

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CAMPUS UMUARAMA

LUIZ FELIPE OLIVEIRA NAGY

**Propriedades Funcionais dos Alimentos e sua influência na Biogênese
Mitocondrial**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito obrigatório
para obtenção do título de Bacharel em
Nutrição.

Orientação: Dra. Vivian Consuelo Reolon
Schmidt

UBERLÂNDIA
OUTUBRO/2025

RESUMO

O estudo da biogênese mitocondrial é fundamental para o entendimento do metabolismo energético celular, uma vez que, as mitocôndrias são organelas responsáveis pela produção de adenosina trifosfato (ATP), a principal fonte de energia das células, por meio do processo de respiração celular. O aumento da quantidade e da eficiência funcional das mitocôndrias (biogênese mitocondrial) representa uma adaptação celular importante que pode ser modulada por nutrientes e compostos bioativos presentes na alimentação. A promoção da biogênese mitocondrial é um parâmetro central para otimizar a saúde mitocondrial, favorecendo melhores desfechos clínicos em pacientes com doenças crônicas não transmissíveis, ao mesmo tempo em que contribui para a longevidade e a manutenção da autonomia funcional. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sobre a promoção e estímulo da biogênese mitocondrial, a partir da inserção de alimentos funcionais à rotina alimentar prescritos pelo profissional nutricionista, considerando as condições socioeconômicas que podem impactar na eficácia das intervenções e no desfecho clínico. Tratou-se de um estudo de revisão integrativa sendo realizado levantamento bibliográfico nas bases de dados: Scientific Eletronic Library Online (SciELO) e Public Medline or Publisher Medline (PubMed). Os termos utilizados na busca “bioactive functional food” e “mitochondrial biogenesis”, os artigos selecionados se apresentavam na língua inglesa. Foi estabelecido um limite para as publicações entre os anos de 2016 e 2024. Foram encontrados 17 artigos; dentre os quais, 7 foram selecionados para compor a revisão. Os resultados apontam que compostos bioativos presentes em alimentos funcionais modulam significativamente a biogênese mitocondrial por meio de mecanismos ligados a PGC-1 α , SIRT1 e AMPK, além de favorecerem o equilíbrio redox celular. Os estudos revisados utilizaram diferentes modelos experimentais, desde culturas celulares até ensaios clínicos, o que amplia a compreensão do potencial terapêutico desses nutrientes. Entretanto, observa-se que os efeitos descritos nem sempre podem ser diretamente transpostos para a prática clínica, exigindo cautela na interpretação. Essa relação evidencia que a alimentação pode atuar como estratégia complementar na prevenção e no manejo de doenças crônicas. Dessa forma, a presente revisão ressalta a importância da atuação do nutricionista na prescrição individualizada de alimentos funcionais como estratégia adjuvante na promoção da saúde mitocondrial, contribuindo para melhores desfechos clínicos e para a manutenção da qualidade de vida em diferentes condições metabólicas.

Palavras-chave: Alimentos funcionais; Biogênese mitocondrial; Compostos bioativos; Nutrição celular; Doenças crônicas não transmissíveis.

1. INTRODUÇÃO

Os padrões alimentares globais apresentaram uma mudança para dietas cada vez menos saudáveis. Essa tendência está ligada ao aumento substancial na prevalência de doenças não transmissíveis (DNTs), como diabetes tipo II (DM2) ou doenças cardiovasculares (DCV) (Oliveira & Calder, 2020).

Atualmente, observa-se um crescimento exponencial na prevalência de doenças metabólicas como diabetes e obesidade, bem como de outras doenças crônicas não transmissíveis e neurodegenerativas. Esse cenário representa um desafio crescente para a saúde pública, causando um impacto significativo na saúde global (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2024). Tendo em vista esse contexto global, estratégias nutricionais voltadas à modulação da função mitocondrial são ferramentas que promovem, previnem e controlam essas condições através estímulo da biogênese mitocondrial (HARVEY, 2019; SILVA; FERRARI, 2011).

Pesquisas básicas, translacionais, clínicas, estudos epidemiológicos e diretrizes da sociedade constataam que a adoção de uma dieta e estilo de vida saudáveis tem efeitos preventivos e terapêuticos benéficos, sobre a obesidade e a síndrome metabólica (KHALIL *et al.*, 2022).

De acordo com CHAKRABARTY *et al.*, 2018 em “Mitocôndrias na saúde e na doença”, as mitocôndrias são vitais para a manutenção e função da fisiologia do organismo e do metabolismo energético, atuando ativamente na prevenção de patologias e no retardar do envelhecimento precoce.

Fatores como uma alimentação equilibrada entre macronutrientes (carboidratos, proteínas e gorduras) e micronutrientes (vitaminas e minerais), junto a prática de exercício físico tem sido mostrado como alternativas de estimular a biogênese (processo pelo qual novas mitocôndrias são formadas), contribuindo para aumentar a resistência, sobrevivência e a capacidade oxidativa celular, principalmente nas células musculares (BISHOP *et al.*, 2019).

As estratégias nutricionais direcionadas à modulação da atividade mitocondrial, por meio da inclusão de nutrientes e compostos bioativos como polifenóis (resveratrol), isoflavonas (genisteína), ácidos graxos poli-insaturados e outros, tem demonstrado capacidade de viabilizar um metabolismo saudável e auxiliar no tratamento de diversas doenças metabólicas, por reduzir o estresse oxidativo.

Neste contexto, esses efeitos conferem suporte bioenergético que podem contribuir significativamente para a prevenção e manejo de doenças metabólicas, através

da otimização dos mecanismos catabólicos, aumento do gasto energético e melhora de parâmetros metabólicos relacionados à glicose e à insulina, tanto em estudos experimentais quanto em ensaios clínicos (KHALIL *et al.*, 2022).

Apesar das crescentes evidências acerca da regulação mitocondrial mediada por nutrientes e compostos bioativos, os mecanismos moleculares envolvidos ainda estão em fase inicial de elucidação científica. Estudos têm demonstrado que substâncias como polifenóis, ácidos graxos poli-insaturados e alcaloides podem modular vias sinalizadoras-chave — incluindo AMPK–SIRT1–PGC-1 α e mTOR — favorecendo a biogênese mitocondrial e a melhora da função metabólica (GARCÍA-GARCÍA *et al.*, 2020).

Nesse cenário, o papel do nutricionista torna-se central, uma vez que cabe a esse profissional traduzir os avanços da ciência em recomendações dietéticas individualizadas, integrando alimentos funcionais e compostos bioativos de acordo com a realidade clínica e socioeconômica de cada paciente. A atuação personalizada do nutricionista pode potencializar a promoção da saúde mitocondrial, contribuindo não apenas para a prevenção de doenças metabólicas crônicas, mas também para a melhoria da qualidade de vida e da longevidade saudável (DE VASCONCELOS, 2025; VIEIRA *et al.*, 2025).

