



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA

LUIZ FELIPE LYNCH DE MORAES

**ESTIMATIVA DO VOLUME DO ESPAÇO VITRECTOMIZADO IN VIVO E  
DESENVOLVIMENTO DE UMA FÓRMULA BASEADA NO COMPRIMENTO AXIAL**

Recife

2025

LUIZ FELIPE LYNCH DE MORAES

**ESTIMATIVA DO VOLUME DO ESPAÇO VITRECTOMIZADO IN VIVO E  
DESENVOLVIMENTO DE UMA FÓRMULA BASEADA NO COMPRIMENTO AXIAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Cirurgia.

Área de concentração: Cirurgia Clínica e Experimental.

Orientador: Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira

Professor Associado da Área de Cirurgia da UFPE

Recife

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Moraes, Luiz Felipe Lynch de.

Estimativa do volume do espaço vitrectomizado in vivo e desenvolvimento de uma fórmula baseada no comprimento axial / Luiz Felipe Lynch de Moraes. - Recife, 2025.  
52f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Cirurgia, 2025.

Orientação: Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira.  
Inclui referências e anexos.

1. Extração de catarata; 2. Perfurações / cirurgia de retina;  
3. Membrana epirretiniana / cirurgia. I. Lira, Rodrigo Pessoa Cavalcanti. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

LUIZ FELIPE LYNCH DE MORAES

**ESTIMATIVA DO VOLUME DO ESPAÇO VITRECTOMIZADO IN VIVO E  
DESENVOLVIMENTO DE UMA FÓRMULA BASEADA NO COMPRIMENTO AXIAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Cirurgia.

Aprovada em: 04/02/2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Inês Remígio de Aguiar (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Flávio Kreimer (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cecília de Aguiar Remígio (Examinador Externo)  
Universidade de Pernambuco

---

Dr. Ubiracê Fernando Elihimas Júnior (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

*Aos meus pais e meu filho amado,  
cujo amor é maior que tudo que  
possa existir.*

## **AGRADECIMENTOS**

O doutorado é uma etapa importante na vida de um profissional, independente da profissão. Permite que se alcance um nível de conhecimento único, onde saber é diferente de entender. O doutorado abre as portas para que se entenda algo, a essência e os porquês. O projeto é apenas uma parte, menor e talvez menos relevante. A parte maior e mais importante é a troca de conhecimento com os professores, onde se adquirem os ensinamentos necessários para a mudança de pensamento, onde o horizonte se expande e se percebe que quanto mais estudamos, menos sabemos.

Então, é aos *professores* que dedico meus agradecimentos mais sinceros e profundos, pois sem eles, nada seríamos.

*"E conhecereis a  
verdade, e a verdade  
vos libertará."*

João 8:32

## RESUMO

O volume da câmara vítrea varia com o tamanho do olho. O espaço criado na cavidade vítrea por uma vitrectomia é chamado de espaço vitrectomizado. O volume do espaço vitrectomizado (VEV) está fortemente correlacionado com o comprimento axial (CA) do olho. Este estudo tem como objetivo utilizar uma técnica para estimar o VEV em participantes, estratificados por comprimento axial, sexo e histórico de cirurgia de catarata e desenvolver uma fórmula baseada nos dados. Trata-se de um estudo retrospectivo e transversal que incluiu 144 participantes selecionados aleatoriamente, que realizaram vitrectomias entre 2013 e 2023. Antes da cirurgia, os comprimentos axiais dos olhos dos participantes foram medidos por biometria óptica. Os comprimentos axiais dos olhos em nossa amostra variaram entre 20–32 mm. Em todos os casos, uma vitrectomia completa foi realizada, seguida por uma troca completa de fluido-ar e injeção de uma solução salina balanceada. O volume infundido foi registrado. Resultados: O VEV mediano (intervalo interquartil; intervalo) foi de 6,1 (3,8; 3,1–11,3) mL em homens e 6,1 (3,3; 3,2–11,2) mL em mulheres ( $p=0,811$ ). O VEV mediano foi de 5,9 (3,6; 3,1–11,2) mL em pacientes fáticos e 6,25 (3,6; 3,3–11,3) mL em pseudofáticos ( $p=0,533$ ). Foi encontrada uma correlação positiva entre o comprimento axial e o VEV nesta amostra ( $r=0,968$ ;  $p<0,001$ ). Em uma regressão polinomial cúbica, o coeficiente de determinação foi de 0,948. Resultados semelhantes foram observados em ambos os sexos e em pacientes tanto fáticos quanto pseudofáticos. A equação de regressão polinomial cúbica estimada para esta amostra foi  $VEV = 0,000589052857847605 \times CA^3 - 0,025114926401582700 \times CA^2 + 0,685961117595624000 \times CA - 5,088226672620790000$ . Desenvolvemos esta estimativa do comprimento axial para o volume do espaço vitrectomizado como uma diretriz para a determinação do volume do espaço vitrectomizado utilizando o comprimento axial.

**Palavras-chave:** extração de catarata; perfurações/ cirurgia de retina; membrana epirretiniana/ cirurgia; corpo vítreo; comprimento axial, olho; vitrectomia; biometria/ métodos; técnicas diagnósticas, oftalmológicas; diretrizes como tema.

## ABSTRACT

The volume of the vitreous chamber varies with the size of the eye. The space created in the vitreous cavity by a vitrectomy is called the vitrectomized space. The volume of the vitrectomized space (VVS) is strongly correlated with the axial length (AL) of the eye. This study aims to use a technique to estimate VEV in participants, stratified by axial length, sex and cataract surgery history, and develop a formula based on the data. This retrospective cross-sectional study included 144 randomly selected participants who underwent vitrectomies between 2013 and 2023. Before surgery, the axial lengths of participants' eyes were measured using optical biometrics. The axial lengths of the eyes in our sample were between 20–32 mm. In all cases, a complete vitrectomy was performed, followed by complete fluid-air exchange and injection of a balanced saline solution. The volume infused was recorded. Results: The median (interquartile range; range) VVS was 6.1 (3.8; 3.1–11.3) mL in men and 6.1 (3.3; 3.2–11.2) mL in women ( $p=0.811$ ). The median VVS was 5.9 (3.6; 3.1–11.2) mL in patients with phakic lenses and 6.25 (3.6; 3.3–11.3) mL in those with pseudophakic lenses ( $p=0.533$ ). A positive correlation was found between the axial length and the VVS in this sample ( $r=0.968$ ;  $p<0.001$ ). In a cubic polynomial regression, the coefficient of determination was 0.948. Similar results were observed in both sexes and in both phakic and pseudophakic patients. The estimated cubic polynomial regression equation for this sample was  $VVS = 0.000589052857847605 \times AL^3 - 0.025114926401582700 \times AL^2 + 0.685961117595624000 \times AL - 5.088226672620790000$ . We developed this axial length estimation of the volume of vitrectomized space as a guideline for the determination of vitrectomized space volume using axial length.

**Keywords:** cataract extraction; retinal perforations/surgery; epiretinal membrane/surgery; vitreous body; axial length, eye; vitrectomy; biometry/methods; diagnostic techniques, ophthalmological; guidelines as topic.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Organização estrutural da câmara vítrea. Adaptado de Bishop, P.N. (2000)	16
Figura 2 –	Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes do sexo masculino	28
Figura 3 –	Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes do sexo feminino	28
Figura 4 –	Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes fácicos	29
Figura 5 –	Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes pseudofácicos	29
Figura 6 –	Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes vitrectomizados	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas descritivas dos dados sobre o comprimento axial (mm) dos participantes do estudo, agrupados por lente (fácico ou pseudofácico), grupo e sexo	26
Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos dados sobre o volume do espaço vitrectomizado (mL) dos participantes do estudo, agrupados por lente (fácico ou pseudofácico), grupo e sexo	27
Tabela 3 – Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado, e respectiva regressão polinomial cúbica	30
Tabela 4 – Diretrizes de referência para usar o comprimento axial do olho para estimar o volume do espaço vitrectomizado	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Axial Length (Comprimento Axial)
CA	Comprimento Axial
VEV	Volume do Espaço Vitrectomizado
VVS	Volume of the Vitrectomized Space (Volume do Espaço Vitrectomizado)
TC	Tomografia Computadorizada
VCV	Volume Médio da Cavidade Vítrea
RNM	Ressonância Nuclear Magnética
SF6	Hexafluoreto de Enxofre
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
SPSS	Statistical Package for Social Sciences (Pacote Estatístico para Ciências Sociais)
IBM	International Business Machines Corporation (Corporação Internacional de Máquinas de Negócios)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
3.1	A CÂMARA POSTERIOR E O CORPO <i>VÍTREO</i>	15
3.2	ULTRAESTRUTURA E BIOQUÍMICA DO HUMOR <i>VÍTREO</i>	16
3.3	O CÓRTEX <i>VÍTREO</i> E A INTERFACE <i>VÍTREO-RETINIANA</i>	17
3.4	MUDANÇAS REOLÓGICAS E O PROCESSO DE LIQUEFAÇÃO <i>VÍTREA</i>	17
3.5	FUNÇÕES E IMPORTÂNCIA DO <i>VÍTREO</i>	18
3.6	CIRURGIA DE VITRECTOMIA E SUBSTITUTOS DO <i>VÍTREO</i>	19
3.7	VOLUME DA CAVIDADE <i>VÍTREA</i> E SUAS IMPLICAÇÕES CLÍNICAS	20
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>22</b>
4.1	DESENHO DO ESTUDO	22
4.2	LOCAL DE ESTUDO	22
4.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	22
4.4	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	22
4.5	PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS	22
4.6	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	23
4.7	SELEÇÃO E TAMANHO DO ESTUDO	23
4.8	PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	23
4.9	PROCEDIMENTOS ÉTICOS	24
4.10	LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS E VIÉS	24
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXO A – TRABALHO PUBLICADO NOS ARQUIVOS BRASILEIROS DE OFTALMOLOGIA</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO ♦

A câmara vítrea é a maior estrutura no olho, mas varia em volume entre os indivíduos<sup>(1-3)</sup>. Alguns medicamentos intraoculares já podem ser aplicados nesse local, e há um número crescente de novos agentes terapêuticos desenvolvidos para injeção ou implante na cavidade vítrea<sup>(4)</sup>. Informações sobre o volume do vítreo são necessárias para compreender o comportamento desses agentes após sua deposição no vítreo<sup>(5)</sup>.

Azhdam et al. avaliaram 100 olhos utilizando tomografia computadorizada (TC) de alta resolução. Eles encontraram um volume médio da cavidade vítrea (VCV) de 4,65 ( $\pm 0,47$ ) mL em mulheres e 4,97 ( $\pm 0,46$ ) mL em homens, com uma correlação positiva entre o comprimento axial (CA) e o VCV. Também demonstraram que o VCV médio é maior do que o estimado anteriormente em 4 mL<sup>(6)</sup>. Um estudo retrospectivo recente utilizou imagens de ressonância nuclear magnética (RNM) de 72 olhos para desenvolver uma fórmula para o cálculo do volume vítreo<sup>(7)</sup>.

O espaço do volume vitrectomizado (VEV) é um conceito recente que descreve o espaço criado na cavidade vítrea pela vitrectomia. Esse espaço é geralmente um pouco menor do que o VCV, pois geralmente há algum resíduo de vítreo após a vitrectomia. Após uma vitrectomia, o VEV é preenchido com um substituto do vítreo (gás, líquidos perfluorocarbonados, óleo de silicone, polímeros naturais, géis ou hidrogéis)<sup>(8)</sup>.

Tanaka et al. realizaram medições do VEV durante facovitrectomia em 156 indivíduos míopes (comprimento axial médio >26 mm) com descolamento de retina, para calcular a quantidade de hexafluoreto de enxofre a 100% (SF6) necessária para atingir a concentração-alvo (15%) na cavidade vítrea<sup>(8)</sup>. Outros estudos que mostram medições de VEV também mostram forte correlação positiva entre o CA e o VEV ( $p < 0,01$ )<sup>(9-12)</sup>.

Determinar a relação entre VEV e CA pode ser útil em pesquisas clínicas, pois pode aumentar a precisão na dosagem ao administrar agentes farmacológicos intravítreos, como antibióticos e medicamentos quimioterápicos, bem como substitutos do vítreo após vitrectomia.

---

♦Tese formatada conforme orientação da Biblioteca Central e Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Saúde da UFPE: ABNT NBR 14724:2011. Artigo publicado na *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2024;88(4):e2024-9 (ANEXO A).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver diretrizes para a estimativa do espaço do volume vitrectomizado utilizando o comprimento axial.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Propor uma equação universal para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho;
- ❖ Propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho em pacientes fáticos;
- ❖ Propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho em pacientes pseudofáticos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

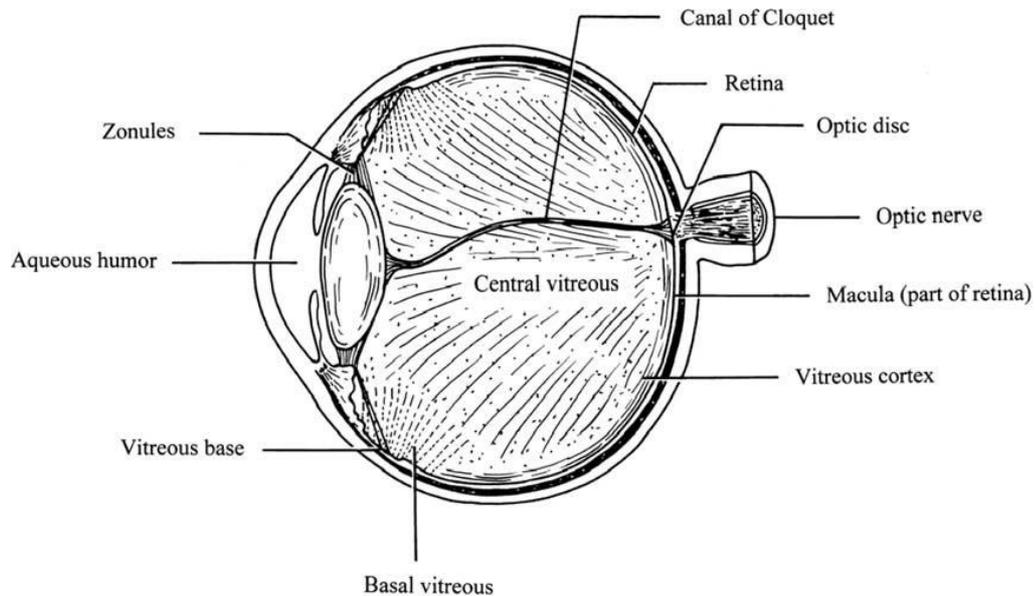
#### 3.1 A CÂMARA POSTERIOR E O CORPO VÍTREO

O olho humano fica inserido na órbita, onde tem sua proteção aumentada pelo arcabouço ósseo e formato da mesma. O tamanho da órbita não apresenta correlação com o tamanho do globo ocular<sup>(13)</sup>. A forma do globo ocular em pacientes emétopes é considerada esferoidal, havendo um crescimento progressivo na miopia<sup>(14)</sup>.

