



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE NUTRIÇÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO E  
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM PACIENTES COM CATARATA SENIL**

Autora: Nívea Almeida Arcaro Topázio

Orientadora: Raquel Rocha dos Santos

Salvador

2019

Nívea Almeida Arcaro Topázio

**ASSOCIAÇÃO ENTRE MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO E  
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM PACIENTES COM CATARATA SENIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde - Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Saúde.

Orientadora: Raquel Rocha dos Santos

Salvador

2019

T673 Topázio, Nívea Almeida Arcaro.  
Associação entre marcadores de estresse oxidativo e capacidade  
antioxidante em pacientes com catarata senil/Nívea Almeida Arcaro  
Topázio. – Salvador, 2019.  
60 f.: il.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Raquel Rocha dos Santos.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de  
Nutrição/Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde,  
2019.

Inclui referências.

1. Catarata senil. 2. Antioxidantes. 3. Estresse oxidativo. I. Santos,  
Raquel Rocha dos. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU 617.741-004.1

# TERMO DE APROVAÇÃO

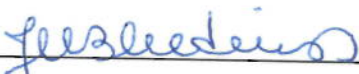
## NÍVEA ALMEIDA ARCARO TOPÁZIO


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Alimentos, Nutrição e Saúde.

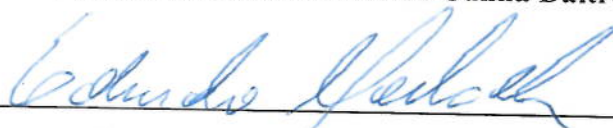
**Associação de marcadores de estresse oxidativo e capacidade antioxidante em indivíduos com catarata senil**

### BANCA EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Raquel Rocha dos Santos

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Jairza Maria Barreto Medeiros

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Carla Hilário da Cunha Daltro

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eduardo Ferrari Marback

Salvador – Bahia, 10 de dezembro de 2019.

## **DEDICATÓRIA**

À meu Ben (Benjamin), meu pequeno gigante. Obrigada por ser a força, a luz e a energia que me mantiveram forte nessa intensa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Aos pacientes, sem os quais a realização deste trabalho seria impossível.

Ao meu esposo Bruno e minha mãe Sueli pelo apoio, paciência e motivação nas horas mais difíceis.

À minha orientadora, profa. Dra. Raquel Rocha, por novamente aceitar esse desafio de conduzir. Obrigada pela confiança, ensinamentos e, acima de tudo, pela parceria e amizade. Sem dúvidas, você tem o dom de tornar momentos de turbilhão, uma calmaria.

Ao prof. Dr. Eduardo Marback, pela imensa disponibilidade nas orientações, e pelo contato junto à equipe do Serviço de Oftalmologia do Ambulatório Magalhães Neto – a qual também sou grata por todo acolhimento e colaboração com o atendimento dos nossos pacientes.

À prof. Dra. Carla Daltro, pelas inúmeras e valiosas contribuições nos momentos em que mais precisei. Obrigada por fazer parte desse pequeno passo da minha caminhada acadêmica.

Aos meus queridos colegas do mestrado, que inundaram a minha gestação com amor, carinho e cuidado, em todos os momentos e aulas do mestrado. E, em especial às minhas amigas Claudinéia, Dannieli, Luana, Nadjane, Carina e Jamile que foram mais do que parceiras ao longo desses dois anos, dividindo dúvidas, anseios e alegrias. Minha eterna gratidão a vocês.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde por todo conhecimento adquirido e discussões realizadas.

Aos meus colegas de trabalho, em especial, à minha amiga-chefe Izabel Cruz, por toda compreensão e flexibilidade nos ajustes nas escalas de trabalho.

Às minhas queridas estagiárias, hoje nutricionistas, das quais tenho o orgulho do caminho que estão traçando como profissionais e, do qual tive o prazer em participar: Jeane, Maiara e Marina. Vocês foram meu alicerce durante os momentos mais tortuosos. Obrigado por todo empenho, ética, cuidado e compromisso.

À UFBA pela confiança na realização deste trabalho e ao CNPq e a FAPESB pelo apoio financeiro.

## RESUMO GERAL

Danos oxidativos a estruturas oculares podem levar a alterações estruturais e funcionais comprometendo o processo da visão, por isso, estudos têm apontado o estresse oxidativo como um evento chave na formação e/ou progressão da catarata. Considerando o envolvimento de nutrientes antioxidantes nos mecanismos fisiológicos de defesa enzimática e não enzimática do cristalino, o objetivo deste estudo é avaliar se existe associação entre os níveis séricos de micronutrientes antioxidantes e de marcadores de estresse oxidativo com a catarata senil. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, incluindo adultos e idosos, de ambos os sexos, com catarata senil e grupo controle sem catarata. O cristalino foi avaliado e classificado segundo o Sistema de Classificação de Opacidade do Cristalino (LOCS) III em catarata Nuclear (NC), Cortical (CC), Subcapsular Posterior (PSC) e Mix. Vitaminas A, C e E, selênio, glutatona peroxidase (GSH-Px) e malondialdeído (MDA) foram dosados em todos os participantes. **Resultados:** Foram avaliados 42 participantes com catarata senil e, 40 controles. Observou-se elevada prevalência de deficiência sérica de vitamina C (72,0%), sendo três vezes maior nos participantes com catarata quando comparados com o controle (RP 3,5; IC: 1,4-8,6). Nível sérico de vitamina C foi menor entre aqueles com CC (1,0; IIQ:0,5-1,8 mg/L), NC (1,6; IIQ: 0,5-3,6 mg/L) e Mix (1,2; IIQ: 0,9-2,0 mg/L) em relação ao controle (2,6; IIQ: 1,9-6 mg/L) ( $p=0,02$ ). Níveis mais baixos de selênio foram encontrados na CC (57,5; IIQ: 53,0-74,6 $\mu$ g/L). Não houve diferença entre os grupos em relação às vitaminas A e E, MDA e GSH-Px. **Conclusão:** Observamos relação entre o tipo de opacidade do cristalino e baixo nível sérico de vitamina C e selênio. Deficiência de vitamina C foi associada à presença de catarata senil, porém não a marcadores séricos de estresse oxidativo elevado.

**Palavras chaves:** catarata senil, antioxidantes, estresse oxidativo.

## GENERAL SUMMARY

Oxidative damage to ocular structures can lead to structural and functional changes compromising the vision process, therefore, studies have pointed to oxidative stress as a key event in the formation and/or progression of cataracts. Considering the involvement of antioxidant nutrients in the physiological mechanisms of enzymatic and non-enzymatic defense of the lens, the aim of this study is to assess whether there is an association between serum levels of antioxidant micronutrients and oxidative stress markers with senile cataract. **Methods:** This is a cross-sectional study, including adults and elderly, of both sexes, with senile cataract and a control group without cataract. The lens was evaluated and classified according to the Lens Opacity Classification System (LOCS) III into Nuclear (NC), Cortical (CC), Posterior Subcapsular (PSC) and Mix cataracts. Vitamins A, C and E, selenium, glutathione peroxidase (GSH-Px) and malondialdehyde (MDA) were dosed in all participants. **Results:** 42 participants with senile cataract and 40 controls were evaluated. A high prevalence of serum vitamin C deficiency (72.0%) was observed, being three times higher in participants with cataract when compared to controls (PR 3.5; CI: 1.4-8.6). Serum vitamin C level was lower among those with CC (1.0; IIQ: 0.5-1.8 mg/L), NC (1.6; IIQ: 0.5-3.6 mg/L) and Mix (1.2; IQI: 0.9-2.0 mg/L) compared to the control (2.6; IQI: 1.9-6 mg/L) ( $p=0.02$ ). Lower selenium levels were found in CC (57.5; IQR: 53.0-74.6 $\mu$ g/L). There was no difference between groups regarding vitamins A and E, MDA and GSH-Px. **Conclusion:** We observed a relationship between the type of lens opacity and low serum levels of vitamin C and selenium. Vitamin C deficiency was associated with the presence of senile cataract, but not with serum markers of elevated oxidative stress.

**Keywords:** senile cataract, antioxidants, oxidative stress.



## LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

### PROJETO DE PESQUISA

<b>Figura 01.</b> Estruturas do sistema óptico.	15
<b>Quadro 01.</b> Estruturas do olho humano e as principais características.	16
<b>Quadro 02.</b> Estudos sobre o estresse oxidativo no plasma e no cristalino de indivíduos com catarata senil.	25
<b>Quadro 03.</b> Estudos sobre os níveis de nutrientes antioxidantes no plasma e no cristalino de indivíduos com catarata senil.	26
<b>Quadro 04.</b> Metodologia utilizada para análise bioquímica.	31
<b>Quadro 05.</b> Valores de referências, segundo laboratório (LEME®, Brasil), para os exames bioquímicos avaliados.	31

### ARTIGO ORIGINAL

<b>Tabela 01.</b> Comparação dos grupos catarata e controle quanto às características sociodemográficas, clínicas e nutricionais.	48
<b>Tabela 02.</b> Associação entre a deficiência das vitaminas antioxidantes C, A e E o diagnóstico de catarata.	49
<b>Tabela 03.</b> Concentração sérica de micronutrientes antioxidantes e marcadores de estresse oxidativo nos grupos catarata e controle.	49
<b>Figura 01.</b> Concentração sérica das vitaminas com potencial antioxidante (C, A e E), segundo tipo de opacidade do cristalino e grupo controle.	50
<b>Figura 02.</b> Concentração sérica de marcadores de estresse oxidativo (GSH-Px e MDA) e de selênio, segundo tipo de opacidade do cristalino e grupo controle.	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HbA1C	Hemoglobina glicada
CAT	Catalase
CC	Catarata Cortical
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Cu	Cobre
DM	Diabetes Mellitus
ERO	Espécie reativa de oxigênio
FAPESB	Fundação de Amparo a Pesquisa da Bahia
GSH	Glutationa
GSH-Px	Glutationa peroxidase
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio
IMC	Índice de Massa Corporal
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade
LOCS	Sistema de Classificação de Opacidade do Cristalino
MDA	Malondialdeído
NC	Catarata Nuclear
O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Superóxido
OH	Hidroxila
PSC	Catarata Subcapsular Posterior
Se	Selênio
SH	Sulfidril
SOD	Superóxido desmutase
TBARS	Substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico
Zn	Zinco
WHO	<i>World Health Organization</i>

## APRESENTAÇÃO

Este estudo tem como foco avaliar se existe associação entre os níveis séricos de micronutrientes antioxidantes e de marcadores de estresse oxidativo com a catarata senil. Trata-se de um tema de importância para a saúde pública já que a cirurgia é o único tratamento disponível para a catarata. Para melhor avaliação do presente trabalho, este foi estruturado em duas partes que compreendem a Parte I – Projeto de Pesquisa e Parte II – resultado do estudo que será apresentado sob a forma de artigo científico.

A Parte I – Projeto de Pesquisa é composta de: introdução, fundamentação teórica, justificativa, objetivo geral e específico, metodologia e referências.

Na Parte II encontra-se o artigo que representa o principal resultado da dissertação, com o seguinte título: **“Nível sérico de nutrientes antioxidantes e marcadores de estresse oxidativo e catarata senil”**.

## SÚMÁRIO

<b>PARTE I – PROJETO DE PESQUISA</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	15
2.1 O olho humano	15
2.2 O cristalino	18
2.3 Humor Aquoso e fornecimento de nutrientes ao cristalino	19
2.4 Catarata	20
2.5 Catarata relacionada à idade: etiologia e fatores de risco	21
2.6 Catarata relacionada à idade e estresse oxidativo	22
<b>3. JUSTIFICATIVA</b>	27
<b>4. OBJETIVOS</b>	28
<b>5. METODOLOGIA</b>	29
5.1 Desenho do estudo, população e avaliação oftalmológica	29
5.2 Informações demográficas, socioeconômicas e comportamentais	29
5.3 Dados clínicos e nutricionais	30
5.4 Avaliação bioquímica	30
5.5 Análise estatística	31
5.6 Aspectos éticos e financiamento	32
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	33
<b>PARTE II – ARTIGO ORIGINAL</b>	
<b>7. ARTIGO ORIGINAL</b>	37
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	55
<b>9. APÊNDICES</b>	56

## 1. INTRODUÇÃO

Assim como em outros países, a população brasileira tem vivenciado o desafio do aumento da expectativa de vida e, com isso, a maior prevalência de problemas visuais. As três maiores causas de deficiência visual globalmente são doenças que acometem, sobretudo, os idosos: erros de refração não corrigidos, catarata e degeneração macular relacionada à idade (OTTAIANO et al., 2019; WHO, 2019).

Dos 36,0 milhões de cegos, estimados em 2015, no mundo, a catarata foi a principal causa de cegueira, sendo por isso, importante problema de saúde pública (FLAXMAN et al., 2017). No Brasil, calcula-se que em função do envelhecimento da população haja 120.000 novos casos/ano de cegueira associada à catarata, excluindo-se a demanda reprimida (OTTAIANO et al., 2019).

A catarata, caracterizada pela perda de transparência do cristalino, é um processo lento e multifatorial (ASBELL et al., 2005; GUPTA et al., 2014). A idade é um fator de risco já bem estabelecido, entretanto os mecanismos exatos para a formação da catarata ainda não são claramente estabelecidos (GUPTA et al., 2014; WHO, 2019).

Danos oxidativos a estruturas oculares podem levar a alterações estruturais e funcionais comprometendo o processo da visão, por isso, estudos têm apontado o estresse oxidativo como um evento chave na formação e/ou progressão da catarata (PESCOSOLIDO et al., 2016). O cristalino é constantemente submetido a estresse oxidativo por radiação e outras fontes, porém possui mecanismos fisiológicos para proteger a função de seus componentes estruturais, incluindo vias enzimáticas e não enzimáticas (TRUSCOTT, 2005; PESCOSOLIDO et al., 2016). Com o envelhecimento, o acúmulo de componentes oxidados no cristalino e a diminuição na eficiência dos mecanismos de reparo do olho parecem contribuir para a formação de cataratas (TRUSCOTT, 2005; VIRGOLICI et al. 2009; TARWARDI & AGTE, 2011; PESCOSOLIDO et al., 2016).