Logo, este trabalho visa analisar o papel dos nutrientes e compostos bioativos presentes nos alimentos funcionais na promoção da biogênese mitocondrial, considerando estratégias nutricionais sustentáveis e aplicáveis à rotina alimentar. Este estudo busca fornecer uma visão geral dos avanços recentes relacionados ao potencial modulador dos compostos bioativos da dieta sobre a função mitocondrial, com base nas evidências obtidas por meio da respirometria mitocondrial, utilizada como método para avaliar a eficiência bioenergética. Além disso, a revisão visa discutir os principais mecanismos envolvidos e seus possíveis impactos clínicos, destacando a importância da atuação nutricional na implementação de estratégias viáveis, acessíveis e individualizadas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa das propriedades funcionais dos alimentos e dos compostos bioativos que influenciam a biogênese mitocondrial, destacando os mecanismos fisiológicos envolvidos e as implicações para a saúde metabólica, visando contribuir para a prática clínica do nutricionista no desenvolvimento de estratégias nutricionais sustentáveis e eficazes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho visa analisar os principais compostos bioativos presentes em alimentos funcionais que impactam a sinalização e regulação da biogênese mitocondrial, investigando os mecanismos moleculares e celulares envolvidos na modulação da função mitocondrial mediada por nutrientes e seus efeitos sobre a saúde metabólica. Além disso, busca avaliar a relação entre o consumo desses alimentos e a prevenção ou manejo de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, obesidade e doenças neurodegenerativas, ressaltando a importância da prescrição nutricional individualizada pelo nutricionista, considerando fatores socioeconômicos e a acessibilidade aos alimentos funcionais. Por fim, pretende apresentar evidências científicas recentes que sustentem a eficácia de estratégias nutricionais sustentáveis para estimular a biogênese mitocondrial e promover a melhora do perfil metabólico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi feito um estudo de revisão integrativa sobre a influência de bioativos de alimentos funcionais na biogênese mitocondrial. Os termos utilizados na busca foram “bioactive functional food” e “mitochondrial biogenesis” nas bases de dados Scientific Eletronic Library Online (SciELO) e Public Medline or Publisher Medline (PubMed). Os artigos selecionados se apresentavam na língua inglesa.

Foi estabelecido limite temporal para as publicações entre os anos de 2016 e 2024. Foram encontrados ao total 17 artigos (etapa de identificação) que apresentassem estudos experimentais, revisões sistemáticas ou ensaios clínicos envolvendo a relação entre compostos bioativos da dieta e a função mitocondrial. Dentre os quais 7 foram selecionados para compor a revisão.

Foram excluídos trabalhos duplicados, editoriais, cartas ao leitor, teses e artigos sem acesso ao texto completo. Cabe aqui ressaltar que publicações encontradas na plataforma ScienceDirect não atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos para compor a amostra final, entretanto, foram consultadas e utilizadas como subsídio complementar na discussão, a fim de ampliar a análise crítica dos resultados.

Após a aplicação dos critérios de seleção, os artigos foram lidos na íntegra e analisados quanto aos objetivos, tipo de estudo, amostra, compostos estudados, mecanismos envolvidos e principais achados. As informações extraídas foram organizadas em quadros e tabelas, permitindo a comparação e interpretação crítica dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Biogênese Mitocondrial

A biogênese mitocondrial é o processo pelo qual novas mitocôndrias são formadas a partir de mitocôndrias pré-existentes, um mecanismo essencial para manter a homeostase energética celular. As mitocôndrias atuam como centrais bioenergéticas, responsáveis por aproximadamente 90% da produção de adenosina trifosfato (ATP) por meio da fosforilação oxidativa (OXPHOS). Esse processo ocorre na membrana mitocondrial interna, após a oxidação de substratos energéticos provenientes de vias metabólicas como glicólise, β -oxidação de ácidos graxos e ciclo de Krebs (VÁSQUEZ-REYES *et al.*, 2021).

Concomitantemente, a energia das mitocôndrias, assim como, a biogênese das mesmas é advinda da respiração celular, a partir da ingestão de alimentos na rotina alimentar e na estratégia nutricional, sendo na mitocôndria que os macronutrientes por meio de vias metabólicas específicas, são usados para sintetizar ATP (MALIK; CZAJKA, 2013; WESSELINK *et al.*, 2019). No citoplasma ocorre o processo bioquímico denominado glicólise, no qual acontece a quebra de ligações entre as moléculas de glicose e a oxidação parcial, a glicose é catabolizada em acetil CoA que entra na mitocôndria para ser oxidada no ciclo de Krebs produzindo NADH e FADH₂ (RODRÍGUEZ-CANO *et al.*, 2020).

Esses compostos são posteriormente utilizados pela cadeia transportadora de elétrons (CTE) por meio da OXPHOS para produzir ATP, com a doação de um fosfato da molécula de ATP para formação do piruvato que entrará na célula como fonte de energia, ocorrendo especificamente nas mitocôndrias, portanto a mitocôndria é responsável por 90% da produção de ATP na célula, como resultado de um metabolismo aeróbico. Sendo assim, o aumento da quantidade e/ou função das mitocôndrias (biogênese mitocondrial) é uma importante adaptação celular que pode ser modulada por nutrientes e compostos bioativos adquiridos através da alimentação (VÁSQUEZ-REYES *et al.*, 2021).

Diversos mecanismos têm sido propostos para explicar como os compostos bioativos modulam a função mitocondrial, incluindo o aumento da respiração basal, a indução da biogênese mitocondrial e a estimulação do processo de termogênese (HARVEY, 2019; VÁSQUEZ-REYES *et al.*, 2021). Esses compostos, também denominados ‘bioativos alimentares’, têm demonstrado múltiplos benefícios à saúde, atuando na neutralização de alterações metabólicas. Evidências recentes indicam que a

modulação da função mitocondrial constitui um dos principais mecanismos pelos quais esses nutrientes favorecem a produção eficiente de energia celular, resultando em melhorias significativas nos desfechos metabólicos e na saúde geral (SHAUGHNESSY *et al.*, 2014; VÁSQUEZ-REYES *et al.*, 2021).

Segundo WANG *et al.* 2018, o aumento do volume e da quantidade das mitocôndrias nas células através de estratégia nutricional dietética otimizaram algumas reações metabólicas, assim como, reduziram sintomas relacionados à disfunção mitocondrial, melhorou a reposta no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e neurodegenerativas como a Doença de Alzheimer e Doença de Parkinson pela eliminação de substâncias tóxicas através dos processos de reparo e limpeza nas células e mitocôndrias não saudáveis tais como a apoptose, a autofagia, e a mitofagia, sendo um processo de remoção de mitocôndrias disfuncionais, que é uma forma de autofagia seletiva. A mitofagia é importante para manter a qualidade das mitocôndrias e a saúde celular.

A disfunção mitocondrial é caracterizada pela perda de elétrons na cadeia respiratória decorrente da redução da síntese de moléculas de ATP em decorrência do envelhecimento, da desnutrição pela deficiência de nutrientes, maus hábitos alimentares, e do excesso da produção de espécies reativas de oxigênio na produção de ATP podendo reagir com oxigênio e gerar radicais livres que danificam as mitocôndrias (COEN *et al.*, 2019).

4.2. Compostos bioativos e seus efeitos no metabolismo mitocondrial

Os compostos bioativos podem ser classificados de acordo com sua importância clínica e benefícios à saúde, seu tipo de fonte (plantas, frutas etc.) ou suas vias biossintéticas e estrutura química (GARCÍA-GARCÍA *et al.*, 2020). Com base em sua estrutura química, os compostos bioativos definidos como moléculas presentes nos alimentos que exercem efeitos fisiológicos além da nutrição básica, podem ser classificados segundo a presença de nitrogênio (alcaloides), sua estrutura terpênica ou como compostos fenólicos (CENA; CALDER, 2020).

