



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências da Saúde

# **Estudo comparativo entre as avaliações subjetivas e objetivas da refração ocular**

**Pedro Miguel dos Anjos Pina**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Optometria em Ciências da Visão**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro  
Coorientador: Prof. Doutor Pedro Miguel Lourenço Monteiro

**Covilhã, Setembro de 2016**



# Dedicatória

Aos meus Pais, Irmã e Catarina



## Agradecimentos

A todas as pessoas que tiveram direta ou indiretamente ligadas a este trabalho e que tornaram possível a sua realização. De uma forma especial gostava de agradecer:

- Ao amigo e Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro pela grande ajuda, disponibilidade, conselhos e orientação, os quais foram essenciais para a realização de todo o processo;
- Ao amigo e Prof. Doutor Pedro Miguel Lourenço Monteiro pela ajuda, orientação, disponibilidade, conhecimento e experiência, que contribuíram para a realização deste projeto;
- Ao Prof. Doutor Pedro Miguel Fernandes da Nave Serra pela sua ajuda e contribuição na análise estatística dos dados;
- Ao amigo e colega de trabalho Dr. Luís Filipe Antunes Santos um agradecimento especial pela ajuda na recolha de dados essenciais para realização do trabalho;
- À Dra. Cristina Manuela Martins Duarte pela amável disponibilidade de um gabinete totalmente equipado para a recolha dos dados referentes ao trabalho, sem o qual também não seria possível a sua realização;
- À empresa Visional - Equipamentos Médicos, Unip., Lda., nomeadamente ao Senhor António Barreira, um agradecimento pela disponibilidade do autorefratómetro Unicus URK-800, sem o qual também não seria possível a realização do trabalho;
- E finalmente um agradecimento especial, aos amigos que esta bela instituição me deu, que de uma forma ou de outra me deram forças e acreditaram em mim, na realização deste projeto.

A todos eles e sem exceção desejo toda a sorte e sucesso nas vidas pessoais e profissionais.



## Resumo

Este trabalho foi realizado com o intuito de desenvolver um estudo comparativo entre a refração objetiva com a refração subjetiva. Para tal utilizou-se o autorefratômetro Nidek 310A e o autorefratômetro Unicos URK-800. A refração subjetiva foi efetuada monocularmente através de testes optométricos convencionais e as medições objetivas foram feitas através dos autorefratômetros já referidos. Participaram no estudo 107 sujeitos, sendo excluídos os sujeitos com quaisquer patologias oculares, historial de cirurgias ou qualquer trauma que afetasse a visão, e acuidade visual inferior a unidade. Na análise estatística os valores da refração são transformados em componentes vectoriais segundo a decomposição de Fourier. Com análise gráfica de Bland-Altman, comparam-se os valores da refração subjetiva com a refração objetiva e as diferenças entre os dois autorefratômetros. Para complementar análise dos dados, as componentes vectoriais são convertidas para a forma convencional esférica-cilíndrica. Os resultados obtidos mostram uma maior exatidão dos dois aparelhos na parte cilíndrica, sendo o autorefratômetro Nidek AR-310A, mais fiável que o Unicos URK-800, embora as diferenças entre os dois autorefratômetros não fosse clinicamente significativa.

## Palavras-chave

Refração objetiva; Refração subjetiva; Autorefratômetro Nidek AR-310A; Autorefratômetro Unicos URK-800; Análise gráfica de Bland-Altman;



## Abstract

This dissertation was written aiming the development of a comparative study between objective and subjective refraction. To fulfil this objective an auto refractometer Nidek AR-310A and an auto refractometer Unicos URK-800 were used. Subjective refraction was performed monocularly through conventional optometric tests, while objective refraction was performed through the previously mentioned auto refractometers. 107 subjects participated in the study, excluding any cases of subjects with ocular diseases, surgical history or any trauma that would affect vision, and visual acuity lower than 20/20. For statistical analysis purposes, refractive results were transformed in vectorial components, accordingly to Fourier decomposition. Resorting to Bland-Altman graphical analysis, objective and subjective refraction were compared and also the differences between the two instruments. Result show a greater accuracy in the two instruments at the cylindrical component level, with auto refractometer Nidek AR-310A yielding better results, although the two instruments do not display clinical significant differences.

## Keywords

Objective Refraction; Subjective Refraction; Auto Refractometer Nidek AR-310A; Auto Refractometer Unicos URK-800; Bland-Altman Graphical Analysis.



# Índice

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xv
Lista de Acrónimos.....	xvii
1. Introdução .....	1
2. Estado de arte.....	3
2.1 Breve História da Refração .....	3
2.2 Estudos anteriores.....	3
2.3 Comparação de estudos .....	7
3. Métodos.....	8
3.1 Refração - Medidas objetivas.....	9
3.2 Refração - Medida subjetiva .....	10
3.3 Análise de dados e estatística .....	10
4. Resultados e Discussão.....	13
4.1 Tratamento dos dados .....	13
4.2 Componente M .....	16
4.3 Componente $J_0$ .....	19
4.4 Componente $J_{45}$ .....	22
4.5 Componente $\beta$ .....	25
4.6 Interpretação clínica.....	28
5. Conclusões .....	31
Bibliografia.....	35
Anexos 1	



## Lista de Figuras

Figura 3.1: Unicos URK-800

Figura 3.2: Nidek AR-310A

Figura 4.1: Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente M relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Figura 4.2: Caixa de bigodes da componente vetorial M relativa ao SUB, AR e URK.

Figura 4.3: Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente M relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

Figura 4.4: Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente M relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR

Figura 4.5: Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente  $J_0$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Figura 4.6: Caixa de bigodes da componente vetorial  $J_0$  relativa ao SUB, AR e URK.

Figura 4.7: Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente  $J_0$  relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

Figura 4.8: Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente  $J_0$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Figura 4.9: Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente  $J_{45}$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Figura 4.10: Caixa de bigodes da componente vetorial  $J_{45}$  relativa ao SUB, AR e URK.

Figura 4.11: Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente  $J_{45}$  relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

Figura 4.12: Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente  $J_{45}$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Figura 4.13: Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente  $\beta$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Figura 4.14: Caixa de bigodes da componente vetorial  $\beta$  relativa ao SUB, AR e URK.

Figura 4.15: Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente  $\beta$  relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

Figura 4.16: Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente  $\beta$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

## Lista de Tabelas

Tabela 3.1: Comparação entre as especificações dos autorefratômetros Unicos e Nidek.

Tabela 4.1: Média e desvio padrão das componentes vetoriais da refração subjetiva e dos autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A.

Tabela 4.2: Teste de Wilcoxon, com correção de Bonferroni, entre os métodos SUB, URK e AR para as componentes vetoriais do erro refrativo M, J<sub>0</sub>, J<sub>45</sub> e B.

Tabela 4.3: Média, desvio padrão, limites de concordância das diferenças entre a refração subjetiva e a refração objetiva dos autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A.

Tabela 4.4: Média, desvio padrão, limites de concordância das diferenças entre a refração objetiva dos autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A.

Tabela 4.5: Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para a componente vetorial do erro refrativo M entre os métodos SUB, AR e URK.

Tabela 4.6: Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para as componentes vetorial do erro refrativo J<sub>0</sub> entre os métodos SUB, AR e URK.

Tabela 4.7: Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para as componentes vetorial do erro refrativo J<sub>45</sub> entre os métodos SUB, AR e URK.

Tabela 4.8: Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para as componentes vetorial do erro refrativo B entre os métodos SUB, AR e URK.

Tabela 4.9: Valores médios na forma convencional esférico-cilíndrica.

Tabela 4.10: Percentagem das diferenças na forma convencional esférico-cilíndrica que satisfazem os critérios de significado clínico.

Tabela 4.11: Percentagens dos gráficos Bland-Altman para os intervalos de confiança e de significado clínico.



## Lista de Acrónimos

S	Componente esférica
C	Componente cilíndrica
$\alpha$	Ângulo da componente cilíndrica
M	Equivalente esférico
J0	Cilindro cruzado de Jackson com os eixos a 90° e 180°
J45	Cilindro cruzado de Jackson com os eixos a 45° e 135°
B	Amplitude do enublamento global
SUB	Refração subjetiva
AR	Autorefratômetro Nidek AR-310 <sup>a</sup>
URK	Autorefratômetro Unicos URK-800
CCI	Coefficiente de correlação interclasse
$\mu$	Valor médio
$\sigma$	Desvio padrão
LC (+)	Limite de concordância superior
LC (-)	Limite de concordância inferior



# 1. Introdução

O fenómeno de refração da luz é um fenómeno ótico que ocorre quando a luz na sua propagação muda de meio passando a propagar-se com uma velocidade e direção diferentes da que tinha inicialmente. Esta alteração de velocidade e de direção estão relacionadas com as características do próprio meio. O quociente da velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) pela velocidade da luz num dado meio ( $v$ ) define o chamado índice de refração do meio  $n = c / v$  (1).

A refração ocular determina o estado refrativo das estruturas ocular (meios óticos) que permitem que a luz que incide no olho possa ser redirecionada para a retina de forma a formar uma imagem. As estruturas do globo ocular de um indivíduo emetropo permitem que esta incidência da luz ocorra na superfície da retina e se localize na fóvea (área da retina com maior densidade de cones), formando-se uma imagem nítida e focada do objeto observado. Para um indivíduo ametropo, esta incidência da luz na retina, devido a desvios anómalos criados pelas estruturas do globo ocular, poderá estar localizada fora da fóvea e da própria superfície retiniana, formando-se assim uma imagem desfocada, deformada ou até distorcida (2).

O erro refrativo, pode ser medido em ambiente clínico usando diversas técnicas optométricas que nos fornecem informação do estado refrativo do olho através das suas componentes esférica (S) “hipermetropia ou miopia” e cilíndrica (C) “astigmatismo” e o ângulo da componente cilíndrica ( $\alpha$ ). Desta forma, uma ametropia esférica caracteriza-se pelo facto de as estruturas oculares serem capazes de formar uma imagem pontual de um objeto pontual, mas essa imagem está focada fora da superfície retiniana. Por outro lado, uma ametropia cilíndrica caracteriza-se pelo facto de as estruturas oculares não serem capazes de formar uma imagem pontual de um objeto pontual (3). Para efetuar uma análise estatística, as componentes do erro refrativo (S, C,  $\alpha$ ) podem em geral ser convertidas em componentes vetoriais, de acordo com a formulação de Thibos (4, 5), em equivalente esférico (M), componentes dos cilindros cruzados de Jackson ( $J_0$  e  $J_{45}$ ), e enclamento global (B) (6).

Existem varias técnicas para medir o erro refrativo. Estas técnicas podem ser subjetivas (refração subjetiva) em que se determina qual é a correção refrativa que irá proporcionar a máxima acuidade visual a um determinado indivíduo em função das suas respostas, ou podem ser objetivas (refração objetiva) em que se fornece diretamente a amplitude do erro refrativo sem intervenção direta do indivíduo. A título de exemplo, o retinoscópio, o autorefratómetro e o fotorefratómetro são equipamentos que permitem avaliar objetivamente a refração de um determinado indivíduo.

O retinoscópio avalia o erro refrativo com base na neutralização dos movimentos dos reflexos retinianos através de um conjunto de lentes. O autorefratómetro avalia a refração de forma

completamente automática de forma rápida e fácil. O fotorefratômetro, que é geralmente utilizado em crianças, baseia-se na iluminação do olho por uma fonte pontual de luz sendo analisada a distribuição do seu reflexo para a determinação do erro refrativo (7).

