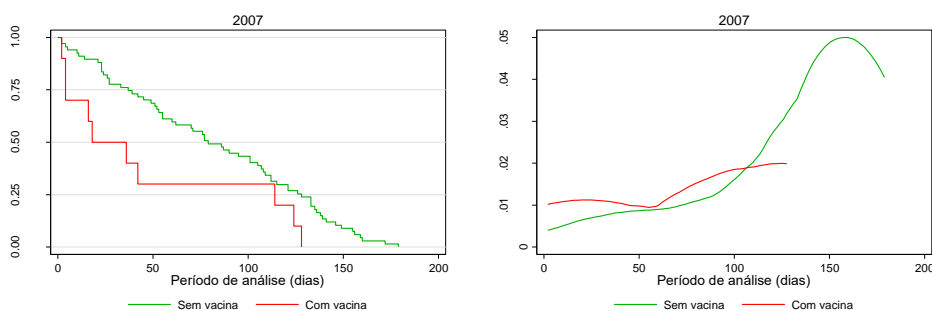


Figura 4: Representação gráfica da função de sobrevivência e de risco por vacinação (ou não) contra o vírus da gripe.

Relativamente à variável consumo de tabaco, verifica-se que para todos os anos em análise com exceção de 2008, a probabilidade de um indivíduo contrair gripe não depende dos diferentes hábitos tabágicos dos participantes no observatório. Como se pode observar na Tabela 6, em 2008, ambos os testes indicam que a probabilidade de um indivíduo contrair gripe é distinta de acordo com os hábitos tabágicos dos indivíduos.

Ano	Teste	Eventos	Nunca	Às vezes	Diariamente	$\chi^2$	Valor Prova	Sign. Estatística
2008	Log -rank	Observados	33	14	231	7,29	0,03	**
		Esperados	34,83	7,05	218,11			
	Wilcoxon	Observados	33	14	231	6,00	0,05	**
		Esperados	34,83	7,05	218,11			

Nota: \*\* indica significância estatística para um nível de significância de 5%.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de [www.gripnet.pt](http://www.gripnet.pt)

Tabela 6 - Resultado dos testes Log-rank e Wilcoxon para a divisão dos participantes por hábitos tabágicos.

Pela Figura 5, observa-se que em 2008 o subgrupo dos que fumam às vezes possuem uma probabilidade de sobrevivência ao vírus que decresce mais rapidamente. Observa-se também que as pessoas que fumam às vezes têm uma função de risco que aumenta muito mais rapidamente.

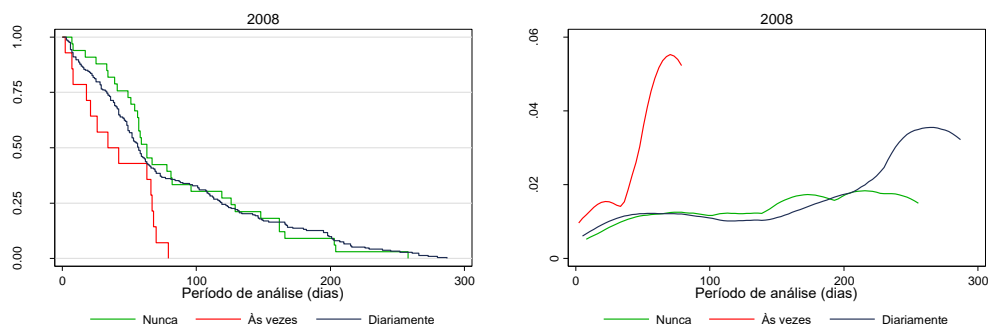


Figura 5: Representação gráfica da função de sobrevivência e de risco por hábitos tabágicos.

Como se pode observar na Tabela 7, que para todos os anos, à exceção de 2010, a probabilidade de um indivíduo contrair gripe não é distinta consoante a formação do agregado familiar em que se insere. Em 2010 ambos os testes apresentados indicam que a probabilidade de um indivíduo contrair gripe é distinta consoante o tipo de agregado familiar em que o participante se inclui (o indivíduo vive sozinho, com apenas outros adultos ou num agregado que inclui crianças).

Ano	Teste	Eventos	Não respostas	Crianças	Adultos	Sozinho	$\chi^2$	Valor Prova	Sign. Estatística
2010	Log -rank	Observados	30	25	21	6	8,19	0,04	**
		Esperados	20,38	24,71	28,74	8,17			
	Wilcoxon	Observados	30	25	21	6	7,48	0,05	*
		Esperados	20,38	24,71	28,74	8,17			

Nota: \* indica significância estatística para um nível de significância de 10%, \*\* indica significância estatística para um nível de significância de 5%.  
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de [www.gripnet.pt](http://www.gripnet.pt)

Tabela 7 - Resultado dos testes Log-rank e Wilcoxon para a divisão dos participantes por tipo de agregado familiar.

Através da observação da Figura 6 verifica-se que em 2010 a probabilidade de sobrevivência do subgrupo dos participantes que vivem com crianças diminui mais rapidamente do que os que vivem sozinhos ou apenas com adultos. De uma forma geral, o subgrupo daqueles que vivem sozinhos possui um risco de contrair o vírus da gripe mais reduzido e pouco desenvolvido. Tal, como se pode observar na Figura abaixo, em 2010 os participantes que vivem com crianças desenvolve rapidamente o risco de contrair o vírus.

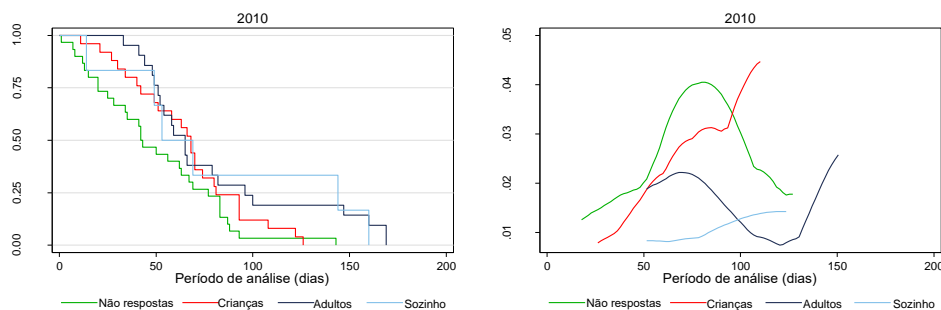


Figura 6: Representação gráfica da função de sobrevivência e de risco por tipo de agregado familiar em 2010.

## CONCLUSÕES

A base de dados Gripenet fornece todos os anos informações anuais importantes sobre a evolução do surto infeccioso de gripe no nosso país. Com essa informação é possível desenvolver modelos epidemiológicos sobre a gripe, detetar antecipadamente aumentos do número de infetados e analisar, entre outras coisas, o efeito de medidas preventivas como por exemplo a vacinação. De facto, a deteção precoce de um sinal do início da época de gripe permitiria um melhor planeamento das medidas a tomar do ponto de vista logístico das instituições de saúde e o seu ajustamento a tais picos de forma a racionalizar recursos (Mexia, Nunes, Contreiras, & Matias, 2014). Em comparação com a rede sentinela do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, que se baseia na recolha de informações por parte dos médicos

aderentes, o sistema Gripenet permite, com uma notável economia de recursos, recolher informações sobre contagiados mesmo que estes não tenham procurado um médico.

A análise realizada neste trabalho foi desenvolvida para um período de oito anos (2005 a 2012). A análise de duração foi, inicialmente, efetuada para a globalidade dos participantes tendo-se, de seguida, realizado uma análise por subgrupos particulares da população. Globalmente verificou-se que, em termos medianos para todos os anos, metade dos participantes contagiados contrai o vírus entre Dezembro e Janeiro, ou seja em pleno Inverno. A análise de duração mostra igualmente que em termos gerais os vários subgrupos apresentam uma tendência de contrair o vírus da gripe semelhante à da totalidade da população analisada. Verifica-se contudo diferenças pontuais em alguns anos.

Relativamente ao género dos participantes, a diferença entre homens e mulheres é verificada nos anos de 2005 e de 2009. As diferenças são sobretudo no momento em que cada um dos géneros inicia o processo de contágio e na intensidade desse contágio. As mulheres possuem uma probabilidade de resistir ao contágio superior à dos homens nos primeiros dias de observação. Relativamente à análise realizada para os participantes consoante o meio de transporte utilizado no seu quotidiano conclui-se que há apenas pequenas diferenças no ano de 2011. De uma forma geral, os subgrupos dos participantes que se deslocam a pé e em transporte público apresentam uma função de sobrevivência que decresce de forma pouco acentuada com o tempo.

O número de constipações por ano também foi analisado, ao dividir-se os participantes em subgrupos. Verifica-se apenas em 2008 que esse número tem influência no contágio. O subgrupo daqueles que refere sofrer mais de cinco constipações por ano apresenta uma taxa de sobrevivência mais baixa – são aqueles que menos resistem ao contágio. A sua apetência para ficar constipado pode denotar alguma menor resistência a potenciais contágios por um vírus mais potente como o da gripe. Foram igualmente analisados os subgrupos de participantes considerando aqueles que foram vacinados e aqueles que não foram vacinados. No que respeita à probabilidade de resistir ao contágio, verifica-se que, na generalidade dos anos (com destaque para 2007) aqueles que não foram vacinados contra o vírus da gripe apresenta uma probabilidade de sobrevivência ao contágio superior ao subgrupo daqueles que optaram por serem vacinados. No entanto, a resistência ao vírus prolonga-se durante um maior período de tempo passando por períodos de resistência constante. Esta constatação poderá dever-se ao facto de ao serem vacinados os participantes desenvolverem resistências ao vírus que passam por sintomas de gripe. Após desenvolverem essa resistência, os participantes vacinados tornam-se imunes resistindo durante mais tempo ao contágio. De facto, quando se calculou a função de risco de contágio verifica-se que o subgrupo daqueles que optaram por não serem vacinados possui um desenvolvimento dos níveis de risco de contágio mais rápido e atingindo valores elevados. Quando o risco de contágio do subgrupo dos participantes vacinados começa a decrescer o risco do subgrupo dos participantes não vacinados encontra-se ainda a aumentar.

Os hábitos tabágicos dos inquiridos foram igualmente analisados e verificou-se que no ano de 2008 esses hábitos condicionaram a contração do vírus da gripe. A função de sobrevivência

comprova que fumar às vezes ou diariamente provoca menor sobrevivência à gripe. Demonstra-se também que fumar diariamente ou às vezes proporciona que o risco de se contrair gripe seja mais elevado.

A composição do agregado familiar influenciou o comportamento perante a gripe no ano de 2010. O subgrupo dos que vivem sozinhos têm de sobrevivência que decresce vagarosamente com períodos constantes e os subgrupos adultos com crianças com sobrevivências similares. Já para o risco é também o subgrupo sozinho com risco reduzido e pouco desenvolvido, os outros subgrupos, adultos e crianças, atingem níveis de risco superiores. O que significa que a convivência com mais ou menos pessoas pode influenciar a resistência à gripe visto que o subgrupo sozinho possui sobrevivência maior à gripe e menor risco de contágio.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores estão agradecidos ao projeto Gripnet por ter disponibilizado todos os dados relativos aos anos compreendidos entre 2005 a 2012. Todos os resultados, análise e conclusões são única responsabilidade dos autores.

## **REFERÊNCIAS**

- ABBRING, J & BERG, G. (2003). THE NONPARAMETRIC IDENTIFICATION OF TREATMENT EFFECTS IN DURATION MODELS. *ECONOMETRICA*, 71(5), 1491-1517. DOI: 10.1111/1468-0262.00456.
- ARANTES, A., CARVALHO, E. S., MEDEIROS, E. A. S., FARHAT, C. K., & MANTESEA, O. C. (2003). USO DE DIAGRAMAS DE CONTROLE NA VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DAS INFECÇÕES HOSPITALARES: *REV SAÚDE PÚBLICA* 2003;37(6):768-74. DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/S0034-89102003000600012](http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102003000600012).
- BASTOS, J & ROCHA, C. (2007). ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA – MÉTODOS NÃO PARAMÉTRICOS. *ARQUIVOS DE MEDICINA*, 21 (3/4), 111-114. [HTTP://WWW.SCIOLO.MEC.PT/SCIOLO.PHP?SCRIPT=SCI\\_ARTTEXT&PID=S0871-34132007000300007&LNG=PT&NRM=ISO](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-34132007000300007&lng=pt&nrm=iso).
- BUSTAMANTE-TEIXEIRA, M., FAERSTEIN, E. & LATORRE, M. (2002). TENDÊNCIAS DE ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA. *CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA*, 18(3), 579-594. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/S0102-311X2002000300008](http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2002000300008).
- CLEVES, M., GUTIERREZ, R., GOULD, W. & MARCHENKO, Y. (2008), AN INTRODUCTION TO SURVIVAL ANALYSIS USING STATA (SECOND EDITION). TEXAS: STATA PRESS PUBLICATION.
- CORREIA, A. M., QUEIRÓS, L., & DIAS, J. (2010). PANDEMIC INFLUENZA A (H1N1) IN THE NORTH OF PORTUGAL: HOW DID THE AUTUMN-WINTER WAVE BEHAVE?. *REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA (ENGLISH EDITION)*, 16(6), 880-886. DOI: 10.1016/S2173-5115(10)70004-X.
- COSTA, S. P. C. (2015). MODELAÇÃO ESTATÍSTICA DA EVOLUÇÃO DA EPIDEMIA DA GRIPE: APLICAÇÃO DE MODELOS DE DURAÇÃO DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM GESTÃO DAS ORGANIZAÇÕES (RAMO DE GESTÃO DE UNIDADES DE SAÚDE). BRAGANÇA: INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA. [HTTP://HDL.HANDLE.NET/10198/11946](http://hdl.handle.net/10198/11946).
- COX, N. J., TAMBLYN, S. E. & TAM, T. (2003). INFLUENZA PANDEMIC PLANNING. *VACCINE*, 21 (16), 1801-1803. DOI:10.1016/S0264-410X(03)00076-8.
- GEORGE, F. (2006). INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA GRIPE, DIREÇÃO GERAL DA SAÚDE, LISBOA: PORTUGAL.
- GIRARD, M. P., TAM, J. S., ASSOSOU, O. M. & KIENY, M. P. (2010). THE 2009 A (H1N1) INFLUENZA VIRUS PANDEMIC: A REVIEW. *VACCINE*, 28 (31), 4895-4902. DOI:10.1016/J.VACCINE.2010.05.031.
- GRIPENET (2013). GRIPENET – O QUE É A DOENÇA? RECUPERADO EM 5 DE DEZEMBRO DE 2013 DE [HTTP://WWW.GRIPENET.PT/PT/SOBRE-GRIPE/](http://www.gripenet.pt/pt/sobre-gripe/).
- GUOMAR, R., CONDE, P., CRISTÓVÃO, P., PECHIRRA, P. & NUNES, B. (2013). PROGRAMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA DA GRIPE: RELATÓRIO DA ÉPOCA 2012/2013. DEPARTAMENTO DE EPIDEMIOLOGIA & DEPARTAMENTO DE DOENÇAS INFECIOSAS DO INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA DR. RICARDO JORGE (INSA): LISBOA, PORTUGAL.
- LOPES, F., RUÃO, T. & MARINHO, S (2010). GRIPE A NA IMPRENSA PORTUGUESA. UMA DOENÇA EM NOTÍCIA ATRAVÉS DE UMA ORGANIZADA ESTRATÉGIA DE COMUNICAÇÃO. *OBSERVATÓRIO (OBS\*) JOURNAL*, 4(4), 139-156. RECUPERADO EM 20 DE OUTUBRO DE 2013 DE [HTTP://OBS.OBERCOM.PT/INDEX.PHP/OBS/ARTICLE/VIEWARTICLE/442](http://OBS.OBERCOM.PT/INDEX.PHP/OBS/ARTICLE/VIEWARTICLE/442).
- MACHADO, C. & NUNES, A. (2012). ANÁLISE DE DURAÇÃO DA PERMANÊNCIA NAS LISTAS DE ESPERA NACIONAIS PARA CIRURGIA, POR GÉNERO. *EGITANIA SCIENTIA*. 11, 69-90. [HTTP://WWW.EGITANIASCIENCIA.IPG.PT/ARTIGO.ASPX?ID=101&REVISTA=13](http://www.egitaniasciencia.ipg.pt/artigo.aspx?id=101&revista=13).

- MEXIA, R., NUNES, B., CONTREIRAS, T., & MATIAS DIAS, C. (2014). DETEÇÃO PRECOCE DA EPIDEMIA SAZONAL DE GRIPE. LISBOA: INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE DOUTOR RICARDO JORGE.
- MONTO, A. S. (2008). EPIDEMIOLOGY OF INFLUENZA. *VACCINE*, 26(4), D45 - D48. DOI:10.1016/j.vaccine.2008.07.066.
- NATÁRIO, I., & CARVALHO, M. L. (2009). ADDRESSING THE PROBLEM OF LACK OF REPRESENTATIVENESS ON SYNDROMIC SURVEILLANCE SCHEMES. *DISCUSSIONES MATHEMATICAE PROBABILITY AND STATISTICS*, 29(2), 169-183. DOI: 10.7151/dmps.1113.
- NEPOMUCENO, E. G. (2005). DINÂMICA, MODELAGEM E CONTROLE DE EPIDEMIAS. DISSERTAÇÃO DE DOUTORAMENTO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. BELO HORIZONTE: BRASIL.
- PAOLOTTI, D., CANAHAN, A., COLIZZA, V., EAMES, K., EDMUNDS, J., GOMES, G., KOPPESCHAAR, C., REHN, M., SMALLENBURG, R., TURBELINS, C., VAN NOORT, S. & VESPIGNANI, A. (2014). WEB – BASED PARTICIPATORY SURVEILLANCE OF INFECTIOUS DISEASES: THE INFLUENZANET PARTICIPATORY SURVEILLANCE EXPERIENCE. *CLINICAL MICROBIOLOGY AND INFECTION*, 20, 17 – 21. DOI: 10.1111/1469-0691.12477.
- SZUCS, T. (1999). THE SOCIO-ECONOMIC BURDEN OF INFLUENZA. *JOURNAL OF ANTIMICROBIAL CHEMOTHERAPY*, 44, 11–15. DOI: 10.1093/jac/44.suppl\_2.11.
- VAN NOORT, S. P., ÁGUAS, R., BALLESTEROS, S., & GOMES, M. G. M. (2012). THE ROLE OF WEATHER ON THE RELATION BETWEEN INFLUENZA AND INFLUENZA-LIKE ILLNESS. *JOURNAL OF THEORETICAL BIOLOGY*, 298, 131-137. DOI: 10.1016/j.jtbi.2011.12.020.
- VAN NOORT, S. P., MUEHLEN, M., REBELO, D. A. H., KOPPESCHAAR, C., LIMA, L. J., & GOMES, M. G. (2007). GRIPENET: AN INTERNET-BASED SYSTEM TO MONITOR INFLUENZA-LIKE ILLNESS UNIFORMLY ACROSS EUROPE. *EUROPEAN COMMUNICABLE DISEASE BULLETIN*, 12(7), E5-6.