Diferentes elementos nutricionais são essenciais para a função mitocondrial e a otimização de sua disponibilidade serve para melhorar o resultado dos desequilíbrios clínicos. O desempenho bioenergético mitocondrial é ótimo quando substratos e cofatores estão disponíveis em quantidades e proporções adequadas (WESSELINK *et al.*, 2019). Algumas das funções mitocondriais centrais são manter um suprimento de energia

eficiente, fornecer um ambiente redox ideal e sinalização (RODRÍGUEZ-CANO *et al.*, 2020).

Nesse seguimento, é visto que os flavonóides demonstram aumentar a secreção de insulina e reduzir a resistência à insulina, sugerindo que esses fitoquímicos fornecem alguns benefícios na obesidade e diabetes (FRAGA *et al.*, 2019). Além disso, os polifenóis interagem com a microbiota gastrointestinal de maneira bidirecional, aumentando as bactérias intestinais e sendo metabolizados por essas bactérias para formar mais compostos bioativos (CENA; CALDER, 2020; FRAGA *et al.*, 2019).

Os compostos fenólicos, apresentam uma diversidade de efeitos benéficos à saúde, incluindo alterações positivas no metabolismo mitocondrial. Esse grupo de substâncias é classificado em dois grandes subgrupos: flavonoides como antocianinas, flavanóis, flavanonas flavonóis, flavonas e isoflavonas, e os não flavonoides como ácidos fenólicos, cumarinas, taninos, estilbenos (resveratrol), xantonas e lignanas (MEDINA-REMÓN *et al.*, 2015).

A **Tabela 1** apresenta descritivamente o efeito produzido por tais compostos bioativos, assim como os modelos experimentais avaliados e quais os mecanismos fisiológicos desencadeados pelos compostos bioativos analisados.

Tabela 1. Efeitos de compostos bioativos na biogênese mitocondrial segundo diferentes modelos experimentais e mecanismos fisiológicos.

Composto / Fonte Alimentar	Classe Química	Modelo / Evidência Principal	Mecanismo Fisiológico Relacionado à Biogênese Mitocondrial	Quantidade utilizada que comprova o efeito (estudo/intervenção)	Ingestão diária (valor orientativo / segurança)	Referência
Resveratrol – Uva, vinho tinto	Estilbeno (polifenol)	<i>in vitro</i> / <i>in vivo</i> / revisões clínicas	Ativa SIRT1 → PGC-1 α → NRF1/2 → TFAM; aumenta capacidade oxidativa	150–500 mg/d ⁻¹ (efeitos metabólicos e ativação SIRT1)	150–500 mg/d ⁻¹ . toxicidade reportada >2.5 g/d	(DO NASCIMENTO, 2021; YAMMINE <i>et al.</i> , 2020)
Quercetina – Cebola, maçã, frutas vermelhas	Flavonol (flavonoide)	<i>in vivo</i> / estudos musculares	Aumenta PGC-1 α e TFAM; reduz ROS; melhora função mitocondrial	500–1000 mg/d ⁻¹ (ensaios clínicos comparando 500 mg e 1000 mg)	500–1000 mg/d ⁻¹ (faixa mais estudada em humanos)	(DO NASCIMENTO, 2021)
EGCG – Chá verde	Flavanol (flavonoide)	<i>in vitro</i> / células adiposas	Induz adipócitos bege; aumenta UCP1; ativa AMPK e SIRT1	150–900 mg/d ⁻¹ (ensaios clínicos em obesidade e NAFLD)	≈300–800 mg/d ⁻¹ ; segurança questionada >800 mg/d ⁻¹	(ZHANG <i>et al.</i> , 2024)

Teaflavinas Chá preto	– Flavonoide polimérico	<i>in vitro</i> HepG2	/	Melhora sensibilidade à insulina; aumenta expressão de genes de biogênese	50–500 mg/d ⁻¹ ; ensaios em humanos relatam benefícios com 50–100 mg/d ⁻¹ e dose única. Doses de até 500 mg em delineamentos experimentais	100–300 mg/d ⁻¹ (intervalos de 2018) suplementos relatados); alguns estudos em humanos usaram 50–100 mg/d ⁻¹	(TONG <i>et al.</i> , 2018)
Polifenóis da uva (Vitis vinifera)	Flavonoides e ácidos fenólicos	<i>in vitro</i> HepG2	/	Antioxidante; preserva função mitocondrial e integridade da ETC	Estudos agudos e crônicos de 400 mg/d ⁻¹ ; ensaios clínicos usaram 300–1000 mg/d ⁻¹ (var. por estudo)	300–800 mg/d ⁻¹ (comumente usados em estudos clínicos; estudos de segurança de até 2500 mg/d ⁻¹ em curto prazo)	(IERVOLINO <i>et al.</i> , 2024)
Hidroxitirosol Azeite de oliva	– Fenol simples	<i>in vivo</i> estudos musculares	/	Ativa AMPK e PGC-1 α ; reduz inflamação mitocondrial	Estudos clínicos e EFSA: efeitos com $\approx$ 5 mg/d ⁻¹ de polifenóis do azeite	Alegação de saúde da EFSA: 5 mg/d ⁻¹ (hidroxitirosol e derivados) relacionados à	(DO NASCIMENTO, 2021)

proteção do LDL;
suplementos
usados até ~30
mg/d⁻¹

Ácido rosmarínico – Perilla, alecrim	Ácido fenólico (não flavonoide)	<i>in vivo</i> / músculo esquelético	Aumenta massa muscular e força via ativação de PGC-1 α	Ensaio clínico com formulações até 900 mg/d ⁻¹ (melhoras anti-inflamatórias reportadas)	Estudos testaram 300–900 mg/d ⁻¹	(JAYANTHY <i>et al.</i> , 2017)
Polifenóis da erva-mate (Ilex paraguariensis)	Polifenóis variados	<i>in vivo</i> / camundongos obesos	Estimula biogênese e termogênese; aumenta UCP1 e expressão de PGC-1 α	ND	ND	(DOS SANTOS <i>et al.</i> , 2018)
Antocianinas – Frutas vermelhas, açaí	Antocianinas (flavonoides)	<i>in vivo</i> / revisão	Antioxidante; ativa AMPK; modula fusão/fissão mitocondrial	80–320 mg/d ⁻¹ (mediana de 320 mg em ECRs; evidência de dose-resposta)	80–320 mg/d ⁻¹ (intervalo usado em ECRs; ~320 mg)	(DO NASCIMENTO; 2021)

Luteolina Salsinha, aipo	– Flavona	<i>in vitro</i> / inflamação	Reduz estresse oxidativo; preserva função mitocondrial	ND	ND	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)
Comp. bioativos dietéticos (diversos, ex. polifenóis)	Diversos	Revisão	Modulam AMPK, SIRT1, PGC-1 α , promovendo biogênese e função mitocondrial	ND	ND	(VÁSQUEZ-REYES <i>et al.</i> , 2021)
Capsaicina Pimenta vermelha	– Amina lipofílica	Revisão integrativa	Aumenta termogênese, oxidação lipídica e expressão de UCP1	2–9 mg/d ⁻¹ (efeitos termogênicos)	2–9 mg/d ⁻¹ (intervalos de intervenção); doses mais altas podem causar efeitos gastrointestinais	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)
Curcumina Açafrão-da-terra	– Polifenol lipofílico	Revisão integrativa	Ativa AMPK e PGC-1 α , estimula termogênese e gasto energético	500–2000 mg/d ⁻¹ (estudos clínicos; formulações com biodisponibilidade	500–2000 mg/d ⁻¹ (comumente usados em ECRs); intensificadores de	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)

