

Fitoquímicos benéficos e propriedades funcionais de frutas e hortaliças

DOMINGOS P. F. ALMEIDA*

Embara não constituam a base da alimentação da maioria da população, as frutas e hortaliças conferem diversidade de sabores, cores e texturas às preparações culinárias, fornecem fibra e nutrientes e possuem propriedades benéficas para a saúde humana, que se manifestam para além do seu valor nutritivo.

A opinião pública das regiões industrializadas da Europa, da América do Norte e da Ásia está cada vez mais consciente de que a dieta é um dos factores que mais contribui para a incidência das principais doenças crónicas que afectam as populações dessas regiões. Não ignora também os efeitos benéficos para a saúde de uma dieta rica em frutas e hortaliças, embora esse conhecimento não seja, por si só, suficiente para provocar uma alteração radical dos hábitos alimentares.

Campanhas de sensibilização e de divulgação dos benefícios de uma dieta rica em frutas e hortaliças têm sido implementadas, um pouco por todo o mundo, desde o início da década de 90 do séc. XX. Destaca-se, pela sua durabilidade e suporte científico e institucional, o programa *5 a Day for Better Health*, iniciado nos EUA em 1991 e que tem tido repercussão em todos os países industrializados (5aday.org). O conceito básico do programa consiste em promover o consumo diário de, pelo menos, 5 porções de frutas e hortaliças. De facto, revisões exaustivas da literatura sugerem que o consumo de cinco a oito porções diárias de frutas e hortaliças reduz significativamente o risco de diversas doenças crónicas (Kushad et al., 2003), suportando o objectivo do programa *5 a day*. No Quadro 1 referem-se as principais doenças crónicas cuja incidência pode ser mitigada pelo enriquecimento da dieta em frutas e hortaliças.

Designa-se por “alimento funcional” um alimento em relação ao qual está satisfatoriamente demonstrado que possui um efeito benéfico e relevante na melhoria do estado de saúde e bem-estar e/ou na redução do risco de doenças, que vai para além da satisfação de necessidades nutricionais (Ashwell, 2002). Aceitando o conceito na sua acepção mais vasta, consideramos que frutas e hortaliças se englobam no conceito de alimento funcional. As propriedades funcionais (i.e. benéficas para a saúde) das frutas e hortaliças são conferidas por substâncias, nutrientes e não-nutrientes, que aqui designaremos por **fitoquímicos**. As plantas também possuem compostos naturais, sintetizados pelo metabolismo secundário, cuja acção biológica no ser humano se manifesta por efeitos tóxicos ou antinutricionais. Estes compostos são também designados por fitoquímicos, neste caso prejudiciais à saúde. Aqui, apenas nos referimos aos fitoquímicos com potenciais efeitos positivos na saúde, pelo que o adjectivo “benéfico” ficará subentendido no resto do texto.

Neste texto procurámos resumir e contextualizar o essencial sobre os fitoquímicos de uma forma que pudesse ser facilmente seguida por profissionais ligados à fileira hortofrutícola. Devemos, no entanto, chamar desde já a atenção para o facto de a investigação sobre os efeitos benéficos dos fitoquímicos, embora muito activa, ser recente e produzir frequentemente resultados contraditórios (Finley, 2005). Os pretensos benefícios hoje reclamados para um fitoquímico, poderão ser revistos à medida que a investigação se desenvolve. No entanto, é inegável que os consumidores conscientes se interessam pela questão e que os agentes da fileira hortofrutícola podem explorar nas suas estratégias de marketing o enorme potencial dos fitoquímicos, enquanto atributos ocultos de qualidade dos produtos hortofrutícolas valorizados pelos consumidores (Almeida, 2003).

Quadro 1. Doenças crónicas para as quais existe uma forte evidência de que podem ser mitigadas pelo aumento do consumo de frutas e hortaliças (Kushad et al., 2003).

- Cancros (cólon, pulmão, estômago, bexiga, pâncreas, mama)
- Doenças cardiovasculares
- Arterite reumatóide
- Anemia
- Diabetes (especialmente no sexo feminino)
- Degeneração macular
- Úlcera gástrica

Quadro 2. Classificações dos principais fitoquímicos.

