



3as Conferências Internacionais em Psicologia Clínica e da Saúde

SAÚDE MENTAL E SAÚDE GLOBAL: RESPOSTAS E COMPROMISSOS DA PSICOLOGIA CLÍNICA E DA SAÚDE

FCS | Universidade da Beira Interior | 20 e 21 de maio

LIVRO DE ATAS



EDITORES

Henrique Pereira, Graça Esgalhado, Patricia Silva e Madalena Cruz

TÍTULO: TERCEIRAS CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS EM PSICOLOGIA
CLÍNICA E DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR – SAÚDE
MENTAL E SAÚDE GLOBAL: RESPOSTAS E COMPROMISSOS DA PSICOLOGIA
CLÍNICA E DA SAÚDE - ATAS

EDITORES: HENRIQUE PEREIRA / GRAÇA ESGALHADO / PATRICIA SILVA /
MADALENA CRUZ

FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS – FCSH / UBI
ESTRADA DO SINEIRO, S/N • 6200-209 COVILHÃ

3ª EDIÇÃO: MAIO DE 2024

EDITOR | UBI - UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR. SERVIÇOS GRÁFICOS

ISBN: 978-989-9239-07-4

**TERCEIRAS CONFERÊNCIAS
INTERNACIONAIS EM PSICOLOGIA
CLÍNICA E DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR**

“Saúde Mental e Saúde Global: Respostas e
Compromissos da Psicologia Clínica e da Saúde”

ATAS

Editado por:

Henrique Pereira, Graça Esgalhado, Patricia Silva & Madalena Cruz

Maio de 2024

Faculdade de Ciências da Saúde, UBI, Covilhã

Sítio do congresso: <https://ci-pcs.ubi.pt/> <https://3ci-pcs.ubi.pt/>

CAPÍTULO 27

Impacto das Algas nas Doenças Cerebrais: estudos exploratórios

Sara Cunha¹, Patrícia Batista¹

¹ Universidade Católica Portuguesa, CBQF - Centro de Biotecnologia e Química Fina – Laboratório Associado, Escola Superior de Biotecnologia/, Rua de Diogo Botelho, 1327, 4169-005, Porto, Portugal

² Universidade Católica Portuguesa, HNL/CEDH – Human Neurobehavioral Laboratory/Research Centre for Human Development,

Autor Correspondente: Patrícia Batista. E-mail: pmatista@ucp.pt

Resumo: O ambiente marinho é conhecido pela enorme diversidade de organismos vivos, entre as quais as algas. As algas marinhas foram identificadas como um recurso vegetal subexplorado, embora tenham sido reconhecidas há muito tempo como fontes valiosas de compostos bioativos. Nos últimos anos, as atividades biológicas, o valor nutricional e os potenciais benefícios para a saúde das algas têm sido intensamente investigados. Atualmente, várias linhas de investigação exploram as atividades biológicas e os efeitos neuroprotetores destes recursos naturais, incluindo atividade antioxidante, anti-inflamatória, inibidora da colinesterase e inibição da morte neuronal, fundamentais na prevenção de doenças cerebrais. As algas são há muito reconhecidas pelas suas propriedades benéficas para a saúde, mas apenas recentemente o seu potencial neuroprotetor tem sido extensivamente investigado. O desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos, nutracêuticos e alimentos funcionais está a crescer, assim como, a necessidade de aumentar a investigação na área das neurociências para uma melhor compreensão dos mecanismos de atuação das algas no cérebro e nas patologias associadas. Esta revisão, centra-se na apresentação do impacto de alguns tipos de algas na prevenção de doenças cerebrais, permitindo o aumento da literacia em saúde e sensibilização para o desenvolvimento de investigação nesta área.

Palavras-chave: Algas; Doenças cerebrais; antioxidante; anti-inflamatória; neuroproteção.

Abstract: The marine environment is known for its enormous diversity of living organisms, including algae. Seaweed has been identified as an under-exploited plant resource, although it has long been recognised as a valuable source of bioactive compounds. In recent years, the biological activities, nutritional value and potential health benefits of algae have been intensively investigated. Currently, several lines of research are exploring the biological activities and neuroprotective effects of these natural resources, including antioxidant, anti-inflammatory, cholinesterase inhibiting and neuronal death inhibiting activities, which are fundamental in the prevention of brain diseases. Algae have long been recognised for their

beneficial properties for health, but only recently has their neuroprotective potential been extensively investigated. The development of new pharmaceutical products, nutraceuticals and functional foods is growing, as is the need to increase research in the field of neuroscience to better understand the mechanisms of action of algae on the brain and associated pathologies. This review focuses on presenting the impact of certain types of algae on the prevention of brain diseases, increasing health literacy and raising awareness for the development of research in this area.