A nutrição tem um papel significativo nos processos fisiológicos e da função ocular, tendo influência sobre os mecanismos bioquímicos que estão associados a danos no cristalino, como glicação e glicosilação e, na redução dos danos induzidos por espécies reativas de oxigênio (EROs) pela ação dos nutrientes antioxidantes, como glutatona (GSH), ácido ascórbico e carotenóides (SELLA & AFSHARI, 2019; SIDERI et al., 2019)

Identificar possíveis associações entre nutrientes e a formação de catarata poderia beneficiar milhões de pessoas no mundo, possibilitando um meio barato de

prevenção ou progressão da catarata (WEIKEL et al., 2014; SELLA & AFSHARI, 2019). Estima-se que se o início da catarata fosse retardado por dez anos, a necessidade de correção cirúrgica seria diminuída em 50% (VIRGOLICI et al. 2009)

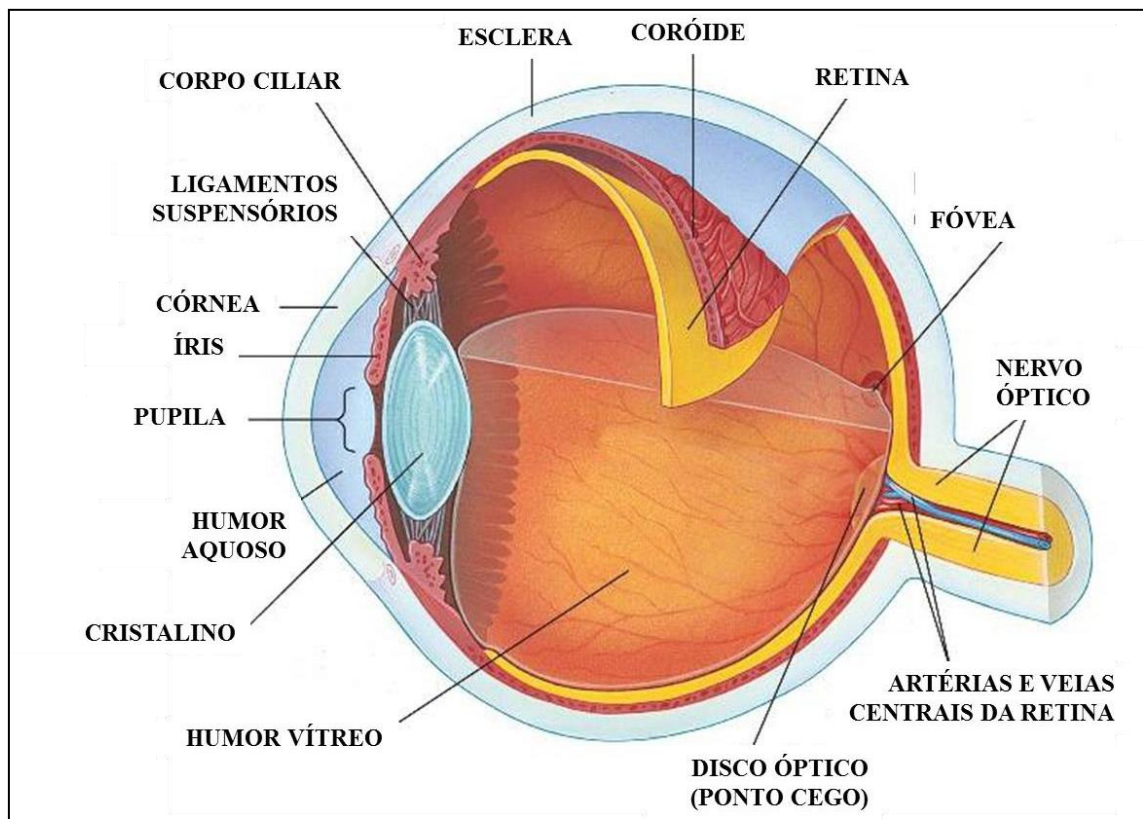
Dessa forma, este estudo objetiva avaliar se existe associação entre os níveis séricos de micronutrientes com potencial antioxidante e de marcadores de estresse oxidativo e o diagnóstico de catarata senil.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O Olho humano

O olho é um órgão complexo e especializado, composto por vários tecidos e estruturas que funcionam em conjunto dentro e ao redor do globo ocular e, envolvidos com o processo da visão. Danos a estas estruturas podem implicar na redução ou perda da acuidade visual, favorecendo limitação importante no desempenho de atividades diárias e básicas, nas interações sociais, na qualidade de vida dos indivíduos, além de aumentar custos para os sistemas de saúde em todo o mundo (CHADER & TAYLOR, 2013; OTTAIANO et al., 2019). A figura 01 ilustra algumas estruturas essenciais a este sistema óptico.

**Figura 01.** Estruturas do sistema óptico.



Fonte: Adaptado de Marieb, 2009.

Anatomicamente, pode-se dividir o globo ocular em dois segmentos, o anterior e o posterior. O segmento anterior estende-se desde a córnea até a superfície frontal do cristalino e é preenchido pelo humor aquoso, o qual é composto de glicose, oxigênio e aminoácidos que servem de nutrientes para a córnea e o cristalino. O segmento anterior

é dividido ainda em duas caras: a câmara anterior que se estende da córnea à íris e a câmara posterior que se estende da íris ao cristalino (FORRESTER et al., 2016; RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

O segmento posterior estende-se desde a parte de trás da superfície do cristalino até à retina e é preenchido pelo humor vítreo. Este é composto 99% por água, contendo ainda fibras de colágeno e de ácido hialurônico, que promovem coesão e dão uma consistência gelatinosa ao meio. O humor vítreo compreende 2/3 do volume e do peso do olho, ocupando toda a cavidade posterior ao cristalino, tendo papel importante no amortecimento do globo ocular (MARIEB, 2009; FORRESTER et al., 2016; RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

A pressão gerada por estes fluidos, humor aquoso e vítreo, preenche o globo ocular e ajudam a manter a sua forma. No Quadro 01 estão enumeradas as principais características de algumas estruturas do olho (MARIEB, 2009; CHADER & TAYLOR, 2013; FORRESTER et al., 2016; RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

**Quadro 01.** Estruturas do olho humano e as principais características.

<b>ESTRUTURA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Conjuntiva	Membrana mucosa transparente que reveste a parte anterior do olho e a superfície interna das pálpebras.
Esclera	Constituída basicamente por fibras colágenas, servindo de barreira física para o conteúdo intraocular e local de fixação para os músculos extraoculares.
Córnea	Estrutura convexa transparente de alto poder refrativo, localizada no segmento anterior do olho e que permite que os raios de luz possam entrar no globo ocular através da pupila. Embora seja avascular, o que garante a transparência, é ricamente innervada por fibras do ramo oftálmico do nervo trigêmeo. A nutrição se dá por difusão de nutrientes e oxigênio provenientes dos vasos perilímbicos.
Humor aquoso	Situa-se no segmento anterior do olho, entre a córnea e a parte frontal do cristalino, nutrindo as estruturas internas.
Íris	Disco composto por fibras musculares e constituído por uma quantidade variável de pigmentos, dos quais depende a cor



	evidenciada para o exterior.
Pupila	Abertura na íris, cujo grau de contração ou dilatação, alterado pela ação das fibras musculares da íris, regula a passagem dos raios luminosos até o fundo do olho.
Corpo ciliar	Estrutura constituída por fibras musculares que formam o músculo ciliar, ligada ao cristalino através de um ligamento, cuja contração altera a curvatura da lente de modo a possibilitar a incidência dos raios luminosos sobre a retina.
Cristalino	Estrutura flexível em forma de lente biconvexa discoide, sendo responsável por cerca de 1/3 do poder refrativo ocular. Destaca-se pela singular capacidade de acomodação, variando o poder refrativo para focar em objetos mais próximos ou distantes.
Humor vítreo	Situa-se no segmento posterior do olho. Líquido com aspeto gelatinoso, composto por aproximadamente 99% de água e 1% de colágeno e ácido hialurônico. Estrutura que fornece a forma arredondada ao olho.
Retina	Estrutura celular transparente que se situa na parte mais interna do olho. Converte a luz em impulsos nervosos que são transportados para o cérebro através do nervo óptico.
Mácula	Área pequena e especializada da retina, com alta sensibilidade e responsável pela visão central. Onde está localizada a fóvea.
Nervo óptico	As fibras nervosas dos fotorreceptores agrupam-se para formar o nervo óptico que conecta cada olho ao cérebro, enviando informação visual para ser processada. É também onde a principal artéria e veia emergem para irrigar a retina.
Coróide	Camada tecidual que se encontra entre a retina e a esclera e tem um fornecimento de vasos sanguíneos que nutrem a retina.

A função principal do olho é receber e focalizar a luz e depois transformá-la em sinais que são enviados ao cérebro e recodificados em imagens. A transparência de

alguns tecidos críticos é fundamental para permitir que esta função ocorra de maneira adequada. De forma simplificada, inicialmente, a luz entra na córnea transparente. Do fundo da córnea, passa pelo humor aquoso e cristalino. Tanto a córnea quanto o cristalino são tecidos críticos para focalização da luz em seu destino final, a área central da retina ou fóvea. É na retina que a luz é convertida em impulsos químicos e depois elétricos que são enviados pelo nervo óptico para o cérebro (MARIEB, 2009; CHADER& TAYLOR, 2013; FORRESTER et al., 2016).

## **2.2 O cristalino**

O cristalino é uma estrutura biconvexa e transparente, localizado atrás da íris e em frente ao corpo vítreo e a retina que cumpre a importante função de alterar o índice de refração do olho. O cristalino é organizado por células especializadas, chamadas de “fibras”. As fibras zonulares que se originam do corpo ciliar e se inserem na região equatorial da cápsula do cristalino conferem sua sustentação (REMINGTON, 2012; FORRESTER et al., 2016).

A transparência, condição essencial para manutenção da função de refração da luz, está associada à ausência de vasos sanguíneos, presença de poucas organelas celulares no caminho da luz, arranjo ordenado de fibras, e a curta distância entre componentes de diferentes índices em relação ao comprimento de onda (REMINGTON, 2012; FORRESTER et al., 2016).

O cristalino é composto de 65% a 70% de água e 30% a 35% de proteína, sendo que o córtex tem um maior teor de água (73% a 80%) do que o núcleo (68%). Cerca de 80% a 90% das proteínas do cristalino são solúveis – concentração três vezes maior do que nas células típicas. Além disso, as membranas das fibras do cristalino detêm o maior teor de colesterol das células humanas, o que evita a rigidez e contribui para a flexibilidade (REMINGTON, 2012; FORRESTER et al., 2016).

A estrutura do cristalino adulto é determinada durante o desenvolvimento embriológico. A vesícula, primeira estrutura observada no embrião semelhante ao cristalino, é composta por uma camada de células epiteliais que formam uma esfera oca. Estas células são posicionadas de modo que a superfície apical forme o lúmen dessa esfera. As células posteriores se diferenciam e se alongam, formando as fibras primárias do cristalino. Durante o resto da vida do cristalino, a divisão celular ocorre na zona germinativa do epitélio imediatamente anterior ao equador do cristalino, e as células assim formadas alongam-se para formar fibras secundárias do cristalino que são

estabelecidas externamente a todas as fibras anteriores (MICHAEL & BRON, 2011; REMINGTON, 2012; RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

O cristalino destaca-se pelo poder de acomodação que por meio de mudanças na própria forma e, é capaz de ajustar o foco de uma imagem a depender da distância em que ela se encontre. Sua elasticidade permite que se torne mais ou menos esférico, dependendo da quantidade de tensão exercida pelas fibras zonulares na cápsula, a qual é controlada pela ação do músculo ciliar. Este quando contraído relaxa a tensão zonular e, o cristalino, então, assume uma forma mais esférica, resultando em aumento da força dióptrica para aproximar objetos próximos. Da mesma forma, o relaxamento do músculo ciliar reverte essa sequência de eventos, fazendo com que o cristalino se achatee apresente objetos distantes (MICHAEL & BRON, 2011; REMINGTON, 2012; RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

À medida que o cristalino envelhece, o poder de acomodação diminui gradualmente, associado ao decréscimo na densidade das células epiteliais e diferenciação anormal das fibras lenticulares. Essas perdas epiteliais podem, então, resultar em alterações na formação das fibras do cristalino, conduzindo à perda da transparência. Como as novas camadas corticais são adicionadas em um padrão concêntrico, o núcleo central é comprimido e endurecido – processo chamado de esclerose nuclear (ASBELL ET AL., 2005; REMINGTON, 2012; MICHAEL & BRON, 2011).

### **2.3 Humor aquoso e fornecimento de nutrientes ao cristalino**

O humor aquoso é um fluido claro que preenche e ajuda a formar as câmaras anterior e posterior do olho. O humor aquoso é responsável pelo fornecimento de nutrientes, remoção de produtos excretórios do metabolismo, transporte de neurotransmissores, estabilização da estrutura ocular e regulação da homeostase desses tecidos oculares (GOEL et al., 2010; REMINGTON, 2012; FORRESTER et al., 2016).

O humor aquoso é composto de íons orgânicos e inorgânicos, carboidratos, GSH, uréia, aminoácidos e proteínas, oxigênio, dióxido de carbono e água, sendo em geral, ligeiramente hipertônico ao plasma. As maiores diferenças no humor aquoso em relação ao plasma são as concentrações de proteína (200 vezes menos) e ascorbato (20 a 50 vezes maior). A glicose e a uréia no humor aquoso são aproximadamente 80% dos níveis plasmáticos. Medindo as concentrações relativas de substâncias no humor aquoso e no plasma, bem como nas câmaras anterior e posterior, separadamente, é possível

obter informações sobre a composição do humor aquoso (GOEL et al., 2010; REMINGTON, 2012).

Como o cristalino é avascular, o suprimento de nutrientes deriva, principalmente, do humor aquoso. O humor vítreo também contribui com o fornecimento de nutrientes, porém em menor proporção. O metabolismo do humor vítreo é principalmente anaeróbico (cerca de 70%) devido ao baixo nível de oxigênio dissolvido na solução aquosa, sendo a glicólise anaeróbia a principal fonte de energia para o metabolismo e replicação celular dentro do cristalino. A glicólise aeróbica e o ciclo de Krebs são limitados ao epitélio ou fibras superficiais que ainda possuem mitocôndrias. O metabolismo é mais alto nas células epiteliais e nas fibras mais recentes do córtex, sendo muito baixo no núcleo do cristalino, onde as fibras não são capazes de síntese proteica (GOEL et al., 2010; REMINGTON, 2012).

#### **2.4 Catarata**

O termo catarata refere-se a qualquer opacidade do cristalino (ASBELL et al., 2015; RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018). A catarata pode afetar um ou ambos os olhos e as mudanças na transparência e no índice de refração do cristalino resultam em vários níveis de deficiência visual. A depender do grau de comprometimento da visão, a catarata está associada à diminuição da qualidade de vida, redução da funcionalidade para realizar atividades diárias, além de aumento no risco de acidentes e quedas (ASBELL et al., 2015).

A opacidade pode ocorrer em qualquer camada do cristalino e em todas as fases do desenvolvimento: na vida embrionária, com a formação do núcleo cristalino; durante o surgimento e o crescimento das fibras corticais ao redor do núcleo, durante a infância; na vida adulta e; mais comumente, na vida senil (MICHAEL & BRON, 2011).

A catarata pode ser classificada em congênita, de aparecimento precoce outardio, e adquirida, que ocorre mais tarde e geralmente estão relacionadas a uma causa específica, como traumas, associada a outras doenças oculares (por exemplo, uveíte, retinite pigmentosa) ou sistêmicas (diabetes, hipocalcemia, galactosemias, dermatite atópica), induzidas por drogas (corticosteroides, fenotiazinas, amiodarona) ou pelo próprio envelhecimento – que é a causa mais comum (RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

Considerando a morfologia, a catarata pode ser classificada em catarata nuclear (NC), Cortical (CC) e Subcapsular posterior (PSC) (ASBELL et al., 2005).

A NC pode ser definida pela opacidade do cristalino confinada ao núcleo, cuja forma é determinada pela disposição concêntrica das fibras que o compõem (TRUSCOTT, 2005). Há também mudança da coloração do cristalino, o qual se torna progressivamente amarelado, alaranjado, acastanhado e, em estágios bastante avançados, pode tornar-se acinzentado. A maioria das cataratas nucleares é bilateral, mas pode ser assimétrica (ASBELL et al., 2005; MICHAEL & BRON, 2011).

As CC são causadas por mudanças na hidratação das fibras do cristalino, criando fendas em um padrão radial ao redor da região equatorial. Opaco, o córtex torna-se progressivamente esbranquiçado, até que, em estágios avançados, toda a superfície do cristalino torna-se branca, causando bloqueio intenso da passagem dos feixes luminosos. Cataratas corticais também tendem a ser bilaterais, contudo muitas vezes são assimétricas (SILVEIRA, 2004; MICHAEL & BRON, 2011).

