

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO – UNIBRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA

DAIANA ALLANA DA SILVA AMORIM SANTOS
DIOGO AMARO DA SILVA DOS SANTOS
LÍVIA REGINA FERREIRA DO NASCIMENTO

**COENZIMA Q₁₀ E SEUS BENEFÍCIOS NA
LONGEVIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

RECIFE/2024

**DAIANA ALLANA DA SILVA AMORIM
DIOGO AMARO DA SILVA DOS SANTOS
LÍVIA REGINA FERREIRA DO NASCIMENTO**

**COENZIMA Q₁₀ E SEUS BENEFÍCIOS NA LONGEVIDADE:
Uma revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de Bacharelado em
Farmácia do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA,
como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientadora: Profa. Dra. Isabella Coimbra Vila Nova

RECIFE/2024

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Laís Cardoso, CRB-4/PE-1753/P.

S237c Santos, Daiana Allana da Silva Amorim.

Coenzima Q10 e seus benefícios na longevidade: uma revisão de literatura / Daiana Allana da Silva Amorim Santos, Diogo Amaro da Silva dos Santos, Lívia Regina Ferreira do Nascimento. - Recife: Edição do Autor, 2024.

44 p. : il. p&b.

Orientador(a): Dra. Isabella Coimbra Vila Nova.

Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Brasileiro – Unibra. Curso de Graduação em Farmácia, 2024.

Inclui Referências.

1. Antioxidante. 2. Coenzima Q10. 3. Qualidade de vida. 4. Suplementação. I. Santos, Daiana Allana da Silva Amorim. II. Santos, Diogo Amaro da Silva dos. III. Centro Universitário Brasileiro - Unibra. IV. Título.

CDU: 615

DEDICATÓRIA

Eu, Daiana, dedico essa monografia ao meu marido Douglas, que foi capaz de suportar todos os meus momentos durante o processo dessa graduação, foi um grande estímulo para minha dedicação. Aos meus pais, Rute e Josenildo, pelo investimento durante minha vida. Aos meus irmãos, parentes e amigos por ter me encorajado até aqui.

Eu, Diogo, dedico o presente trabalho para a minha companheira Daniele, que foi o equilíbrio perfeito entre ser meu espaço seguro e me desafiar a ser melhor, meu coração é infinitamente grato. Dedico também aos meus pais por todo o esforço investido na minha educação.

Eu, Livia, dedico esse trabalho de conclusão aos meus pais, Rubenita e Amauri, por todo apoio e dedicação que deram ao longo da vida. Gratidão por todos os sacrifícios que fizeram e por sempre estarem ao meu lado, incentivando e guiando cada passo. Dedico também aos meus irmãos, Anderson e Andreza, por serem minha fonte inesgotável de apoio, ânimo e incentivo nessa jornada acadêmica

AGRADECIMENTOS

À nossa orientadora, Isabella Coimbra, que foi a responsável por oferecer expertise na área de estudo, sendo essencial para o desenvolvimento e sucesso do projeto.

À UNIBRA, por toda infraestrutura, possibilitando uma graduação de qualidade e consequente ingresso no mercado de trabalho

Aos colegas de turma que compartilharam suas experiências, tornando a jornada mais leve e estimulante.

E à Deus, que nos sustentou até agora.

"A ciência é mais que um corpo de conhecimento, é uma forma de pensar, uma forma cética de interrogar o universo, com pleno conhecimento da falibilidade humana."

Carl Sagan

RESUMO

A CoQ₁₀, uma molécula lipossolúvel presente em todas as células humanas, desempenha papel fundamental na produção de energia celular (ATP) e atua como antioxidante, protegendo as células contra danos oxidativos. A produção de CoQ₁₀ diminui com a idade, resultando em deficiências associadas a diversas doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, diabetes, doenças renais e neurodegenerativas. O objetivo principal desta pesquisa é demonstrar a eficácia da CoQ₁₀ na melhoria da qualidade de vida e aumento da expectativa de vida. Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura em bases de dados como SCIELO e MEDLINE, considerando artigos publicados entre 2019 e 2024. Foram selecionados ensaios clínicos originais, excluindo estudos em animais e revisões de literatura. A revisão identificou 61 artigos inicialmente, dos quais 37 atenderam aos critérios de qualidade estabelecidos pela CAPES, e, após filtragem adicional, 10 artigos foram selecionados para análise detalhada. Os resultados indicam que a suplementação com CoQ₁₀ pode melhorar marcadores de metabolismo mitocondrial e perfis lipídicos, capacidade antioxidante, reatividade endotelial e redução de sintomas de mialgia em pacientes com intolerância a estatinas. Estudos específicos mostraram benefícios da CoQ₁₀ em pacientes com doenças crônicas, queimaduras graves e condições de estresse oxidativo extremo. A biodisponibilidade da CoQ₁₀ variou conforme a formulação, sendo o xarope solúvel em água significativamente mais eficaz que as cápsulas padrão. Dessa forma, a CoQ₁₀ mostra potencial promissor na promoção da saúde e longevidade, especialmente quando administrada em formulações que aumentam sua biodisponibilidade. Contudo, mais pesquisas são necessárias para compreender completamente seus mecanismos de ação e otimizar as estratégias de suplementação. Ensaios clínicos de longo prazo com amostras maiores são recomendados para confirmar os benefícios observados e explorar novas aplicações terapêuticas da CoQ₁₀.

Palavras-chave: Antioxidante; Coenzima Q₁₀; Qualidade de vida; Suplementação.

ABSTRACT

CoQ10, a liposoluble molecule present in all human cells, plays a fundamental role in cellular energy production (ATP) and acts as an antioxidant, protecting cells against oxidative damage. CoQ10 production decreases with age, resulting in deficiencies associated with various chronic diseases such as cardiovascular diseases, diabetes, renal diseases, and neurodegenerative diseases. The main objective of this research is to demonstrate the efficacy of CoQ10 in improving quality of life and increasing life expectancy. To achieve this, a systematic literature review was conducted in databases such as SCIELO and MEDLINE, considering articles published between 2019 and 2024. Original clinical trials were selected, excluding animal studies and literature reviews. The review initially identified 61 articles, of which 37 met the quality criteria established by CAPES, and after further filtering, 10 articles were selected for detailed analysis. The results indicate that CoQ10 supplementation can improve markers of mitochondrial metabolism and lipid profiles, antioxidant capacity, endothelial reactivity, and reduction of myalgia symptoms in patients with statin intolerance. Specific studies showed benefits of CoQ10 in patients with chronic diseases, severe burns, and conditions of extreme oxidative stress. CoQ10 bioavailability varied according to the formulation, with water-soluble syrup being significantly more effective than standard capsules. Thus, CoQ10 shows promising potential in promoting health and longevity, especially when administered in formulations that enhance its bioavailability. However, more research is needed to fully understand its mechanisms of action and optimize supplementation strategies. Long-term clinical trials with larger samples are recommended to confirm the observed benefits and explore new therapeutic applications of CoQ10.

Keywords: Antioxidant; Coenzyme Q₁₀; Quality of life; Supplementation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Estrutura da coenzima Q10.....	16
Figura 2. Diferentes aplicações e formulações farmacêuticas da coenzima Q10	22
Figura 3. Fluxograma da revisão sistemática de literatura	24

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1. Artigos selecionados para compor a base de dados do trabalho	24
Tabela 2. Características dos estudos incluídos na revisão sistemática de literatura ..	27
Quadro 1. Fluxograma da revisão sistemática de literatura	30
Quadro 2. Continuação do quadro 1.....	32
Quadro 3. Continuação do quadro 1.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Adenosina trifosfato
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CoQ10	Coenzima Q10
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DRC	Doença renal crônica
FMD	Dilatação mediada por fluxo
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
NR	Nicotinamida ribosídeo
SCIELO	Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivo Específico.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Coenzima Q10.....	16
3.2 Aspectos Farmacológicos da Coenzima Q10.....	18
3.2.1 Farmacocinética.....	18
3.2.2 Farmacodinâmica.....	19
3.2.3 Papel terapêutico da Coenzima Q10.....	20
4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por estratégias que promovam uma vida mais longa e saudável tem despertado um interesse crescente entre pesquisadores e indivíduos preocupados com sua saúde. Nesse contexto, a coenzima Q10 (CoQ10) emergiu como uma molécula de destaque devido ao seu potencial papel nos processos fisiológicos e no aumento da longevidade (Cirilli *et al.*, 2021; López-Lluch; Navas, 2020). A CoQ10, também conhecida como ubiquinona, é uma molécula lipossolúvel presente em todas as células do corpo humano, desempenhando papéis cruciais em diversos processos bioquímicos (Crane, 2001; Sinatra, 1998).

A principal função da CoQ10 está relacionada à produção de energia celular na forma de adenosina trifosfato (ATP), um processo essencial para o funcionamento adequado de todas as células e tecidos do organismo (Raizner, 2019). Além disso, a CoQ10 atua como um potente antioxidante, protegendo as células dos danos causados pelos radicais livres e pelo estresse oxidativo, processos intimamente ligados ao envelhecimento e ao desenvolvimento de doenças crônicas (Garrido-Maraver *et al.*, 2014; Pastor-Maldonado *et al.*, 2020; Sinatra, 1998).