Desta forma há todo o interesse em se estudar e comparar as medições subjetivas e objetivas do erro refrativo do globo ocular e que foram a principal motivação para o desenvolvimento do trabalho apresentado nesta dissertação.

Esta dissertação de mestrado está inserida num projeto que foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Beira Interior (UBI), com o título “Estudo comparativo entre as avaliações subjetiva e objetivas da refração ocular”. Ver documento comprovativo no anexo 1.

Pretende-se com este estudo efetuar medições subjetivas usando testes optométricos convencionais, efetuar medições objetivas da refração usando dois autorefratômetros, Nidek AR-310A e o Unicos URK-800. Caracterizar e comparar estatisticamente a refração subjetiva com a refração objetiva. Comparar as medidas entre os dois autorefratômetros.

A recolha de dados foi realizada na empresa Opticalia em Aveiro e foi obtido consentimento informado de todos os participantes. Ver documento tipo usado no anexo 2.

A organização desta dissertação é feita por capítulos onde são abordados de forma detalhada todos os temas e procedimentos necessários ao cumprimento dos objetivos propostos.

Sendo assim, no capítulo seguinte, identificado por Estado de Arte, é feita a referência a alguns dos trabalhos já anteriormente desenvolvidos nesta área de investigação por diversos autores. Neste capítulo pretende-se mostrar evolução e importância da refração objetiva num ambiente clínico optométrico.

No capítulo seguinte, identificado por Métodos, apresenta de forma detalhada a metodologia utilizada a realização do estudo comparativo. Neste capítulo pretende-se explicar o procedimento utilizado na refração subjetiva e na refração objetiva.

Segue-se o capítulo, identificado por Resultados e Discussão, onde são apresentados os resultados do estudo estatístico com propósito de analisar e comparar a refração subjetiva com a refração objetiva seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior.

Finalmente o capítulo, identificado por Conclusões, sintetiza as principais conclusões em termos dos objetivos propostos para esta dissertação.

## 2. Estado de arte

### 2.1 Breve História da Refração

A primeira referência da utilização dos óculos chega na idade onde se ampliavam as letras de um livro usando esferas de vidro. No final do século XV os mercadores vendiam óculos conforme melhoravam a visão dos seus clientes. As primeiras lentes cilíndricas apareceram a partir de 1827, mas foi com a publicação de métodos de refração, nomeadamente a correção do astigmatismo por Donders que se tornou numa ciência exata. Em 1893, a American Optical criou a caixa de lentes de prova, com esta criação os óticos passaram a ter uma maior relevância na refração subjetiva (8).

A refração objetiva automática começou nos finais de 1930. Com os novos estudos e a evolução da tecnologia aumentou a sua popularidade ao longo do tempo. Collins foi responsável pelo primeiro refrator semiautomático, sendo desviado para outros fins durante a 2ª Guerra Mundial. Campbell, na década de 1950, renovou o trabalho dos autorefratómetros que se baseavam no princípio de Scheiner. De seguida Safir automatiza o retinoscópio, e é com este trabalho que nasce o primeiro auto refratómetro comercial. Cornswett, com ajuda de Crane, desenvolvem o segundo autorefratómetro comercial baseando se no trabalho desenvolvido por Campbell. Na década de 1970, Guilino inventou um autorefratómetro automatizado usando um princípio de contraste com grades móveis. A década de 1980 trouxe a comercialização generalizada dos refratores objetivos automatizados, que começaram a ser chamados de autorefratómetros. Com o avanço da tecnologia, começaram a surgir combinações de autorefratómetros com outros equipamentos. No século XXI, surgiu uma nova classe de autorefratómetros, refratómetros de frente de onda ou aberrómetros, estes aparelhos utilizam técnicas melhoradas em relação aos seus antecessores (9).

### 2.2 Estudos anteriores

Os autorefratómetros tornaram-se aparelhos essenciais num ambiente clínico para os profissionais de saúde ocular, ganharam muita popularidade devido a sua velocidade, precisão e repetibilidade, contudo não substituem um profissional de saúde ocular na decisão final. Devido aos avanços tecnológicos precisão e fiabilidade, estes equipamentos tem vindo a aumentar significativamente e a sua utilização tem-se espalhado por todo o mundo.

Vários estudos foram anteriormente realizados para se determinar e avaliar a precisão e fiabilidade dos autorefratómetros. Nesse sentido, podem ser encontrados os resultados de estudos em que foram feitas comparações entre as medidas da refração subjetiva com as da

refração objetiva de forma a avaliar o desempenho dos equipamentos. Assim, podem destacar-se os trabalhos abaixo descritos.

Em 1996, Bettin Kinge e Anna Midelfart compararam dois autorefratômetros com a refração subjetiva. Estudos anteriores focavam-se mais na repetibilidade e precisão dos aparelhos, baseando-se na comparação dos valores médios, no coeficiente de correlação e em alguns casos na regressão linear. Neste estudo é analisado o limite de concordância de acordo com as recomendações dadas por Bland-Altman (10). Utilizou-se o autorefratômetro Allergan Humphrey 500 e o Nidek AR-1000 tendo participado no estudo 224 estudantes, 107 homens e 117 mulheres, foram examinados 448 olhos na refração subjetiva e objetiva com o Humphrey 500, no Nidek foram analisados 160 olhos. Do estudo era excluído qualquer participante com doença ocular, pacientes diabéticos ou outras patologias associadas. O erro refrativo foi convertido no equivalente esférico. Foram feitas as diferenças entre o Humphrey e o subjetivo e ainda as diferenças entre Nidek e o subjetivo havendo diferenças entre os valores da refração (Humphrey-Subjetivo e Nidek-Subjetivo). Concluíram que os autorefratômetros hipercorrigiam a miopia e hipocorrigiam a hipermetropia, em comparação com os valores da refração subjetiva. O Nidek era melhor no equivalente esférico e o Humphrey melhor na determinação do eixo do astigmatismo (11).

Os autorefratômetros são utilizados como ponto de partida para a refração subjetiva, Bullimore e Robert Fusaro em 1998, investigaram a repetibilidade do autorefratômetro Hoya AR-570. Foram recrutados 86 indivíduos para a investigação, com uma idade entre os 11 e os 60 anos. Pacientes com história de diabetes, usuários de lentes de contacto e com acuidade visual corrigida pior que 0.7 de acuidade visual, foram excluídos do estudo. A cada indivíduo foi realizada a refração subjetiva e uma refração objetiva com o autorefratômetro Hoya AR-570. Na análise dos resultados as componentes de refração, equivalente esférico, cilindro e eixo, foram convertidas de acordo com a formulação de Thibos (4, 5) em  $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$ . A refração automática apresenta valores mais consistentes em relação à refração subjetiva, portanto torna-se mais útil em estudos de progressão da miopia (12).

Como os autorefratômetros aumentaram de popularidade na prática de optometria, tornaram-se assim um ponto de partida para a refração de uma forma semelhante ao da retinoscopia. Em 2001, Mallen e Wolffsohn testaram o autorefratômetro recém-lançado, Shin-Nippon SRW-500, comparou-se as medidas do autorefratômetro com os resultados da refração subjetiva. Os indivíduos eram funcionários e estudantes da Universidade de Aston, mediu-se o erro refrativo de 200 olhos correspondentes a 100 indivíduos. O intervalo de confiança, diferença da média e o desvio padrão foram calculados como foi sugerido por Bland-Altman (10). Transformaram as componentes esfera, cilindro e eixo em componentes vetoriais ( $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$ ) segundo as recomendações de Thibos (4, 5). A validade dos autorefratômetros é normalmente avaliada por comparação com os resultados refração subjetiva devido a terem um papel semelhante ao da

retinoscopia. Em média o aparelho apresentava resultados hipercorrigidos na hipermetropia e hipocorrigidos na miopia, e resultados mais negativos nos vetores cilíndricos, no entanto, não havia diferenças significativas entre o auto refratômetro e a refração subjetiva (13).

Ricardo Uras e Rubens em 2001 realizaram um estudo diferente, onde tentaram verificar se podem usar-se os dados exclusivamente obtidos pela refração automática objetiva para a prescrição de lentes oftálmicas de correção. A todos os indivíduos foi feita uma consulta oftalmológica, seguido por um exame com o autorefratômetro TOPCON KR 300. No estudo foram analisados 1001 olhos de 504 indivíduos, com e sem ação de cicloplégicos, com uma média de idades de 36.6 anos. Foram excluídos pacientes com quaisquer patologias oculares e acuidade visual inferior a unidade. A refração objetiva fornece dados úteis e pode ser um ponto de partida para a refração subjetiva, mas não pode ser usada exclusivamente para a prescrição de lentes oftálmicas, devido a ser no exame subjetivo onde há maior interação e maior recolha de dados no que possibilita na adequada prescrição da refração que o paciente necessita (14).

Em 2005, Jorge Jorge e António Queirós, compararam a refração subjetiva com a refração objetiva medida pelo autorefratômetro Nidek ARK 700A e por retinoscopia. No estudo participaram 192 jovens adultos, entre os 18 anos e 34 anos de idade. Foi realizada a medição subjetiva e objetiva ao olho direito de cada indivíduo, não foi utilizado qualquer cicloplégico. As componentes esféricas (S), cilíndrica (C) e eixo ( $\alpha$ ) foram transformadas nas componentes vetoriais ( $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$ ) segundo as recomendações de Thibos (4, 5). No estudo fizeram as representações gráficas recomendadas por Bland-Altman (10). Concluíram que o autorefratômetro media valores mais negativos no equivalente esférico, isto é, apresentavam tendências a hipercorrigir a miopia e a hipocorrigir a hipermetropia. Em relação às componentes  $J_0$  e  $J_{45}$  estas apresentam resultados menos negativos e mais negativos, respetivamente, em comparação com a refração subjetiva (15).

George A Gibson em 2008 testou o desempenho do autorefratômetro Nidek ARK-530A. No estudo participaram 65 indivíduos entre os 18 e os 60 anos de idade. As componentes da refração, esfera, cilindro e eixo foram convertidas nas componentes vetoriais ( $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$ ) segundo as especificações de Thibos (4, 5). Foi realizada a refração subjetiva e objetiva sem ação de cicloplégicos. O ARK-530A no equivalente esférico apresentava resultados hipercorrigidos na miopia e resultados hipocorrigidos na hipermetropia, no que diz respeito as componentes cilíndricas do estado refrativo, estas apresentam valores mais negativos em relação á refração subjetiva (16).

Conforme referido em 2005 por Jorge Jorge e António Queirós (15), embora existam muitos estudos comparativos das refração subjetiva e objetiva, na realidade são muito poucos os que não recorrem à utilização de cicloplégicos, assim como não seguem as recomendações de Thibos (4, 5), onde a esfera, o cilindro e o eixo são convertidos nas componentes ortogonais  $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$

para representar o erro refrativo. Desta forma, a análise dos resultados apresentados pelos mais diversos estudos torna-se muitas das vezes uma tarefa complicada e difícil de realizar.

Por outro lado, existem também estudos comparativos das medidas de refração objetivas realizadas por equipamentos de marcas diferentes. Estes estudos, não menos importantes que os anteriormente apresentados, também nos dão informações de interesse relativamente ao desempenho dos mais diversos equipamentos disponíveis no mercado. Abaixo estão descritos alguns desses estudos.