As PSC estão localizadas no córtex adjacente à cápsula posterior e, tendem a causar sintomas visuais mais cedo devido ao envolvimento do eixo visual. Os sintomas comuns incluem ofuscamento e visão reduzida sob condição de iluminação intensa. Esta opacidade do cristalino também pode resultar de trauma, uso de corticosteroides (tópicos ou sistêmicos), inflamação ou exposição à radiação ionizante (RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

As cataratas podem ser também classificadas de acordo com o estágio de desenvolvimento em: imatura, intumescente, madura, hipermadura e morgagniana. Uma catarata madura é aquela em que toda a substância do cristalino é opaca. Já a catarata imatura tem algumas regiões transparentes. Se o cristalino absorver água, ela pode se tornar intumescente. Na catarata hipermadura, as proteínas corticais tornaram-se líquidas. Uma catarata hipermadura na qual o núcleo do cristalino flutua livremente na bolsa capsular é chamada de catarata morgagniana (RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018).

## **2.5 Catarata relacionada à idade: etiologia e fatores de risco**

A catarata relacionada à idade (ou senil) – causa comum de deficiência visual – é definida como a catarata que ocorre decorrente do envelhecimento, não estando relacionada a traumas mecânicos, químicos ou radiológicos conhecidos. Define-se também como a catarata que ocorre, sem outra causa evidente, após os 50 anos de idade. (RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018; OTTAINO et al., 2019).

A prevalência da catarata relacionada à idade aumenta com o envelhecimento. Em indivíduos com idade entre 65 e 74 anos, a prevalência de catarata é cerca de 50%. Acima de 75 anos, a prevalência aumenta para cerca de 70% (RIORDAN-EVA & AUGSBURGER, 2018; OTTAIANO et al., 2019).

A etiologia da catarata é complexa e parece multifatorial, envolvendo interações entre diversos fatores biológicos, parte de um processo contínuo de alterações estruturais e funcionais, que são modificados geneticamente e amplificados por fatores de risco ambientais (MICHAEL & BRON, 2011; GUPTA et al., 2014; OTTAINO et al., 2019).

Diversos fatores de risco têm sido associados com a formação de catarata, incluindo idade avançada, sexo feminino, etnias afro-americana e hispano-americana, menor classe social, radiação ultravioleta, tabagismo, etilismo, desnutrição, excesso de peso, diabetes e dano oxidativo por radicais livres (TARWARDI & AGTE, 2011; GUPTA et al., 2014; FLAXMAN et al., 2019).

Apesar da perda da transparência do cristalino, ser parte do processo natural de envelhecimento, estudos têm sugerido que o estresse oxidativo pode ser um elemento chave, precoce ou inicial, na formação da catarata (VIGOLICI et al., 2012; PESCOSOLIDO et al., 2016; SELLA & AFSHARI, 2019).

## **2.6 Catarata relacionada à idade e estresse oxidativo**

EROs podem ser geradas endogenamente em diferentes compartimentos celulares (por exemplo, mitocôndrias, peroxissomos, citoplasma), como resultado de processos metabólicos celulares (por exemplo, atividade enzimáticas das lipoxigenases, transporte de elétrons mitocondriais, resposta a citocinas inflamatórias) e; através dos efeitos de fatores exógenos (por exemplo, raios ultravioleta e radiação ionizante) (UNG et al., 2017).

Devido à função de transmitir luz à retina, o cristalino é constantemente exposto à luz e à radiação, sendo uma das estruturas mais propensas a dano oxidativo produzido em resposta a fontes exógenas. Os radicais livres ou EROs, incluindo o ânion superóxido ( $O_2^-$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e os radicais hidroxilas (OH), podem contribuir para formação da catarata. Aumento de três vezes na concentração de  $H_2O_2$  foi demonstrado em cristalino com catarata (PESCOSOLIDO et al., 2016; UNG et al., 2017; SACCA et al., 2018)

O estresse oxidativo resulta quando a taxa de produção de radicais livres é maior que a taxa de degradação, favorecendo um desequilíbrio entre espécies oxidantes e redutoras no meio intracelular. O estresse oxidativo no cristalino pode prejudicar a estrutura e o funcionamento das proteínas de junções celulares, modificar as fibras cristalinas e, causar agregação de proteínas, o que contribui para o desenvolvimento da catarata (CEKIC et al., 2010; PESCOSOLIDO et al., 2016; UNG et al., 2017).

No entanto, o cristalino contém vários mecanismos não enzimáticos e enzimáticos para se proteger do estresse oxidativo e reparar componentes celulares danificados oxidativamente, que incluem: a GSH, a superóxido dismutase (SOD); a catalase (CAT); vitaminas antioxidantes (como a vitamina C, E e carotenoides) e minerais tais como o selênio (CEKIC et al., 2010; PESCOSOLIDO et al., 2016; UNG et al., 2017).

A GSH é um agente redutor que desintoxica os radicais livres, minimizando os danos oxidativos ao cristalino, além de possuir papel importante na manutenção dos mecanismos de transporte da membrana. A GSH é encontrada em alta concentração dentro do cristalino e no humor aquoso e, pode ser sintetizada e regenerada pelas células epiteliais do cristalino e pelas fibras do cristalino jovem. As fibras mais profundas dependem da difusão da GSH das fibras superficiais (PESCOSOLIDO et al., 2016).

O ácido ascórbico, importante vitamina antioxidante do cristalino, é encontrada em concentrações de 20-50 vezes maior do que a do plasma e, fornece proteção ao epitélio do cristalino contra danos induzidos por raios ultravioleta ao ácido desoxirribonucleico. A vitamina E é encontrada no cristalino, mas em níveis semelhantes aos do plasma. A vitamina C age em sinergia com a vitamina E, e ambas mantêm a atividade antioxidante da GSH. Os carotenoides sequestram os radicais livres e também protegem as células da membrana da peroxidação lipídica (PESCOSOLIDO et al., 2016; SACCA et al. 2018; SELLA & AFSHARI, 2019)

A peroxidação lipídica pode também resultar na produção de compostos carbonílicos, entre os quais o malondialdeído (MDA) – frequentemente utilizado como biomarcador para analisar o estresse oxidativo – e cujo envolvimento com a cataratogênese tem sido sugerido devido à capacidade de formação de ligações cruzadas (CEKIC et al., 2010; PESCOSOLIDO et al., 2016; SACCA et al. 2018; SELLA & AFSHARI, 2019).

Com o envelhecimento, mudanças no cristalino podem levar a diminuição no transporte de íons, nutrientes e antioxidantes, o que pode reduzir o potencial de reparo

aos danos oxidativos. Observa-se aumento na permeabilidade da membrana das fibras e redução da capacidade de compensação pelas bombas iônicas, interrompendo o equilíbrio iônico. Além disso, a circulação dentro do cristalino muda e a restrição do fluxo de água e da GSH ocorre na borda do córtex / núcleo. Assim, acredita-se que alterações estruturais ao cristalino que ocorrem com a idade, aliada a exposição crônica ao estresse oxidativo e a ingestão inadequada de nutrientes antioxidantes sejam fatores cruciais para formação da catarata (PESCOSOLIDO et al., 2016; SACCA et al. 2018; BRAAKHUIS et al., 2019; SELLA & AFSHARI, 2019).

Sugere-se ainda que as três zonas anatômicas do cristalino (núcleo, córtex e cápsula) sejam metabolicamente distintas. As células epiteliais encontradas sob a cápsula anterior que rodeia o cristalino seriam as mais recentemente formadas e ativas, enquanto as células nucleares as mais antigas e metabolicamente inativas. A CC e NC têm fenótipos de danos diferentes e estão associados a uma perda de transparência no córtex e no núcleo do cristalino, respectivamente. No entanto, acredita-se que a falha do sistema de microcirculação para regular o volume celular no córtex do cristalino, ou para fornecer antioxidantes ao núcleo, é um mecanismo subjacente comum associado à formação da catarata (CEKIC et al., 2010; PESCOSOLIDO et al., 2016).

Níveis de nutrientes e atividade de enzimas antioxidantes também têm sido associados à progressão da catarata (CHANG et al., 2013; MIRIC et al., 2014). Miric et al. (2014), analisando o humor aquoso de indivíduos com catarata senil não diabéticos, observaram que os níveis de SOP, proteínas totais e dienos conjugados foram diminuídos, enquanto a concentração de produtos finais fluorescentes semelhantes a lipofuscina (que indicam desgaste celular) foi aumentada na catarata madura. Além disso, a queda da atividade da SOD foi independentemente associada com a maturidade da catarata (MIRIC et al., 2014)

Diversos estudos avaliaram o nível de marcadores de estresse oxidativo e a atividade de enzimas antioxidantes com possível associação com a formação de cataratas (Quadro 02). Acredita-se que concentrações aumentadas dos nutrientes com potencial antioxidante no plasma pode ter um papel protetor contra a degeneração do cristalino após processo oxidativo, sendo por isso, nutrientes investigados na prevenção e desenvolvimento da catarata (Quadro 03).



**Quadro 02.** Estudos sobre o estresse oxidativo no plasma e no cristalino de indivíduos com catarata senil.

<b>Autores, ano (local)</b>	<b>Amostra (n)</b>	<b>Marcadores de estresse oxidativo</b>	<b>Resultados</b>
Ate et al., 2004 (Túrcia)	Controle (60) Com catarata (40)	MDA no soro, CAT eritrocitária,	Redução da atividade eritrocitária da CAT e aumento dos níveis séricos de MDA foram observados no grupo com catarata.
Hashim & Zarina, 2007	Controle (50) Com DM (50) Com catarata (50) Com catarata e DM (50)	MDA e LDL-c oxidada no soro	Maior nível sérico de MDA e LDLc oxidada no grupo com catarata e DM e apenas com catarata, quando comparados ao controle.
Agte & Tawardi, 2008 (Índia)	Controle (90) Com DM (76) Com catarata (100) Com catarata e DM (53)	TBARS e 11 micronutrientes, glicemia e HbA1c e perfil lipídico e TBARS no cristalino	Maior valor sérico de TBARS, glicemia e HbA1C no grupo com catarata e DM quando comparado apenas com catarata.  Não houve diferença na concentração de TBARS no cristalino entre os grupos.  Menores níveis séricos de Se, Zn, ceruloplasma, Fe, B1, vit. A e SOD no soro de indivíduos com DM e catarata comparado aos demais grupos.
Elmazar et al., 2008 (Egito)	Controle (30) Com catarata (30)	MDA, CAT, SOD, IMA no soro, humor aquoso e cristalino	Maior concentração de MDA e IMA e, menor de CAT e SOD, no soro, humor aquoso e cristalino foram observados no grupo catarata.
Yildirim et al., 2008	Com catarata (10) Com catarata e DM (10)	MDA, SOD, GSH, Zn, Cu soro e cristalino	Maiores níveis de GSH, SOD e MDA foram verificados em indivíduos com catarata e DM.
Cekic et al., 2010	Com catarata (38) Controle (38)	Grupos SH, MDA e GSH no soro e MDA e GSH no núcleo cortical do cristalino após extração cirúrgica	Menor concentração de SH e maior de MDA no soro de indivíduos com catarata.  Não houve diferença de concentração para as variáveis analisadas, segundo tipo de opacidade tanto no soro quanto no cristalino.
Kisic et al., 2012 (Sérvia)	Catarata imatura (41) Catarata madura (60)	Grupos SH e GSH no cristalino	Menor concentração de SH e GSH na catarata madura quando comparado com a imatura.

Cu – Cobre; DM – Diabetes Mellitus; Fe – Ferro; GSH – Glutathiona; HbA1C – Hemoglobina glicada; IMA – Albumina modificada por isquemia; LDLc – Lipoproteína de baixa densidade; MDA –

Malodialdeído; SDO – Superóxido dismutase; SH – sulfidril; TBARS – Substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico; Zn – Zinco

**Quadro 03.** Estudos sobre os níveis de nutrientes antioxidantes no plasma e no cristalino de indivíduos com catarata senil.

<b>Autor, ano (local)</b>	<b>Amostra (n)</b>	<b>Nutrientes avaliados</b>	<b>Resultado</b>
Valero et al., 2002 (Espanha)	Com catarata (343) Sem catarata (334)	Vitamina C, E, retinol, Se, $\alpha$ e $\beta$ -caroteno, luteína, zeaxantina e licopeno	Níveis séricos de vitamina C > 49 $\mu$ mol/L foram inversamente associados à catarata.  Não foram observadas associações significativas para os demais nutrientes analisados.
Nourmohammadi et al., 2008 (Irã)	Com catarata (57) Sem catarata (31)	Vitamina C, A e E soro	A concentração sérica de $\alpha$ -tocoferol nos indivíduos com catarata foi menor que no grupo controle.  Não houve diferença para as demais vitaminas analisadas.
Jalal et al., 2009 (Irã)	Com catarata (50) Sem catarata (50)	Vitamina C no soro	Nível sérico de ácido ascórbico no grupo catarata foi menor do que o grupo controle
Ravindran et al., 2011 (Índia)	Com catarata (5638)	Vitamina C, retinol, luteína e zeaxantina, $\alpha$ e $\beta$ -caroteno soro	Quartil sérico mais alto de vitamina C quando comparado ao mais baixo foi inversamente associado com catarata.  Não foram observar associações significativas para os demais micronutrientes.
Kisic et al., 2012 (Sérvia)	Catarata imatura (41) Catarata madura (60)	Vitamina C no cristalino	Maior concentração de vitamina C na catarata imatura quando comparada a madura.
Post et al., 2018 (Polônia)	Catarata cirúrgica (94) Controle (181)	Se no soro	Quartil sérico mais baixo de Se fortemente associado à catarata.

Legendas: Se – Selênio

### 3. JUSTIFICATIVA

Cataratas incipientes ou precoces podem não prejudicar significativamente a acuidade visual, mas quando há progressão o único tratamento médico eficaz é acirurgia. As taxas de cegueira devido à catarata variam amplamente por disparidades nos recursos financeiros, disponibilidade de oftalmologistas, autocuidado em relação à visão e a fatores genéticos e ambientais.

A prevenção da catarata ou atraso na progressão da perda visual permitiria poupar recursos mesmo onde esta é acessível. Além de contribuir para melhorar o bem-estar e favorecer o envelhecimento mais saudável da população, já que a catarata pode causar perturbações visuais e declínio funcional, predispondo os idosos a quedas e fraturas de quadril. Por isso, muitos esforços têm sido dedicados para determinar os fatores que levam à formação e/ou progressão de cataratas.

Estudos sugerem um papel importante dos antioxidantes na etiologia da catarata devido à possibilidade de redução do dano oxidativo ao cristalino. No entanto, a maior parte dos estudos foca em um único antioxidante para explorar associações com catarata, embora efeitos sinérgicos de antioxidantes sejam bem conhecidos.

Considerando que o Brasil é um país localizado geograficamente em uma zona de alta intensidade de raios solares (os quais induzem a formação de EROs) e, dado o aumento da expectativa de vida aliado à transição nutricional vivenciada, estudos nutricionais associados à formação de catarata se fazem ainda importantes.