A câmara posterior do olho apresenta uma forma aproximadamente esferoidal em pacientes emétopes e é preenchida pelo humor vítreo, uma substância transparente com propriedades viscoelásticas essenciais para a manutenção da arquitetura ocular (Figura 1). O corpo vítreo constitui a maior estrutura do olho, correspondendo a cerca de 80% do volume total do globo ocular. Ele ocupa a cavidade vítrea, delimitada anteriormente pelo cristalino e posteriormente pela retina, desempenhando papel crucial no suporte anatômico e fisiológico das estruturas adjacentes<sup>(1)</sup>. A forma da cavidade vítrea acompanha a forma do globo ocular, acompanhando seu crescimento juntamente com o crescimento do comprimento axial. Mas, a medida que o globo ocular cresce em comprimento axial, suas dimensões não acompanham o formato esferoidal do olho emétopes, havendo um crescimento maior em comprimento do que nos outros eixos, tornando o olho “alongado”<sup>(15,16)</sup>. A variação do tamanho do cristalino com a idade também por influenciar no tamanho da cavidade vítrea, uma vez que com a idade há um aumento do diâmetro anteroposterior do cristalino<sup>(17)</sup>.

O humor vítreo é uma substância gelatinosa clara com volume médio estimado em 4,0 mL. Durante o desenvolvimento embrionário, forma-se o vítreo primário entre o cristalino e a lâmina limitante interna da retina, processo associado à invaginação da vesícula óptica. Essa estrutura é derivada de células mesenquimais embrionárias, que sofrem degeneração após o nascimento. Posteriormente, o humor vítreo é produzido por células da região não pigmentada do corpo ciliar, contribuindo para a manutenção do microambiente intraocular<sup>(18)</sup>.

Figura 1 - Organização estrutural da câmara vítrea.



Fonte: Adaptado de Bishop<sup>(19)</sup> (2000).

### 3.2 ULTRAESTRUTURA E BIOQUÍMICA DO HUMOR VÍTREO

O humor vítreo é constituído predominantemente por água, que representa entre 98 e 99% de seu volume total. Sua composição macromolecular inclui colágeno fibrilar do tipo II, que corresponde a 75% do colágeno presente, e glicosaminoglicanos como o hialuronato e o sulfato de condroitina. Outros componentes incluem proteínas fibrilares e não fibrilares, glicoproteínas ácidas e opticina, que desempenham papéis importantes na organização estrutural e funcional do gel vítreo<sup>(20)</sup>.

No adulto, o comprimento axial médio do vítreo é de aproximadamente 16,5mm, como descrito em 1966 por Luyckx *et al*<sup>(21)</sup>. Em um estudo mais recente encontram-se valores aproximados de 15.58 mm<sup>(22)</sup>. Um estudo em população latina descreve diferenças entre homens e mulheres no volume vítreo, tendo encontrado um comprimento médio geral de 15.04 mm, comprimento médio em homens de 15.22 mm e comprimento médio em mulheres de 14.91 mm, havendo significância estatística na diferença entre homens e mulheres<sup>(23)</sup>.

O corpo vítreo ocupa a cavidade vítrea, apresentando forma quase esferoidal, com exceção de sua porção anterior, que é côncava devido à presença do cristalino. Anatomicamente, ele pode ser subdividido em regiões distintas, incluindo o vítreo basal, central e cortical. O vítreo central, que constitui a maior

parte da estrutura, contém o canal de Cloquet, um remanescente do sistema vascular hialoide fetal que conecta o disco óptico à superfície posterior do cristalino. Em indivíduos jovens, o canal de Cloquet apresenta uma conexão firme com a cápsula posterior do cristalino, mediada pelo ligamento de Wieger. As fibrilas de colágeno no vítreo central organizam-se predominantemente na direção anterior-posterior, paralelas ao canal de Cloquet. Já a base do vítreo é uma região anular que se estende desde a ora serrata até a pars plana, apresentando conexões robustas entre o vítreo, a retina e a pars plana, com espessura variando entre 1,5 e 2,5 mm<sup>(19,24)</sup>.

Uma peculiaridade do gel vítreo humano é a distribuição ordenada de fibrilas de colágeno em uma matriz viscoelástica amorfa. Essas fibrilas conectam-se à mácula e à base vítrea, enquanto espaços intersticiais são preenchidos por moléculas de ácido hialurônico. Apesar de avanços na compreensão estrutural do humor vítreo, os mecanismos de montagem dessa rede complexa ainda não foram totalmente elucidados<sup>(24)</sup>.

### 3.3 O CÓRTEX VÍTREO E A INTERFACE VÍTREO-RETINIANA

O córtex vítreo, com espessura entre 100 e 300  $\mu\text{m}$ , envolve o vítreo central e apresenta maior densidade de fibrilas de colágeno em comparação ao vítreo central. Essas fibrilas organizam-se paralelamente à superfície do *vítreo*, enquanto a adesão à retina é menos firme posterior à base do vítreo. Contudo, pontos focais de fixação mais fortes são observados ao redor dos vasos retinianos principais, na fóvea e, de forma marcante, no disco óptico. A interface *vítreo-retiniana*, região ultraestruturalmente distinta, é formada pela porção externa do córtex *vítreo* e a parte interna da lâmina limitante interna da retina. Moléculas como laminina, fibronectina e outros componentes típicos da matriz extracelular são fundamentais para essa interface, contribuindo para estabilidade funcional e estrutural<sup>(21,25,26)</sup>.

### 3.4 MUDANÇAS REOLÓGICAS E O PROCESSO DE LIQUEFAÇÃO VÍTREA

O vítreo maduro apresenta propriedades viscoelásticas que sustentam a transparência do meio ocular e permitem a manutenção da forma do globo após compressão mecânica. Entretanto, com o envelhecimento, o *vítreo* passa por um

processo de desintegração estrutural progressiva, denominado liquefação vítrea. Esse fenômeno ocorre principalmente no centro da cavidade vítrea e pode eventualmente afetar toda a estrutura, alterando a dinâmica de suas funções fisiológicas e mecânicas<sup>(1)</sup>.

### 3.5 FUNÇÕES E IMPORTÂNCIA DO VÍTREO

Embora o *vítreo* possa ser removido cirurgicamente sem consequências deletérias evidentes em muitos casos, ele desempenha uma ampla gama de funções essenciais. Sua principal função é ocupar espaço, garantindo a manutenção da expansão anatômica normal do globo ocular. Além disso, ele atua como uma barreira seletiva que regula a difusão de substâncias entre a retina e o segmento anterior do olho, prevenindo interações inadequadas entre esses compartimentos. O *vítreo* também serve como um reservatório para moléculas essenciais, como oxigênio, glicose e ácido ascórbico, que sustentam o metabolismo das estruturas adjacentes. Por outro lado, ele pode acumular e armazenar metabólitos residuais, desempenhando papel na homeostase do ambiente intraocular<sup>(27)</sup>.

Sua transparência é fundamental para a passagem da luz em direção à retina, enquanto suas propriedades viscoelásticas ajudam a amortecer impactos e preservar a integridade estrutural do olho. Mecanicamente o *vítreo* auxilia na adesão da retina às camadas externas, particularmente na região da base vítrea, e contribui para o suporte físico das estruturas intraoculares. Ele também funciona como uma barreira térmica e química entre os segmentos anterior e posterior do olho, modulando o transporte de calor e substâncias, incluindo fármacos administrados localmente. Essas propriedades são essenciais não apenas para a manutenção da homeostase ocular, mas também para o sucesso de intervenções terapêuticas que envolvem o segmento posterior. Com o envelhecimento, a desintegração do gel *vítreo* pode alterar significativamente suas funções, levando à perda da adesão retiniana e ao comprometimento do suporte mecânico ocular. Apesar dessas alterações, a compreensão aprofundada das funções do *vítreo* fornece uma base valiosa para o desenvolvimento de novas abordagens clínicas e terapêuticas<sup>(28,29)</sup>.

### 3.6 CIRURGIA DE VITRECTOMIA E SUBSTITUTOS DO VÍTREO

A vitrectomia é um procedimento cirúrgico amplamente utilizado em oftalmologia para tratar diversas condições patológicas que afetam o segmento posterior do olho. Suas principais indicações incluem descolamento de retina, hemorragias vítreas, buracos maculares, membranas epirretinianas e infecções intraoculares graves, como endoftalmite. Durante a vitrectomia, o humor vítreo é removido parcial ou completamente, proporcionando acesso direto à retina e outras estruturas intraoculares para reparos cirúrgicos. A técnica cirúrgica envolve a inserção de microcânulas através da esclera, permitindo a introdução de instrumentos especializados no segmento posterior. Esses instrumentos incluem um vitrectômo para aspiração e corte do vítreo, iluminadores para visualização direta e dispositivos de infusão para manter a pressão intraocular durante o procedimento. A cirurgia pode ser realizada sob anestesia local ou geral, dependendo da complexidade do caso e do estado do paciente. Uma vez concluída a remoção do vítreo, a cavidade é preenchida com substitutos temporários ou permanentes, dependendo da necessidade clínica<sup>(30)</sup>.

Os substitutos do humor vítreo desempenham um papel essencial na manutenção da pressão intraocular e no suporte das estruturas oculares após a remoção do vítreo. Idealmente, esses materiais devem se assemelhar ao vítreo nativo em estrutura e função. Atualmente, os substitutos mais utilizados incluem gases tamponantes, óleos de silicone e soluções salinas balanceadas. Os gases, como SF<sub>6</sub> e C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, são frequentemente escolhidos para tamponamento retiniano devido à sua capacidade de expansão controlada e propriedades de absorção ao longo do tempo. Óleos de silicone são indicados em casos de descolamentos de retina complexos ou recidivantes, oferecendo estabilidade prolongada na cavidade ocular<sup>(30)</sup>.

Entretanto, o substituto ideal do vítreo ainda não foi desenvolvido. Este material deve apresentar propriedades viscoelásticas semelhantes ao vítreo natural, ser biocompatível, não biodegradável, atóxico e de fácil manuseio. Além disso, ele deve manter a transparência óptica, permitir a circulação de íons e eletrólitos e ser acessível economicamente. Pesquisas buscam aprimorar as opções existentes e desenvolver novos materiais que possam preencher essas lacunas<sup>(30-32)</sup>.

Na prática clínica, a escolha do substituto depende de fatores como a patologia subjacente, o tamanho do globo ocular e as condições gerais do paciente. O uso de óleo ou gás requer uma vitrectomia completa para maximizar o efeito tamponante, pois qualquer resíduo de vítreo pode interferir na distribuição uniforme do material. Assim, a compreensão aprofundada das propriedades dos substitutos e de sua interação com o ambiente ocular é essencial para o sucesso do procedimento cirúrgico<sup>(32)</sup>.

### 3.7 VOLUME DA CAVIDADE VÍTREA E SUAS IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

A cavidade vítrea, historicamente considerada uma estrutura quiescente, tem se revelado um componente fundamental na compreensão de diversas condições patológicas do segmento posterior do olho. Estudos recentes destacam a relevância do volume da cavidade vítrea (VCV) em procedimentos terapêuticos e cirúrgicos, enfatizando a necessidade de medições precisas para otimizar os resultados clínicos. O conhecimento detalhado do VCV impacta diretamente a diluição de medicamentos administrados por via intravítrea, assim como o volume ideal de substitutos vítreos utilizados durante procedimentos como a vitrectomia<sup>(6)</sup>.

A administração intravítrea de fármacos, amplamente empregada em oftalmologia, apresenta vantagens claras em relação à administração sistêmica, pois permite que altas concentrações do medicamento alcancem diretamente a retina, ultrapassando a barreira hemato-retiniana. Em especial, em casos de infecções intra-oculares, essa via torna-se a única maneira de combate efetivo da enfermidade, havendo especial cuidado com as concentrações necessárias para o tratamento<sup>(33)</sup>.

A eficácia dessa abordagem depende não apenas das propriedades do fármaco, mas também dos processos de transporte dentro do humor vítreo, que são significativamente influenciados pelo VCV. Estudos demonstram que variações no volume vítreo podem alterar as concentrações do medicamento na retina, afetando sua biodisponibilidade e eficácia terapêutica<sup>(34,35)</sup>.