À medida que envelhecemos os níveis de ubiquinona decrescem, diminuindo a produção endógena de CoQ10. Isso pode acabar prejudicando sua síntese, função ou ainda ser resultante de aumento da requisição por tecidos com patologias particularizada. A forma secundária de deficiência de ubiquinona é observada em doenças cardiovasculares, diabetes, doença renal crônica, doenças hepáticas, distúrbios neurodegenerativos, e câncer (Jacobs, 2020).

Como resultado, o interesse em estratégias para aumentar os níveis de ubiquinona no organismo tem aumentado, pois, contém um alto poder antioxidante, fundamental no processo de produção energética mitocondrial, na qual, se mostra um eficaz combate aos radicais livres, como na prevenção de doenças (Silva, *et al.* 2021).

Numerosos estudos têm investigado os efeitos da suplementação com CoQ10 em uma variedade de condições de saúde, incluindo doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, metabólicas e outras associadas ao envelhecimento (Cirilli *et al.*, 2021). Resultados promissores têm sido observados, sugerindo que a CoQ10 pode desempenhar um papel importante na prevenção e no tratamento dessas condições, bem como na promoção do envelhecimento saudável e da longevidade.

Nesta revisão, será explorado o papel da ubiquinona nos processos fisiológicos e no aumento da longevidade, examinando sua função celular, mecanismos de ação e benefícios potenciais para a saúde. Além disso, será discutida as formas de suplementação de CoQ10, suas doses recomendadas, possíveis interações medicamentosas e considerações importantes para seu uso seguro e eficaz.

Por meio dessa análise abrangente, espera-se fornecer uma compreensão mais profunda sobre o papel da ubiquinona na promoção da saúde e no aumento da longevidade, destacando seu potencial como uma estratégia terapêutica promissora para indivíduos em busca de uma vida mais longa e saudável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Demonstrar a eficácia da coenzima Q10 nos processos fisiológicos, destacando sua importância na melhoria da qualidade de vida em seres humanos.

2.2 Objetivos Específicos

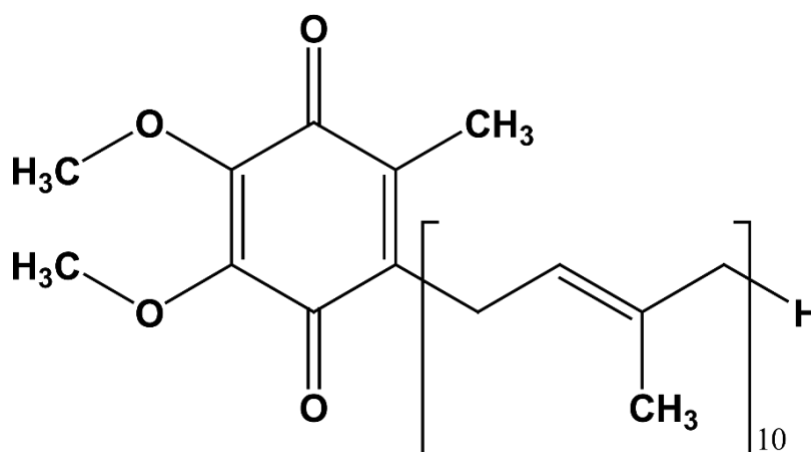
1. Realizar de um levantamento bibliográfico a respeito da coenzima Q10 e sua eficácia em seres humanos;
2. Descrever os principais aspectos que levam à utilização da coenzima Q10;
3. Analisar os benefícios da coenzima Q10, destacando a sua importância na energia celular, ação antioxidante, imunoestimulante, melhoria na qualidade de vida e longevidade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Coenzima Q₁₀

Também chamada de ubiquinona ou quimicamente designada como 2,3-dimetoxi-5-metil-6-decaprenil-1,4-benzoquinona, a coenzima Q₁₀, apresentada na figura 1, é uma molécula lipossolúvel (solúvel em gordura) encontrada naturalmente nas membranas celulares de seres humanos (Lenaz, 1985; Sinatra, 1998). Esse composto é uma quinona de fórmula molecular C₅₉H₉₀O₄, semelhante a uma vitamina, que na sua forma pura se apresenta como de um pó cristalino (Ernster; Dallner, 1995). (Bhagavan; Chopra, 2007)

Figura 1: Estrutura da coenzima Q₁₀



Fonte: Costa, *et al.* (2023).

Sua estrutura química deriva da conjugação do anel de benzoquinona com uma cadeia lipofílica de isoprenóides – hidrocarbonetos de cadeia ramificada com estrutura molecular derivada de um alceno ramificado com cinco átomos de carbono (isopreno), utilizados como blocos de construção de cadeias carbônicas de substâncias encontradas na natureza – todos eles em configurações *trans* e com uma ligação dupla (Costa *et al.* 2023).

Em termos de nomenclatura, o "Q" refere-se ao grupo quinona da molécula, enquanto o "10" indica o número de unidades de isoprenos na cauda da molécula (Lenaz, 1985). A quantidade de isoprenos varia de espécie para espécie, sendo 10 unidades para humanos e para roedores, por exemplo (Overvad *et al.*, 1999).

Foi descoberta em 1957 pelo bioquímico Fredrick Crane na Universidade de Wisconsin enquanto estudava os componentes do transporte mitocondrial de elétrons e do sistema de conversão de energia de boi (Hidalgo-Gutiérrez et al., 2021). Embora tenha sido descoberta em 1957, apenas em 1958 conseguiram isolar e obter informações sobre sua estrutura química (Rauchová, 2021).

De acordo com Jacobs e Accursio (2020), a CoQ₁₀ pode ser identificada em todas as células do corpo humano, mas as suas maiores concentrações são vistas nos tecidos do coração, fígado, cérebro e músculo esquelético. A coenzima Q₁₀ tanto é sintetizada pelas células do corpo humano, como também ser obtida através de dieta, podendo contribuir para a concentração desta enzima no organismo.

A partir da TIROSINA, que a parte da CoQ₁₀ é sintetizada, enquanto a outra parte é a partir de ACETIL-CoA pela via do mevalonato, mesma via utilizada nos primeiros passos da biossíntese do colesterol. Por exibir uma parte de sua síntese em comum com essa molécula, alguns medicamentos para a redução da pressão e dos níveis de colesterol sanguíneo são encarregados pela inibição da produção de Coenzima Q₁₀ (Santos, 2012).

Ainda que o próprio corpo sintetize, conforme Silva *et al.*, (2021), a CoQ₁₀ está presente com uma quantidade maior em carnes, aves e peixes. O consumo diário desses alimentos fornece entre 2 a 20 mg. Em casos de deficiências fisiológicas ou patológicas, apenas a alimentação é insuficiente para restabelecer os níveis de coenzima Q₁₀ no organismo, necessitando que haja a utilização de suplementos (Silva, 2022). Segundo Santos (2012), ele afirma:

Pequenas quantidades são encontradas em cereais, soja, nozes e vegetais, particularmente espinafre e brócolis. A absorção da CoQ₁₀ proveniente da dieta (ou suplementos) ocorre no intestino delgado e é influenciada pela presença de alimentos e bebidas (Santos, p.5. 2012).

A absorção da CoQ₁₀ através da dieta ou suplementos acontece no intestino delgado e é influenciada pela presença de alimentos e bebidas. Sua melhor absorção é na presença de alimentos ricos em lipídios. Depois de absorvida, a CoQ₁₀ é transportada para o fígado, onde é incorporada às lipoproteínas e concentrada nos tecidos (Moura, *et al.*, 2023). Machado (2011) relata que:

O uso extensivo da CoQ₁₀ em suplementos alimentares requer a avaliação da sua segurança e dos possíveis riscos à saúde humana. Dados publicados referentes a estudos de determinação de riscos para a saúde humana indicaram que a CoQ₁₀ apresenta baixa toxicidade e não induz sérios efeitos adversos no ser humano (Machado, p.6. 2011).

A CoQ₁₀ desempenha um papel fundamental no processo de energia nas células, apresentou-se como um fator essencial nas mitocôndrias, como "usinas de energia" das células (Calil, *et al.*, 2023). Além do mais, possui propriedades antioxidantes, na qual auxilia a proteger as células dos danos ocasionado por radicais livres, substâncias instáveis que podem contribuir para o envelhecimento e o desenvolvimento de doenças crônicas.

3.2. Aspectos farmacológicos da Coenzima Q₁₀

3.2.1 Farmacocinética

Embora a CoQ₁₀ seja sintetizada endogenamente pelo organismo e seja obtida através da dieta, a administração exógena dessa substância tem sido amplamente utilizada para aumentar seus níveis nos tecidos, especialmente em casos de deficiência ou em condições em que seus níveis estão diminuídos (Oliveira, 2012). Segundo Oliveira (2012), a coenzima Q₁₀, é um composto lipossolúvel e a sua captação e distribuição, depois da ingestão oral, depende das suas características bioquímicas.

Existem várias formas farmacêuticas de coenzima Q₁₀ no mercado, como comprimidos, comprimidos mastigáveis e cápsulas com pó ou suspensão oleosa no seu interior e formas farmacêuticas solúveis que exibem diversas biodisponibilidades.