## **METODOLOGIA VALUE-AT-RISK: ANÁLISE DE PERFORMANCE EM MERCADOS BOLSISTAS**

VALUE-AT-RISK METHODOLOGY: PERFORMANCE ANALYSIS IN INTERNATIONAL STOCK MARKETS

METODOLOGIA DEL VALOR EN RIESGO: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO EN MERCADOS BURSATILES

Vítor Manuel de Sousa Gabriel (vigab@ipg.pt)\*

### **RESUMO**

Neste estudo é analisada a performance de diversas alternativas de modelação do risco de mercado, designadamente a simulação histórica, a média móvel exponencial ponderada, a abordagem gaussiana, a distribuição t-Student, a aproximação de Cornish-Fisher e a teoria dos valores extremos, considerando três níveis de confiança, e recorrendo às estimativas de volatilidade produzidas por modelos de heterocedasticidade condicionada, num ambiente de elevada volatilidade e turbulência, como é o definido pelas crises Dot-Com e Financeira Global. Para tal, foram selecionados doze índices bolsistas, correspondentes a mercados em diversos estádios de desenvolvimento e em diversas geografias, e foram aplicados os testes de validação de cobertura incondicional, de independência e de cobertura condicional, de acordo com a proposta sugerida por Christoffersen (2003). Os modelos Riskmetrics e simulação histórica reportaram previsões menos precisas, revelando pouca flexibilidade nas mudanças de volatilidade e na incorporação de rendibilidades extremas. Os modelos baseados no pressuposto t-Student e na teoria dos valores extremos evidenciaram-se como medidas de risco adequadas, independentemente do nível de confiança considerado, apresentando-se, portanto, como alternativas válidas na gestão do risco, numa perspetiva internacional.

**Palavras-chave:** *gestão do risco, valor em risco, backtesting, crise dot-com, crise financeira global.*

### **ABSTRACT**

This study compares the performance of several alternatives for modeling market risk, namely historical simulation, exponential weighted moving average, the Gaussian approach, Student-t distribution, the Cornish-Fisher approach and extreme value theory, considering three levels of confidence and the volatility estimates produced by conditional heteroscedasticity models, in a highly volatile and turbulent environment, such as that of the dotcom bubble burst and the Global Financial Crisis. To this end, twelve stock market indices were selected, corresponding to markets in various stages of development and in different locations, applying tests of unconditional coverage, independence and conditional coverage, in keeping with the Christoffersen (2003) approach. The RiskMetrics and historical simulation models produced less accurate predictions, revealing little flexibility in the face of volatility and to accommodate extreme returns. The t-Student assumption and extreme value theory were shown to be appropriate and valid alternatives for measuring risk regardless of the given confidence level, in the context of international risk management.

**Keywords:** *Risk management, Value-at-Risk, Backtesting, Dotcom Bubble, Global Financial Crisis.*



## RESUMEN

Este estudio analiza el desempeño de varias alternativas de modulación del riesgo de mercado, a saber, la simulación histórica, la media móvil exponencial ponderada, el enfoque de Gauss, la distribución t-Student, el enfoque de Cornish-Fisher y la teoría de los valores extremos, teniendo en cuenta tres niveles de confianza, y el uso de las estimaciones de volatilidad producidas por modelos GARCH, en un entorno altamente volátil, como el definido por la burbuja puntocom y la crisis financiera global. Con este fin, se seleccionaron doce índices bursátiles, correspondientes a mercados en diversas etapas de desarrollo y en diferentes ubicaciones geográficas, y se aplicaron las pruebas de validación de cobertura incondicional, de independencia y de cobertura condicional, de acuerdo con la propuesta sugerida por Christoffersen (2003 ). Los modelos RiskMetrics y simulación histórica han producido predicciones menos precisas, mostrando poca flexibilidad en los cambios de volatilidad y en la incorporación de variaciones extremas. Los modelos basados en la premisa de t-de Student y en la teoría de los valores extremos han sido los más precisos, independientemente del nivel de confianza considerado, por lo que estas metodologías parecen ser alternativas válidas en la gestión del riesgo internacional.

**Palabras clave:** *Gestión del riesgo, valor en riesgo, desempeño, crisis puntocom, crisis financiera global.*

\* UDI – Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior, Instituto Politécnico da Guarda

Submitted: 20th March 2016

Accepted: 12th July 2016

## INTRODUÇÃO

A proposta de Markowitz, de usar a variância das rendibilidades dos ativos financeiros como medida de risco, manteve uma abrangência universal até finais da década de 1980. Com a emergência do crash de 1987, gerou-se a percepção de que a proposta de Markowitz era mais uma medida de incerteza do que de risco, sentindo-se, pois, a necessidade da medida de risco ser expressa em termos de perdas potenciais.

O primeiro grande passo na gestão moderna do risco foi dado em finais da década de 1980, quando Till Guldemann desenvolveu o conceito de Value-at-Risk (VaR). A metodologia VaR seria anunciada em 1993, e em 1994 a metodologia Riskmetrics. No início de 1996, o Comité de Basileia estabeleceu a utilização do VaR como uma medida de risco de mercado e autorizou os bancos a utilizarem modelos internos para a sua estimação. De acordo com Jorion (2007), a metodologia VaR revolucionou a gestão do risco, constituindo uma espécie de benchmark na análise e gestão do risco de mercado das instituições financeiras, e fornecendo uma estimativa da perda potencial máxima em que estas incorrem, em função da exposição total nas posições assumidas. Embora a aplicação inicial da metodologia VaR se tenha circunscrito ao risco de mercado, viria a ser utilizada noutras categorias, como o risco de crédito, o risco operacional e o risco de liquidez, revelando, assim, a sua grande versatilidade. Segundo Christoffersen (2003), o maior risco enfrentado por uma carteira de ativos é o da ocorrência súbita de uma queda única de grande dimensão, pelo que os gestores de risco deveriam focar a sua atenção em especial na modelação das caudas da distribuição das rendibilidades. Na última década, os mercados financeiros viveram períodos de elevada turbulência, como a crise das empresas tecnológicas (2001-2002), a crise subprime (2007-2008) e a crise das dívidas soberanas (2009), esta última foi, porventura, a primeira crise financeira verdadeiramente global e a mais grave após a crise de 1929. Independentemente da ocorrência destas situações, os gestores de carteiras pretendem estimar corretamente o risco das suas carteiras de investimento. Revela-se, pois, importante conhecer a performance dos modelos VaR, num contexto de elevada volatilidade e de turbulência como o que os mercados têm vivido nos anos mais recentes, recorrendo a diversas metodologias, desde as tradicionais até às que permitem acomodar as caudas pesadas das distribuições.

Com a presente investigação pretende-se, assim, expandir empiricamente a literatura de finanças existente, recorrendo a um conjunto diversificado de modelos univariados de gestão do risco, desde os modelos clássicos aos que recorrem à Teoria dos Valores Extremos (TVE), de modo a acomodar mais adequadamente situações de elevada turbulência nos mercados, designadamente as vividas durante as crises Dot-Com e Financeira Global. Por outro lado, e de forma diferente face a outros trabalhos científicos, que tenderam a incluir um conjunto de ativos de um determinado mercado, no presente trabalho considera-se um conjunto de índices representativos de diversas geografias e de diversos níveis de desenvolvimento, em particular índices representativos dos estados europeus sob assistência financeira internacional, recorrendo a diversos níveis de confiança, incluindo níveis de exigência superiores aos definidos pelo Comité de Basileia, com vista a acomodar a ocorrência de perdas raras e extremas, para

se formar uma conclusão sólida acerca da capacidade destes modelos na gestão do risco, num contexto de elevada volatilidade e de turbulência.

Em termos de estrutura, esta investigação prossegue na secção 2 com a revisão de literatura acerca dos modelos VaR e dos processos de validação, na 3 com a apresentação dos dados e da metodologia, na 4 com a análise dos resultados empíricos e na 5 com uma síntese das principais conclusões.

## **1. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA**

### **1.1 MERCADOS FINANCEIROS E GESTÃO DO RISCO DE MERCADO**

À medida que o fenómeno da globalização financeira se foi aprofundando, assistiu-se, em particular a partir da década de 1980, ao aumento da frequência com que episódios de crise financeira ocorreram, o que reforça a tese de Stiglitz (1999) de que a desregulamentação e a liberalização dos mercados não produziram as consequências esperadas, em consequência de imperfeições de mercado. A livre entrada e saída de recursos financeiros deixou os mercados financeiros mais expostos e vulneráveis a situações de crise.

Em determinados momentos, as situações de turbulência e de stress são transversais à escala mundial, com consequências altamente nefastas para os investidores. A Crise Financeira Global é, porventura, o mais evidente exemplo das consequências decorrentes da grande proximidade entre os mercados. Esta crise apareceu como o resultado da pouca consistência do sistema financeiro internacional, fundado no dólar, na condição de moeda de reserva internacional, e no aprofundamento dos movimentos de globalização financeira, que deixaram as economias vulneráveis a recorrentes crises financeiras, em particular desde o colapso dos acordos de Bretton Woods, em 1971.

A grave crise financeira iniciada em 2007, que ganhou dimensões sistémicas a partir de 2008, com repercussões nos mercados financeiros e nas taxas de crescimento do produto interno e do emprego, foi originada no centro do sistema económico, em concreto no espaço definido pela alta finança. Esta crise revelou-se diferente das ocorridas nos países periféricos, nas décadas de 1980 e 1990. Em primeiro lugar, porque emergiu do centro e não da periferia da economia. Em segundo lugar, porque não apenas evidenciou a instabilidade associada às economias desenvolvidas, sobretudo quando estas contam com sistemas financeiros altamente complexos e interligados, como também evidenciou as profundas falhas estruturais na regulação bancária. Adicionalmente, esta crise evidenciou diversos aspetos da arquitetura financeira internacional, até então ocultos, consubstanciados na construção de uma espécie de pirâmide de riscos, localizada no centro do sistema financeiro, que se viria a transformar em prejuízos astronómicos e em múltiplas situações de falência de grandes empresas financeiras.

O processo de globalização financeira criou as bases de um mercado financeiro global desregulado que, na procura permanente pela maximização do lucro, acabou por disseminar diversas inovações financeiras à escala global. Essas inovações criaram as condições propícias

ao desenvolvimento de situações de crise e de propagação por toda a economia mundial. Em particular na última década e meia, os mercados financeiros experimentaram períodos de elevada turbulência, como a crise das empresas tecnológica e a crise subprime e das dívidas soberanas. Quaisquer que sejam as condições de mercados, os gestores de carteiras pretendem estimar correctamente o risco das suas carteiras de investimento, assegurando que o investidor recebe o montante de risco que decidiu tolerar.

De acordo com Jorion (2000), em consequência dos desenvolvimentos tecnológicos, que permitiram a negociação de ativos 24 horas por dia, e dos novos desenvolvimentos e paradigmas da teoria financeira, entre os quais o modelo Black-Scholes, desenvolvido na década de 1970, os mercados têm observado um aumento de volatilidade, o que obrigou à criação de ferramentas e de estratégias de gestão do risco por parte dos investidores.

Diversos trabalhos permitiram a conclusão de que as distribuições das séries temporais financeiras são leptocúrticas e têm caudas pesadas, isto é, incluem mais observações extremas do que a distribuição normal, fazendo com que a abordagem gaussiana possa não produzir bons resultados (Patev e Kanaryan, 2004; Gençay e Selçuk, 2004). Os resultados destes estudos concluem ainda que as estimativas do VaR (Normal), calculadas para um nível de confiança de 95%, tendem a ser razoavelmente precisas, porém para níveis de confiança mais elevados (99% ou superiores) tendem a subestimar o VaR. Para suprir esta insuficiência, trabalhos recentes adoptaram outras abordagens, designadamente as baseadas na distribuição t-Student e na TVE (Ho *et al.*, 2000; McNeil e Frey, 2000; Gençay *et al.*, 2003).

À semelhança da distribuição Gaussiana, a distribuição t-Student é simétrica. Porém, as suas caudas são mais pesadas do que as da distribuição normal. Por este motivo, tende-se a considerar esta distribuição como mais adequada à estimação do VaR, por se ajustar melhor às caudas da distribuição empírica das rendibilidades dos índices bolsistas. De acordo com Jorion (2007), Tsay (2005) e Esch *et al.* (2005), a distribuição t-Student reúne maior consenso para descrever o comportamento dos activos financeiros. A superioridade desta distribuição tem sido reportada por diversos autores, em diversos estudos empíricos e em diversos contextos (Angelidis *et al.*, 2004; Giot e Laurent, 2003).

A par destas características estatísticas, os ativos financeiros evidenciam acentuados movimentos na volatilidade, que tendem para a clusterização, em determinados momentos (Mandelbrot, 2006). Neste contexto de mercado, os modelos de gestão do risco revelam maior dificuldade em captar tais movimentos. Para acomodar adequadamente o fenómeno da clusterização, diversos trabalhos estimaram o VaR recorrendo a modelos de heterocedasticidade condicionada (Wu e Shieh, 2007; Niguez, 2008), inspirados no trabalho de Engle (1982), de modo a acomodar os efeitos de clusters de volatilidade e de assimetria.

Um dos mais recentes métodos de cálculo do VaR baseia-se na TVE. Segundo McNeil e Frey (2000), Velayudoum *et al.* (2009), Assaf (2009) e Vladimir (2009) a grande vantagem da TVE, em comparação com outras abordagens, é a de precisamente permitir um bom ajustamento às caudas da distribuição das rendibilidades, acomodando a ocorrência de observações extremas.

A abordagem TVE granjeou grande popularidade, principalmente entre académicos, preocupados com o estudo de eventos raros, em diversos campos, como seguros, finanças e gestão do risco. Longin (2000), McNeil e Frey (2000), Reiss e Thomas (2001) e Coles (2001) desenvolveram contributos significativos na implementação da TVE. Desde o trabalho pioneiro de Longin (1996), a aplicabilidade empírica da TVE, na estimação de riscos extremos, foi utilizada por vários autores, com o intuito de estudar ativos financeiros (ações, obrigações, *hedge funds*, entre outros) e diferentes distribuições de rendibilidades (normal, distribuições a partir da TVE, como a Weibull, a Gama e a Generalizada de Pareto), mas também para estimar o VaR. Neftci (2000) utilizou a TVE para analisar obrigações e taxas de câmbio, Fromont (2005) para estudar o mercado de ações, Fernandez (2003) para estudar as séries de rendibilidades dos mercados de ações do Chile e dos EUA, e Gençay e Selçuk (2004) para analisarem diversos mercados emergentes.

Quando aplicada no âmbito do VaR, a TVE revelou alguma superioridade face a outras abordagens. McNeil e Frey (2000) concluíram que a TVE produz melhores estimativas das perdas esperadas do que o modelo gaussiano. Velayudoum *et al.* (2009) compararam a performance da TVE, do GARCH e da simulação histórica, no âmbito do modelo VaR, concluindo pela superioridade da primeira. A idêntica conclusão chegaram Assaf (2009) e Vladimir (2009), ao aplicarem a metodologia TVE a índices de mercados emergentes (Egipto, Marrocos, Jordânia, Turquia e Rússia).

## 1.2. MODELOS DE GESTÃO DO RISCO DE MERCADO BASEADOS NO VAR

A metodologia VaR tem-se revelado uma referência na gestão do risco, proporcionando uma indicação da perda potencial máxima incorrida pelo investidor, num ativo ou numa carteira de ativos, durante um determinado período de tempo e para um determinado nível de confiança (Best, 1998; Dowd, 2002).

Em termos formais, o VaR pode ser definido do seguinte modo:

$$P[\epsilon L_t > \epsilon VaR_t] = \alpha \quad (1)$$

Onde  $(1 - \alpha)$  se refere ao nível de confiança e  $L$  à perda, ou seja, ao impacto negativo no valor do ativo ou da carteira de ativos.

No presente estudo são consideradas diversas metodologias para estimar o VaR, designadamente a simulação histórica, a média móvel exponencial ponderada, a aproximação de Cornish-Fisher, a abordagem gaussiana, a abordagem t-Student e a TVE, as quais são apresentadas resumidamente nos pontos seguintes.

### 1.2.1. Simulação histórica

O VaR, para o nível de confiança,  $\alpha$ , é calculado como o quantil da sequência das rendibilidades passadas da carteira, através da expressão 2

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = -Quantil\left\{\left\{R_{PF,t+1-\tau}\right\}_{\tau=1}^m, 100\alpha\right\} \quad (2)$$

Assim, de modo a se obter uma estimativa do VaR, em  $t+1$ , é considerada a rendibilidade da carteira no dia  $t$  e as rendibilidades  $m-1$  anteriores. Deste modo, a simulação histórica tem em consideração os quantis, ao longo de uma média móvel.

### 1.2.2. Método da média móvel exponencial ponderada

A abordagem da média móvel exponencial ponderada baseia-se na metodologia *Riskmetrics*. A variância condicional,  $h_t$ , é estimada através da expressão 3

$$h_t = \lambda h_{t-1} + (1 - \lambda) r_{t-1}^2 \quad (3)$$

Em que  $r$  define a rendibilidade do ativo e  $\lambda$  o fator de decaimento. Relativamente ao último parâmetro, Jorion (2007) sugere um factor de decaimento de 0,94 para rendibilidades diárias e de 0,97 para rendibilidades mensais.

### 1.2.3. Abordagem gaussiana

Os modelos VaR tradicionais assumem que as séries de rendibilidades seguem distribuições gaussianas independentes e identicamente distribuídas (IID). Assumindo que as rendibilidades são descritas pela distribuição normal, o VaR da carteira é dado pela expressão 4

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = -\sigma_{PF,t+1} * \Phi_{\alpha}^{-1} \quad (4)$$

Onde  $\Phi_{\alpha}^{-1}$  corresponde ao quantil da distribuição normal estandardizada.

### 1.2.4. Abordagem T-Student

Assumindo que as rendibilidades são descritas pela distribuição t-Student, o VaR da carteira é dado pela expressão 5

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = -\sigma_{PF,t+1} \sqrt{\frac{d-2}{d}} t_{\alpha}^{-1}(d) \quad (5)$$

Em que  $t_{\alpha}^{-1}(d)$  é o quantil à esquerda de  $\alpha$ , da distribuição t-Student, com  $d$  graus de liberdade.

### 1.2.5. Aproximação de Cornish-Fisher

O VaR, de acordo com a metodologia Cornish-Fisher, para o quantil,  $\alpha$ , pode ser calculado através de

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = -\sigma_{PF,t+1} \left\{ \Phi_{\alpha}^{-1} + \frac{\zeta_1}{6} \left[ \left( \Phi_{\alpha}^{-1} \right)^2 - 1 \right] + \frac{\zeta_2}{24} \left[ \left( \Phi_{\alpha}^{-1} \right)^3 - 3\Phi_{\alpha}^{-1} \right] - \frac{\zeta_1^2}{36} \left[ 2\left( \Phi_{\alpha}^{-1} \right)^3 - 5\Phi_{\alpha}^{-1} \right] \right\} \quad (6)$$

Onde  $\zeta_1$  é o coeficiente de assimetria e  $\zeta_2$  é o coeficiente de curtose das rendibilidades estandardizadas,  $Z_t$ .

### 1.2.6. Teoria de valores extremos

Considere-se a probabilidade das rendibilidades estandardizadas,  $z$ , deduzida do limiar (*threshold*),  $u$ , ser inferior a um determinado valor  $x$ , tendo em conta que a rendibilidade estandardizada está acima do limiar,  $u$ .

$$F_u(x) \equiv \Pr\{z - u \leq x | z > u\}, \text{ onde } x > u \quad (7)$$

No âmbito da TVE, à medida que os valores extremos se afastam do limiar,  $u$ , convergem para a distribuição generalizada de Pareto (GPD),  $G(x, \xi, \beta)$ . Esta distribuição é definida genericamente do seguinte modo:

$$G(x, \xi, \beta) = \begin{cases} 1 - (1 + \xi x / \beta)^{-1/\xi}, & \text{se } \xi \neq 0 \\ 1 - \exp(-x / \beta), & \text{se } \xi = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Com  $\beta > 0$ , e

$$\begin{cases} x \geq u, & \text{se } \xi \geq 0 \\ u \leq x \leq u - \beta / \xi, & \text{se } \xi < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Em que o coeficiente de assimetria,  $\xi$ , é positivo e representa a velocidade de decaimento da cauda,  $\beta$  é o parâmetro *scale* e  $\mu$  o limiar.