Key-Words: Algae; Brain Diseases; Antioxidant; Anti-inflammatory; Neuroprotection.

Introdução

Os ambientes marinhos são uma fonte rica de alimentação, que pode ser explorada através de inovação adequada e gestão sustentável (Ahmad & Ashraf, 2023; Liu et al., 2022). Neste contexto, as algas apresentam-se como uma solução sustentável, quer ao nível económico, ambiental, alimentar e terapêutico (Naik et al., 2024). Estes recursos naturais são uma fonte alimentar com elevadas qualidades nutricionais, deste elevado teor proteico, lipídico, bem como apresentam uma variada qualidade composicional ao nível de outros nutrientes. Esta excelente qualidade nutritiva transparece na diversidade de propriedades biológicas que estes recursos apresentam, desde propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas, neuroprotectores entre outras (Ahmed et al., 2024).

A diversidade de propriedades biológicas têm suscitado o interesse de investigadores e da indústria farmacêutica, para o desenvolvimento de novas terapêuticas adequadas a várias patologias, nomeadamente doenças cerebrais. Deste modo, a exploração das algas tem vindo a ser uma área de activa pesquisa, que abre um precedente para a sua aplicação a diferentes fins, desde a produção de biocombustíveis, à sua utilização na indústria alimentar (alimentos, suplementos, fertilizantes), nutracêutica, cosmética e farmacêutica (Parameswari & Lakshmi, 2022). Actualmente já existem no mercado uma grande variedade de produtos com qualidade alimentar para animais e humanos, desde alimentos, suplementos alimentares, pigmentos, produtos alimentares com incorporação de moléculas bioactivas obtidas de algas, a produtos farmacológicos.

O desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos, nutracêuticos e alimentares com a utilização de algas ou compostos obtidos de algas está a crescer, assim como, a necessidade de aumentar a investigação na área das neurociências para uma melhor compreensão dos mecanismos de atuação das algas no cérebro e nas patologias associadas. Esta revisão, centra-se numa apresentação do impacto de alguns tipos de algas na promoção/prevenção de doenças cerebrais, permitindo o aumento da literacia em saúde. Por outro lado, enfatiza a importância de investigações científicas multidisciplinares nesta área.

Composição Nutricional das Algas

As algas são um grupo diversificado de organismos fotossintéticos que utilizam dióxido de carbono, energia luminosa e nutrientes inorgânicos para produzir biomassa orgânica e oxigénio (Liu et al., 2022). Estes organismos prosperam numa grande variedade de ambientes aquáticos e podem suportar uma ampla gama de variações ambientais (Parameswari & Lakshmi, 2022).

Podemos classificar as algas de acordo com o seu tamanho, em microalgas (organismos unicelulares microscópicos, predominantemente encontrados em ambientes de água doce e marinho) e as macroalgas (organismos grandes e multicelulares) (Parameswari & Lakshmi, 2022). Embora a sua composição bioquímica varie entre espécies e consoante diferentes condições de crescimento, as algas são ricas numa grande diversidade de nutrientes, destacando-se as proteínas e lípidos (Figura 1) (Liu et al., 2022). Contudo, outros nutrientes tais como: vitaminas, minerais, esteróis, carotenóides, compostos fenólicos, péptidos, bem como uma gama de biomoléculas funcionais podem agregar valor à sua biomassa (Liu et al., 2022; Parameswari & Lakshmi, 2022).

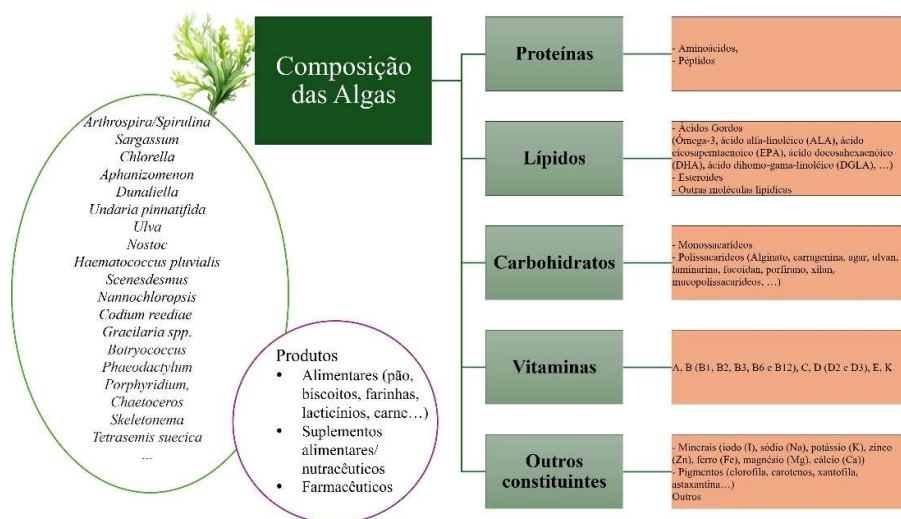


Figura 1 – Breve composição nutricional das algas, produtos alimentares e algas associadas.