Segundo Oliveira (2012), a CoQ₁₀ sofre pouco metabolismo no organismo. Ela é convertida em sua forma ativa, chamada ubiquinol, por meio de enzimas redutoras no intestino delgado e no fígado. O ubiquinol é considerado a forma antioxidante e ativa da CoQ₁₀, e é a forma predominante encontrada nas células do corpo humano. A CoQ₁₀ é excretada principalmente pela bile e, em menor proporção, pela urina. A quantidade excretada pode variar dependendo da dose administrada e do estado fisiológico do indivíduo. A CoQ₁₀ está concentrada em diferentes áreas como: baço, glândulas suprarrenais, pulmões, rins e miocárdio, e tem meia-vida plasmática de 34 horas (Passos, *et al.* 2023).

É importante destacar que a farmacocinética da CoQ₁₀ pode ser afetada por diversos fatores, como idade, estado de saúde, interações medicamentosas e condições fisiológicas específicas. Portanto, é essencial considerar esses aspectos ao administrar suplementos de CoQ₁₀ e ao interpretar os resultados dos estudos clínicos relacionados a essa substância (Kaiser, 2022).

3.2.2 Farmacodinâmica

A função primária da CoQ₁₀ é atuar como um componente essencial da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria durante a fosforilação oxidativa (Crane, 2001; Hernández-Camacho et al., 2018). Nesse processo, a CoQ₁₀ transfere elétrons entre os complexos I e III da cadeia respiratória, desempenhando um papel crucial na síntese de ATP. Portanto, a presença adequada de CoQ₁₀ é vital para a produção eficiente de energia em todas as células do corpo.

Além de seu papel na produção de energia, a CoQ₁₀ atua como um potente antioxidante no organismo. Ela é capaz de neutralizar os radicais livres e reduzir o estresse oxidativo, protegendo as células dos danos causados pelos radicais livres e pelo envelhecimento precoce (Garrido-Maraver, 2014). Essa atividade antioxidante é particularmente importante para a saúde cardiovascular, protegendo os lipídios nas membranas celulares e reduzindo o risco de aterosclerose (Martelli et al., 2020).

Estudos sugerem que a CoQ₁₀ pode influenciar a expressão de genes envolvidos em processos celulares importantes, como a regulação do metabolismo energético, a resposta ao estresse oxidativo e a apoptose (Di Giovanni et al., 2001). Ela pode atuar como um modulador da sinalização celular, afetando múltiplos caminhos metabólicos e fisiológicos.

A CoQ₁₀ demonstrou ter efeitos benéficos sobre a saúde cardiovascular, incluindo a redução da pressão arterial, a melhoria da função endotelial, a redução da inflamação e a prevenção do estresse oxidativo (Littarru; Tlano, 2007; Martelli et al., 2020). Ela pode ajudar a melhorar a eficiência do coração, promovendo uma contração mais eficaz e reduzindo o risco de insuficiência cardíaca e doença cardíaca isquêmica (Hernández-Camacho et al., 2018).

Além de suas propriedades antioxidantes, a CoQ₁₀ demonstrou ter efeitos anti-inflamatórios, reduzindo a produção de citocinas pró-inflamatórias e inibindo a ativação de vias inflamatórias no organismo (Testai et al., 2021). Isso pode contribuir para a redução da inflamação crônica associada a uma variedade de condições de saúde, incluindo doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e metabólicas (Overvad et al., 1999).

Esses são alguns dos principais mecanismos de ação e efeitos biológicos da CoQ₁₀ no organismo humano. Sua ampla gama de funções fisiológicas a torna uma molécula de grande interesse para a saúde humana, e sua suplementação pode ser benéfica em uma variedade de condições de saúde, especialmente em contextos em que seus níveis endógenos estão diminuídos.

3.2.3 Papel terapêutico da Coenzima Q₁₀

De acordo com Caill, *et al.*, (2023), a CoQ₁₀ está envolvida na imunidade de outras substâncias antioxidantes, como a vitamina E, o que a torna ainda mais essencial para a saúde celular. Sua produção pelo organismo tende a reduzir com a idade e com isso, suplementos de CoQ₁₀ são utilizados como uma maneira de complementar a quantidade naturalmente presente no corpo. A Coenzima Q₁₀, como visto, tem papel importante em relação a prática de atividades físicas uma vez que possui função antioxidante, reduz a lesão muscular, retarda a fadiga e melhora no desempenho esportivo.

A CoQ₁₀ é amplamente usada para os cosméticos antienvhecimento, pois atua naturalmente gerando energia celular nas mitocôndrias, porém por ser uma molécula relativamente grande, deve ser nano estruturada na fabricação de cosméticos de uso tópico para promover sua estabilidade e melhorar sua permeabilidade, de modo que afete todas as camadas da pele (Silva, *et al.*, 2022).

Oliveira (2012), relata que a CoQ₁₀ tem diversas funções e uma delas é o facto de ATP nos organismos vivos, visto que é um elemento importante da cadeia transportadores de elétrons. Ela também, se encontra envolvida na regulação do crescimento e diferenciação celular. Ainda em relação a citotoxicidade das células natural killer, em mulheres mais velhas saudáveis, está dependente da concentração plasmática de coenzima Q₁₀. E já em nível sanguíneo protege mais do que qualquer outro antioxidante lipossolúvel.

Acontece também a deficiência de coenzima Q₁₀ ocasionada pela presença de níveis reduzidos dessa substância em tecidos ou células. Alguns fatores como, síntese prejudicada, defeitos genéticos ou adquiridos que afetam sua produção ou função, bem como o aumento da demanda em tecidos com patologias específicas, podem contribuir para essa deficiência. A coenzima Q₁₀, como já relatado nesse trabalho, desempenha um papel crucial na produção de energia necessária para o funcionamento adequado das células e, conseqüentemente, do organismo como um todo (Souza, *et al.*, 2023).

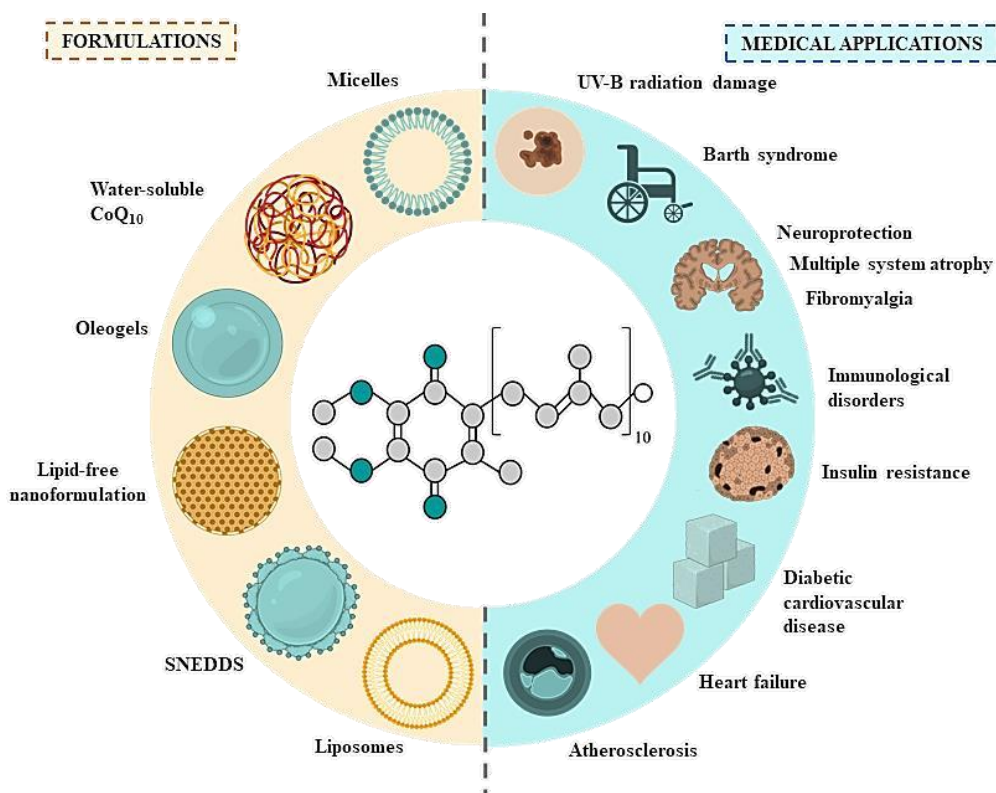
Ainda conforme Souza *et al.*, (2023) diante da sua importância para o organismo se torna essencial entender os mecanismos envolvidos na sua síntese, absorção e função, bem como investigar as possíveis estratégias terapêuticas para o tratamento de condições relacionadas à deficiência de CoQ₁₀. Com isso, fazer o aprofundamento do conhecimento sobre CoQ₁₀ para o desenvolvimento de terapias eficazes, poderá melhorar a qualidade de vida dos pacientes que são afetados por deficiências ou desequilíbrios relacionados a essa importante molécula.

A coenzima Q₁₀ é utilizada para tratamentos de algumas doenças, pois através da sua suplementação ajuda na desaceleração da progressão das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), proporcionando mais energia, saúde e qualidade de vida (Moura, *et al* 2023). A CoQ₁₀ é o único antioxidante lipossolúvel conhecido capaz de ser sintetizado endogenamente por células dos vários tecidos do organismo (Pereira, 2022).