Portanto, a realização deste trabalho visa contribuir com informações ainda pouco esclarecidas sobre o aparecimento de catarata senil e fatores envolvidos, além de fomentar a realização de novas pesquisas no Brasil, aumentando o conhecimento sobre o assunto e favorecendo, sobretudo, uma melhor abordagem e tratamento aos pacientes com catarata senil.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo Geral**

Avaliar se existe associação entre os níveis séricos de marcadores de estresse oxidativo e micronutrientes com potencial antioxidante e diagnóstico de catarata senil.

### **4.2. Objetivos específicos**

Descrever o tipo de opacidade do cristalino em pacientes com catarata senil nesta população;

Determinar a prevalência de estresse oxidativo elevado em um grupo de pacientes com catarata senil e grupo de comparação;

Comparar a prevalência de deficiência sérica de micronutrientes com potencial antioxidante em um grupo de pacientes com catarata senil, por tipo de opacidade do cristalino e grupo de comparação;

Comparar os níveis séricos dos micronutrientes com potencial antioxidante e dos marcadores de estresse oxidativo, em um grupo de pacientes com catarata senil, por tipo de opacidade do cristalino e, grupo de comparação.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1. Desenho do estudo, população e avaliação oftalmológica.**

Trata-se de um estudo transversal do tipo analítico que incluiu pacientes adultos e idosos, atendidos no Ambulatório de Oftalmologia de um hospital universitário em Salvador, Bahia, entre outubro de 2015 a setembro de 2018. Não foram incluídos indivíduos com limitação para realização da avaliação antropométrica, com outras doenças associadas, como psicopatias, doença da tireóide, neoplasias, doenças oculares, como cataratas congênicas, história anterior de uveíte, história anterior de trauma ocular e cirurgia prévia de catarata.

Os participantes foram avaliados em dois momentos. No primeiro atendimento foi realizada a triagem oftalmológica, considerando os critérios de inclusão e não inclusão. Após inclusão no estudo, no segundo encontro, realizou-se o preenchimento do questionário estruturado, a avaliação bioquímica, antropométrica e oftalmológica para análise do cristalino e determinação dos grupos de estudo.

Todos os participantes passaram por avaliação da acuidade visual, dilatação da pupila e exame de biomicroscopia do segmento anterior, com auxílio da lâmpada de fenda, por oftalmologistas experientes e treinados. Para definição da presença de catarata e tipo de opacidade do cristalino utilizou-se o Sistema de Classificação de Opacidade do Cristalino (LOCS) III (CHYLAC et al., 1993). Após a avaliação oftalmológica do cristalino, os participantes foram divididos em catarata senil significativa e grupo controle. Foram considerados indivíduos com catarata aqueles que apresentaram no LOCS III score  $>4$  para catarata nuclear e score  $>2$  para catarata cortical e subcapsular; e, grupo controle aqueles sem catarata clinicamente significativa, conforme descrito em outros estudos (NIRMALAN et al., 2004; RAMAN et al., 2010; POST et al., 2018). Segundo tipo de opacidade do cristalino, àqueles com catarata foram subdivididos em quatro grupos: NC, CC, PSC e Mix (quando haviamais um tipo de opacidade no cristalino avaliado). A avaliação do olho mais afetado foi considerada para a análise dos dados.

### **5.2. Informações demográficas, socioeconômicas e comportamentais**

Todos os participantes responderam a um questionário estruturado contendo informações sobre dados demográficos e socioeconômicos (idade, sexo, escolaridade e renda mensal em salários mínimos) e de estilo de vida (etilismo, tabagismo, prática regular de atividade física e exposição diária à luz solar).

A escolaridade foi registrada em anos de estudo considerando a última série concluída com aprovação, conforme proposto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). A exposição à luz solar foi categorizada, conforme proposto no estudo de Tarwardi & Agte (2011) e; considerou-se como prática regular de atividade física se o participante relatava mínimo de 150 minutos de atividade aeróbica de moderada intensidade por semana (exemplo: caminhada rápida, corrida, andar de bicicleta, pular corda, e natação) conforme estabelecido pela *World Health Organization* – WHO (2010).

### **5.3. Dados clínicos e nutricionais**

Dados sobre o diagnóstico de diabetes ou hipertensão foram obtidos mediante prontuário médico e/ou com base no uso de hipoglicemiante e/ou hipotensor.

Todos os participantes tiveram dados de peso e altura aferidos conforme técnica descrita por Lohman et al. (1998) para obtenção do Índice de Massa Corporal (IMC). Para idosos, a medição do comprimento do joelho e estimativa da altura foi realizada utilizando a técnica e equações descritas por Chumlea et al (1985). Para análise dos dados, foram considerados os pontos de corte propostos pela WHO (1998) para adultos e, *Organización Panamericana de la Salud* (2002) para idosos.

A equipe que incluiu nutricionistas e estudantes de graduação de nutrição foi devidamente treinada, e submetida à padronização das medidas antropométricas para reduzir a margem de erros.

Todos os participantes foram questionados sobre a utilização de suplementos nutricionais, sendo registradas as quantidades de nutrientes oferecidos por dia a partir do rótulo comercial dos produtos.

### **5.4. Avaliação bioquímica**

Os participantes foram encaminhados a um único laboratório de referência especializado para a coleta dos exames laboratoriais. Todos os participantes receberam orientação sobre o preparo para coleta dos exames laboratoriais. Cerca de 25 ml de sangue foi colhido por punção venosa, por pessoal técnico, após jejum mínimo de 12 horas, em frascos secos para as dosagens bioquímicas. Os níveis séricos das vitaminas A, C e E e o mineral selênio (nutrientes com potencial antioxidante) e, de MDA e GSH- Px (marcadores de estresse oxidativo) foram dosados conforme técnica descrita pelo laboratório (Quadro 04).

**Quadro 04.** Metodologia utilizada para análise bioquímica.

<b>Exame bioquímico</b>	<b>Metodologia</b>
Vitamina A, C e E	Cromatografia Líquida de Alta Performance
Se	Espectrofotometria de Absorção Atômica
MDA	Colorimétrico
GSH-Px	Espectrofotometria

Os valores indicados pelo laboratório de referência foram considerados como referências de normalidades (Quadro 05). A equipe técnica do laboratório de referência envolvida na coleta e determinação das dosagens avaliadas não tiveram acesso a classificações dos participantes quanto aos grupos, segundo presença de catarata ou qualquer outro achado clínico do estudo.

**Quadro 05.** Valores de referências, segundo laboratório (LEME®, Brasil), para os exames bioquímicos avaliados.

<b>Exame</b>	<b>Deficiência</b>	<b>Normalidade</b>	<b>Elevado</b>
GSH-Px	< 4171 U/L	4171 a 10881 U/L	> 10881 U/L
MDA	-	Até 4,8 nmol/L	> 4,8 nmol/L
Selênio	< 46,0 µg/L	46,0 a 143,0 µg/L	> 143,0 µg/L
Vitamina A	< 0,3 mg/L	0,3 a 0,7 mg/L	> 0,7 mg/L
Vitamina C	< 4,6 mg/L	4,6 a 15,0 mg/L	> 15 mg/L
Vitamina E	< 5,0 mg/L	5,0 a 20,0 mg/L	> 20,0 mg/L

### **5.5. Análise estatística**

Para construção do banco de dados e análises estatísticas utilizou-se o programa *Statistical Package for the Social Science (SPSS, Chicago, IL, USA, versão 20.0)*. Os dados sócios demográficos, de estilo de vida, clínicos e nutricionais foram apresentados em medidas de frequência simples e relativa. A normalidade das variáveis contínuas foi verificada a partir da construção do histograma, análise dos valores de média e desvio

padrão e mediana, e, do coeficiente de assimetria e de curtose. Para avaliação dos dados, os resultados das vitaminas avaliadas foram categorizados em adequado, quando dentro do valor de normalidade e deficiente, quando abaixo do valor de normalidade. Utilizaram-se os teste de Qui-Quadrado e Exato de Fisher para comparação dessas variáveis entre os grupos (catarata e controle). As variáveis contínuas foram descritas adotando-se medidas de tendência central (Média e Mediana) e de dispersão (Desvio- Padrão e Intervalo Interquartil). Para as variáveis contínuas, a diferença entre os grupos foi avaliada utilizando-se o teste de T de Student ou Mann-Whitney, para as variáveis com distribuição normal e não normal, respectivamente. Para avaliação dos grupos por tipo de opacidade do cristalino, utilizou-se para as variáveis contínuas o teste de ANOVA e Kruskal Wallis, para as variáveis com distribuição normal e não normal, respectivamente. O intervalo de confiança foi fixado em 95% e, estabelecido como significantes valores de  $p < 0,05$ .

#### **4.6 Aspectos éticos e financiamento**

Este estudo foi aprovado no comitê de ética e pesquisa da Escola de Nutrição desta Universidade sob número 881.428/2014. A participação no estudo foi dependente da concordância do mesmo, através da leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

Os resultados dos exames foram entregues a todos os participantes juntamente com orientações nutricionais. Quando identificado deficiência sérica de quaisquer micronutrientes os participantes foram avaliados quanto à necessidade de suplementação nutricional e encaminhados para o médico clínico para investigação e para acompanhamento nutricional ambulatorial.

Este projeto é parte de um projeto maior intitulado “Características nutricionais de pacientes com catarata senil” que conta com apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa da Bahia (FAPESB), conforme edital 017/2013 (Jovem Cientista Baiano), e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



## 6. REFERÊNCIAS

1. ASBELL, P. A. et al. Age-related cataract. *Lancet*, v. 365, n. 9459, p. 599-609, Feb 12-18 2005.
2. ATES, N. A. et al. Plasma catalase activity and malondialdehyde level in patients with cataract. *Eye (Lond)*, v. 18, n. 8, p. 785-8, Aug 2004.
3. BRAAKHUIS, A. J. et al. Nutritional Strategies to Prevent Lens Cataract: Current Status and Future Strategies. *Nutrients*, v. 11, n. 5, May 27 2019.
4. CEKIĆ, S. et al. Oxidative stress in cataractogenesis. *Bosnian journal of basic medical sciences*, v. 10, n. 3, p. 265-269, 2010.
5. CHADER, G. J.; TAYLOR, A. Preface: The aging eye: normal changes, age-related diseases, and sight-saving approaches. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, v. 54, n. 14, p. Orsf1-4, Dec 13 2013.
6. CHANG, D. et al. Serum antioxidative enzymes levels and oxidative stress products in age-related cataract patients. *Oxid Med Cell Longev*, v. 2013, p. 587826, 2013.
7. CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F.; STEINBAUGH, M. L. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *Journal of the American Geriatrics Society*, v. 33, n. 2, p. 116-120, 1985.
8. CHYLACK, L. T. et al. The lens opacities classification system III. *Archives of ophthalmology*, v. 111, n. 6, p. 831-836, 1993.
9. ELMAZAR, H. M. et al. Association between cataract progression and ischemia-modified albumin in relation to oxidant-antioxidant profiles in the serum, aqueous humor, and lens. *J Cataract Refract Surg*, v. 44, n. 2, p. 134-139, Feb 2018.
10. FLAXMAN, S. R. et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*, v. 5, n. 12, p. e1221-e1234, Dec 2017.
11. FORRESTER, J. V. et al. Chapter 1 - Anatomy of the eye and orbit. In: FORRESTER, J. V.; DICK, A. D., et al (Ed.). *The Eye (Fourth Edition)*: W.B. Saunders, 2016. p.1-102.e2. ISBN 978-0-7020-5554-6.
12. GOEL, M. et al. Aqueous Humor Dynamics: A Review. *The open ophthalmology journal*, v. 4, p. 52-9, 09/03 2010.
13. GUPTA, V. B.; RAJAGOPALA, M.; RAVISHANKAR, B. Etiopathogenesis of cataract: an appraisal. *Indian J Ophthalmol*, v. 62, n. 2, p. 103-10, Feb 2014.

14. HASHIM, Z.; ZARINA, S. Assessment of paraoxonase activity and lipidperoxidation levels in diabetic and senile subjects suffering from cataract. *ClinBiochem*, v. 40, n. 9-10, p. 705-9, Jun 2007.
15. OTTAIANO, J.A.A. et al. *As Condições de Saúde Ocular no Brasil 2019*. 1. CONSELHO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA, 2019. ISBN 978-8-56- 210904-1.
16. LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. *Anthropometric standardization reference manual*. 1988.
17. MARIEB, E. N.; HOEHN, K. *Human Anatomy & Physiology*. Benjamin Cummings, 2009. 1114 ISBN 978-0805395693.
18. MICHAEL, R.; BRON, A. J. The ageing lens and cataract: a model of normal and pathological ageing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, v. 366, n. 1568, p. 1278-92, Apr 27 2011.
19. MIRIC, D. J. et al. Influence of cataract maturity on aqueous humor lipid peroxidation markers and antioxidant enzymes. *Eye (Lond)*, v. 28, n. 1, p. 72-7, Jan 2014.
20. NIRMALAN, P. et al. Risk factors for age related cataract in a rural population of southern India: the Aravind Comprehensive Eye Study. *British journal of ophthalmology*, v. 88, n. 8, p. 989-994, 2004.
21. NOURMOHAMMADI, I. et al. Association of serum alpha-tocopherol, retinol and ascorbic acid with the risk of cataract development. *Ann Nutr Metab*, v. 52, n. 4, p. 296-8, 2008.
22. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. División de Promoción y Protección de la Salud (HPP). *Encuesta Multicentrica salud bienestar y envejecimiento (SABE) em América Latina el Caribe: Informe Preliminar [Internet]*. In: XXXVI Reunión del Comité asesor de investigaciones em Salud; 9-11 jun 2001; Kingston, Jamaica: OPAS, 2002
23. PESCOSOLIDO, N. et al. Age-related changes in the kinetics of human lenses: prevention of the cataract. *Int J Ophthalmol*, v. 9, n. 10, p. 1506-1517, 2016.
24. POST, M. et al. Serum selenium levels are associated with age-related cataract. *Ann Agric Environ Med*, v. 25, n. 3, p. 443-448, Sep 25 2018.
25. RAMAN, R. et al. Prevalence and risk factors for cataract in diabetes: Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy Epidemiology and Molecular Genetics Study, report no. 17. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, v. 51, n. 12, p. 6253-61, Dec 2010.