O VaR é obtido a partir da TVE e do modelo de variância escolhido, com base na seguinte expressão 10

$$VaR_{t+1}^p = \sigma_{PF,t+1} u [\alpha / (T_u / T)]^{-\xi} \quad (10)$$

Onde  $\alpha$  é o nível de confiança do VaR,  $T$  é o tamanho da amostra total e  $T_u$  o número de observações acima do limiar,  $u$ . Para estimar o VaR, com um nível de confiança  $\alpha$ , define-se o ponto de corte  $u$ , de modo a considerar uma percentagem de dados, da cauda esquerda, superior a  $1 - \alpha$ .

### 1.3. AVALIAÇÃO DE PERFORMANCE DO VAR

A metodologia de avaliação de performance (*Backtesting*) baseia-se na contagem do número de vezes que as perdas efetivas superam as estimativas resultantes da metodologia VaR.

Considerando a série das rendibilidades logarítmicas diárias,  $R_{PF}$ , e a série das previsões calculadas pelo VaR, para um determinado nível de confiança ( $VaR^\alpha$ ) e para  $P(R_{PF,t+1} < -VaR_{t+1}^\alpha) = \alpha$ , obtém-se uma sucessão binária, também designada por “sequência de hit”, em função do número de ultrapassagens do  $VaR_{t+1}^\alpha$ , do seguinte modo:

$$I_t = \begin{cases} 1, & \text{se } R_{PF,t+1} < -VaR_{t+1}^\alpha \\ 0, & \text{se } R_{PF,t+1} \geq -VaR_{t+1}^\alpha \end{cases} \quad (11)$$

A “sequência de hit” apresenta o valor 1, no dia  $t + 1$ , se a perda naquele dia for superior ao valor do VaR previsto, antecipadamente, para esse mesmo dia. Se o VaR não for ultrapassado, então a sequência assume o valor 0.

A partir da “sequência de Hit”, são aplicados os testes de performance do VaR. Entre os principais testes disponíveis, destacam-se o teste de cobertura incondicional, o teste de independência e o teste de cobertura condicional, que serão abordados, sinteticamente, nos próximos pontos.

#### Teste de cobertura incondicional ou teste de Kupiec

O teste de cobertura incondicional ou teste de Kupiec (1995) envolve a contagem do número de vezes que as estimativas produzidas pelo VaR são superadas. A hipótese nula deste teste estabelece que a verdadeira proporção de exceções,  $\pi$ , é consistente com o quantil de falhas,  $\alpha$ , previsto pelo modelo  $VaR$ :



$$H_0 : E[I_t] \equiv \pi = \alpha \quad (12)$$

A estatística teste de máxima verosimilhança para esta hipótese é

$$LR_{uc} = -2 \ln \left( \frac{\alpha^{T_1} (1-\alpha)^{T_0}}{\hat{\pi}^{T_1} (1-\hat{\pi})^{T_0}} \right) \sim \chi^2(1) \quad (13)$$

Em que  $T_1$  é o número de falhas ( $I_t = 1$ ), para um determinado número total de dias  $T(I_t)$ ,  $T_0$  é o número de não falhas ( $I_t = 0$ ), e  $\hat{\pi}$  ( $T_1/T$ ) corresponde à proporção de falhas (exceções).

### Teste de independência

O teste de independência analisa se as exceções acontecem em *cluster*. Para tal, assume-se que a “sequência de hit” é dependente ao longo do tempo.

A estatística teste  $LR_{ind}$ , à independência do número de exceções consecutivas, em  $t$  e  $t-1$ , pode ser apresentada da seguinte forma:

$$LR_{ind} = -2 \ln \left( \frac{(1-\hat{\pi})^{(T_{00}+T_{10})} \hat{\pi}^{(T_{10}+T_{11})}}{(1-\hat{\pi}_{01})^{T_{00}} \hat{\pi}_0^{T_{01}} (1-\hat{\pi}_{11})^{T_{10}} \hat{\pi}_{11}^{T_{11}}} \right) \sim \chi^2(1) \quad (14)$$

Em amostras de pequena dimensão, é frequente a nulidade de  $T_{11}$ . Nestes casos, a estatística  $LR_{ind}$  é calculada através da seguinte expressão:

$$LR_{ind} = -2 \ln \left( \frac{(1-\hat{\pi})^{(T_{00}+T_{10})} \hat{\pi}^{(T_{01}+T_{11})}}{(1-\hat{\pi}_{01})^{T_{00}} \hat{\pi}_{01}^{T_{01}}} \right) \sim \chi^2(1) \quad (15)$$

Em que  $T_{ij}, i, j = 0, 1$ , é o número de observações com  $j$  a suceder a  $i$ . A probabilidade de amanhã acontecer uma exceção, tendo em conta que hoje não ocorreu uma exceção, é dada por  $\hat{\pi}_{01} = \frac{T_{01}}{T_{00} + T_{01}}$ ; enquanto a probabilidade de amanhã acontecer uma exceção condicional,

dado que hoje ocorreu uma exceção é dada por  $\hat{\pi}_{11} = \frac{T_{11}}{T_{10} + T_{11}}$ ;  $\pi$  diz respeito à taxa de falhas.

### Teste de cobertura condicional ou teste de Christoffersen

Para analisar as duas propriedades anteriores foi desenvolvido o teste de cobertura condicional, que é dado pela expressão 16

$$LR_{cc} = LR_{ind} + LR_{uc} \sim \chi^2(2) \quad (16)$$

## 2. DADOS E METODOLOGIA

Para analisar a performance dos modelos de gestão de risco, foi selecionado um conjunto diversificado de índices, representativo dos mercados internacionais, e que inclui índices europeus, não europeus, desenvolvidos e emergentes. Do continente europeu, foram escolhidos os mercados da Alemanha (DAX 30), da França (CAC 40), do Reino Unido (FTSE 100), de Espanha (IBEX 35), da Irlanda (ISEQ Overall), da Grécia (ATG) e de Portugal (PSI 20). Do conjunto de mercados desenvolvidos, não europeus, foram escolhidos os mercados dos EUA (Dow Jones), do Japão (Nikkei 225) e de Hong-Kong (Hang-Seng). Foram ainda selecionados os mercados emergentes do Brasil (Bovespa) e da Índia (Sensex).

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos junto da Econostats e cobrem o período compreendido entre 4 de outubro de 1999 e 30 de junho de 2011.

As séries dos valores de fecho dos índices foram transformadas em séries de rendibilidade logarítmica,  $r_t = \ln(P_t/P_{t-1})$ , em que  $P_t$  e  $P_{t-1}$  representam os valores de fecho, nos dias  $t$  e  $t-1$ .

Na estimação dos modelos VaR, foram escolhidos os níveis de confiança de 95%, 99% e 99,5%, para evitar que fossem facilmente excedidos. O primeiro nível de confiança seguiu a indicação da metodologia *Riskmetrics*, o segundo teve em consideração a exigência do Comité de Basileia II, enquanto o último nível de confiança foi escolhido para se perceber da consequência de uma condição de estimação mais exigente.

Relativamente aos modelos de simulação histórica e média móvel exponencial, considerou-se em ambos os casos a média móvel de 500 dias, em conformidade com a metodologia seguida por Christoffersen (2003). Quanto ao modelo de média móvel exponencial, considerou-se um fator de decaimento de 0,94, seguindo a sugestão de Jorion (1997), relativa a dados diários. Quanto aos restantes modelos, de modo a capturar os *clusters* de volatilidade e o efeito de assimetria, recorreu-se ao modelo EGARCH (1,1), proposto por Nelson (1991). Segundo Brooks (2002) e Hansen e Lunde (2005), só raramente os modelos de heterocedasticidade condicional de ordem superior descrevem melhor a volatilidade, razão pela qual optámos pelo modelo mais simples para estimar a volatilidade. No caso do VaR com abordagem gaussiana, escolhemos o EGARCH (1,1), com distribuição normal. Nos restantes casos, optámos pela distribuição t-Student, de modo a acomodar mais adequadamente a característica das caudas pesadas, habitualmente presente nas séries financeiras.

Para validar as estimativas proporcionadas pelos modelos VaR, recorreremos aos já apresentados testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional.

### 3. RESULTADOS EMPÍRICOS

Com o objectivo de analisar a capacidade de gestão do risco dos modelos VaR, começamos por estudar as séries temporais dos doze índices bolsistas. Na tabela 1 são apresentadas as principais estatísticas descritivas das taxas de rendibilidade diárias dos doze índices em análise.

Em consequência de diversos eventos de mercado, como a crise das empresas tecnológicas e a atual crise financeira global, que contribuíram para a desvalorização dos índices bolsistas, apenas metade dos índices apresentou rendibilidade média diária positiva.

	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desv. Padrão	Assim.	Curtose	JB (Prob.)	ADF (Prob.)	LM (Prob.)
ATG	-0,00051	-0,00008	0,08813	-0,10214	0,01667	-0,15472	6,97344	0,00000	0,00000	0,00000
BOV	0,0006	0,00118	0,13677	-0,14566	0,01932	-0,22306	7,65149	0,00000	0,00000	0,00000
CAC	-0,00005	0,00033	0,10595	-0,09472	0,01565	0,04215	7,96318	0,00000	0,00000	0,00000
DAX	0,00012	0,00076	0,10797	-0,07433	0,01616	0,06183	7,20764	0,00000	0,00000	0,00000
DJ	0,00006	0,00044	0,10508	-0,08201	0,01262	0,03196	10,65968	0,00000	0,00000	0,00000
FTSE	-0,00001	0,00034	0,09384	-0,09265	0,01303	-0,10526	9,12139	0,00000	0,00000	0,00000
HANG	0,00019	0,00039	0,13407	-0,13583	0,01633	-0,00772	10,84799	0,00000	0,00000	0,00000
IBEX	0,00003	0,00083	0,13484	-0,10834	0,01526	0,04713	9,54413	0,00000	0,00000	0,00000
ISEQ	-0,00017	0,00065	0,09733	-0,13964	0,01498	-0,65216	11,06642	0,00000	0,00000	0,00000
NIKKEI	-0,0002	0,0002	0,09494	-0,12111	0,01546	-0,64482	9,01346	0,00000	0,00000	0,00000
PSI	-0,00011	0,00022	0,10196	-0,10379	0,01168	-0,22395	12,99583	0,00000	0,00000	0,00000
SENSEX	0,00048	0,00118	0,1599	-0,11809	0,01705	-0,20725	9,63249	0,00000	0,00000	0,00000

Tabela 1: Estatísticas descritivas das séries de rendibilidades.

Fonte: elaboração própria.

Todas as séries de rendibilidades evidenciam sinais de desvio face à hipótese de normalidade, já que os coeficientes de assimetria e de curtose são estatisticamente diferentes dos de uma distribuição normal (0 e 3, respetivamente), o mesmo acontece da aplicação do teste Jarque-Bera, que permite rejeitar a hipótese de normalidade para o nível de significância de 1%. Com o objetivo de averiguar das estacionaridade das séries de rendibilidades, foi aplicado o teste ADF, cujos resultados permitem rejeitar a hipótese nula de integração das séries, para o nível de significância de 1%, concluindo-se que estas evidenciam estacionaridade ou são I (0). Por seu lado, os resultados do teste ARCH-LM, aplicado a processos autorregressivos de primeira ordem, confirmam a presença de efeitos ARCH, o que justifica a utilização de modelos de heterocedasticidade condicionada na estimação da volatilidade dos mercados.

Depois de estimados os diversos modelos VaR, foram aplicados os procedimentos de *backtesting*, de modo a determinar as suas características estatísticas e a sua capacidade para gerir adequadamente o risco de mercado. Em primeiro lugar, foi considerado o teste de Kupiec.

Em segundo lugar, foi aplicado o teste de independência para testar se as exceções são IID. Por último, foi aplicado o teste de cobertura condicional ou teste de Christoffersen.

Na tabela 2 é apresentado o resumo dos resultados dos testes de avaliação à performance dos modelos VaR (cobertura incondicional, independência e cobertura condicional), para os níveis de confiança de 99,5%, 99% e 95%, o nível de significância de 5%, e o horizonte temporal diário, a partir da informação disponível nas tabelas 3 a 14, em apêndice. A análise destas tabelas permite a conclusão de que o teste de cobertura incondicional foi validado em simultâneo nos seis modelos de estimação do VaR, para os índices ATG e SENSEX e o nível de confiança de 95%. Quanto ao teste de independência às exceções, este foi aceite simultaneamente nos índices BOV, CAC, DAX, DJ, FTSE, IBEX e PSI, para o nível de confiança de 99,5%, o mesmo acontecendo para os índices BOV, DJ, IBEX e PSI, para o nível de confiança de 99%. Relativamente ao teste de cobertura condicional, não se verificou nenhuma situação de validação simultânea de todos os métodos de estimação, em qualquer dos níveis de confiança considerados.

Modelo VaR	$\alpha = 0,50\%$			$\alpha = 1\%$			$\alpha = 5\%$		
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc	LRind	LRcc	LRuc	LRind	LRcc
RM	0%	83%	0%	0%	75%	8%	75%	83%	75%
SH	33%	67%	42%	17%	42%	8%	83%	0%	0%
TVE	100%	75%	92%	100%	83%	92%	92%	100%	92%
Normal	25%	83%	25%	33%	92%	42%	100%	100%	100%
t-Student	92%	83%	75%	100%	83%	92%	83%	92%	83%
CF	67%	83%	58%	58%	75%	42%	33%	83%	33%

Tabela 2: Resumo dos testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional.

Fonte: elaboração própria.

**Nota:** Esta tabela resume os resultados dos testes de *Backtesting* dos diversos índices bolsistas, com base nas tabelas 3 a 14, em apêndice.

Considerando o modelo da média móvel exponencial, verifica-se que a percentagem de falhas ( $\pi$ ), para os vários níveis de confiança, é, em praticamente todos os casos, superior à probabilidade da cauda esquerda,  $\alpha$ , tal como se pode concluir da análise das tabelas 3 a 14, em apêndice. Apenas num caso tal não se verifica, designadamente na estimação que envolve o índice SENSEX, para o nível de confiança de 95%. Este facto dá uma primeira indicação de que a estimação do VaR, através deste modelo, subestima o risco de mercado. A subestimação pode dever-se ao facto deste modelo não conseguir modelar as caudas pesadas da distribuição das rendibilidades, ou seja, não ter em conta os valores extremos que caracterizaram o comportamento dos mercados bolsistas. O método da média móvel exponencial não se revelou capaz de avaliar o número de exceções (Teste de Kupiec), o mesmo acontecendo com o efeito conjugado das exceções e da sua independência (Teste conjunto de Christoffersen), nos dois níveis de confiança mais elevados, melhorando a sua performance para o nível de confiança de 95%. Apesar disso, este modelo mostrou alguma capacidade para avaliar a independência temporal das exceções das rendibilidades logarítmicas diárias, independentemente do nível de confiança considerado.

Por sua vez, o modelo de simulação histórica apresentou um desempenho idêntico ao da média móvel exponencial, com a percentagem de falhas, para os vários níveis de confiança, a revelar-se, na grande maioria dos casos, superior à probabilidade da cauda esquerda ( $\alpha$ ). Apenas um caso escapa a esta generalização, designadamente na estimação do índice SENSEX, para o nível de confiança menos exigente de 95%, sugerindo uma subestimação do risco por parte deste método de estimação. Ao nível da avaliação do efeito conjunto das exceções e da independência, as limitações deste modelo foram evidentes, com o teste de cobertura condicional a registar uma má performance, de 42%, 8% e 0%, nos níveis de confiança de 99,5%, 99% e 95%, respetivamente. Quanto à independência temporal das exceções, este modelo registou uma performance que ficou aquém dos restantes, em todos os níveis de confiança considerados, mas principalmente para o nível de confiança de 95%, em que se revelou totalmente incapaz. A performance deste modelo piorou com a diminuição do nível de confiança, diferenciando-se dos restantes. Comparativamente com os outros modelos, o modelo de simulação histórica apresentou claramente pior performance no teste de independência, não revelando capacidade para avaliar se as falhas são IID, ou seja, se as exceções tendem para a clusterização, o que o torna incapaz nestas circunstâncias de mercado, em especial no índice ISEQ, cujas estimativas não mostraram significado estatístico para os três níveis de confiança.

O modelo da TVE revelou uma elevada performance, em todos os intervalos de confiança. No teste de cobertura incondicional, este modelo foi aceite em todos os casos, para os dois intervalos de confiança mais exigentes. A performance mais pobre envolveu o teste de independência, para o nível de confiança de 99,5%, embora tenha sido validado em 75% dos casos. Em praticamente todas as restantes situações, o modelo foi validado em percentagens superiores a 90%.

O desempenho do modelo EGARCH-Normal ficou aquém dos resultados de outros modelos, principalmente nos níveis de confiança mais elevados e nos testes de Kupiec e Christoffersen. Estes resultados são consistentes com a maioria dos estudos desenvolvidos sobre os mercados bolsistas, nomeadamente os já citados estudos de Patev e Kanaryan (2004) e Gençay e Selçuk (2004), que apontam para a fraca performance dos modelos alicerçados na assunção de normalidade, para níveis de confiança mais elevados (iguais ou superiores a 99%), melhorando a sua performance quando considerados níveis de confiança menos exigentes. Surpreendentemente, foi validado em todos os índices e nos três testes aplicados, para o intervalo de confiança de 95%, divergindo das conclusões obtidas nos estudos atrás citados, que apenas apresentaram performances razoáveis para este nível de confiança.

O modelo EGARCH-t-Student revelou, na globalidade, uma boa performance, coincidindo com as conclusões obtidas por Giot e Laurent (2003) e por Angelidis *et al.* (2004). Este desempenho não dependeu do nível de confiança, tendo antes sido caracterizado por uma certa estabilidade. O nível de performance mais baixo esteve associado ao teste combinado, para o nível de confiança mais exigente (75%). Nos restantes casos, a percentagem de aceitação do teste foi superior a 80%.

O modelo Cornish-Fisher registou uma performance superior à dos modelos *Riskmetrics* e simulação Histórica, principalmente nos testes Kupiec e Christoffersen. Já no teste à independência das exceções, o seu desempenho foi idêntico ao do modelo *Riskmetrics*, mas foi superior ao de simulação histórica. Porém, de um modo geral, o desempenho deste modelo foi claramente pior do que o registado pelos modelos TVE e t-Student, que foram os únicos a registar em vários mercados percentagens de falhas inferiores aos três níveis de confiança considerados, designadamente nos índices BOV, FTSE e NIKKEI, no caso do primeiro modelo, e no índice ATG, no caso do segundo, como se pode concluir da análise das tabelas 3 a 14, em apêndice.

Os índices BOV, CAC, DJ, HANG, IBEX, NIKKEI e PSI foram estimados convenientemente pelos modelos TVE e t-Student, em todos os níveis de confiança, o mesmo acontecendo com os índices DAX e FTSE, mas apenas para o modelo TVE. Quanto aos índices ATG, ISEQ e SENSEX, nenhum modelo apresentou um bom desempenho, em simultâneo, nos três níveis de confiança.