A administração da CoQ₁₀ juntamente como suplemento dietético aliada a outros medicamentos têm trazidos vários benefícios em diversas situações clínicas como doenças cardiovasculares, câncer, doenças neuromusculares degenerativas, e até mesmo na melhoria da qualidade do sêmen de homens inférteis, síndrome de Down, câncer de mama e no tratamento de enxaquecas (Miranda, *et al.*, 2021).

Apesar de apresentar aplicações terapêuticas diversas, a coenzima Q₁₀ não é comumente prescrita como medicamento devido a sua baixa disponibilidade oral. Nesse sentido, visando melhorar a sua eficácia, diversas formulações farmacêuticas vêm sendo desenvolvidas, como nanopartículas lipídicas, que vêm sofrendo modificações estruturais com o intuito de diminuir a sua hidrofobicidade (Pastor-Maldonado *et al.*, 2020). Na figura 2, são apresentadas suas diversas aplicações bem como diferentes formulações farmacêuticas, algumas delas, ainda em desenvolvimento e aprimoração.

Figura 2: Diferentes aplicações e formulações farmacêuticas da coenzima Q₁₀



Fonte: Pastor-Maldonado *et al.* (2020)

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Foi realizada uma revisão de literatura sistemática em base de dados eletrônicos confiáveis, como: SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*) e PubMed, motor de buscas de livre acesso à MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*).

Os artigos foram escolhidos de acordo com os seguintes critérios de inclusão: publicações com até 5 anos do ano em que foi indexada até o momento (2024 – 2019); e artigos originais com *qualis* entre A1 e B1 de acordo com os critérios estabelecidos pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Por se tratar de um tema em que será verificada a eficácia da coenzima Q10 em processos fisiológicos e seus benefícios para aumentar a longevidade, não foram considerados artigos de revisão.

Os artigos selecionados para compor a base de dados do trabalho seguiram o cruzamento de descritores tanto no idioma inglês quanto no português, os quais estão dispostos a seguir: CoQ10, oxidação, radicais livres, suplementação e qualidade de vida. As palavras-chave foram combinadas utilizando os operadores *booleanos* AND (e) e OR (ou), conforme mostrado na tabela 1 a seguir:

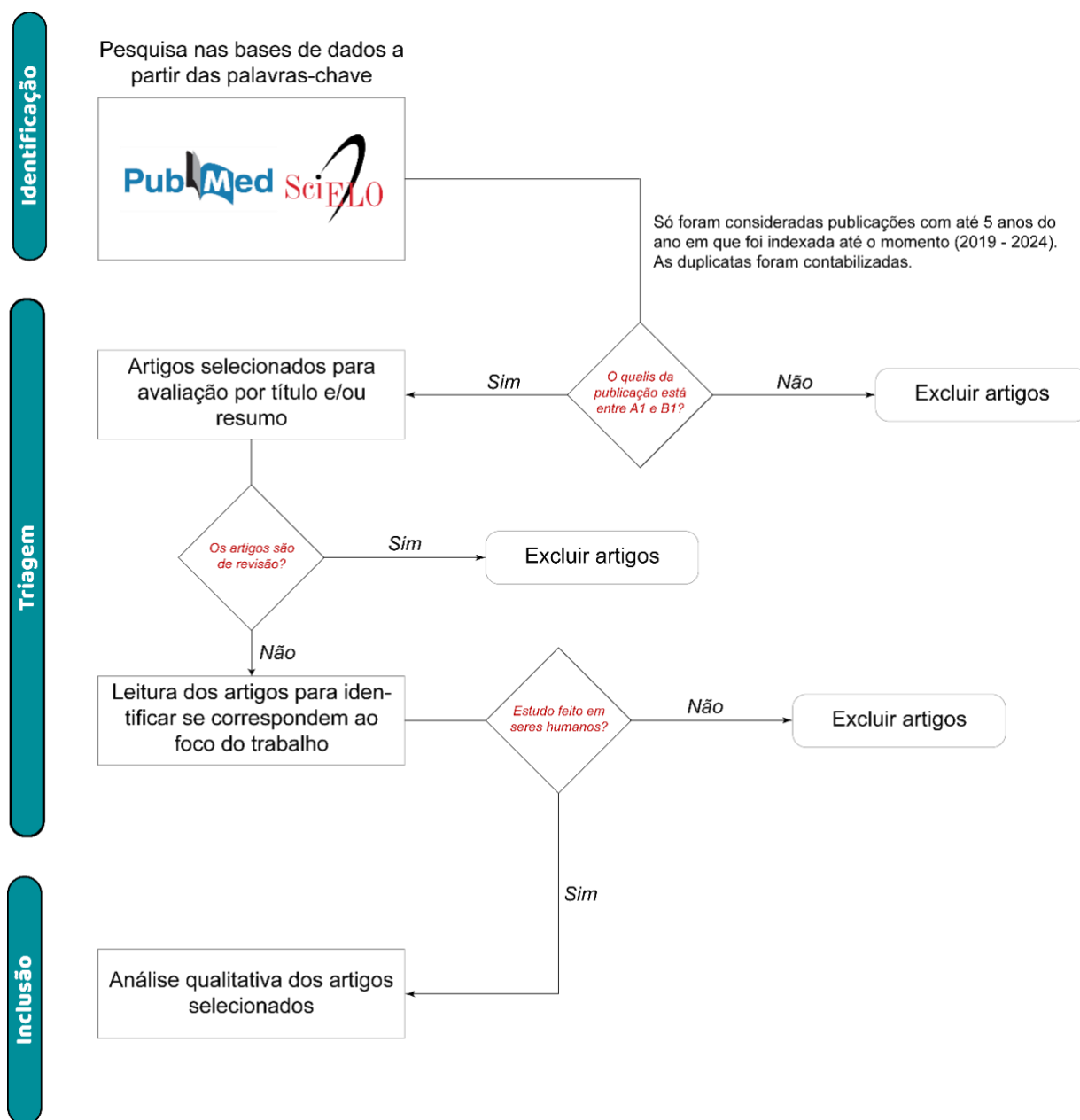
Tabela 1: Artigos selecionados para compor a base de dados do trabalho

EM PORTUGUÊS	EM INGLÊS
(CoQ10 AND oxidação) OR (CoQ10 AND radicais livres) OR (CoQ10 AND suplementação) OR (CoQ10 AND qualidade de vida);	(CoQ10 AND <i>oxidation</i>) OR (CoQ10 AND <i>free radicals</i>) OR (CoQ10 AND <i>supplementation</i>) OR (CoQ10 AND <i>quality of life</i>);
(CoQ10 AND oxidação AND suplementação) OR (CoQ10 AND oxidação AND qualidade de vida);	(CoQ10 AND <i>oxidation</i> AND <i>supplementation</i>) OR (CoQ10 AND <i>oxidation</i> AND <i>quality of life</i>);
(CoQ10 AND radicais livres AND suplementação) OR (CoQ10 AND radicais livres AND qualidade de vida);	(CoQ10 AND <i>free radicals</i> AND <i>supplementation</i>) OR (CoQ10 AND <i>free radicals</i> AND <i>quality of life</i>);
CoQ10 AND radicais livres AND oxidação AND radicais livres AND qualidade de vida.	CoQ10 AND <i>oxidation</i> AND <i>free radicals</i> AND <i>supplementation</i> AND <i>quality of life</i> .

Fonte: Autores, (2024).

Só foram considerados artigos em que a combinação entre os descritores e operadores *booleanos* estivessem inclusas no título e/ou no resumo do ensaio clínico. A partir de um levantamento bibliográfico inicial, foi feita a exclusão daqueles que apresentaram estudos em animais. Dessa forma, os artigos pré-selecionados foram lidos em texto completo para confirmar a inclusão. Na figura 3 é apresentado um fluxograma da metodologia utilizada para seleção dos artigos.

Figura 3. Fluxograma da revisão sistemática de literatura



Fonte: Autores (2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos científicos selecionados para realização da revisão de literatura foram extraídos das plataformas, PubMed e Scielo. Para seleção dos trabalhos que iriam compor o banco de dados, foram utilizados os critérios de ano de publicação (de até cinco anos da data atual, ou seja, entre 2024 e 2019) e inclusão dos descritores – CoQ10, oxidação, radicais livres, suplementação e qualidade de vida, tanto no idioma português quanto inglês –, combinados com os operadores lógicos AND e OR, no título e/ou resumo dos artigos pesquisados. Não foram considerados trabalhos de revisão, apenas ensaios clínicos.

Utilizando os critérios citados acima, fez-se o levantamento bibliográfico a partir do qual obteve-se um total de 61 artigos da plataforma PubMed e nenhum da Scielo. Isto é, a revisão de literatura contou exclusivamente com artigos encontrados na plataforma PubMed. Retirando-se os artigos repetidos, ou seja, aqueles encontrados para mais de uma combinação de descritores, sobraram apenas 38.

