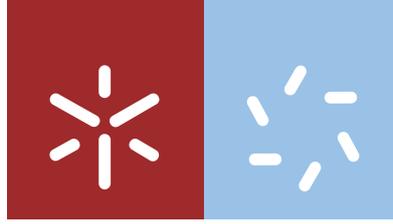


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Ana Rita Rosmaninho da Silva Pereira

**Comparação da medição da pressão intraocular
em usuários de lentes de contacto com o Icare,
Icare 100 e Pulsair**



Universidade do Minho
Escola de Ciências

Ana Rita Rosmaninho da Silva Pereira

**Comparação da medição da pressão intraocular
em usuários de lentes de contacto com o Icare,
Icare 100 e Pulsair**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho realizado sob orientação do
Professor Doutor António Queirós Pereira
e do
Professor Doutor José Alberto Diaz-Rey

DECLARAÇÃO

Nome: Ana Rita Rosmaninho da Silva Pereira

Endereço eletrónico: falheirita@hotmail.com

Número do Bilhete de Identidade: 12883746

Título da Dissertação de Mestrado:

Comparação da medição da pressão intraocular em usuários de lentes de contacto com o Icare, Icare 100 e Pulsair

Orientadores:

Professor Doutor António Queirós Pereira

Professor Doutor José Alberto Diaz-Rey

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Optometria Avançada

De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta dissertação.

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

“Um dia ao olhares para trás verás que os melhores dias da tua vida foram aqueles em que lutaste.”

- Sigmund Freud

AGRADECIMENTOS

À minha Grande companheira dos meus 32 anos de existência, a minha Avó Jú que me ensinou a persistir e somente a desistir do que não me faz feliz.

Aos meus Pais, Rui e Elisa por me permitirem a Vida e me a terem deixado pintar com as cores que quis.

À minha Irmã Joana com quem partilhei e partilho tantos momentos. Fica mais este.

Às as minhas sobrinhas Mafalda e Teresa, com carinho.

À Selminha, Larinha e Nelinha. Minhas Amigas de coração.

A todas as Colegas da AliÓpticas e Opticalia Mealhada, em especial a Paula e ao Tó pela cedência dos consultórios para recolha de dados.

À I3O. Obrigado Luís Pedro pelo tonómetro, *Icare100*.

Obrigada aos Professores, António Queirós e José Alberto Rey por acreditarem na ideia primária que deu origem a esta Tese. Obrigada pelo tempo concedido a orientar-me durante a realização deste trabalho. Obrigada pela dedicação.

Ao meu Marido, Pai da minha melhor *Bênção*, melhor Amigo e Companheiro. Obrigada. Obrigada por ACREDITARES em mim quando eu própria já não o fazia. Obrigada por me incentivares e impulsionares até ao *terminus* desta Tese.

Um agradecimento especial com um pedido de desculpas á minha Filha Sofia. Desculpa pelas noites que não te adormeci. Desculpa pelos fins-de-semana que passava a estudar e não podia estar contigo. Acredito que teremos mais tempo Querida. E OBRIGADA pelo Milagre que és.

Obrigada pelo teu brilho dos olhos!

Para a minha Filha Sofia com muito Amor.

À memória do meu Querido Avô Gil. Espero que te orgulhes...

RESUMO

A tonometria é usada na prática clínica de optometria e Oftalmologia como avaliação do valor da pressão intraocular (PIO) para despistagem do incremento da prevalência do Glaucoma. Esta pode ser influenciada por vários fatores, desde o ritmo circadiano, ao horário da medida, à espessura da córnea, ao instrumento de medida entre outros.

Na prática clínica existe ainda um grupo de pacientes, que como usuários de lentes de contacto (LC) por vezes acorrem à consulta de Optometria com as mesmas, e por vezes após longos períodos de uso.

Objetivo: Pretendeu-se com este estudo avaliar o efeito do uso das LC na medição da PIO em usuários de lentes de contacto com diferentes ametropias ao longo de um mês.

Métodos: Foram analisados os valores da queratometria num Autorrefratómetro/Keratometro-PRK 6000 **Potec** e da PIO com os tonómetros ICARE, Icare 100 e Pulsair em 102 olhos. Foi realizado um estudo longitudinal da variação da PIO, no início e após $30,84 \pm 2,73$ dias em dois grupos (usuários de LC e não usuários). Todos os pacientes selecionados não tinham antecedentes diretos de cegueira súbita, glaucoma ou hipertensão ocular (HTA) bem como patologias na córnea e astigmatismos superiores a 2,50 dioptrias.

Resultados: A diferença do valor médio da PIO obtida com cada um dos equipamentos foi estatisticamente significativa, sendo que, na amostra estudada, o Pulsair subestima o Icare em $1,70 \pm 2,22$ mmHg ($p < 0,001$). O Icare100 subestima em todas as medições da PIO o seu antecessor Icare, no entanto, esta diferença é sempre inferior a 1mmHg o que não tem relevância na prática clínica diária. Foram verificadas diferenças estatisticamente significativas no valor da PIO em alterações mínimas de *Qmed*. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas no valor da PIO entre usuários de LC e o grupo controle, embora, a diferença de valores sugerem que eventualmente as lentes de contacto possam mascarar o valor em usuários.

Conclusão: Na avaliação da medida da PIO obteremos valores diferentes da mesma em função do instrumento de medida usado. Na população em estudo não foram encontradas diferenças entre usuários de LC em função do tipo de ametropia e tipo de LC.

ABSTRACT

Tonometry is used in the clinical practice of optometry and ophthalmology as an evaluation of the value of intraocular pressure (IOP) for screening the increased prevalence of glaucoma. This can be influenced by several factors, from the circadian rhythm, to the time of the measurement, to the thickness of the cornea, to the instrument of measurement among others.

In clinical practice there is still a group of patients, who as users of contact lenses (LC) sometimes attend the Optometry consultation with them and sometimes after long periods of use.

Objective: the aim of this study was to evaluate the effect of the use of LC in the measurement of IOP in contact lens wearers with different refractive error over the course of one month.

Methods: the keratometry values were analyzed on a Potec Keratometro-PRK 6000 and IOP with the ICARE, Icare 100 and Pulsair tonometers in 102 eyes. A longitudinal study of IOP variation was performed at baseline and after 30.84 ± 2.73 days in two groups (LC users and nonusers). All patients selected had no direct history of sudden blindness, glaucoma or ocular hypertension (HTA) as well as corneal pathologies and astigmatism greater than 2.50 diopters.

Results: The difference in the mean IOP obtained with each device was statistically significant, and in the studied sample Pulsair underestimated Icare at 1.70 ± 2.22 mmHg ($p < 0.001$). The Icare100 underestimates in all measurements of IOP its predecessor Icare, however, this difference is always less than 1mmHg which has no relevance in daily clinical practice. There were statistically significant differences in the IOP value in Qmed minimum changes. There were no statistically significant differences in the IOP value between CL users and the control group, although the difference in values suggest that contact lenses may mask the value in users.

Conclusions: In the evaluation of the IOP measurement, we will obtain different values of the same as a function of the measuring instrument used. In the study population, no differences were found between LC users according to the type of refractive error and type of LC.

ÍNDICE

ABSTRACT	6
ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABELAS	12
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
OLHO HUMANO	14
1.1 ANATOMIA DO OLHO HUMANO	14
1.2 PRESSÃO INTRAOCULAR	16
1.2.1 PRODUÇÃO E DRENAGEM DO HUMOR AQUOSO	17
1.2.1.1 VIA CONVENCIONAL (VIA DA MALHA TRABECULAR).....	18
1.2.1.2 VIA NÃO CONVENCIONAL (VIA UVEOESCLERAL).....	19
1.3 FACTORES QUE INFLUENCIAM A PIO.....	20
1.3.1 VARIAÇÃO CIRCADIANA E INFLUENCIA NA PIO	20
1.3.2 IMPACTO COMPORTAMENTAL DO PACIENTE.....	21
1.3.2.1 CROSSFIT E LEVANTAMENTO DE PESOS	21
1.3.2.2 INGESTÃO DE CAFÉINA.....	21
1.3.2.3 INGESTÃO DE ÁGUA	22
1.3.3 RELAÇÃO DA ACOMODAÇÃO COM A VARIAÇÃO DA PIO	22
1.4 INFLUÊNCIAS DAS PROPRIEDADES BIOMECÂNICAS DA CÓRNEA NO VALOR DA PRESSÃO INTRAOCULAR	23
1.5 TONOMETRIA.....	24
2. RELAÇÃO DA PIO E USO DE LENTES DE CONTACTO	26
2.1 ALTERAÇÃO DO VALOR DA PIO POR EFEITOS DA LC	26
3. HIPÓTESES E OBJECTIVOS DO ESTUDO	29
3.1 HIPÓTESES.....	29
3.2 OBJECTIVO	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 DESENHO DO ESTUDO.....	30
4.1.1 PARTICIPANTES E TAMANHO DA AMOSTRA.....	30
4.1.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	31

4.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	31
4.2.1	PARÂMETROS ESTUDADOS.....	31
4.3	TONÓMETROS	32
4.3.1	ICARE TA01I	32
4.3.2	ICARE IC100.....	33
4.3.3	PULSAIR (KEELER PULSAIR INTELLIPUFF).....	34
4.4	ANALISE ESTATÍSTICA.....	35
5.	RESULTADOS.....	37
5.1	COMPARAÇÃO DOS VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR OBTIDA COM OS TRÊS TONÓMETROS.....	37
5.1.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	37
5.1.2	DIFERENÇAS ENTRE AS MEDIDAS DOS TONÓMETROS ICARE, ICARE100 E PULSAIR	38
5.2	COMPARAÇÃO DOS VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR POR AMETROPIA.....	41
5.2.1	ANALISE DOS VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM MIOPESES.....	44
5.2.2	ANÁLISE DOS VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM EMETROPES	43
5.2.3	ANÁLISE DOS VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM HIPERMETROPES	44
5.3	COMPARAÇÃO DOS VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR POR VALORES DE QUERATOMETRIA	46
5.3.1	ANÁLISE DAS DIFERENÇAS ENTRE TONÓMETROS PARA Q1	47
5.3.2	ANÁLISE DA DIFERENÇA ENTRE TONÓMETROS PARA Q2	48
5.3.3	ANÁLISE DA DIFERENÇA ENTRE TONÓMETROS PARA Q3.....	50
5.4	ANÁLISE DAS DIFERENÇAS ENTRE TONÓMETROS POR TIPO DE LENTES DE CONTACTO (NEGATIVAS, POSITIVAS, TÓRICAS E ESFÉRICAS).....	52
5.4.1	ANÁLISE DA DIFERENÇA DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM USUÁRIOS DE LENTES DE CONTACTO NEGATIVAS E POSITIVAS.....	52
5.4.2	ANÁLISE DA DIFERENÇA DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM USUÁRIOS DE LENTES DE CONTACTO TÓRICAS E ESFÉRICAS.....	53
5.4.3	ANÁLISE DA DIFERENÇA DA PRESSÃO INTRAOCULAR EM USUÁRIOS DE LENTES DE CONTACTO E GRUPO CONTROLE	53
6.	DISCUSSÃO.....	55
6.1	COMPARAÇÃO DOS VALORES DA PIO POR AMETROPIA	55
6.2	COMPARAÇÃO DOS VALORES DA PIO POR QMED.....	57

6.3	ANALISE DAS DIFERENÇAS ENTRE TONÓMETROS POR TIPO DE LC.....	57
6.4	ANÁLISE DA DIFERENÇA DO VALOR DA PIO EM USUÁRIOS DE LCS E GRUPO CONTROLE	59
7.	CONCLUSÃO.....	60
8.	BIBLIOGRAFIA	61
9.	APÊNDICE	64

ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

ARK	Autorrefratómetro-queratómetro
Esf	Valor da esfera
C	Valor do cilindro
α	Eixo do cilindro
HA	Humor Aquoso
ACC	Acomodação
PIO	Pressão Intraocular
HTO	Hipertensão Ocular
mmHg	Milímetros de mercúrio
LC	Lente de contacto
μ l	Microlitros
min	minuto
D	Dioptrias
J0	Componente astigmática no meridiano horizontal e vertical
J45	Componente astigmática oblíqua
M	Equivalente esférico
n	Tamanho da amostra
p	Significância estatística
DP	Desvio padrão
Si-Hi	Silicone-hidrogel
Hi	Hidrogel

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Secção transversal da anatomia do olho humano.	15
Figura 1.2 - Produção e drenagem do HA.....	17
Figura 1.3 - Câmara anterior e estruturas relacionadas.....	18
Figura 1.4 - Via Convencional da drenagem do HA	19
Figura 1.5 - Via Uveoscleral de drenagem do HA	20
Figura 1.6 - Mecanismo da acomodação.....	22
Figura 4.1 - Autorefractometro/Queratometro PRK – 6000 Auto Ref-Keratometer (fornecedor Potec).....	32
Figura 4.2 - Tonómetro: Icare	32
Figura 4.3 - Tonómetro: Icare100	33
Figura 4.4 - Tonómetro: Pulsair.....	34
Figura 5.1 - Gráficos Bland – Altmann: A). Comparação Icare vs Icare100; B). Comparação Icare vs Pulsair; C). Comparação Icare100 vs Pulsair.....	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 5.1- Dados demográficos da amostra expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	38
Tabela 5.2- Valores da PIO média obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo.	38
Tabela 5.3- Valores da diferença média da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	39
Tabela 5.4- Comparação dos valores de tonometria por equipamento e ametropia	41
Tabela 5.5- Dados demográficos da amostra de míopes expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	42
Tabela 5.6- Valores da PIO do grupo de míopes obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	42
Tabela 5.7- Valores da diferença média da PIO do grupo de míopes obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	43
Tabela 5.8- Dados demográficos da amostra de emetropes expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	43
Tabela 5.9- Valores da PIO do grupo de emetropes obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	44
Tabela 5.10- Valores da diferença média da PIO do grupo de emetropes obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	44
Tabela 5.11- Dados demográficos da amostra de hipermetropes expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	45
Tabela 5.12- Valores da PIO do grupo de hipermetropes obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	45
Tabela 5.13- Valores da diferença média da PIO do grupo de hipermetropes obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	46
Tabela 5.14- Tabela interpretativa dos valores de queratometria assumidos para Q1, Q2 e Q3	46

Tabela 5.15- Comparação dos valores de tonometria por equipamento e queratometria	47
Tabela 5.16- Dados demográficos da amostra <i>Q1</i> expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	47
Tabela 5.17- Valores da diferença média da PIO do grupo <i>Q1</i> obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	48
Tabela 5.18- Valores da diferença média da PIO do grupo <i>Q1</i> obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	48
Tabela 5.19- Dados demográficos da amostra <i>Q2</i> expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	49
Tabela 5.20- Valores da PIO do grupo <i>Q2</i> obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	48
Tabela 5.21- Valores da diferença média da PIO do grupo <i>Q2</i> obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	50
Tabela 5.22- Dados demográficos da amostra <i>Q3</i> expressos em média \pm DP, máximo e mínimo	50
Tabela 5.23- Valores da PIO do grupo <i>Q3</i> obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	51
Tabela 5.24- Valores da diferença média da PIO do grupo <i>Q3</i> obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	51
Tabela 5.25- Valores da PIO dos grupos de LCs negativas e LCs positivas obtidos com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	52
Tabela 5.26- Valores da diferença média da PIO dos grupos de LCs esféricas e LCs tóricas obtidas com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo	53
Tabela 5.27- Tabela resumo da análise da diferença de PIO em usuários de lentes de contacto e grupo controle	54

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Olho Humano

Com o objetivo introdutório e por forma a compreender o mecanismo da pressão intraocular e fatores que influenciam a sua homeostase, relembro a anatomia do olho humano fazendo breve descrição da sua constituição anatómica.