Para o nível de confiança mais exigente, os modelos TVE e t-Student apresentaram um número de exceções muito inferior ao dos modelos simulação histórica e *Riskmetrics*. O valor mínimo de exceções dos dois primeiros modelos foi de 10 (DJ e PSI) e 12 (HANG), enquanto nos outros dois modelos foi de 18 (BOV) e 21 (DAX). Quanto ao número máximo de exceções, as diferenças também foram evidentes, com 13 (ISEQ e SENSEX) e 22 (SENSEX), nos modelos TVE e t-Student, respetivamente, face às 27 (CAC) e 33 (NIKKEI) exceções, nos modelos simulação histórica e *Riskmetrics*.

Tendo em conta o conjunto dos seis modelos, para os três níveis de confiança, o índice ATG foi o que esteve na origem dos piores resultados de estimação, com 8 e 6 estimações significativas, nos testes de independência e cobertura condicional, respetivamente. Quanto ao teste de independência, o índice ISEQ apresentou os piores resultados, com 6 estimações significativas estatisticamente. No lado oposto, o índice HANG deu origem aos melhores resultados de estimação, respeitantes aos testes de cobertura incondicional (14) e cobertura condicional (14), enquanto os índices BOV, DJ e IBEX o fizeram no teste de independência, revelando, em todos os casos, 17 estimações com significado estatístico.

Os modelos *Riskmetrics* e simulação histórica foram claramente os que reportaram previsões menos precisas, evidenciando pouca flexibilidade nas mudanças de volatilidade e na incorporação de rendibilidades extremas, que caracterizaram os mercados bolsistas, em consequência das duas crises financeiras ocorridas durante o lapso temporal estudado. As dificuldades reveladas por estes dois modelos tiveram especial expressão nos testes de cobertura incondicional e cobertura condicional. No teste de independência, o modelo *Riskmetrics* registou um desempenho que não divergiu dos restantes modelos, ao contrário do modelo de simulação histórica, que não apresentou bom desempenho, em qualquer dos níveis de confiança.

Para os níveis de confiança mais elevados (99% e 99,5%), os modelos TVE e t-Student revelaram-se os mais precisos na captação do risco de mercado, de modo consistente com

as sugestões avançadas por Ho *et al.* (2000), McNeil e Frey (2000), Gençay *et al.* (2003), Velayudoum *et al.* (2009), Assaf (2009) e Vladimir (2009), designadamente acerca da capacidade dos mesmos na acomodação de rendibilidades extremas.

Curiosamente, para o nível de confiança de 99%, estes dois modelos registaram exatamente a mesma performance, sendo validados nos mesmos índices. Para o nível de confiança menos exigente, o modelo EGARCH (1,1), baseado na hipótese de normalidade, foi o que apresentou melhor desempenho, sendo validado em todos os índices e nos três testes. Para o mesmo nível de confiança, os modelos TVE e t-Student também apresentaram performances consistentes, o que faz com que, na globalidade, estes dois modelos possam ser considerados como duas medidas de risco adequadas a momentos de crise e de turbulência como o que os mercados bolsistas vivem no momento presente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A gestão do risco tem ganho importância nas últimas décadas, em especial devido ao aumento da volatilidade nos mercados financeiros e à ocorrência de eventos de mercado que conduziram a perdas significativas. No âmbito da gestão do risco, a metodologia VaR tem sido uma medida de risco popular entre instituições financeiras, reguladores e investidores. Neste trabalho, foram considerados seis modelos de gestão de risco, recorrendo a três níveis de confiança e a três métodos de avaliação de performance, com o propósito de estudar a sua adequabilidade às condições de mercado, num período de elevada turbulência como foi o compreendido entre a crise Dot-Com e a crise financeira global.

Os resultados dos testes de desempenho evidenciaram as dificuldades de modelação do risco por parte dos modelos baseados na distribuição normal (*Riskmetrics* e simulação histórica), ao apresentarem estimativas pouco precisas, principalmente nos testes de avaliação ao número de exceções e à cobertura condicional, melhorando, contudo, a performance do primeiro modelo para o nível de confiança mais baixo, enquanto no caso do segundo ocorreu exatamente o inverso. Por seu lado, o modelo Cornish-Fisher apresentou melhor performance que os dois modelos anteriores, em especial nos dois níveis de confiança mais elevadas, enquanto o EGARCH-Normal revelou superioridade no nível de confiança de 95%. Finalmente, os modelos TVE e t-Student revelaram, em geral, superioridade face às restantes abordagens, não dependendo a sua performance do nível de confiança. Há, pois, boas razões para acreditar que estes modelos demonstram flexibilidade nas mudanças de volatilidade e na incorporação de rendibilidades extremas, como as que resultaram das duas crises ocorridas durante o lapso temporal estudado. Quanto à capacidade de avaliação dos *clusters* de exceções, de um modo geral, todos os modelos revelaram boa performance, não dependendo esta do nível de confiança, nem da distribuição considerada na estimação.

## **REFERÊNCIAS**

ANGELIDIS, T., BENOS, A. E DEGIANNAKIS, S. (2004). THE USE OF GARCH MODELS IN VAR ESTIMATION. STATISTICAL METHODOLOGY, VOL.1, PP. 105-128.



- ASSAF, A. (2009). EXTREME OBSERVATIONS AND RISK ASSESSMENT IN THE EQUITY MARKETS OF MENA REGION: TAIL MEASURES AND VALUE-AT-RISK. *INTERNATIONAL REVIEW OF FINANCIAL ANALYSIS*, nº 18, pp. 109-116.
- BEST, P. (1998). *IMPLEMENTING VALUE AT RISK*, JOHN WILEY & SONS.
- BROOKS, C. (2002). *INTRODUCTORY ECONOMETRICS FOR FINANCE*. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- CHRISTOFFERSEN, P. (2003). *ELEMENTS OF FINANCIAL RISK MANAGEMENT*. ACADEMIC PRESS.
- COLES, S. (2001). *AN INTRODUCTION TO STATISTICAL MODELING OF EXTREME VALUES*, SPRING SERIES IN STATISTICS, SPRINGER-VERLAG LONDON LIMITED.
- DOWD, K. (2002). *MEASURING MARKET RISK*. JOHN WILEY & SONS, CHICHESTER AND NEW YORK.
- ENGLE, R. (1982). AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY WITH ESTIMATES OF THE VARIANCE OF UNITED KINGDOM INFLATION. *ECONOMETRICA*, VOL. 50, pp. 987-1007.
- ESCH, L., KIEFFER, R. e LOPEZ, T. (2005). *ASSET AND RISK MANAGEMENT*. WILEY FINANCE.
- FERNANDEZ, V. (2003). *EXTREME VALUE THEORY AND VALUE-AT-RISK*, DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING AT THE UNIVERSITY OF CHILE (DII).
- FROMONT, E. (2005). MODÉLISATION DES RENTABILITÉS EXTRÊMES DES DISTRIBUTIONS DES HEDGE-FUNDS, CREM UMR CNRS 6211-AXE MACROÉCONOMIE ET FINANCE.
- GENÇAY R., SELÇUK, F. e ULUGUELYAGCI, A. (2003). HIGH VOLATILITY, THICK TAIL AND EXTREME VALUE THEORY IN VALUE-AT-RISK ESTIMATION. *MATHEMATICS AND ECONOMICS*, pp. 337-356.
- GENÇAY, R. e SELÇUK, F., (2004). EXTREME VALUE THEORY AND VALUE AT RISK: RELATIVE PERFORMANCE IN EMERGING MARKETS. *INSURANCE: MATHEMATICS AND ECONOMICS*, nº 33, 337-356.
- GIOT, P. e LAURENT, S. (2003). VALUE-AT-RISK FOR LONG AND SHORT TRADING POSITIONS. *JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS*, nº 18, pp. 641-664.
- HANSEN, P. e LUNDE, A., (2005). A FORECAST COMPARISON OF VOLATILITY MODELS: DOES ANYTHING BEAT A GARCH (1, 1)? . *JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS*, 20(7), pp. 873-889.
- HO, L., BURRIDGE, P., CADLE, J. e THEOBALD, M., (2000). VALUE-AT-RISK: APPLYING THE EXTREME VALUE APPROACH TO ASIAN MARKETS IN RECENT FINANCIAL TURMOIL. *PACIFIC-BASIN FINANCE JOURNAL*, 8, pp 249-275.
- JORION, P., (2000). RISK MANAGEMENT LESSONS FROM LONG-TERM CAPITAL MANAGEMENT. *EUROPEAN FINANCIAL MANAGEMENT*, VOL. 6, No. 3, SEPTEMBER 2000, pp. 277-300.
- JORION, P., (2007). *VALUE AT RISK*. 3RD Ed, PUBLISHER: MCGRAW-HILL.
- KUPIEC, P., (1995). TECHNIQUES FOR VERIFYING THE ACCURACY OF RISK MANAGEMENT MODELS. *JOURNAL OF DERIVATIVES*, 3, pp. 73-84.
- LONGIN, F., (1996). THE ASYMPTOTIC DISTRIBUTION OF EXTREME STOCK MARKET RETURNS. *JOURNAL OF BUSINESS*, 69 (3), pp. 383-408.
- LONGIN, F. (2000). FROM VALUE AT RISK TO STRESS TESTING: THE EXTREME VALUE APPROACH. *JOURNAL OF BANKING AND FINANCE*, Nº 24, pp. 1097-1130.
- MANDELBROT, B. (2006). *O MAU COMPORTAMENTO DOS MERCADOS: UMA VISÃO FRACTAL DO RISCO, DA RUÍNA E DO RENDIMENTO*, GRADIVA.
- MCNEIL, A. e FREY, R. (2000). ESTIMATION OF TAIL-RELATED RISK MEASURES FOR HETEROSCEDASTIC FINANCIAL TIME SERIES: AN EXTREME VALUE APPROACH. *JOURNAL OF EMPIRICAL FINANCE*, 7, ISSUES 3-4, NOVEMBER, pp. 271-300.
- NEFTCI, S. (2000). VALUE AT RISK CALCULATIONS, EXTREME EVENTS, AND TAIL ESTIMATION. *THE JOURNAL OF DERIVATIVES*, VOL.7, pp. 1-15.
- NELSON, D. (1991). CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY IN ASSET RETURNS: A NEW APPROACH. *ECONOMETRICA*, 59, 2, pp. 347-370.
- NIGUEZ, T. (2008). VOLATILITY AND VAR FORECASTING IN THE MADRID STOCK EXCHANGE. *SPANISH ECONOMIC REVIEW*, VOL. 10, pp. 169-196.
- PATEV, P. e KANARYAN, N. (2004). *MODELLING AND FORECASTING THE VOLATILITY OF THIN EMERGING STOCK MARKETS: THE CASE OF BULGARIA*. SSRN, WORKING PAPER. CONSULTADO EM FEVEREIRO DE 2015, EM: [HTTP://SSRN.COM/ABSTRACT=532302](http://ssrn.com/abstract=532302).
- REISS, R. e THOMAS, M. (2001). *STATISTICAL ANALYSIS OF EXTREME VALUES: FROM INSURANCE, FINANCE, HYDROLOGY AND OTHER FIELDS*, BIRKHAUSER VERLAG, BASEL.
- STIGLITZ, J. (1999). MORE INSTRUMENTS AND BROADER GOALS: MOVING TOWARD THE POST-WASHINGTON CONSENSUS. *REVISTA DE ECONOMIA POLÍTICA*, n. 19, v. 1(73).
- TSAY, R. (2005). *ANALYSIS OF FINANCIAL TIME SERIES*, 2ND ED., NEW JERSEY: WILEY.
- VELAYOUDOU, M., BECHIR, R. e ABDELWAHED, T. (2009) EXTREME VALUE THEORY AND VALUE AT RISK: APPLICATION TO OIL MARKET. *ENERGY ECONOMICS*, nº 31, pp. 519-530.
- VLADIMIR, O. (2009). AN APPLICATION OF EVT, GPD AND POT METHODS IN THE RUSSIAN STOCK MARKET (RTS INDEX). ORYOL REGIONAL ACADEMY OF STATE SERVICE, DISPONÍVEL EM: [HTTP:// PAPERS.SSRN.COM/SOL3/PAPERS.CFM?ABSTRACT\\_ID=1507678](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1507678). ACESSO EM MAIO DE 2016.
- WU, P. e SHIEH, S. (2007). VALUE-AT-RISK ANALYSIS FOR LONG-TERM INTEREST RATE FUTURES: FAT-TAIL AND LONG MEMORY IN RETURN INNOVATIONS. *JOURNAL OF EMPIRICAL FINANCE*, VOL. 14, pp. 248-259.