Também foram realizados estudos de repetibilidade entre autorefratômetros, Sara Huffman e Donald Mutti em 2001, compararam a repetibilidade do aparelho Grande Seiko WR-5100K com o aparelho Canon R-1, sob ação de cicloplégicos e sem ação de cicloplégicos. Foram recrutados para o estudo 11 estudantes, primeiro são feitas leituras sobe ação dos cicloplégicos, onde foram realizadas 10 leituras por cada indivíduo com os dois autorefratômetros. A repetibilidade foi testada com os mesmos indivíduos em duas visitas com um intervalo de uma semana. Não houve diferenças significativas entre as médias medidas com e sem cicloplégicos. O autorefratômetro Grande Seiko WR-5100K dá leituras mais hipermetropes do que o auto refratômetro Canon R-1 (17).

Jane Gwiazda e Cara Webber em 2004 realizaram um estudo comparativo apenas com três autorefratômetros sem fazerem a comparação com o subjetivo. Utilizaram o Canon R-1 e dois aparelhos mais recentes da época o Grand Seiko WR-5100k e o Nidek ARK-700. Sendo que os dois primeiros eram de campo aberto, onde foi usado uma carta ETDRS à distância de 4 metros e o Nidek era de campo fechado. No estudo foi medido o erro de refração de cada olho de 50 indivíduos com idades entre os 17 e os 59 anos sem ajuda de cicloplégicos. Todas as medições foram realizadas por dois pesquisadores assistentes. Foram realizadas cinco leituras para cada olho, as componentes (esfera, cilindro e eixo) foram transformadas segundo as recomendações de Thibos (4, 5). Cada leitura foi repartida em três vetores: equivalente esférico ( $M$ ), cilindros cruzados de Jackson ( $J_0$  e  $J_{45}$ ). O Canon e o Grand Seiko apresentavam tendência a hiper corrigir a miopia e a hipocorrigir hipermetropia em relação ao Nidek, contudo o Grand Seiko media valores mais hipermetropes que o Canon, em relação ao astigmatismo havia uma diferença entre o Canon e os outros dois instrumentos, no entanto as leituras obtidas eram semelhantes (18).

John P. Lower e Amy Joachim em 2005 ao invés de fazerem um estudo comparativo entre refração objetiva e subjetiva, fizeram um estudo comparativo entre duas medidas objetivas, no qual comparou a retinoscopia, que é a base para a realização da refração subjetiva, com o autorefratômetro Nikon Retinomax. O estudo foi realizado a uma faixa etária diferente, foram analisadas 75 crianças entre os 4 e os 13 anos de idade, foram realizados exames com cicloplégicos e sem cicloplégicos. Tanto a retinoscopia como o autorefratômetro apresentavam

valor hipercorrigidos na hipermetropia. No final do estudo conclui-se e que o autorefratómetro pode fornecer medições válidas do erro refrativo para exames a crianças (19).

Outros estudos foram ainda realizados em faixa etária diferente do presente estudo, Rita Gama e Tânia Yang Nom em 2012 determinaram as diferenças entre valores de esfera, cilindro e respetivo eixo, aplicando as recomendações de Thibos (4, 5), onde a esfera, cilindro e eixo foram convertidas em  $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$ . Na representação gráfica foram utilizados gráficos de dispersão recomendada por Bland-Altman (10). No estudo foram determinadas as diferenças entre duas medidas objetivas, refração com esquiastopia e com o autorefratómetro Kowa KW-2000, foram incluídas 312 crianças, com idades entre os 2 e 10 anos de idade. As refrações foram realizadas sobre ação de cicloplégicos, primeiro foi analisado a refração com esquiastopia e depois pelo autorefratómetro. Conclui-se que o autorefratómetro em esfera apresentava um valor superior à média em +0.75D, no que diz respeito ao cilindro e eixo não mostrou diferenças significativas (20).

### 2.3 Comparação de estudos

Pela análise dos vários estudos anteriormente descritos os autores mostram que os autorefratómetros apresentam valores de refração ocular objetiva com diferenças não significativas, ou seja, apresentam valores semelhantes aos da refração ocular subjetiva. Embora os resultados apresentados não tenham diferenças estatisticamente significativas, em geral os autorefratómetros apresentam uma tendência a hipercorrigir a miopia e a hipocorrigir a hipermetropia no equivalente esférico. Exceção identificada para o autorefratómetro Shin-Nippon SRW-500 que contraria a tendência ao apresentar valores menos míopes e valores mais hipermetropes. Ora, isto deve-se ao facto de este autorefratómetro ser um autorefratómetro de campo aberto o que minimiza o efeito da acomodação dos indivíduos testados. Em relação às componentes cilíndricas ( $J_0$  e  $J_{45}$ ), também se verificam valores com diferenças estatisticamente não significativas, havendo uma pequena tendência a medir valores mais elevados. O autorefratómetro Nidek 700A contraria esta tendência, medindo valores mais baixos na componente  $J_0$ . Em resumo, com estes estudos verifica-se uma tendência para os autorefratómetros serem mais precisos na componente cilíndrica, mostrando maior discrepância na componente esférica.

Nestas condições, e tendo a oportunidade de em ambiente clínico aceder a dois equipamentos de autorefratómetros (Nidek AR-310A no mercado desde 2006 e o Unicos URK-800 no mercado desde 2015), nesta dissertação será apresentada uma análise comparativa entre as medidas objetivas e as subjetivas do erro refrativo ocular realizadas com estes dois equipamentos, assim como uma análise comparativa entre as medidas realizadas pelos dois equipamentos para um grupo alargado de indivíduos.

### 3. Métodos

O presente projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior, conforme documento apresentado no anexo 1, com o título, “Estudo comparativo entre avaliações subjetivas e objetivas da refração ocular”. A recolha dos dados foi realizada em ambiente clínico na empresa Litoral Óticas que pertence ao grupo Opticalia.

Pretende-se com este estudo efetuar uma análise comparativa entre as medidas objetivas obtidas com dois modelos de autorefratómetros, para um grupo de indivíduos num ambiente clínico, com as correspondentes medidas subjetivas da refração ocular. Neste projeto são efetuadas medições objetivas de refração ocular usando dois autorefratómetros diferentes e medições subjetivas da refração ocular através de testes optométricos convencionais. Posteriormente será efetuada a caracterização e comparação estatística do estado refrativo dos indivíduos (refração objetiva e subjetiva), assim como a comparação estatística entre as duas medições objetivas.

Para a realização dos objetivos propostos para esta dissertação de mestrado, foi utilizado o autorefratómetro Unicos URK-800 (21), gentilmente cedido a título de empréstimo pela empresa Visional, o autorefratómetro Nidek AR-310A (22) disponibilizado pela empresa Litoral Óticas, bem como um gabinete devidamente equipado para a realização de consultas optométricas.

Foram recrutados para o presente estudo 107 indivíduos, com idades entre os 10 e os 40 anos, do género masculino (32,7%) e feminino (67,3%), tendo sido mostrado e obtido consentimento informado de todos os indivíduos de acordo com o documento apresentado no anexo 2. Os dados foram recolhidos em ambiente clínico, sem interferência do normal funcionamento da ótica, tendo sido avaliados 214 olhos sem recorrer a cicloplégicos. Em termos de análise de resultados apenas foi considerado neste estudo o olho direito de cada indivíduo. A recolha de dados foi realizado entre 17 de dezembro de 2014 a 6 de abril de 2015. Como critérios de inclusão foi estipulado que seriam incluídos todos os indivíduos com ausência de qualquer patologia ocular, sem historial de cirurgia ocular ou qualquer trauma que afetasse a visão, e acuidade visual compensada igual ou superior à unidade.

### 3.1 Refração - Medidas objetivas

As medições da refração objetiva dos indivíduos antecedeu a realização dos exames convencionais optométricos. Primeiro foi realizada a medição da refração objetiva com o autorefratômetro Unicos URK-800 (Figura 3.1), tendo sido realizadas monocularmente para cada indivíduo 3 medições da refração ocular. De seguida mediu-se também monocularmente, três vezes, a refração ocular do mesmo indivíduo mas com o autorefratômetro Nidek AR-310A (Figura 3.2), não tendo sido considerados para o estudo os casos em que foram obtidos valores díspares dentro das três medições efetuadas, não tendo sido efetuadas quaisquer outras medidas adicionais. Todas as medidas foram obtidas durante um único exame optométrico, não tendo sido utilizados quaisquer cicloplégicos para dilatar a pupila durante o exame.



Figura 3.1: Unicos URK-800 (21)



Figura 3.2: Nidek AR-310A (22, 23)

Ambos os autorefratômetros foram programados com os mesmos parâmetros dentro das especificações disponíveis, conforme se mostram na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Comparação entre as especificações dos autorefratômetros Unicos e Nidek.

Especificações	Unicos URK-800	Nidek AR-310A
Esfera	-25D a +22D	-30D a 25D
Cilindro	0D a $\pm 10D$	0D a $\pm 12D$
Eixo	1° a 180°	0° a 180°
Passos de medição dióptrica	0.12D, 0.25D	0.01D, 0.12D, 0.25D
Distância vértex (mm)	0, 10, 12, 13.5, 15	12
Mínimo diâmetro da pupila (mm)	2	2

Os valores finais da refração objetiva foram registados e expressos na forma convencional através das suas componentes esférica, cilíndrica negativa e eixo correspondente (S, C,  $\alpha$ ).

## 3.2 Refração - Medida subjetiva

A refração subjetiva foi medida monocularmente através de testes optométricos convencionais. Foi realizada uma consulta optométrica normal, onde se verificava antes de se medir a refração subjetiva se acuidade visual era igual ou superior à unidade, ou se existia alguma patologia ocular que afetasse o normal funcionamento da visão, de forma a dar cumprimento ao estabelecido nos critérios de inclusão para a participação neste estudo. Posteriormente, com base nos valores fornecidos pela retinoscopia (método objetivo), mediu-se a refração subjetiva através do foróptero, utilizando como valor final da refração objetiva a média entre o método da miopização e o bicromático. Os valores da refração subjetiva foram registados e expressos na forma convencional através das suas componentes esférica, cilíndrica negativa e eixo correspondente (S, C,  $\alpha$ ).

## 3.3 Análise de dados e estatística

Conforme já foi referido, os valores finais da refração ocular (método subjetivo e métodos objetivos) foram registados e expressos na forma convencional através das suas componentes esférica, cilíndrica negativa e eixo correspondente (S, C,  $\alpha$ ). Com estes dados foram apenas determinadas os valores médios e respetivos desvios padrão. No entanto, a análise estatística dos dados, em termos comparativos, foi efetuada através das componentes vetoriais da refração ocular segundo as recomendações de Thibos (4,5). Assim, os valores das componentes esféricas, cilindro negativo e eixo correspondente foram convertidas num vetor de poder dióptrico com as componentes vetoriais ( $M$ ,  $J_0$ ,  $J_{45}$ ) expressas em coordenadas cartesianas, e que são matematicamente independentes, onde  $M$  representa o equivalente esférico (equação 1) expresso em dioptrias,  $J_0$  que representa o cilindro cruzado de Jackson com os eixos a  $90^\circ$  e  $180^\circ$  (equação 2) expresso em dioptrias, e  $J_{45}$  que representa o cilindro cruzado de Jackson com os eixos a  $45^\circ$  e  $135^\circ$  (equação 3) também expresso em dioptrias. Com estas componentes vetoriais foi ainda determinada a chamada amplitude do enublamento global  $\beta$  “overall blurring strength” expresso em dioptrias, que é uma medida da desfocagem global de uma lente esfero-cilíndrica ou erro de refração (equação 4).

$$M = s + \frac{c}{2} \quad (1)$$

$$J_0 = -\left(\frac{c}{2}\right) * \cos(2\alpha) \quad (2)$$

$$J_{45} = -\left(\frac{c}{2}\right) * \sin(2\alpha) \quad (3)$$

$$\beta = \sqrt{M^2 + J_0^2 + J_{45}^2}, \quad (4)$$

onde  $S$  é a componente esférica da refração,  $C$  é a componente cilíndrica negativa e  $\alpha$  é o eixo da componente cilíndrica negativa.