1.1 Anatomia do Olho Humano

O globo ocular é constituído por três camadas: fibrosa, vascular e nervosa e três câmaras: anterior, posterior e vítrea.

A esclera é a túnica mais externa do globo ocular, de natureza fibrótica e geralmente branca e opaca com funções de proteção.

A córnea é a parte anterior da túnica fibrosa do globo ocular, transparente sendo a estrutura com maior poder refrativo (44D). É constituída, de fora para dentro, por epitélio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet e endotélio.

O limbo é a junção/união entre a esclerótica e a córnea.

A íris é a estrutura muscular que dá cor aos olhos através do epitélio pigmentado localizado na face anterior.

A pupila é um diafragma na zona central da íris que regula a entrada dos raios de luz em função da luminosidade do meio. O seu tamanho (dilatação ou constrição) é controlado através da inervação simpática e parassimpática da íris.

A câmara anterior é o espaço limitado pelo endotélio, face anterior da íris e a porção intra-pupilar da superfície anterior do cristalino. Encontra-se protegida pelo humor aquoso.

A câmara posterior é o espaço delimitado pelas superfícies posteriores da íris e interna do corpo ciliar, equatorial do cristalino e anterior do vítreo. Encontra-se igualmente preenchida pelo humor aquoso que depois de passar pela câmara anterior é drenado pelo ângulo da câmara anterior.

A camada vítrea é o espaço situado entre a face posterior do cristalino e do seu ligamento suspensor e a retina. Ocupado por um hidrogel denominado de humor vítreo.

A retina é uma estrutura transparente à exceção dos vasos retinianos situados na sua parte mais interna e é composta pelas seguintes camadas: epitélio, epitélio pigmentado,

cones e bastonetes, membrana limitante externa, camada granulosa externa, camada plexiforme externa, camada granulosa interna, camada plexiforme interna, células ganglionares, camada de fibras nervosas e membrana limitante interna.

A retina possui duas áreas de relação direta com o sangue: na primeira os vasos da retina responsáveis pelo aporte sanguíneo às camadas mais internas e a interface coriorretiniana localizada externamente ao epitélio pigmentado e a segunda é responsável pela nutrição das camadas externas da retina onde estão localizados os fotorreceptores. As células do epitélio pigmentado da retina com as suas junções intercelulares constituem a localização anatómica das barreiras hemato-retinianas externa e interna respetivamente.

A mácula é a área da retina no polo posterior do globo ocular caracterizada pela presença abundante de cones e diminuição sensível das camadas retinianas internas. A fóvea corresponde a uma depressão oval no seu centro.

A Coroideia é a túnica de tecido vascular e pigmentada situada entre a esclerótica e a retina cuja sua função é o aporte sanguíneo às camadas mais externas da retina e regular a temperatura do olho.

Por fim, o disco ótico é a porção do nervo ótico visível no polo posterior do globo ocular. É composto pelos axónios das células localizadas na camada ganglionar da retina. A artéria e a veia oftálmica penetram no globo ocular através do nervo ótico transformando-se na artéria central da retina e veia central da retina.

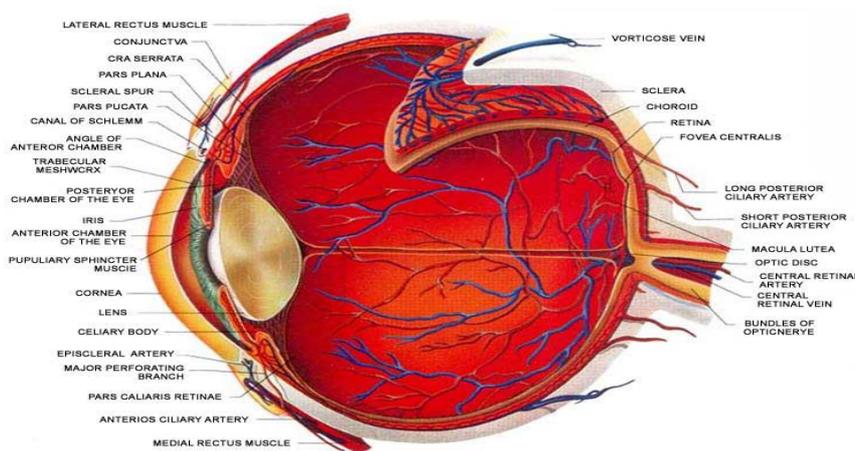


Figura 1.1- Secção transversal da anatomia do olho humano

Fonte: http://www.myeeyeworld.com/files/eye_structure.htm

Cristalino

De forma relevante para este estudo, por estar intrinsecamente ligado à acomodação, falo do cristalino. Lente biconvexa mantida na posição correta dentro do globo ocular por um sistema suspensor – ligamento suspensor ou Zónula de Zinn.

A sua capsula constitui a membrana basal mais espessa do organismo e a sua forma varia sobre a ação do seu ligamento suspensor e do músculo ciliar. ^[1]

Acomodação

A acomodação é o mecanismo fisiológico que permite a formação de uma imagem nítida na retina de um objeto próximo, através da alteração da potência refrativa do cristalino.

O corpo ciliar

A sua forma grosseiramente triangular é essencialmente devida ao músculo ciliar que atua como unidade muscular. ^[2]

Para Fortin (1927 – 1939) e Linger (1957) a sua contração reflete-se sobre o aparelho suspensor do cristalino permitindo ao mesmo alterar a sua forma e assim a focagem de longe e perto: acomodação. Sob o músculo ciliar situa-se a camada vascular do corpo ciliar responsável pela produção do humor aquoso. O corpo ciliar e a íris são as duas principais estruturas envolvidas na barreira hemato-aquosa. ^[3]

1.2 PRESSÃO INTRAOCULAR

A pressão intraocular é criada pela produção dinâmica de humor aquoso através de processos ciliares e a sua normal drenagem através da malha trabecular até ao canal de Schelemm.

Trata-se de um balanço fisiológico normal entre estas duas forças dinâmicas. ^[3]

O valor quantitativo da PIO é obtido através do coeficiente de produção do humor aquoso e a sua respetiva drenagem pelas vias convencional e não convencional e pela pressão venosa episcleral.

Segundo *Sampaolesi R.* ^[4] o valor normal da PIO do ser humano é 15 mmHg com valores aceitáveis entre 10 mmHg e 20 mmHg.

Pacientes em que a PIO está permanentemente acima de 21 mmHg são designados como pacientes “suspeitos de glaucoma” ou pacientes com hipertensão ocular.

1.2.1. Produção e drenagem do humor aquoso

O humor aquoso ocorre nos processos ciliares do corpo ciliar numa taxa média de 2 a 2,5 $\mu\text{l}/\text{min}$ e a passagem de fluidos e macromoléculas é feita através de fenestrações existentes. Os fortes laços entre as células não pigmentadas constituem a barreira hemato-aquosa. ^[3]

Segundo estudos desenvolvidos por RB Brubaker, o humor aquoso é produzido com intensidade média de 2,9 $\mu\text{l}/\text{min}$ na população jovem. ^[5]

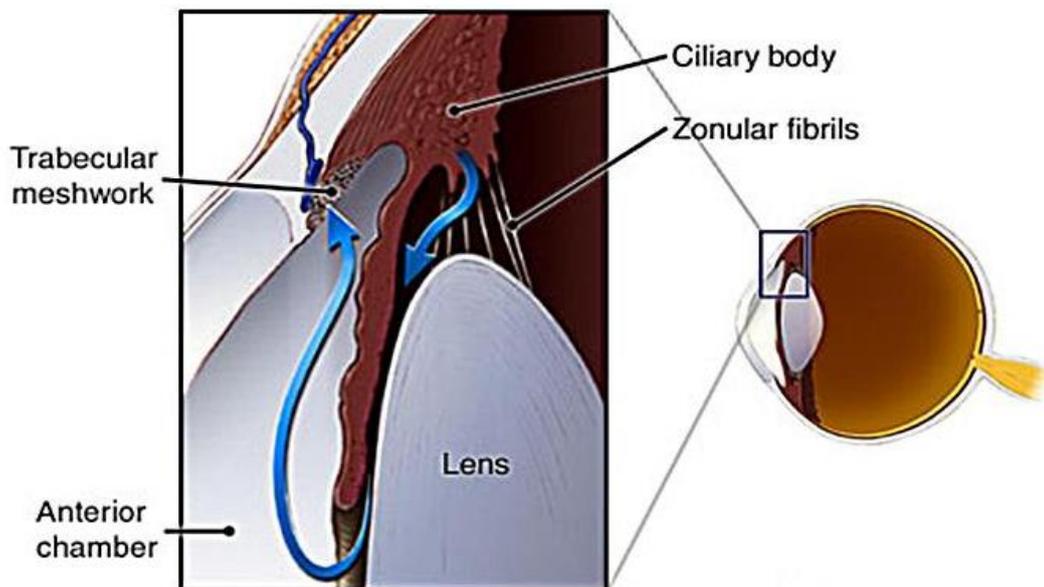


Figura 1.2 – Produção e drenagem do HA

Fonte: <https://www.brightfocus.org/glaucoma/infographic/flow-aqueous-humor>

A sua composição é semelhante, contudo não igual ao plasma humano.

O humor aquoso contém enzimas necessárias á sua segregação e lactose com relevância nos processos metabólicos da córnea, cristalino e outras estruturas. ^[5] É drenado pelo epitélio ciliar por uma combinação de processos denominados por ativo e passivo. ^[6] O processo de drenagem do humor aquoso e outros componentes presentes no segmento anterior seguem diferentes mecanismos e vias.

Na década de 30, do passado século, o Fortin (supra citado) na Argentina dedicou-se ao estudo do segmento anterior do olho, malhar trabecular, filtro “pectineal” e músculo ciliar. Usou na investigação olhos humanos e de primatas.

A sua atenção foi captada para o facto de que a maior parte das artérias passavam pelo músculo ciliar, as fibras do músculo ciliar estavam inseridas nas paredes externas das veias, nem todo o humor aquoso saía através do então chamado “ângulo de filtração”, mas parte do mesmo saía por uma via posterior através das veias coroidais que designou de via de saída posterior não convencional – atualmente denominada por Via Uveoescleral. [7]

Bill e Bárány abordaram este tema. [8]

Posteriormente, Anders Bill num estudo em olhos humanos e de primatas confirmou a existência da via não convencional ou via Uveoescleral e afirmou que a mesma drena sensivelmente 20% do humor aquoso. [9]

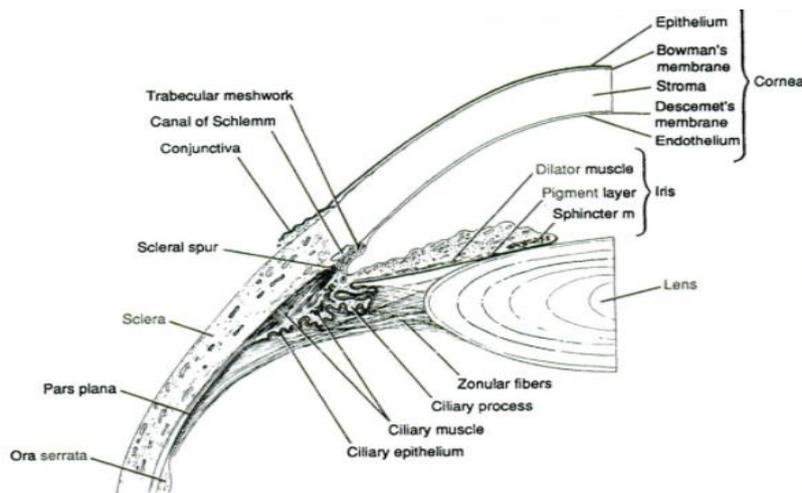


Figura 1.3 - Câmara anterior e estruturas relacionadas

Fonte: Al Lens, S. C. (s.d.). *Ocular anatomy and Physiology*, Charpet8, pag.72. Ledford: SLACK

Incorporeted

1.2.1.1 Via Convencional (Via da Malha Trabecular)

Num breve resumo histórico ordenado cronologicamente, Seidel (1921) observou experimentalmente a passagem do corante carmim índigo para a câmara anterior em olhos de coelhos – concluído que o humor aquoso sai pelas veias episclerais. Em 1942, o investigador Asher (1942) descobriu veias aquosas: o fluido limpo visto nas veias

aquosas vinham diretamente do canal de Schlemm ou do complexo intra-escleral profundo.

Goldmann, em 1946, com recurso a injeções de fluoresceína mostrou que o fluido que circulava nas veias aquosas era o humor aquoso.

Norman Ashton, em 1956, provou anatomicamente a sua existência. [10]

Segundo Ashton, a via Trabecular é responsável por sensivelmente 90% da drenagem do humor aquoso, o mesmo passa pela malha trabecular para o canal de Schlemm sendo posteriormente drenado para as veias episclerais. Esta via depende da pressão havendo correlação se a mesma aumentar a drenagem aumentará.