Autor	Harborne (1999)	Beecher (1999)	Kushad et al. (2003)
Principal critério	Estrutura química	Actividade biológica	Analogia estrutural
Número de classes	4	10	6
Classes de fitoquímicos	1. Terpenóides 2. Fenóis 3. Alcalóides 4. Compostos não azotados	1. Carotenóides 2. Glucosinolatos 3. Fosfatos de inositol 4. Fenóis cíclicos 5. Fitoesterogénios 6. Fitoesteróis 7. Fenóis (flavonóides) 8. Inibidores de proteases 9. Saponinas 10. Sulfuretos e tióis	1. Compostos organosulfurados 2. Polifenóis 3. Vitamina C 4. Fibra 5. Selénio 6. Folatos

Principais grupos de fitoquímicos em frutas e hortaliças

Existem dezenas de milhares de substâncias fitoquímicas que são classificadas de forma distinta, em função dos critérios utilizados (Quadro 2).

Na arrumação dos fitoquímicos que propomos no Quadro 3, parcialmente baseada em Kushad et al. (2003), os fitonutrientes surgem em classes baseadas na sua estrutura química, por sua vez arrumadas em grupos que reflectem a sua ocorrência nos alimentos hortofrutícolas. De fora da classifi-

cação ficam os fitoquímicos prejudiciais e os fitoquímicos benéficos que não abundam nas frutas e hortaliças.

Fitoquímicos de ocorrência generalizada

No grupo A do Quadro 3 agrupam-se os fitoquímicos cujas estruturas químicas ocorrem em todas ou quase todas as frutas e hortaliças. Estão neste grupo substâncias com função estrutural nos tecidos vegetais, como os constituintes da parede celular que constituem a fibra, normalmente hidratos de carbono, embora a lenhina tenha natureza fenólica. Existem pigmentos localizados em plástideos (carotenóides) e pigmentos localizados nos vacúolos (antocianinas). Em relação à actividade biológica, existem compostos antioxidantes (compostos fenólicos, tocoferóis e vitamina C), fitoestrogénios (compostos fenólicos) e nutrientes (vitamina C e carotenóides precursores da vitamina A).

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são ubíquos nas frutas e hortaliças, onde desempenham funções protectoras, estruturais (lenhina), e de pigmentação (antocianinas). Constituem um grupo vasto e quimicamente diversificado de substâncias, onde abundam fitoquímicos com actividade biológica. A química dos fenóis e respectiva nomenclatura é relativamente complexa, devido à diversidade de estruturas. No Quadro 4 apresenta-se uma classificação

Quadro 3. Uma arrumação dos fitoquímicos presentes em frutas e hortaliças tendo em conta aspectos de interesse horticola.

- A. Fitoquímicos de ocorrência ubíqua ou generalizada
 - a. Compostos fenólicos
 - i. Flavonóides
 - ii. Isoflavonas (fitoestrogénios)
 - iii. Derivados de ácidos fenólicos
 - iv. Estilbenos
 - b. Terpenóides
 - i. Carotenóides
 - ii. Tocoferóis
 - iii. Monoterpenos
 - c. Vitamina C
 - d. Fibra dietética
- B. Fitoquímicos associados a *taxa*
 - a. Compostos organosulfurados
 - i. Glucosinolatos
 - ii. Tiosulfuretos
- C. Fitoquímicos associados a órgãos
 - a. Folatos
- D. Outros fitoquímicos
 - a. Selénio

Quadro 4. Classificação dos compostos fenólicos fitoquímicos e exemplos existentes nas frutas e hortaliças

Classe de composto fenólico	Principais fitoquímicos
1. Flavonóides	
1.1. Antocianinas	Glucósidos derivados das antocianidinas pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina
1.2. Flavonóis	Quercitina, quempferol, fisetina, miricitina
1.3. Flavonas	Apigenina, luteolina
1.4. Flavononas	Naringenina, hesperidina
1.5. Betacianinas	Betanina
2. Isoflavonas	Daidzina, genisteína
3. Derivados de ácidos fenólicos	
3.1. Ácidos hidroxibenzóicos	Ácido gálico, ácido elágico
3.2. Ácidos hidroxicinâmicos	Ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido cumárico, ácido clorogénico
4. Estilbenos	Resveratrol

dos diferentes compostos fenólicos monoméricos fitoquímicos. Os flavonóides são os compostos fenólicos mais abundantes nas frutas e hortaliças, e os principais responsáveis pela actividade antioxidante destes alimentos. Embora, como grupo, os compostos fenólicos sejam ubíquos, alguns têm uma ocorrência restringida a certos *taxa* como é o caso das betacianinas, de que o pigmento da beterraba-de-mesa (betanina) é um exemplo. Todos os compostos fenólicos possuem actividade antioxidante. Algumas isoflavonas possuem actividade estrogénica ou antiestrogénica, sendo designadas por fitoestrogénios.