## ANEXO

Tabela 3: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice ATG.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
$T_0$	2364	2351	2251	2370	2356	2271	2885	2866	2751	2870	2854	2759	2883	2868	2758	2882	2866	2757
$T_1$	27	40	140	21	35	120	11	30	145	26	42	137	13	28	138	14	30	139
$T_{\infty}$	2337	2312	2123	2349	2325	2168	2876	2840	2616	2848	2817	2631	2872	2844	2629	2870	2840	2627
$T_{01}$	27	39	128	21	31	103	9	26	135	22	37	128	11	24	129	12	26	130
$T_{10}$	27	39	128	21	31	103	9	26	135	22	37	128	11	24	129	12	26	130
$T_{11}$	0	1	12	0	4	17	2	4	10	4	5	9	2	4	9	2	4	9
$\pi$	0,011	0,017	0,059	0,009	0,015	0,050	0,004	0,010	0,050	0,009	0,015	0,047	0,004	0,010	0,048	0,005	0,010	0,048
$\pi_{01}$	0,011	0,017	0,057	0,009	0,013	0,045	0,003	0,009	0,049	0,008	0,013	0,046	0,004	0,008	0,047	0,004	0,009	0,047
$\pi_{11}$	0,000	0,025	0,086	0,000	0,114	0,142	0,182	0,133	0,069	0,154	0,119	0,066	0,154	0,143	0,065	0,143	0,133	0,065
$LR_{uc}$	13,998	9,096	3,499	5,606	4,546	0,002	0,917	0,037	0,000	7,443	5,207	0,450	0,157	0,033	0,341	0,016	0,037	0,248
	(0,000)	(0,003)	(0,061)	(0,018)	(0,033)	(0,966)	(0,338)	(0,847)	(0,986)	(0,006)	(0,022)	(0,502)	(0,692)	(0,857)	(0,559)	(0,899)	(0,847)	(0,619)
$LR_{ind}$	0,617	0,147	1,769	0,372	10,201	15,569	12,304	14,024	1,037	16,360	13,243	0,973	10,870	15,141	0,893	10,244	14,024	0,816
	(0,432)	(0,701)	(0,183)	(0,542)	(0,001)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,309)	(0,000)	(0,000)	(0,324)	(0,001)	(0,000)	(0,345)	(0,001)	(0,000)	(0,366)
$LR_{cc}$	14,615	9,244	5,268	5,978	14,747	15,570	13,221	14,061	1,037	23,804	18,450	1,423	11,027	15,174	1,234	10,260	14,061	1,064
	(0,001)	(0,010)	(0,072)	(0,050)	(0,001)	(0,000)	(0,001)	(0,001)	(0,595)	(0,000)	(0,000)	(0,491)	(0,004)	(0,001)	(0,540)	(0,006)	(0,001)	(0,587)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional ( $LR_{uc}$ ), independência ( $LR_{ind}$ ) e cobertura condicional ( $LR_{cc}$ ), relativamente à série financeira do índice BOV, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 4: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice BOV.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2366	2346	2257	2373	2365	2267	2884	2870	2752	2871	2852	2749	2881	2869	2743	2881	2866	2692
<b>T<sub>1</sub></b>	25	45	134	18	26	124	12	26	144	25	44	147	15	27	153	15	30	204
<b>T<sub>00</sub></b>	2342	2303	2132	2355	2340	2161	2872	2845	2616	2847	2809	2610	2867	2843	2600	2867	2837	2502
<b>T<sub>01</sub></b>	24	43	125	18	25	106	12	25	136	24	43	139	14	26	143	14	29	190
<b>T<sub>10</sub></b>	24	43	125	18	25	106	12	25	136	24	43	139	14	26	143	14	29	190
<b>T<sub>11</sub></b>	1	2	9	0	1	18	0	1	8	1	1	8	1	1	10	1	1	14
<b><math>\pi</math></b>	0,010	0,019	0,056	0,008	0,011	0,052	0,004	0,009	0,050	0,009	0,015	0,051	0,005	0,009	0,053	0,005	0,010	0,070
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,010	0,018	0,055	0,008	0,011	0,047	0,004	0,009	0,049	0,008	0,015	0,051	0,005	0,009	0,052	0,005	0,010	0,071
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,040	0,044	0,067	0,000	0,038	0,145	0,000	0,038	0,056	0,040	0,023	0,054	0,067	0,037	0,065	0,067	0,033	0,069
<b>LR<sub>uc</sub></b>	10,868	14,921	1,772	2,657	0,179	0,172	0,453	0,316	0,005	6,304	6,807	0,035	0,019	0,137	0,480	0,019	0,037	22,732
	(0,001)	(0,000)	(0,183)	(0,103)	(0,672)	(0,678)	(0,501)	(0,574)	(0,946)	(0,012)	(0,009)	(0,852)	(0,892)	(0,711)	(0,488)	(0,892)	(0,847)	(0,000)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	1,251	1,192	0,314	0,273	1,133	16,333	0,100	1,423	0,105	1,549	0,148	0,042	3,382	1,305	0,475	3,382	0,991	0,011
	(0,263)	(0,275)	(0,575)	(0,601)	(0,287)	(0,000)	(0,752)	(0,233)	(0,745)	(0,213)	(0,701)	(0,837)	(0,066)	(0,253)	(0,491)	(0,066)	(0,319)	(0,916)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	12,119	16,114	2,086	2,930	1,312	16,505	0,553	1,739	0,110	7,852	6,955	0,077	3,401	1,442	0,955	3,401	1,029	22,743
	(0,002)	(0,000)	(0,352)	(0,231)	(0,519)	(0,000)	(0,758)	(0,419)	(0,946)	(0,020)	(0,031)	(0,962)	(0,183)	(0,486)	(0,620)	(0,183)	(0,598)	(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice BOV, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 5: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice CAC.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
$T_0$	2364	2355	2255	2364	2355	2245	2884	2871	2751	2874	2861	2744	2880	2869	2737	2878	2860	2700
$T_1$	27	36	136	27	36	146	12	25	145	22	35	152	16	27	159	18	36	196
$T_{00}$	2338	2321	2127	2338	2321	2121	2872	2846	2611	2852	2826	2597	2864	2842	2583	2860	2824	2511
$T_{01}$	26	34	128	26	34	124	12	25	140	22	35	147	16	27	154	18	36	189
$T_{10}$	26	34	128	26	34	124	12	25	140	22	35	147	16	27	154	18	36	189
$T_{11}$	1	2	8	1	2	22	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	7
$\pi$	0,011	0,015	0,057	0,011	0,015	0,061	0,004	0,009	0,050	0,008	0,012	0,052	0,006	0,009	0,055	0,006	0,012	0,068
$\pi_{01}$	0,011	0,014	0,057	0,011	0,014	0,055	0,004	0,009	0,051	0,008	0,012	0,054	0,006	0,009	0,056	0,006	0,013	0,070
$\pi_{11}$	0,037	0,056	0,059	0,037	0,056	0,151	0,000	0,000	0,034	0,000	0,000	0,033	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,036
$LR_{uc}$	13,998	5,346	2,286	13,998	5,346	5,772	0,453	0,573	0,000	3,384	1,193	0,371	0,155	0,137	1,423	0,798	1,605	17,241
	(0,000)	(0,021)	(0,131)	(0,000)	(0,021)	(0,016)	(0,501)	(0,449)	(0,986)	(0,066)	(0,275)	(0,542)	(0,694)	(0,711)	(0,233)	(0,372)	(0,205)	(0,000)
$LR_{ind}$	1,022	2,429	0,010	1,022	2,429	16,238	0,100	0,435	0,866	0,337	0,856	1,409	0,178	0,508	2,075	0,225	0,906	4,022
	(0,312)	(0,119)	(0,920)	(0,312)	(0,119)	(0,000)	(0,752)	(0,509)	(0,352)	(0,562)	(0,355)	(0,235)	(0,673)	(0,476)	(0,150)	(0,635)	(0,341)	(0,045)
$LR_{cc}$	15,021	7,775	2,296	15,021	7,775	22,010	0,553	1,009	0,867	3,721	2,049	1,780	0,333	0,645	3,498	1,023	2,511	21,263
	(0,001)	(0,020)	(0,317)	(0,001)	(0,020)	(0,000)	(0,758)	(0,604)	(0,648)	(0,156)	(0,359)	(0,411)	(0,847)	(0,724)	(0,174)	(0,600)	(0,285)	(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional ( $LR_{uc}$ ), independência ( $LR_{ind}$ ) e cobertura condicional ( $LR_{cc}$ ), relativamente à série financeira do índice CAC, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 6: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice DAX.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2370	2354	2247	2372	2353	2254	2884	2866	2752	2872	2858	2733	2883	2866	2731	2887	2871	2689
<b>T<sub>1</sub></b>	21	37	144	19	38	137	12	30	144	24	38	163	13	30	165	9	25	207
<b>T<sub>00</sub></b>	2350	2318	2112	2353	2318	2133	2872	2837	2611	2849	2821	2575	2870	2837	2570	2878	2847	2489
<b>T<sub>01</sub></b>	20	36	135	19	35	121	12	29	141	23	37	158	13	29	161	9	24	200
<b>T<sub>10</sub></b>	20	36	135	19	35	121	12	29	141	23	37	158	13	29	161	9	24	200
<b>T<sub>11</sub></b>	1	1	9	0	3	16	0	1	3	1	1	5	0	1	4	0	1	7
<b><math>\pi</math></b>	0,009	0,015	0,060	0,008	0,016	0,057	0,004	0,010	0,050	0,008	0,013	0,056	0,004	0,010	0,057	0,003	0,009	0,071
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,008	0,015	0,060	0,008	0,015	0,054	0,004	0,010	0,051	0,008	0,013	0,058	0,005	0,010	0,059	0,003	0,008	0,074
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,048	0,027	0,063	0,000	0,079	0,117	0,000	0,033	0,021	0,042	0,026	0,031	0,000	0,033	0,024	0,000	0,040	0,034
<b>LR<sub>uc</sub></b>	5,606	6,202	4,955	3,536	7,114	2,566	0,453	0,037	0,005	5,245	2,595	2,318	0,157	0,037	2,844	2,411	0,573	24,966
	(0,018)	(0,013)	(0,026)	(0,060)	(0,008)	(0,109)	(0,501)	(0,847)	(0,946)	(0,022)	(0,107)	(0,128)	(0,692)	(0,847)	(0,092)	(0,121)	(0,449)	(0,000)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	1,815	0,271	0,014	0,304	5,142	7,569	0,100	0,991	3,358	1,683	0,403	2,510	0,117	0,991	4,348	0,056	1,549	5,762
	(0,178)	(0,603)	(0,906)	(0,581)	(0,023)	(0,006)	(0,752)	(0,319)	(0,067)	(0,195)	(0,526)	(0,113)	(0,732)	(0,319)	(0,037)	(0,813)	(0,213)	(0,016)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	7,421	6,473	4,969	3,840	12,256	10,135	0,553	1,029	3,363	6,928	2,998	4,828	0,275	1,029	7,192	2,467	2,122	30,728
	(0,024)	(0,039)	(0,083)	(0,147)	(0,002)	(0,006)	(0,758)	(0,598)	(0,186)	(0,031)	(0,223)	(0,089)	(0,872)	(0,598)	(0,027)	(0,291)	(0,346)	(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice DAX, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 7: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice DJ.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2360	2475	2385	2368	2479	2376	2886	2871	2751	2864	2851	2749	2878	2866	2741	2875	2850	2686
<b>T<sub>1</sub></b>	31	46	136	23	42	145	10	25	145	32	45	147	18	30	155	21	46	210
<b>T<sub>00</sub></b>	2331	2431	2259	2345	2439	2253	2876	2846	2615	2832	2806	2610	2860	2836	2596	2854	2804	2494
<b>T<sub>01</sub></b>	29	44	126	23	40	123	10	25	136	32	45	139	18	30	145	21	46	192
<b>T<sub>10</sub></b>	29	44	126	23	40	123	10	25	136	32	45	139	18	30	145	21	46	192
<b>T<sub>11</sub></b>	2	2	10	0	2	22	0	0	9	0	0	8	0	0	10	0	0	18
<b><math>\pi</math></b>	0,013	0,018	0,054	0,010	0,017	0,058	0,003	0,009	0,050	0,011	0,016	0,051	0,006	0,010	0,054	0,007	0,016	0,073
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,012	0,018	0,053	0,010	0,016	0,052	0,003	0,009	0,049	0,011	0,016	0,051	0,006	0,010	0,053	0,007	0,016	0,071
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,065	0,043	0,074	0,000	0,048	0,152	0,000	0,000	0,062	0,000	0,000	0,054	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000	0,086
<b>LR<sub>uc</sub></b>	21,139	13,923	0,807	8,061	9,409	2,866	1,563	0,573	0,000	15,817	7,677	0,035	0,798	0,037	0,740	2,588	8,592	27,294
	(0,000)	(0,000)	(0,369)	(0,005)	(0,002)	(0,090)	(0,211)	(0,449)	(0,986)	(0,000)	(0,006)	(0,852)	(0,372)	(0,847)	(0,390)	(0,108)	(0,003)	(0,000)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	3,393	1,213	0,981	0,447	1,684	18,269	0,069	0,435	0,433	0,715	1,421	0,042	0,225	0,628	0,369	0,307	1,485	0,559
	(0,065)	(0,271)	(0,322)	(0,504)	(0,194)	(0,000)	(0,792)	(0,509)	(0,511)	(0,398)	(0,233)	(0,837)	(0,635)	(0,428)	(0,543)	(0,580)	(0,223)	(0,455)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	24,532	15,135	1,788	8,508	11,093	21,135	1,633	1,009	0,433	16,532	9,098	0,077	1,023	0,665	1,109	2,895	10,077	27,853
	(0,000)	(0,001)	(0,409)	(0,014)	(0,004)	(0,000)	(0,442)	(0,604)	(0,805)	(0,000)	(0,011)	(0,962)	(0,600)	(0,717)	(0,574)	(0,235)	(0,006)	(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice DJ, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 8: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice FTSE.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
$T_0$	2360	2341	2245	2365	2356	2261	2884	2871	2752	2875	2856	2728	2880	2864	2727	2870	2844	2700
$T_1$	31	50	146	26	35	130	12	25	144	21	40	168	16	32	169	26	52	196
$T_{\infty}$	2329	2294	2115	2340	2325	2149	2872	2846	2615	2854	2816	2570	2864	2832	2569	2844	2792	2516
$T_{01}$	31	47	130	25	31	112	12	25	137	21	40	158	16	32	158	26	52	184
$T_{10}$	31	47	130	25	31	112	12	25	137	21	40	158	16	32	158	26	52	184
$T_{11}$	0	3	16	1	4	18	0	0	7	0	0	10	0	0	11	0	0	12
$\pi$	0,013	0,021	0,061	0,011	0,015	0,054	0,004	0,009	0,050	0,007	0,014	0,058	0,006	0,011	0,058	0,009	0,018	0,068
$\pi_{01}$	0,013	0,020	0,058	0,011	0,013	0,050	0,004	0,009	0,050	0,007	0,014	0,058	0,006	0,011	0,058	0,009	0,018	0,068
$\pi_{11}$	0,000	0,060	0,110	0,038	0,114	0,138	0,000	0,000	0,049	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000	0,061
$LR_{uc}$	21,139	21,881	5,772	12,394	4,546	0,936	0,453	0,573	0,005	2,588	3,800	3,729	0,155	0,312	4,050	7,443	14,980	17,241
	(0,000)	(0,000)	(0,016)	(0,000)	(0,033)	(0,333)	(0,501)	(0,449)	(0,946)	(0,108)	(0,051)	(0,053)	(0,694)	(0,577)	(0,044)	(0,006)	(0,000)	(0,000)
$LR_{ind}$	0,814	2,575	5,314	1,133	10,201	13,848	0,100	0,435	0,004	0,307	1,120	0,007	0,178	0,715	0,143	0,471	1,902	0,143
	(0,367)	(0,109)	(0,021)	(0,287)	(0,001)	(0,000)	(0,752)	(0,509)	(0,950)	(0,580)	(0,290)	(0,931)	(0,673)	(0,398)	(0,705)	(0,492)	(0,168)	(0,705)
$LR_{cc}$	21,953	24,456	11,086	13,527	14,747	14,785	0,553	1,009	0,009	2,895	4,920	3,737	0,333	1,027	4,193	7,914	16,881	17,384
	(0,000)	(0,000)	(0,004)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,758)	(0,604)	(0,996)	(0,235)	(0,085)	(0,154)	(0,847)	(0,598)	(0,123)	(0,019)	(0,000)	(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional ( $LR_{uc}$ ), independência ( $LR_{ind}$ ) e cobertura condicional ( $LR_{cc}$ ), relativamente à série financeira do índice FTSE, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 9: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice HANG.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2368	2355	2254	2364	2351	2278	2885	2871	2751	2874	2860	2740	2884	2871	2743	2878	2867	2728
<b>T<sub>1</sub></b>	23	36	137	27	40	113	11	25	145	22	36	156	12	25	153	18	29	168
<b>T<sub>00</sub></b>	2345	2320	2124	2340	2315	2181	2874	2846	2615	2852	2825	2594	2872	2846	2600	2860	2839	2571
<b>T<sub>01</sub></b>	23	35	130	24	36	97	11	25	136	22	35	146	12	25	143	18	28	157
<b>T<sub>10</sub></b>	23	35	130	24	36	97	11	25	136	22	35	146	12	25	143	18	28	157
<b>T<sub>11</sub></b>	0	1	7	3	4	16	0	0	9	0	1	10	0	0	10	0	1	11
<b><math>\pi</math></b>	0,010	0,015	0,057	0,011	0,017	0,047	0,004	0,009	0,050	0,008	0,012	0,054	0,004	0,009	0,053	0,006	0,010	0,058
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,010	0,015	0,058	0,010	0,015	0,043	0,004	0,009	0,049	0,008	0,012	0,053	0,004	0,009	0,052	0,006	0,010	0,058
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,000	0,028	0,051	0,111	0,100	0,142	0,000	0,000	0,062	0,000	0,028	0,064	0,000	0,000	0,065	0,000	0,034	0,065
<b>LR<sub>uc</sub></b>	8,061	5,346	2,566	13,998	9,096	0,384	0,917	0,573	0,000	3,384	1,605	0,890	0,453	0,573	0,480	0,798	0,000	3,729
	(0,005)	(0,021)	(0,109)	(0,000)	(0,003)	(0,535)	(0,338)	(0,449)	(0,986)	(0,066)	(0,205)	(0,345)	(0,501)	(0,449)	(0,488)	(0,372)	(0,994)	(0,053)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	0,447	0,321	0,107	8,895	8,228	16,030	0,084	0,435	0,433	0,337	0,520	0,321	0,100	0,435	0,475	0,225	1,089	0,175
	(0,504)	(0,571)	(0,744)	(0,003)	(0,004)	(0,000)	(0,772)	(0,509)	(0,511)	(0,562)	(0,471)	(0,571)	(0,752)	(0,509)	(0,491)	(0,635)	(0,297)	(0,675)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	8,508	5,667	2,673	22,893	17,324	16,415	1,001	1,009	0,433	3,721	2,125	1,212	0,553	1,009	0,955	1,023	1,089	3,905
	(0,014)	(0,059)	(0,263)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,606)	(0,604)	(0,805)	(0,156)	(0,346)	(0,546)	(0,758)	(0,604)	(0,620)	(0,600)	(0,580)	(0,142)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice HANG, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 10: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice IBEX.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2362	2350	2267	2372	2354	2269	2884	2865	2751	2865	2851	2733	2874	2863	2733	2866	2849	2706
<b>T<sub>1</sub></b>	29	41	124	19	37	122	12	31	145	31	45	163	22	33	163	30	47	190
<b>T<sub>00</sub></b>	2333	2309	2153	2353	2317	2163	2872	2834	2614	2834	2807	2578	2852	2831	2579	2836	2803	2526
<b>T<sub>01</sub></b>	29	41	114	19	37	106	12	31	137	31	44	155	22	32	154	30	46	180
<b>T<sub>10</sub></b>	29	41	114	19	37	106	12	31	137	31	44	155	22	32	154	30	46	180
<b>T<sub>11</sub></b>	0	0	10	0	0	16	0	0	8	0	1	8	0	1	9	0	1	10
<b><math>\pi</math></b>	0,012	0,017	0,052	0,008	0,015	0,051	0,004	0,011	0,050	0,011	0,016	0,056	0,008	0,011	0,056	0,010	0,016	0,066
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,012	0,017	0,050	0,008	0,016	0,047	0,004	0,011	0,050	0,011	0,015	0,057	0,008	0,011	0,056	0,010	0,016	0,067
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,000	0,000	0,081	0,000	0,000	0,131	0,000	0,000	0,055	0,000	0,022	0,049	0,000	0,030	0,055	0,000	0,021	0,053
<b>LR<sub>uc</sub></b>	17,429	10,164	0,172	3,536	6,202	0,053	0,453	0,142	0,000	14,250	7,677	2,318	3,384	0,545	2,318	12,749	9,552	13,582
	(0,000)	(0,001)	(0,678)	(0,060)	(0,013)	(0,819)	(0,501)	(0,706)	(0,986)	(0,000)	(0,006)	(0,128)	(0,066)	(0,460)	(0,128)	(0,000)	(0,002)	(0,000)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	0,712	1,431	1,916	0,304	1,163	12,402	0,100	0,671	0,081	0,671	0,118	0,176	0,337	0,732	0,004	0,628	0,070	0,594
	(0,399)	(0,232)	(0,166)	(0,581)	(0,281)	(0,000)	(0,752)	(0,413)	(0,776)	(0,413)	(0,731)	(0,675)	(0,562)	(0,392)	(0,951)	(0,428)	(0,792)	(0,441)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	18,141	11,595	2,089	3,840	7,366	12,454	0,553	0,813	0,081	14,921	7,795	2,494	3,721	1,277	2,322	13,378	9,621	14,175
	(0,000)	(0,003)	(0,352)	(0,147)	(0,025)	(0,002)	(0,758)	(0,666)	(0,960)	(0,001)	(0,020)	(0,287)	(0,156)	(0,528)	(0,313)	(0,001)	(0,008)	(0,001)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice IBEX, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.