Dos 38 artigos, foram considerados apenas aqueles cujo qualis/CAPES da revista onde foram publicados estivesse entre A1 e B1. Apenas um dos 38 apresentou conceito abaixo de B1, sendo assim excluído. Uma vez seguido tais critérios, verificou-se a disponibilidade dos 37 artigos restantes para a sua leitura minuciosa, dos quais apenas 17 são de livre acesso (*“open access”*). Isto é, dos 37 artigos, 20 não estão disponíveis para leitura.

Sendo assim, os 17 artigos restantes foram submetidos a leitura de seus respectivos resumos com o intuito de selecionar somente aqueles em que foi feito ensaio clínico em seres humanos e sem distinção de sexos, ou seja, desconsiderando doenças que acometem apenas um dos sexos. Utilizando-se esses critérios, foram excluídos mais 7 artigos.

Na tabela 2, estão dispostas as principais características dos 10 artigos selecionados para revisão sistemática de literatura.

Conforme observado na tabela 2, o foco principal dos trabalhos selecionados foi identificar diferentes aplicações da suplementação da CoQ10, em faixas etárias distintas, com o intuito de melhorar a qualidade de vida de pessoas, principalmente daquelas com doenças crônicas.

Tabela 2. Características dos estudos incluídos na revisão sistemática de literatura

AUTOR/ANO	TÍTULO	TIPO DE ENSAIO CLÍNICO	FAIXA ETÁRIA
Derosa <i>et al.</i> , 2019	Suplementação líquida de coenzima Q10 em indivíduos dislipidêmicos com sintomas clínicos relacionados a estatinas: um estudo duplo-cego, randomizado e controlado por placebo	Duplo-cego, randomizado e controlado	> 18 anos
Orlando <i>et al.</i> , 2020	Suplementação de ubiquinol em pacientes idosos submetidos à troca valvar aórtica: aspectos bioquímicos e clínicos	Randomizado	> 70 anos
Pravst <i>et al.</i> , 2020	Biodisponibilidade comparativa de diferentes formulações de coenzima Q10 em idosos saudáveis	Intervenção cruzada, randomizada, de três períodos, em centro único	65 – 74 anos
Sabbatinelli <i>et al.</i> , 2020	Ubiquinol melhora a disfunção endotelial em indivíduos com dislipidemia leve a moderada: um ensaio clínico randomizado	Monocêntrico, duplo- cego e randomizado	35 – 65 anos
Hasanloei <i>et al.</i> , 2021	Efeito da suplementação de coenzima Q10 no estresse oxidativo e nos resultados clínicos em pacientes com baixos níveis de coenzima Q10 internados na unidade de terapia intensiva	Randomizado	18 – 65 anos
Cicero <i>et al.</i> , 2022	Avaliação instrumental não invasiva do fitossomo da coenzima Q10 na reatividade endotelial em jovens voluntários saudáveis, não fumantes: um ensaio clínico cruzado, duplo-cego, randomizado e controlado por placebo	Cruzado, duplo-cego, randomizado e controlado	18 – 40 anos
Samuel <i>et al.</i> , 2022	Coenzima Q10 no tratamento da insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada: um ensaio prospectivo, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo	Prospectivo, randomizado, duplo- cego e controlado	> 55 anos
Ahmadi <i>et al.</i> , 2023	Ensaio clínico cruzado randomizado de coenzima Q10 e ribosídeo de nicotinamida na doença renal crônica	Randomizado, controlado, duplo-cego e cruzado	Média de 61 ± 11,4 anos

Nederveen <i>et al.</i> , 2023	Novo suplemento com vários ingredientes facilita a perda de peso e melhora a composição corporal em indivíduos com sobrepeso e obesos: um ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo	Randomizado, duplo- cego e controlado	18 – 50 anos
Kiani <i>et al.</i> , 2024	Suplementação de coenzima Q10 em pacientes queimados: um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por Placebo	Ensaio paralelo randomizado, duplo- cego e controlado	18 – 65 anos

Além disso, foram aplicados diferentes tipos de ensaios clínicos, dentre as principais metodologias estão: o randomizado, duplo-cego, cruzado e controlado por placebo. O tipo de estudo influencia diretamente nas respostas obtidas, apresentando diferentes vantagens e limitações em determinadas situações. É importante conhecer esses tipos de ensaios clínicos para avaliar seus potenciais impactos na qualidade dos estudos e nos possíveis erros sistemáticos que podem vir a surgir, influenciando nos resultados da pesquisa.

Para entender aspectos mais específicos de cada trabalho, as metodologias e seus respectivos resultados foram dispostos na tabela 2. A partir dos dados analisados na tabela 2 e de uma leitura minuciosa dos artigos, pôde-se observar alguns pontos importantes.

No estudo de Ahmadi e colaboradores (2023), a CoQ₁₀ foi administrada junto com nicotinamida ribosídeo (NR) em pacientes com doença renal crônica (DRC). Embora não tenham sido observadas diferenças significativas na capacidade aeróbica ou eficiência de trabalho, tanto a CoQ₁₀ quanto o NR mostraram melhorias em marcadores de metabolismo mitocondrial e perfis lipídicos. Isso sugere que a CoQ₁₀ pode ter benefícios sistêmicos no metabolismo energético, mesmo que os efeitos sobre a capacidade física não sejam imediatamente aparentes.

Segundo Cicero e colaboradores (2022), a suplementação aguda e crônica com fitossomo CoQ₁₀ foi eficaz na melhoria da capacidade antioxidante total e da reatividade endotelial em indivíduos jovens e saudáveis. Porém, seria interessante avaliar os efeitos a longo prazo, uma vez que, sabe-se benefícios da CoQ₁₀ na reatividade endotelial, melhorando a função endotelial em indivíduos com disfunção, como aqueles com hipertensão, diabetes ou doença cardiovascular.

Isto é, a melhora na função endotelial pode resultar em uma melhor regulação do fluxo sanguíneo, redução da inflamação e diminuição do risco de complicações cardiovasculares. Além disso, sua ação antioxidante poderia ser potencializada, visando proteger as células do estresse oxidativo, que está associado a uma série de condições de saúde, incluindo doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e o envelhecimento em geral. A bioatividade aumentada da formulação fitossomo CoQ₁₀ indicou uma maior eficácia em comparação com outras formulações, destacando a importância da forma de administração para a absorção e eficácia da CoQ₁₀.

Em pacientes com intolerância a estatinas, Derosa *et al.*, (2019), relataram que a suplementação com CoQ₁₀ reduziu significativamente os sintomas de mialgia, melhorando a tolerância ao tratamento com estatinas. Esses resultados são particularmente importantes, pois a mialgia é um efeito colateral comum das estatinas que frequentemente limita a adesão ao tratamento.

Quadro 1: Dados a respeito da metodologia e resultados dos diferentes tipos de intervenções terapêuticas abordadas nos três artigos

AUTOR/AN O	METODOLOGIA	RESULTADOS
Ahmadi et al., 2023	Amostra: 25 participantes (15 do sexo masculino e 10 do feminino). Inclusão: pessoas com idade entre 30 e 79 anos; pacientes com uma taxa de filtração glomerular estimada (eGFR) inferior a 60 mL/min/1,73 m²; diagnóstico de doença renal crônica (DRC); caminhada de 6 minutos inferior a 550 metros. Exclusão: diabéticos dependentes de insulina; pessoas fazendo tratamento com diálise, transplante renal e peso superior a 136 kg. Protocolo: Os participantes receberam nicotinamida ribosídeo (NR) (1000 mg/dia), coenzima Q10 (CoQ10) (1200 mg/dia) e placebo, cada um por períodos de seis semanas, em ordem aleatória.	Não foram observadas diferenças significativas no pico da capacidade aeróbica medida pelo consumo de oxigênio (VO₂) ou na eficiência de trabalho total entre os tratamentos. O NR mostrou uma diminuição significativa no VO₂ submáximo em cargas de trabalho mais baixas comparado ao placebo. Ambos os suplementos mostraram melhorias em marcadores de metabolismo mitocondrial sistêmico e perfis lipídicos.
Cicero et al., 2022	Amostra: 20 jovens (12 do sexo masculino e 8 do feminino). Inclusão: indivíduos saudáveis e não fumantes com idade entre 18 e 40 anos. Exclusão: pessoas com doenças graves ou incapacitante (falência grave de órgãos, evento CV grave anterior, hepatite viral ativa, doença inflamatória intestinal, malignidade e demência); com IMC $\geq$ 30 kg/m²; ou que faziam tratamento com medicamentos e/ou suplementos dietéticos com efeito antioxidante/anti-inflamatório e distúrbios gastrointestinais conhecidos que potencialmente afetam a absorção de CoQ10.	A suplementação com fitossomo CoQ10 melhorou significativamente a reatividade endotelial em voluntários saudáveis e jovens não fumantes. Além disso, mostrou uma bioatividade aumentada em comparação com outras formulações da coenzima Q10. Não houve efeitos adversos significativos

	Protocolo: os indivíduos foram submetidos a uma dieta com baixo teor de gordura e de sódio por quatro semanas antes de serem randomizados para receber suplemento de CoQ10 ou placebo. Os participantes do estudo receberam doses adequadas de fitossomo CoQ10 (150 mg, o equivalente a 30 mg de CoQ10) ou placebo para completar uma das duas sequências de tratamento de 4 semanas. A passagem para o segundo tratamento foi precedida por um período de eliminação de 2 semanas.	reportados, indicando segurança e eficácia da formulação.
Derosa et al., 2019	Amostra: 60 pacientes caucasianos (28 do sexo masculino e 32 do sexo feminino). Inclusão: pacientes com níveis de colesterol LDL não controlados adequadamente; com intolerância a estatinas (aumento de CPK e transaminases e/ou sintomas clínicos como astenia, mialgia ou rabdomiólise). Exclusão: dislipidemia secundária; diabetes tipo 2; função renal prejudicada; distúrbios endócrinos ou gastrointestinais; evidência de doença cardíaca isquêmica, insuficiência cardíaca ou AVC; mulheres grávidas, amamentando ou em idade fértil sem precauções contraceptivas adequadas. Protocolo: Suplementação com CoQ10 líquido (100 mg/dia) ou placebo durante 3 meses.	Melhora significativa nos sintomas clínicos associados à mialgia induzida por estatinas no grupo tratado com CoQ10. Além disso, a suplementação com CoQ10 reduziu os níveis de dor e melhorou a tolerância ao tratamento com estatinas, sem efeitos adversos significativos.