					aumentada em doses baixas)	biodisponibilidade como piperina		
Cacau (polifenóis)	Polifenóis diversos	Revisão	Aumenta PGC-1 α , melhora reparo do DNA mitocondrial e desacelera senescência	200–1000 mg/d ⁻¹ de flavanóis totais em intervenções humanas	de 200–900 mg/d ⁻¹ (estudos variados por formulação)	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)		
Tomate + Azeite (licopeno + lipídeos)	Carotenóide + lipídios	Revisão teórica	Estimulação sinérgica da biogênese mitocondrial via PGC-1 α	ND	ND	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)		
Coenzima Q10 (CoQ10)	Quinona lipossolúvel	Revisão clínica	Apoia OXPHOS, reduz estresse oxidativo, estimula biogênese	100–300 mg/d ⁻¹ (ensaio clínicos mostrando efeitos mitocondriais e clínicos)	100–300 mg/d ⁻¹ ; estudos até 600 mg/d ⁻¹	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)		
PQQ (Piroloquinolina Quinona)	Quinona coenzimática	Revisão	Neuroprotetor, antioxidante, protege mitocôndrias da peroxidação lipídica	100–300 mg/d ⁻¹ (ensaio clínicos mostrando efeitos mitocondriais e clínicos)	100–300 mg/d ⁻¹ ; estudos até 600 mg/d ⁻¹	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)		

Niagen (Nicotinamida Ribosídeo – NR)	Derivado da vitamina B3	Revisão integrativa	Aumenta comunica mitocôndria, OXPHOS e biogênese	NAD, núcleo- favorece	100–1000 mg/d ⁻¹ (testes em humanos 100, 300 e 1000 mg/d ⁻¹)	100–1000 mg/d ⁻¹ (DE (doses testadas em ECRs humanos) 2021)	PAULO FARIAS <i>et al.</i> ,
L-carnitina	Aminoácido	Estudo de caso clínico	Facilita transporte de ácidos graxos à mitocôndria, reduz fadiga muscular		1–3 g/d (efeitos metabólicos)	1–3 g/d (DE comumente usado 2021)	PAULO FARIAS <i>et al.</i> ,
Vitaminas C, E, D, e Co-fatores (Zn, Se)	Vitaminas + minerais antioxidantes	Revisão	Protegem contra ROS, ativam SOD, promovem biogênese e mantêm a dinâmica mitocondrial		Vit C 500–1000 mg/d ⁻¹ ; Vit E 200–400 UI/d; Zn/Se conforme RDA ou necessidade clínica.	Conforme RDA e (DE orientação clínica; suplementação 2021) individualizada.	PAULO FARIAS <i>et al.</i> ,

NAFDL: doença hepática gordurosa não alcoólica. EFSA: Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos. ND: Não determinado. ECRs: Estudo clínico randomizado. RDA: Quota dietética recomendada

Os estudos oriundos da base SciELO reforçam as evidências benéficas, como o trabalho de Do Nascimento 2021, que revisou a modulação da biogênese mitocondrial por atividade física e fitoquímicos, e de Dos Santos *et al.* 2018, que demonstraram que o consumo de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) aumentou a biogênese e a termogênese em modelo animal.

A análise conjunta das tabelas apresentadas evidencia a diversidade de compostos bioativos provenientes de alimentos funcionais capazes de modular a biogênese mitocondrial, atuando em diferentes vias de sinalização celular. Entre os principais compostos destacam-se os polifenóis, como o resveratrol, quercetina, catequinas, antocianinas e curcumina, além de outras substâncias como capsaicina, ácidos fenólicos, coenzima Q10 (CoQ10), pirroloquinolina quinona (PQQ) e derivados da niacina, todos com potencial impacto na homeostase energética e no metabolismo oxidativo (DOS SANTOS *et al.*, 2018).

Do ponto de vista fisiológico, a biogênese mitocondrial é regulada por complexas interações entre sensores energéticos celulares, como AMPK (protein quinase ativada por AMP), SIRT1 (sirtuína 1) e o coativador PGC-1 α (peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha), considerado o regulador mestre desse processo. Os compostos descritos nas tabelas demonstraram capacidade de ativar esses eixos moleculares. O resveratrol, por exemplo, mostrou-se eficaz em ativar SIRT1 e promover a desacetilação de PGC-1 α , resultando em maior biogênese mitocondrial e resistência ao estresse oxidativo. De forma semelhante, a quercetina atua estimulando AMPK, com repercussões na oxidação de ácidos graxos e melhora da função mitocondrial (RODRÍGUEZ-CANO *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2024).

Outro ponto relevante é a atuação das catequinas do chá verde, em especial a epigallocatequina galato (EGCG), que além de modular AMPK e PGC-1 α , também apresenta efeito antioxidante direto, reduzindo a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) na cadeia transportadora de elétrons. Os flavonoides presentes em frutas vermelhas, como as antocianinas, contribuem não apenas para o aumento da biogênese, mas também para a preservação da integridade mitocondrial por mecanismos antioxidantes e anti-inflamatórios. A curcumina, por sua vez, apresenta múltiplos alvos moleculares, incluindo a modulação de NF- κ B e a ativação de Nrf2, favorecendo a expressão de genes relacionados ao sistema antioxidante endógeno, além de estimular a biogênese (ZHANG *et al.*, 2024).

Os compostos listados também apresentam relevância clínica. Estudos clínicos revisados nas tabelas demonstraram melhora de parâmetros metabólicos em pacientes com DCNT, incluindo redução da resistência insulínica, melhora do perfil lipídico e da capacidade antioxidante. Evidências relacionadas à CoQ10 e PQQ reforçam o papel desses suplementos na melhora da função mitocondrial em contextos de fadiga crônica e envelhecimento, ainda que a maioria das evidências derive de estudos de curta duração ou com amostras reduzidas. Ademais, a nicotinamida ribosídeo (NR), precursora de NAD⁺, tem emergido como um suplemento promissor para reverter a disfunção mitocondrial associada ao envelhecimento celular, reforçando a importância de estratégias nutricionais individualizadas (DE ARAÚJO *et al.*, 2021).

No entanto, a análise crítica das tabelas também permite identificar limitações importantes. Em primeiro lugar, muitos estudos foram conduzidos em modelos animais ou *in vitro*, o que restringe a extrapolação direta para a prática clínica. Além disso, a biodisponibilidade dos compostos varia de acordo com a matriz alimentar, a forma de extração e a presença de cofatores dietéticos, o que pode comprometer sua efetividade em condições reais de consumo. Exemplo disso é a curcumina, cuja absorção é limitada, sendo necessária a associação com piperina ou formulações lipossomais para garantir melhor biodisponibilidade. Outro desafio é a falta de consenso sobre doses ideais para uso clínico: embora as tabelas apresentem quantidades utilizadas em estudos, nem sempre há diretrizes formais para ingestão diária segura e eficaz.

Do ponto de vista da prática do nutricionista, as informações das tabelas reforçam o potencial dos alimentos funcionais como ferramentas adjuvantes na prevenção e manejo de DCNT, doenças neurodegenerativas e processos relacionados ao envelhecimento. Estratégias dietéticas que incluam o consumo regular de frutas vermelhas, uva, chá verde, cúrcuma e cacau, entre outros, podem contribuir para a saúde mitocondrial de forma acessível e sustentável. Contudo, a prescrição individualizada deve considerar fatores como disponibilidade econômica, hábitos alimentares, possíveis interações com fármacos e riscos de efeitos adversos em doses elevadas.