Kaplan *et al.*<sup>(11)</sup>, em um estudo com camundongos, utilizaram ressonância magnética de alta resolução para avaliar o volume vítreo e observaram variações significativas entre indivíduos da mesma idade, independentemente do peso corporal. Esses achados sugerem que, em modelos animais, conclusões sobre

dosagens intravítreas podem ser enviesadas devido às diferenças no tamanho da cavidade vítrea, ressaltando a importância de parâmetros volumétricos no planejamento terapêutico<sup>(11)</sup>.

Tanaka *et al.*<sup>(10)</sup> propuseram um método inovador para mensurar o espaço vítreo durante a vitrectomia, correlacionando os volumes medidos com o comprimento axial dos olhos. O estudo, realizado em 82 pacientes, demonstrou uma correlação significativa entre o VCV e o comprimento axial ( $Y=0,49X-6,92$ ,  $R^2=0,71$ ,  $P<0,001$ ), destacando diferenças entre casos de buraco macular e descolamento de retina. A técnica empregada utilizou substituição de fluido por ar, permitindo a determinação precisa do volume através da medição do líquido aspirado e sua relação com os volumes infundidos. Esses resultados reforçam a importância de considerar o VCV no planejamento de injeções intravítreas e tamponamentos retinianos, minimizando o risco de preenchimento excessivo ou insuficiente<sup>(10)</sup>.

Novos estudos descrevem diferentes maneiras de mensurar o volume *vítreo* em cirurgias de vitrectomia<sup>(9,12)</sup>, não havendo entretanto, comparativos que possam sugerir superioridade de uma ou outra técnica. Fórmulas para estimar o volume vítreo baseadas no comprimento axial foram sugeridas em estudos<sup>(7,9,12)</sup>, corroborando a correlação entre o comprimento axial e o volume *vítreo*.

Na prática clínica, as implicações do VCV estendem-se à escolha e ao uso de substitutos vítreos. Gases, como SF<sub>6</sub> e C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, e óleos de silicone são amplamente utilizados como agentes tamponantes, porém sua eficácia depende de uma distribuição uniforme na cavidade ocular. A variação no VCV entre os pacientes pode impactar diretamente o volume necessário para obter o efeito desejado, exigindo uma abordagem personalizada baseada em medições precisas. Além disso, esses dados são cruciais para evitar complicações pós-operatórias, como alterações na pressão intraocular ou insuficiência de tamponamento. O VCV também tem ganho destaque na indústria farmacêutica, com o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos voltados para o segmento posterior do olho. A compreensão detalhada da relação entre o VCV e o comprimento axial dos olhos fornece uma base sólida para pesquisas clínicas e para a formulação de terapias personalizadas. O presente estudo busca contribuir para esse entendimento, abordando lacunas de conhecimento sobre como o VCV influencia os tratamentos oftalmológicos e sua relação com parâmetros anatômicos oculares<sup>(6,10,32)</sup>.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 DESENHO DO ESTUDO

Foi realizado um estudo retrospectivo e transversal que incluiu pacientes submetidos à vitrectomias para tratar buracos maculares, membranas epirretinianas ou opacidades vítreas.

### 4.2 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada através de coleta de dados de prontuários eletrônicos de pacientes submetidos ao procedimento cirúrgico descrito na Clínica Oftalmológica Zona Sul, em Recife PE, no período de 2013 a 2023.

### 4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- ❖ Os critérios de inclusão foram idade >21 anos;
- ❖ Olhos com comprimento axial entre 20-32 mm.

### 4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- ❖ Histórico de outras cirurgias vitreoretinianas;
- ❖ Complicações de cirurgias de catarata que comprometessem a posição da lente intraocular;
- ❖ Outras doenças vitreoretinianas.

### 4.5 PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS

Antes da cirurgia, o CA de cada olho foi medido utilizando biometria óptica. Todos os pacientes foram submetidos ao mesmo procedimento cirúrgico, realizado pelo mesmo cirurgião. O procedimento consistiu em uma vitrectomia completa via *pars plana* com raspagem da base do *vítreo*. Foram utilizadas sondas de vitrectomia de calibre 23 ou 25, três portas e troca-trocadores valvulados inseridos na esclera a 3,5-4 mm do limbo.

Foi realizada uma troca completa de fluido-ar. Em seguida, a pressão de infusão de ar foi ajustada para 10 mmHg para manter o volume ocular, com ar sendo injetado através do trocar inferior temporal. Solução salina balanceada foi injetada através do trocar superior temporal utilizando uma seringa de 10 mL em incrementos de 0,2 mL e/ou uma seringa de 1 mL em incrementos de 0,1 mL. Durante a fase final do preenchimento da cavidade vítrea com a solução, os trocadores foram cuidadosamente monitorados para detectar vazamentos, e o tubo de infusão de ar foi temporariamente fechado para evitar refluxo. O volume infundido foi registrado em cada caso.

#### 4.6 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Biometria óptica	IOLMaster <sup>®</sup> (Carl Zeiss <sup>®</sup> , Alemanha) para medir o comprimento axial dos olhos
Sistema de vitrectomia	Constellation <sup>®</sup> (Alcon Laboratories, EUA)
Sondas de vitrectomia	Calibres 23 e 25 (Alcon Laboratories, EUA)
Seringas de 1 e 10mL	BD Medical <sup>®</sup> , Brasil

#### 4.7 SELEÇÃO E TAMANHO DO ESTUDO

De um total de 368 pacientes que atenderam aos critérios de elegibilidade, 144 foram selecionados aleatoriamente de forma estratificados com base no comprimento axial, sexo e histórico de cirurgia de catarata. Os participantes foram agrupados em blocos de 12 para cada intervalo de 1 mm no CA, sendo seis fâcicos e seis pseudofâcicos, com três homens e três mulheres em cada subgrupo.

#### 4.8 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Duas variáveis foram avaliadas, o comprimento axial (CA, variável independente) e o volume do espaço vitrectomizado (VEV, variável dependente).

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade das distribuições de dados contínuos. As variáveis com distribuição normal foram expressas como médias e desvios padrão (DP). Variáveis com distribuição não

normal foram expressas como medianas e intervalos interquartílicos (IIQ). Diferenças entre grupos em variáveis contínuas independentes foram comparadas usando o teste t de Student para dados com distribuição normal e o teste U de Mann-Whitney para distribuições não normais. Para variáveis contínuas não normais, comparações entre grupos foram feitas utilizando o teste de postos com sinais de Wilcoxon.

A correlação entre o comprimento axial (CA, variável independente) e o volume do espaço vitrectomizado (VEV, variável dependente) foi calculada usando o coeficiente de correlação linear de Pearson. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) também foi calculado. Uma regressão polinomial cúbica foi conduzida para ajustar a equação:

$$Y = A + BX + CX^2 + DX^3$$

Onde Y é o VEV do olho, X é o AL, e A, B, C e D são as constantes do coeficiente. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o SPSS para Windows, versão 21 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). Os valores de p foram bilaterais, e a significância estatística foi definida como  $p < 0,05$ .

#### 4.9 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (CAAE nº 26684819.4.0000.8807) (ANEXO B).

Previamente a cirurgia, todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido após receberem informações relevantes sobre os riscos e benefícios do procedimento cirúrgico.

#### 4.10 LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS E VIÉS

- ❖ Intervalo do comprimento axial:
  - ✓ O estudo incluiu apenas pacientes com CA entre 20-32 mm. Portanto, as diretrizes desenvolvidas (ALVIS) não são aplicáveis a pacientes com valores extremos, como pacientes pediátricos, bem como indivíduos com CA muito elevado ( $>32$  mm), como em casos de miopia extrema.

- ❖ Uniformidade nos procedimentos cirúrgicos:
  - ✓ Apesar de todas as cirurgias serem realizadas pelo mesmo cirurgião, a variação do vítreo residual com diferentes cirurgiões pode ser um fator a ser considerado em estudos futuros.
- ❖ Limitações relacionadas à população:
  - ✓ A amostra foi selecionada aleatoriamente entre pacientes atendidos em uma única instituição. Isso pode limitar a generalização dos resultados para outras populações com características demográficas ou oftalmológicas diferentes.

## 5 RESULTADOS

A amostra deste estudo foi composta por 144 indivíduos que realizaram cirurgia de vitrectomia durante o período do estudo. A mediana (IIQ; intervalo) da idade dos participantes foi de 60 (14; 38–79) anos. Em 74 dos participantes (51,4%), o olho direito foi vitrectomizado, enquanto nos 70 restantes (48,6%), o olho esquerdo. A mediana (IIQ; intervalo) do comprimento axial (CA) foi de 25,93 (6,13; 20,01–31,99) mm (Tabela 1). A mediana (IIQ; intervalo) do volume do espaço vitrectomizado (VEV) foi de 6,1 (3,6; 3,1–11,3) mL.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas dos dados sobre o comprimento axial (mm) dos participantes do estudo, agrupados por lente (fácico ou pseudofácico), grupo e sexo.

	Participantes			Fácicos			Pseudofácicos		
	Todos	M	F	Todos	M	F	Todos	M	F
N <sup>o</sup>	144	72	72	72	36	36	72	36	36
Média	25.99	26.00	25.99	26.00	26.04	25.97	25.98	25.96	26.00
Mediana	25.93	25.93	25.87	25.89	25.89	25.95	25.93	25.93	25.87
DP	3.48	3.50	3.49	3.50	3.53	3.51	3.50	3.5	3.53
IIQ	6.13	6.18	6.18	6.20	6.36	6.18	6.17	6.17	6.41
Variação	11.98	11.94	11.86	11.98	11.79	11.74	11.82	11.71	11.72
Mínimo	20.01	20.05	20.01	20.01	20.20	20.01	20.05	20.05	20.15
Máximo	31.99	31.99	31.87	31.99	31.99	31.75	31.87	31.76	31.87

IIQ, intervalo interquartil; F, feminino; M, masculino; N<sup>o</sup>, número de participantes; DP, desvio padrão

Fonte: O autor (2024)

Nos homens, a mediana (IIQ; intervalo) do VEV foi de 6,1 (3,8; 3,1-11,3) mL; nas mulheres, foi de 6,1 (3,3; 3,2-11,2) mL ( $p=0,811$ ). Nos participantes fácicos, a mediana do VEV foi de 5,9 (3,6; 3,1-11,2) mL; naqueles pseudofácicos, foi de 6,25 (3,6; 3,3-11,3) mL ( $p=0,533$ ) (Tabela 2). Nos que realizaram a cirurgia no olho direito, a mediana (IIQ; intervalo) do VEV foi de 6,05 (3,9; 3,3-11,3) mL; naqueles com cirurgia no olho esquerdo, foi de 6,3 (3,4; 3,1-11,2) mL ( $p=0,577$ ).

Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos dados sobre o volume do espaço vitrectomizado (mL) dos participantes do estudo, agrupados por lente (fácico ou pseudofácico), grupo e sexo.

	Participantes			Fácicos			Pseudofácicos		
	Todos	M	F	Todos	M	F	Todos	M	F
N <sup>o</sup>	144	72	72	72	36	36	72	36	36
Média	6.4	6.5	6.3	6.3	6.3	6.2	6.5	6.6	6.4
Mediana	6.1	6.1	6.1	5.9	5.95	5.9	6.25	6.2	6.3
DP	2.1	2.2	2.0	2.1	2.2	2.0	2.1	2.3	2.0
IIQ	3.6	3.8	3.3	3.6	3.9	3.2	3.6	3.8	3.6
Variação	8.2	8.2	8.0	8.1	7.9	8.0	8.0	7.7	7.2
Mínimo	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.6	3.3
Máximo	11.3	11.3	11.2	11.2	11.0	11.2	11.3	11.3	10.5

IIQ, intervalo interquartil; F, feminino; M, masculino; N<sup>o</sup>, número de participantes; DP, desvio padrão  
 Fonte: O autor (2024)

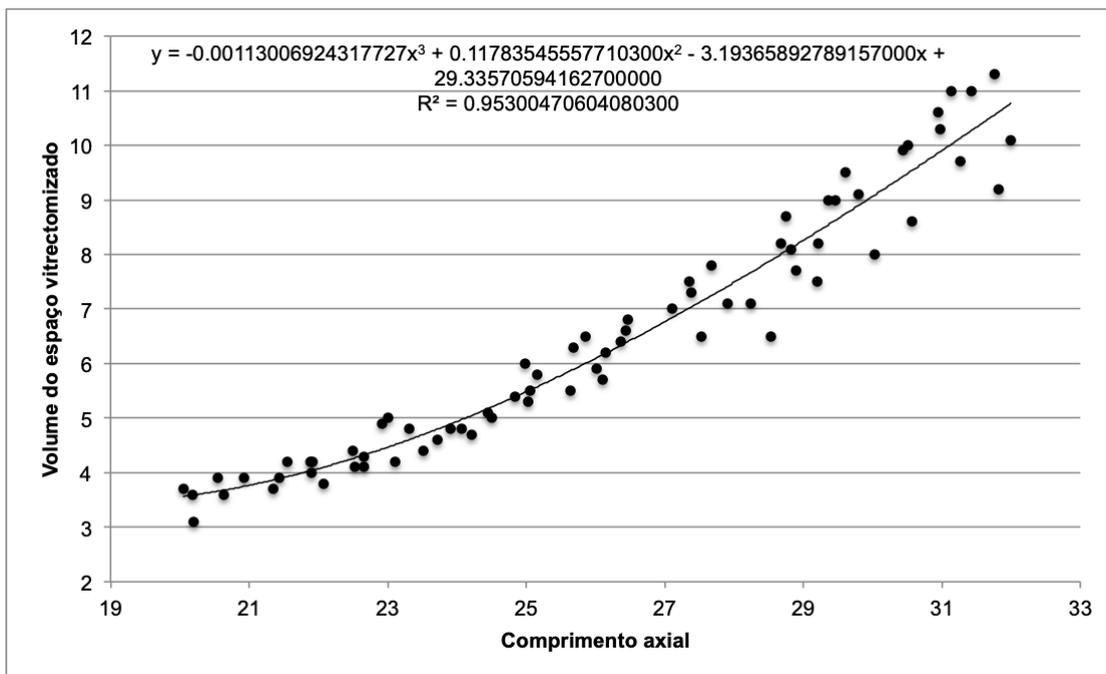
Foi encontrada uma correlação positiva significativa ( $r=0,968$ ;  $p<0,001$ ) entre o CA e o VEV. O coeficiente de determinação da regressão polinomial cúbica foi de 0,948. Resultados correlacionais semelhantes foram observados em ambos os sexos (Figuras 2 e 3) e tanto em pacientes fáticos (Figura 4) quanto em pseudofáticos (Figura 5, Tabela 3) A equação estimada de regressão polinomial cúbica para esta amostra foi:

$$VEV = 0,000589052857847605 \times CA^3 - 0,0251149264015827 \times CA^2 + 0,685961117595624 \times CA - 5,08822667262079 \text{ (Figura 6).}$$

Não encontramos correlação significativa entre idade e VEV ( $r=0,132$ ;  $p=0,116$ ) ou entre idade e o CA ( $r=0,056$ ;  $p=0,504$ ).