Quadro 2: (continuação)

AUTOR/AN O	METODOLOGIA	RESULTADOS
Hasanloei et al., 2021	Amostra: 40 pacientes (20 do sexo masculino e 20 do sexo feminino). Inclusão: pacientes adultos (18 – 65 anos); com necessidade esperada de VM por pelo menos 48 horas, pelo menos 7 dias de permanência na unidade de terapia intensiva (UTI) e eletrocardiograma (ECG) igual ou superior a 7. Exclusão: histórico prévio de doença renal aguda ou crônica, hemodiálise e pneumonia; ECG < 7; uso de estatinas ou anticoagulantes e imunossupressores; gravidez; uso de ômega 3, CoQ10 ou outros suplementos antioxidantes e contraindicação para alimentação enteral. Protocolo: os pacientes foram randomizados para receberem CoQ10 ou placebo durante sua permanência na UTI. As doses de CoQ10 foram administradas conforme um protocolo específico ajustado para atingir níveis terapêuticos. Medidas de estresse oxidativo e desfechos clínicos (como tempo de internação, taxas de mortalidade e parâmetros de função orgânica) foram avaliadas antes e após a intervenção.	O estudo investigou os efeitos da suplementação de coenzima Q10 sobre o estresse oxidativo e os desfechos clínicos em pacientes com baixos níveis de CoQ10 admitidos na unidade de terapia intensiva (UTI). Os resultados mostraram que a suplementação de CoQ10 melhorou significativamente os níveis de estresse oxidativo e alguns desfechos clínicos, sugerindo um potencial benefício no manejo de pacientes criticamente doentes com deficiência de CoQ10.
Kiani et al., 2024	Amostra: 60 pacientes (42 do sexo masculino e 18 do sexo feminino). Inclusão: pessoas com idade entre 18 e 65 anos; com 20 a 60% da superfície corporal total (TBSA) queimadura; e trato gastrointestinal	O estudo investigou o efeito da suplementação de coenzima Q10 em pacientes com queimaduras graves internados na UTI. Os resultados principais mostraram que a suplementação de CoQ10

	com normal função. Exclusão: pacientes grávidas; com sepse grave choque séptico; choque hipovolêmico; previsão de morte na primeira semana após a admissão; doença de imunodeficiência, doença hepática cirrose ou pancreatite. Protocolo: os pacientes receberam 100 mg de CoQ10 três vezes ao dia (total de 300 mg/dia) ou placebo (maltodextrina) durante 10 dias.	não teve efeito significativo sobre os níveis de marcadores inflamatórios como proteína C-reativa (CRP) e taxa de sedimentação de eritrócitos (ESR) quando comparada ao grupo placebo. No entanto, houve uma tendência de melhora nos marcadores de estresse oxidativo, como a capacidade antioxidante total (TAC) e a atividade da superóxido dismutase (SOD) no grupo CoQ10.
Nederveen et al., 2023	Amostra: 55 pacientes (23 do sexo masculino e 32 do sexo feminino). Inclusão: homens e mulheres com sobrepeso e obesos, com idade entre 18 e 50 anos; sem contraindicações sérias de exercício para testes físicos. Exclusão: tabagismo; uso de dispositivos de marcha assistida; uso crônico de analgésicos ou anti-inflamatórios; diagnóstico de diabetes mellitus; doença cardiovascular (infarto do miocárdio recente e/ou hipertensão medicamentosa que requer mais de 2 medicamentos); insuficiência cardíaca congestiva, doença renal, acidente vascular cerebral anterior; lesão musculoesquelética ativa e/ou osteoartrite grave; alteração significativa de peso no período de 12 semanas antes do estudo (sem ganho ou perda de peso > 5 kg nas 12 semanas anteriores); distrofia muscular; neuropatia periférica grave; osteoporose grave; fazer uso de medicamentos conhecidos por afetar o metabolismo proteico ou energético; doença pulmonar	O grupo MIS apresentou uma redução significativa no peso corporal e na massa de gordura em comparação com o grupo placebo. Houve também melhorias significativas nos marcadores bioquímicos clínicos (AST e ALT), metabolismo molecular (GDF15), e espécies de miRNA associadas a vesículas extracelulares (miR-122 e miR-34a). Os resultados sugerem que a suplementação com o MIS melhorou a composição corporal e a saúde metabólica

	obstrutiva crônica; asma não controlada e/ou asma que requer mais de 2 medicamentos e participação em outro estudo biomédico e/ou regime de treinamento físico estruturado dentro de 4 semanas antes do início da intervenção. Protocolo: o estudo foi realizado por um período de 12 semanas. Os participantes foram divididos em dois grupos: grupo de suplemento multi-ingredientes (MIS): receberam uma fórmula contendo 50 mg de forskolina, 500 mg de extrato de café verde, 500 mg de extrato de chá verde, 500 mg de extrato de beterraba, 400 mg de ácido alfa-lipóico, 200 UI de vitamina E, e 200 mg de CoQ10. Grupo placebo (PLA): receberam placebo contendo celulose microcristalina, com aparência idêntica ao suplemento.	dos participantes, promovendo perda de peso e reduzindo marcadores de estresse oxidativo e inflamação hepática.
Orlando et al., 2020	Amostra: 46 indivíduos (24 do sexo masculino e 22 do sexo feminino). Inclusão: pacientes com idade acima de 70 anos; diagnóstico de estenose aórtica grave com indicação cirúrgica demonstrada por exame ecocardiográfico e cateterismo cardíaco. Exclusão: pacientes que fizeram procedimentos de urgência após emergência clínica; que tiveram infarto agudo do miocárdio; reintervenção; outros tipos de cirurgia valvar; endocardite e histórico médico positivo para câncer nos últimos 5 anos. Protocolo: suplementação com 400 mg/dia de ubiquinol por um período de 7 dias antes até 5 dias após a cirurgia.	A suplementação com a coenzima Q10 preveniu a queda nos níveis plasmáticos de CoQ10 pós-operatórios. Além disso, reduziu a oxidação plasmática e diminuiu significativamente os níveis de troponina I pós-operatórios nos pacientes tratados com ubiquinol em comparação com o placebo. Esses resultados indicam que a suplementação com ubiquinol pode ser benéfica na gestão do estresse oxidativo e na melhoria dos desfechos clínicos em pacientes idosos submetidos à cirurgia de

		válvula aórtica.
--	--	------------------

Quadro 3: (continuação do quadro 1)

AUTOR/AN O	METODOLOGIA	RESULTADOS
Pravst et al., 2020	Amostra: 21 indivíduos (17 do sexo feminino e 4 do masculino) com índice de massa corporal (IMC) entre 20 e 29 kg/m². Inclusão: idosos saudáveis com idade igual ou superior a 65 anos. Exclusão: ter tomado qualquer medicamento ou suplemento prescrito dentro de 2 semanas do início do estudo; hipotensão; históricos de problemas clínicos graves relacionados ao trato digestivo, fígado, rim, cardiovascular, doença hematológica ou diabetes; distúrbios gastrointestinais ou outras doenças agudas ou crônicas graves. Protocolo: o estudo foi realizado com três formulações diferentes. O produto padrão (SP) – cápsulas de ubiquinona contendo 100 mg por cápsula. O produto sob investigação (IP) – xarope solúvel em água, contendo 100 mg de ubiquinona por 5 mL. O produto comparativo (CP) – cápsulas com forma reduzida contendo 100 mg de ubiquinol por cápsula. Foi utilizada dosagem única de uma cápsula (SP, CP) e 5 mL de xarope (IP). O estudo foi dividido em três períodos de tratamento de 48 horas separados por um período de eliminação de 1 semana.	Foram observadas diferenças consideráveis na biodisponibilidade de diferentes formulações de CoQ10 numa população idosa, onde a suplementação com este constituinte bioativo se mostrou mais relevante. A biodisponibilidade do xarope solúvel em água experimental foi 2,4 vezes maior em comparação com cápsulas de ubiquinona padrão, enquanto a diferença na biodisponibilidade das cápsulas comparativas de ubiquinol não foi estatisticamente significativa. Não foram observadas diferenças no estado redox da coenzima Q10 absorvida entre as formulações, mostrando que a CoQ10 apareceu no sangue principalmente como ubiquinol, mesmo quando consumida como ubiquinona.