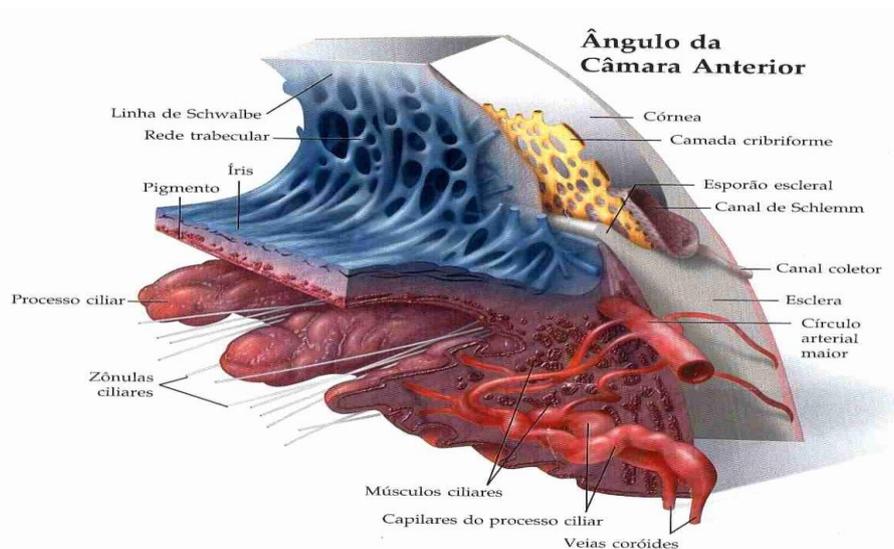


Figura1.4 Via convencional de drenagem do humor aquoso

Fonte: <http://luizmeira.com/anatomia.htm>

1.2.1.2 Via não Convencional (Via Uveoescleral)

Responsável pela restante drenagem de humor aquoso em que este passa pelo corpo ciliar e é drenado pela circulação venosa no corpo ciliar, coróide e esclera.

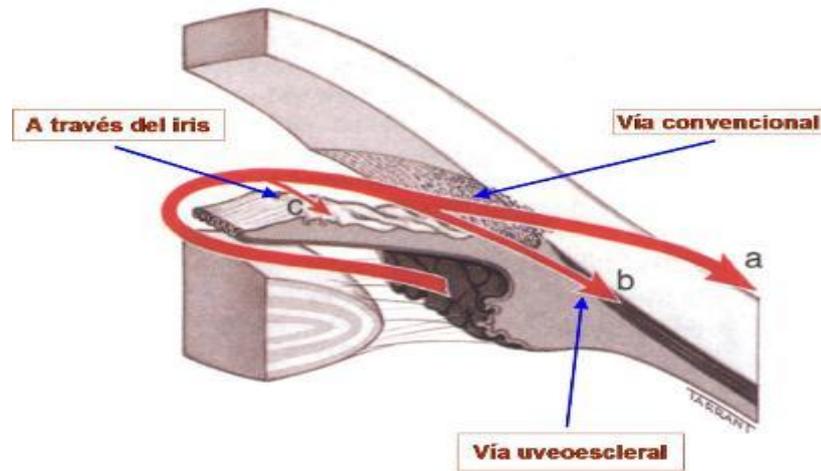


Figura 1.5 Via Uveoescleral de drenagem do HA
 Fonte: <http://blogs.sld.cu/elierortiz/2013/03/25/vias-de-drenaje>

1.3. Factores que influênciam a PIO

É consensual que o valor da PIO é afetado pelos factores: idade, ^{[5][11][12]} sexo, ^[13] raça, ^[14] doenças sistémicas nomeadamente a hipertensão arterial e a diabetes sistémica ^[15], postura do paciente no momento da medição ^[16] e as propriedades biomêcanicas da córnea de cada paciente. ^[17]

No enquadramento deste estudo falamos aprofundadamente dos factores que poderiam ter impacto directo nos resultados obtidos na nossa investigação.

1.3.1. Variação circadiana e influencia na PIO

A variação da taxa de produção de humor aquoso está intrinsecamente ligada como ritmo circadiano. ^[18]

Brubaker em 1991, através da técnica de fluorofotometria observou variações diurnas na taxa de produção de humor aquoso, reflectindo um padrão conhecido como o *ritmo circadiano do fluxo de humor aquoso em seres humanos*. Concluiu que o fluxo é maior de manhã do que à noite, sendo normalmente é cerca de 3,0 µl/min de manhã, 2,4 µl/min de tarde e desce para 1,5 µl/min à noite. ^[19]

Recentemente, Koskela *et. al* confirmaram que as taxas de produção do humor aquoso oscilavam durante as 24 horas. A maior produção acontecia de manhã (08h -12h) com uma taxa média de $3,02 \pm 0,60\mu\text{l}/\text{min}$, diminuía durante a tarde (12h-16h) para

valores de $2,67 \pm 0,53 \mu\text{l}/\text{min}$ e á noite (22h-06h) registaram os menores valores de produção de humor aquoso com taxa média de $1,31 \pm 0,36 \mu\text{l}/\text{min}$. [20]

1.3.2. Impacto comportamental do paciente

1.3.2.1. Crossfit e levantamentos de pesos

O Crossfit tem sido um desporto procurado por homens e por mulheres com crescimento e expansão no mercado dos desportos em ginásios.

Na pratica das actividades físicas referidas, a avaliação Médica busca essencialmente que os atletas não apresente alterações no electrocardiograma não dando primazia ao glaucoma, no entanto estudos apontam que o valor da PIO aumenta aquando a realização da manobra de Valsalva e conseqüentemente durante a realização deste tipo de actividade física. [21] [22]

Vieira *et al.*, em 2006, num estudo prospectivo a 30 jovens avaliaram a oscilação da PIO durante uma sequência de levantamentos de peso. Os investigadores criaram um protocolo com duas formas distintas de inspirar, suste a respiração e expirar, designados por *Modo 1* e *Modo 2* aquando o levantamento de barras. Obtiveram um resultado estatisticamente significativo, de incremento da PIO durante a actividade física, sendo de $4,3 \pm 4,2 \text{ mmHg}$ ($p < 0,001$) para o exercicio *Modo 1* e $2,2 \pm 3,0 \text{ mmHg}$ ($p < 0,001$) para o exercicio *Modo 2*.

Tal facto pode ser justificado devido á Manobra de Valsalva – associada á contração dos músculos abdominais e torácico aumentando assim a pressão venosa intratorácica que tem como consequência um aumento da pressão das veias jugulares e vorticais até á coiroide. Todo o aumento da pressão levam a um aumento do volume da coróide e uma subida da pressão das veias episclerais que potênciam o aumento do valor da PIO. [23]

1.3.2.2. Ingestão de Cafeína

O consumo de cafeína presente no café, bebidas à base de cola, chás e chocolate passou a ser um hábito diário em qualquer faixa etária.

Um estudo aponta que a ingestão de cafeína a partir de bebidas como o café fazem a pressão intraocular aumentar $\pm 2,0$ mmHg até duas horas após a sua ingestão. [24]

O mecanismo que influencia a subida da PIO por ingestão de cafeína ainda não está cientificamente comprovada, no entanto acredita-se que a mesma possa aumentar a produção de humor aquoso com efeito concomitante na tensão arterial.

1.3.2.3. Ingestão de água

Hoje em dia, salvo algumas patologias em que a água é racionada, todos por indicação Médica deviam consumir entre 1,5 a 2 litros de água.

Foi demonstrado, na Universidade de Queensland por Scott e Collins, que a ingestão de aproximadamente 1L num curto espaço de tempo pode levar a uma subida significativa da pressão intraocular tanto em indivíduos saudáveis como em pacientes glaucomatosos. [25]

Este estudo teve como amostra 21 indivíduos jovens e saudáveis. A pressão intraocular e o comprimento axial foram medidos antes, aos 10min, 15min, 25min e 30min após a ingestão de 1L de água em 5min. O maior aumento da PIO foi $2,24 \pm 0,31$ mmHg registada aos 10min. O comprimento axial sofreu uma redução de $12 \pm 3\mu$ aos 10 min também.

Segundo os autores, a diminuição do comprimento axial pode estar relacionado com o aumento da espessura da coroide que tendo o seu volume incrementado tem como consequência o aumento da PIO.

1.3.3. Relação da acomodação com a variação da PIO

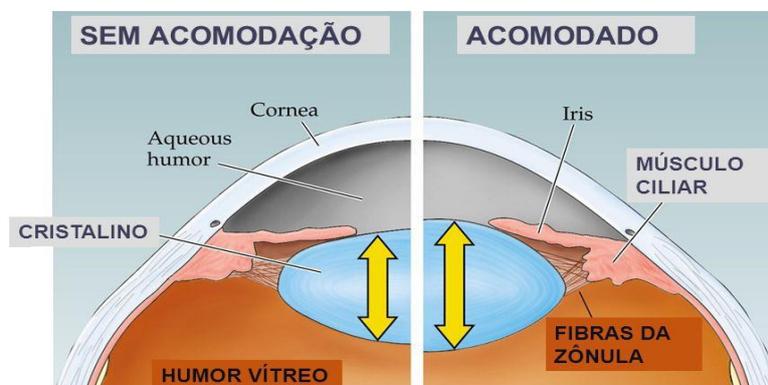


Figura 1.6- Mecanismo da acomodação

Fonte: <http://optometriabrasilinfo.blogspot.pt/2016/07/definicao-para-que-imagem-fique-nitida.html>

A relação do mecanismo de acomodação e a variação da pressão intraocular em sua função tem sido objeto de estudo desde a década de 20 do séc. XX.

Em 1984, Mauger realizou uma investigação com tonómetro de Goldmann medindo a pressão intraocular repetidamente a 30 pacientes (com idades entre os 22 e 35 anos) com a acomodação em estado “relaxado” e “estimulado”. Verificou que a PIO diminuiu $2,38 \pm 0,65$ mmHg quando medida em pacientes com a acomodação estimulada em 4,00 D durante 3,5min. ^[26]

Em contraposição J. Rini em 2007 demonstrou resultados antagónicos. Este investigador mediu a PIO em 94 olhos de 94 pacientes usando a tonometria de Goldmann. Excluiu pacientes com glaucoma de ângulo aberto e posteriormente dividiu a amostra em dois grupos: pacientes não acomodavam aquando a medição da PIO e grupo de pacientes cuja acomodação era controlada.

A média da PIO para o primeiro grupo foi de 15,51mmHg e para o grupo que acomodou foi de 15,48mmHg afirmando que a diferença encontrada não era estatisticamente significativa. ^[27]

Já em 2010, Scott *et al.* afirmou que o valor da PIO diminuía significativamente com o aumento da acomodação e que variava de forma similar em sujeitos míopes ou emetropes.

O autor usou uma amostra de 50 míopes e 70 emetropes em que a pressão intraocular foi mesurada com o tonómetro *Pascal dynamic contour*.

Inicialmente a PIO foi medida com a acomodação relaxada e depois de 2 minutos a fixar com estímulo acomodativo de 3,00D. Em ambos os grupos o valor da PIO baixava $-1,87 \pm 1,1$ mmHg com a acomodação estimulada. ^[28]

1.4. Influências das propriedades Biomecânicas da Córnea no valor da pressão intraocular

Existe consenso que os tonómetros convencionais são suscetíveis á variação da espessura da córnea (resistência) e conseqüentemente alteração do valor da PIO.

Esta resistência foi estudada por Jorge JM *et al.* em sendo designada como um parâmetro composto que abrange as propriedades do material e a geometria do tecido corneal.

Nesta investigação foram usados 76 olhos direitos de pacientes com idades entre

os 19 e 60 anos (idade média de $33,0 \pm 11,8$ anos). Todos os pacientes foram sujeitos a paquimetria com registo da espessura central da córnea, espessura córnea nasal e espessura córnea temporal.

A PIO foi mesurada com o Icare e com o *ORA*.

Os investigadores encontraram diferença na espessura da córnea nas três localizações registando-se uma espessura nasal significativamente maior que a temporal á mesma distância do limbo. Consequentemente, os valores da PIO obtida ao centro e periferia foram diferentes.

Os valores da tonometria obtidos com o Icare são mais elevados em córneas com maior espessura estando positivamente correlacionado com as propriedades biomecânicas da córnea – nomeadamente o fator de resistência corneal.^[29]

No projeto inicial desta Tese, o *ORA* (Ocular Response Analyser – Reichert INC, Depew, NY EUA) fazia parte integrante dada a sua abrangência de informação em apenas uma medição.

Trata-se de um tonómetro que permite a avaliação clínica e direta das propriedades biomecânicas da córnea com o registo de dois valores da pressão intraocular equivalentes á tonometria de Goldmann (*IOPg*) e á pressão intraocular compensada resultante das propriedades da córnea (*IOPc*).

O principal parâmetro é a *hysteresis* corneal definida como a diferença entre os dois valores da PIO em dois momentos distintos: momento de sopro e posterior relaxamento.

Trata-se de uma efeito das propriedades viscoelásticas da córnea que está na base do aparecimento de outro parâmetro: o coeficiente de resistência corneal (*CRF*).^[30]

1.5. Tonometria

Prática habitual em gabinetes de Optometria e Oftalmologia, a tonometria é subdividida em dois métodos: indentação (Schiotz) e o de aplanção (Goldmann e método de sopro). A categorização está relacionada com a forma como o método deforma a córnea.

Permanecendo desde 1955 até aos dias de hoje, o tonómetro de Goldmann (*TAG*) continua a ser a tonometria de referência nas áreas de investigação e da prática clinica em meio hospitalar por requerer anestésico.

Vários são os estudos desenvolvidos para auferir qual o tonómetro “não-contacto”

que mais se aproxima do “Standard Gold”.

Em 2005, Fernandes P. *et al* demonstraram haver diferença estatisticamente significativa ao comparar o Icare com o Goldmann ($p < 0.050$). A média da diferença entre os dois tonómetros foi de $1,34 \pm 2,03$ mmHg.

Este estudo foi efetuado a 46 estudantes de Optometria com idades compreendidas entre os 17 e 30 anos.