26. RAVINDRAN, R. D. et al. Inverse association of vitamin C with cataract in older people in India. *Ophthalmology*, v. 118, n. 10, p. 1958-1965.e2, Oct 2011.
27. REMINGTON, L. A. Chapter 5 - Crystalline Lens. In: REMINGTON, L. A. (Ed.). *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System (Third Edition)*. Saint Louis: Butterworth-Heinemann, 2012. p.93-108. ISBN 978-1-4377-1926-0.
28. RIORDAN-EVA, P.; AUGSBURGER, J. J. Vaughan & Asbury's General Ophthalmology. 19. 2018. ISBN 978-0-07-184354-6.
29. SACCA, S. C. et al. The Eye, Oxidative Damage and Polyunsaturated Fatty Acids. *Nutrients*, v. 10, n. 6, May 24 2018.
30. SELLA, R.; AFSHARI, N. A. Nutritional effect on age-related cataract formation and progression. *Curr Opin Ophthalmol*, v. 30, n. 1, p. 63-69, Jan 2019.
31. SIDERI, O. et al. The potential role of nutrition on lens pathology: a systematic review and meta-analysis. *Surv Ophthalmol*, v. 64, n. 5, p. 668-678, Sep - Oct 2019.
32. TARWADI, K.; AGTE, V. Linkages of antioxidant, micronutrient, and socioeconomic status with the degree of oxidative stress and lens opacity in indian cataract patients. *Nutrition*, v. 20, n. 3, p. 261-7, Mar 2004.
33. TARWADI, K. V.; AGTE, V. V. Interrelationships between nutritional status, socioeconomic factors, and lifestyle in Indian cataract patients. *Nutrition*, v. 27, n. 1, p. 40-45, 2011.
34. TARWADI, K. V.; CHIPLONKAR, S. A.; AGTE, V. Dietary and nutritional biomarkers of lens degeneration, oxidative stress and micronutrient inadequacies in Indian cataract patients. *Clinical Nutrition*, v. 27, n. 3, p. 464-472, 2008/06/01/ 2008.
35. TRUSCOTT, R. J. Age-related nuclear cataract—oxidation is the key. *Experimental eye research*, v. 80, n. 5, p. 709-725, 2005.
36. UNG, L. et al. Oxidative stress and reactive oxygen species: a review of their role in ocular disease. *Clin Sci (Lond)*, v. 131, n. 24, p. 2865-2883, Dec 15 2017.
37. VALERO, M. P. et al. Vitamin C is associated with reduced risk of cataract in a Mediterranean population. *J Nutr*, v. 132, n. 6, p. 1299-306, Jun 2002.
38. VIRGOLICI, B. et al. Systemic redox modifications in senile cataract. *Rom J Intern Med*, v. 47, n. 3, p. 279-87, 2009.
39. WEIKEL, K. A. et al. Nutritional modulation of cataract. *Nutr Rev*, v. 72, n. 1, p. 30-47, Jan 2014.

40. WORLD HEALTH ORGANIZATION. The use and interpretation of anthropometry: report of a WHO expert committee. WHO Technical Report Series, v. 854, 1995.
41. \_\_\_\_\_. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation presented at: the World Health Organization; 1998; Geneva, Switzerland. Geneva, Switzerland: WHO. 1999.
42. \_\_\_\_\_. Obesity: Prevention and managing the global epidemic: Report of a WHO consultation. WHO technical report series. 2000.
43. \_\_\_\_\_. World report on vision. WHO, p.180. 2019
44. YILDIRIM, Z. et al. The evaluation of the oxidative stress parameters in nondiabetic and diabetic senile cataract patients. Biol Trace Elem Res, v. 128, n. 2,p. 135-43, May 2009.

## 7. ARTIGO ORIGINAL

Nível sérico de nutrientes antioxidantes e marcadores de estresse oxidativo e catarata senil.

Nívea Topázio<sup>1\*</sup>, Maiara Brito<sup>1</sup>, Jeane Oiveira<sup>1</sup>, Marina Gomes<sup>1</sup>, Eduardo Maback<sup>2</sup>,  
Raquel Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil

**Título curto:** Antioxidantes e catarata senil

**\*Autor Correspondente**

Nívea Almeida Arcaro Topázio

Escola de Nutrição/Universidade Federal da Bahia

Rua Basílio da Gama s/n

Salvador, Bahia, 40110-907, Brasil

Tel: ++557132837700

E-mail: niveatopazio@gmail.com

## RESUMO

**Introdução:** O estresse oxidativo tem sido sugerido como ponto chave para a formação de catarata. **Objetivo:** Avaliar se existe associação entre os níveis séricos de micronutrientes antioxidantes e de marcadores de estresse oxidativo com a catarata senil.

**Métodos:** Estudo transversal, incluindo adultos e idosos, de ambos os sexos, com catarata senil e controle. O cristalino foi avaliado e classificado segundo o Sistema de Classificação de Opacidade do Cristalino (LOCS) III em catarata Nuclear (NC), Cortical (CC), Subcapsular Posterior (PSC) e Mix. Vitaminas A, C e E, selênio, glutathione peroxidase (GSH-Px) e malondialdeído (MDA) foram dosados em todos os participantes.

**Resultados:** Foram avaliados 42 participantes com catarata senil e, 40 controles. Observou-se elevada prevalência de deficiência sérica de vitamina C (72,0%), sendo três vezes maior nos participantes com catarata quando comparados com o controle (RP 3,5; IC: 1,4-8,6). Nível sérico de vitamina C foi menor entre àqueles com CC (1,0; IIQ:0,5-1,8 mg/L), NC (1,6; IIQ: 0,5-3,6 mg/L) e Mix (1,2; IIQ: 0,9-2,0 mg/L) em relação ao controle (2,6; IIQ: 1,9-6 mg/L) ( $p=0,02$ ). Níveis mais baixos de selênio foram encontrados na CC (57,5; IIQ: 53,0-74,6 $\mu$ g/L). Não houve diferença entre os grupos em relação às vitaminas A e E, MDA e GSH-Px. **Conclusão:** Observamos relação entre o tipo de opacidade do cristalino e baixo nível sérico de vitamina C e selênio. Deficiência de vitamina C foi associada à presença de catarata senil, porém não a marcadores séricos de estresse oxidativo elevado.

**Palavras-chave:** catarata senil, antioxidantes, estresse oxidativo.

## ABSTRACT

**Introduction:** Oxidative stress has been suggested as a key point for cataract formation. **Objective:** To assess whether there is an association between serum levels of antioxidant micronutrients and oxidative stress markers with senile cataract. **Methods:** Cross-sectional study, including adults and elderly, of both sexes, with senile cataract and control. The lens was evaluated and classified according to the Lens Opacity Classification System (LOCS) III into Nuclear (NC), Cortical (CC), Posterior Subcapsular (PSC) and Mix cataracts. Vitamins A, C and E, selenium, glutathione peroxidase (GSH-Px) and malondialdehyde (MDA) were dosed in all participants. **Results:** 42 participants with senile cataract and 40 controls were evaluated. A high prevalence of serum vitamin C deficiency (72.0%) was observed, being three times higher in participants with cataract when compared to controls (PR 3.5; CI: 1.4-8.6). Serum vitamin C level was lower among those with CC (1.0; IIQ: 0.5-1.8 mg/L), NC (1.6; IIQ: 0.5-3.6 mg/L) and Mix (1.2; IQR: 0.9-2.0 mg/L) compared to control (2.6; IQR: 1.9-6 mg/L) (p=0.02). Lower selenium levels were found in CC (57.5; IQR: 53.0-74.6µg/L). There was no difference between groups regarding vitamins A and E, MDA and GSH-Px. **Conclusion:** We observed a relationship between the type of lens opacity and low serum levels of vitamin C and selenium. Vitamin C deficiency was associated with the presence of senile cataract, but not with serum markers of elevated oxidative stress.

**Keywords:** senile cataract, antioxidants, oxidative stress.

## **INTRODUÇÃO**

O envelhecimento do tecido ocular é um processo longo e consequência da interação de fatores ambientais, metabólicos, nutricionais, genéticos e estilo de vida, que podem ter um efeito modulador no comprometimento da visão <sup>1,2</sup>.

A catarata é umas das principais causas de cegueira e deficiência visual reversível no mundo <sup>2</sup>. Embora a idade seja um importante fator de risco para a formação de catarata, o estresse oxidativo tem sido sugerido como ponto chave ou inicial para a cataratogênese <sup>1,3</sup>.

Considerando a exposição crônica do cristalino ao dano oxidativo e o envolvimento de nutrientes antioxidantes nos mecanismos fisiológicos de defesa enzimática e não enzimática do cristalino, identificar possíveis associações entre nutrientes e a formação da catarata poderia beneficiar milhões de pessoas no mundo, já que a cirurgia é o único tratamento disponível <sup>4</sup>. Dessa forma, este estudo objetiva avaliar se existe associação entre os níveis séricos de micronutrientes com potencial antioxidante e de marcadores de estresse oxidativo com diagnóstico de catarata senil.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Desenho e população do estudo.**

Trata-se de um estudo transversal do tipo analítico que incluiu pacientes adultos e idosos, atendidos no Ambulatório de Oftalmologia de um hospital universitário em Salvador, Bahia, entre outubro de 2015 a setembro de 2018. Não foram incluídos indivíduos com limitação para realização da avaliação antropométrica, com outras doenças associadas, como psicopatias, doença da tireóide, neoplasias, doenças oculares, como cataratas congênitas, história anterior de uveíte, história anterior de trauma ocular e cirurgia prévia de catarata.

### **Dados clínicos, sociodemográficos, de estilo de vida e nutricionais.**

Todos os participantes responderam a um questionário estruturado contendo informações sobre dados demográficos e socioeconômicos (idade, sexo, escolaridade e renda mensal em salários mínimos) e de estilo de vida (etilismo, tabagismo, prática regular de atividade física e exposição diária à luz solar). Dados sobre o diagnóstico de diabetes ou hipertensão foram obtidos mediante prontuário médico e/ou com base no uso de hipoglicemiante e/ou hipotensor. Todos os participantes tiveram dados de peso e



altura aferidos, conforme para obtenção do Índice de Massa Corporal (IMC). Para análise dos dados, foram considerados os pontos de corte propostos por *World Health Organization*<sup>5</sup> para adultos e, *Organización Panamericana de la Salud*.<sup>6</sup> para idosos.

### **Avaliação oftalmológica**

Todos os participantes passaram por avaliação da acuidade visual, dilatação da pupila e exame de biomicroscopia do segmento anterior, com auxílio da lâmpada de fenda, por oftalmologistas experientes e treinados. Para definição da presença de catarata e tipo de opacidade do cristalino utilizou-se o Sistema de Classificação de Opacidade do Cristalino (LOCS) III <sup>7</sup>. Após a avaliação oftalmológica do cristalino, os participantes foram divididos em grupo catarata e grupo controle, sendo indivíduos com catarata aqueles que apresentaram no LOCS III score >4 para catarata nuclear (NC) e score >2 para catarata cortical (CC) e subcapsular (SCP), conforme descrito no estudo de Raman et al.<sup>8</sup>. Segundo tipo de opacidade do cristalino, àqueles com catarata foram subdivididos em quatro grupos: NC, CC, PSC e Mix (quando havia mais um tipo de opacidade no cristalino avaliado). A avaliação do olho mais afetado foi considerada para a análise dos dados.

### **Avaliação bioquímica**

Os participantes foram encaminhados a um único laboratório (Laboratório LEME®, Brasil), onde cerca de 25mL de sangue foi colhido por punção venosa, por pessoal técnico, após jejum de 12h, para coleta e análise das dosagens bioquímicas. A equipe técnica do laboratório não teve acesso a classificações dos participantes quanto aos grupos ou qualquer outro achado clínico do estudo. As vitaminas A, C e E foram dosadas por meio de Cromatografia Líquida de Alta Performance, sendo valores séricos entre 0,3 a 0,7mg/L considerados adequados para vitamina A; 4,6 a 15,0mg/L para a vitamina C e 5,0 a 20,0mg/L para a vitamina E. Espectrofotometria de Absorção Atômica foi utilizada para avaliação do selênio (Se) sérico, sendo valores entre 46,0 a 143µg/L, considerados dentro da normalidade. Malondialdeído (MDA) foi dosado mediante método Colorimétrico, e, a glutatona peroxidase (GSH-Px) por meio de Espectrofotometria, sendo valores superiores 4,8 nmol/L e 10881 U/L considerados elevados, respectivamente.. Todos os participantes foram questionados sobre utilização de suplementos nutricionais, sendo registradas as quantidades de nutrientes oferecidos por dia a partir do rótulo comercial dos produtos.

## **Análise estatística**

Para construção do banco de dados e análises estatísticas utilizou-se o programa *Statistical Package for the Social Science (SPSS, Chicago, IL, USA, versão 20.0)*. Os dados sócios demográficos, de estilo de vida, clínicos e nutricionais foram apresentados em medidas de frequência simples e relativa. A normalidade das variáveis contínuas foi verificada a partir da construção do histograma, análise dos valores de média e desvio padrão e mediana, e, do coeficiente de assimetria e de curtose. Utilizaram-se os testes de Qui-Quadrado e Exato de *Fisher* para comparação das frequências obtidas para as variáveis analisadas entre os grupos catarata e controle. Os resultados das vitaminas avaliadas foram categorizados em adequado, quando dentro do valor de normalidade e deficiente, quando abaixo do valor de normalidade, sendo a associação testada a partir da razão de prevalência entre o grupo catarata e controle. Os níveis séricos das vitaminas, Se, MDA e GSH-Px foram descritos adotando-se mediana e intervalo interquartil. Para avaliar a diferença entre os níveis séricos das variáveis avaliadas e os grupos catarata e controle utilizou-se o teste de *Mann-Whitney* e para avaliação dos grupos por tipo de opacidade do cristalino, o teste de *Kruskal Wallis*. O intervalo de confiança foi fixado em 95% e, estabelecido como significantes valores de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

Dos 92 participantes, dois foram excluídos por doenças oculares, três por realização de cirurgia de catarata antes da avaliação oftalmológica e cinco por desistirem de participar no estudo. Ao final da seleção, permaneceram 82 participantes, os quais após avaliação oftalmológica foram divididos em grupo catarata e controle (42 e 40 participantes, respectivamente).

Dentre os participantes do grupo catarata, NC foi o tipo de opacidade do cristalino mais frequente (33,3%), seguido da SCP (28,6%). Dos nove participantes que possuíam mais de um tipo de opacidade do cristalino (21,4%), 07 apresentaram NC.

A média de idade foi semelhante entre os grupos catarata e controle ( $67,6 \pm 9,4$  anos vs  $67,6 \pm 8,2$  anos,  $p=0,98$ ). Grande parte da população tinha idade igual ou superior a 70 anos (47,6%).

A maioria dos participantes eram do sexo feminino (62,2%), possuíam renda inferior a um salário mínimo (72,0%), provenientes do interior (64,6%), se auto declararam não brancos (81,5%), tinham até quatro anos de estudo (50,0%) e relataram

etilismo (56,1%) e tabagismo (58,5%). Apenas 19,6% referiram exposição solar diária superior a 4 horas. Observou-se alta prevalência de hipertensão arterial sistêmica, aproximadamente 60,0%, enquanto o diagnóstico de diabetes foi verificado em 25,6% dos participantes. A prevalência de excesso de peso e baixo peso ocorreram igualmente na população (33,3%).

A proporção de participantes provenientes do interior foi maior entre àqueles com diagnóstico de catarata quando comparados com o grupo controle (81,0% vs. 47,5%;  $p=0,02$ ). A prevalência de sedentarismo foi elevada na população (78,0%), sendo maior no grupo controle ( $p=0,04$ ). Não houve diferença entre os grupos para as demais variáveis sociodemográficas, clínicas e nutricionais (Tabela 01).

Nenhum participante relatou uso de suplemento nutricional, polivitamínicos ou suplementação de micronutriente isolado que pudesse interferir nos níveis séricos das variáveis analisadas.

A deficiência sérica das vitaminas A e E foi baixa na população (8,5% e 4,9%, respectivamente) e não apresentou associação com a catarata senil ( $p>0,05$ ). No entanto, destaca-se elevada prevalência de deficiência sérica de vitamina C (73,2%) na população, sendo aproximadamente três vezes maior nos participantes com catarata quando comparados com o grupo controle (RP 3,5; IC: 1,4-8,6) (Tabela 02).

Observou-se também que o nível sérico mediano de vitamina C nos participantes com catarata foi aproximadamente metade do verificado no grupo controle ( $p=0,02$ ). O mesmo não foi observado para vitaminas A e E ( $p>0,05$ ) (Tabela 03).