Sabbatine Ili et al., 2020	Amostra: 51 indivíduos (21 do sexo masculino e 30 do sexo feminino). Inclusão: pessoas com idade entre 35 e 65 anos; mulheres na pós-menopausa (sem menstruação há > 1 ano) com idade até 65 anos; índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,9 kg/m²; LDL-C plasmático entre 130 e 200 mg/dL medido dentro de 1 mês antes da visita de triagem; e febre aftosa entre 2,5% e 6% na visita de triagem; triagem de febre aftosa, 2,5-6,0%; indivíduos recomendados para adotar prevenção primária, mas nunca tratados (apenas mudanças no estilo de vida sugerido de acordo com as diretrizes atuais). Exclusão: quaisquer medicamentos para tratar doenças cardiovasculares antes da consulta de triagem; participação concomitante em qualquer ensaio clínico; alteração no peso corporal > 5% dentro de um mês após a consulta de triagem; participação em esportes físicos competitivos; medicamentos ou suplementos hipolipemiantes nas 4 semanas anteriores à consulta de triagem; inibidores da fosfodiesterase ou doadores de óxido nítrico; corticosteróides sistêmicos (exceto corticosteróides nasais e inalados); orlistat; resinas de ácidos biliares, ácidos graxos ômega-3; qualquer terapia de reposição hormonal; consumo > 2 unidades alcoólicas por dia; 1 unidade: 12 g de etanol; produtos enriquecidos com flavonóides, vitamina C ou contendo vitamina C; diagnóstico de diabetes mellitus tipo 1 ou tipo 2; insuficiência ou doença hepática ou renal; distúrbios da tireoide; doença cardiovascular; histórico de doença gastrointestinal significativa e doença psiquiátrica grave que,	Houve um aumento significativo na dilatação mediada por fluxo (FMD) nos grupos que receberam ubiquinol comparado ao grupo placebo. A suplementação com ubiquinol resultou em um aumento significativo nos níveis de CoQ10 total e reduzido no plasma. Além disso, os níveis séricos de NOx aumentaram de forma significativa e dose-dependente em todos os sujeitos tratados. A susceptibilidade à oxidação da LDL melhorou significativamente no grupo que recebeu 200 mg/dia de ubiquinol. Por fim, o ubiquinol melhorou significativamente a disfunção endotelial relacionada à dislipidemia, um efeito que estava fortemente relacionado ao aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico e parcialmente mediado pela proteção antioxidante da LDL.
-----------------------------------	---	---

	na opinião do Investigador Principal, interferiria na participação ideal no estudo; histórico recente (< 5 anos) de câncer (exceto carcinoma basocelular e espinocelular da pele tratado com sucesso); soropositividade conhecida para HIV; histórico de cirurgia bariátrica; alergia ao produto ou ao placebo; fumar > 10 cigarros/dia. Protocolo: os participantes foram randomizados para receber ubiquinol (200 mg/dia ou 100 mg/dia) ou placebo durante 8 semanas.	
Samuel et al., 2022	Amostra: 39 indivíduos (18 do sexo masculino e 21 do sexo feminino). Inclusão: pacientes com idade acima de 55 anos; diagnosticados com insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (HFpEF). Exclusão: pacientes com síndrome coronariana aguda ou revascularização coronariana em até 60 dias; doença valvar clinicamente significativa; cardiomiopatia infiltrativa conhecida, cardiomiopatia hipertrófica e doença pericárdica crônica; tratamento com terapia renal substitutiva crônica; uso de CoQ10 até 2 meses antes da randomização. Protocolo: os pacientes foram divididos em um grupo placebo e outro que fez uso da suplementação com CoQ10. Uma parte deles sofreu intervenção designada, enquanto a outra descontinuaram a suplementação. A suplementação foi feita durante um período de 4 meses.	O tratamento com CoQ10 não afetou significativamente a função diastólica, conforme determinado pela ecocardiografia ou pelos níveis de NT-proBNP em pacientes idosos com ICfEP. Mais estudos são necessários para determinar se a modulação da energética miocárdica pode ser benéfica na população com ICfEP.

Hasanloei *et al.* (2021), estudaram pacientes críticos na UTI com deficiência de CoQ₁₀, mostrando que a suplementação melhorou significativamente os níveis de estresse oxidativo e alguns desfechos clínicos. Este estudo sugere que a CoQ₁₀ pode ser benéfica em condições de estresse fisiológico extremo, auxiliando na recuperação e manutenção da função orgânica.

Já Kiani e colaboradores (2024), investigaram a suplementação de CoQ₁₀ em pacientes com queimaduras graves, encontrando uma tendência de melhora nos marcadores de estresse oxidativo, embora sem efeito significativo nos marcadores inflamatórios. Esses resultados indicam que a CoQ₁₀ pode ajudar na gestão do estresse oxidativo, um fator crítico na recuperação de queimaduras extensas.

Nos estudos de Nederveen *et al.* (2023), foi observado que um suplemento multi-ingrediente contendo CoQ₁₀ promoveu a perda de peso e melhorou a composição corporal em indivíduos com sobrepeso e obesidade, além de reduzir marcadores de estresse oxidativo e inflamação hepática. Esses achados sugerem um papel potencial da CoQ₁₀ na saúde metabólica e gerenciamento de peso.

Em seu trabalho, Orlando e colaboradores (2020), demonstraram que a suplementação com ubiquinol, uma forma de CoQ₁₀, preveniu a queda nos níveis plasmáticos de CoQ₁₀ pós-operatórios e reduziu a oxidação plasmática e os níveis de troponina I. Isso indica um benefício claro na gestão do estresse oxidativo em pacientes idosos submetidos a cirurgias cardíacas.

Segundo Pravst e colaboradores (2020), uma abordagem mais regrada no processo de intervenção (alimentação padronizada entre os participantes) pode minimizar efeitos e variáveis que possam influenciar nos resultados. Para eles, a eficiência de absorção da CoQ₁₀ é afetada por parâmetros como a dosagem que será aplicada quando administrada juntamente com a alimentação, mas também possíveis interações da coenzima com a matriz alimentar. Além disso, para o intervalo de tempo adotado entre as intervenções, os testes estatísticos mostraram que não houve acúmulo da coenzima.

Ainda em relação ao trabalho de Pravst *et al.* (2020), eles compararam diferentes formulações de CoQ₁₀, concluindo que a biodisponibilidade varia significativamente entre elas. O xarope solúvel em água mostrou-se 2,4 vezes mais biodisponível que as cápsulas de ubiquinona padrão, sublinhando a importância da forma de administração para a eficácia da suplementação.

Nesse sentido, os autores observaram que uma intervenção de dose única com todas as três formulações resultou num aumento considerável do nível plasmático da CoQ₁₀ em idosos, influenciando diretamente no estresse oxidativo, o qual está associado ao envelhecimento e diminuição da qualidade de vida. Isso significa que a formulação farmacêutica em questão aumenta a biodisponibilidade da coenzima Q₁₀ trazendo um cenário favorável de seu uso.

Sabbatinelli e colaboradores (2020), encontraram melhorias significativas na dilatação mediada por fluxo (FMD) e na susceptibilidade à oxidação da LDL em pacientes suplementados com ubiquinol. A melhora na função endotelial e na biodisponibilidade de óxido nítrico sugere que a CoQ₁₀ pode desempenhar um papel protetor na saúde cardiovascular, especialmente em condições de dislipidemia.

A partir de suas pesquisas Samuel *et al.* (2022), mostraram que a suplementação com CoQ₁₀ não teve um efeito significativo na função diastólica dos pacientes, conforme medido por ecocardiografia ou pelos níveis de NT-proBNP. Esses resultados sugerem que, no período de quatro meses do estudo, a CoQ₁₀ não conseguiu melhorar significativamente a função cardíaca diastólica em pacientes com HFpEF.

Visto que, o potencial terapêutico da CoQ₁₀ não deve ser descartado. Com base em ensaio clínico, estudos futuros devem considerar: períodos mais longos de suplementação para avaliar efeitos a longo prazo; formulações de CoQ₁₀ com maior biodisponibilidade; análise de subgrupos específicos dentro da população de HFpEF para identificar quem pode se beneficiar mais; medidas adicionais de desfecho como qualidade de vida, níveis de energia e capacidade de exercício.

Os estudos apresentados fornecem uma visão abrangente dos efeitos da CoQ₁₀ em diversos contextos clínicos. Embora a CoQ₁₀ mostre benefícios promissores na melhora do metabolismo mitocondrial, estresse oxidativo, saúde endotelial e gestão de sintomas relacionados à intolerância a estatinas, a eficácia pode variar conforme o contexto clínico, a formulação utilizada e a dosagem administrada. A biodisponibilidade das diferentes formulações é um fator crucial que pode influenciar os resultados terapêuticos. Mais pesquisas são necessárias para elucidar completamente os mecanismos de ação e otimizar as estratégias de suplementação para maximizar os benefícios clínicos da CoQ₁₀.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a coenzima Q₁₀ desempenha um papel crucial no funcionamento do corpo humano, desde fortalecer o sistema imunológico até proteger contra danos oxidativos. Sua suplementação está associada à melhoria da função endotelial dos vasos sanguíneos, reduzindo o risco de doenças cardíacas ou neurodegenerativas. Estudos recentes buscam identificar novas fórmulas farmacêuticas para potencializar seus efeitos, revelando avanços promissores na diminuição dos processos oxidativos e prevenção de doenças, embora ensaios clínicos com amostras maiores e estudos de longo prazo sejam necessários para compreender totalmente seu impacto.