A pressão intraocular foi medida em ambos os olhos, contudo apenas a medida da PIO do olho esquerdo foi considerada para estudo estatístico e o olho direito para demonstração do Icare.

O Icare foi manuseado por um optometrista e o Goldmann por um oftalmologista.

Foram efetuadas 2 series de 6 medições com o tonómetro “não-contacto” e duas leituras com o Goldmann e registada respetiva média.

Concluíram os Investigadores que o Icare pode ser útil quando a tonometria de aplanção não pode ser usada. ^[31]

Lopez-Caballero *et al.* em 2007 afirmaram existir uma boa correlação entre tonometria de rebote (TRB) e a TAG uma vez que a diferença média dos dois equipamentos era de $3,4 \pm 3,6$ mmHg sendo que o Icare sobrestimava o valor da PIO comparado ao Goldmann. ^[32]

Martinez-de-la-Casa JM *et al.*, em 2009 compararam o valor da pressão intraocular obtida com os tonómetros “não-contacto” Icare e Reichert AT550 com o tonómetro de Goldmann.

Utilizaram 150 pacientes que foram avaliados no Hospital Clínico San Juan em Madrid. A média da PIO registadas ($n=108$ olhos) foram de $17,5 \pm 3,8$ mmHg com o Goldmann, $18,5 \pm 5,5$ mmHg com o Icare e $17,4 \pm 5,6$ mmHg com o AT550 para um intervalo de confiança de 95%.

Os Investigadores encontraram uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) para a comparação nos tonómetros de Goldmann e o Icare, enquanto o AT550 não apresentou uma diferença tão grande comparado com o “Standard Gold”. A média da diferença entre o Icare e o AT550 foi de 1,1mmHg (IC 95%). Indicaram que usando ambos os tonómetros as diferenças encontradas por comparação com o tonómetro de Goldmann excediam os níveis aceitáveis estipulados pela norma ISSO 8612. ^[33]

2. RELAÇÃO DA PIO E USO DE LENTES DE CONTACTO

A variação da PIO relacionada com o uso de lentes de contacto tem sido amplamente estudada. Nos parâmetros abordados o mais relevante tem sido o efeito da espessura da LC e o potencial efeito no valor da PIO.

2.1. Alteração do valor da PIO por efeitos da LC

Em 2015, Fabrizio Zeri *et al.* propuseram-se a investigar a precisão do valor da pressão intraocular quando medida sobre a LC descartável de hidrogel (etafilcon A) com o tonómetro Icare. Usaram 26 paciente (8 homens e 18 mulheres) com idades compreendidas entre 21,2 e 48,7 anos (média $28,8 \pm 8,9$ anos), cuja espessura e curvatura da córnea foi tida em conta através de topografia corneal e paquimetria com o Sheimpflug (estudo do segmento anterior com a câmara rotatória de Scheimpflug).

As potências das LCs eram de +2,00D e +6,00D e foram efetuadas 4 medições: RT1 (sem LC), RT2 e RT3 (com LC) e RT4 (após retirar a LC) em “duplo cego”.

Com os dados recolhidos verificaram que a tonometria de rebote sobre a LC origina um certo grau de subestimação da PIO, no entanto a alteração de valor da mesma não é estatisticamente significativa entre as duas diferenças de potências (+2,00 D e +6,00 D) indicando que não é afeta á maior espessura.¹³⁴¹

Fabrice Gogntat *et al.*, em usaram uma amostra de 42 pacientes (21 olhos direitos e 21 olhos esquerdos) dos quais 26 eram mulheres. A idade variava dos 22 aos 59 anos com média $26,5 \pm 6,3$ anos.

Neste estudo prospetivo, o objetivo foi a observação da variação da PIO medida sobre dois tipos de LC diárias (nelfilcon A e narafilcon A) com três potências distintas de -5,00D, -0.50D e +5,00D em paciente com diferentes espessuras de córnea.

A tonometria dinâmica (DTC) foi especificamente projetada para uma superfície de contacto côncava que corresponde ao contorno da córnea.

Na investigação foi tida em conta a amplitude de pulso ocular (OPA) que representa a diferença entre a média sistólica e diastólica causada pelo aumento do volume sanguíneo.

Foi evidenciada uma diferença *pequena*, segundo os autores, mas estatisticamente significativa entre o valor da PIO medida com a LC de hidrogel +5,00D (nelfilcon A) cuja possível explicação passa por a LC de Si-Hi ter um módulo elevado quando comparada

com a LC de Hi.

Em modo de conclusão, garantiram haver uma diferença estatisticamente significativa de 0.62mmHg na medida da PIO sobre a LC Hi de +5,00D comparada com a medição da PIO em LC. ^[30]

Kishor Sapkota *et al.* propuseram-se a investigar se o valor da PIO era passível de alterar quando medida sobre lentes de contacto de silicone hidrogel e hidrogel com a mesma graduação negativa, com o ORA (Ocular Response Analyser).

Neste estudo foram usados 56 olhos de 28 pacientes, dos quais 15 eram mulheres. A amostra tinha idade média de $29,4 \pm 9,8$ anos.

A primeira medição da PIO foi efetuada sem LC para prevenir alguma alteração da curvatura da córnea. A amostra foi subdividida em dois grupos A e B: sujeitos que usaram LC Si-Hi (nafilcon A) e outros Lc Hi (nelfilcon A) ambas com -3,00D. Todos os valores foram registados entre as 14h00 e as 17h00.

Os investigadores aferiram que o valor da PIO medida sobre LC diárias de -3,00D (nafilcon A e nelfilcon A) era mais baixa comparada com a medição efetuada ao grupo sem LC. A diferença era maior com LC Hi em comparação com LC Si-Hi mas não era estatisticamente significativa e que o valor mais subestimado era da IOPcc com qualquer um dos materiais. ^[31]

Quando procuramos fazer uma investigação longitudinal foi porque, caso existam, não encontrei artigos científicos publicados que fizessem a comparação da PIO em usuários de LC sem que a medição fosse efetuada sobre a mesma e com três equipamentos.

Durante a escrita desta tese, encontrei um artigo publicado por Joji Takenaka *et al.* de 2015, em que mesuraram o valor da PIO enquanto a amostra usava LC. Para este efeito foram usados quatro tonómetros: NCT (non contact tonometer, Goldmann, Icare e Tono Pen XL).

A amostra continha 26 sujeitos com idade media $21,9 \pm 1,1$ anos.

Obteve-se uma PIO média sem LC de $13,7 \pm 2,6$ mmHg.

Todos os pacientes antes da medição da PIO, sem LC, foram avaliados com NCT (CT-70 TopCon) posteriormente medido usando o GAT RBT (Tiolat Oy, Helsinki – Finland) e a Tono Pen XL (Mentor, Norwell, MA – USA) com cinco minutos de intervalo entre cada equipamento.

As medições da PIO foram efetuadas com a amostra a usar LC Hi (Acuvue, Rc=8,7 e Dia=14,0) em potências de -5,00, de -0,50 e de +5,00D. Foi demonstrado que não existem diferenças estatisticamente significativas nos valores da PIO obtidas durante o uso de LC negativas com o NCT, GAT e RBT exceto para valores obtidos com o GAT em LC -5,00D. ^[32]

3. HIPÓTESES E OBJECTIVOS DO ESTUDO

3.1. Hipóteses

A medição da PIO é um parâmetro ao qual se dá particular atenção na consulta de optometria ou de oftalmologia. Trata-se de uma medida objetiva para prevenção da Hipertensão Ocular e quando existente, permite efetuar o respetivo encaminhamento para Oftalmologia para que o paciente seja submetido a exames complementares de diagnóstico, como campos visuais e tomografia de coerência óptica (OCT) podendo, assim, desta forma ser realizada a prevenção ou acompanhamento do processo glaucomatoso ou de hipertensão ocular.

A alteração de hábitos comportamentais dos pacientes, como aumento do consumo de cafeína, exercício físico, etc.- associados ao uso de LC, em que maioritariamente os pacientes fazem uso abusivo de mais de 16 horas por dia, tornou-se uma questão pertinente. Terá o paciente um incremento do valor da PIO associada ao uso de LC em concomitância com os fatores provados que a aumentam?

Neste estudo foi medida a PIO em termo longitudinal, a usuários de LC (hipermetropes e míopes) e a não usuários de LC com o propósito de verificar se a mesma era diferente entre os dois grupos e/ou erros refrativos.

3.2. Objetivo

Os objetivos deste estudo foram:

- ✓ Avaliar o valor da PIO em usuários e não usuários de LC (duas medições) durante um mês,
- ✓ Comparar os valores obtidos nas condições de estudo com três equipamentos diferentes,
- ✓ Analisar o comportamento da PIO por grupos refrativos, tipo de LC usada, queratometria corneal ao longo de um mês

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenho do estudo

Com o objetivo de estudar as alterações da PIO, durante um mês, em usuários de LC a mesma foi medida com três equipamentos diferentes: Icare, Icare100 e Pulsair.

Foi pedido aos pacientes que antes da medição da PIO comparecessem sempre de óculos, á mesma hora e sem terem consumido café ou muita água num curto espaço de tempo ou fossem ao ginásio. Todas as medições foram realizadas, com um mês de intervalo, entre as 09h00 e as 11h00 da manhã por forma a controlar possíveis efeitos causados pelas alterações circadianas.

Foi utilizada sempre a mesma sequência de equipamentos: primeiro medição obtida com o Icare, segunda medição obtida com Icare 100 e terceira medição com o Pulsair.

Na altura de medir a PIO, todos os pacientes se encontravam com óculos de prova com a melhor correção de longe – no olho contrário á medição- por forma a controlar a acomodação.

4.1.1. Participantes e tamanho da amostra

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o calculador de tamanho de Harvard. (http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample_size/js/js_crossover_quant.html).

Para garantir uma potência de 80% numa comparação dependente de três medidas da PIO (comparação longitudinal com três equipamentos e com os mesmos sujeitos, um tamanho de amostra de 102 olhos foi necessária para um nível de significância de 0.05 considerando um desvio padrão de 0.10 e uma diferença entre as medidas de 0.281.

Os pacientes foram pesquisados numa base de dados informática de duas ópticas no distrito de Aveiro e todos os que cumpriam os requisitos necessários foram convidados a participar.

Foram seguidas as diretrizes da *Declaração de Helsínquia* e a *Convenção de Astúrias de Bioética* que foi realizada em Oviedo. Todos os pacientes que participaram no estudo assinaram um termo de Consentimento Informado tendo bem explícito os objetivos de estudo, o retorno da participação, o compromisso da comparecência no segundo dia e procedimento do estudo ao longo do mês. O mesmo foi explicado

verbalmente e assinado por ambas as partes.

Foram registados valores, para comparação das medidas do Icare, Icare100 e Pulsair de 100 olhos de 51 pacientes; 21 do sexo masculino e 30 do sexo feminino.

Para fins estatísticos foram consideradas as medições da PIO de ambos os olhos.

4.1.2. Critérios de exclusão

Todos os pacientes foram selecionados tendo por base a não existência de antecedentes diretos de glaucoma ou HTO, não sofrerem de nenhuma das duas patologias anteriormente referidas, nunca terem sofrido intervenção cirúrgica ocular, em caso de existência de astigmatismos os mesmos serem inferiores as 2,50D, após observação ao biomicroscópio não apresentarem qualquer alteração corneal (edema, perda de transparência ou leucoma).

Aos que foram admitidos e participaram até ao fim, cumprindo as duas medições da PIO com os três equipamentos, foi pedido para comparecerem sempre sem LC e a segunda medição teria de ser impreterivelmente á mesma hora da primeira.

Todas as medições foram realizadas com um mês de intervalos entre as 09h00 e as 11h00.

Mais se pediu aos pacientes, para que não bebessem café ou bebidas derivadas, água num curto espaço de tempo ou fossem ao ginásio antes da medição do valor da pressão intraocular.

4.2. Procedimento experimental

4.2.1 Parâmetros estudados

Tendo em conta os objetivos de estudo para as diversas análises (descritas nos resultados) os dados dos pacientes como idade, género, datas e hora da medição da PIO, valor da compensação em LC (esfera, cilindro e eixo - como consequência da consulta realizada interna ou externamente) e queratometria (valores em *mm* dos meridianos mais plano e curvo) foram valorizados.

Para registo da queratometria foi usado o equipamento PRK – 6000 Auto Ref-Keratometer (fornecedor Potec).



Figura 4.1- Autorefractometro e queratometro: PRK – 6000

4.3 Tonómetros

4.3.1 Icare TA01i

O tonómetro Icare[®] original é baseado em um princípio de medição comprovado no qual uma sonda muito leve é usada para fazer contato momentâneo e suave com a córnea. O dispositivo faz a avaliação da PIO em todos os pacientes mostrando-se versátil para situações mais complexas (por exemplo, crianças e pacientes com demência).

Tonómetro habitualmente usado nos consultórios de Optometria por ter valores de medição de PIO muito próximos do tonómetro de Goldmann, tem fácil manuseamento e não requer anestésico.

É necessário posicionar o ajuste de encaixe na testa e a sonda deve estar afastada da córnea 4 a 8mm e com uma inclinação de 90 graus. (in Icare TA01i quick guide. (www.icaretonometer.com))



Figura 4.2- Tonometro: Icare

4.3.2 Icare ic100

O novo protocolo do Icare 100[®] garante uma precisão de medição da PIO (apenas com uma diferença de 0.08 mmHg comparativamente com o Tonómetro de Goldmann) além do disparo ser automático quando o mesmo se encontra corretamente posicionado. Este protocolo, segundo o fabricante, é mais rápido e preciso.

O dispositivo é baseado em um princípio de medição de recuperação que não requer anestésico, ar ou habilidades especializadas para seu uso. O novo *design premium* e interface do usuário trazem a medida IOP para um novo nível, segundo o fornecedor.

De igual forma ao Icare, este tonómetro não requer uso de anestésico e é necessário posicionar o ajuste de encaixe na testa e a sonda deve estar afastada da córnea 4 a 8mm e com uma inclinação de 90 graus, sendo que se não estiver bem posicionado o disparo automático da sonda não acontece.

Especificações do fabricante:

Sequência de medição automática: série e modo único com um botão

Icare[®] EasyNav: Interface de navegação avançada

Icare[®] EasyPos: Assistente de posicionamento inteligente para o alinhamento correto do tonómetro.