A deficiência de vitamina C foi elevada (superior a 80,0%) em todos os grupos, sendo que nenhum participante com SCP possuía nível sérico de vitamina C adequado. No entanto, o nível sérico mediano de vitamina C foi menor entre àqueles com CC (1,0; IIQ:0,5-1,8 mg/L), NC (1,6; IIQ: 0,5-3,6 mg/L) e Mix (1,2; IIQ: 0,9-2,0 mg/L) quando comparados ao grupo controle (2,6; IIQ: 1,9-6 mg/L) ( $p=0,02$ ). O nível sérico das vitaminas A e E ( $p>0,05$ ) não diferiu entre os tipos de opacidade do cristalino (Figura 01).

Em função da alta prevalência de deficiência de vitamina C na população estudada, testes foram realizados para investigar associação entre os resultados e os fatores sociodemográficos, clínicos e nutricionais avaliados no estudo. Contudo, não foi verificado nenhuma variável associada à deficiência de vitamina C, além do diagnóstico de catarata ( $p>0,05$ ).

Somente 22,2% da população apresentaram concentrações séricas de GSH-Px superiores ao valor de normalidade, dos quais 61,1% possuíam diagnóstico de catarata. Em apenas 26,8% da população foram observados níveis séricos de MDA elevado. Deficiência sérica de Se não foi encontrada em nenhum participante. Não foram observadas diferenças nas concentrações séricas de GSH-Px, MDA e Se entre os grupos catarata e controle ( $p>0,05$ ) (Tabela 03).

Nível sérico mediano de Se foi menor entre àqueles com CC (57,5; IIQ: 53,0-74,6 $\mu$ g/L) quando comparados com NC (84; IIQ: 66,4-98,0 $\mu$ g/L), SCP (89,5; IIQ: 84,0-96,5 $\mu$ g/L), Mix (96,0; IIQ: 72,0-111,0  $\mu$ g/L) e grupo controle (90,0; IIQ: 72,0-109,0 $\mu$ g/L) ( $p=0,02$ ). Os níveis séricos de GSH-Px e MDA não diferiram entre os tipos de opacidade do cristalino (Figura 02).

## **DISCUSSÃO/CONCLUSÃO**

Nossos resultados mostraram que a deficiência de vitamina C foi elevada na população e associada ao diagnóstico de catarata. Níveis séricos mais baixos de vitamina C foram associados à NC, CC e Mix. Apesar da ausência de deficiência de Se, níveis séricos mais baixos foram associados à CC. Outras associações não foram observadas entre os níveis séricos das vitaminas A e E, e dos marcadores de estresse oxidativo GSH-Px e MDA com a presença de catarata.

A prevalência de concentrações plasmáticas deficientes e/ou marginais de vitamina C em países industrializados é baixa e varia de 5,0% a 33,0%<sup>8</sup>. Além da dieta, a idade avançada, institucionalização, sexo masculino e hábito de fumar têm sido relatados como fatores de risco para valores subótimos de vitamina C<sup>9,10</sup>. Alta prevalência de deficiência de vitamina C também foi verificada em idosos, na Índia, chegando a 73,9% na região Sul, onde o status socioeconômico inferior foi apontado como importante fator de risco<sup>11</sup>. Assim como encontrado em nosso estudo, Cunha et al.<sup>12</sup> analisando idosos institucionalizados, no Brasil, também observaram baixos níveis séricos de vitamina C, os quais foram mais frequentes entre àqueles com desnutrição.

Contudo, em nosso estudo não foram observadas diferenças entre a prevalência de deficiência de vitamina C e fatores sociodemográficos, nutricionais e clínicos estudados, somente houve associação com a presença de catarata.

Dados de consumo alimentar no Brasil demonstram que menos de 10,0% da população atinge as recomendações de consumo de frutas, verduras e legumes, sendo que cerca de 60,0% dos idosos não atingem a necessidade média estimada (EAR) para

vitamina C<sup>13</sup>. Além disso, relata-se uma associação positiva entre o consumo de verduras e frutas com as classes de renda e um consumo modestamente maior nas regiões rurais<sup>13</sup>. Dessa forma, é possível que a ingestão dietética, não avaliada em nosso estudo, possa estar associada aos níveis sérios de vitamina C verificados.

Os dados referentes à associação da vitamina C e catarata, globalmente, ainda são conflitantes. Observa-se que os estudos que não encontraram associação com catarata verificaram níveis séricos adequados de vitamina C ou maiores do que os demonstrados no nosso estudo<sup>14-17</sup>. Na Índia, baixos níveis séricos de vitamina C – entre 1,7 a 2,4mg/L – foram associados a maior risco para catarata<sup>18,19</sup>. Já estudo realizado na Espanha, mostrou que valores superiores a 8,6mg/L foram associados fortemente a menor risco de catarata, inclusive, para todos os tipos de opacidade do cristalino<sup>20</sup>.

Em nosso estudo, a prevalência de deficiência de vitamina C (níveis séricos inferiores a 4,6mg/L) foi aproximadamente três vezes maior no grupo catarata. Tais resultados sugerem que os níveis séricos de vitamina C associados ao risco ou prevenção para formação de cataratas pode variar em função de fatores relacionados à população, como exposição ambiental, características culturais, hábitos alimentares e de estilo de vida.

O ácido ascórbico é um importante antioxidante solúvel em água, normalmente presente em altas concentrações no cristalino, conferindo poderosa proteção contra espécies reativas de oxigênio<sup>4</sup>. Nossos achados são consistentes com essa hipótese. Embora nosso desenho de estudo não permita avaliar causa e efeito, parece improvável que a formação de catarata, processo limitado ao cristalino, possa reduzir os níveis séricos de vitamina C do corpo. Entretanto, é possível que a redução da acuidade visual em função da formação da catarata, com consequente impacto na autonomia dos indivíduos, especialmente em idades mais avançadas, possa interferir no preparo e ingestão dos alimentos, contribuindo para menor consumo de nutrientes, incluindo a vitamina C.

Diferentemente de alguns estudos não encontramos associação entre níveis séricos de vitamina E e A<sup>16,21,22</sup>. No entanto, nossos achados coincidem com outros estudos que também não encontraram relação entre esses antioxidantes e o diagnóstico de catarata<sup>23,24</sup>.

Encontramos valores séricos de Se mais baixos nos participantes com CC (57,5µg/L), quando comparados aos demais tipos de opacidade do cristalino e grupo

controle. Esse valor corrobora com o observado no estudo de Post et. al. <sup>25</sup> que demonstraram associação entre níveis mais baixos de Se (31,64 a 67,73µg/dL) em indivíduos com NC e CC. Os valores séricos de Se encontrados nos participantes com demais tipos de opacidade do cristalino e grupo controle foram superiores a 84µg/L, valor semelhante ao verificado por Post et al. <sup>25</sup> e associado à proteção para a catarata (75 a 85µg/L).

A GSH-Px também envolve um importante e particular sistema de defesa enzimático do cristalino contra danos oxidativo, o qual incorpora um resíduo de selenocisteína em seu sítio ativo <sup>26,27</sup>. Estudos demonstram que níveis séricos de Se entre 78,9 e 94,7µg/L parecem estar associados à manutenção da atividade da GSH-Px e redução dos níveis de MDA <sup>27</sup>. Cai et al. <sup>26</sup> em estudo experimental, em ratos, verificaram que o nível sérico de Se foi positivamente associado à atividade da GSH-Px e negativamente à quantidade de MDA no cristalino.

Em nosso estudo, não foi verificado deficiência sérica de Se, assim tal fato pode ter contribuído para os níveis séricos encontrados para GSH-Px e MDA entre os grupos catarata e controle.

As células epiteliais encontradas sob a cápsula anterior que rodeia o cristalino são as mais recentemente formadas e ativas, enquanto as células nucleares as mais antigas e metabolicamente inativas, sendo, por isso, o núcleo mais exposto ao dano oxidativo <sup>1,4</sup>. Embora o estresse oxidativo também seja relatado como um mecanismo na formação de catarata no córtex, parece que o estresse osmótico devido ao acúmulo de líquido nessa região atue sinergicamente na etiologia da CC <sup>1,4</sup>. Já o comprometimento da visão observado na SCP é principalmente devido à luz dispersa pelas organelas celulares epiteliais que migraram para o pólo posterior do cristalino, sugerindo que o estresse oxidativo, desempenhe um papel relativamente nesse tipo de opacidade do cristalino <sup>1,25</sup>. Dessa forma, as diferenças observadas nos estudos quanto à associação do estresse oxidativo e tipo de opacidade do cristalino, assim como a ausência dos achados para SCP em nosso estudo, sugerem que possa existir diferentes fenótipos de resposta ao dano oxidativo e fatores ainda não elucidados associados à cataratogênese.

Em nosso estudo, todos os participantes passaram por avaliação oftalmológica e, classificamos o cristalino, utilizando o LOCS III, diferentemente de outros estudos que utilizaram catarata referida, dados obtidos em prontuários médicos e, grupo controle definido a partir de ausência de sintomas visuais. Destaca-se a avaliação sérica de importantes marcadores de defesa enzimática e não enzimática, diferentemente de

estudos que avaliaram um único marcador. No entanto, algumas limitações devem ser destacadas, como o tamanho da população que impossibilitou a realização de análises estratificadas, principalmente quanto ao tipo de opacidade do cristalino e a ausência de dados sobre o consumo alimentar dos micronutrientes avaliados.

Considerando os resultados obtidos no presente estudo, observamos relação entre o tipo de opacidade do cristalino e baixo nível sérico de vitamina C e selênio. Verificamos que deficiência de vitamina C foi associada à presença de catarata senil, porém não a marcadores séricos de estresse oxidativo elevado.

Nossos achados corroboram com a hipótese de que o status antioxidante pode ser um fator relacionado ao desenvolvimento da catarata, entretanto, considerando a variabilidade das associações encontradas nas diferentes populações, principalmente quanto ao tipo de opacidade do cristalino, mais estudos são necessários para identificar não apenas um antioxidante apropriado para minimizar o estresse oxidativo, como também os níveis séricos que efetivamente são capazes de restaurar o equilíbrio antioxidante nas diferentes regiões do cristalino.

Dessa forma, incentivamos uma alimentação saudável, incluindo uma dieta com frutas, legumes e verduras para ingestão adequada de vitaminas e minerais com potencial antioxidante, além da necessidade de avaliação do estado sérico de vitaminas antioxidantes, em especial a vitamina C, na população idosa considerando a alta prevalência de deficiência encontrada e a idade como importante fator de risco para catarata.

## TABELAS

**Tabela 01.** Comparação dos grupos catarata clinicamente significativa e controle quanto às características sociodemográficas, clínicas e nutricionais.

<b>Variáveis</b>	<b>Catarata n (%)</b>	<b>Controle n (%)</b>	<b>Total n (%)</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sexo</b>				
Feminino	23 (54,8)	28 (70,0)	51 (62,2)	0,16
Masculino	19 (45,2)	12 (30,0)	31 (37,8)	
<b>Renda Mensal (S.M.)</b>				
< 1 S.M.	31 (73,8)	28 (70,0)	59 (72,0)	0,71
≥ 1 S.M.	11 (26,2)	12 (30,0)	23 (28,0)	
<b>Procedência</b>				
Capital	8 (19,0)	21 (52,5)	29 (35,4)	0,02
Interior	34 (81,0)	19 (47,5)	53 (64,6)	
<b>Raça</b>				
Branco	10 (24,5)	5 (12,5)	15 (18,5)	0,17
Não-branco	31 (75,6)	35 (87,5)	66 (81,5)	
<b>Escolaridade</b>				
< 04 anos de estudo	23 (54,8)	18 (45,0)	41 (50,0)	0,55
≥ 5 a ≤ 8 anos de estudo	12 (28,6)	16 (40,0)	28 (34,1)	
≥ 9 anos de estudo	7 (16,7)	6 (15,0)	13 (15,9)	
<b>Estilo de vida</b>				
Etilista ou ex-etilista	24 (57,1)	22 (55,0)	46 (56,1)	0,84
Tabagista ou ex-tabagista	24 (57,1)	24 (60,0)	48 (58,5)	0,79
Sedentário	29 (69,0)	35 (87,5)	64 (78,0)	0,04
<b>Exposição à luz solar</b>				
< 2 horas	22 (52,4)	25 (62,5)	47 (57,3)	0,23
≥ 2 e < 4 horas	13 (31,0)	6 (15,0)	19 (23,2)	
≥ 4 horas	7 (16,7)	9 (22,5)	16 (19,5)	
<b>Dados clínicos</b>				
DM	12 (28,6)	9 (22,5)	21 (25,6)	0,53
HAS	25 (59,5)	24 (60,0)	49 (59,8)	0,96
<b>Classificação IMC<sup>↑</sup></b>				
Baixo peso	15 (36,6)	12 (30,0)	27 (33,0)	0,71
Eutrofia	14 (34,1)	13 (32,5)	27 (33,0)	
Excesso de peso	12 (29,3)	15 (37,5)	27 (33,0)	

S.M – Salário Mínimo vigente para os anos de 2015 a 2018; DM – Diabetes Mellitus; HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica; IMC – Índice de Massa Corporal. <sup>↑</sup>n=81.



**Tabela 02.** Associação entre a deficiência das vitaminas antioxidantes C, A e E o diagnóstico de catarata.

<b>Variáveis</b>	<b>Catarata n (%)</b>	<b>Controle n (%)</b>	<b>Total</b>	<b>RP</b>	<b>IC</b>
<b>Vitamina C</b>					
Deficiência	38 (90,5)	22 (55,0)	60 (73,2)	3,5	1,4 – 8,6
Adequado	4 (9,5)	18 (45,0)	22 (26,8)		
<b>Vitamina A</b>					
Deficiência	3 (7,1)	4 (10,0)	7 (8,5)	0,8	0,3 – 1,9
Adequado	39 (92,9)	36 (90,0)	75 (91,5)		
<b>Vitamina E</b>					
Deficiência	1 (2,4)	3 (7,5)	4 (4,9)	0,5	0,8 – 2,6
Adequado	41 (97,6)	37 (92,5)	78 (95,1)		

RP – Razão de prevalência; IC – Intervalo de confiança.

**Tabela 03.** Concentração sérica de micronutrientes antioxidantes e marcadores de estresse oxidativo nos grupos catarata e controle.