Em síntese, a discussão das tabelas evidencia que os alimentos funcionais e seus compostos bioativos apresentam mecanismos efetivos na modulação da biogênese mitocondrial, com potenciais repercussões na saúde metabólica e no envelhecimento saudável. Logo, a tradução dessas evidências para recomendações nutricionais práticas exige cautela, investigação adicional e abordagem personalizada pelo profissional nutricionista.

4.3 Compostos e Frutas que apresentam efeito na biogênese mitocondrial (frutas, fator econômico)

Uma dieta saudável consiste no consumo equilibrado de macronutrientes (carboidratos, proteínas e gorduras) aliado à ingestão adequada de micronutrientes (vitaminas e minerais), essenciais em quantidades ideais para o crescimento, metabolismo e funcionamento fisiológico do organismo de modo a atender às necessidades energéticas dos indivíduos (KHALIL *et al.*, 2022).

Os carboidratos são a principal fonte de energia na dieta e são encontrados em maior abundância em grãos, frutas, legumes e vegetais (SLAVIN, 2012). Análises de estudos de corte prospectivos associaram o aumento da ingestão de grãos integrais a um risco reduzido de doença cardíaca coronária, acidente vascular cerebral, doença cardiovascular, bem como à diminuição do risco de mortalidade por qualquer causa, doença cardiovascular, doença respiratória, diabetes e doença infecciosa (LEE; CHO, 2014; LIGUORI *et al.*, 2013). Frutas e vegetais frescos fornecem energia, bem como fibra alimentar, o que promove a sensação de saciedade e tem efeitos positivos na função gastrointestinal, níveis de colesterol e controle glicêmico (MCRORIE; MCKEOWN, 2017). Além disso, frutas e vegetais frescos são fontes importantes de fitoquímicos (por exemplo, polifenóis, fitoesteróis, carotenóides), que são compostos bioativos que se acredita conferirem muitos dos benefícios à saúde associados ao consumo de frutas e vegetais (PROBST; GUAN; KENT, 2017).

Os efeitos desses vários fitoquímicos não são claros, mas incluem suas propriedades antioxidantes, bem como seu papel na regulação dos fatores de transcrição nuclear, metabolismo da gordura e mediadores inflamatórios. Por exemplo, os flavonóides demonstraram aumentar a secreção de insulina e reduzir a resistência à insulina, sugerindo que esses fitoquímicos fornecem alguns benefícios na obesidade e diabetes (FRAGA *et al.*, 2019). A ingestão de frutas e vegetais demonstrou estar inversamente correlacionada com o risco de DNTs, incluindo hipertensão (LI *et al.*, 2016), doença cardiovascular (GAN *et al.*, 2015; ZHAN *et al.*, 2017), doença pulmonar obstrutiva crônica (KALUZA *et al.*, 2017) e síndrome metabólica (TIAN *et al.*, 2018).

Diante desses fatos, a **Tabela 2** sintetiza os principais efeitos de alimentos e compostos bioativos na modulação da respiração mitocondrial, destacando seu papel no aumento do gasto energético. A análise também contempla a determinação das doses dietéticas necessárias para que tais compostos exerçam efeitos fisiológicos relevantes, visto que, na natureza, os compostos fenólicos são encontrados principalmente em frutas,

vegetais, grãos integrais e bebidas de origem vegetal, como chá, chocolate e vinho, entre outros.

Nesse contexto, a atuação do nutricionista torna-se fundamental, uma vez que este profissional é responsável por individualizar a prescrição alimentar, adequando a escolha e a quantidade de compostos bioativos às necessidades metabólicas, clínicas e socioeconômicas de cada paciente. Dessa forma, a conduta nutricional possibilita não apenas a aplicação prática do conhecimento científico, mas também a promoção da saúde metabólica e a prevenção de doenças crônicas.

Nesse mesmo seguimento, é importante salientar que as doses dos compostos bioativos listados podem variar significativamente em função da biodisponibilidade, da matriz alimentar em que estão presentes, da interação com outros nutrientes e das características metabólicas individuais (idade, estado de saúde, genética e microbiota intestinal). Por esse motivo, a aplicação clínica deve sempre considerar a adaptação personalizada realizada pelo nutricionista, a fim de garantir eficácia, segurança e viabilidade da intervenção nutricional.

Tabela 2. Compostos bioativos presentes em alimentos associados a saúde mitocondrial: quantificação e descrição.

Alimento que contém o composto	Composto bioativo	Quantidade do composto utilizada que comprova o efeito (estudo/intervenção)	Ingestão diária do composto bioativo (valor orientativo / segurança)	Referência
Uva / vinho tinto	Resveratrol	≈ 150–500 mg/dia (diversos ensaios clínicos demonstraram efeitos metabólicos / aumento de SIRT1; alguns efeitos documentados com 500 mg/d ⁻¹).	Doses usadas em humanos variam amplamente; efeitos observados em 150–500 mg/d ⁻¹ ; sinais de toxicidade acima de 2.5 g/d em alguns estudos.	(BROWN <i>et al.</i> , 2024)
Cebola, maçã, frutas vermelhas	Quercetina	500–1000 mg/dia (ensaios clínicos compararam 500 mg e 1000 mg/d ⁻¹ mostrando efeitos).	Doses de 500–1000 mg/d são as mais estudadas em humanos; geralmente bem toleradas em curto prazo.	(HEINZ <i>et al.</i> , 2010)
Chá verde (extrato)	EGCG (catequina)	150–900 mg/dia (estudos clínicos para obesidade e NAFLD utilizaram faixas 150–900 mg/d ⁻¹).	Níveis observados seguros em estudos: ≈ 300–800 mg/d ⁻¹ ; segurança acima de 800 mg/d ⁻¹ é questionada (algumas orientações citam níveis seguros de ~338–704 mg/d ⁻¹).	(YAN; CAO, 2025)
Chá preto	Teaflavinas	Doses em estudos in vitro / celulares; estudos clínicos humanos com teaflavinas isoladas são limitados — dose específica não padronizada.	Não estabelecida para teaflavinas isoladas em humanos; consumo via chá preto típico varia e fornece quantidades pequenas comparadas a extratos concentrados.	(TONG <i>et al.</i> , 2018)
Azeite de oliva / azeitona	Hidroxitirosol	Estudos de intervenção clínica usaram ≈ 5–30 mg/dia (EFSA considera 5 mg/d ⁻¹ de	EFSA health claim: 5 mg/dia de hidroxitirosol e derivados (via azeite)	(FYTILI <i>et al.</i> , 2022)