(in Icare[®] ic100 quick guide, www.icaretonometer.com)





Figura 4.3- Tonometro: Icare100

4.3.3 Pulsair (Keeler Pulsair IntelliPuff)

A tonometria do impulso do ar é um processo extremamente complexo.

Segundo o fornecedor é uma tonometria objetiva e confiável, repetitiva e precisa baseia-se no desempenho de dois subsistemas críticos: deteção de posição e quantidade de “ar” projetado.

É importante que o instrumento esteja bem posicionado. Quando o ar é libertado para a córnea, a posição de libertação e a direção da viagem de ar têm um efeito significativo na reação da córnea ao sopro e, portanto, o resultado da medição.

No instrumento Keeler, isso é realizado através do uso de 3 sensores ópticos que funcionam no comprimento de onda infravermelho. Uma fonte de luz infravermelha LED controlada continuamente fornece um feixe direcionado de forma precisa, cuja reflexão da córnea é registrada pelos 3 sensores. Esses sensores fornecem os dados de alinhamento críticos relacionados à distância, ao passo e ao alinhamento do instrumento da córnea. Os sinais são convertidos em formato digital a taxas de até 100K bytes por segundo. Só ocorre libertação de ar quando o alinhamento é perfeito.



Figura 4.4- Tonometro: Pulsair

Especificações do Tonometro Pulsair, segundo o fabricante:

Escala de medição	mmHg (milímetros de mercúrio)
Precisão mostrada	0.1mmHg
Exibição	rolagem da matriz de pontos de 4 caracteres
Sistema de queima	Automático e objetivo
Sistema de iluminação	LED infra vermelho
Distância de trabalho	20mm
Sistema de montagem	mesa / desktop / parede
Dimensões da unidade base	260 x 215 x 220 mm (H x P x W)
Peso da unidade base	2,465Kg
Dimensões da peça manual	315 x 150 x 46mm (H x P x W)
Peso da peça	0.890Kg
Comprimento do cordão umbilical	2,0 m

4.4 Análise Estatística

A análise estatística dos dados recolhidos, entre os meses de Fevereiro e Julho, foi realizada com o software SPSS v.22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Nas tabelas, do capítulo seguinte, são devidamente apresentados os valores da média±desvio padrão, máximos e mínimos.

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk foram usados para avaliar a normalidade da distribuição dos dados.

Recorremos aos testes de Kruskal Wallis e ANOVA para fazer comparações múltiplas e para estudar a diferença entre os três equipamentos na amostra por erro refrativo, valores queratométricos e tipo de lentes de contacto (positivas, negativas, esféricas ou tóricas).

Os testes T-test (test T de student) e Wilcoxon Signed Ranks foram usados para compararmos os valores da PIO resultantes da medição com os três equipamentos, longitudinalmente, para variáveis de distribuição normal e não-normal respetivamente, o que nos permitiu ver se existiam diferenças estatisticamente significativas entra a 1ª e a 2ª medição.

Os testes Independent Sample T-test e Mann-Whitney foram realizados para compararmos as diferenças entre os grupos para variáveis de distribuição normal e não-normal respetivamente.

Com a finalidade de analisar as diferenças obtidas entre os três tonómetros foram desenhados gráficos de Bland-Altman onde se observaram os limites de concordância a 95%.

Para fins estatísticos, um valor de p menor que 0,05 foi considerado *estatisticamente significativo*.

5. Resultados

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos ao longo desta investigação.

Sucintamente ressaltamos os tópicos estudados que iremos explicar:

- ✓ Comparação dos valores da PIO obtida com três tonómetros e apresentação da amostra,
- ✓ Comparação dos valores da PIO obtidos com os diferentes tonómetros por ametropia: míopes, emetropes e hipermetropes,
- ✓ Análise dos valores da PIO obtidos com os diferentes tonómetros por valores queratométricos,
- ✓ Comparação dos valores da PIO obtidos com os diferentes tonómetros por tipo de LC usada: negativa, positiva, esférica ou tórica.

5.1. Comparação dos valores da pressão intraocular obtida com três tonómetros

5.1.1. Caracterização da amostra

A caracterização da amostra é apresentada na *tabela 4.1* onde se apresentam os dados demográficos, refrativos e queratométricos, médias \pm desvio padrão, máximos e mínimos.

No estudo participaram 34 mulheres e 17 homens tendo sido recolhidos dados em ambos os olhos (total 102 olhos, 68 femininos e 34 masculinos) com idade média de 28,94 \pm 9,31 anos.

Não se registou nenhum valor de queratometria díspar o que reforçou a exclusão de astigmatismos superiores a 2,50D.

Tabela 5.1 - Dados demográficos da amostra expressos em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	28,94 \pm 9,31	13,00	47,00
Esfera (D)	-1,29 \pm 2,76	-9,00	5,50
Cil (D)	-0,84 \pm 0,49	-2,25	-0,25
M (D)	-1,53 \pm 2,71	-9,00	4,38
J0 (D)	0,12 \pm 0,30	-0,74	1,06
J45 (D)	0,01 \pm 0,16	-0,72	0,70
K1 (mm)	7,95 \pm 0,28	7,19	8,69
K2 (mm)	7,77 \pm 0,28	6,50	8,53
Qmed (mm)	7,86 \pm 0,27	7,06	8,53
Icare (mmHg)	15,67 \pm 3,91	9,00	30,00
Icare100 (mmHg)	14,93 \pm 3,54	8,00	25,00
Pulsair (mmHg)	13,24 \pm 2,52	8,00	23,00

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor queratometria médio.

5.1.2. Diferenças entre as medidas dos tonómetros Icare, Icare100 e Pulsair

Ao analisar os valores médios da tonometria expressos na *Tabela 5.2* encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os três tonómetros. Com o Icare o valor médio da PIO registado foi 15,67 \pm 3,91mmHg enquanto com os outros dois tonómetros os valores médios foram mais baixos, sendo respetivamente para o Icare100 14,93 \pm 3,54mmHg e com o Pulsair 13,24 \pm 2,52mmHg.

Não se evidência uma diferença clinicamente significativa entre o Icare e o Icare100, uma vez que o segundo subestima o primeiro em menos de 1mmHg.

Tabela 5.2 Valores da PIO média obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	p
Icare	15,67 \pm 3,91	9,00	30,00	<0,001
Icare100	14,93 \pm 3,54	8,00	25,00	
Pulsair	13,24 \pm 2,52	8,00	23,00	

Teste Kruskal Wallis; Milímetros de mercúrio: mmHg

A diferença resultante entre os mesmos é estatisticamente significativa sendo maior entre o Icare e o Pulsair com valor da diferença média de $1,70 \pm 2,22$ mmHg ($p < 0,001$).

Tabela 5.3. Valores da diferença média da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	p
Icare - Icare100	$0,74 \pm 1,88$	$<0,001$
Icare - Pulsair	$2,43 \pm 2,84$	$<0,001$
Icare100 - Pulsair	$1,70 \pm 2,22$	$<0,001$

Wilcoxon Signed Ranks Test; Milímetros de mercúrio: mmHg

A análise da *tabela 5.3* permite melhor visualização quando são desenhados os gráficos de Bland-Altman (gráficos A, B e C) e observamos a comparação dos valores obtidos entre dois equipamentos.

Gráfico A

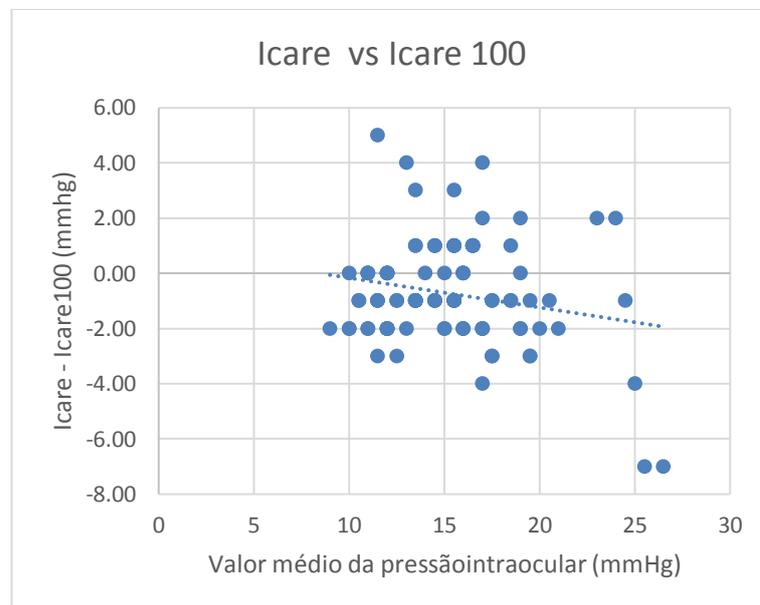


Gráfico B

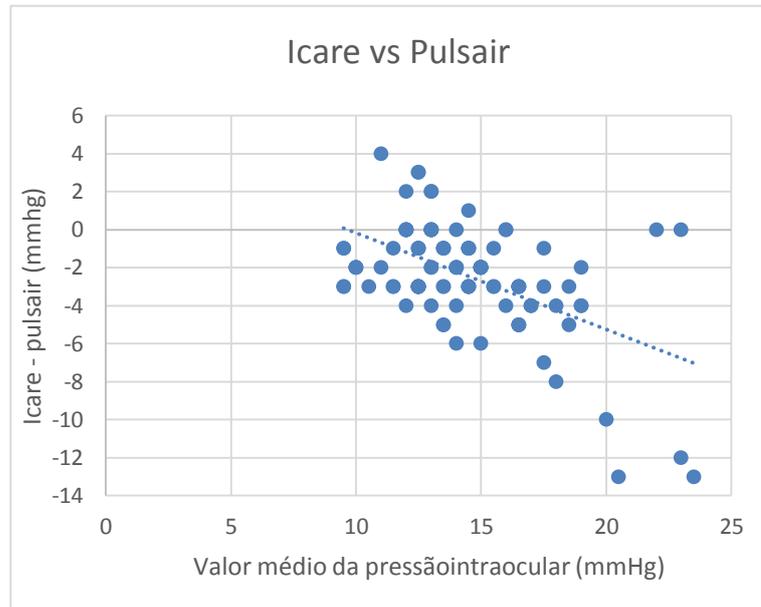


Gráfico C

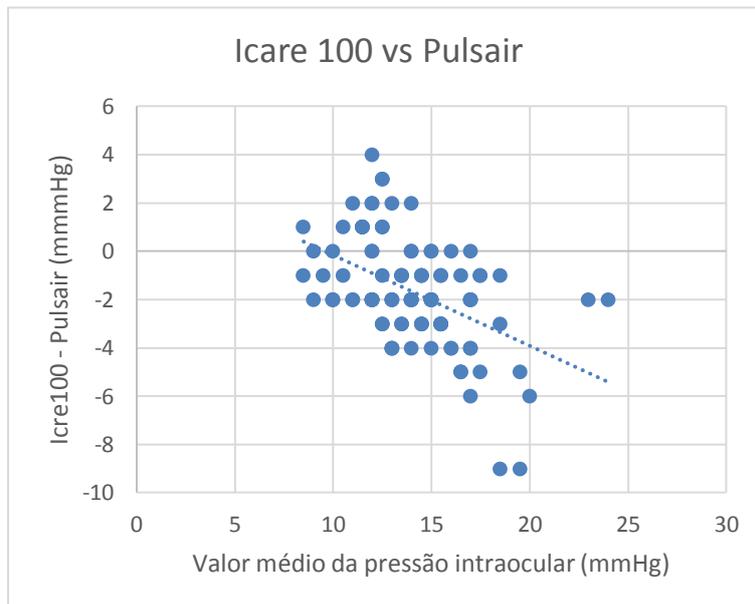


Figura 4.1 - Gráficos de Bland-Altman na comparação dos valores obtidos entre: A) tonometria entre o Icare e o Icare100. B) Tonometria entre o Icare e o Pulsair. C) Tonometria entre o Icare100 e o Icare100. Nos gráficos são apresentados os limites de concordância de 95% das medidas (média da diferença $\pm 1,96$ da diferença dos desvio padrão).

5.2 Comparação dos valores da pressão intraocular por ametropia

Para que possamos compreender se a ametropia influi no valor da PIO, subdividimos a amostra total em três grupos: míopes, emetropes e hipermetropes. Não olhamos ao facto de usarem ou não lentes de contacto.

Numa primeira análise é ponto de referência que nesta amostra em estudo os três tonómetros mesuram o valor da PIO de forma diferente no mesmo individuo. Existe ainda uma ligeira subestimação do Pulsair e do Icare100 comparativamente como Icare.

A maior diferença registada foi de $4,20 \pm 4,69$ mmHg entre o Icare e o Pulsair no grupo de emetropes, não obstante a este valor, relativizamos o mesmo uma vez que no grupo referido a amostra era somente de 10 olhos.

Tabela 5.4 Comparação dos valores de tonometria por equipamento e ametropia

Ametropia	Icare - Icare100 (mmHg)		Icare - Pulsair (mmHg)		Icare100 - Pulsair (mmHg)	
	Míopes	$15,52 \pm 3,17$	$14,88 \pm 3,18$	$15,52 \pm 3,17$	$13,38 \pm 2,59$	$14,88 \pm 3,18$
	$0,64 \pm 1,76; 0,040^*$		$2,14 \pm 2,28; <0,001^+$		$1,51 \pm 1,92; <0,001^+$	
Emetropes	$18,00 \pm 6,90$	$15,80 \pm 5,35$	$18,00 \pm 6,90$	$13,80 \pm 3,61$	$15,80 \pm 5,35$	$13,80 \pm 3,61$
	$2,20 \pm 2,70; 0,030^*$		$4,20 \pm 4,69; 0,020^+$		$2,00 \pm 2,79; 0,050^+$	
Hipermetropes	$15,09 \pm 4,03$	$14,70 \pm 3,76$	$15,09 \pm 4,03$	$12,57 \pm 1,56$	$14,70 \pm 3,76$	$12,57 \pm 1,56$
	$0,39 \pm 1,62; 0,258^*$		$2,52 \pm 3,19; 0,001^+$		$2,13 \pm 2,78; 0,001^+$	

*T-TEST, +Wilcoxon; Milímetros de mercúrio: mmHg

5.2.1. Análise dos valores da pressão intraocular em míopes

A caracterização da amostra é apresentada na *tabela 5.5* e contém os dados demográficos, erro refrativo e valores de queratometria, média \pm desvio padrão, máximos e mínimos.