Tabela 11: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice ISEQ.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
$T_0$	2361	2341	2258	2366	2352	2233	2883	2875	2751	2866	2845	2743	2879	2862	2737	2879	2856	2687
$T_1$	30	50	133	25	39	158	13	21	145	30	51	153	17	34	159	17	40	209
$T_{00}$	2331	2293	2134	2343	2317	2107	2870	2854	2614	2836	2794	2600	2862	2828	2591	2861	2815	2497
$T_{01}$	30	48	124	23	35	126	13	21	137	30	51	143	17	34	146	18	41	190
$T_{10}$	30	48	124	23	35	126	13	21	137	30	51	143	17	34	146	17	40	190
$T_{11}$	0	2	9	2	4	32	0	0	8	0	0	10	0	0	13	0	0	19
$\pi$	0,013	0,021	0,056	0,010	0,016	0,066	0,004	0,007	0,050	0,010	0,018	0,053	0,006	0,012	0,055	0,006	0,014	0,072
$\pi_{01}$	0,013	0,021	0,055	0,010	0,015	0,056	0,005	0,007	0,050	0,010	0,018	0,052	0,006	0,012	0,053	0,006	0,014	0,071
$\pi_{11}$	0,000	0,040	0,068	0,080	0,103	0,203	0,000	0,000	0,055	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000	0,082	0,000	0,000	0,091
$LR_{uc}$	19,250	21,881	1,539	10,868	8,079	11,874	0,157	2,444	239,819	12,749	13,813	0,480	188,614	0,839	287,460	188,614	3,800	477,613
	(0,000)	(0,000)	(0,215)	(0,001)	(0,004)	(0,001)	(0,692)	(0,118)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,488)	(0,000)	(0,360)	(0,000)	(0,000)	(0,051)	(0,000)
$LR_{ind}$	0,762	0,723	0,366	4,914	8,594	35,416	0,117	0,307	0,081	0,628	1,829	0,475	0,201	0,808	2,065	-10,005	-7,391	1,104
	0,383	(0,395)	(0,545)	0,027	(0,003)	(0,000)	(0,732)	(0,580)	(0,776)	(0,428)	(0,176)	(0,491)	(0,654)	(0,369)	(0,151)			(0,293)
$LR_{cc}$	(20,012)	22,605	1,906	(15,782)	16,673	47,290	0,275	2,750	239,900	13,378	15,641	0,955	188,815	1,647	289,525	178,609	-3,591	478,718
	(0,000)	(0,000)	(0,386)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,872)	(0,253)	(0,000)	(0,001)	(0,000)	(0,620)	(0,000)	(0,439)	(0,000)	(0,000)		(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional ( $LR_{uc}$ ), independência ( $LR_{ind}$ ) e cobertura condicional ( $LR_{cc}$ ), relativamente à série financeira do índice ISEQ, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 12: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice Nikkei.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
$T_0$	2358	2342	2243	2373	2355	2261	2885	2871	2752	2867	2845	2733	2876	2859	2731	2865	2838	2691
$T_1$	33	49	148	18	36	130	11	25	144	29	51	163	20	37	165	31	58	205
$T_{00}$	2328	2297	2107	2357	2323	2146	2875	2847	2615	2839	2795	2577	2857	2823	2573	2835	2781	2497
$T_{01}$	30	45	136	16	32	115	10	24	137	28	50	156	19	36	158	30	57	194
$T_{10}$	30	45	136	16	32	115	10	24	137	28	50	156	19	36	158	30	57	194
$T_{11}$	3	4	12	2	4	15	1	1	7	1	1	7	1	1	7	1	1	11
$\pi$	0,014	0,020	0,062	0,008	0,015	0,054	0,004	0,009	0,050	0,010	0,018	0,056	0,007	0,013	0,057	0,011	0,020	0,071
$\pi_{01}$	0,013	0,019	0,061	0,007	0,014	0,051	0,003	0,008	0,050	0,010	0,018	0,057	0,007	0,013	0,058	0,010	0,020	0,072
$\pi_{11}$	0,091	0,082	0,081	0,111	0,111	0,115	0,091	0,040	0,049	0,034	0,020	0,043	0,050	0,027	0,042	0,032	0,017	0,054
$LR_{uc}$	25,110	20,404	6,647	2,657	5,346	0,936	0,917	0,573	0,005	11,316	13,813	2,318	1,889	2,073	2,844	14,250	22,780	23,466
	(0,000)	(0,000)	(0,010)	(0,103)	(0,021)	(0,333)	(0,338)	(0,449)	(0,946)	(0,001)	(0,000)	(0,128)	(0,169)	(0,150)	(0,092)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
$LR_{ind}$	6,633	5,451	0,922	7,443	9,777	7,785	4,607	1,549	0,004	1,089	0,012	0,625	2,312	0,459	0,749	0,899	0,025	1,062
	(0,010)	(0,020)	(0,337)	(0,006)	(0,002)	(0,005)	(0,032)	(0,213)	(0,950)	(0,297)	(0,914)	(0,429)	(0,128)	(0,498)	(0,387)	(0,343)	(0,876)	(0,303)
$LR_{cc}$	31,743	25,855	7,569	10,101	15,122	8,722	5,524	2,122	0,009	12,405	13,824	2,943	4,201	2,532	3,593	15,150	22,805	24,528
	(0,000)	(0,000)	(0,023)	(0,006)	(0,001)	(0,013)	(0,063)	(0,346)	(0,996)	(0,002)	(0,001)	(0,230)	(0,122)	(0,282)	(0,166)	(0,001)	(0,000)	(0,000)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional ( $LR_{uc}$ ), independência ( $LR_{ind}$ ) e cobertura condicional ( $LR_{cc}$ ), relativamente à série financeira do índice NIKKEI, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 13: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice PSI.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2361	2344	2256	2370	2352	2264	2886	2863	2751	2870	2854	2757	2883	2866	2754	2887	2878	2738
<b>T<sub>1</sub></b>	30	47	135	21	39	127	10	33	145	26	42	139	13	30	142	9	18	158
<b>T<sub>00</sub></b>	2332	2299	2137	2349	2313	2164	2876	2831	2616	2845	2813	2627	2870	2837	2622	2878	2860	2591
<b>T<sub>01</sub></b>	29	45	119	21	39	100	10	32	135	25	41	130	13	29	132	9	18	147
<b>T<sub>10</sub></b>	29	45	119	21	39	100	10	32	135	25	41	130	13	29	132	9	18	147
<b>T<sub>11</sub></b>	1	2	16	0	0	27	0	1	10	1	1	9	0	1	10	0	0	11
<b><math>\pi</math></b>	0,013	0,020	0,056	0,009	0,016	0,053	0,003	0,011	0,050	0,009	0,015	0,048	0,004	0,010	0,049	0,003	0,006	0,055
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,012	0,019	0,053	0,009	0,017	0,044	0,003	0,011	0,049	0,009	0,014	0,047	0,005	0,010	0,048	0,003	0,006	0,054
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,033	0,043	0,119	0,000	0,000	0,213	0,000	0,030	0,069	0,038	0,024	0,065	0,000	0,033	0,070	0,000	0,000	0,070
<b>LR<sub>uc</sub></b>	19,250	17,576	2,021	5,606	8,079	0,479	1,563	0,545	0,000	7,443	5,207	0,248	0,157	0,037	0,057	2,411	4,842	1,232
	(0,000)	(0,000)	(0,155)	(0,018)	(0,004)	(0,489)	(0,211)	(0,460)	(0,986)	(0,006)	(0,022)	(0,619)	(0,692)	(0,847)	(0,811)	(0,121)	(0,028)	(0,267)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	0,734	0,988	8,133	0,372	1,293	41,818	0,069	0,732	1,037	1,423	0,217	0,816	0,117	0,991	1,307	0,056	0,225	0,682
	(0,392)	(0,320)	(0,004)	(0,542)	(0,255)	(0,000)	(0,792)	(0,392)	(0,309)	(0,233)	(0,641)	(0,366)	(0,732)	(0,319)	(0,253)	(0,813)	(0,635)	(0,409)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	19,984	18,564	10,154	5,978	9,372	42,298	1,633	1,277	1,037	8,866	5,424	1,064	0,275	1,029	1,364	2,467	5,067	1,914
	(0,000)	(0,000)	(0,006)	(0,050)	(0,009)	(0,000)	(0,442)	(0,528)	(0,595)	(0,012)	(0,066)	(0,587)	(0,872)	(0,598)	(0,506)	(0,291)	(0,079)	(0,384)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice PSI, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.

Tabela 14: Resultados do *Backtesting* – Testes de cobertura incondicional, independência e cobertura condicional, relativamente à série financeira do índice SENSEX.

	RM (0,5)	RM (1)	RM(5)	SH (0,5)	SH (1)	SH (5)	TVE (0,5)	TVE (1)	TVE (5)	Normal (0,5)	Normal (1)	Normal (5)	t-S (0,5)	t-S (1)	t-S (5)	C-F (0,5)	C-F (1)	C-F (5)
<b>T<sub>0</sub></b>	2363	2348	2277	2371	2358	2276	2883	2866	2751	2865	2854	2764	2877	2867	2765	2888	2875	2742
<b>T<sub>1</sub></b>	28	43	114	20	33	115	13	30	145	31	42	132	19	29	131	8	21	154
<b>T<sub>00</sub></b>	2337	2308	2173	2353	2330	2183	2871	2838	2613	2836	2814	2638	2860	2840	2640	2880	2856	2597
<b>T<sub>01</sub></b>	26	40	104	18	28	93	12	28	138	29	40	126	17	27	125	8	19	145
<b>T<sub>10</sub></b>	26	40	104	18	28	93	12	28	138	29	40	126	17	27	125	8	19	145
<b>T<sub>11</sub></b>	2	3	10	2	5	22	1	2	7	2	2	6	2	2	6	0	2	9
<b><math>\pi</math></b>	0,012	0,018	0,048	0,008	0,014	0,048	0,004	0,010	0,050	0,011	0,015	0,046	0,007	0,010	0,045	0,003	0,007	0,053
<b><math>\pi_{01}</math></b>	0,011	0,017	0,046	0,008	0,012	0,041	0,004	0,010	0,050	0,010	0,014	0,046	0,006	0,009	0,045	0,003	0,007	0,053
<b><math>\pi_{11}</math></b>	0,071	0,070	0,088	0,100	0,152	0,191	0,077	0,067	0,048	0,065	0,048	0,045	0,105	0,069	0,046	0,000	0,095	0,058
<b>LR<sub>uc</sub></b>	15,678	12,448	0,275	4,521	3,121	0,185	0,157	0,037	0,000	14,250	5,207	1,226	1,291	0,000	1,428	3,481	2,444	0,603
	(0,000)	(0,000)	(0,600)	(0,033)	(0,077)	(0,668)	(0,692)	(0,847)	(0,986)	(0,000)	(0,022)	(0,268)	(0,256)	(0,994)	(0,232)	(0,062)	(0,118)	(0,437)
<b>LR<sub>ind</sub></b>	4,096	3,922	3,463	6,610	16,211	33,160	3,940	4,266	0,010	4,035	2,069	(0,000)	7,738	4,508	0,001	0,044	6,944	0,087
	(0,043)	(0,048)	(0,063)	(0,010)	(0,000)	(0,000)	(0,047)	(0,039)	(0,919)	(0,045)	(0,150)	(0,994)	(0,005)	(0,034)	(0,975)	(0,833)	(0,008)	(0,768)
<b>LR<sub>cc</sub></b>	19,774	16,370	3,738	11,131	19,332	33,344	4,097	4,303	0,011	18,285	7,276	1,226	9,028	4,508	1,429	3,526	9,388	0,690
	(0,000)	(0,000)	(0,154)	(0,004)	(0,000)	(0,000)	(0,129)	(0,116)	(0,995)	(0,000)	(0,026)	(0,542)	(0,011)	(0,105)	(0,489)	(0,172)	(0,009)	(0,708)

Fonte: elaboração própria.

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cobertura incondicional (LR<sub>uc</sub>), independência (LR<sub>ind</sub>) e cobertura condicional (LR<sub>cc</sub>), relativamente à série financeira do índice SENSEX, para os níveis de confiança de 99,5% (0,5), 99% (1) e 95% (5), aplicados às estimativas dos modelos *Riskmetrics* (RM), simulação histórica (SH), teoria do valor extremo (TVE), t-Student (t-S) e Cornish-Fisher (CF). Os valores entre parêntesis dizem respeito à probabilidade de cada um dos testes.



## **DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE DE DISSOCIAÇÃO E COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DE LÍQUIDOS IÔNICOS FARMACÊUTICOS COM ATIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA**

DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN Y COEFICIENTE DE PARTICIÓN DE LIQUIDOS IÓNICOS FARMACÉUTICOS CON ACTIVIDAD ANTIINFLAMATORIA  
DETERMINING THE DISSOCIATION CONSTANT AND PARTITION COEFFICIENT OF PHARMACEUTICAL IONIC LIQUIDS WITH ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY

Alexandre Marques (alexchelsea1@hotmail.com)\*

Ana Dias (anafilipavd3@hotmail.com)\*

André R.T.S. Araujo (andrearaujo@ipg.pt)\* \*\*

Ana Azevedo (aazevedo@ff.up.pt)\*\*\*

Paula Pinto (ppinto@ff.up.pt)\*\*\*

M. Lúcia M.F.S. Saraiva (lsaraiva@ff.up.pt)\*\*\*

### **RESUMO**

Os líquidos iónicos (LIs) têm mostrado um enorme potencial em diversas áreas quer a nível laboratorial, quer a nível industrial. Estes compostos são geralmente definidos como sais orgânicos constituídos por um catião orgânico e um anião orgânico ou inorgânico com pontos de fusão inferiores a 100° C.

Neste trabalho foi estudada a interação de LIs contendo o catião colina e os aniões ibuprofenato, naproxenato e cetoprofenato, com a Albumina do Soro Humano (ASH) por espectrofluorimetria. A ASH foi selecionada por ser a proteína mais abundante no plasma e apresentar fluorescência intrínseca que pode ser reduzida por interação com fármacos, possibilitando a avaliação da afinidade de ligação às proteínas plasmáticas pelos LIs-APIs (do inglês Active Pharmaceutical Ingredients). Concomitantemente foi analisada a partição dos três LIs-APIs, entre as fases aquosa e lipídica, formada por micelas de hexadecilfosfolina, que foram selecionadas por exibirem similaridade estrutural com os lípidos presentes nas membranas biológicas. Este ensaio permitiu o cálculo do coeficiente de partição (K<sub>p</sub>) por espectrofotometria derivativa no ultravioleta-visível.

Os resultados obtidos no estudo da interação dos LIs-APIs com a ASH revelam que o naproxenato de colina estabelece uma ligação mais forte à ASH comparativamente ao naproxeno. Por sua vez, os valores de K<sub>p</sub> evidenciam um aumento da partição do ibuprofenato de colina relativamente ao ibuprofeno, sugerindo uma melhoria da capacidade de atravessar as membranas biológicas.

**Palavras-chave:** *líquidos iónicos farmacêuticos; constante de dissociação; coeficiente de partição; metodologias espectroscópicas.*

### **ABSTRACT**

Ionic liquids (ILs) have shown great potential in a number of laboratory and industrial settings. These compounds are generally defined as organic salts consisting of an organic cation and an organic or inorganic anion with melting points below 100 °C. In the present study, the interaction of ILs containing the cation choline and the anions ibuprofenate, naproxenate and ketoprofenate were evaluated with human serum albumin (HSA) by spectrofluorometry. HSA was selected as it is the protein most abundant in plasma and due to its intrinsic fluorescence, that can be reduced by interaction of drugs, allowing the evaluation of binding affinity to plasmatic proteins by the ILs-APIs (Active Pharmaceutical Ingredients).

Simultaneously, the partition of the three LIs-APIs was analyzed between the aqueous and lipid phases, formed by micelles of hexadecylphosphocholine, that were used due to their structural similarity to the lipids present in biological membranes. Through this assay the partition coefficient ( $K_p$ ) was calculated by derivative spectrophotometry in the ultraviolet-visible region.

The HSA binding affinity results revealed that choline naproxenate establishes a stronger binding with HSA in comparison with the reference drug, naproxen. In the  $K_p$  determination assays an increasing of the partition of choline ibuprofenate was observed in relation to ibuprofen, suggesting an improvement in the ability to pass through biological membranes.

**Keywords:** *pharmaceutical ionic liquids; dissociation constant; partition coefficient; spectroscopic methodologies.*

## RESUMEN

Los líquidos iónicos (LIs) han demostrado un gran potencial en varias áreas a nivel de laboratorio o industrial. Dichos compuestos se definen generalmente como sales orgánicas que consisten en un catión orgánico y un anión orgánico o inorgánico con puntos de fusión por debajo de los 100 °C.

En este trabajo la interacción de los líquidos iónicos que contienen cationes basados en la colina y los aniones ibuprofenato, naproxenato y cetoprofenato, con albúmina sérica humana (ASH) se estudia por espectrofluorimetría. La ASH fue seleccionada como la proteína más abundante en el plasma, la cual exhibe una fluorescencia intrínseca que puede ser reducida por la interacción con los fármacos, lo que permite la evaluación de la afinidad de unión a las proteínas plasmáticas por LIs-APIs (del inglés Active Pharmaceutical Ingredients). Al mismo tiempo se analizó la partición las API de tres LIs entre la fase acuosa y lipídica, formada por micelas de hexadecilfosfocolina, que han sido seleccionadas ya que exhiben una similitud estructural con los lípidos presentes en las membranas biológicas. Este ensayo permitió el cálculo de la derivada del coeficiente de partición ( $K_p$ ) por espectrofotometría ultravioleta-visible.

Estos resultados preliminares obtenidos mediante el estudio de la interacción de los LIs-APIs con HSA muestran que naproxenato colina establece una fuerte conexión al HSA en comparación con el naproxeno. A su vez, los valores  $K_p$  muestran un aumento en relación con la partición de ibuprofenato colina en relación con el ibuprofeno, lo que sugiere una mejora en la capacidad de atravesar las membranas biológicas.

**Palabras clave:** *líquidos iónicos farmacéuticos; constante de disociación; coeficiente de partición; metodologías espectroscópicas.*

\* Aluna da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico da Guarda

\*\* Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior (UDI) e Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico da Guarda

\*\*\* LAQV, REQUIMTE, Departamento de Ciências Químicas, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

Submitted: 21st November 2015

Accepted: 13th July 2016

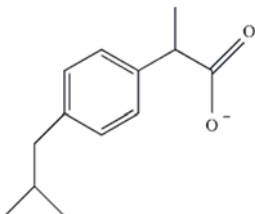
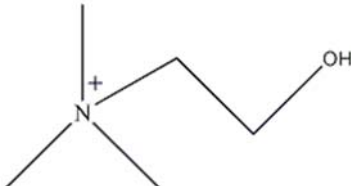
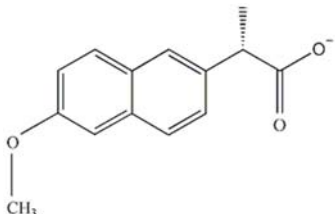
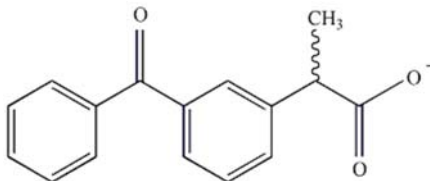
## INTRODUÇÃO

A indústria farmacêutica está a atravessar uma fase de enormes desafios sendo cada vez mais difícil obter novos compostos químicos. De facto, apenas 10% dos fármacos que são avaliados em ensaios clínicos chegam ao mercado, o que se deve principalmente a problemas de solubilidade, biodisponibilidade e estabilidade [1,2].

A maioria das indústrias farmacêuticas está dependente de fármacos na forma de sais, cristais e estruturas sólidas, principalmente por razões de pureza, fabrico e também facilidade de manuseamento. No entanto, continuam a existir problemas associados com a forma farmacêutica de muitos fármacos no estado sólido, nomeadamente problemas relacionados com a formação de polimorfismos, baixa solubilidade, baixa biodisponibilidade e cristalização espontânea de formas amorfas, assim procuram-se alternativas que assegurem o transporte através das membranas e a eficiência dos fármacos com os menores efeitos secundários possíveis [3,4]. Neste contexto, diversos autores têm estudado uma nova geração de líquidos iónicos (LIs), baseados em princípios ativos farmacêuticos (LIs-APIs, do inglês *active pharmaceutical ingredients*) [5-7]. A pesquisa nesta área foca-se principalmente na síntese de novos compostos por associação de diferentes iões ativos (aniões e catiões) [5,8,9]. Os LIs são sais orgânicos constituídos por um catião orgânico e um anião orgânico ou inorgânico, com pontos de fusão inferiores a 100° C. Por norma estes compostos são sólidos à temperatura ambiente, mas podem também apresentar-se no estado líquido [6]. Com base nas suas propriedades e respetivas aplicações, os LIs podem ser agrupados em três gerações distintas [7]. A primeira geração inclui LIs com propriedades físicas peculiares, tais como baixa pressão de vapor e elevada estabilidade térmica, que permitiram a sua utilização como alternativa aos solventes orgânicos voláteis. Os LIs de segunda geração resultam da adaptação de propriedades físicas e químicas, sendo proposto o seu emprego como materiais funcionais, nomeadamente como materiais energéticos, lubrificantes e quelantes. Por último, a terceira e mais recente geração compreende LIs-APIs que apresentam atividade biológica [5,6].

Neste contexto, realizaram-se ensaios *in vitro* com o objetivo de estudar a afinidade de ligação às proteínas plasmáticas e a lipofilia de três novos LIs-APIs com o objetivo de prever a sua biodisponibilidade e capacidade de interagir com as membranas biológicas e consequentemente a sua eficácia. Os LI-APIs selecionados são constituídos por um anião com atividade anti-inflamatória (ibuprofenato, naproxenato e cetoprofenato) em associação com o catião colina (figura 1).



LIS-APIS	ANIÃO	CATIÃO
IBUPROFENATO DE COLINA		
NAPROXENATO DE COLINA		
CETOPROFENATO DE COLINA		

*Figura 1 – Fórmulas de estrutura química dos aniões e do catião dos Lis-APIs em estudo.*

No campo do estudo da afinidade de ligação às proteínas plasmáticas, a albumina do soro humano (ASH) é a proteína mais abundante no plasma humano e, certamente, a mais importante no transporte de compostos endógenos e exógenos, sendo desta forma considerada como um modelo para o estudo da interação in vitro dos fármacos com esta [10]. A ASH apresenta fluorescência intrínseca que é conferida maioritariamente pelo resíduo de triptofano e que pode ser reduzida por interação com ligandos. Assim, a espectrofluorimetria torna-se uma ferramenta importante para a implementação deste tipo de estudo. No presente trabalho, os estudos de afinidade de ligação às proteínas plasmáticas basearam-se na inibição da fluorescência intrínseca da ASH, através da determinação da constante de dissociação ( $K_d$ ) [11].