Alimento que contém o composto	Composto bioativo	Quantidade do composto utilizada que comprova o efeito (estudo/intervenção)	Ingestão diária do composto bioativo (valor orientativo / segurança)	Referência
		polifenóis de azeite relevantes para efeito antioxidante).	relacionado a proteção de LDL; estudos suplementares usaram até ~30 mg/d ⁻¹	
Perilla / alecrim / ervas	Ácido rosmarínico	Principalmente evidências in vivo/animais; doses em humanos pouco padronizadas — estudos suplementares usam extratos padronizados (valores variáveis).	Não estabelecida ; depende do extrato/standardização.	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)
Erva-mate (Ilex paraguariensis)	Polifenóis (mistos)	Estudos animais com extratos: doses padronizadas por mg/kg (modelos animais). Evidência humana limitada quanto à dose eficaz específica.	Não estabelecida para efeito mitocondrial em humanos; consumo tradicional (infusão) fornece quantidades menores.	(DOS SANTOS <i>et al.</i> , 2018)
Frutas vermelhas / açaí	Antocianinas	Ensaio humano sobre marcadores metabólicos/vascularidade usaram ≈ 100–320 mg/d⁻¹ de antocianinas.	Faixas 50–320 mg/d ⁻¹ reportadas em intervenções; variabilidade grande conforme preparação.	(DANTAS <i>et al.</i> , 2019; DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)
Pimenta vermelha / capsicum	Capsaicina / capsinoides	Estudos clínicos mostraram efeito termogênico com ≈ 2–9 mg/dia de capsaicinoides (ex.: 9 mg/d ⁻¹ por 8 semanas; outros mostraram efeito com 2–4 mg/d ⁻¹).	Consumo dietético médio varia; intervenções seguras tipicamente usam 2–9 mg/d⁻¹ capsinoides; doses muito altas (>30 mg/d) podem causar desconforto GI	(ROOPASHREE <i>et al.</i> , 2024)

Alimento que contém o composto	Composto bioativo	Quantidade do composto utilizada que comprova o efeito (estudo/intervenção)	Ingestão diária do composto bioativo (valor orientativo / segurança)	Referência
Açafrão-da-terra (cúrcuma) / temperos	Curcumina	Ensaio clínico usam tipicamente ≈ 500–2000 mg/d⁻¹ (formulações com maior biodisponibilidade permitem doses menores efetivas).	Não existe RDA; intervenções comuns: 500–2000 mg/d ⁻¹ de curcumina (formular com piperina ou formulas micelares melhoram biodisponibilidade)	(HEWLINGS; KALMAN, 2017)
Cacau / chocolate amargo	Polifenóis do cacau (flavanóis)	Ensaio humano usam extratos/cacau padronizado em flavanóis: ≈ 200–1000 mg/d⁻¹ de flavanóis totais, conforme estudo.	Não estabelecida recomendação oficial; estudos usam 200–900 mg/d ⁻¹ de flavanóis (varia por formulação).	(DE ARAÚJO <i>et al.</i> , 2021; DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)
Vitis vinifera (semente de uva)	Mistura de polifenóis (resveratrol + outros)	Ensaio com extratos de semente/pele de uva usam mg/doses que variam (~100–500 mg/d ⁻¹ de polifenóis totais em alguns estudos).	Não padronizado ; depende do extrato; resveratrol isolado em 150–500 mg/d ⁻¹ é mais documentado.	(DE ARAÚJO <i>et al.</i> , 2021; DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)
Coenzima Q10 (alimentos e suplementos)	CoQ10 (ubiquinona / ubiquinol)	Ensaio clínico demonstram efeitos com 100–300 mg/dia ; alguns estudos testaram 100–600 mg/d ⁻¹ .	Suplementação usual: 100–300 mg/dia ; considerada segura nessa faixa	(SOOD; PATEL; KEENAGHAN, 2024)
PQQ (pyrroloquinoline quinone)	PQQ	Ensaio humano mencionam ≈ 20 mg/dia (melhora cognitiva / marcadores mitocondriais em alguns estudos).	Estudos e produtos usam ~10–20 mg/dia ; 20 mg/d ⁻¹ foi usado em intervenções clínicas	(IKEMOTO; MOHAMAD ISHAK; AKAGAWA, 2024)

Alimento que contém o composto	Composto bioativo	Quantidade do composto utilizada que comprova o efeito (estudo/intervenção)	Ingestão diária do composto bioativo (valor orientativo / segurança)	Referência
Nicotinamida ribosídeo (NR) / Niagen	NR (derivado B3)	Ensaio clínicos testaram 100, 300 e 1000 mg/dia (maiores estudos compararam essas doses).	Doses testadas em humanos: 100–1000 mg/dia ; estudos maiores testaram 100–1000 mg/d ⁻¹	(DAMGAARD; TREEBAK, 2023)
L-carnitina (carnitina)	L-carnitina	Estudos clínicos mostram efeitos metabólicos com 1–3 g/dia (por exemplo 2 g/d).	Suplementação usual em estudos: 1–3 g/dia ; efeitos e segurança dependem da forma e população.	(SUPPLEMENTS, 2017)
Vitaminas C, E, D; Zn, Se (co-fatores)	Vitaminas / minerais antioxidantes	Estudos de suporte usam doses variadas (ex.: Vit C 500–1000 mg/d ⁻¹ , Vit E 200–400 IU/d, Vit D conforme status, Zn/Se em faixas nutricionais).	Recomendações dependem de RDA/necessidade clínica; suplementação deve seguir orientação profissional.	(DE PAULO FARIAS <i>et al.</i> , 2021)

5. CONCLUSÃO

A relevância das mitocôndrias claramente se estende além da produção de energia para a célula. A funcionalidade das mitocôndrias afeta várias vias de sinalização, proliferação celular e mudanças na expressão gênica envolvidas na determinação do destino celular.

A dieta tem um grande impacto na função mitocondrial, onde o excesso de energia e a insuficiência da disponibilidade de micronutrientes podem ter consequências prejudiciais à saúde. Como consequência, é importante otimizar a função metabólica, atendendo às necessidades dietéticas de energia, vitaminas e minerais. As deficiências de micronutrientes na dieta são altamente prevalentes, principalmente em países de baixa renda (WHO 2017). As principais fontes alimentares de energia vêm de alimentos industrializados e altamente processados (ou seja, bebidas açucaradas, salgadinhos, sobremesas e cereais doces) levando ao consumo excessivo de energia, carboidratos e lipídios, enquanto o consumo de alimentos saudáveis (ou seja, vegetais, frutas e legumes) é baixo, levando à baixa ingestão de micronutrientes.

Esses fatores podem prejudicar a função mitocondrial. Esses aspectos dietéticos têm sido relacionados à presença de distúrbios metabólicos importantes que podem afetar profundamente os níveis basais dos indivíduos acometidos.

Compreender a complexidade dos diversos papéis das mitocôndrias é de extrema importância para a saúde e pode fornecer informações sobre as respostas individuais à dieta, estilo de vida, medicamentos e outras exposições ambientais.