A amostra é composta por 49 olhos femininos e 20 olhos masculinos com idade média de $27,94 \pm 9,30$ anos.

Tabela 5.5 Dados demográficos da amostra expressos em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade	$27,94 \pm 9,30$	13,00	45,00
Esfera	$-2,82 \pm 1,73$	-9,00	-0,50
Cil	$-0,81 \pm 0,47$	-2,25	-0,25
M	$-3,02 \pm 1,68$	-9,00	-0,75
J0	$0,09 \pm 0,29$	-0,63	1,06
J45	$0,01 \pm 0,14$	-0,32	0,43
K1	$7,88 \pm 0,25$	7,19	8,60
K2	$7,73 \pm 0,27$	6,50	8,53
Qmed	$7,81 \pm 0,24$	7,06	8,53
Icare_1	$15,52 \pm 3,17$	9,00	23,00
Icare_100_1	$14,88 \pm 3,18$	8,00	25,00
Pulsair_1	$13,38 \pm 2,59$	9,00	23,00

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor da queratometria média

Os valores médios da tonometria sugerem-nos diferenças estatisticamente significativas, contudo na prática clínica a diferença entre o Icare e o seu sucessor volta a ser inferior a 1mmHg.

Tabela 5.6 Valores da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	p
Icare	$15,52 \pm 3,17$	9,00	23,00	<0,001
Icare 100	$14,88 \pm 3,18$	8,00	25,00	
Pulsair	$13,38 \pm 2,59$	9,00	23,00	

Teste Kruskal Wallis; Milímetros de mercúrio: mmHg

Nesta amostra evidencia-se a diferença estatisticamente significativa de $2,14 \pm 2,28$ mmHg entre o Icare e o Pulsair.

Tabela 5.7 Valores da diferença média da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	p
Icare - Icare100	0,64 \pm 1,76	0,040
Icare - Pulsair	2,14 \pm 2,28	<0,001
Icare100 - Pulsair	1,51 \pm 1,92	<0,001

Teste de Wilcoxon Signed Ranks (variáveis de distribuição não-normal); Milímetros de mercúrio: mmHg

5.2.2 Análise dos valores da pressão intraocular em emetropes

A caracterização da amostra é apresentada na *tabela 5.8* com dados demográficos, erro refrativo e valores de queratometria, média \pm desvio padrão.

Este subgrupo em estudo tem apenas uma amostra de 10 olhos (8 olhos femininos e 2 olhos masculinos) com idade média de 26,20 \pm 5,67mmHg.

Tabela 5.8 Dados demográficos da amostra expressos em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade	26,20 \pm 5,67	18,00	36,00
Esfera	0,38 \pm 0,56	-0,50	1,00
Cil	-0,92 \pm 0,54	-1,75	-0,25
M	-0,04 \pm 0,31	-0,50	0,38
J0	0,28 \pm 0,40	-0,48	0,88
J45	-0,03 \pm 0,18	-0,40	0,21
K1	8,08 \pm 0,34	7,65	8,68
K2	7,83 \pm 0,25	7,58	8,27
Qmed	7,96 \pm 0,29	7,62	8,48

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor da queratometria média

Neste estudo os níveis de significância são de 0,250 o que nos remete para o número reduzido de amostra e as conclusões não sejam de todo efetivas apesar da diferença observada que apresentamos na *tabela 5.9*.

Tabela 5.9 Valores da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	p
ICare	18,00 \pm 6,99	11,00	30,00	0,250
ICare 100	15,80 \pm 5,35	9,00	23,00	
Pulsair	13,80 \pm 3,61	8,00	18,00	

Teste ANOVA; Milímetros de mercúrio: mmHg

As diferenças entre os equipamentos são notórias neste subgrupo da amostra. A diferença média entre o Icare e o Icare 100 chega a $2,20 \pm 2,70$ mmHg.

Tabela 5.10 Valores da diferença média da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	p
Icare - Icare100	2,20 \pm 2,70	0,030
Icare - Pulsair	4,20 \pm 4,69	0,020
Icare100 - Pulsair	2,00 \pm 2,79	0,050

Teste de Wilcoxon Signed Ranks (variáveis de distribuição não-normal)

Mais uma vez, todos os tonómetros subestimam o valor da PIO comparados com o Icare. A maior diferença é registada, conforme supra referida, foi entre o Icare e o Pulsair com um valor de $4,20 \pm 4,69$ mmHg.

5.2.3 Análise dos valores da pressão intraocular em hipermetropes

A caracterização da amostra em estudo é referenciada na *tabela 5.11* apresentado dados demográficos, valores do erro refrativo e queratometria, médias \pm desvio padrão, máximos e mínimos.

A amostra é composta por 23 olhos (11 olhos femininos e 12 olhos masculinos) com idade média de $33,13 \pm 9,60$ anos.

Tabela 5.11 Dados demográficos da amostra expressos em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade	33,13 \pm 9,60	16,00	47,00
Esfera	2,57 \pm 1,27	0,75	5,50
Cil	-0,87 \pm 0,52	-2,25	-0,50
M	2,30 \pm 1,27	0,50	4,38
J0	0,15 \pm 0,29	-0,74	0,86
J45	0,00 \pm 0,23	-0,72	0,70
K1	8,10 \pm 0,28	7,75	8,69
K2	7,86 \pm 0,29	7,41	8,28
Qmed	7,98 \pm 0,28	7,58	8,49

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor queratometria médio

Neste subgrupo em estudo os valores médios da PIO resultante da medição com os três equipamentos são apresentados na seguinte tabela e são estatisticamente significativos.

Tabela 5.12 Valores da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	p
ICare	15,09 \pm 4,03	11,00	27,00	0,046
ICare 100	14,70 \pm 3,76	10,00	24,00	
Pulsair	12,57 \pm 1,56	9,00	15,00	

Teste Kruskal Wallis; Milímetros de mercúrio: mmHg

Existe diferença estatisticamente significativa entre o Icare e o Pulsair de $2,52 \pm 3,19$ mmHg e entre o Icare100 e o Pulsair de $2,13 \pm 2,78$ mmHg.

É quase nula a diferença entre o Icare e o Icare100.

Tabela 5.13 Valores da diferença média da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	p
Icare- Icare100	0,39 \pm 1,62	0,258
Icare - Pulsair	2,52 \pm 3,19	0,001
Icare 100 - Pulsair	2,13 \pm 2,78	0,001

Teste de Wilcoxon Signed Ranks

5.3 Comparação dos valores da pressão intraocular por valores de queratometria

Na amostra global, todos os valores de queratometria são normais não havendo nenhum valor díspar dos demais. No entanto por forma a compreendermos se o valor de queratometria tem influência no valor da pressão intraocular dividimos em três subgrupos, denominados de agora em diante por Q1, Q2 e Q3.

Apresentamos na seguinte tabela os dados gerais de distribuição:

Tabela 5.14 Tabela interpretativa do intervalo dos valores de queratometria assumidos por Q1, Q2 e Q3

	Valores em mm
Q1	7,06 < Q1 < 7,72
Q2	7,73 < Q2 < 7,91
Q2	7,92 < Q3 < 8,53

Como análise geral dos dados recolhidos, não encontramos diferenças significativas nos três subgrupos que possam sugerir diferenças clínicas entre os três tonómetros.

Tabela 5.15 Comparação dos valores de tonometria por equipamento e queratometria

<i>Q</i>	Icare - Icare100 (mmHg)		Icare - Pulsair (mmHg)		Icare100 - Pulsair (mmHg)	
<i>Q1</i>	15,48 ± 3,77	15,27 ± 3,67	15,48 ± 3,77	13,88 ± 3,10	15,27 ± 3,77	13,88 ± 3,10
	0,21 ± 1,90; 0,526*		1,61 ± 2,59; 0,002+		1,39 ± 1,94; <0,001+	
<i>Q2</i>	15,20 ± 2,51	14,20 ± 2,56	15,20 ± 2,51	12,94 ± 1,94	14,20 ± 2,56	12,94 ± 1,94
	1,00 ± 1,37; <0,001+		2,26 ± 1,75; <0,001+		1,26 ± 1,90; <0,001*	
<i>Q3</i>	16,32 ± 5,09	15,35 ± 4,20	16,32 ± 5,09	12,91 ± 2,38	15,35 ± 4,20	12,91 ± 2,388
	0,97 ± 2,24; 0,011+		3,41 ± 3,64; <0,001+		2,44 ± 2,63; <0,001*	

*T-TEST, +Wilcoxon; Milímetros de mercúrio: mmHg

5.3.1 Análise das diferenças entre tonómetros para *Q1*

A caracterização da amostra é apresentada na tabela infra mostrando dados demográficos, erro refrativo e queratometria, média ± desvio padrão, máximos e mínimos.

Para valores de queratometria média *Q1* = 7,60 ± 0,15mm participaram 33 olhos (19 olhos femininos e 14 olhos masculinos) com idade média de 29,42 ± 8,76 anos.

Tabela 5.16 Dados demográficos da amostra expressos em média ± DP, máximo e mínimo

	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Idade	29,42 ± 8,76	18,00	44,00
Esfera	-1,78 ± 1,97	-6,50	1,50
Cil	-0,92 ± 0,39	-1,75	-0,25
M	-2,05 ± 1,90	-6,50	1,13
J0	0,10 ± 0,34	-0,74	0,82
J45	0,02 ± 0,14	-0,21	0,43
K1	7,68 ± 0,16	7,19	7,92
K2	7,51 ± 0,22	6,50	7,81
Qmed	7,60 ± 0,15	7,06	7,72

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor queratometria médio

Ao observarmos valores médios da PIO não encontramos diferenças estatisticamente significativas o que nos sugere que alterações mínimas no raio de curvatura não influem no valor da PIO

Tabela 5.17 Valores da PIO do grupo *Q1* obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	p
ICare	15,48 \pm 3,77	9,00	23,00	0,087
ICare100	15,27 \pm 3,67	10,00	25,00	
Pulsair	13,88 \pm 3,10	9,00	23,00	

Teste Kruskal Wallis; Milímetros de mercúrio: mmHg

Verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas entre os equipamentos com relevância entre os tonómetros Icare e Icare100 quando comparados com o Pulsair para uma significância de $p < 0,002$ e $p < 0,001$ respetivamente.

Nem subgrupo da amostra é quase nula a diferença resultante entre o Icare e Icare100.

Tabela 5.18 Valores da diferença média da PIO do grupo *Q1* obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	p
Icare - Icare100	0,21 \pm 1,90	0,526*
Icare - Pulsair	1,61 \pm 2,59	0,002+
Icare100- Pulsair	1,39 \pm 1,94	0,001+

*T-TEST, +Wilcoxon; Milímetros de mercúrio: mmHg

5.3.2 Análise da diferença entre tonómetros para Q2

A caracterização da amostra é apresentada na *Tabela 5.17* que contém dados demográficos, erro refrativo e queratometria, média \pm desvio padrão, máximos e mínimos.

Para valores de queratometria média $Q2=7,82 \pm 0,06$ mm participaram 35 olhos (30 olhos femininos e 5 olhos masculinos) com idade média de $28,37 \pm 8,91$ anos.

Tabela 5.19 Dados demográficos da amostra expressos em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade	28,37 \pm 8,91	16,00	45,00
Esfera	-1,32 \pm 2,80	-5,50	4,50
Cil	-0,91 \pm 0,55	-2,25	-0,25
M	-1,57 \pm 2,76	-5,63	4,13
J0	0,12 \pm 0,35	-0,63	1,06
J45	-0,01 \pm 0,13	-0,40	0,38
K1	7,90 \pm 0,11	7,74	8,23
K2	7,74 \pm 0,07	7,53	7,87
Qmed	7,82 \pm 0,06	7,73	7,91

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor queratometria médio

Neste subgrupo da amostra observamos que o valor médio da PIO mesurada com o Icare e o Icare100 difere em 1mmHg.

O tonómetro de “non-contact” continua a fornecer os valores mais baixos da pressão intraocular.

Tabela 5.20 Valores da PIO do rupo Q2 obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	p
ICare	15,20 \pm 2,51	11,00	21,00	0,001
ICare100	14,20 \pm 2,56	10,00	19,00	
Pulsair	12,94 \pm 1,94	10,00	18,00	

Teste Kruskal Wallis; Milímetros de mercúrio: mmHg

Na análise dos valores médios da PIO verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas com valores superiores a 1mmHg e níveis de significância $p < 0,001$. No entanto a maior diferença regista-se entre o Icare e o Pulsair com valor de $2,26 \pm 1,75$ mmHg

Tabela 5.21 Valores da diferença média da PIO do grupo Q2 obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média \pm DP	p
Icare – Icare100	1,00 \pm 1,37	<0,001+
Icare- Pulsair	2,26 \pm 1,75	<0,001+
Icare100 - Pulsair	1,26 \pm 1,90	<0,001*

*T-TEST, +Wilcoxon; Milímetros de mercúrio: mmHg

5.3.3 Análise da diferença entre tonómetros para Q3

A caracterização da amostra é apresentada na *tabela 5.22* que contem dados demográficos, erro refrativo e queratometria, média \pm desvio padrão, máximos e mínimos.

A amostra é composta por 34 olhos (19 olhos femininos e 15 olhos masculinos) cuja idade média é 29,06 \pm 10,41 anos.

O valor médio de queratometria para o subgrupo denominado Q3 é 8,16 \pm 0,18mm.

Tabela 5.22 Dados demográficos da amostra Q3 expressos em média \pm DP, máximo e mínimo

	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade	29,06 \pm 10,41	13,00	47,00
Esfera	-0,79 \pm 3,32	-9,00	5,50
Cil	-0,70 \pm 0,50	-2,25	-0,25
M	-0,98 \pm 3,25	-9,00	4,38
J0	0,14 \pm 0,20	0,00	0,86
J45	0,01 \pm 0,21	-0,72	0,70
K1	8,25 \pm 0,21	7,97	8,69
K2	8,06 \pm 0,17	7,79	8,53
Qmed	8,16 \pm 0,18	7,92	8,53

Cil: cilindro; M: Esférico equivalente; J0: diferença na potência dióptrica entre o meridiano horizontal e vertical; J45: astigmatismo oblíquo; K1: queratometria; K2: queratometria; Qmed: valor queratometria médio

Observando a *tabela 5.23* dos valores médios da PIO encontramos diferenças estatisticamente significativas para valores de queratometria superiores.