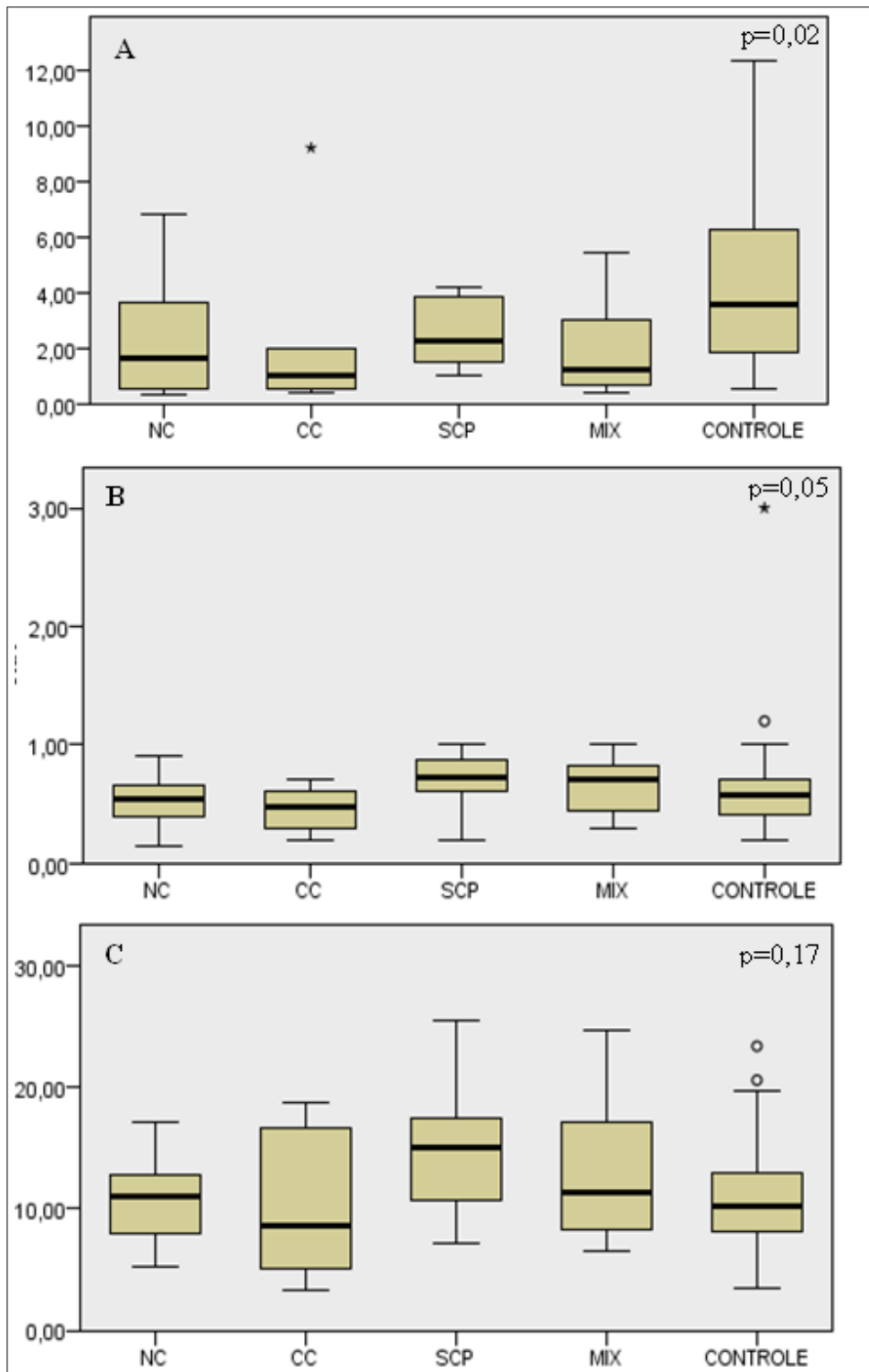
<b>Variáveis</b>	<b>Catarata Md (IIQ)</b>	<b>Controle Md (IIQ)</b>	<b>p-valor</b>
Vit. A (mg/L)	0,6 (0,4 – 0,8)	0,6 (0,4 – 0,7)	0,39
Vit. C (mg/L)	1,5 (0,8 – 3,6)	3,6 (1,9 – 6,2)	0,02
Vit. E (mg/L)	11,3 (8,6 – 15,4)	10,1 (8,3 – 13,0)	0,31
Se (µg/L)	87,0 (71,2-97,5)	90,0 (72,0 – 110,0)	0,66
MDA (nmol/L)	3,3 (2,75-3,9)	3,5 (2,7 – 4,2)	0,92
GSH-Px (U/L)	8775,0 (6898,0 – 11314,0)	8133,0 (6952,0 – 10043,0)	0,74

Teste de Mann-Whitney

GSH-Px – Glutathione Peroxidase; MDA – Malondialdeído; Se – Selênio

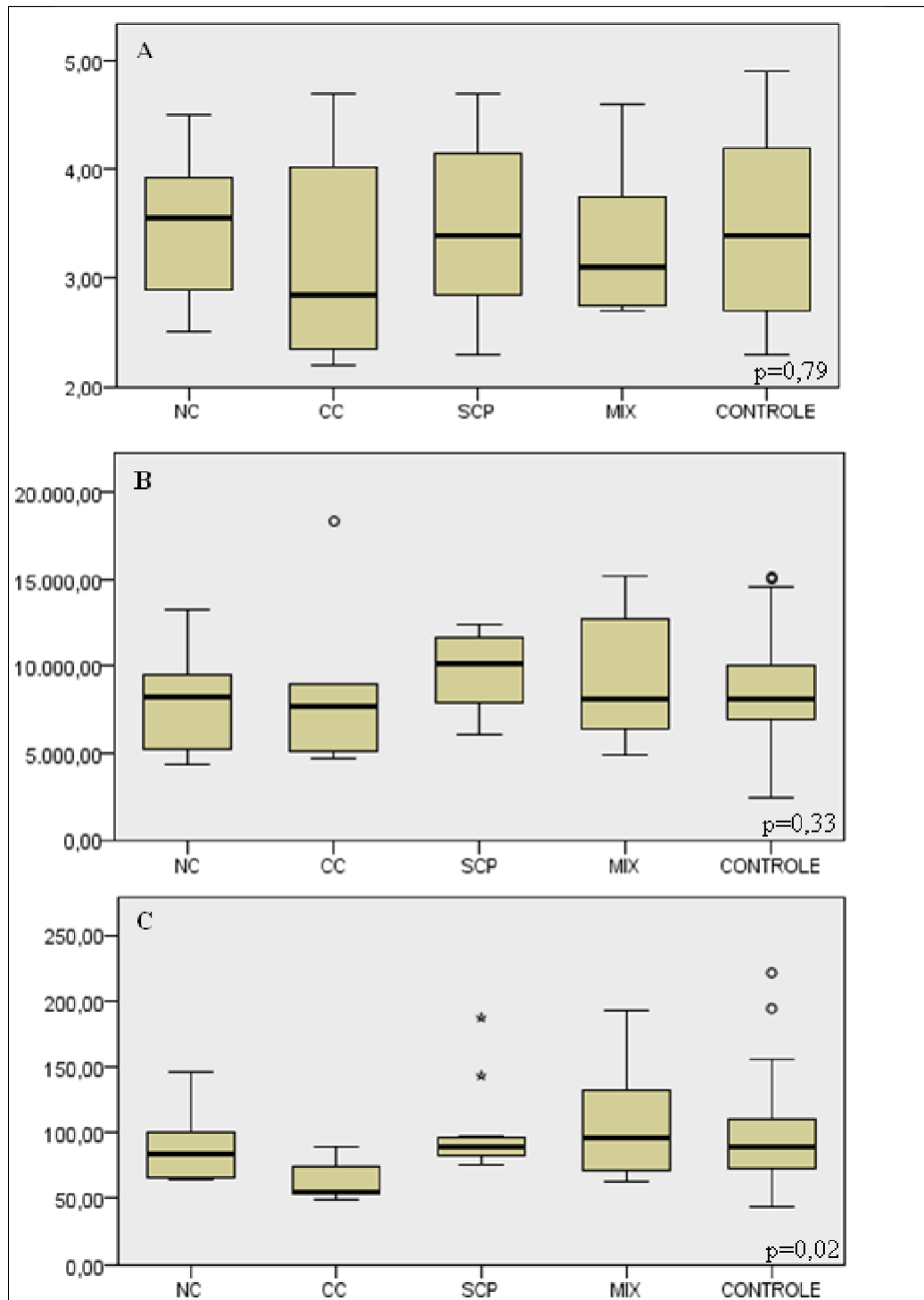
## FIGURAS

**Figura 01.** Concentração sérica das vitaminas com potencial antioxidante (C, A e E), segundo tipo de opacidade do cristalino e grupo controle.



Teste de Kruskal Wallis. A – Vitamina C; B – Vitamina A; C – Vitamina E  
NC – Catarata Nuclear; CC – Catarata Cortical; SCP – Catarata Subcapsular Posterior  
Teste de Mann-Whitney: NC-Controle,  $p=0,02$ ; CC-Controle,  $p=0,04$ ; Mix-Controle,  $p=0,03$

**Figura 02.** Concentração sérica de marcadores de estresse oxidativo (GSH-Px e MDA) e de selênio, segundo tipo de opacidade do cristalino e grupo controle.



A – MDA (Malondialdeído); B – GSH-Px (Glutationa Peroxidase); C – Selênio  
 NC – Catarata Nuclear; CC – Catarata Cortical; SCP – Catarata Subcapsular Posterior  
 Teste de Mann-Whitney: CC-NC,  $p=0,01$ ; CC-SCP,  $p=0,02$ ; CC-Mix,  $p=0,01$ ; CC-Controle,  $p=0,03$ )

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Serviço de Oftalmologia do Hospital Universitário Professor Edgar Santos, Bahia-Brasil pela avaliação oftalmológica dos participantes.

## **DECLARAÇÃO DE ÉTICA**

Este estudo obedeceu às diretrizes para estudos em seres humanos e foi conduzida eticamente, de acordo com a Declaração da Associação Médica Mundial de Helsinque. Além disso, o estudo foi aprovado no comitê de ética e pesquisa da Escola de Nutrição desta Universidade sob número 881.428/2014. A participação no estudo foi dependente da concordância do mesmo, através da leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

## **DECLARAÇÃO DE DIVULGAÇÃO**

Os autores não têm conflitos de interesse a declarar.

## **FONTES DE FINANCIAMENTO**

Este projeto é parte de um projeto maior intitulado “Características nutricionais de pacientes com catarata senil” que contou com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia (FAPESB) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

N.T., M.B., J.O. e M.G.: coleta de dados. N.T e R.R.: hipótese e desenho do estudo, análise dos dados e redação do manuscrito. R.R. e E.M.: revisão crítica do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

1. Pescosolido N, Barbato A, Giannotti R, Komaiha C, Lenarduzzi F. Age-related changes in the kinetics of human lenses: prevention of the cataract. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(10):1506-17
2. Organization WH. World report on vision. WHO, Diseases DoN; 2019.
3. Sacca SC, Cutolo CA, Ferrari D, Corazza P, Traverso CE. The Eye, Oxidative Damage and Polyunsaturated Fatty Acids. *Nutrients*. 2018;10(6).
4. Braakhuis AJ, Donaldson CI, Lim JC, Donaldson PJ. Nutritional Strategies to Prevent Lens Cataract: Current Status and Future Strategies. *Nutrients*. 2019;11(5).
5. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization; 1998. (Technical Report Series, 894).
6. Organización Panamericana de la Salud. División de Promoción y Protección de la Salud (HPP). Encuesta Multicentrica salud bienestar y envejecimiento (SABE) em América Latina el Caribe: Informe Preliminar [Internet]. In: XXXVI Reunión del Comité asesor de investigaciones em Salud; 9-11 jun 2001; Kingston, Jamaica: OPAS, 2002
7. Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. The lens opacities classification system III. *Archives of ophthalmology*. 1993;111(6):831-6.
8. Raman R, Pal SS, Adams JS, Rani PK, Vaitheeswaran K, Sharma T. Prevalence and risk factors for cataract in diabetes: Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy Epidemiology and Molecular Genetics Study, report no. 17. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(12):6253-61.
9. Granger M, Eck P. Dietary Vitamin C in Human Health. *Advances in food and nutrition research*. 2018;83:281-310.
10. Schleicher RL, Carroll MD, Ford ES, Lacher DA. Serum vitamin C and the prevalence of vitamin C deficiency in the United States: 2003-2004 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Am J Clin Nutr*. 2009;90(5):1252-63.
11. Ravindran RD, Vashist P, Gupta SK, Young IS, Maraini G, Camparini M, et al. Inverse association of vitamin C with cataract in older people in India. *Ophthalmology*. 2011;118(10):1958-65.e2.
12. Cunha DF, Cunha SF, Unamuno MR, Vannucchi H. Serum levels assessment of vitamin A, E, C, B2 and carotenoids in malnourished and non-malnourished hospitalized elderly patients. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2001;20(2):167-70.
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 : análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro 2011. 150 p.
14. Taylor A, Jacques PF, Chylack LT, Jr., Hankinson SE, Khu PM, Rogers G, et al. Long-term intake of vitamins and carotenoids and odds of early age-related cortical and posterior subcapsular lens opacities. *Am J Clin Nutr*. 2002;75(3):540-9.
15. Ferrigno L, Aldigeri R, Rosmini F, Sperduto RD, Maraini G. Associations between plasma levels of vitamins and cataract in the Italian-American Clinical Trial of Nutritional Supplements and Age-Related Cataract (CTNS): CTNS Report #2. *Ophthalmic Epidemiol*. 2005;12(2):71-80.
16. Nourmohammadi I, Modarress M, Khanaki K, Shaabani M. Association of serum alpha-tocopherol, retinol and ascorbic acid with the risk of cataract development. *Annals of nutrition & metabolism*. 2008;52(4):296-8.

17. Li L, Duker JS, Yoshida Y, Niki E, Rasmussen H, Russell RM, et al. Oxidative stress and antioxidant status in older adults with early cataract. *Eye (London, England)*. 2009;23(6):1464-
18. Dherani M, Murthy GV, Gupta SK, Young IS, Maraini G, Camparini M, et al. Blood levels of vitamin C, carotenoids and retinol are inversely associated with cataract in a North Indian population. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(8):3328-35.
19. Tarwadi KV, Agte VV. Interrelationships between nutritional status, socioeconomic factors, and lifestyle in Indian cataract patients. *Nutrition*. 2011;27(1):40-5.
20. Valero MP, Fletcher AE, De Stavola BL, Vioque J, Alepuz VC. Vitamin C is associated with reduced risk of cataract in a Mediterranean population. *The Journal of nutrition*. 2002;132(6):1299-306.
21. Rautiainen S, Lindblad BE, Morgenstern R, Wolk A. Vitamin C supplements and the risk of age-related cataract: a population-based prospective cohort study in women. *Am J Clin Nutr*. 2010;91(2):487-93.
22. Lyle BJ, Mares-Perlman JA, Klein BE, Klein R, Palta M, Bowen PE, et al. Serum carotenoids and tocopherols and incidence of age-related nuclear cataract. *Am J Clin Nutr*. 1999;69(2):272-7.
23. Gale CR, Hall NF, Phillips DI, Martyn CN. Plasma antioxidant vitamins and carotenoids and age-related cataract. *Ophthalmology*. 2001;108(11):1992-8.
24. Olmedilla B, Granado F, Blanco I, Herrero C, Vaquero M, Millan I. Serum status of carotenoids and tocopherols in patients with age-related cataracts: a case-control study. *The journal of nutrition, health & aging*. 2002;6(1):66-8.
25. Post M, Lubinski W, Lubinski J, Krzystolik K, Baszuk P, Muszynska M, et al. Serum selenium levels are associated with age-related cataract. *Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM*. 2018;25(3):443-8.
26. Cai Z, Zhang J, Li H. Selenium, aging and aging-related diseases. *Aging clinical and experimental research*. 2019;31(8):1035-47.
27. Lee KH, Jeong D. Bimodal actions of selenium essential for antioxidant and toxic pro-oxidant activities: the selenium paradox (Review). *Molecular medicine reports*. 2012;5(2):299-304.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o número de pacientes com queixas de sintomas oculares e diagnóstico de catarata, triados e acompanhados no Serviço de Oftalmologia, onde foi realizado este estudo, seja elevado, o tempo para realização do estudo foi longo decorrente do perfil de pacientes atendidos na unidade, os quais possuíam muitos fatores de não inclusão requeridos no estudo.