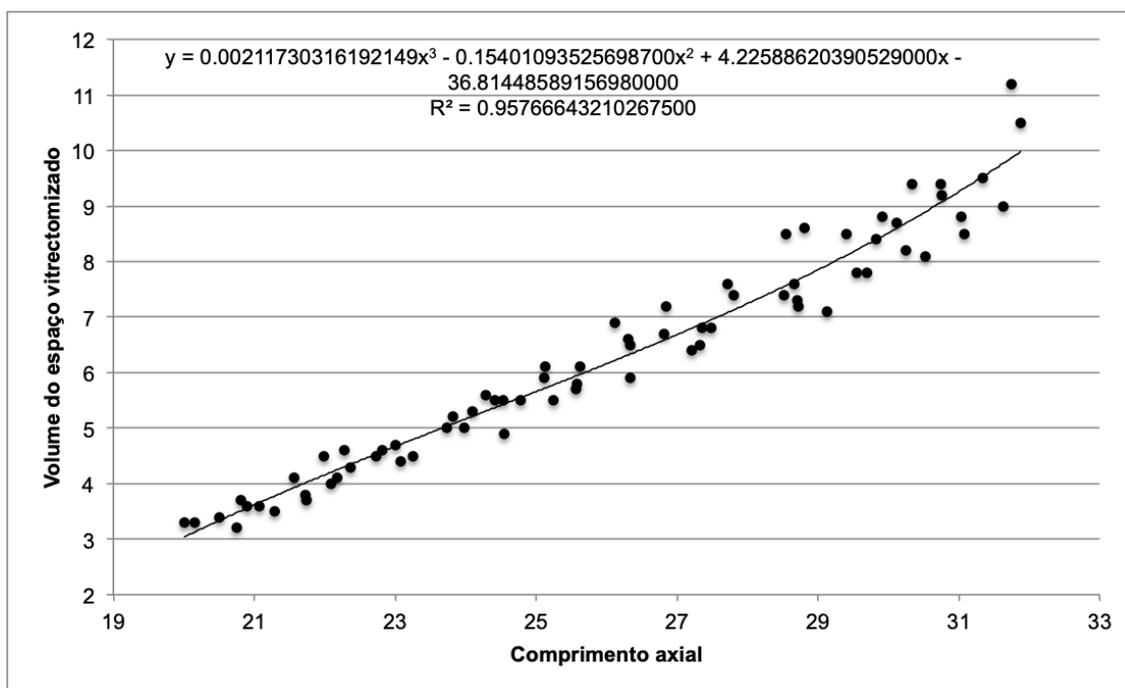
Com base na equação polinomial cúbica acima, derivada de nossos dados *in vivo*, a Tabela 4 foi compilada como uma diretriz para a determinação do VEV utilizando o CA. A tabela lista os valores de CA de 20 a 32 mm em incrementos de 0,5 mm, com o correspondente VEV para cada valor. Para cada CA, a tabela apresenta um VEV geral e os respectivos VEV para pacientes fáticos e pseudofáticos. Assim, a Tabela 4 constitui nossa diretriz para o uso do comprimento axial na estimativa do volume do espaço vitrectomizado (Axial Length to estimate the volume of Vitrectomized Space – ALVIS).

Figura 2 - Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes do sexo masculino.



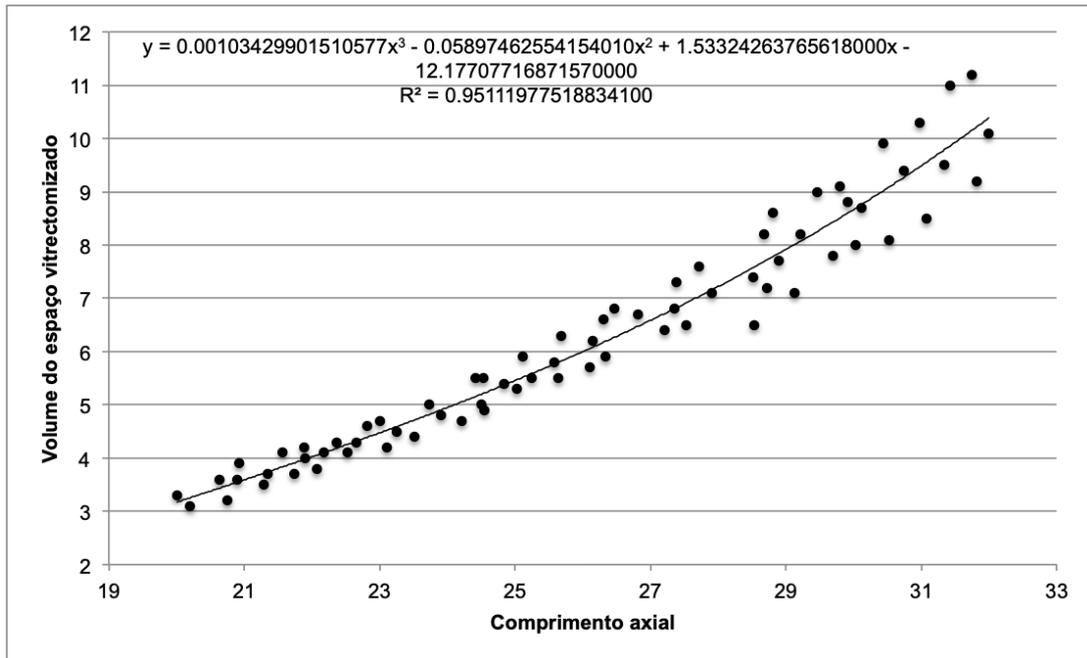
Fonte: O autor (2024)

Figura 3 - Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes do sexo feminino



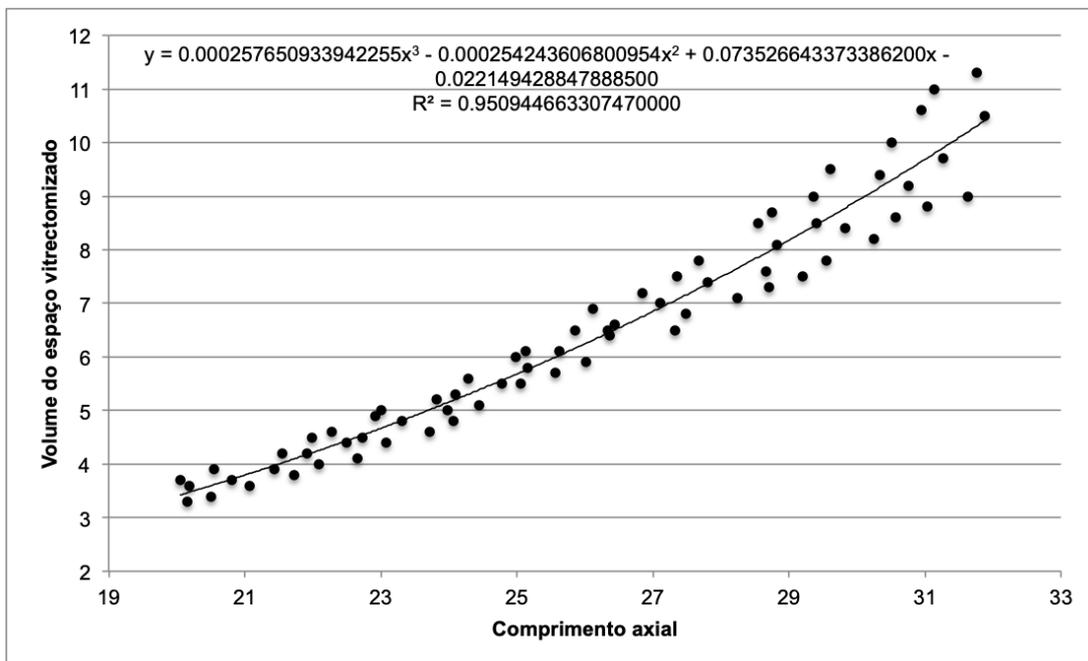
Fonte: O autor (2024)

. Figura 4 – Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes fácicos.



Fonte: O autor (2024)

Figura 5 – Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes pseudofácicos.



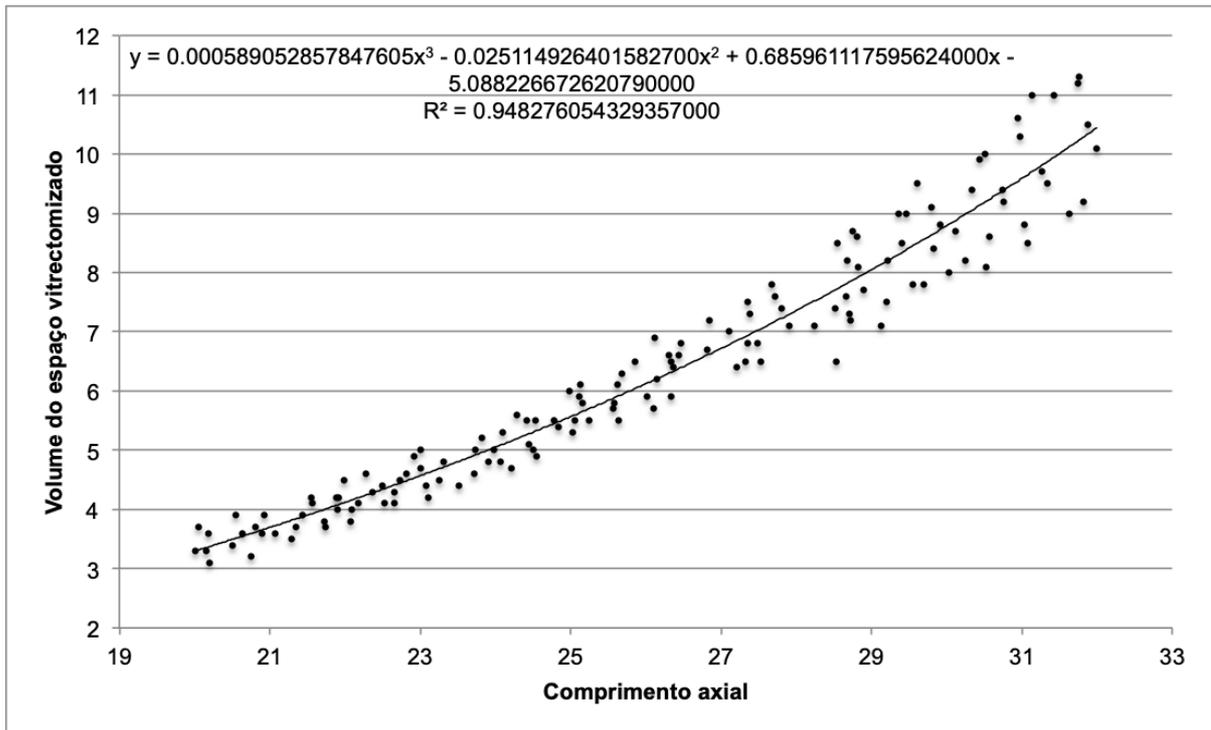
Fonte: O autor (2024)

Tabela 3 – Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado, respectiva regressão polinomial cúbica

	<b>Coefficiente de correlação de Pearson</b>	<b>p</b>	<b>Regressão polinomial cúbica (R<sup>2</sup>)</b>
Todos os participantes	0.968	<0.001	0.948
Fácicos			
Todos	0.969	<0.001	0.950
Masculino	0.968	<0.001	0.954
Feminino	0.971	<0.001	0.955
Pseudofácicos			
Todos	0.970	<0.001	0.951
Masculino	0.972	<0.001	0.964
Feminino	0.982	<0.001	0.966

R<sup>2</sup>, Coeficiente de correlação. Fonte: O autor (2024)

Figura 6 – Correlações entre o comprimento axial do olho e o volume do espaço vitrectomizado em pacientes vitrectomizados.



Fonte: O autor (2024)

Tabela 4 – Diretrizes de referência para usar o comprimento axial do olho para estimar o volume do espaço vitrectomizado.