Terpenóides

Os terpenóides são responsáveis por importantes benefícios dos alimentos hortofrutícolas. Os principais fitoquímicos deste grupo de compostos são os **tocoferóis** e os **carotenóides**. Os **monoterpenos**, como o limoneno e outros constituintes de óleos essenciais de plantas aromáticas, são também fitoquímicos. Entre os terpenóides encontram-se compostos com valor nutritivo, como os carotenóides precursores da vitamina A e os tocoferóis que são formas da vitamina E. Além da função nutritiva, os fitoquímicos terpenóides são os principais antioxidantes lipossolúveis, complementando assim a acção antioxidante dos compostos fenólicos e da vitamina C que actuam em solução aquosa.

Os tocoferóis encontram-se quase exclusivamente no reino vegetal, principalmente nas hortaliças de folhas e nos óleos vegetais. Nos frutos encontram-se em menor concentração. Segundo Kushad et al. (2003), os tocoferóis protegem contra dezenas de anomalias no funcionamento celular, que podem estar na base de problemas diversificados (Quadro 5).

Entre os carotenóides fitonutrientes merecem destaque o α -caroteno, o β -caroteno, a luteína, o licopeno, a criptoxantina, a cantaxantina e a zeaxantina. Três carotenóides - α -caroteno, β -caroteno e β -criptoxantina - podem ser convertidos pelo organismo humano em vitamina A (retinol); os restantes não são precursores da vitamina. Para além de serem precursores da vitamina A, os carotenóides são antioxidantes e potencialmente antimutagénicos.

Vitamina C

A vitamina C é constituída pelas formas reduzida e oxidada de ácido ascórbico (ácido ascórbico e ácido desidroascórbico) e tem de ser obtida através da alimentação, uma vez que o organismo humano é incapaz de a sintetizar. Existe em todas as frutas e hortaliças, onde desempenha um papel central no metabolismo antioxidante. Para além da acção nutritiva - actividade antiescorbútica - a vitamina C possui actividades funcionais promotoras da saúde.

Quadro 5. Resumo das potenciais propriedades benéficas para a saúde associadas aos fitoquímicos.

Fitoquímico	Propriedades funcionais
Compostos fenólicos	
Flavonóides	
Antocianinas	Antioxidante, acção protectora contra radicais livres.
Flavonóis	Antioxidante, acção protectora contra radicais livres, redução do nível sanguíneo de lipoproteínas de baixa densidade, redução risco de cardiopatias.
Flavonas	Antioxidante, conservação da vitamina E e protecção dos lípidos membranares; redução da hipertensão; propriedades anti-inflamatórias.
Flavononas	Antioxidante, anticancerígeno.
Isoflavonóides	Acção fitoesterogénica, redução dos riscos cancro da mama e próstata; redução de cardiopatias.
Ácido elágico	Redução de risco de certos tipos de cancro e dos níveis de colesterol.
Resveratrol	Redução níveis de colesterol, redução riscos de aterosclerose.
Terpenóides	
Limoneno	Protecção dos pulmões, redução do riscos de certos tipos de cancro.
Tocoferóis	Antioxidante, protecção das membranas, protecção contra doenças cardiovasculares, cancros, esterilidade, distrofia muscular, alterações no sistema nervoso central e anemia.
Carotenóides	
Beta-caroteno	Precursor da vitamina A e antioxidante.
Luteína	Degenerescência macular.
Licopeno	Antioxidante, redução risco de cancro do estômago e recto.
Zeaxantina	Conjuntamente com a luteína, participa na prevenção da degenerescência macular e redução do risco de certos tipos de cancro.
Vitamina C	Cofactor de diversas enzimas, antioxidante, desintoxicação de substâncias xenobióticas.
Fibra	Essencial para o funcionamento do intestino. Reduz o risco de diabetes do tipo II, doenças cardiovasculares, hérnia do hiato, hipertensão, alguns tipos de cancro e apendicite.
Compostos organosulfurados	
Glucosinolatos	Anticancerígeno.
Tiosulfuretos	Retardam o desenvolvimento de certos tipos de cancro, reduzem o colesterol e a tensão arterial.
Folatos	A carência de folatos contribui para deficiências como a espinha bífida e pode estar relacionada com o risco de ocorrência de certos cancros, neurotoxicidade, problemas cognitivos e ataques cardíacos (Kushad et al., 2003).
Selénio	Antioxidante. Potenciais efeitos anticancerígenos e de redução do risco de doenças cardiovasculares.