Tabela 5.23 Valores da PIO do grupo *Q3* obtida com três tonómetros expressa em média±DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média ± DP	Mínimo	Máximo	p
ICare	16,32 ± 5,09	10,00	30,00	0,006
ICare100	15,35 ± 4,20	8,00	24,00	
Pulsair	12,91 ± 2,38	8,00	17,00	

Teste Kruskal Wallis; Milímetros de mercúrio: mmHg

Na comparação direta dos tonómetros evidenciam-se diferenças estatisticamente significativas. O Icare e Icare100 apresentam $0,97 \pm 2,24$ mmHg de diferença para um nível de significância $p < 0,001$.

Quando comparados o Icare e Pulsair, estes apresentam uma diferença estatisticamente significativa superior a 2mmHg para um nível de significância $p < 0,001$.

Tabela 5.24 Valores da diferença média da PIO do grupo *Q3* obtida com três tonómetros expressa em média ± DP, máximo e mínimo

(mmHg)	Média ± DP	p
Icare - Icare100	0,97 ± 2,24	0,011+
Icare – Pulsair	3,41 ± 3,64	<0,001+
Icare100 – Pulsair	2,44 ± 2,63	<0,001*

*T-test, +Wilcoxon; Milímetros de mercúrio: mmHg

Numa análise geral, conseguimos observar que:

- ✓ Com a exceção da diferença do valor da PIO entre o Icare e Icare100, em *Q1* ($0,21 \pm 1,90$ mmHg, $p=0,526$) existem diferenças estatisticamente significativas entre todas medidas efetuadas com os diferentes tonómetros em função do valor do *Qmed*.
- ✓ Os valores obtidos para as medidas da PIO, apresentam uma tendência de valores mais altos obtidos com o Icare, seguido do Icare100 e por último do Pulsair e esta tendência é verificado com o incremento do valor do *Qmed*.

5.4 Análise das diferenças entre tonómetros por tipo de lentes de contacto (negativas, positivas, tóricas e esféricas)

Um dos objetivos desta tese é entender se o uso de LC influi, a longo prazo, no valor da PIO do paciente ainda que não exista histórico familiar de HTO/Glaucoma nem o mesmo esteja diagnosticado com nenhuma das patologias anteriormente referidas.

Assim, dividimos a amostra total em dois grupos: usuário de lentes de contacto e grupo controle.

A amostra da população usuária de lentes de contacto é composta por 58 olhos e a amostra do grupo controle é composta por 44 olhos.

5.4.1 Análise da diferença da pressão intraocular em usuários de lentes de contacto negativas e positivas

Com o propósito de analisar se existem diferenças estatisticamente significativas no valor da pressão intraocular induzida por uso de LC negativas ou LC positivas, subdividimos o grupo de usuários.

Este estudo conta com 44 olhos que usaram, durante um mês, lentes de contacto negativas e 14 que usaram durante o mesmo período de tempo lentes de contacto positivas.

Relembramos que apenas foi considerada para fins estatísticos a segunda medição da PIO correspondentes ao 30º dia uma vez que na 1ª visita todos os pacientes vieram sem lentes de contacto e na semana anterior usaram sempre óculos.

Tabela 5.25 Valores médios da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

	Icare	Icare100	Pulsair
LC negativa	16,18 \pm 2,66	14,80 \pm 2,54	13,50 \pm 1,81
LC positiva	16,00 \pm 3,49	15,14 \pm 3,70	13,71 \pm 3,07
Diferença	0,18 \pm 0,88	-0,35 \pm 0,87	-0,21 \pm 0,67
p	0,596	0,589	0,734

Teste: U de Mann-Whitney; LC negativa n=44, LC positiva n=14, Milímetro de mercúrio: mmHg

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre usuários de LC positivas e usuários de LC negativas no entanto o Icare100 apresenta a maior

diferença com valor de $-0,35 \pm 0,87$ mmHg com $p=0,589$.

Observamos que contrariamente aos outros dois tonómetros o Icare apresenta valores de PIO superiores para usuários de LC positivas.

5.4.2 Análise da diferença da pressão intraocular em usuários de lentes de contacto tóricas e esféricas

Com finalidade de analisar se existem diferenças no valor da PIO em usuários de lentes de contacto tóricas ou esféricas subdividimos, novamente o grupo inicial.

Este subgrupo em estudo tem uma amostra de 36 olhos usuários de LC esféricas e 22 olhos usuários de LC tóricas.

Analisando os resultados obtidos e descritos na *tabela 5.26* apresentada, não encontramos diferenças estatisticamente significativas nos valores da PIO medida em usuários de LC tóricas ou esféricas. Contudo salientamos que com o Icare100 a diferença foi de $-0,93 \pm 0,76$ mmHg para $p=0,329$.

Tabela 5.26 Valores médios da PIO obtida com três tonómetros expressa em média \pm DP, máximo e mínimo

	Icare	Icare100	Pulsair
LC esférica	$16,19 \pm 2,97$	$14,53 \pm 3,02$	$13,58 \pm 2,12$
LC tórica	$16,05 \pm 2,70$	$15,45 \pm 2,44$	$13,50 \pm 2,26$
Diferença	$0,15 \pm 0,78$	$-0,93 \pm 0,76$	$0,08 \pm 0,59$
p	0,815	0,329	0,916

Teste: U de Mann-Whitney, LC esférica n=36, LC tórica n=22, Milímetro de mercúrio: mmHg

5.4.3 Análise da diferença da pressão intraocular em usuários de lentes de contacto e grupo controle

Comparamos os valores da PIO entre a 1^a e a 2^a visita em usuários de LC e no grupo controle. Ao fazermos a análise dos resultados obtidos, expressos na *tabela 5.27*, verificamos que o grupo controle apresenta com qualquer um dos três tonómetros valores da PIO inferiores aos valores do grupo usuários de LCs.

Tabela 5.27 - Tabela resumo da análise da diferença de PIO em usuários de lentes de contacto e grupo controle

	Icare		Icare100		Pulsair	
	<i>Visita 1</i>	<i>Visita 2</i>	<i>Visita 1</i>	<i>Visita 2</i>	<i>Visita 1</i>	<i>Visita 2</i>
LC	16,24 ± 3,44	16,14 ± 2,85	15,36 ± 2,99	14,88 ± 2,83	13,71 ± 1,90	13,55 ± 2,15
<i>n</i> =58	0,10 ± 1,89; 0,797		0,48 ± 2,10; 0,099		0,16 ± 1,63; 0,207	
Controle	14,91 ± 4,39	14,43 ± 3,92	14,36 ± 4,12	13,89 ± 3,91	12,61 ± 3,07	11,67 ± 2,36
<i>n</i> =44	0,48 ± 1,09; 0,007		0,48 ± 0,93; 0,002		0,84 ± 1,38; <0,001	

Teste de Wilcoxon; Milímetros de mercúrio: mmHg

Em usuários de LC não diferenças estatisticamente significativas entre os três tonómetros, no entanto no grupo controle referimos o valor $0,84 \pm 1,38$ mmHg obtido com o Pulsair.

Numa análise geral, observamos que:

- ✓ Clinicamente não é significativo, contudo as LCs podem eventualmente mascaram o valor da PIO.

6. DISCUSSÃO

Neste capítulo é feita a discussão dos resultados obtidos comparando-os com resultados obtidos nas mesmas áreas de estudo e publicado pelos autores.

Para melhor explanação, apresentamos da mesma forma que no capítulo anterior os resultados:

- ✓ Comparação dos valores da PIO por ametropia,
- ✓ Comparação dos valores da PIO por *Qmed*,
- ✓ Análise das diferenças entre tonómetros por tipo de LC
- ✓ Análise da diferença do valor da PIO em usuários de LCs e grupo controle.

Ao longo da realização deste estudo deparamo-nos com várias limitações:

- ✓ Ausência de paquimetria. Não medimos a espessura central da córnea de cada paciente da amostra.
- ✓ Quem mediu a PIO sabia exatamente se o paciente era ou não usuário de LC e no caso de ser, qual o tipo de LC que usava.
- ✓ Inúmeras desistências de pacientes que reduziu a amostra, de Fevereiro a Julho, a 102 olhos.

No entanto, destacamos o facto de se tratar de um estudo longitudinal que permite simultaneamente comparar o valor da PIO medida com três tonómetros, usados recorrentemente e analisar os valores obtidos com as condições inerentes ao paciente: ametropia, queratometria e tipo de LC usada.

6.1 Comparação dos valores da PIO por ametropia

Os valores da PIO médias obtidas no estudo com os três tonómetros são: Icare 15,67 \pm 3,91mmHg, Icare100 14,93 \pm 3,54mmHg e com o Pulsair 13,24 \pm 2,52mmHg. Podemos afirmar que são coerentes com o valor apresentado por Sampaolesi R.^[4] cujo valor normal da PIO do ser humano é 15 mmHg com valores aceitáveis entre 10 mmHg e 20 mmHg.

Auferimos que todos os tonómetros mesuraram valores diferentes de pressão intraocular para o mesmo individuo e que o Icare é subestimado pelo Icare100 e Pulsair.

Em 2011 Stephen J. *et al* estudaram a diferença do valor da PIO obtido por tonometria de rebote e “não contacto” comparada com tonometria de aplanção. Os autores verificaram que existia, embora pequena, uma diferença estatisticamente significativa entre o Icare e o tonómetro de Goldmann uma vez que o primeiro apresentava valores superiores ao segundo. Por contraposição, os valores da tonometria de “não contacto” eram sempre inferiores á tonometria de aplanção. ^[33]

Ao analisarmos os valores obtidos no grupo de míopes verificamos que as duas condições estão presentes: diferença dos valores da PIO média obtida com cada um dos três tonómetros e uma subestimação do valor mesurado com o Pulsair comparado com o Icare.

Existe uma diferença estatisticamente significativa entre os valores médios da PIO obtida com os diferentes equipamentos.

Stephen A. Veron, em 1995, verificou que com o Pulsair a média das primeiras medições da PIO mesuradas em ambos os olhos eram sempre mais elevadas que as medições subsequentes. ^[34]

Muitos autores consideram o erro refrativo crucial para a interpretação do valor da pressão intraocular, nomeadamente Hanne Jensen. No seu artigo de 1992, o autor conclui que os míopes têm um valor da PIO superior a emetropes ou hipermetropes. ^[35] Constatamos o mesmo facto quando comparamos, de forma direta, os valores da tonometria entre o nosso grupo de míopes com o grupo de hipermetropes. Não obstante a este dado, verificamos o mesmo não acontece quando comparamos novamente o grupo de míopes com emetropes, ou seja, os valores da PIO média são superiores no grupo de emetropes quando comparado com o grupo de míopes. Uma possível explicação para o nosso resultado antagónico pode ser o facto do grupo emetrope ter uma amostra muitíssimo reduzida e provocar enviesamento dos resultados.

No grupo de hipermetrope, voltamos a ter valores com diferenças estatisticamente significativas entre os três equipamentos e os mesmos são inferiores ao grupo dos míopes. Este resultado é suportado pelo estudo de M H Edward *et al.* que compararam o valor da PIO em 30 jovens míopes e 30 jovens não míopes chineses. O valor médio da PIO em míopes foi $13,69 \pm 3,4$ mmHg e em não míopes $11,55 \pm 2,06$ mmHg. ^[36]

6.2 Comparação dos valores da PIO por Qmed

Em qualquer um dos subgrupos *Q1*, *Q2* ou *Q3*, a primeira informação que extraímos é que o Pulsair continua a ser o tonómetro que aufere valores mais baixos da PIO e que o Icare é o tonómetro que aufere valores mais elevados. Interpretamos os valores obtidos por a tonometria rebote sobrestimar o valor da pressão intraocular como referiu N Davies *et al.* em 2006. Os autores verificaram que o Icare produz uma pequena mas estatisticamente significativa diferença positiva quando comparado ao tonómetro de Goldmann de $0,50 \pm 2,33$ mmHg na primeira medição e de $0,52 \pm 1,92$ mmHg na segunda medição.^[37]

A variação de valores mesurados com o Icare foi justificada por Jóhannesson *et al.* em 2008 onde concluíram que o tonómetro de rebote mostra uma certa dependência de resultados com a espessura da córnea (ECC).^[38]

Observamos que para alterações mínimas do Qmed da córnea os valores da PIO média não apresentam diferenças estatisticamente significativas e somente para valores de $Q > 7,82$ mm é que a diferença entre o Icare e o Icare 100 é ou está próxima de 1 mmHg; no entanto em todas as comparações, embora muito pequenas, existem diferenças estatisticamente significativas.

Francis *et al.* verificaram que a curvatura da córnea estabelece alteração no valor da PIO. Para córneas mais planas o valor da PIO média é mais baixa e vai aumentando com o aumento da curvatura da corneana e que este efeito não é registado com o tonómetro de Goldmann.^[39]

Markus Kohlhaas *et al.* admitem que a associação da PIO e a curvatura corneal não é estatisticamente significativa na tonometria de aplanção.^[40]

6.3 Análise das diferenças entre tonómetros por tipo de LC

Não observamos diferenças estatisticamente significativas entre usuários de lentes de contacto positivas e usuários de lentes de contacto negativas quando o valor da PIO é mesurado apos um mês de utilização. Trata-se de um bom indicador que as lentes de contacto prescritas estão bem adaptadas e que em nenhum paciente da amostra ocorreu edema ou outro efeito secundário provenientes de uma má adaptação.

Não obstante a esta conclusão de carater geral, salientamos que o Icare foi o único tonómetro que obteve valores de pressão intraocular superiores para usuários de lentes de

contacto negativas por comparação com valores obtidos para usuários de lentes de contacto positivas. Contrariamente ao Icare, o Icare100 e o Pulsair mesuraram valores inferiores no grupo de lentes de contacto negativas e superiores para o grupo de lentes de contacto positivas.