As algas são ricas em aminoácidos essenciais e proteínas, competindo com alimentos tradicionais de elevado teor proteico, como ovos, carne bovina e leite (Ahmed et al., 2024; Liu et al., 2022; Naik et al., 2024). Espécies como *Arthrospira platenis* (*Spirulina*), *Chlorella*, *Aphanizomenon* e *Nostoc*, são conhecidas pelos seus elevados níveis de proteína, bem como pela sua segurança para a alimentação humana (Ahmed et al., 2024; Naik et al., 2024), sendo consumidas há milhares de anos (Naik et al., 2024). Essas proteínas contêm péptidos bioativos com diversos benefícios para a saúde, incluindo atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígena, anti-hipertensiva, imunomoduladora e hepatoprotectora (Ahmed et al., 2024). Estudos mostram o potencial destes péptidos em mitigar a inflamação neurológica, tendo impacto positivo em doenças neurodegenerativas (DNs) e de demência vascular (Kumar & Malviya, 2024).

As algas são uma fonte significativa de ácidos gordos, esteroides e outras moléculas lipídicas, que oferecem uma alternativa aos alimentos tradicionais, como peixes gordos, ovos e linhaça (Naik et al., 2024). Além das suas funções fisiológicas, os lipídios obtidos de algas têm despertado interesse nas indústrias farmacêutica, nutracêutica e alimentar, devido às suas propriedades antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígena (Ahmed et al., 2024). Ácidos gordos polinsaturados como ómega-3, ALA, EPA, DHA e DGLA, são particularmente relevantes para a saúde humana, com impacto em doenças cardiovasculares, diabetes, artrites e DNs (Naik et al., 2024).

Os carboidratos, monossacarídeos e polissacarídeos, são nutrientes importantes presentes nas algas. Os polissacarídeos, devido às suas propriedades físico-químicas e atividades biológicas

únicas têm despertado grande interesse científico e industrial (Sahu et al., 2024). Entre os mais comuns estão os alginatos, agares, carrageninas, ulvanes e fucoidans (Batista et al., 2024; Sahu et al., 2024). Estes polissacarídeos são uma fonte alimentar amplamente consumida. Por exemplo, algas como a *Codium reediae* e a *Gracilaria* são comestíveis e ricas em fibra alimentar (Ahmed et al., 2024). Também a *Arthrospira*, *Chlorella* e *Nannochloropsis* são algas ricas em polissacarídeos ou oligossacarídeos e com elevado potencial alimentar (Naik et al., 2024). É importante notar que esses nutrientes muitas vezes estão presentes em alimentos sem que o consumidor esteja ciente. Por exemplo, farinhas de trigo podem conter *Chlorella vulgaris*, aumentando o teor de compostos bioativos do pão; biscoitos integrais são frequentemente enriquecidos com o antioxidante *Haematococcus pluvialis*, diminuindo o teor de açúcar (Naik et al., 2024). É de salientar estes procedimentos são considerados benéficos e seguros pelas autoridades reguladoras (Ahmed et al., 2024).

As algas são uma grande fonte de vitaminas, incluindo A, B, C, D, E e K. De entre estas, as vitaminas C (abundante na *Chlorella* e *Dunaliella salina*) e E (*Tetraselmis suecica* e *Dunaliella tertiolecta*) destacam-se pelas suas propriedades antioxidantes (Mehariya, Goswami, Karthikeyan, & Verma, 2021; Naik et al., 2024). A vitamina C tem, ainda, um papel ativo na biossíntese de neurotransmissores e na imunomodulação. Além disso, as vitaminas B têm sido associadas à redução da depressão e à prevenção da fadiga (Mehariya et al., 2021).

A variedade nutricional das algas contempla também uma diversidade de minerais, tais como I, K, Zn, Fe, Mg e Ca. Contudo, a literatura disponível sobre o conteúdo mineral é limitada. Estes minerais podem ser encontrados em altas concentrações, porém, as variações climáticas, geográficas taxonómicas são um desafio para a obtenção de informações precisas sobre o conteúdo mineral das algas (Ahmed et al., 2024). Os pigmentos são também componentes importantes das algas, com grande valor comercial devido às suas atividades biológicas. Por exemplo, as microalgas produzem grandes quantidades de carotenóides, que são usados como corantes naturais em alimentos, suplementos, cosmética e produtos farmacêuticos. Estes pigmentos oferecem uma alternativa mais ecológica e saudável aos produtos químicos tradicionais (Naik et al., 2024).