Fibra

A fibra dietética é constituída pelos polissacáridos da parede celular – celulose, hemiceluloses, pectinas – e pela lenhina, que são resistentes à digestão no aparelho digestivo dos seres humanos. A inulina, um polímero de frutose existente nas hortaliças da família das Asteráceas (e.g. tupinambo, chicória do café), é também uma fibra dietética. Pela sua natureza, as fibras dietéticas apenas existem nos alimentos de origem vegetal, com destaque para o contributo das frutas e hortaliças.

Na fibra dietética distingue-se a fibra solúvel (predominantemente pectinas) e a fibra insolúvel (lenhina, celulose e

hemiceluloses), pois são fracções com efeitos clínicos distintos. Embora de ocorrência ubíqua nos alimentos vegetais, a composição da fibra varia consoante o grupo de alimentos. Em relação aos alimentos hortofrutícolas, os frutos são geralmente mais ricos em fibra solúvel e as hortaliças de raiz, de caules, de folhas e de inflorescências são mais ricas em fibra insolúvel.

Fitoquímicos associados a *taxa*

Existem duas importantes classes de fitoquímicos, ambos compostos organosulfurados, que estão associados a duas



famílias de plantas hortícolas: os glucosinolatos, presentes nas hortaliças da família das Brassicáceas, e os tiosulfuretos das Aliáceas.

Existem outros *taxa* de plantas hortícolas que se distinguem pela presença de compostos do metabolismo secundário, como por exemplo a importante família das Solanáceas. Como um grupo, as hortaliças da família das Solanáceas partilham a presença de alcalóides tóxicos ou antinutricionais, mas não de fitoquímicos, embora cada uma das principais hortaliças desta família seja uma importante fonte de fitoquímicos.

Glucosinolatos

Os glucosinolatos são fitoquímicos presentes em 15 famílias botânicas, entre as quais a importante família das Brassicáceas, que inclui algumas das principais plantas hortícolas. Os glucosinolatos intactos não possuem actividade biológica. No entanto, podem ser convertidos, no tecido vegetal por acção da mirosinase, ou por bactérias da flora intestinal, em isotiocianatos biologicamente activos. O isotiocianato cuja acção se encontra melhor documentada é o sulforafano, resultante da degradação do glucosinolato glucorafanina.

O sulforafano estimula sistemas enzimáticos de desintoxicação de substâncias carcinogénicas e inibe enzimas envolvidas na indução de neoplasias.

As principais fontes de sulforafano são o brócolo (incluindo os rebentos de brócolo), a couve-flor, a couve galega, couve-de-bruxelas, couves de repolho e nabijas.

Tiosulfuretos

Neste grupo de fitoquímicos incluem-se os compostos organosulfurados presentes nas hortaliças da família das Aliáceas (e.g. alho, cebola, alho-francês). Quimicamente são sulfóxidos de cisteína, e são os precursores dos compostos aromáticos característicos destas hortaliças. As células intactas são inodoras, sendo a aliina e a metiina os principais sulfóxidos de cisteína nelas presentes. Quando o tecido é cortado, a enzima aliinase hidrolisa os sulfóxidos de cisteína originando piruvato, amónio e diversos compostos voláteis que contêm enxofre na sua composição e que são responsáveis pelo aroma característico das hortaliças desta família.