Todas as lentes de contacto usadas pela amostra eram lentes de contacto de Si-Hi apesar, de como já foi referido, termos respeitando exatamente a marca de lentes que cada paciente usava. Primeiramente porque para as graduações quer positivas ou negativas não apresentavam diferenças significativas de espessura ao centro que pudessem fazer alterar os resultados e segundo porque não quisemos alterar as condições inerentes a cada paciente. Todos referiram que se sentiam confortáveis com as lentes que usavam bem como soluções de manutenção.

Fabrice Gogniat *et al.* estudaram a dependência do valor auferido da PIO em função do material e potência das lentes de contacto. Verificaram, pois, que em lentes de contacto Si-Hi com potências de -5,00D e +5,00D quando medida a PIO sobre as mesmas, a média de diferença entre ambas é somente 0,02mmHg. Em contrapartida, em lentes de contacto de Hi a diferença media para as referidas potências é de 0,51mmHg.

Os autores assumiram que uma possível explicação para a diferença obtida entre LC Si-Hi e LC Hi passa por as primeiras terem um módulo superior. ^[30]

Falamos até agora somente de lentes de contacto esféricas negativas e positivas, contudo na análise dos valores da PIO auferidos e comparados entre usuários de LC esféricas e tóricas voltamos a não encontrar diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

Salientamos que o Icare mediu valores inferiores da PIO em usuários de lentes de contacto tóricas e valores de pressão intraocular superiores para lentes de contacto esféricas, contrariamente ao *Icare100* e ao *Pulsair*. Acreditamos que, entre outras possíveis justificações, se trate da dependência do tonómetro á ECC referida por Jóhannesson et al. em 2008. ^[38]

Não conseguimos justificar é a diferença de informação reproduzida entre o Icare e o Icare 100.

6.4 Análise da diferença do valor da PIO em usuários de LCs e grupo controle

Este foi o primeiro objeto de estudo pensado numa fase inicial da investigação. Todos os outros advêm da curiosidade aquando o tratamento estatístico dos dados.

Não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os valores registados na primeira consulta e na segunda (trinta dias após). Contudo, num contexto clínico, referimos que os pacientes do grupo de usuários de LCs têm sempre os valores de PIO superiores, com qualquer um dos três tonómetros, quando comparados com os pacientes que nunca usaram (grupo controle).

Podemos afirmar que o uso de lente de contacto pode eventualmente mascarar o valor da PIO.

Relembramos que não fomos conhecedores da ECC dos pacientes e que deveríamos, de forma exata, saber há quanto tempo (em meses) são usuários e quantas horas por dia usam as lentes. Só assim, numa avaliação retrospectiva é que poderíamos “catalogar” os usuários em novos grupos de tempo de uso, em meses, e comparar em quanto vêm o valor da sua PIO alterada.

7. CONCLUSÃO

- ✓ Os tonómetros auferem valores diferentes de forma estatisticamente significativa, em média a diferença encontrada entre os equipamentos foi $0,74 \pm 1,88$ mmHg ($p < 0,001$) para o Icare e o Icare100, entre o Icare e o Pulsair $2,43 \pm 2,84$ mmHg ($p < 0,001$) e finalmente de $1,70 \pm 2,22$ mmHg ($p < 0,001$) entre o Icare100 e o Pulsair,
- ✓ No grupo de míopes, os valores médios da tonometria sugerem valores mais elevados que no grupo de hipermetropes,
- ✓ No grupo de hipermetropes, a diferença média da PIO obtida entre o Icare e o Pulsair e entre o Icare100 e o Pulsair foram estatisticamente significativas,
- ✓ O resultado do estudo sugere que para valores de *Qmed* mais pequenos não existem diferenças estatisticamente significativas no valor da pressão intraocular ,
- ✓ Para *Qmed* superiores a diferença média da PIO registada aumenta de forma estatisticamente significativa, sendo o valor entre o Icare e o Pulsair $3,41 \pm 3,64$ mmHg ($p < 0,001$) e entre o Icare100 e o Pulsair de $2,44 \pm 2,63$ mmHg ($p < 0,001$),
- ✓ Não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre usuários de LCs negativas e lentes de contacto positivas,
- ✓ Não obtivemos diferenças estatisticamente significativas entre usuários de LCs tóricas ou esféricas,
- ✓ Embora as diferenças médias do valor da PIO entre o grupo usuário de LCs e o grupo controle não sejam estatisticamente significativas num contexto clínico percebemos que o uso de LCs pode eventualmente mascarar o valor real da PIO dos seus usuários.

8. BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS

- [1] *Sebenta de Oftalmologia*. Coimbra: Faculdade Medicina Universidade Coimbra, (2001/2002).
- [2] K. Ham, E. L.-D. (October 1977). *Structural differences between regions of the ciliary body in primates*. Invest. Ophthalmol. Visual Sci.
- [3] Al Lens, S. C. (s.d.). *Ocular anatomy and Physiology*, Charpet8, pag.72. Ledford: SLACK Incorporated.
- [4] SAMPAOLESI, R. (1994). *Glaucoma 40 ed.*
- [5] RB, B. (1991). Flow of aqueous humor in humans [The Friedenwald Lecture]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 32:3145-3166.
- [6] Spalton DJ, H. R. (1993). *Atlas Colorido de Clinica Oftalmológica*. São Paulo: Editora Manolo.
- [7] Roberto Sampaolesi, J. R. (2014). The glaucoma: volume II – open angle glaucoma and angle closure. Em J. R. Roberto Sampaolesi. Springer.
- [8] ANDERS BILL, E. H. (1966). Gross Facility of convencional and pseudofacility os aqueous humor outflow in the cynomolgus monkey. Em *Arch Ophthalmol*. (pp. 75(5):665-673).
- [9] Bill A., P. C. (1971). Uveoscleral drainage of H.A. in human eye. *Exp eye Res*, 12: 275-281.
- [10] ASHTON N, B. A. (1956). Anatomical studies of trabecular meshwork of normal human eye. *Br J Ophthalmol*, 40:257-282.
- [11] Nomura H, S. H. (1999). Age-related changes in intraocular pressure in a Japanese population: a cross-sectional and longitudinal study. *Ophthalmology*, 106:20162022.
- [12] Rupal H. Trivedi, M. N. (October 29, 2010). Influence of Race and Age on Aqueous Humor Levels of Transforming Growth Factor-Beta 2 in Glaucomatous and Nonglaucomatous Eyes. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 477-480.
- [13] JS, P. (2000). Evidence that a gender difference in intraocular pressure is present in childhood. *Ophthalmic Physiol Opt*, 20:131-136.
- [14] H A Quigley, A. T. (2006). The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *British Journal of Ophthalmology*, 90 253-254.
- [15] Tomoyse E, H. A. (2010). Intraocular pressure and related systemic and ocular biometric factors in a population-based study in Japan: the Kumejima study. *Am Ophthalmol*, 150:279-286.

- [16] Jorge J, R.-M. R.-M. (2010 Dec). IOP variations in the sitting and supine positions. *J Glaucoma*, 19(9):609-12.
- [17] Jorge JM, G. M. (2008 Sep). Correlations between corneal biomechanical properties measured with ORA and Icare rebound tonometry. *J Glaucoma*, 17(6):442-8. (24).
- [18] Manik Goel, R. G. (2010). Aqueous Humor Dynamics: A Review. *The Open Ophthalmology Journal*, 4, 52-59.
- [19] Brubaker RF. Measurement of aqueous flow by fluorophotometry. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, Eds. *The Glaucomas*. St. Louis: Mosby 1989; p.p 337-44
- [20] Koskela T, B. R. (1991 Aug). The nocturnal suppression of humor Aq. Flow in humans is not blocked by night. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.32, 2504-2506.
- [21] Stuart Brody, C. E. (October 1999). Intraocular pressure changes: the influence of psychological stress and the Valsalva maneuver. *Biological Psychology*, 43-57.
- [22] Umit Aykan, M. E. (2010). Intraocular pressure and ocular pulse amplitude variations during the Valsalva maneuver. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 1183-1186.
- [23] Vieira GM, O. H. (2006 Sep.). Intraocular pressure variation during weight lifting. *Arch Ophthalmol.*, 124(9):1251-4.
- [24] Kang JH, W. W. (2008 May). Caffeine consumption and risk of primary open-angle glaucoma: a prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*, 49(5):1924-31.
- [25] Read SA, C. M. (2010 Aug). Water drinking influences eye length and IOP in young healthy subjects. *Exp Eye Res.*, 91(2):180-5).
- [26] Mauger RR, L. C. (1984). Effects of accommodation and repeated applanation tonometry on intraocular pressure. *Am J Optom Physiol Opt*, 61:28-30.
- [27] J, R. (2007 May). Effect of accommodation on intraocular Pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Vol.48, 959.
- [28] Read SA, C. M. (2010). Change in IOP and ocular pulse amplitude with accommodation. *Br J Ophthalmol*, 94:332-335.
- [29] Jorge JM, G. M. (2008 Sep). Correlations between corneal biomechanical properties measured with ORA and Icare rebound tonometry. *J Glaucoma.*, 17(6):442-8.
- [30] Lim L, G. G. (2008 sep). Cornea biomechanical characteristics and their correlates with refractive error in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* , 49(9).3852-7
- [31] Fernandes P, D.-R. J.-M. (2005). Comparison of Icare rebound tonometer with the Goldmann tonometer in a normal population. *Ophthalmic Physiol Opt*, 25:436-40.

- [32] López-Caballero, C. I.-N. (2007). Tonometria de rebote en la pratica clinica. Comparacion contonometria de aplanacion. *Arch Soc Esp Oftalmol*, 82: 273-278.
- [33] Jose M. Martinez-de-la-Casa, M. J.-S.-F.-R.-H.-V.-F. (2009; 2011). Performance of the rebound, noncontact and Goldmann applanation tonometers in routine clinical practice. *Acta Ophthalmologica*.
- [34] Fabrizio Zeri, M. D. (July–September 2016). The measurement of IOP over positive soft contact lenses by rebound tonometry). *Journal of Optometry*, 182-188.
- [35] Fabrice Gogniat, D. S. (February 2013). The accuracy of dinamic contour tonometry over soft contact lenses. *Optometry and Vision Science*, Volume 90 - Issue 2 - p 125–130.
- [36] Kishor Sapkota, S. F. (December 2014). IOP pressure measurement with ocular response analyzer over soft contact lenses. *Contact Lens & Anterior Eye*, Volume 37, Issue 6, Pages 415–419.
- [37] Joji Takenaka, E. K. (2015; 9). Intraocular pressure readings obtained through soft contact lenses using four types of tonometer. *Clin Ophthalmol.*, 1875–1881.
- [38] Stephen J Vincent, R. A. (2012; 40). Comparison of intraocular pressure measurement between rebound, non-contact and Goldmann applanation tonometry in treated glaucoma patients. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 163–e170.
- [39] Vernon, S. A. (1995; 79). Reproducibility with the Keeler Pulsair 2000 non-contact tonometer. *British Journal of Ophthalmology*, 554-557.
- [40] Jensen, H. (September 1992). Myopia progression in young school children and intraocular pressure. *Documenta Ophthalmologica*, Volume 82, Issue 3, pp 249–255.
- [41] Edwards MH, B. B. (1993). Intraocular pressure in a selected sample of myopic na nonmyopic chinese children. *Optometry and Vision Science*, 70(1):15-17.
- [42] Leon N. Davies, H. B. (2006). Clinical evaluation of rebound tonometer. *Acta Ophthalmologica*.
- [43] Gauti Jóhannesson, P. H. (September 2008). Pascal, Icare and Goldmann applanation tonometry – a comparative study). *Acta Ophthalmologica*, 614–621.
- [44] Brian A. Francis, A. H.-Y. (2007). Effects of Corneal Thickness, Corneal Curvature, and Intraocular Pressure Level on Goldmann Applanation Tonometry and Dynamic Contour Tonometry. *Ophthalmology*, 20–26.
- [45] Markus Kohlhaas, A. G. (2006). Effect of Central Corneal Thickness, Corneal Curvature, and Axial Length on Applanation Tonometry. *Arch Ophthalmol.*, 124(4):471-476.

9. Apêndice

9.1 Modelo de consentimento informado usado

Consentimento Informado, Livre e Esclarecido para participação em investigação de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Título do estudo: Comparação da medição da pressão intraocular em usuários de lentes de contacto com os tonómetros Icare, Icare100 e Pulsair.

Enquadramento: Investigação realizada no âmbito da realização de Tese de Mestrado - em Parceria com a Universidade do Minho e sob orientação dos **Professores Doutores: António Queirós e Alberto Diaz Rey**

Explicação do estudo: O/a Paciente comparece no dia marcado e é-lhe medida a Pressão intraocular, sem lentes de contacto com três tonómetros de "não-contacto" (não requerem anestésico): Icare, Icare100 e Pulsair.

Os valores obtidos são registados na base de dados do investigador.

Ao trigésimo dia respeitando a hora da primeira medição, e após uso correto das lentes de contacto que habitualmente utiliza, o Paciente volta a submeter-se às mesmas medições.

Condições e financiamento: A investigadora compromete-se a facultar blisters das lentes de contacto bem como a solução de manutenção habitualmente usada - sem qualquer encargo para o Paciente. Não é efetuado o pagamento de deslocações.

Mais se informa que o estudo não é financiado por qualquer entidade, farmacêutica ou outros.

Confidencialidade e anonimato: É garantida a confidencialidade e uso exclusivo dos dados recolhidos para o presente estudo; comprometo-me a salvaguardar o anonimato de todos os Pacientes.

O presente estudo é realizado no consultório da AliÓpticas de Anadia e no consultório da Opticalia da Mealhada assegurando o ambiente de privacidade.

Antecipadamente grata por toda a colaboração, subscrevo-me:

Ana Rita Pereira

Optometrista licenciada pela Universidade da Beira Interior, Pós-Graduação em Optometria Avançada na Universidade do Minho

AliÓpticas de Anadia e no consultório da Opticalia da Mealhada, 910419441, falheirita@hotmail.com

Assinatura:

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pela investigadora.

Nome:

Assinatura:

Data: / /

(se o/a Paciente for menor de idade deverá ser assinado por um Responsável)

Nome:

BI/CC Nº: Data ou Validade / /

Grau de parentesco ou tipo de representação:

Assinatura

**Este documento é composto de 1 página e feito em duplicado:
uma via para os investigadores e outra para a pessoa que consente.**