A análise estatística, para efeitos de comparação entre os três métodos, foi realizada através do programa IBM-SPSS versão 21. Em primeiro lugar foi verificado se estes os dados recolhidos durante o procedimento experimental obedeciam ou não a uma distribuição normal (Gaussiana) de forma a escolher os testes estatísticos a realizar. Uma vez que os dados experimentais recolhidos não apresentam uma distribuição normal, foram posteriormente utilizados testes estatísticos não paramétricos, nomeadamente o teste de Wilcoxon (24), para se verificam as diferenças dos resultados entre os três métodos. As diferenças foram analisadas em termos de diferenças estatisticamente significativas ou diferenças estatisticamente não significativas através do valor de  $p$ , tendo sido aplicada a correção Bonferroni (25) para se evitarem erros do tipo 1, isto é, a possibilidade de rejeitar a hipótese nula quando na realidade ela é verdadeira. Para a avaliação das correlações dos resultados entre os três métodos foi determinado o Coeficiente de Correlação Interclasse de SPEARMAN (CCI) (26). Este coeficiente de correlação é um indicador do grau de semelhança entre duas quantidades. Sempre que este valor atinge a unidade, positiva ou negativa, a correlação/semelhança é perfeita e à medida que se aproxima de zero a correlação/semelhança é pobre ou até inexistente.

Para melhor interpretação das comparações entre as diversas componentes vetoriais  $M$ ,  $J_0$ ,  $J_{45}$  e  $\beta$ , relativas às medidas das refrações oculares subjetiva e objetivas, foi realizada uma análise gráfica de dispersão com representação de uma linha de tendência, caixas de bigodes (27), e análise de Bland-Altman (10), onde se apresenta para cada uma das componentes as comparações entre a refração subjetiva (SUB) e a objetiva com o Unicos (URK), a refração subjetiva (SUB) e a objetiva com o Nidek (AR), e por fim foi ainda realizada a comparação entre as duas refrações objetivas medidas com o Unicos (URK) e com Nidek (AR).

As caixas de bigodes são um método gráfico que permite uma simples observação de um conjunto de dados, dando uma rápida interpretação sobre a forma como os dados se distribuem, assimetrias e identificação dos possíveis “outliers”. Cada caixa de bigodes é constituída por dois bigodes (superior e inferior) que representam os valores máximo e mínimo, por uma caixa com um limite superior que correspondem ao terceiro quartil e um limite inferior que corresponde o primeiro quartil, e a mediana localizada no interior da caixa (27).

A análise de Bland-Altman (10) baseia-se nas diferenças em função do valor médio. Adicionalmente, foram ainda calculadas para cada método de medida as médias ( $\mu$ ) e os desvios padrões ( $\sigma$ ) das diferenças para cada componente em estudo. Foram também representados os limites superiores e inferiores do intervalo de concordância com 95% de confiança. Os limites foram obtidos através da média das diferenças somada e subtraída ao produto de 1.96 pelo desvio padrão das diferenças, como se pode ver pela equação 5.

$$IC(\pm) = \mu \pm (\sigma \times 1.96) \quad (5)$$

Na análise de Bland-Altman (10) comparam-se as diferenças entre os resultados obtidos pelo método subjetivo e os resultados obtidos em cada um dos dois métodos objetivos, e comparou-se ainda as diferenças entre os resultados obtidos pelos dois métodos objetivos. Verificou-se ainda a amplitude das diferenças entre dois métodos (erro e viés), onde o viés é a média das diferenças e o erro é o desvio padrão das diferenças.

Segundo Goss e Grovenor (28), que realizaram uma revisão bibliográfica sobre a repetibilidade e fiabilidade de diferentes métodos de refração ocular, a fiabilidade da refração clínica apresenta um acordo de 95% para diferenças de  $\pm 0.50D$  e um acordo de 80% para diferenças de  $\pm 0.25D$ . Da mesma forma, concluíram que a fiabilidade dos resultados obtidos através da refração ocular objetiva é semelhante a fiabilidade da refração clínica subjetiva. Assim, e tendo em consideração as conclusões de Goss e Grovenor de que muitos indivíduos são sensíveis a variações de  $\pm 0.25D$ , este valor foi o adotado no presente estudo para classificar as diferenças clinicamente significativas.

## 4. Resultados e Discussão

Neste capítulo pretende-se apresentar os dados e os resultados obtidos no decorrer do trabalho experimental, bem como a comparação dos resultados obtidos na medição subjetiva da refração com as correspondentes medidas objetivas efetuadas com os autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR310A. Desta forma poder-se-á comparar os resultados dos aparelhos em relação a refração subjetiva e também comparar os mesmos resultados com os de aparelhos de outros estudos.

### 4.1 Tratamento dos dados

A partir da recolha de dados descrita nos métodos, cada componente da refração subjetiva e objetiva dos autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A (esfera, cilindro e eixo) foi transformada num vetor de poder dióptrico com as seguintes componentes ( $M$ ,  $J_0$ ,  $J_{45}$ ,  $\beta$ ), conforme listado no Anexo 3. Estes valores serão a base para o estudo comparativo deste trabalho.

A Tabela 4.1 representa o valor médio e o desvio padrão das componentes vetoriais para cada um dos métodos de refração, a refração subjetiva (SUB), a refração objetiva Unicos URK-800 (URK) e a refração objetiva Nidek AR-310A (AR). Pela análise da tabela, ao comparar as médias pode observar-se que o URK apresenta ligeiras diferenças em relação ao SUB para todas as componentes, e que o AR apresenta valores mais próximos de SUB para as componentes  $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$ . No entanto estas diferenças não apresentam significado clínico.

**Tabela 4.1:** Média e desvio padrão das componentes vetoriais da refração subjetiva e dos autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A.

Componentes vetoriais	SUB $\mu \pm \sigma$ (D)	URK $\mu \pm \sigma$ (D)	AR $\mu \pm \sigma$ (D)
<b>M</b>	-0,85 $\pm$ 1,11	-0,76 $\pm$ 1,34	-0,83 $\pm$ 1,25
<b>J<sub>0</sub></b>	0,12 $\pm$ 0,41	0,17 $\pm$ 0,41	0,12 $\pm$ 0,44
<b>J<sub>45</sub></b>	0,04 $\pm$ 0,21	0,08 $\pm$ 0,22	0,03 $\pm$ 0,21
<b><math>\beta</math></b>	1,12 $\pm$ 0,97	1,21 $\pm$ 1,06	1,24 $\pm$ 0,97

Assim, os valores medidos pelos dois autorefratômetros apresentam uma tendência para medir  $M$  menos negativo do que no subjetivo, e em termos das componentes  $J_0$  e  $J_{45}$  o autorefratómetro Unicos URK-800 apresenta uma tendência para medir mais positivo do que no subjetivo. Deve referir-se ainda que, o maior enublamento global  $\beta$  é verificado nos dois autorefratômetros e com valores superiores aos verificados com o método subjetivo.

No valor médio do estudo de Mallenn (13) para a componente M a refração objetiva ( $0,16 \pm 0,44D$ ) apresenta valores mais positivos do que a refração subjetiva; para a componente  $J_0$  e  $J_{45}$  ( $-0,10 \pm 0,19D$  e  $-0,10 \pm 0,15D$ ) mede mais negativo. Estando de acordo com o nosso estudo para a componente M. No estudo do Jorge Jorge (15) para a componente M a refração objetiva ( $-0,74 \pm 1,42D$ ) apresenta valores mais negativos em relação a refração subjetiva ( $-0,29 \pm 1,39D$ ); para a componente  $J_0$  a refração objetiva ( $0,10 \pm 0,25D$ ) mede mais positivo em relação a refração subjetiva ( $0,05 \pm 0,20D$ ); para a componente  $J_{45}$  a refração objetiva ( $-0,05 \pm 0,17D$ ) mede mais negativo em relação a refração subjetiva ( $-0,03 \pm 0,15D$ ). Somente a componente  $J_0$  se encontra de acordo com o estudo do Jorge Jorge (15). Pelos valores apresentados o estudo do Jorge Jorge incidiu sobre sujeitos com astigmatismo baixo.

Na Tabela 4.2 estão representados os resultados obtidos para o valor de  $p$  através da realização da estatística de testes não paramétricos, mais propriamente, o teste de Wilcoxon (24) com a respetiva correção de Bonferroni (25). Com este teste pretendeu-se mostrar se existem ou não diferenças estatisticamente significativas na análise comparativa dos resultados nas 3 hipóteses seguintes: SUB-URK, SUB-AR, URK-AR, e para cada uma das variáveis  $M$ ,  $J_0$ ,  $J_{45}$ ,  $\beta$ . O teste Wilcoxon foi realizado com um intervalo de confiança 95%, o que significa que o nível de significância de 5% ( $0,05 \times 100\%$ ). O valor de  $p$  é dividido por 3 por se tratar do estudo de 3 hipóteses, pelo que um teste será estatisticamente significativo se for inferior a 0,017 ( $p < 0,017$ ).

**Tabela 4.2:** Teste de Wilcoxon, com correção de Bonferroni, entre os métodos SUB, URK e AR para as componentes vetoriais do erro refrativo  $M$ ,  $J_0$ ,  $J_{45}$  e  $\beta$ .

Componente	Métodos	Valor de $p$	Significado Estatístico $p < 0,017$
M	SUB vs URK	$p=0,000\dots$	Sim
	SUB vs AR	$p=0,011$	Sim
	URK vs AR	$p=0,000\dots$	Sim
$J_0$	SUB vs URK	$p=0,000\dots$	Sim
	SUB vs AR	$p=0,784$	Não
	URK vs AR	$p=0,000\dots$	Sim
$J_{45}$	SUB vs URK	$p=0,000\dots$	Sim
	SUB vs AR	$P=0,403$	Não
	URK vs AR	$p=0,000\dots$	Sim
$\beta$	SUB vs URK	$p=0,289$	Não
	SUB vs AR	$p=0,000\dots$	Sim
	URK vs AR	$p=0,006$	Sim

Este teste permite-nos retirar algumas conclusões importantes acerca das componentes vetoriais, entre elas, podemos concluir que as diferenças entre o SUB e o AR para os vetores  $J_0$  e  $J_{45}$  não são estatisticamente significativas, isto é, os vetores  $J_0$  e  $J_{45}$  do SUB são semelhantes aos do AR. Pode verificar-se também que o vetor  $\beta$  do SUB não apresenta diferenças

estatisticamente significativas em relação ao URK, logo o vetor  $B$  do SUB é semelhante ao do URK. Para os restantes vetores registam-se diferenças que são estatisticamente significativas entre os métodos utilizados.

A Tabela 4.3 representa a média, o desvio padrão e os limites de concordância das diferenças entre o SUB e o URK, e entre o SUB e o AR, de cada componente vetorial com um intervalo de confiança de 95%. A comparação entre o SUB e o URK mostra para a componente  $M$  uma diferença negativa de  $-0,09 \pm 0,60D$ , e para as componentes cilíndricas  $J_0$  e  $J_{45}$  os resultados apresentam diferenças negativas de  $-0,05 \pm 0,12D$  e  $-0,04 \pm 0,05D$ , respetivamente. Em relação à comparação entre o SUB e o AR, os resultados mostram para a componente  $M$  uma diferença negativa de  $-0,02 \pm 0,46D$ , e para os vetores cilíndricos  $J_0$  e  $J_{45}$  os resultados são semelhantes com as diferenças de  $0,00 \pm 0,08D$  e  $0,00 \pm 0,05D$ , respetivamente.