Algas e Saúde Cerebral

A exploração das algas tem despertado um crescente interesse quer por parte da investigação quer pela indústria. Estudos destacam o potencial das algas devido à sua composição química de elevada qualidade, propriedades tecnológicas únicas (formação de espumas, gelificação), e efeitos fisiológicos benéficos para o organismo humano (Ahmad & Ashraf, 2023). Deste modo, a indústria alimentar, cosmética e farmacêutica tem encontrado nas algas um produto com valor acrescentado com potencial para diferentes aplicações e benefícios para a saúde (Ahmad & Ashraf, 2023). No que diz respeito à sua aplicação alimentar (animal e humana), estes recursos já vêm sendo utilizados há décadas (Parameswari & Lakshmi, 2022). Contudo, nos últimos anos, espécies de *Chlorella* e *Spirulina* têm vindo a ser predominantemente utilizadas no mercado global devido aos seus perfis nutricionais densos (Parameswari & Lakshmi, 2022). Além disso, a *Spirulina*, *Chlorella*, *Dunaliella salina* e *Haematococcus pluvialis*, têm sido foco de aplicações biotecnológicas e nutracêuticas.

Segundo a literatura, as algas possuem uma variedade de moléculas bioativas com elevadas propriedades biológicas tais como: anticancerígenos, anti-inflamatórios, antioxidante, anticoagulantes, antivirais, antibacterianos e antifúngicos, bem como notáveis propriedades

neuroprotectoras (Figura 2). Deste modo, estes recursos naturais demonstraram um alto potencial para aplicação na saúde humana e na medicina, potenciando benefícios na promoção da saúde contra várias doenças tais como: doenças oncológicas, cardiovasculares, diabetes, DNs, bem como na promoção de um envelhecimento saudável (Parameswari & Lakshmi, 2022). Contudo, apesar das algas poderem oferecer vários benefícios para a saúde, a sua investigação ainda é escassa e mais estudos clínicos são necessários para comprovar os seus benefícios (Ahmad & Ashraf, 2023).

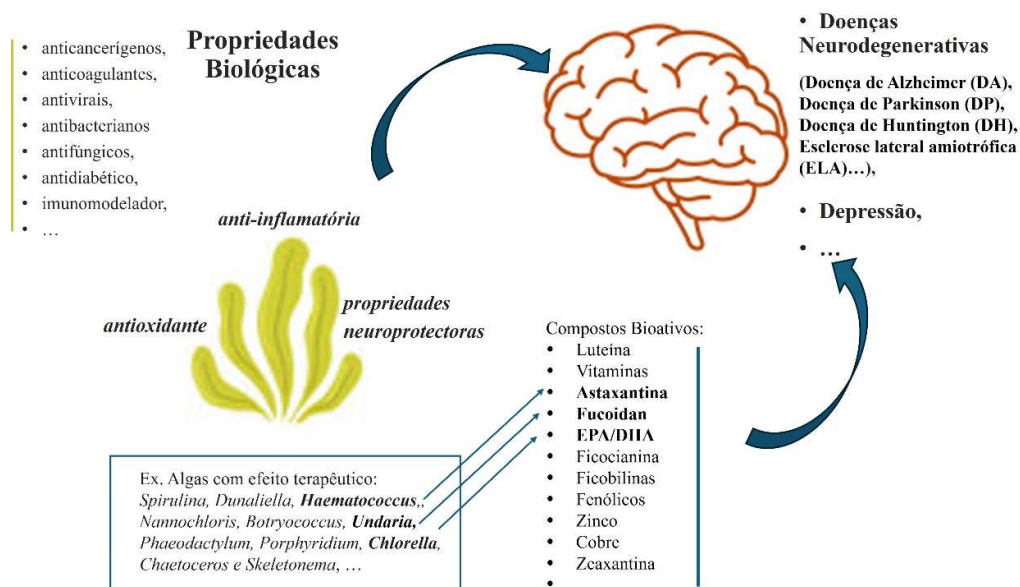


Figura 2 – Propriedades biológicas das algas, compostos bioativos delas derivados e o seu impacto ao nível cerebral.

No que diz respeito ao impacto destes recursos naturais nas doenças cerebrais, estudos têm vindo a dar ênfase a três importantes propriedades biológicas: antioxidante, anti-inflamatória e neuroprotectora. De entre a panóplia de doenças cerebrais, as DNs (DA, DP, DH e ELA), e a depressão, têm ocupado lugar de destaque neste campo de investigação.