6. REFERÊNCIAS

- BISHOP, D. J.; BOTELLA, J.; GENDERS, A. J.; LEE, M. J. C.; SANER, N. J.; KUANG, J.; YAN, X.; GRANATA, C. High-intensity exercise and mitochondrial biogenesis: Current controversies and future research directions. **Physiology**, v. 34, n. 1, p. 56–70, 1 jan. 2019.
- BROWN, K.; THEOFANOUS, D.; BRITTON, R. G.; ABURIDO, G.; PEPPER, C.; SRI UNDRU, S.; HOWELLS, L. Resveratrol for the Management of Human Health: How Far Have We Come? A Systematic Review of Resveratrol Clinical Trials to Highlight Gaps and Opportunities. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 2, p. 747, 1 jan. 2024.
- CENA, H.; CALDER, P. C. Defining a Healthy Diet: Evidence for the Role of Contemporary Dietary Patterns in Health and Disease. **Nutrients**, v. 12, n. 2, p. 334, 1 fev. 2020.
- CHAKRABARTY, S.; KABEKKODU, S. P.; SINGH, R. P.; THANGARAJ, K.; SINGH, K. K.; SATYAMOORTHY, K. Mitochondria in health and disease. **Mitochondrion**, v. 43, p. 25–29, 1 nov. 2018.
- COEN, P. M.; MUSCI, R. V.; HINKLEY, J. M.; MILLER, B. F. Mitochondria as a Target for Mitigating Sarcopenia. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. JAN, p. 1883, 2019.
- DAMGAARD, M. V.; TREEBAK, J. T. What is really known about the effects of nicotinamide riboside supplementation in humans. **Science Advances**, v. 9, n. 29, p. eadi4862, 1 jul. 2023.
- DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; OLIVEIRA, P. M. de L.; LIMA, M. dos S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. da S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, p. 202–214, 15 fev. 2019.
- DE ARAÚJO, F. F.; DE PAULO FARIAS, D.; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. **Food Chemistry**, v. 338, p. 127535, 15 fev. 2021.
- DE PAULO FARIAS, D.; DE ARAÚJO, F. F.; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Antidiabetic potential of dietary polyphenols: A mechanistic review. **Food Research International**, v. 145, p. 110383, 1 jul. 2021.
- DE VASCONCELOS, F. D. A. G. Novos campos de atuação do nutricionista no Brasil: a emergência das inovações tecnológicas digitais, incluindo o uso da inteligência artificial. **Revista de Nutrição**, v. 38, p. e240088, 2025.
- DO NASCIMENTO, O. V.; ROCHA, A. W. de O.; NASCIMENTO, W. M. do. Nível de conhecimento e de ingestão nutricional de atletas adultos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, ISSN-e 1981-9927, Vol. 15, Nº. 92, 2021, págs. 208-219**, v. 15, n. 92, p. 208–219, 2021.
- DOS SANTOS, T. W.; MIRANDA, J.; TEIXEIRA, L.; AIASTUI, A.; MATHEU, A.; GAMBERO, A.; PORTILLO, M. P.; RIBEIRO, M. L. Yerba Mate Stimulates Mitochondrial Biogenesis and Thermogenesis in High-Fat-Diet-Induced Obese Mice. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 62, n. 15, p. 1800142, 1 ago. 2018.
- FRAGA, C. G.; CROFT, K. D.; KENNEDY, D. O.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. **Food & function**, v. 10, n. 2, p. 514–528, 1 fev. 2019.
- FYTILI, C.; NIKOU, T.; TENTOLOURIS, N.; TSETI, I. K.; DIMOSTHENOPOULOS, C.; SFIKAKIS, P. P.; SIMOS, D.; KOKKINOS, A.; SKALTSOUNIS, A. L.; KATSILAMBROS, N.; HALABALAKI, M.

- Effect of Long-Term Hydroxytyrosol Administration on Body Weight, Fat Mass and Urine Metabolomics: A Randomized Double-Blind Prospective Human Study. **Nutrients**, v. 14, n. 7, p. 1525, 1 abr. 2022.
- GAN, Y.; TONG, X.; LI, L.; CAO, S.; YIN, X.; GAO, C.; HERATH, C.; LI, W.; JIN, Z.; CHEN, Y.; LU, Z. Consumption of fruit and vegetable and risk of coronary heart disease: A meta-analysis of prospective cohort studies. **International Journal of Cardiology**, v. 183, p. 129–137, 15 mar. 2015.
- GARCÍA-GARCÍA, F. J.; MONISTROL-MULA, A.; CARDELLACH, F.; GARRABOU, G. Nutrition, Bioenergetics, and Metabolic Syndrome. **Nutrients 2020, Vol. 12, Page 2785**, v. 12, n. 9, p. 2785, 11 set. 2020.
- HARVEY, A. J. Mitochondria in early development: linking the microenvironment, metabolism and the epigenome. **Reproduction**, v. 157, n. 5, p. R159–R179, 1 maio 2019.
- HEINZ, S. A.; HENSON, D. A.; AUSTIN, M. D.; JIN, F.; NIEMAN, D. C. Quercetin supplementation and upper respiratory tract infection: A randomized community clinical trial. **Pharmacological Research**, v. 62, n. 3, p. 237, set. 2010.
- HEWLINGS, S. J.; KALMAN, D. S. Curcumin: A Review of Its' Effects on Human Health. **Foods**, v. 6, n. 10, p. 92, 1 out. 2017.
- IERVOLINO, S.; SCARANO, P.; MADERA, J. R.; FRANCO, C.; TARTAGLIA, M.; STILO, R.; SCIARRILLO, R.; CANZONIERO, L. M. T.; MORENO, M.; GUARINO, C. Vitis vinifera L. cv. Falanghina Seed Extracts: Antioxidant Effect of Bioactive Compounds on HepG2 Cells. **Antioxidants**, v. 13, n. 7, 2024.
- IKEMOTO, K.; MOHAMAD ISHAK, N. S.; AKAGAWA, M. The effects of pyrroloquinoline quinone disodium salt on brain function and physiological processes. **The journal of medical investigation : JMI**, v. 71, n. 1.2, p. 23–28, 2024.
- JAYANTHY, G.; ROSHANA DEVI, V.; ILANGO, K.; SUBRAMANIAN, S. P. Rosmarinic Acid Mediates Mitochondrial Biogenesis in Insulin Resistant Skeletal Muscle Through Activation of AMPK. **Journal of cellular biochemistry**, v. 118, n. 7, p. 1839–1848, 1 jul. 2017.
- KALUZA, J.; LARSSON, S. C.; ORSINI, N.; LINDEN, A.; WOLK, A. Fruit and vegetable consumption and risk of COPD: a prospective cohort study of men. **Thorax**, v. 72, n. 6, p. 500–509, 1 jun. 2017.
- KHALIL, M.; SHANMUGAM, H.; ABDALLAH, H.; JOHN BRITTO, J. S.; GALERATI, I.; GÓMEZ-AMBROSI, J.; FRÜHBECK, G.; PORTINCASA, P. The Potential of the Mediterranean Diet to Improve Mitochondrial Function in Experimental Models of Obesity and Metabolic Syndrome. **Nutrients**, v. 14, n. 15, 1 ago. 2022.
- LEE, K. W.; CHO, M. S. The traditional Korean dietary pattern is associated with decreased risk of metabolic syndrome: findings from the Korean National Health and Nutrition Examination. **liebertpub.comKW Lee, MS ChoJournal of medicinal food, 2014•liebertpub.com**, v. 17, n. 1, p. 43–56, 1 jan. 2014.
- LI, B.; LI, F.; WANG, L.; ZHANG, D. **Fruit and Vegetables Consumption and Risk of Hypertension: A Meta-Analysis****Journal of Clinical Hypertension**John Wiley & Sons, Ltd, 1 maio 2016.
- LIGUORI, A.; PETTI, F.; RUGHINI, S.; SILLI, L.; ASPRINO, R.; MAGLIO, C.; LEONETTI, F. Effect of a basic Chinese traditional diet in overweight patients. **Journal of Traditional Chinese Medicine**, v. 33, n. 3, p. 322–324, 1 jun. 2013.