**Tabela 4.3:** Média, desvio padrão, limites de concordância das diferenças entre a refração subjetiva e a refração objetiva dos autorefratómetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A.

Componentes vetoriais	SUB vs URK			SUB vs AR		
	$\mu \pm \sigma$ (D)	IC- (D)	IC+ (D)	$\mu \pm \sigma$ (D)	IC- (D)	IC+ (D)
$M$	$-0,09 \pm 0,60$	-1,27	1,08	$-0,02 \pm 0,46$	-0,93	0,88
$J_0$	$-0,05 \pm 0,12$	-0,27	0,18	$0,00 \pm 0,08$	-0,15	0,15
$J_{45}$	$-0,04 \pm 0,09$	-0,22	0,14	$0,00 \pm 0,05$	-0,09	0,10
$B$	$-0,10 \pm 0,56$	-1,21	1,01	$-0,13 \pm 0,38$	-0,87	0,62

Assim, os valores medidos pelos dois autorefratómetros apresentam uma tendência para estarem mais próximos da refração subjetiva nas componentes  $J_0$  e  $J_{45}$ , o que pode ser observado pelos limites de concordância e médias que não apresentam um significado clínico. O autorefratómetro Unicos URK-800 apresenta maiores diferenças para as componentes  $M$ ,  $J_0$ ,  $J_{45}$  e  $B$ . O autorefratómetro Nidek AR-310A não apresenta diferenças para as médias das componentes  $J_0$  e  $J_{45}$ . Deve referir-se ainda que, ambos os autorefratómetros apresentam diferenças significativas na componente  $B$ .

O valor médio das diferenças da componente  $M$  esta de acordo com a maioria dos estudos (11, 14, 16) referidos no estado de arte, onde apresentam uma diferença negativa, exceto no estudo nas componentes  $J_0$  e  $J_{45}$ , no estudo Bullimore (12) apresenta diferenças positivas, enquanto no estudo do Jorge Jorge (15) no componente  $J_0$  apresenta diferenças positivas, enquanto na componente  $J_{45}$  diferenças negativas. Ambos os estudos das componentes  $J_0$  e  $J_{45}$  não apresentam significado clínico.

A Tabela 4.4 representa a média, o desvio padrão e os limites de concordância das diferenças entre o URK e o AR de cada componente vetorial com um intervalo de confiança de 95%. Pela análise da tabela, a comparação entre URK com AR mostra para a componente  $M$  uma diferença negativa de  $-0,07 \pm 0,52D$ , e para as componentes cilíndricas  $J_0$  e  $J_{45}$  os resultados apresentam diferenças negativas de  $-0,05 \pm 0,11D$  e  $-0,04 \pm 0,09D$ , respetivamente.

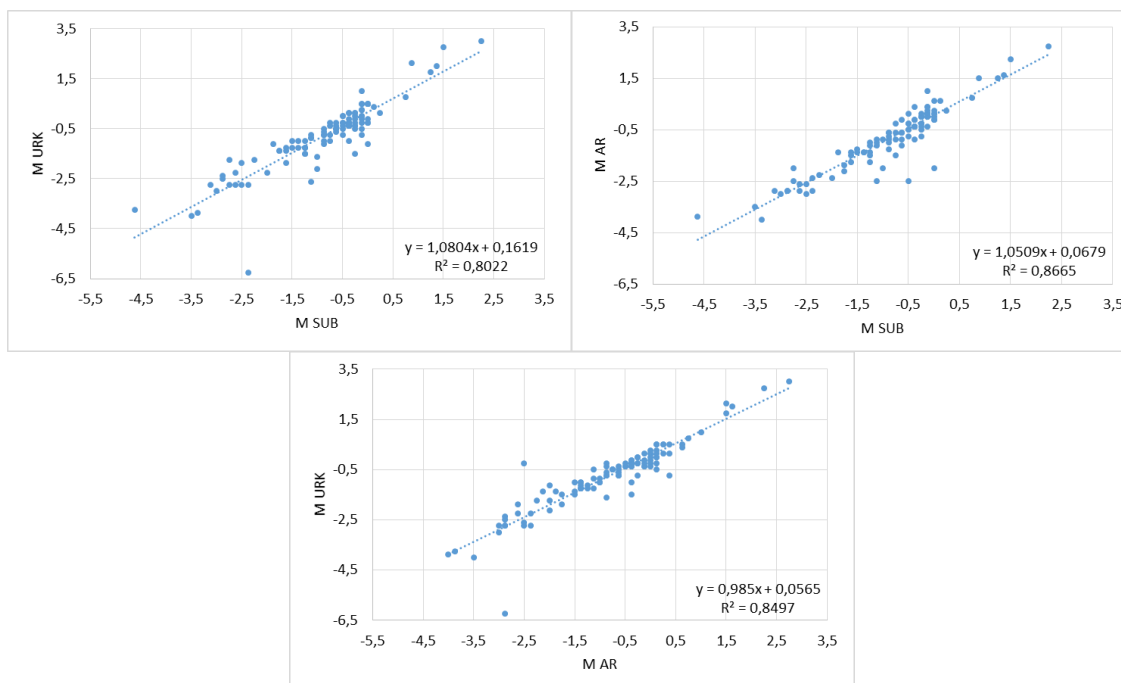
**Tabela 4.4:** Média, desvio padrão, limites de concordância das diferenças entre a refração objetiva dos autorefratômetros Unicos URK-800 e Nidek AR-310A.

Componentes vetoriais	URK vs AR		
	$\mu \pm \sigma$ (D)	IC- (D)	IC+ (D)
M	-0,07 $\pm$ 0,52	-1,09	0,95
J <sub>0</sub>	-0,05 $\pm$ 0,11	-0,26	0,17
J <sub>45</sub>	-0,04 $\pm$ 0,09	-0,23	0,14
B	0,03 $\pm$ 0,50	-0,95	1,01

Assim, os valores medidos pelos dois autorefratômetros apresentam diferenças nas componentes M, J<sub>0</sub>, J<sub>45</sub> e B, mostrando que os autorefratômetros apresentam valores diferentes. As médias das diferenças entre os componentes não são clinicamente significativas. Os limites de concordância mostram diferenças clinicamente significativa para a componente M e B.

## 4.2 Componente M

Os gráficos da Figura 4.1 mostram a dispersão, com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e a equação da linha de tendência, da componente M da refração SUB com a da refração do URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.



**Figura 4.1:** Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente M relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

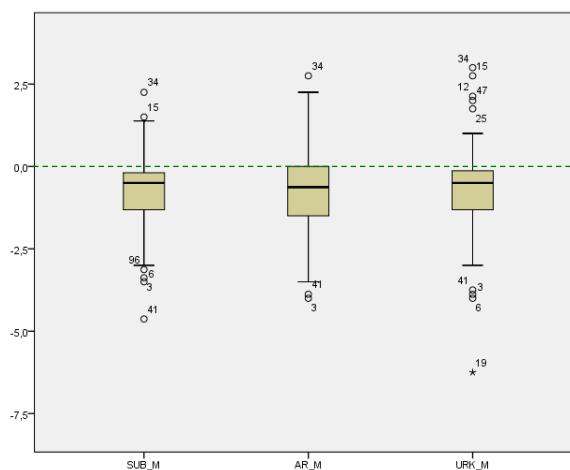
Na Tabela 4.5 está representado o coeficiente de correlação interclasse SPEARMAN entre a componente M da refração SUB e a da refração URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.

**Tabela 4.5:** Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para a componente vetorial do erro refrativo M entre os métodos SUB, AR e URK.

M	Correlação interclasse	Intervalo de confiança 95%	
		IC-	IC+
SUB vs URK	0,936	0,907	0,957
SUB vs AR	0,960	0,942	0,973
URK vs AR	0,958	0,939	0,972

Pela análise da tabela pode verificar-se que existe uma correlação muito forte na componente M embora existam diferenças estatisticamente significativas entre os diversos métodos, conforme se mostra na Tabela 4.2. No entanto, esta correlação é maior (0,960) na comparação entre a refração SUB e a objetiva AR.

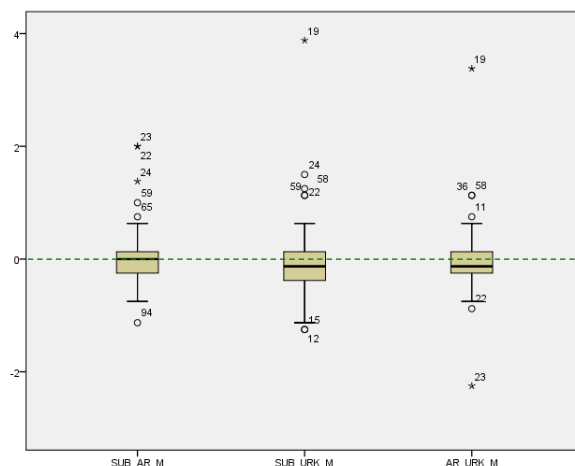
A Figura 4.2 mostra a distribuição dos valores totais da componente M para o SUB, URK e AR. Verifica-se que nas três caixas de bigodes, a mediana esta abaixo do valor 0, isto é, mais de 50% dos valores medidos são míopes no equivalente esférico (M). Pela posição do quartil 75 percebe-se que a maioria dos valores correspondem a casos de miopia. Na caixa de bigodes AR, nota-se uma certa simetria entre os valores, o que não se verifica nas outras caixas, indiciando uma distribuição não normal nas outras caixas, como já se tinha referido.



**Figura 4.2:** Caixa de bigodes da componente vetorial M relativa ao SUB, AR e URK.

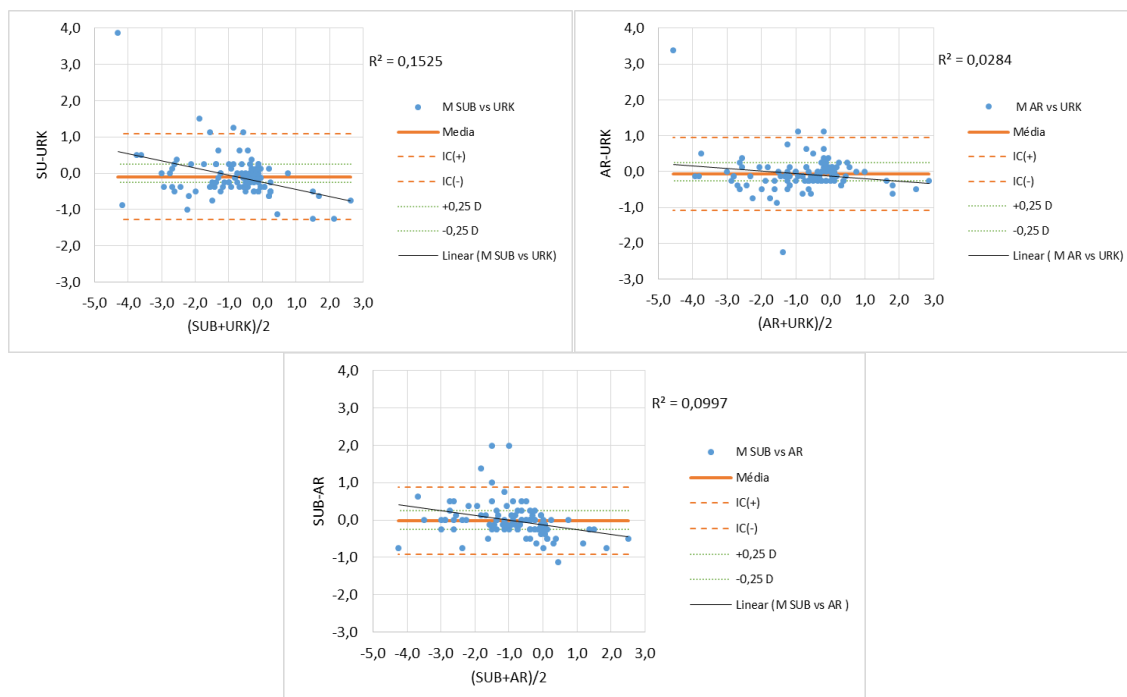
A Figura 4.3 mostra a distribuição das diferenças da componente M para o SUB, URK e AR. Nas diferenças entre a refração SUB com a refração objetiva URK, a mediana apresenta um valor abaixo de 0, ou seja, mais de 50% dos valores são menos negativos com o URK em relação ao SUB. Nas diferenças entre a refração SUB com a refração objetiva AR, a mediana tem o valor

de 0, isto é, 50% dos valores são menos negativos com o AR em relação ao SUB. Quando se compara o URK com o AR, este último dá valores mais negativos em mais de 50% dos casos.