Fitoquímicos associados a órgãos

Em contraste com os glucosinolatos e os tiosulfuretos, que estão presentes em plantas de determinados grupos taxonómicos, os **folatos** predominam em órgãos específicos – folhas e inflorescências verdes (brócolo). Aliás, a designação de ácido fólico deriva do facto de esta substância ser abundante nas hortaliças de folhas verdes. Os folatos – ácido fólico e tetra-hidrofolato – são cofactores de enzimas envolvidas em aspectos essenciais do metabolismo, como a síntese de alguns aminoácidos e das bases púricas do DNA, sendo pois classificados como vitaminas na alimentação humana. Actualmente recomenda-se às mulheres grávidas o consumo de suplementos de folato, para prevenir os defeitos neuronais no feto.

Entre as hortaliças que constituem uma boa fonte de folatos, contam-se o brócolo e a couve-de-bruxelas.

Outros fitoquímicos

Selénio

Desde que se constatou que pessoas com dietas pobres em selénio tinham riscos acrescidos de desenvolver neoplasias, este mineral tem recebido especial atenção. O selénio é necessário ao funcionamento do sistema enzimático antioxidante da glutatona peroxidase, que se supõe contribuir para a profilaxia de doenças cancerígenas e cardiovasculares.

Para ser bioactivo, o selénio tem de estar conjugado com um dos dois aminoácidos que contêm enxofre na sua

Quadro 6. Exemplos da ocorrência de fitoquímicos em frutas e hortaliças

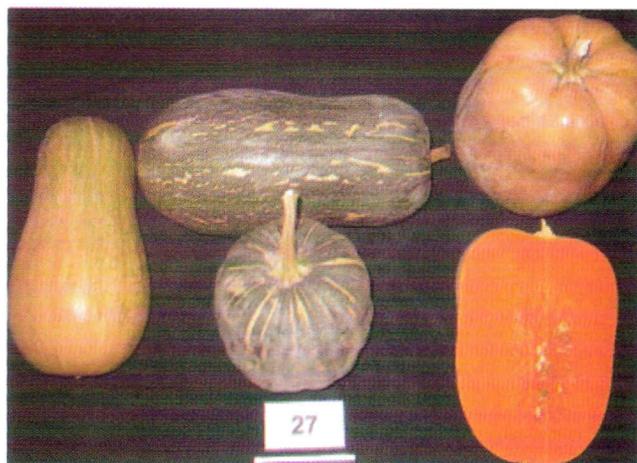
Fitoquímico	Hortaliças	Frutas
Compostos fenólicos		
Flavonóides		
Antocianinas	Morango, couve-roxa, beringela, alface vermelha	Mirtilo, cereja, uva, ameixa
Flavonóis (quercitina)	Cebola, couves-de-folhas, alho, alface romana, brócolo	Maçã, pêra, cereja, uva
Flavonas	Aipo	Azeitona
Flavononas	-	Citrinos
Isoflavonóides	Rebentos leguminosas, brócolo, espargo, quiabo, cogumelos.	-
Ácido elágico	Morango, framboesa, amora	Uva (tinta), kiwi, mirtilo
Resveratrol	-	Uva
Terpenóides		
Limoneno	-	Citrinos (flavedo e albedo)
Tocoferóis	Hortaliças de folhas com cor verde escura (e.g. agrião, espinafre, couves-de-folhas), brócolo, ervilha (verde)	Abacate
Carotenóides		
Beta-caroteno	Melo (polpa laranja), cenoura, pimento (vermelho) abóboras, batata-doce, hortaliças verdes (brócolo, espinafre, couves-de-folhas, agrião, rúcola)	Manga, damasco, papaia, kiwi
Luteína	Couves de folhas, espinafre, brócolo, couve-de-bruxelas	Kiwi
Licopeno	Tomate, melancia	Toranja (polpa cor-de-rosa)
Zeaxantina	Milho-doce, espinafre	-
Vitamina C	Tomate, batata	Citrinos, kiwi
Fibra	Todas	Todas
Compostos organosulfurados		
Glucosinolatos	Brassicáceas	-
Tiosulfuretos	Aliáceas	-
Folato	Brócolo, couve-de-bruxelas	-
Selênio	Brócolo, hortaliças de folha, aliáceas	-

composição, na forma de selenometionina ou de selenocisteína. Sendo incapazes de sintetizar estes complexos, os animais têm de os obter a partir da dieta, o que torna o selênio um fitoquímico. Os níveis de ingestão necessários para que o selênio exiba as suas potencialidades funcionais são mais elevados do que os normais. No entanto, em excesso, este mineral é tóxico.