Antioxidante

O cérebro é um órgão exigente que utiliza grande quantidade de oxigénio para garantir o seu correto funcionamento. Contudo, a desregulação dos níveis de oxigénio e a presença de espécies reactivas de oxigénio (ROS) livres resulta no aumento do stress oxidativo (SO). Assim, o SO ocorre quando a oxidação causada por ROS ultrapassa a capacidade antioxidante endógena e exógena do corpo. O SO excessivo e prolongado pode causar danos devastadores, muitas vezes irreversíveis, aos tecidos neurais e cérebro (Stringham, Holmes, & Stringham, 2019). Por outro lado, ROS também vai impactar as mitocôndrias que desempenham um papel crítico em numerosos processos funcionais dos neurónios, desde a biogénese até a morte celular. O aumento do SO pode causar danos nas componentes mitocondriais, como enzimas na cadeia transportadora de eletrões e no DNA e outras moléculas, levando a alterações estruturais do cérebro, modulando assim as suas funções, seguidas por uma cascata de eventos que eventualmente resulta em DNs (Parameswari & Lakshmi, 2022). Deste modo, a disfunção mitocondrial tem estado envolvida no desenvolvimento de várias DNs, incluindo DP, DA, DH e ELA.

Por conseguinte, a utilização de antioxidantes pode eliminar os radicais livres. Deste modo, a utilização de algas e/ou compostos obtidos de algas, poderia apresentar-se como uma solução muito promissora na prevenção e/ou terapêutica destas patologias. Neste sentido, estudos recentes têm vindo a ser desenvolvidos, por exemplo com a utilização da astaxantina (AST) (molécula bioativa obtida da *Haematococcus pluvialis*). Estudos têm mostrado que a utilização desta molécula apresenta efeitos benéficos ao nível da eliminação de radicais livres, redução do SO na mitigação de danos celulares (Cunha et al., 2023; Naik et al., 2024). As propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias da AST têm-se mostrado promissoras no combate a várias doenças crónicas, incluindo distúrbios cardiovasculares e DNs. Deste modo, esta molécula têm vindo a ser cada vez mais estudada pela indústria nutracêutica e farmacêutica (Ahmad & Ashraf, 2023; Cunha et al., 2023; Naik et al., 2024). Por outro lado, para além dos carotenoides, também os ácidos gordos presentes nas algas, nomeadamente o EPA e o DHA apresentam benefícios ao nível da redução do SO e dos níveis de triglicéridos na corrente sanguínea, prevenindo assim a inflamação (Ahmad & Ashraf, 2023).

Outros estudos interessantes têm vindo a ser desenvolvidos, quer avaliando o consumo direto das moléculas bioativa obtidas das algas, quer incorporando-as em alimentos e testando o seu potencial como nutracêutico. Por exemplo, Dantas e a sua equipa (2021) desenvolveram uma bebida alcoólica que continha *Chlorella vulgaris*, e os resultados obtidos evidenciaram o potencial antioxidante da bebida, bem como a sua ação neuroprotetora (Dantas et al., 2021). Para além da *Chlorella*, outras algas, como por exemplo a *Nannochloropsis granulata* e a *Spirulina platensis* também têm sido destacadas devido ao sua elevada capacidade antioxidante (Naik et al., 2024).

Anti-inflamatória

A neuroinflamação é um processo reconhecido com um fator significativo na progressão de distúrbios neurológicos, nomeadamente ao nível das DNs (Giri, Banerjee, Ghosal, & Layek, 2024). Embora não se conheça a causa das DNs, considera-se que resultam de uma interação de diversos fatores (tais como, genéticos, ambientais e o próprio estilo de vida), bem como se reconhece a sua associação a processos inflamatórios, que muitas vezes resultam em danos permanentes nos neurónios do sistema nervoso central (Giri et al., 2024). Numerosas evidências emergentes demonstraram que a inflamação não só apoia a progressão das DNs, mas também pode servir como iniciador (Giri et al., 2024).