**Figura 4.3:** Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente M relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

A análise de Bland-Altman para a componente M foi efetuada de acordo com descrito nos métodos e calculando os valores representados nas Tabelas 4.3 e 4.4. A Figura 4.4 mostra que a média das diferenças tem um valor quase nulo, ou seja, as medidas do URK e do AR não se encontram enviesadas em relação ao SUB. Pode ainda observar-se que não existe uma tendência acentuada das diferenças em relação à média, face à dispersão dos valores em relação à reta de ajuste, demonstrado pelo parâmetro  $R^2$  baixo.



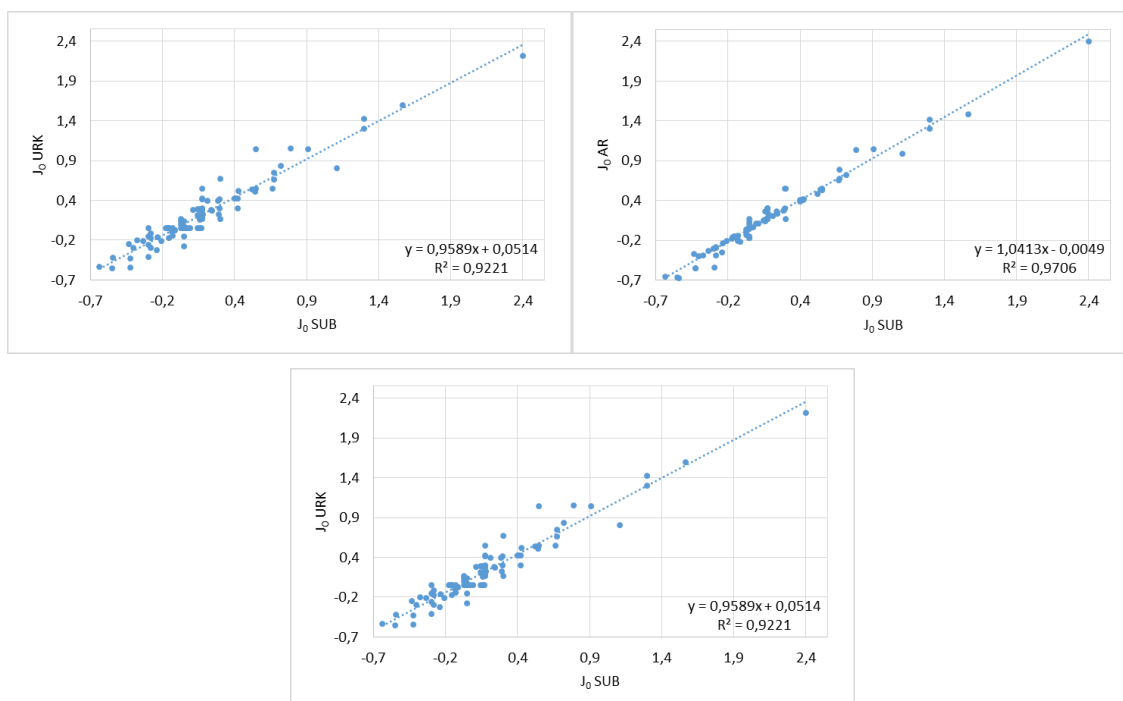
**Figura 4.4:** Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente M relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

No entanto, tal como descrito na Tabela 4.3 e 4.4, os limites de concordância apresentam significado clínico uma vez que variam aproximadamente entre  $\pm 1,00D$ . O erro do URK em relação ao SUB é cerca de  $0,60D$ , medido pelo desvio padrão das diferenças, o que constitui um valor com significado clínico. Por outro lado, o erro do AR em relação ao subjetivo é cerca de  $0,50D$ , o que também constitui um valor com significado clínico. O erro do URK em relação ao AR é cerca de  $0,50D$  o que constitui também um valor com significado clínico. Estes cálculos estão de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera as diferenças estatisticamente significativas.

No estudo de Bullimore (12), apresenta limites de concordância entre  $\pm 0,90D$  o que apresenta significado clínico, não dando referência ao erro. No estudo do Jorge Jorge (15) apresenta limites de concordância entre  $-1,50$  e  $0,60D$  o que apresenta significado clínico. O erro em relação a refração objetiva com a refração subjetiva é de  $0,54D$  o que constitui um valor com significado clínico.

### 4.3 Componente $J_0$

Os gráficos da Figura 4.5 mostram a dispersão, com os respetivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e a equação da linha de tendência, da componente  $J_0$  da refração SUB com a da refração do URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.



**Figura 4.5:** Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente  $J_0$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

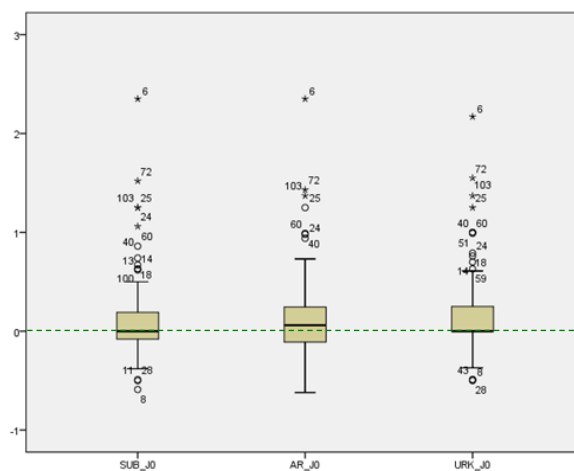
Na Tabela 4.6 está representado o coeficiente de correlação interclasse de SPEARMAN entre a componente  $J_0$  da refração SUB com a refração objetiva URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.

**Tabela 4.6:** Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para as componentes vetorial do erro refrativo  $J_0$  entre os métodos SUB, AR e URK.

$J_0$	Correlação interclasse	Intervalo de confiança 95%	
		IC-	IC+
SUB vs URK	0,980	0,971	0,986
SUB vs AR	0,992	0,988	0,994
URK vs AR	0,983	0,976	0,989

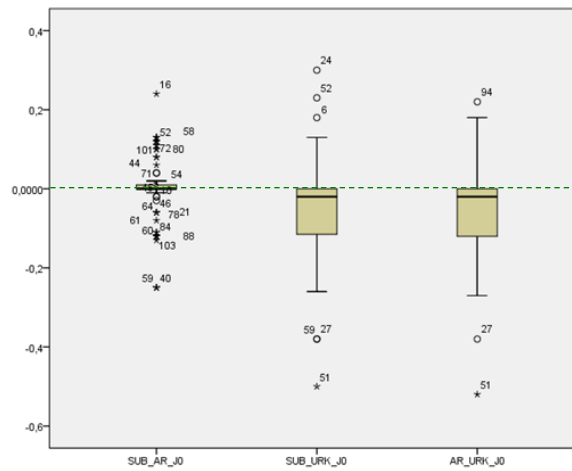
Pela análise da tabela pode verificar-se que existe uma correlação muito forte na componente  $J_0$ . O método SUB e o AR apresentam a correlação de valor maior (0,992), e não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos, conforme se mostra na Tabela 4.2. No entanto, existem diferenças estatisticamente significativas entre os restantes métodos.

A Figura 4.6 mostra a distribuição dos valores totais da componente vetorial  $J_0$  para o SUB, URK e AR. Verifica-se na refração SUB que a mediana tem um valor quase nulo, o que nos indica uma proporção aproximadamente igual entre astigmatismos diretos e inversos. Nas restantes caixas de bigodes, a mediana é superior a 0, o que indica uma maior preponderância de astigmatismos diretos, especialmente na distribuição assimétrica verificada no URK.



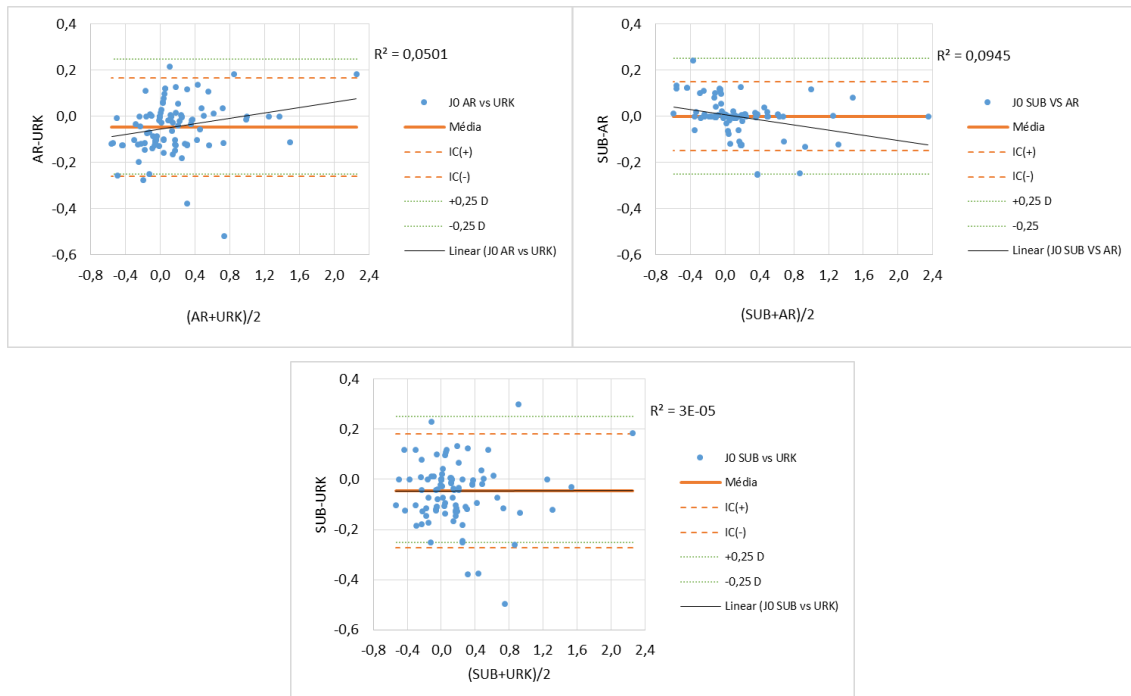
**Figura 4.6:** Caixa de bigodes da componente vetorial  $J_0$  relativa ao SUB, AR e URK.

A Figura 4.7 representa as diferenças da componente vetorial  $J_0$  medida pelos três métodos. Nos três diagramas das caixas de bigodes podemos observar que a mediana das diferenças é praticamente nula e as distribuições dos valores estão maioritariamente abaixo do significado clínico. Isto indica uma boa concordância entre os três métodos.