O presente estudo espera fomentar o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao estudo da catarata senil no Brasil, um importante problema de saúde. Este é o primeiro estudo realizado no Brasil que avaliou o status sérico de nutrientes com potencial antioxidante e marcadores de estresse oxidativo em indivíduos com catarata senil. Para o presente estudo, ainda estão em andamento a avaliação do consumo de nutrientes, composição corporal, diagnóstico de sarcopenia e qualidade de vida associada à visão.

Se os níveis séricos mais baixos de vitamina C estiverem relacionados a um aumento no risco de catarata, o ácido ascórbico pode ser de potencial importância para a saúde pública na prevenção da catarata. No entanto, estudos com maior tamanho populacional para melhor análise estratificada por tipo de opacidade e identificação de pontos de corte dos níveis séricos associados ao risco para catarata são necessários.

Considerando o papel do nutricionista no auxílio ao envelhecimento saudável, incentivamos uma alimentação, incluindo frutas, legumes e verduras para ingestão adequada de vitaminas e minerais com potencial antioxidante, além da necessidade de avaliação do estado sérico de vitaminas antioxidantes, em especial a vitamina C, na população idosa considerando a alta prevalência de deficiência encontrada e a idade como importante fator de risco para catarata.

## 9. APÊNDICE

### 9.1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE NUTRIÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

a Araújo Pinho, 32 - Canela - Salvador - Bahia, Brasil 40-110-150  
one/Fax: (071) 3283-7700 / (071) 3283-7704 email: cepnut@ufba.br

**PROJETO DE PESQUISA:** Características nutricionais de pacientes com catarata senil.

Eu,.....fui procurado (a) pela Nutricionista Raquel Rocha dos Santos, doutora em Medicina e Saúde pelo Universidade Federal da Bahia, quando fui convidado para participar da pesquisa sob a sua coordenação, no tempo em que fui informado(a) dos objetivos da pesquisa. O objetivo principal desta pesquisa é conhecer o perfil clínico e nutricional de pacientes com diagnóstico de catarata relacionado à idade. A realização desta pesquisa justifica-se pela escassez de dados sobre o tema na literatura científica com população local.

A nutricionista Raquel Rocha dos Santos este documento e esclareceu os seus termos, bem como deixou claro que minha participação é voluntária e que caso não deseje participar mais do estudo não sofrerei nenhuma penalidade. Deixou claro também que terei o direito de saber os resultados encontrados.

Fui informado também que todas as informações coletadas serão mantidas em sigilo, e não poderei ser identificado como participante da pesquisa. Assim como posso recusar-me a responder as perguntas que ocasionem constrangimento de qualquer natureza, ou solicitar a retirada da minha participação na pesquisa a qualquer momento.

Segundo as informações prestadas, a pesquisa é composta pela coleta de dados do prontuário médico, da avaliação antropométrica, utilizando medidas de peso, altura, circunferência abdominal e altura do joelho, da avaliação da força de preensão manual, da avaliação da composição corporal através das medidas de dobras cutâneas e técnica de bioimpedância, de avaliação de exames bioquímicos e do preenchimento de questionário sobre consumo alimentar e sobre qualidade de vida.

A coleta de sangue será útil para identificar alterações na glicemia, perfil lipídico e possíveis deficiências nutricionais. Essa coleta será realizada pela manhã em laboratório de referência parceiro da pesquisa, após jejum de 12 horas, para as seguintes dosagens: glicemia, hemoglobina glicada, colesterol total, HDL-c, LDL-c, triglicérides, insulina sérica, vitamina A, vitamina C, vitamina E, zinco eritrocitário, glutathione peroxidase, superóxido desmutase, malônico dialdeído, selênio. Fui informado que a coleta de sangue pode me causar desconforto por causa da inserção da agulha, desmaio (infrequente) e infecção no local da picada da agulha (raro).

Declaro que fui informado que a bioimpedância consiste na passagem de uma corrente elétrica de pequena voltagem pelo meu corpo para determinar o quanto tenho músculo, gordura e



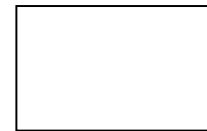
água. Além disso, segundo informações prestadas o procedimento para realização da bioimpedância é inofensivo, não causando dor e nenhum dano à minha saúde. Atesto que recebi orientações sobre o preparo para realização da bioimpedância.

Na apresentação, a nutricionista Raquel Rocha dos Santos compromete-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos (beneficência), garantindo que quaisquer danos previsíveis serão evitados (não maleficência). Também fiquei ciente de que poderei tirar qualquer dúvida que tenha sobre a pesquisa. Assim, considero-me satisfeito (a) com as explicações da nutricionista Raquel Rocha dos Santos e concordo em participar como voluntário (a) deste estudo. Atesto também que este documento foi lido pausadamente e foram esclarecidas as minhas dúvidas, e como concordo em participar do estudo, assino este termo de consentimento.

Em caso de dúvidas ou maiores esclarecimentos, fui informado(a) que poderei entrar em contato com a pesquisadora Raquel Rocha dos Santos através do telefone (71) 9974.9964. Como também com o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da UFBA no endereço Av. Araújo Pinho, 32 Canela, CEP: 40.110-150 - Salvador – Bahia, pelos telefones 3283.7700/7704 e e-mail: [cepnut@ufba.br](mailto:cepnut@ufba.br). Observação: Caso o paciente não seja alfabetizado será utilizada a impressão digital. Este termo de consentimento será elaborado em duas vias, como determina a resolução MS/CNS – nº 196/96.

Salvador, de 201\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante



Impressão digital

\_\_\_\_\_  
Raquel Rocha dos Santos - Pesquisadora

## 9.2 QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO

### A) FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS.

#### Identificação do paciente

Nome: \_\_\_\_\_ Nº registro: \_\_\_\_\_  
Data de nascimento \_\_\_\_\_  
Idade (em anos): \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_  
Sexo: ( ) 1-Feminino ( ) 2-Masculino  
Raça: ( ) 1-Branca ( ) 2-Preta ( ) 3-Amarela ( ) 4- Parda ( ) 5-  
Indígena

#### Características demográficas, socioeconômicas e comportamentais

Naturalidade: \_\_\_\_\_  
Procedência: \_\_\_\_\_  
Escolaridade (em anos de estudo): \_\_\_\_\_  
Renda mensal (em SM): \_\_\_\_\_  
Ocupação: \_\_\_\_\_  
Profissão: \_\_\_\_\_  
Etilismo: ( ) SIM ( ) NÃO Duração (em anos): \_\_\_\_\_  
Tipo: \_\_\_\_\_ Qtd: \_\_\_\_\_ Frequência:  
\_\_\_\_\_ Gramas de etanol/dia \_\_\_\_\_  
Passado de etilismo: ( ) SIM ( ) NÃO Abstinência (em anos): \_\_\_\_\_  
Tabagismo: ( ) SIM ( ) NÃO Duração (em anos): \_\_\_\_\_  
Quantidade de cigarros/dia: \_\_\_\_\_  
Passado de tabagismo: ( ) SIM ( ) NÃO Abstinência (anos): \_\_\_\_\_  
Atividade física: ( ) SIM (150min de atividade aeróbica de moderada  
intensidade/semana – caminhada rápida, corrida, andar de bicicleta, pular corda, e  
natação) ( ) NÃO  
Tipo: \_\_\_\_\_ Duração(em min): \_\_\_\_\_ Frequência (vezes/sem): \_\_\_\_\_  
Exposição diária à luz solar (em horas/dia): ( ) <2h ( ) entre 2 e 4h ( )  
>4h

#### Características Clínicas

Diagnóstico de catarata: ( ) SIM ( ) NÃO Indicação de Cirurgia: ( ) SIM ( )  
NÃO  
Tempo de diagnóstico de catarata: \_\_\_\_\_ ano \_\_\_\_\_ mês  
Classificação (LOCS III): \_\_\_\_\_  
TABELA ETDRS: \_\_\_\_\_  
Diabetes: ( ) SIM ( ) NÃO  
Hipertensão: ( ) SIM ( ) NÃO  
Dislipidemia: ( ) SIM ( ) NÃO  
História de uso de corticóide: ( ) SIM ( ) NÃO Tempo (em anos): \_\_\_\_\_  
Se sim, tipo: ( ) ocular ( ) inalatório ( ) oral ( ) venoso  
Medicamentos: ( ) SIM ( ) NÃO Quais \_\_\_\_\_

História familiar de doenças metabólicas: ( ) SIM \_\_\_\_\_ ( ) NÃO  
Quais \_\_\_\_\_

### Avaliação antropométrica

Peso usual: \_\_\_\_\_ Peso atual: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média

\_\_\_\_\_ Altura: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

CB: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

CP: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

CC: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

KH: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_ Est. da altura:

PCT: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

PCSE: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

AMBc: \_\_\_\_\_  $\Sigma$  PCT+ PCSE: \_\_\_\_\_

Braço dominante: \_\_\_\_\_

FPM Esquerda: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ 3ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

FPM Direita: 1ª medida \_\_\_\_\_ 2ª medida \_\_\_\_\_ 3ª medida \_\_\_\_\_ Média \_\_\_\_\_

### Avaliação consumo alimentar

Apetite: ( ) Diminuído ( ) Normal ( ) Aumentado

Modificação da dieta (últimos 6 meses):

Não mudou ( ) Para perda ponderal ( )

Para ganho ponderal ( ) Alimentação saudável ( ) ( ) Outros

Uso de suplemento nutricional: ( ) SIM Qual: \_\_\_\_\_  
( ) Não

Quem é responsável pelo preparo dos alimentos?

( ) o mesmo ( ) cuidador ( ) familiar ( ) empregada doméstica ( ) outros

### Avaliação bioquímica (Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_)

Glicemia de jejum: \_\_\_\_\_ Insulina: \_\_\_\_\_ A1c: \_\_\_\_\_ TG:

\_\_\_\_\_ COL total: \_\_\_\_\_ HDL-c: \_\_\_\_\_ LDL-c: \_\_\_\_\_

Vit. A: \_\_\_\_\_ Vit. C: \_\_\_\_\_ Vit. E: \_\_\_\_\_

Zn: \_\_\_\_\_ Se: \_\_\_\_\_ Glutation peroxidase: \_\_\_\_\_

Superóxido desmutase: \_\_\_\_\_

Malônico dialdeído: \_\_\_\_\_

## 9.3 ORIENTAÇÃO NUTRICIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE NUTRIÇÃO

### PROJETO NUTRIÇÃO E CATARATA

Conhecendo as principais fontes e funções no organismo das vitaminas A, C e E e dos minerais zinco e selênio.



COORDENAÇÃO:  
Prof. Dra. Raquel Rocha dos Santos

FACILITADORES:  
Nut. Nivea Cazé  
Est. Danila Medeiros  
Est. Teresa Fróes

POR QUE PRECISAMOS DAS VITAMINAS E MINERAIS?

AS VITAMINAS E MINERAIS SÃO FUNDAMENTAIS EM QUALQUER DIETA BALANCEADA. POR SEREM NECESSÁRIOS EM QUANTIDADES MUITO PEQUENAS, SÃO CHAMADOS TAMBÉM DE MICRONUTRIENTES. ESTES MICRONUTRIENTES SÃO IMPORTANTES PARA AS REAÇÕES QUÍMICAS DO NOSSO ORGANISMO E AJUDAM DIRETAMENTE NO BOM FUNCIONAMENTO DO NOSSO CORPO. A MAIORIA DAS VITAMINAS E MINERAIS NÃO PODEM SER FABRICADOS PELO CORPO, POR ISSO PRECISAMOS OBTÊ-LAS A PARTIR DOS ALIMENTOS.

PARA TER UMA DIETA ADEQUADA EM VITAMINAS E MINERAIS, MANTENHA UMA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E VARIADA.



#### VITAMINA E

ÁTUA NA PRIMEIRA LINHA DE DEFESA IMUNOLÓGICA DO ORGANISMO. POSSUI CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, PROTEGENDO AS MEMBRANAS CELULARES DA OXIDAÇÃO DAS CORDURAS.



NECESSIDADE DIÁRIA	
> 51 anos	
Homens	15mg
Mulheres	15mg

ALIMENTO	PORÇÃO	VIT. E (mg)
Amêndoa	01 unidade	6,5
Abacate	1/2 unidade média	4,8
Germe de trigo	01 colher de sopa	2,2
Azeite de oliva	01 colher de sopa	1,5
Camarão cozido	02 colheres de sopa	0,6
Cenoura	1/2 unidade média	0,6
Bife bovino	01 file médio	0,5
Ovo de galinha	01 unidade	0,5

#### VITAMINA A

IMPORTANTE PARA A VISÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DOS TECIDOS. POSSUI CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, AUXILIANDO NO COMBATE AOS RADICAIS LIVRES E ENVELHECIMENTO.



NECESSIDADE DIÁRIA	
> 51 anos	
Homens	700µg
Mulheres	900µg

ALIMENTO	PORÇÃO	VIT. A (µg)
Cenoura	01 unidade pequena	462
Ovo cozido	01 unidade	381
Frango cozido	01 file médio	280
Queijo tipo minas	02 fatias médias	270
Batata doce	01 unidade pequena	252
Damasco	03 unidades	220
Manga	01 unidade média	210
Banana da terra	01 unidade média	126

#### SELÊNIO

FAZ PARTE DA ENZIMA GLUTATIONA PEROXIDASE QUE POSSUI POTENTE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.



NECESSIDADE DIÁRIA	
> 51 anos	
Homens	55µg
Mulheres	55µg

ALIMENTO	PORÇÃO	Se (mg)
Castanha-do-pará	01 unidade	76,7
Peixe cozido	01 file médio	58,0
Fígado bovino	01 file médio	36,0
Germe de trigo	01 colher de sopa	15,8
Pinha	01 unidade média	12,0
Ovo de galinha	01 unidade	15,0
Gergelim	01 colher de sopa	12,6
Aveia em flocos	02 colheres de sopa	10,0
Leite em pó	02 colheres de sopa	8,7

#### ZINCO

IMPORTANTE PARA O FUNCIONAMENTO ADEQUADO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO, SÍNTESE DE ALGUNS HORMÔNIOS E METABOLISMO DAS PROTEÍNAS, CARBOIDRATOS, CORDURAS E DNA.



NECESSIDADE DIÁRIA	
> 51 anos	
Homens	11mg
Mulheres	8mg

ALIMENTO	PORÇÃO	Zinco (mg)
Ostra cozida	01 unidade média	60,0
Fígado bovino	01 file médio	5,3
Caranguejo	01 unidade média	2,1
Aveia em flocos	02 colheres de sopa	1,0
Fio integral	01 unidade média	0,9
Sururu cozido	02 colheres de sopa	0,5
Castanha-do-pará	03 unidades médias	0,5
Ovo de galinha	01 unidade	0,5

#### VITAMINA C

POSSUI CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, AUXILIANDO NO COMBATE AOS RADICAIS LIVRES E ENVELHECIMENTO. AUXILIA NA CICATRIZAÇÃO E RESPOSTA IMUNOLÓGICA.



NECESSIDADE DIÁRIA	
> 51 anos	
Homens	90mg
Mulheres	75mg

ALIMENTO	PORÇÃO	VIT. C (mg)
Caju	01 unidade média	218
Tangerina	01 unidade média	138
Goiaba	01 unidade	109
Morango	05 unidades	70
Laranja	01 unidade médias	59
Siriguela	07 unidades	45
Couve refogada	02 colheres de sopa	15
Pimentão	01 colher de sopa	11

#### MEUS EXAMES

EXAME	VALOR	RESULTADO
Vit. A		
Vit. C		
Vit. E		
selênio		
Zinco		