Comprimento axial (mm)	Volume do espaço vitrectomizado (mL)		
	Geral	Fácico	Pseudofácico
20.0	3.3	3.2	3.4
20.5	3.5	3.4	3.6
21.0	3.7	3.6	3.8
21.5	3.9	3.8	4.0
22.0	4.1	4.0	4.2
22.5	4.3	4.2	4.4
23.0	4.6	4.5	4.7
23.5	4.8	4.7	4.9
24.0	5.1	5.0	5.2
24.5	5.3	5.2	5.4
25.0	5.6	5.5	5.7
25.5	5.8	5.7	5.9
26.0	6.1	6.0	6.2
26.5	6.4	6.3	6.5
27.0	6.7	6.6	6.8
27.5	7.0	6.9	7.1
28.0	7.4	7.3	7.5
28.5	7.7	7.6	7.8
29.0	8.0	7.9	8.1
29.5	8.4	8.3	8.5
30.0	8.8	8.7	8.9
30.5	9.2	9.1	9.3
31.0	9.6	9.5	9.7
31.5	10.0	9.9	10.1
32.0	10.4	10.3	10.5

Fonte: O autor (2024)

## 6 DISCUSSÃO

Alguns estudos anteriores relataram uma correlação entre o comprimento axial do olho e o volume da cavidade vítrea ou o volume do espaço vitrectomizado<sup>(5-9)</sup>. Os resultados do presente estudo estão em concordância com a literatura existente e demonstraram que essa é uma correlação suficientemente forte para permitir uma estimativa precisa do VEV a partir do valor do CA. Como a correlação foi positiva, o VEV aumentou com o incremento do CA. O coeficiente de determinação mostrou que mais de 90% da variação do VEV pode ser atribuída ao CA ( $R^2=0,968$ ). A correlação significativa entre o VEV e o CA é representada pela seguinte equação:

$$\text{VEV} = 0,000589052857847605 \times \text{CA}^3 - 0,0251149264015827 \times \text{CA}^2 + 0,685961117595624 \times \text{CA} - 5,08822667262079 \quad (r=0,968; p<0,001).$$

Vários estudos anteriores descreveram outras abordagens para a estimativa do VCV e/ou VEV. Azhdam *et al.*, avaliaram o VCV utilizando imagens de tomografia computadorizada de 100 olhos com CA entre 22-27 mm<sup>(6)</sup>. Borkenstein *et al.* avaliaram o VCV usando imagens de ressonância magnética de 72 olhos com CA entre 20-30 mm<sup>(7)</sup>. Tanaka *et al.* realizaram medições intraoperatórias do VEV durante facovitrectomia em 156 olhos com CA entre 26-30 mm<sup>(8)</sup>. Essas medições foram feitas através do cálculo do volume de fluido aspirado durante a troca fluido-ar. No presente estudo, os participantes foram submetidos a vitrectomias, e o volume infundido na câmara vítrea após a troca fluido-ar foi medido em 144 olhos com CA entre 20–32 mm. Este intervalo biométrico foi mais amplo do que os cobertos pelos estudos anteriores.

Para permitir uma comparação entre nossa equação de estimativa de volume e as dos três estudos mencionados<sup>(6-8)</sup>, utilizamos os dados de olhos no intervalo de CA entre 26–27 mm, já que esse intervalo foi comum aos quatro estudos. Os dados biométricos (AL) desses participantes foram inseridos na nossa equação da seguinte forma:

$$\text{Volume} = 0,000589052857847605 \times \text{CA}^3 - 0,0251149264015827 \times \text{CA}^2 + 0,685961117595624 \times \text{CA} - 5,08822667262079$$

Além disso, aplicamos os dados relevantes do presente estudo nas equações obtidas pelos estudos anteriores:

- Equação de Tanaka *et al.*<sup>(8)</sup>:  
Volume =  $-9,29 + 0,60 \times CA$
- Equação de Azhdam *et al.*<sup>(6)</sup>:  
Volume =  $-4,2838 + 0,37493 \times CA$
- Equação derivada do estudo de Borkenstein *et al.*<sup>(7)</sup>:  
Volume =  $0,000140020398417651 \times CA^3 + 0,00562156161649195 \times CA^2 + 0,0823660330762208 \times CA - 1,66380687175514$

De acordo com a equação do presente estudo, o volume mediano (IIQ) da cavidade vítrea da coorte foi de 6,3 (0,2) mL. Segundo a equação de Tanaka *et al.*<sup>(8)</sup>, o volume mediano foi de 6,5 (0,2) mL. Segundo a equação de Azhdam *et al.*<sup>(6)</sup>, o volume mediano foi de 5,6 (0,1) mL. Já pela equação derivada de Borkenstein *et al.*<sup>(7)</sup>, o volume mediano foi de 7,0 (0,3) mL.

Embora não tenha sido o foco principal deste estudo, esses dados foram surpreendentes. Como a equação de Azhdam *et al.*<sup>(6)</sup>, supostamente mede o volume total da cavidade vítrea, esperava-se que os volumes obtidos com sua equação fossem maiores que os das outras três. No entanto, como isso não ocorreu, nossa comparação sugere que a equação baseada em tomografia computadorizada subestima os volumes<sup>(6)</sup>.

Em outro estudo, Agrawal *et al.*<sup>(12)</sup>, encontraram o valor do volume médio da cavidade vítrea de  $4,46 \pm 0,83$  ml (2,8–8,1 ml), o que difere um pouco dos valores encontrados nas equações acima, é possível que a diferença seja decorrente da heterogeneidade da amostra que incluía diversos tipos de cirurgia de retina inclusive pacientes afácicos, ou o método utilizado para mensuração do volume descrito pelos autores. Isso sugere que novos estudos de validação e comparação de técnicas de mensuração do volume podem ser necessários<sup>(12)</sup>.

Em nosso estudo, não encontramos diferença significativa no VEV entre homens e mulheres, diferentemente dos achados de Azhdam *et al.*<sup>(6)</sup>, Wong *et al.*<sup>(22)</sup> e Shufelt *et al.*<sup>(23)</sup>, que relataram volumes maiores da câmara vítrea em homens. Essa divergência provavelmente se deve aos menores comprimentos axiais observados nas amostras não estratificadas desses estudos. Apesar do estudo de Azhdam *et al.*<sup>(6)</sup>, ter indicado que o VEV diminui com a idade, nossos resultados não encontraram a idade como fator importante na estimativa do VEV<sup>(6)</sup>.

O gráfico mostrando a correlação entre CA e VEV sugere uma expansão não linear da câmara vítrea (Figura 6). Chau *et al.*<sup>(13)</sup>, demonstraram que, apesar do

tamanho maior, olhos míopes não estão associados a órbitas maiores<sup>(13)</sup>. Isso pode ser devido à restrição anatômica imposta pelas paredes ósseas orbitais<sup>(14)</sup>. Wen *et al.*<sup>(15)</sup>, mostraram que, embora os comprimentos axial, horizontal, vertical e o volume de olhos altamente míopes sejam maiores que os de olhos emétopes, há um aumento maior do AL em relação aos comprimentos horizontal e vertical<sup>(15)</sup>.

A forma de olhos não míopes é descrita pelo modelo de expansão global, enquanto a forma de olhos míopes é descrita pelo modelo de alongação axial<sup>(16)</sup>. Atchison *et al.*<sup>(14)</sup> mostraram que as cavidades *vítreas* de olhos com estafiloma apresentam volumes menores do que as de olhos com expansão equatorial ou global<sup>(14)</sup>. Essa expansão irregular da câmara vítrea e a natureza tridimensional da medição de volumes provavelmente explicam a maior adequação de fórmulas de regressão polinomial cúbica em relação às de regressão linear para a estimativa de volumes.

Uma limitação deste estudo foi a avaliação do VEV, que corresponde ao vazio na câmara *vítrea* produzido pela troca fluido-ar após a vitrectomia, em vez do VCV<sup>(8)</sup>. Isso corresponde ao VCV deduzido do volume residual de vítreo após a vitrectomia. Com base na diferença entre a tabela de diretrizes ALVIS e a fórmula VIVEX, estimamos que isso representa cerca de 5%-10% do VCV<sup>(7)</sup>. Outra limitação é que a tabela ALVIS não inclui valores biométricos extremos ( $AL < 20$  mm ou  $AL > 32$  mm), não sendo aplicável a pacientes com nanofthalmia ou crianças muito pequenas.

Este estudo também apresentou pontos fortes. Entre eles está a ampla faixa de tamanhos oculares incluídos em nossa amostra (20-32 mm), tanto para indivíduos fáticos quanto pseudofáticos, e para ambos os sexos. Embora os pseudofáticos tenham apresentado um VEV mediano aproximadamente 0,2–0,3 mL maior que o dos fáticos, a diferença entre os grupos não foi significativa. Em pacientes fáticos, a lente tem, em média, 4 mm de espessura e 8,9 mm de diâmetro, enquanto a lente intraocular é menos espessa, ocupando menos espaço na câmara anterior e na cavidade *vítrea*<sup>(17)</sup>. O VEV foi semelhante entre os olhos direito e esquerdo.

Este estudo amplia a discussão sobre o uso de doses fixas de medicamentos intravítreos. Nossos achados sugerem que podemos estar administrando doses subterapêuticas a pacientes míopes e doses excessivamente altas a hipermetropes, como demonstra Borkenstein *et al.*<sup>(35)</sup> onde, utilizando a fórmula por ele descrita

previamente, sugere ajustes da dose de diversas medicações baseadas no volume vítreo<sup>(35)</sup>.

Kazajkin e Ponomarev apresentaram um método para estimar doses individualizadas de antibióticos intravítreos, visando reduzir o risco de danos tóxicos à retina<sup>(34)</sup>. Por exemplo, a dose intravítrea padrão do antibiótico amicacina, usada para tratar endoftalmite, é de 0,4 mg<sup>(33)</sup>. Utilizando essa abordagem de estimativa de dose, para um paciente hipermetrope com um CA de 22 mm e um VEV de 4 mL, administraríamos uma dose de 0,10 mg/mL. No entanto, para um paciente míope com um CA de 29 mm e um VEV de 8 mL, a dose seria de 0,05 mg/mL, 50% menor<sup>(34)</sup>.

Esse mesmo raciocínio se aplica a outros medicamentos intravítreos utilizados no tratamento de endoftalmite, como vancomicina, cefalosporinas e antifúngicos, cujas doses excessivas são conhecidas por serem tóxicas para a retina. Tanaka et al.<sup>(8)</sup> demonstraram que as medições do VEV também podem ser úteis no ajuste de medições de gás *intravítreo*.

Neste estudo, desenvolvemos novas diretrizes para a determinação do VEV utilizando o comprimento axial (ALVIS - *axial length to estimate the volume of the vitrectomized space*). Uma comparação intra-indivíduos entre as medições do VEV pela ALVIS e as obtidas por imagem e durante cirurgias em pesquisas futuras ajudaria a estabelecer a precisão dessa abordagem.

## 7 CONCLUSÕES

Foi proposta uma equação universal para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho:

$$VEV = 0,000589052857847605 \times CA^3 - 0,0251149264015827 \times CA^2 + 0,685961117595624 \times CA - 5,08822667262079;$$

Foi proposta uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho em pacientes fáticos:

$$VEV = 0.00103429901510577 \times CA^3 - 0.05897462554154010 \times CA^2 + 1.53324263765618000 \times CA - 12.17707716871570000;$$

Foi proposta uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho em pacientes pseudofáticos:

$$VEV = 0.000257650933942255 \times CA^3 - 0.000254243606800954 \times CA^2 + 0.073526643373386200 \times CA - 0.022149428847888500.$$

## REFERÊNCIAS

1. Lee B, Litt M, Buchsbaum G. Rheology of the vitreous body. Part I: viscoelasticity of human vitreous. *Biorheology*. 1992;29(5–6):521–33.
2. Sebag J, Balazs EA. Morphology and ultrastructure of human vitreous fibers. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1989;30(8):1867–71.
3. Kleinberg TT, Tzekov RT, Stein L, Ravi N, Kaushal S. Vitreous substitutes: a comprehensive review. *Surv Ophthalmol*. 2011;56(4):300–23.
4. Varela-Fernández R, Díaz-Tomé V, Luaces-Rodríguez A, Conde-Penedo A, García-Otero X, Luzardo-Álvarez A, et al. Drug Delivery to the Posterior Segment of the Eye: Biopharmaceutic and Pharmacokinetic Considerations. *Pharmaceutics*. 2020;12(3):269.
5. Zhou J, Tu Y, Chen Q, Wei W. Quantitative analysis with volume rendering of pathological myopic eyes by high-resolution three-dimensional magnetic resonance imaging. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(42):e22685.
6. Azhdam AM, Goldberg RA, Ugradar S. In vivo measurement of the human vitreous chamber volume using computed tomography imaging of 100 eyes. *Transl Vis Sci Technol*. 2020;9(1):2–5.
7. Borkenstein AF, Borkenstein EM, Langenbacher A. VIVEX: A formula for calculating individual vitreous volume: A new approach towards tailored patient dosing regime in intravitreal therapy. *Ophthalmol Ther*. 2023;13(11):205-19.
8. Tanaka H, Tanikawa A, Shimada Y, Miyake Y, Mizuguchi T, Horiguchi M. Measurement of the volume of the vitrectomized space during vitrectomy in myopic patients with retinal detachment. *Jpn J Ophthalmol*. 2020;1-6.
9. de Santana JM, Cordeiro GG, Soares DTC, Costa MR, Paashaus da Costa Pinto A, Lira RPC. Use of axial length to estimate the vitreous chamber volume in pseudophakic. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021;259(6):1471–5.
10. Tanaka H, Nitoh K, Atsuhiko A, Shimada Y, Kuze M, Nakamura A, Horiguchi M. Measurement of volume of vitreous space during vitrectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50(13):3169.
11. Kaplan HJ, Chiang CW, Chen J, Song SK. Vitreous volume of the mouse measured by quantitative high-resolution MRI. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(13):4414.