**Figura 4.7:** Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente  $J_0$  relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

A análise de Bland-Altman para a componente  $J_0$  foi efetuada de acordo com descrito nos métodos e calculando os valores representados nas Tabelas 4.3 e 4.4. A Figura 4.8 mostra que a média das diferenças tem um valor quase nulo, ou seja, as medidas do URK e do AR não se encontram enviesadas em relação ao subjetivo. Pode ainda observar-se que não existe uma tendência acentuada das diferenças em relação á média, face à dispersão dos valores em relação á reta de ajuste, demonstrado pelo parâmetro  $R^2$  baixo.



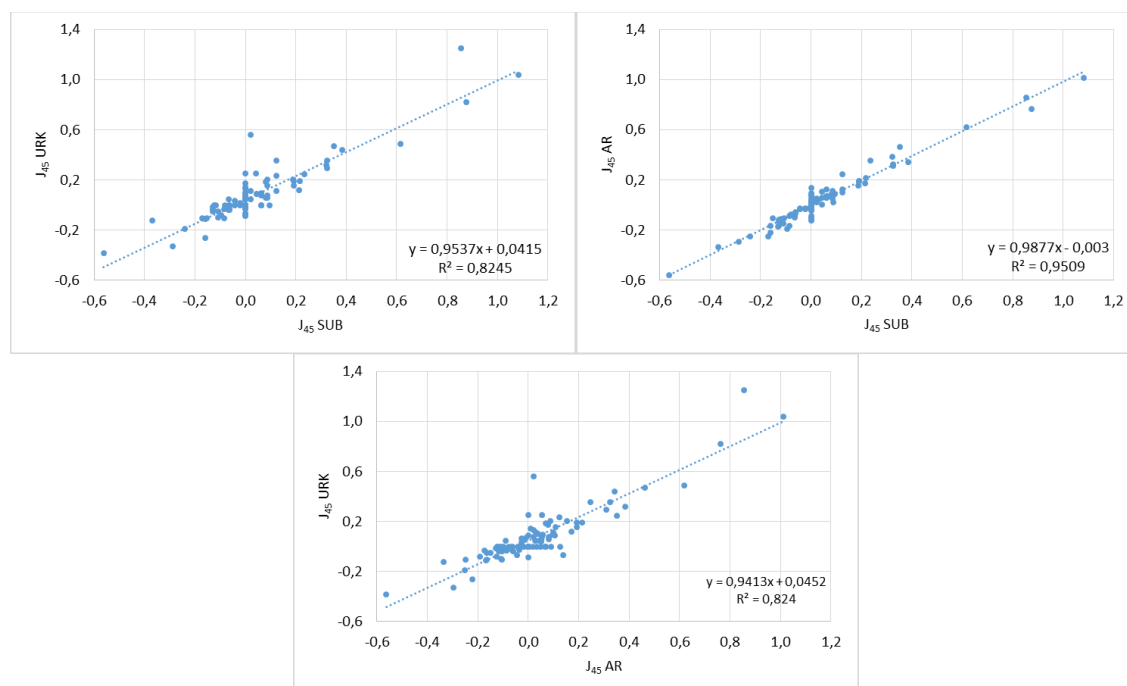
**Figura 4.8:** Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente  $J_0$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

No entanto, tal como descrito na Tabelas 4.3 e 4.4, os limites de concordância do URK não apresentam significado clínico ou estão no limite, uma vez que variam aproximadamente entre  $-0,25D$  e  $+0,15D$ . O erro do URK em relação ao subjetivo é cerca de  $0,10D$ , medido pelo desvio padrão das diferenças, o que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considere essas diferenças estatisticamente significativas.

Em relação ao AR, os limites de concordância também não têm significado clínico uma vez que variam aproximadamente entre  $\pm 0,15D$ . O erro do AR em relação ao subjetivo é cerca de  $0,10D$ , o que constitui um valor sem significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera as diferenças estatisticamente não significativas. Os limites de concordância entre o URK e AR não têm significado clínico, ou estão no limite, pois variam aproximadamente entre  $-0,25D$  e  $+0,15D$ . O erro do URK em relação ao AR é cerca de  $0,10D$ , o que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considere as diferenças estatisticamente significativas.

No estudo de Bullimore (12), apresenta limites de concordância entre  $\pm 0,30D$  o que representa um valor com significado clínico. No estudo do Jorge (15) apresenta limites de concordância entre  $\pm 0,30D$  o que representa um valor com significado clínico. O erro em relação a refração Objetiva com a refração Subjetiva é de  $0,13D$  o que constitui um valor sem significado clínico.

#### 4.4 Componente $J_{45}$



**Figura 4.9:** Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente  $J_{45}$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

Os gráficos da Figura 4.9 mostram a dispersão, com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e a equação da linha de tendência, da componente  $J_{45}$  da refração SUB com a da refração do URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.

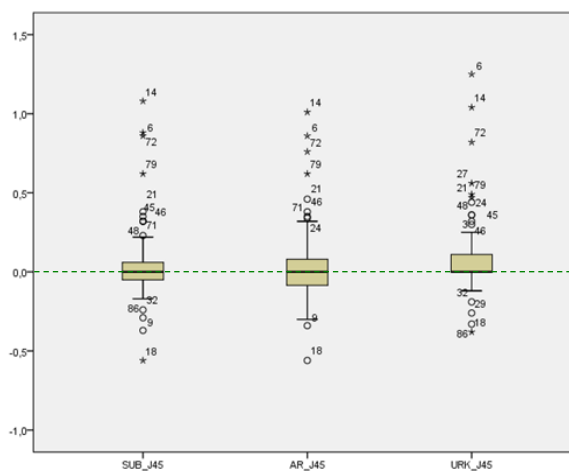
Na Tabela 4.7 está representado o coeficiente de correlação interclasse de SPEARMAN entre a componente  $J_{45}$  da refração SUB com a refração URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.

**Tabela 4.7:** Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para as componentes vetorial do erro refrativo  $J_{45}$  entre os métodos SUB, AR e URK.

$J_{45}$	Correlação interclasse	Intervalo de confiança 95%	
		IC-	IC+
SUB vs URK	0,951	0,928	0,967
SUB vs AR	0,987	0,981	0,991
URK vs AR	0,951	0,928	0,967

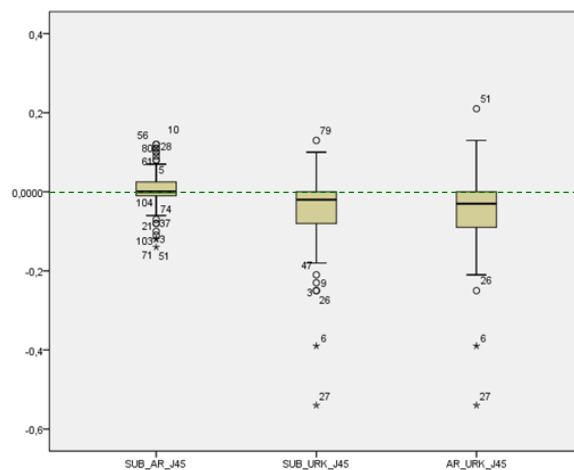
Pela análise da tabela pode verificar-se que existe uma correlação muito forte na componente  $J_{45}$ . O método SUB e o AR apresentam a correlação de valor maior (0,987), e não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos, conforme se mostra na Tabela 4.2. No entanto, existem diferenças estatisticamente significativas entre os restantes métodos.

A Figura 4.10 mostra a distribuição dos valores totais da componente vetorial  $J_{45}$  para o SUB, URK e AR. Verifica-se em todos os casos que a mediana tem um valor quase nulo, o que nos indica uma proporção aproximadamente igual entre astigmatismos com eixo próximo dos  $45^\circ$  e do  $135^\circ$ . A distribuição das caixas indica que a componente  $J_{45}$  está abaixo do significado clínico pelo que a maioria dos astigmatismos medidos não são oblíquos.



**Figura 4.10:** Caixa de bigodes da componente vetorial  $J_{45}$  relativa ao SUB, AR e URK.

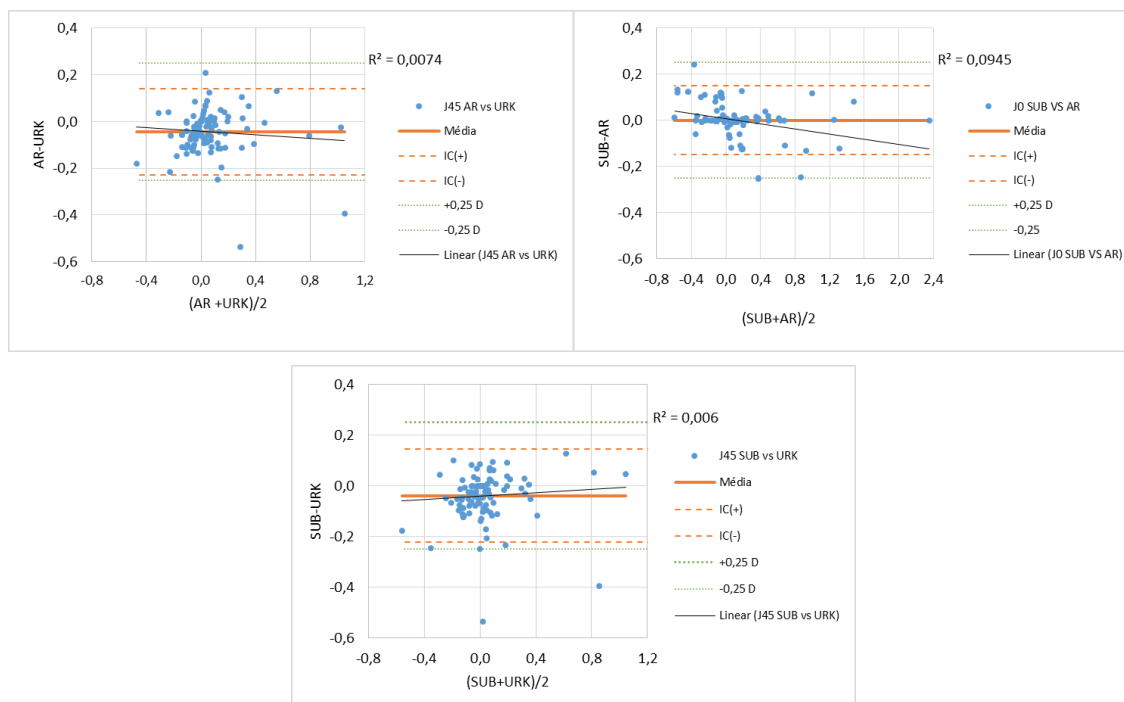
A Figura 4.11 representa as diferenças da componente vetorial  $J_{45}$ . Nas diferenças entre a refração SUB com a refração objetiva URK, a mediana apresenta um valor abaixo de 0, ou seja, mais de 50% dos valores são menos negativos com o URK em relação ao SUB. Nas diferenças entre a refração SUB com a refração objetiva AR, a mediana tem o valor quase nulo, isto é, cerca de 50% dos valores dão aproximadamente o mesmo resultado. Quando se compara o AR com o URK, este último dá valores menos negativos em mais dos 50% dos casos.



**Figura 4.11:** Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente  $J_{45}$  relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

A análise de Bland-Altman para a componente  $J_{45}$  foi efetuada de acordo com descrito nos métodos e calculando os valores representados nas Tabelas 4.3 e 4.4. Na Figura 4.12 verifica-se que a média das diferenças tem um valor quase nulo, ou seja, as medidas do URK e do AR não se encontram enviesadas em relação ao subjetivo. Pode-se ainda observar que não existe uma tendência acentuada das diferenças em relação à média, face à dispersão dos valores em relação à reta de ajuste, demonstrado pelo parâmetro  $R^2$  baixo.