Relativamente à avaliação da lipofilia de novos fármacos, a determinação do coeficiente de partição ( $K_p$ ) tem sido tradicionalmente realizada recorrendo ao sistema octanol/água ( $K_o/a$ ), não sendo considerada a natureza iónica dos compostos. Recentemente, vários autores propuseram alternativas para contornar esta situação, tendo surgido os modelos membranares lipídicos [12,13]. Estes são mais adequados para a determinação do  $K_p$ , uma vez que mimetizam o interior hidrofóbico e a superfície polar carregada de fosfolípidos presentes nas biomembranas. Desta forma, para a determinação do  $K_p$  recorreu-se a micelas de hexadecilfosfatidilcolina (HDPC) como modelo de membrana e à espectrofotometria derivativa no ultravioleta-visível (UV-Vis) como técnica de deteção. As micelas de HDPC, para além de serem

fáceis e rápidas de preparar, também possuem elevada estabilidade e minimizam as interferências espectroscópicas de dispersão de luz, sendo uma forma de contornar o uso de solventes orgânicos tóxicos [14,15].

Assim, com este trabalho pretende-se determinar a  $K_d$  e o  $K_p$  destes LIs-APIs, comparando os dados com os anti-inflamatórios de referência, reunindo informações que suportem a aplicação futura dos LIs-APIs na indústria farmacêutica.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **REAGENTES E SOLUÇÕES**

Na preparação de todas as soluções aquosas foi utilizada água ultrapura com uma condutividade específica inferior a  $0,1 \mu\text{Scm}^{-1}$ , obtida a partir de água de consumo por passagem em resinas de troca iônica, incorporadas num aparelho específico de desionização (Milli-Q®, modelo RG). Os reagentes usados possuíam qualidade analítica apropriada.

A ASH (fração V), o sal sódico do ácido N-(2-hidroxietil)piperazina-N-etanossulfônico (Hepes), e os fármacos anti-inflamatórios não esteróides, ibuprofeno sódico, naproxeno sódico e cetoprofeno foram adquiridos à Sigma Aldrich, Co. e usados sem purificação adicional. O lípido HDPC foi adquirido à Cayman Chemicals e armazenado a  $-20^\circ\text{C}$ .

A solução tampão fosfato era constituída por cloreto de sódio (140 mM), hidrogenofosfato de sódio (Sigma Aldrich, Co, 7,5 mM) e dihidrogenofosfato de potássio (1,5 mM) e o seu pH ajustado a 7,4 unidades.

A solução tampão Hepes foi constituída por 0,01 M Hepes e 0,1 M NaCl, com pH ajustado a 7,4 unidades e armazenada no frigorífico a  $4^\circ\text{C}$ . As duas soluções tampão eram armazenadas no frigorífico, permanecendo estáveis durante pelo menos três semanas.

Todas as “soluções-mãe” de ASH foram preparadas em água.

Os LIs-APIs em estudo, ibuprofenato de colina, naproxenato de colina e cetoprofenato de colina foram sintetizados e disponibilizados pelo Instituto de Química de Síntese Aplicada, da Universidade Tecnológica de Viena (Áustria), armazenados à temperatura ambiente, ao abrigo da luz e em ambiente anidro.

As soluções concentradas de fármacos e LIs-APIs utilizadas no ensaio de desativação da fluorescência (tabela 1) foram preparadas em solução tampão fosfato, tendo a dissolução sido auxiliada, quando necessário, por meio da utilização de um banho de ultrassons Seleta Ultrasons® durante um curto período de tempo.

LI-API /FÁRMACO	[LI-API/FÁRMACO] ( $\mu\text{M}$ )	[SOLUÇÃO-MÃE ASH] ( $\mu\text{M}$ )	[ASH] FINAL ( $\mu\text{M}$ )
IBUPROFENATO DE COLINA E IBUPROFENO	2,5; 10; 250; 500; 750; 1000	0,48; 6; 30; 60	0,16; 2; 10; 20
NAPROXENATO DE COLINA E NAPROXENO	300	30	10
CETOPROFENATO DE COLINA E CETOPROFENO	100	6	2

Tabela 1 – Concentrações utilizadas para o estudo do K<sub>d</sub> dos Lis-APIs/fármacos.

As “soluções-mãe” de ibuprofeno sódico e ibuprofenato de colina (5000  $\mu\text{M}$ ), naproxeno sódico e naproxenato de colina (800  $\mu\text{M}$ ), cetoprofeno e cetoprofenato de colina (250  $\mu\text{M}$ ) utilizadas nos ensaios de determinação de K<sub>p</sub> foram preparadas em tampão Hepes.

Na determinação do K<sub>p</sub> utilizaram-se as soluções de HDPC 600  $\mu\text{M}$  e 100  $\mu\text{M}$  em tampão Hepes, sendo a última obtida por diluição da “solução-mãe”.

## INSTRUMENTAÇÃO

As medições da intensidade de fluorescência foram efetuadas num espectralfluorímetro Perkin Elmer® LS 50B, ligado a um dispositivo de controlo da temperatura por circulação de água termostaticada, o que permitiu a realização dos ensaios à temperatura de  $37,0 \pm 0,1$  °C. Todas as determinações foram efetuadas em células de quartzo com 1cm de percurso ótico. A intensidade de fluorescência era adquirida nas condições abaixo apresentadas (tabela 2).

LI-API/FÁRMACO	$\lambda_{\text{EX}}$	$\lambda_{\text{EM}}$	$SLIT_{\text{EX}}^{(A)}$	$SLIT_{\text{EM}}^{(A)}$
IBUPROFENATO DE COLINA E IBUPROFENO	280 NM	340; 350 NM	5; 15	5; 15
NAPROXENATO DE COLINA E NAPROXENO	295 NM	320 NM	5	5
CETOPROFENATO DE COLINA E CETOPROFENO	280 NM	330 NM	5	5

Tabela 2 – Condições otimizadas para a leitura pontual da fluorescência.

largura de fenda

Todas as leituras de absorvância no UV-Vis relativas às determinações de K<sub>p</sub> foram efetuadas num leitor de microplacas da BioTek®, modelo Synergy HT, no intervalo de comprimento de onda entre 200 e 500 nm. Para a implementação do ensaio foram utilizadas microplacas de 96 poços adquiridas da BD Falcon.

## MÉTODOS

### **Determinação da constante de dissociação ( $k_d$ )**

Os ensaios de desativação da fluorescência foram realizados por adição de 500  $\mu\text{L}$  de solução de ASH de concentração fixa a diferentes volumes de “solução-mãe” de fármaco/LI-API de modo a obter soluções com concentração crescente dos mesmos. O tampão fosfato ajustado a pH 7,4 foi usado para perfazer um volume final de 1500  $\mu\text{L}$ . As soluções de referência foram preparadas de igual forma, mas sem a adição do fármaco. Posteriormente, as amostras e soluções de referência foram incubadas a 37,0 °C, durante aproximadamente 10 minutos. Por último, efetuou-se a leitura da intensidade de fluorescência com os  $\lambda_{\text{ex}}$  e  $\lambda_{\text{em}}$  ajustados para cada fármaco/ LI-API (tabela 2).

As amostras de cetoprofenato de colina e cetoprofeno tinham uma concentração que variava entre 0 e 40  $\mu\text{M}$  e o naproxenato de colina e naproxeno sódico entre 0 e 190  $\mu\text{M}$ . Quanto às amostras de ibuprofenato de colina e ibuprofeno foram testadas várias concentrações compreendidas entre 1  $\mu\text{M}$  e 190  $\mu\text{M}$ .

Os valores de intensidade de fluorescência foram corrigidos devido à contribuição de alguns fatores para a dispersão da luz, pela subtração das absorvâncias (no mesmo  $\lambda$ ) obtidas a partir da análise da respetiva amostra no espectrofotômetro. Contudo, estas contribuições foram sempre desprezáveis, com valores abaixo de 0,5%.

### **Determinação do coeficiente de partição ( $k_p$ )**

O estudo da partição dos fármacos/LI-APIs entre a fase aquosa e lipídica foi realizado por espectrofotometria derivativa no UV-Vis através de um ensaio realizado numa microplaca de 96 poços à qual eram adicionados fármaco/LI-API, tampão Hepes e HDPC, de acordo com a tabela 3. Relativamente às soluções de referência, estas eram preparadas de igual forma, mas na ausência de fármaco/LI-API, este foi substituído por tampão Hepes.

Os espectros de absorção das amostras e referências foram medidos à temperatura de 37,0  $\pm 0,1$  °C entre 200 e 500 nm, em intervalos de 2 nm, num leitor de microplacas como referido anteriormente.

Poço	Volume de fármaco/LI-API (μL) <sup>a</sup>	Volume de tampão Hepes (μL)	Volume de HDPC (μL)	[HDPC] (μM) <sup>b</sup>
D	50	250	-	0,0
S1	50	235	15 <sup>c</sup>	7,5
S2	50	230	20 <sup>c</sup>	10
S3	50	210	40 <sup>c</sup>	20
S4	50	190	60 <sup>c</sup>	30
S5	50	170	80 <sup>c</sup>	40
S6	50	150	100 <sup>c</sup>	50
S7	50	100	150 <sup>c</sup>	75
S8	50	70	180 <sup>c</sup>	90
S9	50	200	50 <sup>d</sup>	100
S10	50	175	75 <sup>d</sup>	150
S11	50	150	100 <sup>d</sup>	200

Tabela 3 – condições do ensaio de determinação do  $K_D$ .

(adaptado de [15])

(a) as referências foram preparadas adicionando 50 μl de tampão hepes em vez de fármaco/li-api. (b) concentração de hdpc no poço da microplaca. (c) a concentração da suspensão de hdpc é 100 μm. (d) a concentração da suspensão de hdpc é 600μm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CONSTANTE DE DISSOCIAÇÃO ( $K_D$ ) FÁRMACO/LI-API-ASH

O estudo da interação do fármaco/LI-API selecionado com a ASH, através da determinação experimental do  $K_D$ , possibilita recolher informações que podem ser úteis na previsão e compreensão dos processos de distribuição e bioacumulação no organismo. Para tal, recorreu-se à espectrofotometria no UV-Vis que permitiu a leitura da absorvância e à espectrofluorimetria que permitiu a determinação da intensidade de fluorescência. Após a subtração dos valores de intensidade de fluorescência das referências procedeu-se ao cálculo dos valores de  $K_D$  com e sem depleção do ligando [16].

A depleção de ligando é considerada quando este possui alta afinidade para o recetor, já que neste caso à medida que o ligando estabelece ligação com a proteína, a sua concentração livre diminui.

Os dados da intensidade de fluorescência e absorvância foram inseridos numa folha de cálculo. Posteriormente recorreu-se ao programa Origin 6.1<sup>®</sup> para obter os valores de  $K_D$ .

Os resultados obtidos nos estudos de ligação dos fármacos/LIs-APIs à ASH encontram-se compilados na tabela 4.

LI-API/fármaco <sup>(a)</sup>	K <sub>d</sub> (μM)		ΔG <sub>binding</sub> (Kcalmol <sup>-1</sup> )
	Binding sem depleção do ligando	Binding com depleção do ligando	
Naproxeno sódico	28,98±3,76	22,59±3,60	-6,58
	R <sup>2</sup> =0,9872	R <sup>2</sup> =0,9933	
Cetoprofeno	5,01±0,64	3,84±0,58	-7,68
	R <sup>2</sup> =0,9464	R <sup>2</sup> = 0,9761	
Naproxenato de colina	20,05±2,63	14,71±2,45	-6,85
	R <sup>2</sup> = 0,9935	R <sup>2</sup> = 0,9958	
Cetoprofenato de colina	6,48±0,53	5,11±0,52	-7,50
	R <sup>2</sup> = 0,9760	R <sup>2</sup> = 0,9874	

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros calculados a partir do estudo da interação dos Lis-APIs e dos fármacos testados com a ASH, a 37,0 °C.

(a)O número de locais de ligação para todos os casos foi de n=1.

Da análise da tabela 4 verifica-se que os compostos estudados estabelecem uma ligação forte à ASH (K<sub>d</sub> <100 μM), em que, todas as interações ocorrem de forma espontânea (ΔG <0), tal como os estudos de Pinto, P. C. A. G. et al [17] e de Azevedo A. M.O. et al. [18]. De uma forma geral, quando os resultados experimentais foram tratados considerando a depleção do ligando, verificou-se uma ligeira diminuição dos valores de K<sub>d</sub>, o que indica que não afeta significativamente o cálculo dos constantes de ligação.

O naproxenato de colina estabelece uma ligação mais forte com a ASH em comparação com o naproxeno (valor de K<sub>d</sub> inferior). Por sua vez, o cetoprofenato de colina parece afetar negativamente a ligação à ASH quando comparado com o cetoprofeno (valor de K<sub>d</sub> superior). Neste contexto, e atendendo ao facto dos Lis-APIs selecionados apresentarem o mesmo catião (colina), as alterações observadas poderão ser devidas à influência do anião. Foi também reportado num estudo anterior um aumento de K<sub>d</sub> quando usados líquidos iónicos, apesar de o fármaco nimesulide ainda se ter ligado à ASH mediante fortes interações e de forma espontânea [18].

Assim, no caso do naproxeno, a sua utilização na forma de líquido iónico melhora a sua capacidade de penetração das membranas biológicas, enquanto que no caso do cetoprofeno não se traduz num aumento dessa capacidade, porém não altera de forma substancialmente negativa essa capacidade.

Relativamente ao ibuprofeno e ibuprofenato de colina não foi possível a determinação do K<sub>d</sub> por esta metodologia espectroscópica. Apesar de terem sido testadas várias combinações de concentrações para este fármaco/LI-API e para a ASH, bem como se ter testado uma maior largura de fenda, não se conseguiram obter diferenças significativas nos valores de intensidade de fluorescência entre os diferentes padrões testados (Tabelas 1 e 2).

A título de exemplo são apresentados nas figuras de 1 a 4 os gráficos do ajuste da desativação da fluorescência intrínseca (*Quenching* – redução da fluorescência intrínseca) da ASH, expressa em % de redução da intensidade de fluorescência (IF), para concentrações crescentes dos fármacos/Lis-APIs em estudo.

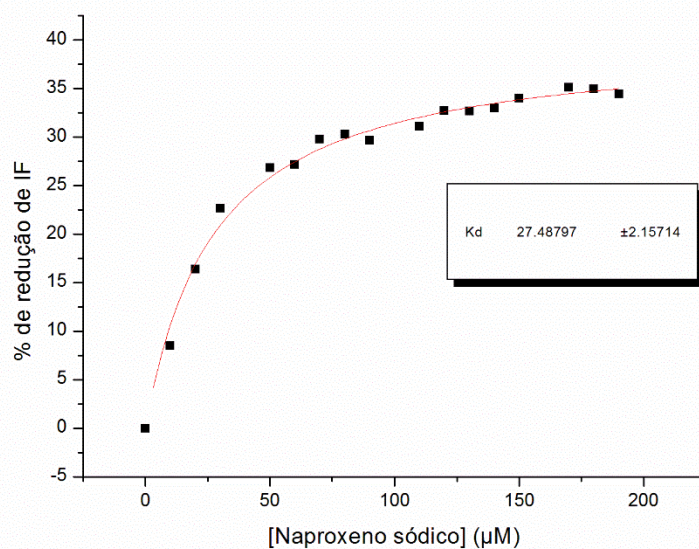


Figura 1: Representação gráfica do ajuste da desativação da fluorescência da ASH por concentrações crescentes de naproxeno sódico, segundo o modelo de Langmuir.

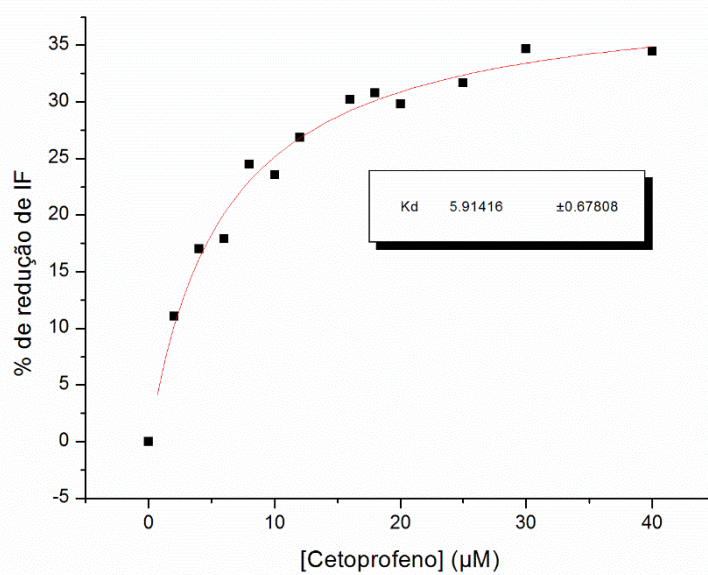


Figura 2: Representação gráfica do ajuste da desativação da fluorescência da ASH por concentrações crescentes de cetoprofeno, segundo o modelo de Langmuir com o cálculo do número de locais de ligação.



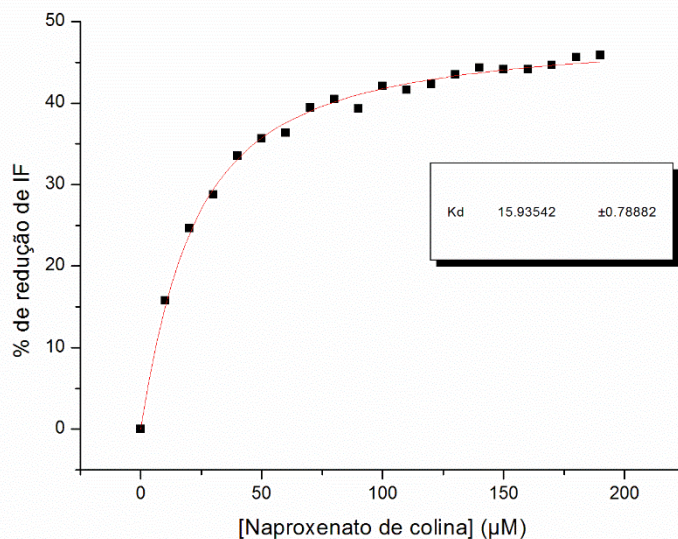


Figura 3: Representação gráfica do ajuste da desativação da fluorescência da ASH por concentrações crescentes de naproxenato de colina, segundo o modelo de *binding* com depleção do ligando.

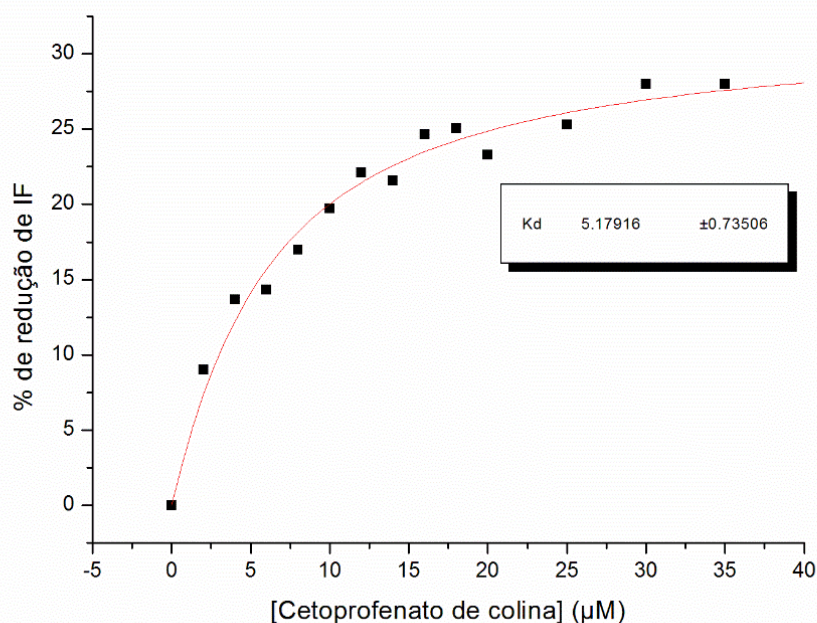


Figura 4: Representação gráfica do ajuste da desativação da fluorescência da ASH por concentrações crescentes de cetoprofenato de colina, segundo o modelo de *binding* com depleção do ligando.