Dessa forma, a pesquisa recente sobre coenzima Q₁₀ destaca seu potencial para melhorar a qualidade de vida e longevidade, especialmente através de novas formulações farmacêuticas. No entanto, há uma lacuna significativa em ensaios clínicos prolongados com amostras maiores, necessitando de mais estudos para compreender totalmente os efeitos da suplementação a longo prazo e sua aplicabilidade em diferentes faixas etárias.

REFERÊNCIAS

- BHAGAVAN, H. N.; CHOPRA, R. K. Plasma coenzyme Q10 response to oral ingestion of coenzyme Q10 formulations. **Mitochondrion**, v. 7, n. SUPPL., jun. 2007.
- CICERO, A. F. G. et al. Noninvasive instrumental evaluation of coenzyme Q 10 phytosome on endothelial reactivity in healthy nonsmoking young volunteers: A double-blind, randomized, placebo-controlled crossover clinical trial. v. 48, n. 5, p. 1160–1165, 28 mar. 2022.
- CALIL, RENAN RODRIGUES et. al. IMPORTÂNCIA DA COENZIMA Q10 NO COMBATE AOS RADICAIS LIVRES DURANTE A PRÁTICA FÍSICA. **Revista de Patologia do Tocantins**, Vol. 10 No. 2, setembro 2023.
- CIRILLI, I. et al. Role of coenzyme q10 in health and disease: An update on the last 10 years (2010–2020). **Antioxidants**, v. 10, n. 8, 1 ago. 2021.
- CRANE, F. L. Biochemical Functions of Coenzyme Q10. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 20, n. 6, p. 591–598, 1 dez. 2001.
- DEROSA, Giuseppe; D'ANGELO, Angela; MAFFIOLI, Pamela. Coenzyme q10 liquid supplementation in dyslipidemic subjects with statin-related clinical symptoms: A double-blind, randomized, placebo-controlled study. **Drug Design, Development and Therapy**, p. 3647-3655, 2019.
- DI GIOVANNI, S. et al. Coenzyme Q10 reverses pathological phenotype and reduces apoptosis in familial CoQ10 deficiency. **Neurology**, v. 57, n. 3, p. 515–518, 14 ago. 2001.
- COSTA, Ana Cláudia Rossi *et al.* A influência da suplementação de coenzima Q10 sobre o esquema de tratamento medicamentoso de Hipertensão Arterial Sistêmica. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 12991-13005, 2023.
- ERNSTER, L.; DALLNER, G. Biochemical, physiological and medical aspects of ubiquinone function. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1271, p. 195–204, 1995.
- GARRIDO-MARAVÉ, J. et al. Coenzyme Q10 therapy. **Molecular Syndromology**, v. 5, n. 3–4, p. 187–197, 2014.
- GARRIDO-MARAVÉ, J. Clinical applications of coenzyme Q₁₀. **Frontiers in Bioscience**, v. 19, n. 4, p. 619, 2014.
- HART, P. E. et al. Antioxidant Treatment of Patients With Friedreich Ataxia. **Archives of Neurology**, v. 62, n. 4, p. 621, 1 abr. 2005.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. D. et al. Coenzyme Q10 Supplementation in Aging and Disease. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. FEB, 5 fev. 2018.
- JACOBS, MÔNICA AMADIO PIAZZA; ACCURSIO, WILMAR. Coenzima Q10: Aplicações clínicas. **BWS Journal**. e201100129: 1-7. novembro 2020.
- LALANI, S. R. et al. Isolated Mitochondrial Myopathy Associated With Muscle Coenzyme Q10 Deficiency. **Archives of Neurology**, v. 62, n. 2, p. 317, 1 fev. 2005.

LENAZ, G. **Coenzyme Q10: biochemistry, bioenergetics, and clinical applications of ubiquinone**. 1. ed. Nova Iorque: Wiley, 1985.

LITTARRU, G. P.; TIANO, L. Bioenergetic and antioxidant properties of coenzyme Q10: Recent developments. **Molecular Biotechnology**, v. 37, n. 1, p. 31–37, set. 2007.

LÓPEZ-LLUCH, G.; NAVAS, P. Coenzyme Q10 supplementation in aging. Em: **Aging**. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 183–192.

MACHADO, CARLA DA SILVA. Possíveis efeitos citoprotetores do antioxidante da dieta coenzima Q10 em modelos de células neuronais. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2011.

MANTLE, D.; HARGREAVES, I. Coenzyme Q10 and degenerative disorders affecting longevity: An overview. **Antioxidants**, v. 8, n. 2, 1 fev. 2019.

MARTELLI, A. et al. Coenzyme Q10: Clinical Applications in Cardiovascular Diseases. **Antioxidants**, v. 9, n. 4, p. 341, 22 abr. 2020.

EHRENHAUS MASOTTA, N. et al. Bioavailability of coenzyme Q10 loaded in an oleogel formulation for oral therapy: Comparison with a commercial-grade solid formulation. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 582, p. 119315, maio 2020.

MILES, M. V. The uptake and distribution of coenzyme Q(10). **Mitochondrion**, v. 7, n. SUPPL., p. S72–S77, jun. 2007.

MIRANDA, Camila Cristina da Silva et al. Efeitos da Ubiquinona (Coenzima Q10) em pacientes com câncer de mama: uma revisão sistemática. **Revista de Casos e Consultoria**, V. 12, N. 1, e24338, 2021|ISSN 2237-7417| CC BY 4.0.

MOURA, Eduarda Kalyne Soares et al. Suplementação nutricional da coenzima q 10: dose terapêutica, custo e benefício. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.5, p.14889-14898, may.,2023

OLIVEIRA, CATARINA ISABEL ALVES. **Aspectos farmacológicos da Coenzima Q10**. Universidade Fernando Pessoa, 2012.

OVERVAD, K. et al. Coenzyme Q10 in health and disease. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, n. 10, p. 764–770, 1 out. 1999.

PASTOR-MALDONADO, C. J. et al. Coenzyme q10: Novel formulations and medical trends. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 22, p. 1–23, 2 nov. 2020.

PASSOS, Rayssa Nascimento Melo Martins, et al. AÇÃO DA COENZIMA Q10 NO ORGANISMO E SEUS BENEFÍCIOS PARA SAÚDE. *Revista FT. Ciências da saúde*. Vol. 27. Edição 129/2023.

PEREIRA, Bárbara Filipa Teixeira. Coenzima Q10 e Doenças Neurodegenerativas Coenzyme Q10 and Neurodegenerative Diseases. TC. PORTO, 2022.

PRAVST, I. et al. Comparative Bioavailability of Different Coenzyme Q10 Formulations in Healthy Elderly Individuals. *Nutrients*, v. 12, n. 3, p. 784, 16 mar. 2020.

RAIZNER, A. E. Coenzyme Q10. **Methodist DeBakey Cardiovascular Journal**, v. 15, n. 3, p. 185, 1 jul. 2019.

SANTOS, G. C. DOS et al. Coenzyme Q10 and its effects in the treatment of neurodegenerative diseases. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 4, p. 607–618, dez. 2009.

SANTOS, ROGERIO LEAL. Curso de Habilitação em Medicina Biomolecular. TRABALHO DE CONCLUSÃO. 2012.
<https://www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Nutrientes/nu-0137.pdf>

SILVA, WAGNER et al. Aplicação da nanociência e coenzima Q10. 20º Seminário de Pesquisa/Seminário de iniciação científica-UNIANDRADE 2022.

SILVA, BEATRIZ BERNADO DA PAZ. EFEITOS DA COENZIMA Q10 NO TRATAMENTO DE DOENÇAS CARDIOVASCULARES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. Vitória de Santo Antão 2022.

SILVA, Jaqueline et al. Importância da suplementação com coenzima Q10 no combate aos radicais livres obtidos na atividade física de alta intensidade: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e453101523056-e453101523056, 2021.

SINATRA, S. T. **The coenzyme Q10 phenomenon**. Los Angeles: NTC/Contemporary Publishing Group, 1998. v. 1

SOUZA, CÁTIA HELENA. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO POTENCIAL TERAPÊUTICO DA COENZIMA Q10 (COQ10) COMO COADJUVANTE NO TRATAMENTO DE PATOLOGIAS CARDÍACAS, NEUROMUSCULARES E OXIDATIVAS. **Farmácia: normas legais, aspectos empresariais e relações profissionais Capítulo 7**. 2023.

TESTAI, L. et al. Coenzyme Q10: Clinical Applications beyond Cardiovascular Diseases. **Nutrients**, v. 13, n. 5, p. 1697, 17 maio 2021.