12. Agrawal S, Shanmugam PM, Mishra DK, Ramanjulu R, Ravishankar HN, Sagar P, Sahare H, Suryakanth S. Volume measurement of the vitrectomised eye and its applications in practice. *Indian J Ophthalmol*. 2024;72(10):1501-5.
13. Chau A, Fung K, Pak K, Yap M. Is eye size related to orbit size in human subjects? *Ophthalmic Physiol Opt*. 2004;24(1):35–40.
14. Atchison DA, Jones CE, Schmid KL, Pritchard N, Pope JM, Strugnell WE, et al. Eye Shape in Emmetropia and Myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45(10):3380–6.
15. Wen B, Yang G, Cheng J, Jin X, Zhang H, Wang F, et al. Using High-Resolution 3D Magnetic Resonance Imaging to Quantitatively Analyze the Shape of Eyeballs with High Myopia and Provide Assistance for Posterior Scleral Reinforcement. *Ophthalmologica*. 2017;238(3):154–62.
16. Matsumura S, Kuo AN, Saw SM. An Update of Eye Shape and Myopia. *Eye Contact Lens*. 2019;45(5):279.
17. Waiswol M, Cursino JW, Cohen R. [Variation of human lens dimensions according to age]. *Arq Bras Oftalmol*. 2001;64(6):507–12.
18. Sebag J, Hageman GS. Interfaces. *Eur J Ophthalmol*. 2000;10(1):1-3.
19. Bishop PN. Structural macromolecules and supramolecular organisation of the vitreous gel. *Prog Retin Eye Res*. 2000;19(3):323-44.
20. Standring S, Borley RN. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 40<sup>th</sup> ed. London: Churchill Livingstone; 2008.
21. Luyckx-Bacus J, Weekers JF. Etude biometrique de l'oeil humain par ultrasonographie. *Bull Soc Belge Ophtalmol*. 1966;143(1):552–67.
22. Wong TY, Foster PJ, Ng TP, Tielsch JM, Johnson GJ, Seah SKL. Variations in Ocular Biometry in an Adult Chinese Population in Singapore: The Tanjong Pagar Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001;42(1):73–80.
23. Shufelt C, Fraser-Bell S, Ying-Lai M, Torres M, Varma R. Refractive Error, Ocular Biometry, and Lens Opalescence in an Adult Population: The Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(12):4450–60.
24. Wang J, McLeod D, Henson DB, Bishop PN. Age-dependent changes in the basal retinovitreal adhesion. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(5):1793-800.
25. Sebag J. Age-related differences in the human vitreoretinal interface. *Arch Ophthalmol*. 1991;109(7):966-71.

26. Heegaard S. Morphology of the vitreoretinal border region. *Acta Ophthalmol Scand Suppl.* 1997;(222):1-31.
27. Kaufman PL, Adler FH, Levin LA, Alm A, editors. *Adler's physiology of the eye.* USA: Saunders Elsevier; 2011.
28. Zimmerman RL. In vivo measurements of the viscoelasticity of the human vitreous humor. *Biophys J.* 1980;29(3):539-44.
29. Lund-Andersen H. Adler's physiology of the eye (vitreous). In: Kaufman PL, Alm A, editors. 10<sup>th</sup> ed. St. Louis (MO): Mosby; 2003.
30. Kleinberg TT, Tzekov RT, Stein L, Ravi N, Kaushal S. Vitreous substitutes: a comprehensive review. *Surv Ophthalmol.* 2011;56(4):300-23.
31. Heimann H, Zou X, Jandek C, Kellner U, Bechrakis NE, Kreusel KM, Helbig H, Krause L, Schüler A, Bornfeld N, Foerster MH. Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: an analysis of 512 cases. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2006;244(1):69-78.
32. Alovisei C, Panico C, de Sanctis U, Eandi CM. Vitreous Substitutes: Old and New Materials in Vitreoretinal Surgery. *J Ophthalmol.* 2017;3172138.
33. Endophthalmitis Vitrectomy Study Group. Results of the Endophthalmitis Vitrectomy Study: A Randomized Trial of Immediate Vitrectomy and of Intravenous Antibiotics for the Treatment of Postoperative Bacterial Endophthalmitis. *Arch Ophthalmol.* 1995;113(12):1479–96.
34. Kazajkin BH, Ponomarev BO. Study of the Effectiveness of Precision Doses of Antibiotics in the Treatment of Induced Acute Bacterial Postoperative Endophthalmitis in an Experiment. *Ophthalmol Russ.* 2019;16(4):522–8.
35. Borkenstein AF, Borkenstein EM, Presser A. Calculated Drug Concentrations in Currently Available Intravitreal Therapies: Determination of Dilution Factor and Deviation From Recommended Doses. *Cureus.* 2024;16(7):e65888.

## ANEXO A – TRABALHO PUBLICADO NOS ARQUIVOS BRASILEIROS DE OFTALMOLOGIA

Arquivos Brasileiros de

Oftalmologia

ORIGINAL ARTICLE

### Estimating the volume of the vitrectomized space using axial length: a guideline

Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira<sup>1</sup>, Andrea Andrade Azevedo de Vasconcelos<sup>1</sup>, Valesca Castro Neri<sup>1</sup>, Juliana Moreira de Santana<sup>1</sup>, Luiz Felipe Lynch de Moraes<sup>1</sup>, Gabriel Rocha Lira<sup>1</sup>, Maria Isabel Lynch Gaete<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

**ABSTRACT | Purpose:** The volume of the vitreous chamber varies with the size of the eye. The space created in the vitreous cavity by a vitrectomy is called the vitrectomized space. The volume of the vitrectomized space is strongly correlated with the axial length of the eye. This study aims to present guidelines for estimating the using participants stratified by axial length, sex, and history of cataract surgery. **Methods:** This retrospective, observational, cross-sectional study included 144 randomly selected participants who underwent vitrectomies between 2013 and 2023. Before surgery, the axial lengths of participants' eyes were measured using optical biometrics. The axial lengths of the eyes in our sample were between 20-32 mm. In all cases, a complete vitrectomy was performed, followed by complete fluid-air exchange and injection of a balanced saline solution. The volume infused was recorded. **Results:** The median (interquartile range; range) volume of the vitrectomized space was 6.1 (3.8; 3.1-11.3) mL in men and 6.1 (3.3; 3.2-11.2) mL in women ( $p=0.811$ ). The median volume of the vitrectomized space was 5.9 (3.6; 3.1-11.2) mL in patients with phakic lenses and 6.25 (3.6; 3.3-11.3) mL in those with pseudophakic lenses ( $p=0.533$ ). A positive correlation was found between the axial length and the volume of the vitrectomized space in this sample ( $r=0.968$ ;  $p<0.001$ ). In a cubic polynomial regression, the coefficient of determination was 0.948. Similar results were observed in both sexes and in both phakic and pseudophakic patients. The estimated cubic polynomial regression equation for this sample was  $VVS=0.000589052857847605 \times AL^3 - 0.025114926401582700 \times AL^2 + 0.685961117595624000 \times AL - 5.088226672620790000$ .

**Conclusion:** We developed this axial length estimation of the volume of vitrectomized space as a guideline for the determination of vitrectomized space volume using axial length.

**Keywords:** Cataract extraction; Retinal perforations/surgery; Epiretinal membrane/surgery; Vitreous body; Axial length, eye; Vitrectomy; Biometry/methods; Diagnostic techniques, ophthalmological; Guidelines as topic.

#### INTRODUCTION

The vitreous chamber is the largest structure in the eye but varies in volume between individuals<sup>(1-3)</sup>. Several intraocular drugs can already be applied to this site, and there is an increasing number of new therapeutic agents designed for injection or implantation in the vitreous cavity<sup>(4)</sup>. Information on vitreous volume is necessary to understand the behavior of these agents once they are deposited in the vitreous<sup>(5)</sup>.

Azhdam et al.<sup>(6)</sup> evaluated 100 eyes using high-resolution computed tomography (CT). They found an average vitreous cavity volume (VCV) of 4.65 ( $\pm 0.47$ ) mL in women and 4.97 ( $\pm 0.46$ ) mL in men, with a positive correlation between axial length (AL) and VCV. They also demonstrated that the mean VCV is greater than the previously estimated 4 mL. A recent retrospective study used magnetic resonance imaging (MRI) scans from 72 eyes to develop a formula for the calculation of vitreous volume<sup>(7)</sup>.

Vitrectomized volume space (VVS) is a recent concept that describes the space created in the vitreous cavity by vitrectomy. This space is generally slightly smaller than the VCV as there is usually some residual vitreous after vitrectomy. Following a vitrectomy, the VVS is filled with a vitreous substitute (gas, perfluorocarbon liquids, silicone oil, natural polymers, gels, or hydrogels)<sup>(8)</sup>.

Tanaka et al.<sup>(8)</sup> performed VVS volume measurements during the phacovitrectomies of 156 myopic individuals (average AL > 26 mm) with retinal detachment to cal-

Submitted for publication: August 1, 2024  
Accepted for publication: October 3, 2024

**Funding:** This study received no specific financial support.

**Disclosure of potential conflicts of interest:** The authors declare no potential conflicts of interest.

**Corresponding author:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira.  
E-mail: rodrigopclira@hotmail.com

**Approved by the following research ethics committee:** Universidade Federal de Pernambuco, Campus Recife – UFPE/Recife (CAAE: 6780 B23.0.0000.5208).

 This content is licensed under a Creative Commons Attributions 4.0 International License.

<http://dx.doi.org/10.5935/0004-2749.2024-0229>

Arq Bras Oftalmol. 2025;88(4):e2024-0229

1

culate the amount of 100% sulfur hexafluoride 6 (SF<sub>6</sub>) required to achieve the target concentration (15%) in the vitreous cavity. In another study, VVS measurements were taken from 114 individuals with pseudophakic lenses (26 mm > AL > 21 mm) with macular holes or epiretinal membranes<sup>(9)</sup>. Again, both of these studies identified a strong positive correlation between AL and VVS ( $p < 0.01$ ).

Determining the relationship between VVS and AL may be useful in clinical research as it could increase dosage precision when administering intravitreal pharmacological agents, such as antibiotics and chemotherapeutic drugs, and vitreous substitutes after vitrectomy. This study aimed to develop guidelines for the estimation of VVS using AIs.

## METHODS

### Patients

This retrospective, observational, cross-sectional study included individuals who underwent vitrectomy surgery for macular holes, epiretinal membranes, or vitreous opacities between 2013 and 2023 in Recife, Brazil. The study was approved by the Research Ethics Committee of the Clinical Hospital of the Federal University of Pernambuco (UFPE) (CAAE no. 26684819.4.0000.8807). All participants signed an informed consent form after receiving relevant information on the risks and benefits of their surgical procedure.

The inclusion criteria were an age > 21 years and eyes with an AL between 20-32 mm. The exclusion criteria were a history of other vitreoretinal surgeries, cataract surgery complications that compromised the intraocular lens position, and other vitreoretinal diseases. From the 368 individuals identified who met these criteria, 144 were randomly selected and stratified by AL, sex, and history of cataract surgery. The participants were grouped into blocks of 12 for each 1 mm interval of AL (six phakic and six pseudophakic, with three males and three females in each subgroup).

### Procedures

Before surgery, the AL of each eye was measured using optical biometrics (IOLMaster®, Carl Zeiss®, Germany). All patients underwent the same surgical procedure, which was performed by the same surgeon. This consisted of complete pars plana vitrectomy with vitreous base scraping (Constellation® vitrectomy system, Alcon Laboratories, USA). This was done using

23- or 25-gauge vitrectomy probes, three ports, and valved trocars inserted into the sclera 3.5-4 mm from the limbus. A complete air-fluid exchange was performed. Then, the air infusion pressure was adjusted to 10 mmHg to maintain the ocular volume, with air injected through the inferior temporal trocar. Balanced saline solution was injected through the superior temporal trocar using a 10 mL syringe in 0.2 mL increments (BD Medical®, Brazil) and/ or a 1 mL syringe in 0.1 mL increments (BD Medical®). During the final phase of filling the vitreous cavity with the solution, the trocars were carefully monitored for leaks, and the air infusion tube was temporarily closed to avoid reflux. The volume infused was recorded in each case.

### Statistical analyses

The Shapiro-Wilk test was used to evaluate the normality of continuous data distributions. Normally distributed variables were expressed as means and standard deviations (SDs). Non-normally distributed variables were expressed as medians and interquartile ranges (IQRs). Between-group differences in independent continuous variables were compared using the student's t-test with normally distributed data and the Mann-Whitney U test for non-normal distributions. With continuous, non-normally distributed variables, between-group comparisons were made using the Wilcoxon signed rank test. The correlation between AL (the independent variable) and VVS (the dependent variable) was calculated using Pearson's linear correlation coefficient. The coefficient of determination (R<sup>2</sup>) was also calculated. A cubic polynomial regression was conducted to fit the equation:

$$Y = A + BX + CX^2 + DX^3$$

where Y is the VVS of the eye, X is the AL, and A, B, C, and D are the coefficient constants. All statistical analyses were performed using SPSS for Windows, version 21 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The p-values were bilateral, and statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

## RESULTS

The cohort in this study comprised 144 individuals who underwent vitrectomy surgery during the study period. The median (IQR; range) participant age was 60 (14; 38-79) years. In 74 of the participants (51.4%), the right eye was vitrectomized, in the remaining 70 (48.6%), the left eye. The median (IQR; range) AL was

25.93 (6.13; 20.01-31.99) mm (Table 1). The median (IQR; range) VVS was 6.1 (3.6; 3.1-11.3) mL. In men, the median (IQR; range) VVS was 6.1 (3.8; 3.1-11.3) mL; in women it was 6.1 (3.3; 3.2-11.2) mL (p=0.811). In participants with phakic lenses, the median VVS was 5.9 (3.6; 3.1-11.2) mL; in those with pseudophakic lenses, it was 6.25 (3.6; 3.3-11.3) mL (p=0.533) (Table 2). In those who underwent surgery in the right eye, the median (IQR; range) VVS was 6.05 (3.9; 3.3-11.3) mL; in those who underwent surgery in the left eye, it was 6.3 (3.4; 3.1-11.2) mL (p=0.577).