As hortaliças, nomeadamente o brócolo, podem acumular selênio desde que cultivadas em solos que contenham o mineral ou este seja fornecido através da fertilização.

Alimentos hortofrutícolas versus suplementos: a importância da sinergia alimentar

A presença de um fitoquímico num alimento hortofrutícola não garante que seja só esse composto o responsável pelos efeitos benéficos do consumo do alimento. Por outro lado, é ilícito inferir da evidência epidemiológica dos benefícios do consumo de frutas e hortaliças, que o consumo do fitoquímico predominante tenha o mesmo efeito benéfico. Exemplifiquemos com as hortaliças da família das Brassicáceas, para as quais existe evidência epidemio-



lógica de que protegem a saúde e se sabe possuírem fitoquímicos específicos. No entanto, qual deles é responsável pelos benefícios do consumo de hortaliças desta família? Para além dos glucosinolatos, as brássicas são ainda uma boa fonte de tocoferóis (incluindo a vitamina E), de vitamina C e de fibra. As brássicas de folhas e o brócolo têm, em média, uma elevada actividade antioxidante, conferida principalmente pelos elevados teores em vitamina C, vitamina E, β -caroteno e flavonóides. No caso da couve-roxa, os pigmentos antocianicos contribuem também para a actividade antioxidante total. Se forem produzidas em solos ricos em selénio ou fertilizadas com este elemento, as brássicas acumulam quantidades apreciáveis deste mineral. O brócolo é particularmente capaz de acumular elevadas concentrações de selénio, que armazena na forma de selenocisteína. A couve-de-bruxelas e o brócolo estão entre as hortaliças mais ricas em folatos.

Qualquer alimento hortofrutícola possui uma diversidade enorme de compostos susceptíveis de influenciar a saúde, seja de forma directa, seja alterando a bioactividade e a biodisponibilidade de outros compostos. Além disso, as interações entre dois ou mais compostos – nutrientes ou fitoquímicos – faz com que, em conjunto, tenham efeitos benéficos para a saúde que nenhum componente atinge por si só. Este fenómeno designa-se por “sinergia alimentar” e constitui um importante argumento para colocar a ênfase na dieta, no consumo de frutas e hortaliças, em detrimento da ênfase em apenas um nutriente ou fitoquímico, facilmente incluído num suplemento.

Referências e outra bibliografia consultada

- Almeida, D. P. F. 2003. A atitude de marketing na produção hortofrutícola. *Vida Rural* 1690: 9-11.
- Ashwell, M. 2002. Concepts of functional foods. International Life Sciences Institute, Brussels.
- Beecher, G. R. 1999. Phytonutrients' role in metabolism effects on degenerative processes. *Nutrition Reviews* 57: S3-6.
- Bello Gutiérrez, J. 2005. Calidad de vida, alimentos y salud humana. Fundamentos científicos. Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Ferreira, F. A. G. 2005. Nutrição humana. 3ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Finley, J. W. 2005. Bioactive compounds and designer plant foods: The need for clear guidelines to evaluate potential benefits to human health. *Chronica Horticulturae* 45(3): 6-11.
- Harborne, J. B. 1999. Classes and function of secondary products from plants. In Walton, J. N. & Brown, D. E. (ed.), *Chemicals from plants – perspectives on plant secondary products*, Imperial College Press, London, pp. 1-25.
- Kushad, M. M., Masiunas, J., Smith, M. A. L., Kalt, W. & Eastman, K. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. *Horticultural Reviews* 28: 125-185.
www.5aday.org

* Professor da Universidade do Porto.

SECRETARIADO DA APH Horário de funcionamento

Segunda-feira das 14h00 às 17h00

Terça a sexta-feira das 09h30 às 12h30 e das 14h00 às 17h00

Instituto Superior de Agronomia – Departamento de Horticultura

Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa

Telef.: 213 653 397 Fax: 213 623 262

E-mail: aph@aphorticultura.pt

www.aphorticultura.pt