A literatura reporta que a neuroinflamação está associada ao desenvolvimento e progressão da DA, bem com é considerado um fator crucial na fisiopatologia da ELA, contribuindo para a degeneração dos neurónios motores (Giri et al., 2024). As características da neuroinflamação na ELA são a ativação de microglia e astrócitos reativos, infiltração de linfócitos e macrófagos, e a superprodução de citocinas inflamatórias. Dependendo do estágio de progressão da doença, as células imunológicas podem ter efeitos protetores ou prejudiciais sobre sobrevivência dos neurónios, no entanto, o mecanismo exato ainda é desconhecido. Estudos clínicos com medicamentos anti-inflamatórios, como o ibuprofeno, têm apresentado resultados favoráveis na redução do risco de DA quando tomados antes do início do comprometimento cognitivo. No entanto, existe uma lacuna ao nível da compreensão do mecanismo responsável por esta proteção (Giri et al., 2024). Também no estudo realizado por Behairy e sua equipa (2024), verificou-se que a administração de um suplemento de *Spirulina platensis* em animais, permitiu aliviar a lesão neuronal, provavelmente devido às propriedades imunomoduladoras, antioxidantes, anti-inflamatórias, neuroprotetoras e anti-apoptóticas deste produto (Behairy et al., 2024).

No que diz respeito a outras patologias psíquicas como por exemplo a depressão, tem sido explorada a utilização de algas e/ou produtos obtidos de algas, para o desenvolvimento de novos antidepressivos. Wang e colegas (2024) apresentaram vários exemplos da utilização destes produtos marinhos, por exemplo a AST e a luteína. Vários estudos têm vindo a reportar o efeito da AST como antidepressivo devido às suas elevadas propriedades anti-inflamatórias (Jiang et al., 2016; Jiang et al., 2017). Dados que corroboram um estudo clínico recente, onde os resultados mostraram que o consumo de AST reduziu a depressão e a fadiga em adultos com este diagnóstico (Talbot et al., 2019). Também a *Chlorella vulgaris* devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias tem apresentado um efeito benéfico ao nível da depressão. No estudo clínico desenvolvido por Panahi e sua equipa (2015) verificou-se que após o consumo deste produto, os pacientes com diagnóstico de depressão, melhoraram os sintomas somáticos e cognitivos de depressão e ansiedade (Panahi, Badeli, Karami, Badeli, & Sahebkar, 2015).

É ainda de salientar os benéficos do DHA, presente nas algas, para a saúde cerebral. O DHA desempenha um papel crucial na promoção da função neuronal ideal, melhorando a memória de curto e longo prazo, assim como no tratamento do comprometimento cognitivo (incluindo declínio cognitivo, memória fraca), depressão, sintomas bipolares e alterações de humor (Ahmad & Ashraf, 2023). Deste modo, a propriedade anti-inflamatória existente nas algas pode apresentar um valor acrescentado para a utilização destes produtos para fins terapêuticos.

Neuroprotectora

A perda de células neuronais causada por patologias, pelo próprio envelhecimento, ou pelo SO está relacionada com a neurodegeneração e é um problema importante na patogénese das DNs (Han et al., 2022). Do mesmo modo, a neuroinflamação é um outro fator patogénico que se encontra envolvido nas DNs (Parameswari & Lakshmi, 2022). Assim, a investigação e o desenvolvimento de princípios ativos neuroprotectores é de grande importância para a prevenção e tratamento de DNs. Neste sentido, as algas (tal como vimos anteriormente) apresentam uma composição química variada e constituintes como os polifenóis, fitoesteroides e ácidos gordos que desempenham um papel importante ao nível dos efeitos neuromoduladores e de neuroprotecção, regulam a neuroinflamação e melhoram o sistema neurotransmissor (Naik et al., 2024).

Estudos científicos têm revelado que compostos bioativos obtidos de algas, tais como a AST e ácidos gordos (ómega-3), apresentam propriedades neuroprotetoras que podem potenciar o tratamento de DNs (DA, DP, DH). De igual modo, a suplementação com *Spirulina* tem apresentado efeitos neuroprotectores, diminuindo a neuroinflamação, melhorando o desenvolvimento do cérebro, as capacidades motoras e de fadiga mental, prevenindo potencialmente DNs (Naik et al., 2024). Estudos *in vivo* com modelos animais com DA, verificaram que após a intervenção com *Spirulina*, obtiveram-se efeito neuroprotetor significativos, aumentando os níveis de antioxidantes e regulando positivamente a expressão do fator neurotrófico do cérebro, melhorando assim as capacidades cognitivas (Parameswari & Lakshmi, 2022). Do mesmo modo, outros estudos têm vindo a mostrar o potencial de outras moléculas bioativas no processo de neuroprotecção, como é o caso da luteína obtida da *Chlorella vulgaris* (Jiang et al., 2017; Sahu et al., 2024). A luteína pode regular o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal para exercer efeitos neuroprotectores, reduzindo o nível de glicocorticóides (Zeni, Camargo, & Dalmagro, 2019). Também o sargacromenol (obtido da *Sargassum horneri*) desempenham um papel neuroprotetor crítico, protegendo as células contra o processo de apoptose, apresentando-se deste como um composto promissor para a prevenção e tratamento de DNs (Han et al., 2022).