Com o aumento da concentração de fármaco/LI-API, há um aumento da porcentagem de desativação da fluorescência, indicando um aumento da fração de fármaco/LI-API ligada à ASH. Para além disso, verifica-se a estabilização da porcentagem de desativação da fluorescência que sugere uma saturação dos locais de ligação.



Genericamente, e de acordo com os resultados obtidos, pode-se antever que o naproxenato de colina e o cetoprofenato de colina apresentam um perfil de distribuição adequado, o que poderá favorecer a sua ação no organismo.

### COEFICIENTE DE PARTIÇÃO ( $K_p$ ) FÁRMACO/LI-API-HDPC

Os valores de  $K_p$  foram calculados num sistema de micela que permitiram avaliar a lipofilia dos fármacos/LIs-APIs em estudo. Através destes ensaios pretendeu-se recolher dados que possam ajudar na previsão dos processos de interação/difusão, através das membranas biológicas.

Em relação ao tratamento dos resultados foi utilizada uma folha de cálculo do Microsoft Excel desenvolvida por Magalhães LM et al. para o cálculo do  $K_p$  (Calculadora do  $K_p$ ) [15]. Este programa permite subtrair cada espectro de referência a partir dos espectros da amostra correspondente e obter espectros de absorção corrigidos. Posteriormente, através da técnica de espectrofotometria derivativa no UV-Vis obtém-se os espectros da primeira, segunda e terceira derivada, visando a eliminação de interferências espectrais resultantes da luz dispersa pelas micelas de HDPC. Depois disto, recorreu-se ao programa Origin 6.1® que é capaz de calcular os valores de  $K_p$  dos compostos em  $M^{-1}$ , através de um método de ajuste não linear.

$$D = Da + \frac{(Dm - Da)Kp [L]}{1 + Kp [L]} \quad (1)$$

A título de exemplo são apresentados, nas figuras 5-7, os gráficos de ajuste dos dados experimentais relativos à primeira, segunda e terceira derivadas do cetoprofenato de colina, ibuprofenato de colina e naproxenato de colina, respetivamente.

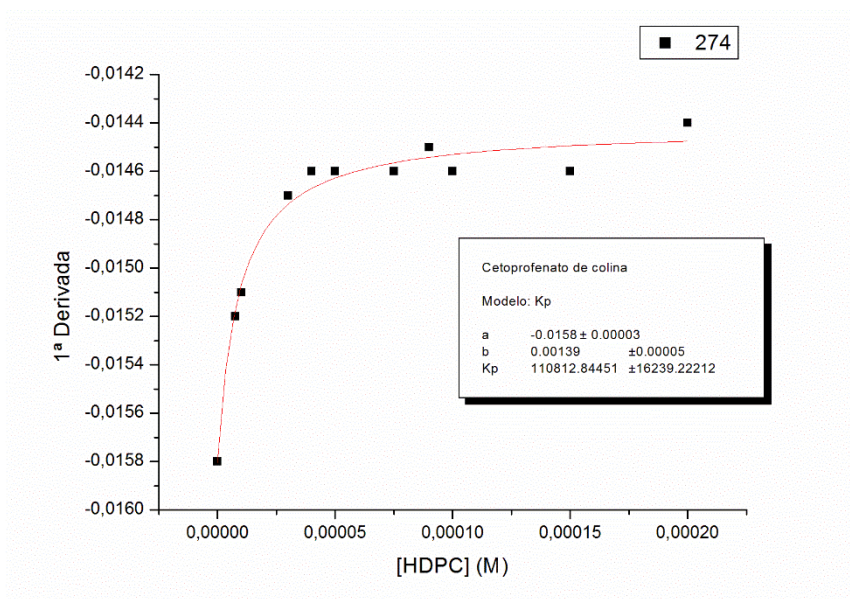


Figura 5: Representação gráfica do ajuste, pelo método de regressão não linear, dos dados experimentais relativos à primeira derivada do espectro de absorvância do cetoprofenato de colina em micelas de HDPC ao  $\lambda$  de 274 nm.

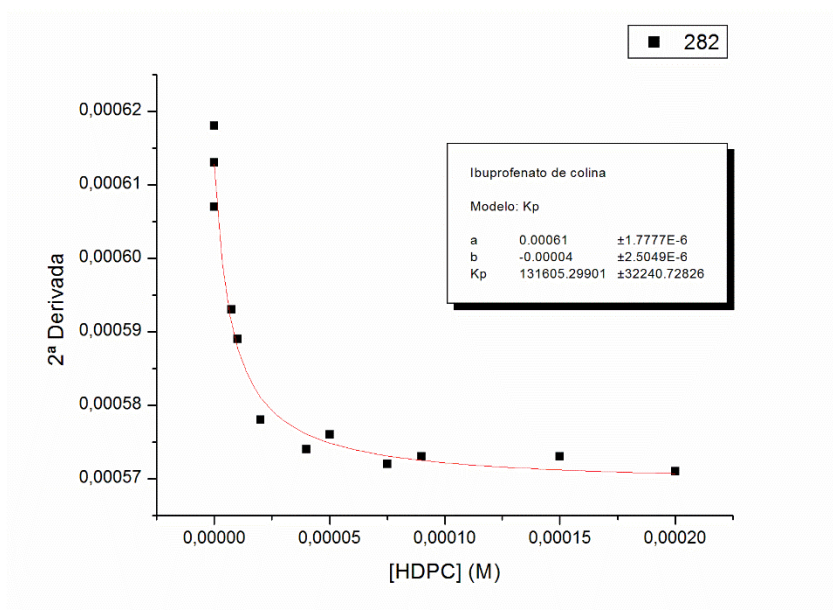


Figura 6: Representação gráfica do ajuste, pelo método de regressão não linear, dos dados experimentais relativos à segunda derivada do espectro de absorvância do ibuprofenato de colina em micelas de HDPC ao  $\lambda$  de 282 nm.

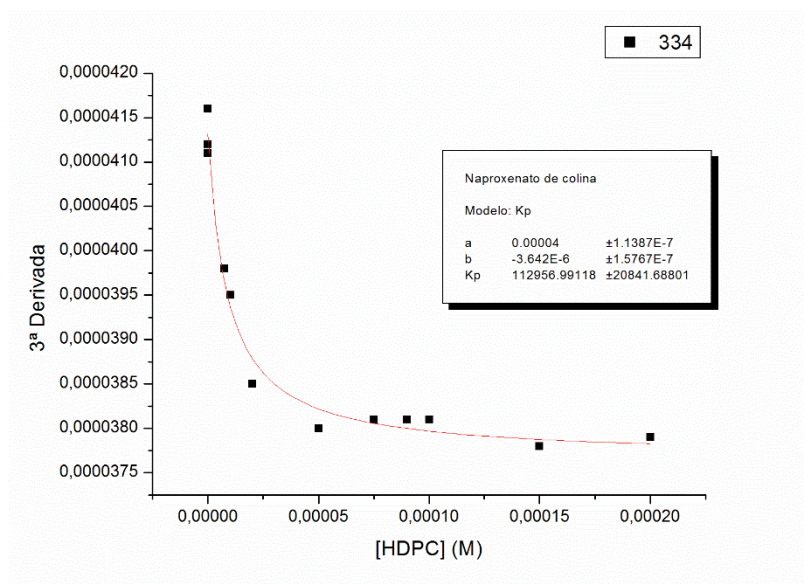


Figura 7: Representação gráfica do ajuste, pelo método de regressão não linear, dos dados experimentais relativos à terceira derivada do espectro de absorvância do naproxenato de colina em micelas de HDPC ao  $\lambda$  de 334 nm.

Seguidamente são também apresentados na tabela 5 os dados compilados dos valores de  $K_p$  obtidos para todos os compostos em estudo.

Composto	$K_p$ ( $M^{-1}$ )
Cetoprofeno	$111332 \pm 9981$
Naproxeno sódico	$115562 \pm 8295$
Ibuprofeno sódico	$118444 \pm 9516$
Cetoprofenato de colina	$113989 \pm 9407$
Naproxenato de colina	$113988 \pm 8080$
Ibuprofenato de colina	$130660 \pm 6220$

Tabela 5 – Coeficiente de partição ( $K_p$ ) dos compostos estudados (o valor corresponde à média e respetivo desvio padrão de pelo menos dois ensaios independentes).

Os resultados obtidos evidenciam que o ibuprofeno sódico, dos três fármacos estudados, é aquele que apresenta valores de  $K_p$  ligeiramente superiores, seguido do naproxeno sódico e do cetoprofeno, como se pode constatar na tabela 5.

Relativamente aos LI-APIs os valores de  $K_p$  do cetoprofenato de colina e do naproxenato de colina aproximam-se dos valores dos fármacos de referência, enquanto o ibuprofenato de colina é o LI-API com maior valor de  $K_p$  ( $130660 \pm 6220$ ) sendo 1,1 vezes superior ao fármaco de referência (ibuprofeno sódico). De facto, aplicando o teste não paramétrico de Wilcoxon, verificou-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre o par ibuprofenato de colina/ibuprofeno sódico, para um nível de significância de 5% ( $p=0,046 < 0,05$ ). O cetoprofenato de colina e o naproxenato de colina, apresentam valores de  $K_p$  muito parecidos com os fármacos de referência e como tal, não se diferenciam na partição em micelas de HDPC. Nestes dois pares, não existem diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,477$  e  $p=0,820$ , respetivamente).

Como pode ser observado, o ibuprofenato de colina é o composto que apresenta maior separação entre a fase aquosa e lipídica pelo facto de apresentar um valor de  $K_p$  superior ao do ibuprofeno sódico. De facto, outros autores verificaram que os valores de  $K_p$  para o nimesulide na presença de líquidos iónicos eram superiores entre 2,5 a 3 vezes quando comparado com o nimesulide dissolvido em água [18]. Por outro lado, foi demonstrado que APIs baseados no anião salicilato possuíam valores de  $K_p$  superiores até 6 vezes quando comparado com o seu sal inorgânico [17]. O mesmo foi verificado para o docusato de tetraciclina, cujos coeficientes de partição octanol/água foram até cerca de 3 vezes superiores aos determinados para o cloridrato de tetraciclina [19]. Num outro estudo [20], os APIs baseados no anião salicilato e ibuprofenato demonstraram maior capacidade de permeação e atravessando a membrana com maior rapidez (através da determinação dos coeficientes de difusão e dos tempos para obtenção de uma saturação igual a 50 %)

Dado isto e em face dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se prever que este é o LI-API com melhor capacidade de atravessar as membranas biológicas, apresentando vantagens relativamente ao processo de Absorção, Distribuição, Metabolismo e Eliminação (ADME).

## CONCLUSÃO

Neste trabalho estudou-se a afinidade de ligação à ASH e a lipofilia de três LIs-APIs, com o objetivo de fornecer informações sobre o seu perfil farmacocinético.

No que diz respeito ao estudo de afinidade de ligação à ASH verificou-se que todos os compostos se ligam fortemente à ASH ( $K_d$  até 30  $\mu M$ ), e por meio de interações espontâneas, evidenciado pelos valores negativos de  $\Delta G$ . O naproxenato de colina parece estabelecer uma ligação mais forte com a ASH em comparação com o naproxeno, enquanto com o cetoprofenato de colina a ligação à ASH parece ser afetada negativamente quando comparado com o cetoprofeno.

Em relação aos ensaios de  $K_p$  pode-se concluir que o composto que apresenta uma maior lipofilia, e portanto se parece encontrar mais apto para penetrar nas membranas biológicas, é o ibuprofenato de colina, uma vez que foi o composto que apresentou valores de  $K_p$  superiores, quer em relação ao ibuprofeno sódico quer em relação aos outros fármacos/LIs-APIs. Como tal, e apesar de esse aumento ser pouco expressivo (embora estatisticamente significativo), o ibuprofenato de colina poderá ser considerado uma alternativa ao sal sódico relativamente ao processo ADME. Por outro lado, pode-se concluir que o naproxenato de colina e o cetoprofenato de colina quando comparados com os fármacos de referência correspondentes apresentam valores de  $K_p$  muito próximos (no caso do naproxenato de colina o valor de  $K_p$  é mesmo inferior), não apresentando qualquer vantagem relativamente à lipofilia. Por outro lado, a maior solubilidade dos LIs-APIs relativamente aos fármacos de referência deve ser tida em conta, o que pode melhorar o processo de absorção.

Em conclusão, o trabalho desenvolvido abre perspetivas interessantes sobre a possibilidade de utilizar estes LIs-APIs. Todavia, seria importante a realização de estudos adicionais de forma a se obter uma maior consistência dos resultados, bem como estudos de toxicidade e estabilidade, por forma a proceder a uma caracterização e avaliação mais completa destes LIs-APIs, para constituírem uma alternativa válida em relação aos fármacos de referência.

## REFERÊNCIAS

- [1] DI, L.; KERNS, E. H.; (2003), PROFILING DRUG-LIKE PROPERTIES IN DISCOVERY RESEARCH CURR OPIN CHEM BIOL, 7, 402-408.
- [2] GORDIAN, M.; SINGH, N.; ZEMMEL, R.; ELIAS, T.; (2006), WHY PRODUCTS FAIL IN PHASE III IN VIVO APRIL, 1-8.
- [3] CAINS, P. W. (2007) SOLID-STATE CHEMISTRY IN DRUG DEVELOPMENT, CHEM TODAY, 25, 10-12.
- [4] VARIANKAVAL, N.; COTE, A. S.; DOHERTY, M. F. (2008), FROM FORM TO FUNCTION: CRYSTALLIZATION OF ACTIVE PHARMACEUTICAL INGREDIENTS, AIChE JOURNAL, 54, 1682-1688.
- [5] FERRAZ, R., BRANCO, L., PRUDÊNCIO, C., PETROVSKI, Z. (2011), IONIC LIQUIDS AS ACTIVE PHARMACEUTICAL INGREDIENTS, CHEM MED CHEM, 6, 975-985.
- [6] HOUGH, W. L., ROGERS, R. D. (2007), IONIC LIQUIDS THEN AND NOW: FROM SOLVENTS TO MATERIALS TO ACTIVE PHARMACEUTICAL INGREDIENTS, B CHEM SOC JPN, 80 (12), 2262-2269.
- [7] HOUGH, W. L.; SMIGLAK, M.; RODRIGUEZ, H.; SWATLOSKI, R. P.; SPEAR, S. K.; DALY, D. T.; PERNAK, J.; GRISEL, J. E.; CARLISS, R. D.; SOUTULLO, M. D.; DAMS, J. H.; ROGERS, R. D. (2007), THE THIRD EVOLUTION OF IONIC LIQUIDS: ACTIVE PHARMACEUTICAL INGREDIENTS, NEW J CHEM, 31, 1429-1436.

- [8] BICA, K.; RIJXSEN, C.; NIEUWENHUYZEN, M.; ROGERS, R. D. (2010), IN SEARCH OF PURE LIQUID SALT FORMS OF ASPIRIN: IONIC LIQUID APPROACHES WITH ACETYLSALICYLIC ACID AND SALICYLIC ACID, *CHEM PHYS*, 12, 2011-2017.
- [9] FERRAZ, R.; BRANCO, L. C.; MARRUCHO, I. M.; ARAUJO, J. M. M.; REBELO, L. P. N.; DA PONTE, M. N.; PRUDENCIO, C.; NORONHA, J. P.; PETROVSKI, Z.(2012), DEVELOPMENT OF NOVEL IONIC LIQUIDS BASED ON AMPICILLIN, *MED CHEM COMM*, 3, 494-497.
- [10] KRAGH-HANSEN, U., CHUANG, V., OTAGIRI, M. (2002), PRACTICAL ASPECTS OF THE LIGAND-BINDING AND ENZYMATIC PROPERTIES OF HUMAN SERUM ALBUMIN, *BIOL PHARM BULL*, 25 (6), 695-704.
- [11] DI MASI, A.; GULLOTTA, F.; BOLLI, A.; FANALI, G.; FASANO, M.; ASCENZI, P. (2011), IBUPROFEN BINDING TO SECONDARY SITES ALLOSTERICALLY MODULATES THE SPECTROSCOPIC AND CATALYTIC PROPERTIES OF HUMAN SERUM HEME-ALBUMIN, *FEBS J*, 278, 654-662.
- [12] CARNEIRO, C. (2001), O PAPEL DAS INTERAÇÕES FÁRMACO-MEMBRANA NOS FEITOS CARDIOVASCULARES DE **B**-BLOQUEADORES, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE CONTROLO DE QUALIDADE, PORTO.
- [13] FERREIRA, H., LÚCIO, M., MARLENE, S. REIS S. (2005), UTILIZAÇÃO DE MODELOS MEMBRANARES NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE FÁRMACOS, *QUÍMICA*, 99, 39-51.
- [14] CASTRO, B., GAMEIRO, P., GUIMARÃES, C., LIMA, J., REIS, S. (2001), A FAST AND RELIABLE SPECTROSCOPIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF MEMBRANE-WATER PARTITION COEFFICIENTS OF ORGANIC COMPOUNDS, *LIPIDS*, 36, 89-96.
- [15] MAGALHAES, L.M.; NUNES, C.; LÚCIO, M.; SEGUNDO, M.A.; REIS, S.; LIMA, J.L.F.C. (2010), HIGHTHROUGHPUT MICROPLATE ASSAY FOR THE DETERMINATION OF DRUG PARTITION COEFFICIENTS, *NAT PROTOC*, 5, 1823-1830.
- [16] COPELAND, R.A., 2000, *ENZYMES*. WILEY-VCH, NEW YORK.
- [17] PINTO, C. A. G.; RIBEIRO, D. M. G. P., AZEVEDO, A. M. O.; DELA JUSTINA, V.; CUNHA, E.; BICA, K., VASILOIU, M., REIS, S.; SARAIVA, M. L.M. F. S. SARAIVA (2013), ACTIVE PHARMACEUTICAL INGREDIENTS BASED ON SALICYLATE IONIC LIQUIDS: INSIGHTS INTO THE EVALUATION OF PHARMACEUTICAL PROFILES, *NEW J CHEM*, 37, 4095-4102.
- [18] AZEVEDO, A.M.O.; RIBEIRO, D. M. G. P., PINTO, C. A. G.; LÚCIO, M.; REIS, S., SARAIVA, M.L. M.F.S. IMIDAZOLIUM IONIC LIQUIDS AS SOLVENTS OF PHARMACEUTICALS: INFLUENCE ON HSA BINDING AND PARTITION COEFFICIENT OF NIMESULIDE, *INT J PHARM* 443 (2013) 273– 278.
- [19] ALVES, F.; OLIVEIRA, F. S.; SCHRÖDER, B.; MATOS, C.; MARRUCHO, I. M.. SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND LIPOSOME PARTITION OF A NOVEL TETRACYCLINE DERIVATIVE USING THE IONIC LIQUIDS FRAMEWORK, *J PHARM SCI* 102 (2013) 1504–1512.
- [20] JELENA STOIMENOVSKI, J.; MACFARLANE D. R.. ENHANCED MEMBRANE TRANSPORT OF PHARMACEUTICALLY ACTIVE PROTIC IONIC LIQUIDS, *CHEM COMMUN* 47 (2011) 11429–11431.



**Egitania**  
s c i e n c i a