- MALIK, A. N.; CZAJKA, A. Is mitochondrial DNA content a potential biomarker of mitochondrial dysfunction? **Mitochondrion**, v. 13, n. 5, p. 481–492, 1 set. 2013. D
- MCRORIE, J. W.; MCKEOWN, N. M. Understanding the Physics of Functional Fibers in the Gastrointestinal Tract: An Evidence-Based Approach to Resolving Enduring Misconceptions about Insoluble and Soluble Fiber. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 117, n. 2, p. 251–264, 1 fev. 2017.
- MEDINA-REMÓN, A.; TRESSERRA-RIMBAU, A.; PONS, A.; TUR, J. A.; MARTORELL, M.; ROS, E.; BUIL-COSIALES, P.; SACANELLA, E.; COVAS, M. I.; CORELLA, D.; SALAS-SALVADÓ, J.; GÓMEZ-GRACIA, E.; RUIZ-GUTIÉRREZ, V.; ORTEGA-CALVO, M.; GARCÍA-VALDUEZA, M.; ARÓS, F.; SAEZ, G. T.; SERRA-MAJEM, L.; PINTO, X.; VINYOLES, E.; ESTRUCH, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Effects of total dietary polyphenols on plasma nitric oxide and blood pressure in a high cardiovascular risk cohort. The PREDIMED randomized trial. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 25, n. 1, p. 60–67, 1 jan. 2015.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Casos de diabetes aumentaram quatro vezes nas últimas décadas em todo o mundo; ação urgente é necessária.**
- PROBST, Y. C.; GUAN, V. X.; KENT, K. Dietary phytochemical intake from foods and health outcomes: a systematic review protocol and preliminary scoping. **BMJ Open**, v. 7, n. 2, p. e013337, 1 fev. 2017.
- RODRÍGUEZ-CANO, A. M.; CALZADA-MENDOZA, C. C.; ESTRADA-GUTIERREZ, G.; MENDOZA-ORTEGA, J. A.; PERICHART-PERERA, O. Nutrients, Mitochondrial Function, and Perinatal Health. **Nutrients** 2020, Vol. 12, Page 2166, v. 12, n. 7, p. 2166, 21 jul. 2020.
- ROOPASHREE, N.; SYAM, D. S.; KRISHNAKUMAR, I. M.; MALA, K. N.; FLEENOR, B. S.; THOMAS, J. A natural sustained-intestinal release formulation of red chili pepper extracted capsaicinoids (Capsifen®) safely modulates energy balance and endurance performance: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Frontiers in Nutrition**, v. 11, p. 1348328, 20 mar. 2024.
- SHAUGHNESSY, D. T.; MCALLISTER, K.; WORTH, L.; HAUGEN, A. C.; MEYER, J. N.; DOMANN, F. E.; VAN HOUTEN, B.; MOSTOSLAVSKY, R.; BULTMAN, S. J.; BACCARELLI, A. A.; BEGLEY, T. J.; SOBOL, R. W.; HIRSCHHEY, M. D.; IDEKER, T.; SANTOS, J. H.; COPELAND, W. C.; TICE, R. R.; BALSHAW, D. M.; TYSON, F. L. Mitochondria, Energetics, Epigenetics, and Cellular Responses to Stress. **Environmental Health Perspectives**, v. 122, n. 12, p. 1271–1278, 2014.
- SILVA, W. J. M. da; FERRARI, C. K. B. Metabolismo mitocondrial, radicais livres e envelhecimento. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 14, n. 3, p. 441–451, 2011..
- SLAVIN, J. L. Structure, Nomenclature, and Properties of Carbohydrates. *In: Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition - E-book*. [s.l.] Elsevier, 2012. p. 38–55.
- SOOD, B.; PATEL, P.; KEENAGHAN, M. Coenzyme Q10. **StatPearls**, 30 jan. 2024.
- SUPPLEMENTS, O. of D. **Carnitine — Health Professional Fact Sheet.**
- TIAN, Y.; SU, L.; WANG, J.; DUAN, X.; JIANG, X. Fruit and vegetable consumption and risk of the metabolic syndrome: a meta-analysis. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 4, p. 756–765, 1 mar. 2018.
- TONG, T.; REN, N.; SOOMI, P.; WU, J.; GUO, N.; KANG, H.; KIM, E.; WU, Y.; HE, P.; TU, Y.; LI, B. Theaflavins improve insulin sensitivity through regulating mitochondrial biosynthesis in palmitic acid-induced HepG2 cells. **Molecules**, v. 23, n. 12, 2018.

- VÁSQUEZ-REYES, S.; VELÁZQUEZ-VILLEGAS, L. A.; VARGAS-CASTILLO, A.; NORIEGA, L. G.; TORRES, N.; TOVAR, A. R. Dietary bioactive compounds as modulators of mitochondrial function. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 96, p. 108768, 1 out. 2021.
- VIEIRA, L. C.; SCHROEDER DE SOUZA, J.; LAÍS, C.; COPETTI, K.; RIBEIRO DE SOUZA, M. L.; BEATRIZ DE PAIVA BAPTISTELLA, A.; FARIA, P.; PIETRO, D. Atuação do nutricionista em fitoterapia, alimentos com alegações de propriedades funcionais e saúde e compostos bioativos. **Revista de Nutrição**, v. 38, p. e240109, 2025.
- WESSELINK, E.; KOEKKOEK, W. A. C.; GREFFE, S.; WITKAMP, R. F.; VAN ZANTEN, A. R. H. Feeding mitochondria: Potential role of nutritional components to improve critical illness convalescence. **Clinical Nutrition**, v. 38, n. 3, p. 982–995, 1 jun. 2019.
- YAMMINE, A.; ZARROUK, A.; NURY, T.; VEJUX, A.; LATRUFFE, N.; VERVANDIER-FASSEUR, D.; SAMADI, M.; MACKRILL, J. J.; GREIGE-GERGES, H.; AUEZOVA, L.; LIZARD, G. Prevention by Dietary Polyphenols (Resveratrol, Quercetin, Apigenin) Against 7-Ketocholesterol-Induced Oxidative Phagocytosis in Neuronal N2a Cells: Potential Interest for the Treatment of Neurodegenerative and Age-Related Diseases. **Cells**, v. 9, n. 11, 2020.
- YAN, R.; CAO, Y. The Safety and Efficacy of Dietary Epigallocatechin Gallate Supplementation for the Management of Obesity and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: Recent Updates. **Biomedicines**, v. 13, n. 1, p. 206, 1 jan. 2025.
- ZHAN, J.; LIU, Y. J.; CAI, L. B.; XU, F. R.; XIE, T.; HE, Q. Q. Fruit and vegetable consumption and risk of cardiovascular disease: A meta-analysis of prospective cohort studies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 8, p. 1650–1663, 24 maio 2017.
- ZHANG, S.; XIE, H.; PAN, P.; WANG, Q.; YANG, B.; LI, Y.; WEI, Y.; SUN, Y.; WEI, Y.; JIANG, Q.; HUANG, Y. EGCG alleviates heat-stress-induced fat deposition by targeting HSP70 through activation of AMPK-SIRT1-PGC-1 α in porcine subcutaneous preadipocytes. **Biochemical Pharmacology**, v. 225, p. 116250, 1 jul. 2024.
- ZHANG, S.; XIE, H.; PAN, P.; WANG, Q.; YANG, B.; LI, Y.; WEI, Y.; SUN, Y.; WEI, Y.; JIANG, Q.; HUANG, Y. EGCG alleviates heat-stress-induced fat deposition by targeting HSP70 through activation of AMPK-SIRT1-PGC-1 α in porcine subcutaneous preadipocytes. **Biochemical Pharmacology**, v. 225, p. 116250, 1 jul. 2024.
- Wang Y, Liu Z, Han Y, Xu J, Huang W, Li Z (2018) Medium Chain Triglycerides enhances exercise endurance through the increased mitochondrial biogenesis and metabolism. *PLoS ONE* 13(2): e0191182.