Discussão e Conclusão

Na presente revisão da literatura, destacamos o potencial das algas na promoção da saúde cerebral, tanto como alimento quanto como fonte de moléculas bioativas para novos produtos alimentares ou terapêuticos. A sua excelência em termos de propriedades biológicas tem despertado o interesse de investigação e potencial de mercados. Apesar de escassos estudos clínicos, observa-se o elevado valor destes recursos naturais nas patologias cerebrais, nomeadamente nas DNs e depressão.

A elevada composição nutricional das algas, especialmente em ácidos gordos (EPA e DHA), bem como vitamina B, têm enfatizado o seu potencial ao nível do desenvolvimento cerebral (Wang et al., 2024). Destaca-se a importância de investigação neste campo, dada a crescente incidência de depressão na sociedade. Deste modo, a procura por soluções naturais poderá apresentar um valor acrescentado e ser uma alternativa valiosa aos medicamentos antidepressivos existentes no mercado. A descoberta de moléculas bioativas, como a AST, com potencial preventivo e/ou terapêutico nas DNs (Cunha et al., 2023), parece apresentar resultados promissores face à incidência destas doenças, devido ao aumento da esperança média de vida.

Embora algumas espécies de algas tenham potencial para aplicações alimentares e farmacêuticas, são necessários mais estudos para compreender os mecanismos subjacentes ao seu poder de actuação no organismo, especialmente a nível cerebral. A incorporação de metodologias de neurociências e estudos sobre o impacto desses recursos naturais na relação entre intestino e o cérebro, são desafios iminentes. Assim, esta área de investigação em expansão, mostra potencial para o desenvolvimento de projectos multidisciplinares que envolvam a Psicologia, as Neurociências, a Biomedicina.

É, ainda, necessário aumentar o conhecimento biológico e bioquímico sobre estes recursos naturais e nomeadamente os mecanismos de atuação das moléculas bioativas no organismo. É também importante ter em conta fatores relacionados com o consumidor. Ou seja, é importante conhecer o impacto destes produtos na saúde, avaliar o processo de tomada de decisão dos consumidores face à aquisição destes produtos e, ainda, aumentar a literacia em saúde ao nível das doenças cerebrais, fomentando o aumento de conhecimento em psicologia da clínica e da saúde.

Apesar das limitações implícitas nesta revisão, nomeadamente ao nível da escassez de estudos apresentados, podemos destacar como perspectivas futuras o desenvolvimento de revisões sistemáticas sobre a relação entre patologias cerebrais específicas e o consumo de algas/produtos à base de algas. No futuro, seria interessante desenvolver estudos clínicos para avaliar suplementos naturais à base de algas e o seu efeito em patologias cerebrais específicas, bem como estudar o impacto do consumo de algas na microbiota intestinal e a sua interligação com o eixo intestino-cérebro. Estes são exemplos de possíveis projectos futuros que interconectem as áreas da Psicologia Clínica e/ou da Saúde, as Neurociências e a Biomedicina.

Agradecimentos

O presente trabalho foi financiado pelo CEDH (CEECINST/00137/2018); Projetos UIDB/04872/2020, UIDB/50016/2020 e bolsa de doutoramento (ref. SFRH/BD/144155/2019)

da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, e pela Universidade Católica Portuguesa – Porto, no âmbito do projeto Interdisciplinar Project “B4Brain - Bioproduto com potencial preventivo e terapêutico para doenças neurodegenerativas”.