A positive Pearson correlation coefficient (r=0.968; p<0.001) was found between AL and VVS. The cubic polynomial regression coefficient of determination was 0.948. Similar correlational results were observed in both sexes, and in both phakic and pseudophakic patients (Table 3). The estimated cubic polynomial regression equation for this sample was:

$$VVS = 0.000589052857847605 \times AL^3 - 0.0251149264015827 \times AL^2 + 0.685961117595624 \times AL - 5.08822667262079 \text{ (Figure 1).}$$

We found no significant correlation between age and VVS (r=0.132; p=0.116) or between age and AL (r=0.056; p=0.504).

Based on the above cubic polynomial equation derived from our *in vivo* data, Table 4 was compiled as a guideline for the determination of VVS using the AL. This lists AL values from 20 to 32 mm in 0.5 mm increments with the corresponding VVS for each. For each AL, the table provides a general VVS and the corresponding VVSs for patients with phakic and pseudophakic lenses. Thus, Table 4 constitutes our guideline for the use of axial length to estimate the volume of vitrectomized space (ALVIS).

**DISCUSSION**

Several previous studies have reported a correlation between eye AL and the VCV or VVS<sup>(5-9)</sup>. The results of the present study were concordant with the existing literature and showed his to be a sufficiently strong correlation to allow accurate VVS estimation from the AL

**Table 1.** Descriptive statistics for the axial lengths (mm) of study participants grouped by lens (phakic or pseudophakic) and sex

	All participants			Phakic			Pseudophakic		
	All	M	F	All	M	F	All	M	F
No.	144	72	72	72	36	36	72	36	36
Mean	25.99	26.00	25.99	26.00	26.04	25.97	25.98	25.96	26.00
Median	25.93	25.93	25.87	25.89	25.89	25.95	25.93	25.93	25.87
SD	3.48	3.50	3.49	3.50	3.53	3.51	3.50	3.5	3.53
IQR	6.13	6.18	6.18	6.20	6.36	6.18	6.17	6.17	6.41
Range	11.98	11.94	11.86	11.98	11.79	11.74	11.82	11.71	11.72
Minimum	20.01	20.05	20.01	20.01	20.20	20.01	20.05	20.05	20.15
Maximum	31.99	31.99	31.87	31.99	31.99	31.75	31.87	31.76	31.87

IQR= interquartile range; F= female; M= male; N= number of participants; SD= standard deviation.

**Table 2.** Descriptive statistics for the volume of the vitrectomized space (mL) of study participants grouped by lens (phakic or pseudophakic) and sex

	All participants			Phakic			Pseudophakic		
	All	M	F	All	M	F	All	M	F
No.	144	72	72	72	36	36	72	36	36
Mean	6.4	6.5	6.3	6.3	6.3	6.2	6.5	6.6	6.4
Median	6.1	6.1	6.1	5.9	5.95	5.9	6.25	6.2	6.3
SD	2.1	2.2	2.0	2.1	2.2	2.0	2.1	2.3	2.0
IQR	3.6	3.8	3.3	3.6	3.9	3.2	3.6	3.8	3.6
Range	8.2	8.2	8.0	8.1	7.9	8.0	8.0	7.7	7.2
Minimum	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.6	3.3
Maximum	11.3	11.3	11.2	11.2	11.0	11.2	11.3	11.3	10.5

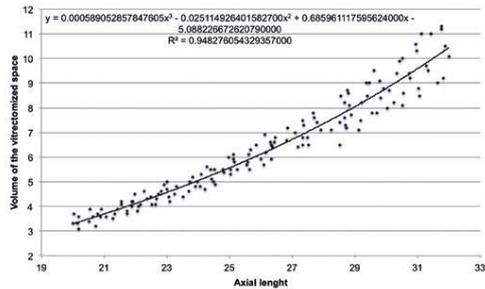
IQR= interquartile range; F= female; M= male; N= number of participants; SD= standard deviation.

Estimating the volume of the vitrectomized space using axial length: a guideline

**Table 3.** Correlations between the axial length of the eye and the volume of the vitrectomized space in vitrectomy recipients and cubic polynomial regression

	Pearson's correlation coefficient	p	Cubic polynomial regression (R <sup>2</sup> )
All participants	0.968	<0.001	0.948
Phakic			
All	0.969	<0.001	0.950
Male	0.968	<0.001	0.954
Female	0.971	<0.001	0.955
Pseudophakic			
All	0.970	<0.001	0.951
Male	0.972	<0.001	0.964
Female	0.982	<0.001	0.966

AL= axial length of the eye; R<sup>2</sup>= coefficient of determination; VVS= volume of vitrectomized space.



**Figure 1.** Correlations between the axial length of the eye and the volume of the vitrectomized space in vitrectomy recipients

value. As the correlation was positive, the VVS increased with increases in the AL. The coefficient of determination showed that more than 90% of VVS variation was attributable to AL (R<sup>2</sup>=0.968). The significant correlation between the VVS and AL is shown in the following equation:

$$VVS = 0.000589052857847605 \times AL^3 - 0.0251149264015827 \times AL^2 + 0.685961117595624 \times AL - 5.08822667262079$$

(r=0.968; p<0.001).

A number of previous studies have described other approaches to VCV and/ or VVS estimation. Azhdam et al. evaluated the VCV using CT images from 100 eyes with ALs between 22-27 mm<sup>(6)</sup>. Borkenstein et al.

**Table 4.** Reference guidelines for using eye axial length to estimate the volume of the vitrectomized space (ALVIS)

Axial length (mm)	Volume of the vitrectomized space (mL)		
	General	Phakic	Pseudophakic
20.0	3.3	3.2	3.4
20.5	3.5	3.4	3.6
21.0	3.7	3.6	3.8
21.5	3.9	3.8	4.0
22.0	4.1	4.0	4.2
22.5	4.3	4.2	4.4
23.0	4.6	4.5	4.7
23.5	4.8	4.7	4.9
24.0	5.1	5.0	5.2
24.5	5.3	5.2	5.4
25.0	5.6	5.5	5.7
25.5	5.8	5.7	5.9
26.0	6.1	6.0	6.2
26.5	6.4	6.3	6.5
27.0	6.7	6.6	6.8
27.5	7.0	6.9	7.1
28.0	7.4	7.3	7.5
28.5	7.7	7.6	7.8
29.0	8.0	7.9	8.1
29.5	8.4	8.3	8.5
30.0	8.8	8.7	8.9
30.5	9.2	9.1	9.3
31.0	9.6	9.5	9.7
31.5	10.0	9.9	10.1
32.0	10.4	10.3	10.5

evaluated the VCV using MRI scans of 72 eyes with ALs between 20-30 mm<sup>(7)</sup>. Tanaka et al. took intraoperative VVS measurements during the phacovitrectomies of 156 eyes with ALs between 26-30 mm<sup>(8)</sup>. This was achieved through measurement of the volume of fluid aspirated during fluid-air exchange. In the present study, our participants underwent vitrectomies and the volume infused into the vitreous chamber after air-fluid exchange was measured in 144 eyes with ALs between 20-32 mm. This covered a wider biometric range than these previous studies.

To allow a comparison between our volume estimation equation and those of the above three studies<sup>(6-8)</sup>, we used the data from eyes in the present study with ALs

in the range of 26-27 mm as this biometric range was common to all four studies. We input the biometric data (AL) of these participants into our equation, as follows:  
Volume =  $0.000589052857847605 \times AL^3 - 0.0251149264015827 \times AL^2 + 0.685961117595624 \times AL - 5.08822667262079$

Using the relevant data from the present study, we also applied the equation obtained by Tanaka et al.<sup>(6)</sup>:

Volume =  $-9.29 + 0.60 \times AL$ , the equation obtained by Azhdam et al.<sup>(6)</sup>:

Volume =  $-4.2838 + 0.37493 \times AL$ , and an equation derived from the study by Borkenstein et al.<sup>(7)</sup>:

Volume =  $0.000140020398417651 \times AL^3 + 0.00562156161649195 \times AL^2 + 0.0823660330762208 \times AL - 1.66380687175514$ .

According to the equation from the current study, the median (IQR) vitreous cavity volume of the cohort was 6.3 (0.2) mL. 6.5 (0.2) mL According to the equation of Tanaka et al.<sup>(6)</sup>, the median (IQR) vitreous cavity volume of the cohort was 6.5 (0.2) mL. According to the equation of Azhdam et al.<sup>(6)</sup>, the median (IQR) vitreous cavity volume of the cohort was 5.6 (0.1) mL. And, according to the equation derived from the study by Borkenstein et al.<sup>(7)</sup>, the median (IQR) vitreous cavity volume of the cohort was 7.0 (0.3) mL. Although not the main focus of this study, these data were somewhat surprising. By supposedly measuring the total volume of the vitreous cavity, it would be expected that the volumes obtained using the equation of Azhdam et al.<sup>(6)</sup> would be greater than those from the other three. Since this was not the case, our comparison suggests that this computed tomography-derived equation underestimates volumes.

In the current study, we found no significant difference in VVS between men and women. This was contrary to the findings of Azhdam et al.<sup>(6)</sup>, Wong et al.<sup>(10)</sup>, and Shufelt et al.<sup>(11)</sup>, all of whom found the volume of the vitreous chamber to be slightly larger in men than in women. This was probably due to the smaller ALs observed in the non-stratified samples of these three studies. Although the study by Azhdam et al.<sup>(6)</sup> indicated that VVS decreases with age, our results did not find age to be an important factor in the estimation of VVS.

The graph showing the correlation between AL and VVS suggests a nonlinear expansion of the vitreous chamber (Figure 1). Chau et al.<sup>(12)</sup> showed that, despite their greater size, myopic eyes are not associated with a

larger orbit. Therefore, the altered shape of myopic eyes may be due to the anatomical restriction imposed by the orbital bone walls<sup>(13)</sup>. Wen et al.<sup>(14)</sup> showed that, although the AL, horizontal length, vertical length, and volume of highly myopic eyes are greater than those of emmetropic eyes, there is a greater increase in myopia of the AL than of the vertical and horizontal lengths. The shape of nonmyopic eyes is described by the global expansion model, while the shape of myopic eyes is described by the axial elongation model<sup>(15)</sup>. Atchison et al.<sup>(13)</sup> have shown that the vitreous cavities of eyes with staphyloma have lower volumes than those of eyes with equatorial stretching or global expansion. This irregular expansion of the vitreous chamber and the three-dimensional nature of volume measurement likely explain the greater suitability of cubic polynomial than linear regression formulas to volume estimation.

A limitation of this study was our evaluation of VVS, which corresponds to the void in the vitreous chamber produced by air-fluid exchange after vitrectomy, rather than VCV<sup>(6)</sup>. This corresponds to the VCV deduced from the residual vitreous volume after vitrectomy, which we based on the difference between the ALVIS guideline table and the VIVEX formula table, we estimate that this represents around 5%-10% of the VCV<sup>(7)</sup>. Another limitation is that the ALVIS table does not include extreme biometric values ( $AL < 20$  mm or  $AL > 32$  mm); therefore, it is not applicable to patients with nanophthalmos or very young children.

This study also had some strengths. Among these was the wide ocular size range included in our sample (20-32 mm), both for phakic and pseudophakic individuals, and for both sexes. Although the pseudophakics presented a median VVS approximately 0.2-0.3 mL greater than that of the phakics, the difference between the groups was not significant. In phakic patients, the lens is, on average, 4 mm thick and 8.9 mm in diameter, while the intraocular lens is less than half that thickness, taking up less space in the anterior chamber and vitreous cavity<sup>(16)</sup>. The VVS was found to be similar between the right and left eyes.

This study broadens the discussion about the use of fixed doses of intravitreal drugs. Our findings suggest that we may be administering subtherapeutic doses to myopic patients and excessively high doses to hypero-

Estimating the volume of the vitrectomized space using axial length: a guideline

pic patients. Kazajkin and Ponomarev have presented a means of individualized dose estimation for use with intravitreal antibiotics to reduce the risk of toxic damage to the retina<sup>(17)</sup>. For example, the standard intravitreal dose of the antibiotic amikacin used to treat endophthalmitis is 0.4 mg<sup>(18)</sup>. Using the above dose estimation approach, for a hyperopic patient with an AL of 22 mm and a VVS of 4 mL, we would administer a dose of 0.10 mg/mL. However, for a myopic patient with an AL of 29 mm and a VVS of 8 mL, we would administer a dose of 0.05 mg/mL; 50% lower<sup>(17)</sup>. The same reasoning applies to other intravitreal drugs used to treat endophthalmitis such as vancomycin, cephalosporins, and antifungals, excessive doses of which are known to be toxic to the retina. Tanaka et al.<sup>(8)</sup> have demonstrated that VVS measurements can also be useful in the adjustment of intravitreal gas measurements.

In this study, we have developed new guidelines for the determination of the VVS using the AL (ALVIS [axial length to estimate the volume of the vitrectomized space]). A within-subjects comparison of ALVIS VVS measurements with those obtained using imaging and those obtained during surgery in future research would help to establish the accuracy of this approach.

#### AUTHORS' CONTRIBUTIONS

**Significant contribution to conception and design:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira. **Data acquisition:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, Andrea Andrade Azevedo de Vasconcelos, Valesca Castro Neri, Juliana Moreira de Santana, Luiz Felipe Lynch de Moraes, Gabriel Rocha Lira. **Data analysis and interpretation:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, Andrea Andrade Azevedo de Vasconcelos, Valesca Castro Neri, Juliana Moreira de Santana, Luiz Felipe Lynch de Moraes, Gabriel Rocha Lira, Maria Isabel Lynch Gaete. **Manuscript drafting:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, Andrea Andrade Azevedo de Vasconcelos, Valesca Castro Neri, Juliana Moreira de Santana, Luiz Felipe Lynch de Moraes, Gabriel Rocha Lira, Maria Isabel Lynch Gaete. **Significant intellectual content revision of the manuscript:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, Andrea Andrade Azevedo de Vasconcelos, Valesca Castro Neri, Juliana Moreira de Santana, Luiz Felipe Lynch de Moraes, Gabriel Rocha

Lira, Maria Isabel Lynch Gaete. **Final approval of the submitted manuscript:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, Andrea Andrade Azevedo de Vasconcelos, Valesca Castro Neri, Juliana Moreira de Santana, Luiz Felipe Lynch de Moraes, Gabriel Rocha Lira, Maria Isabel Lynch Gaete. **Statistical analysis:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira. **Obtaining funding:** not applicable. **Supervision of administrative, technical, or material support:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira. **Research group leadership:** Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira.

#### REFERENCES

1. Lee B, Litt M, Buchsbaum G. Rheology of the vitreous body. Part I: viscoelasticity of human vitreous. *Biorheology*. 1992;29(5-6):521-33.
2. Sebag J, Balazs EA. Morphology and ultrastructure of human vitreous fibers. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1989;30(8):1867-71.
3. Kleinberg TT, Tzekov RT, Stein L, Ravi N, Kaushal S. Vitreous substitutes: a comprehensive review. *Surv Ophthalmol*. 2011;56(4):300-23.
4. Varela-Fernández R, Díaz-Tomé V, Luaces-Rodríguez A, Conde-Penedo A, García-Otero X, Luzardo-Álvarez A, et al. Drug delivery to the posterior segment of the eye: biopharmaceutic and pharmacokinetic considerations. *Pharmaceutics*. 2020;12(3):269.
5. Zhou J, Tu Y, Chen Q, Wei W. Quantitative analysis with volume rendering of pathological myopic eyes by high-resolution three-dimensional magnetic resonance imaging. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(42):e22685.
6. Azhdam AM, Goldberg RA, Ugradar S. In vivo measurement of the human vitreous chamber volume using computed tomography imaging of 100 eyes. *Transl Vis Sci Technol [Internet]*. 2020[cited 23023 Jan 21];9(1):2. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7255624>. 2020;9(1):2.
7. Borkenstein AF, Borkenstein EM, Langenbucher A. VIVEX: a formula for calculating individual vitreous volume: a new approach towards tailored patient dosing regime in intravitreal therapy. *Ophthalmol Ther [Internet]*. 2024 [cited 2024 Nov 25]; 13(1):205-19. Comment in: *Ophthalmol Ther*. 2024;13(8):2285-6. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40123-023-00838-2>. 2024;13(8):2285-6.
8. Tanaka H, Tanikawa A, Shimada Y, Miyake Y, Mizuguchi T, Horiguchi M. Measurement of the volume of the vitrectomized space during vitrectomy in myopic patients with retinal detachment. *Jpn J Ophthalmol*. 2020;64(2):210-5.
9. de Santana JM, Cordeiro GG, Soares DT, Costa MR, Paasha da Costa Pinto A, Lira RP. Use of axial length to estimate the vitreous chamber volume in pseudophakic. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021;259(6):1471-5.
10. Wong TY, Foster PJ, Ng TP, Tielsch JM, Johnson GJ, Seah SK. Variations in ocular biometry in an adult Chinese population in Singapore: The Tanjong Pagar Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001;42(1):73-80.
11. Shufelt C, Fraser-Bell S, Ying-Lai M, Torres M, Varma R; The Los Angeles Latino Eye Study. Refractive error, ocular biometry, and lens opalescence in an adult population: the Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(12):4450-60.

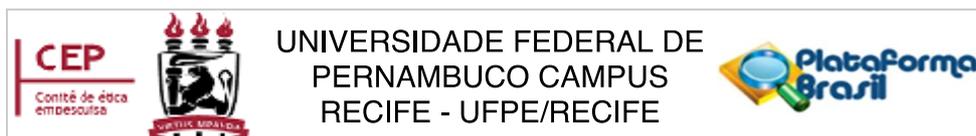
---

Lira RPC, et al.

---

12. Chau A, Fung K, Pak K, Yap M. Is eye size related to orbit size in human subjects? *Ophthalmic Physiol Opt.* 2004;24(1):35-40.
13. Atchison DA, Jones CE, Schmid KL, Pritchard N, Pope JM, Strugnell WE, et al. Eye shape in emmetropia and myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(10):3380-6.
14. Wen B, Yang G, Cheng J, Jin X, Zhang H, Wang F, et al. Using high-resolution 3D magnetic resonance imaging to quantitatively analyze the shape of eyeballs with high myopia and provide assistance for posterior scleral reinforcement. *Ophthalmologica.* 2017;238(3):154-62.
15. Matsumura S, Kuo AN, Saw SM. An Update of eye shape and myopia. *Eye Contact Lens.* 2019;45(5):279-85.
16. Waiswol M, Cursino JW, Cohen R. [Variation of human lens dimensions according to age]. *Arq Bras Oftalmol.* 2001;64(6):507-12. Portuguese.
17. Kazajkin BH, Ponomarev BO. [Study of the effectiveness of precision doses of antibiotics in the treatment of induced acute bacterial postoperative endophthalmitis in an experiment]. *Ophthalmol Russ.* 2019;16(4):522-8.
18. Vitrectomy E. Results of the Endophthalmitis Vitrectomy Study: a randomized trial of immediate vitrectomy and of intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial endophthalmitis. *Arch Ophthalmol.* 1995;113(12):1479-96. Comment in: *Arch Ophthalmol.* 1995;113(12):1555-7. *Arch Ophthalmol.* 1996;114(8):1025; author reply 1026-7. *Arch Ophthalmol.* 2002;120(2):230-1.

## ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Uso do comprimento axial para estimar o volume da câmara vítrea

**Pesquisador:** RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 67801323.0.0000.5208

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.987.081

#### Apresentação do Projeto:

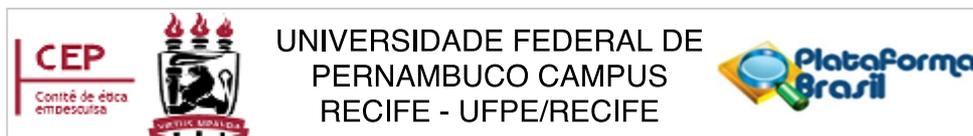
O Projeto sob a apreciação do Comitê de Ética refere-se à proposta de pesquisa docente do Centro de Ciências Médicas, área Acadêmica de Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco, o Prof. Dr. Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira. Trata-se de um estudo observacional retrospectivo a ser realizada na Clínica Oftalmológica Zona Sul, em Recife, Brasil, cujo objetivo é propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea dos pacientes com base no comprimento axial do olho. O estudo será realizado em prontuário médico, incluirá informações de 120 pacientes fâcicos e 120 paciente pseudofâcicos, ambos os grupos com mais de 21 anos, submetidos a cirurgia de vitrectomia devido a buraco macular, a membrana epirretiniana ou a hemorragia vítrea, de 2013 a 2022. Serão excluídos pacientes nos quais não se conseguiu realizar biometria óptica, com história de outras cirurgias vitreoretinianas, com complicações da cirurgia de catarata que comprometam o posicionamento das lentes intraoculares, ou outras doenças vitreoretinianas associadas. O instrumento de coleta será um formulário semiestruturado. Os dados coletados nesta pesquisa, digitados numa planilhas do Software LibreOffice Calc, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador principal pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

#### Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL

Propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no

**Endereço:** Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.987.081

comprimento axial do olho.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho em pacientes fáticos.
- Propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho em pacientes já operados de catarata

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### RISCOS

O pesquisador afirma que por se tratar de um estudo retrospectivo, em pacientes submetidos a cirurgias consagradas e sem procedimentos experimentais, o maior risco é o de vazamento de dados dos prontuários médicos. Para minimizar esse risco, a consulta aos dados dos prontuários será realizada apenas pelo pesquisador principal (Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira). Deste modo, considera-se que a análise de risco esta adequada a metodologia proposta.

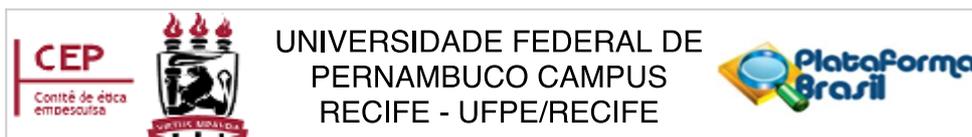
##### BENEFÍCIOS

O pesquisador expõe que será possível propor uma equação para estimar o volume da câmara vítrea em pacientes com base no comprimento axial do olho e que, por se tratar de um estudo retrospectivo, não haverá benefício direto para os pacientes. Como benefício, o pesquisador afirma que para sociedade poderá haver um incremento no conhecimento técnico a respeito do tema em estudo. Deste modo, considera-se que a análise geral está adequada à metodologia proposta.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa simples, mas que apresenta bom referencial teórico. Apesar de sucinta, apresenta inquestionável mérito científico. Os dados coletados na pesquisa utiliza uma medida de simples aferição. A metodologia simples e detalhada, não suscita quaisquer dúvidas. A análise ética, também objetiva, está adequada a metodologia proposta.

**Endereço:** Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.987.081

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos numerados abaixo estão de acordo com as recomendações do CEP:

1. A Folha de Rosto está assinada e carimbada;
2. O Termo de Confidencialidade foi devidamente assinado pelo pesquisador;
3. Dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
4. As informações básicas da Plataforma Brasil estão de acordo com informações do projeto detalhado: Orçamento, cronograma e espaço amostral.
5. Carta de anuência do Clínica Oftalmológica Zona Sul;
6. Projeto detalhado;
7. O Currículo Lattes de todos os envolvidos na referida pesquisa não foram anexados ;

**Recomendações:**

Sem recomendações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências

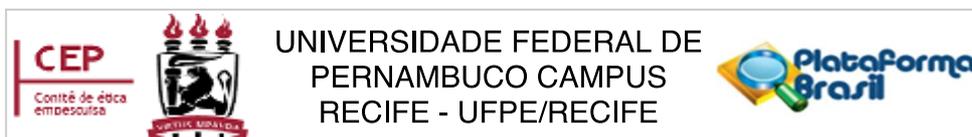
**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO, com autorização para iniciar a coleta de dados. Conforme as instruções do Sistema CEP/CONEP, ao término desta pesquisa, o pesquisador tem o dever e a responsabilidade de garantir uma devolutiva acessível e compreensível acerca dos resultados encontrados por meio da coleta de dados a todos os voluntários que participaram deste estudo, uma vez que esses indivíduos têm o direito de tomar conhecimento sobre a aplicabilidade e o desfecho da pesquisa da qual participaram.

Informamos que a aprovação definitiva do projeto só será dada após o envio da NOTIFICAÇÃO COM O RELATÓRIO FINAL da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final disponível em [www.ufpe.br/cep](http://www.ufpe.br/cep) para enviá-lo via Notificação de Relatório Final, pela Plataforma Brasil. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado. Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada com a devida justificativa.

**Endereço:** Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.987.081

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2099320.pdf	09/03/2023 07:18:57		Aceito
Outros	Lattes_Miyuki_Lucila_Ohmuro.pdf	09/03/2023 07:18:44	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Outros	Lattes_Rodrigo_Pessoa_Cavalcanti_Lira.pdf	09/03/2023 07:18:31	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	09/03/2023 07:17:55	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartaAnuencia.pdf	06/03/2023 23:53:18	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	06/03/2023 23:53:01	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO_E_CONFIDENCIALIDADE.pdf	06/03/2023 23:51:35	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	DISPENSA_DE_TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.pdf	06/03/2023 23:51:03	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	06/03/2023 23:50:39	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_vol_vitreo.pdf	06/03/2023 23:50:23	RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RECIFE, 05 de Abril de 2023

---

**Assinado por:**  
**LUCIANO TAVARES MONTENEGRO**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

## ANEXO C – SOLICITAÇÃO DA DISPENSA DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

### Solicitação da Dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título do projeto: **Uso do comprimento axial para estimar o volume da câmara vítrea**

Nome Pesquisador responsável: Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal de Pernambuco

Endereço completo do responsável: Rua Irma Maria David, 200 apt. 1302, Recife-PE, CEP 52061070

Telefone para contato: +55(81)999760274 – E-mail: rodrigo.pclira@ufpe.br

Orientador/fone contato/e-mail NÃO HÁ. O pesquisador principal é o próprio Professor da UFPE.

Solicitamos DISPENSA do TCLE por se tratar de estudo retrospectivo, apenas em prontuário médico.

A realização da presente pesquisa obedecerá aos preceitos éticos da Resolução 466/12 ou 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

- **Riscos:** Como trata-se de um estudo **retrospectivo**, em pacientes submetidos a cirurgias consagradas e sem procedimentos experimentais, o maior risco é o de vazamento de dados dos prontuários médicos. Para minimizar esse risco, a consulta aos dados dos prontuários será realizada apenas pelo pesquisador principal (Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira).
- **Benefícios:** Será possível Propor uma equação para estimar o VCV em pacientes com base no comprimento axial do olho. Por se tratar de um estudo retrospectivo, não haverá benefício direto para os pacientes.. Como benefício para sociedade poderá haver um incremento no conhecimento técnico a respeito do tema em estudo.
- **Armazenamento dos dados coletados:** Os dados coletados nesta pesquisa, digitados numa planilhas do Software LibreOffice Calc, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, no endereço Rua Irma Maria David, 200 apt. 1302, Recife-PE, CEP 52061070, Telefone para contato: +55(81)999760274 – E-mail: rodrigo.pclira@ufpe.br, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Recife, 06 de março de 2023



Dr. Rodrigo Lira  
CRM-PE 12.550

Assinatura Pesquisador Responsável