Referências Bibliográficas

- Ahmad, A., & Ashraf, S. S. (2023). Sustainable food and feed sources from microalgae: Food security and the circular bioeconomy. *Algal Research*, 74, 103185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103185>
- Ahmed, N., Sheikh, M. A., Ubaid, M., Chauhan, P., Kumar, K., & Choudhary, S. (2024). Comprehensive exploration of marine algae diversity, bioactive compounds, health benefits, regulatory issues, and food and drug applications. *Measurement: Food*, 14, 100163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2024.100163>
- Batista, P., Cunha, S. A., Ribeiro, T., Borges, S., Baptista-Silva, S., Oliveira-Silva, P., & Pintado, M. (2024). Fucoidans: Exploring its neuroprotective mechanisms and therapeutic applications in brain disorders. *Trends in food science & technology*, 143, 104300. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104300>
- Behairy, A., Elkomy, A., Elsayed, F., Gaballa, M. M. S., Soliman, A., & Aboubakr, M. (2024). Antioxidant and anti-inflammatory potential of spirulina and thymoquinone mitigate the methotrexate-induced neurotoxicity. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 397(3), 1875-1888. doi: 10.1007/s00210-023-02739-4
- Cunha, S. A., Borges, S., Baptista-Silva, S., Ribeiro, T., Oliveira-Silva, P., Pintado, M., & Batista, P. (2023). Astaxanthin impact on brain: health potential and market perspective. *Critical reviews in food science and nutrition*, 1-24.
- Dantas, D. M., Cahú, T. B., Oliveira, C. Y. B., Abadie-Guedes, R., Roberto, N. A., Santana, W. M., . . . Bezerra, R. S. (2021). Chlorella vulgaris functional alcoholic beverage: Effect on propagation of cortical spreading depression and functional properties. *PloS one*, 16(8), e0255996.
- Giri, P. M., Banerjee, A., Ghosal, A., & Layek, B. (2024). Neuroinflammation in Neurodegenerative Disorders: Current Knowledge and Therapeutic Implications. *Int J Mol Sci*, 25(7), 3995.
- Han, E.-J., Zhang, C., Kim, H.-S., Kim, J.-Y., Park, S.-M., Jung, W.-K., . . . Cha, S.-H. (2022). Sargachromenol Isolated from Sargassum horneri Attenuates Glutamate-Induced Neuronal Cell Death and Oxidative Stress through Inhibition of MAPK/NF-κB and Activation of Nrf2/HO-1 Signaling Pathway. *Marine Drugs*, 20(11), 710.
- Jiang, X., Chen, L., Shen, L., Chen, Z., Xu, L., Zhang, J., & Yu, X. (2016). Trans-astaxanthin attenuates lipopolysaccharide-induced neuroinflammation and depressive-like behavior in mice. *Brain Res*, 1649, 30-37.
- Jiang, X., Zhu, K., Xu, Q., Wang, G., Zhang, J., Cao, R., . . . Yu, X. (2017). The antidepressant-like effect of trans-astaxanthin involves the serotonergic system. *Oncotarget*, 8(15), 25552.
- Kumar, S., & Malviya, R. (2024). Protein and peptide from blue food for neurological disorder: Advances and prospective. *Trends in food science & technology*, 143, 104277. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104277>
- Liu, C., Palihawadana, A. M., Nadanasabesan, N., Vasanth, G. K., Vatsos, I. N., Dias, J., . . . Kiron, V. (2022). Utilization of Nannochloropsis oceanica in plant-based feeds by Atlantic salmon (Salmo salar). *Aquaculture*, 561, 738651. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738651>

- Mehariya, S., Goswami, R. K., Karthikeysan, O. P., & Verma, P. (2021). Microalgae for high-value products: A way towards green nutraceutical and pharmaceutical compounds. *Chemosphere*, *280*, 130553. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130553>
- Naik, B., Mishra, R., Kumar, V., Mishra, S., Gupta, U., Rustagi, S., . . . Rizwanuddin, S. (2024). Micro-algae: Revolutionizing food production for a healthy and sustainable future. *Journal of Agriculture and Food Research*, *15*, 100939. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100939>
- Panahi, Y., Badeli, R., Karami, G.-R., Badeli, Z., & Sahebkar, A. (2015). A randomized controlled trial of 6-week *Chlorella vulgaris* supplementation in patients with major depressive disorder. *Complementary Therapies in Medicine*, *23*(4), 598-602.
- Parameswari, R. P., & Lakshmi, T. (2022). Microalgae as a potential therapeutic drug candidate for neurodegenerative diseases. *Journal of Biotechnology*, *358*, 128-139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.09.009>
- Sahu, S., Sharma, S., Kaur, A., Singh, G., Khatri, M., & Arya, S. K. (2024). Algal carbohydrate polymers: Catalytic innovations for sustainable development. *Carbohydrate Polymers*, *327*, 121691. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121691>
- Stringham, N. T., Holmes, P. V., & Stringham, J. M. (2019). Effects of macular xanthophyll supplementation on brain-derived neurotrophic factor, pro-inflammatory cytokines, and cognitive performance. *Physiology & Behavior*, *211*, 112650. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112650>
- Talbott, S. M., Hantla, D., Capelli, B., Ding, L., Li, Y., & Artaria, C. (2019). Effect of Astaxanthin supplementation on psychophysiological heart-brain axis dynamics in healthy subjects. *Functional Foods in Health and Disease*, *9*(8), 521-531.
- Wang, X., Yang, C., Zhang, X., Ye, C., Liu, W., & Wang, C. (2024). Marine natural products: potential agents for depression treatment. *Acta Biochimica Polonica*, *71*, 12569.
- Zeni, A. L. B., Camargo, A., & Dalmagro, A. P. (2019). Lutein prevents corticosterone-induced depressive-like behavior in mice with the involvement of antioxidant and neuroprotective activities. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, *179*, 63-72.