No entanto, tal como descrito nas Tabelas 4.3 e 4.4, os limites de concordância do URK não têm significado clínico, ou estão no limite, uma vez que variam aproximadamente entre  $-0,25D$  e  $+0,15D$ . O erro do URK em relação ao subjetivo é cerca de  $0,10D$ , medido pelo desvio padrão das diferenças, o que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considerem as diferenças estatisticamente significativas. Os limites de concordância do AR não têm significado clínico uma vez que variam aproximadamente entre  $\pm 0,10D$ . O erro do AR em relação ao subjetivo é cerca de  $0,05D$  o que constitui um valor sem significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera os valores estatisticamente não significativos. Os limites de concordância entre equipamentos URK e AR não têm também significado clínico, ou estão no limite, pois variam aproximadamente entre  $-0,25D$  e  $+0,15D$ . O erro do URK em relação ao AR é cerca de  $0,10D$ , que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considerem as diferenças estatisticamente significativas.



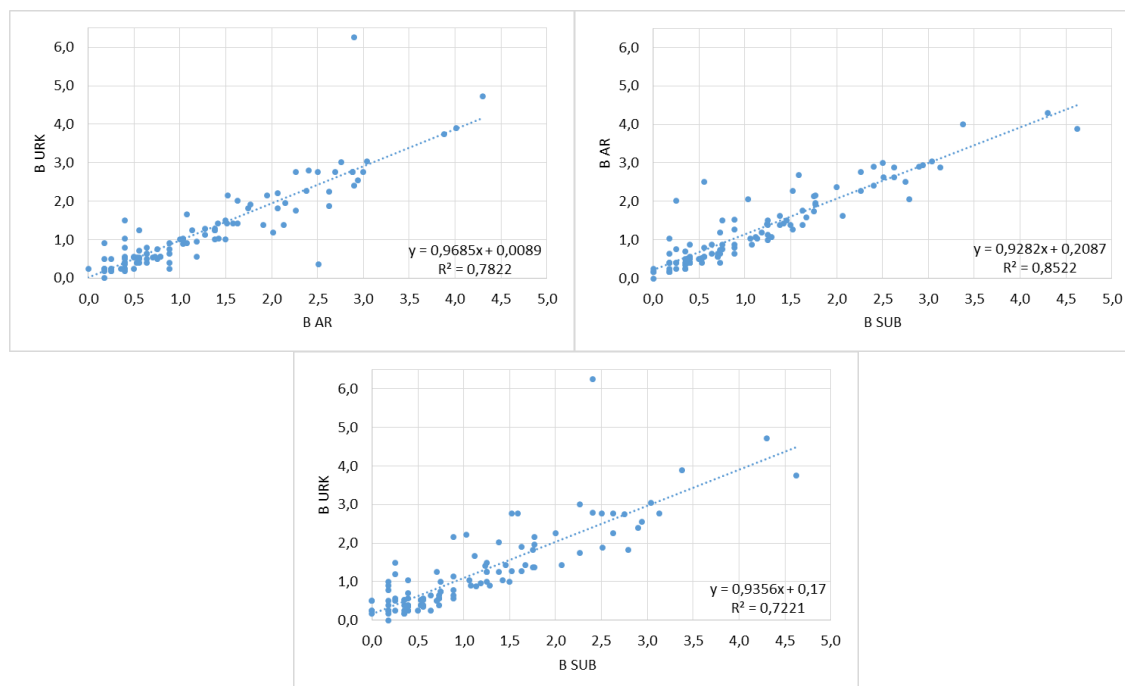
**Figura 4.12:** Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente  $J_{45}$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

No estudo de Bullimore (12), apresenta limites de concordância entre  $\pm 0,25D$  o que representa um valor com significado clínico no limite. No estudo do Jorge Jorge (15) apresenta limites de concordância entre  $\pm 0,250D$  o que representa um valor com significado clínico. O erro em relação a refração objetiva com a refração subjetiva é de  $0,09D$  o que constitui um valor sem significado clínico.

## 4.5 Componente $\beta$

Os gráficos da Figura 4.13 mostram a dispersão, com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e a equação da linha de tendência, da componente  $\beta$  da refração SUB com a da refração do URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.

Na Tabela 4.8 está representado o coeficiente de correlação interclasse de SPEARMAN entre a componente  $\beta$  da refração SUB com a refração objetiva URK e AR, e ainda entre as duas refrações objetivas URK e AR.



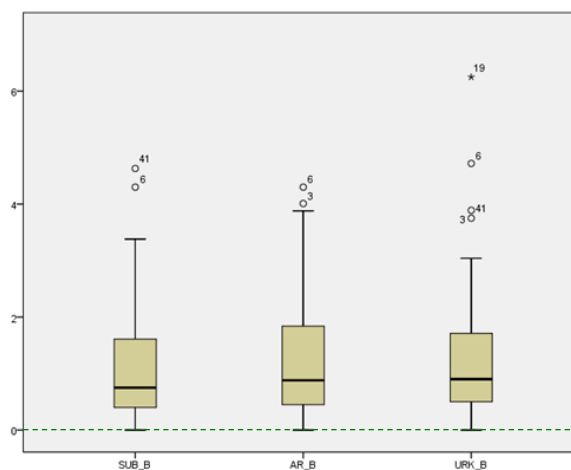
**Figura 4.13:** Gráficos de dispersão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equação da linha de tendência, da componente  $\beta$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

**Tabela 4.8:** Coeficientes de correlação interclasse e respetivo intervalo de confiança para as componentes vetorial do erro refrativo  $\beta$  entre os métodos SUB, AR e URK.

B	Correlação interclasse	Intervalo de confiança 95%	
		IC-	IC+
SUB vs URK	0,916	0,877	0,943
SUB vs AR	0,960	0,941	0,973
URK vs AR	0,937	0,907	0,957

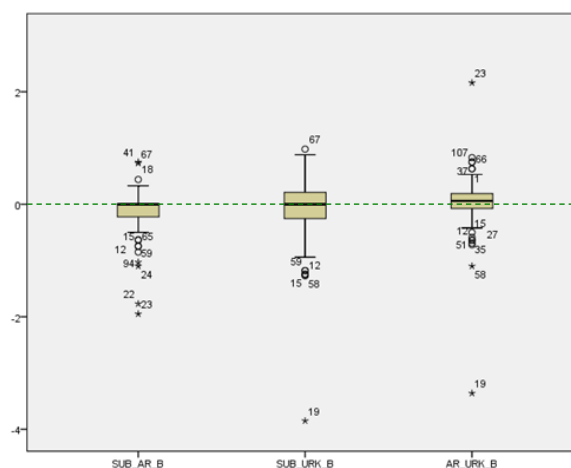
Pela análise da tabela pode verificar-se que existe uma correlação muito forte na componente  $\beta$ . O método SUB e o AR apresentam a correlação de valor maior (0,960), e existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos, conforme se mostra na Tabela 4.2. No entanto, não existem diferenças estatisticamente significativas entre os restantes métodos.

A Figura 4.14 mostra a distribuição dos valores totais da componente vetorial  $B$  para o SUB, URK e AR. O primeiro quartil é superior a 0, o que indica que a maioria dos sujeitos apresenta algum grau de desfocagem, ou seja são ametropes. Verifica-se adicionalmente que a mediana da desfocagem está localizada cerca das 0,75D nos três métodos e o segundo quartil é inferior a 2,00D.



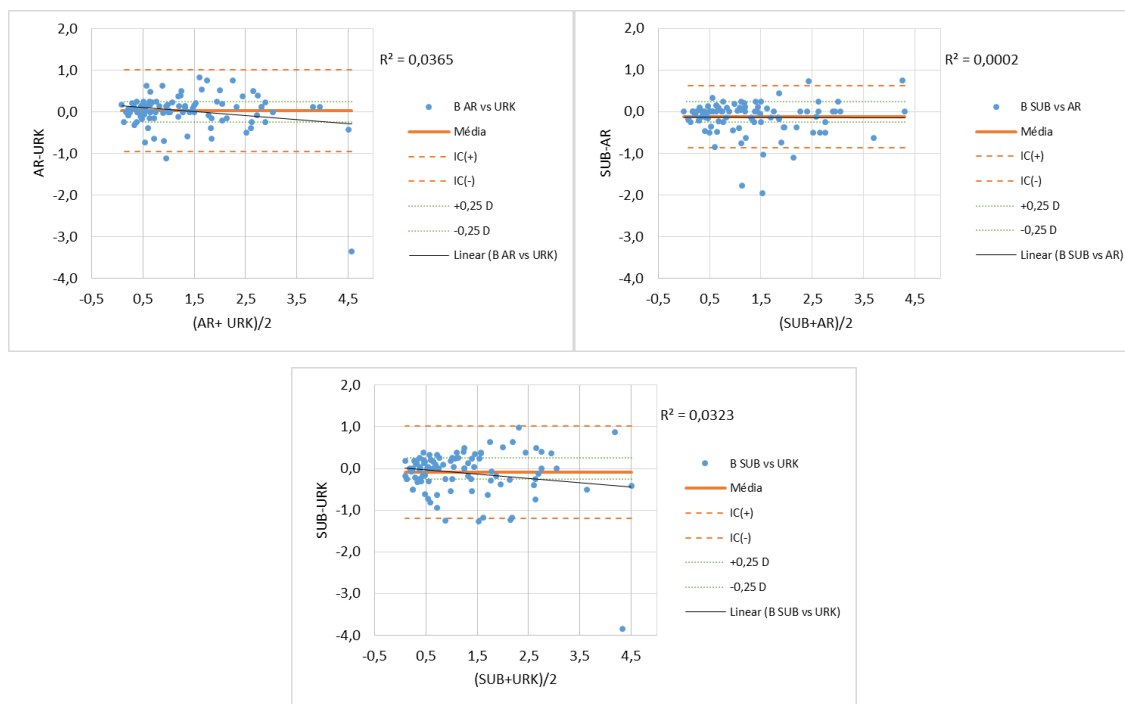
**Figura 4.14:** Caixa de bigodes da componente vetorial  $\beta$  relativa ao SUB, AR e URK.

A Figura 4.15 representa as diferenças da componente vetorial  $\beta$  entre os três métodos. No primeiro diagrama verifica-se uma coincidência da mediana com o segundo quartil no valor nulo, o que nos indica que AR dá origem a valores de desfocagem superiores em relação ao SUB, estando no entanto no limite do significado clínico. Nos outros dois diagramas aparenta haver uma distribuição semelhante de valores positivos e negativos, não indiciando uma tendência.



**Figura 4.15:** Diagramas de caixa de bigodes das diferenças da componente  $\beta$  relativa ao SUB com AR e URK, e ainda AR com URK.

A análise de Bland-Altman para a componente  $B$  foi efetuada de acordo com descrito nos métodos e calculando os valores representados nas Tabelas 4.3 e 4.4. Na Figura 4.16 verifica-se que a média das diferenças tem um valor quase nulo, ou seja, as medidas do URK e do AR não se encontram enviesadas em relação ao SUB. Na Figura 4.16 pode-se ainda observar que não existe uma tendência acentuada das diferenças em relação à média, face à dispersão dos valores em relação à reta de ajuste, demonstrado pelo parâmetro  $R^2$  baixo.



**Figura 4.16:** Gráfico de comparação de Bland-Altman da componente  $\beta$  relativa ao SUB com URK e AR, e ainda URK com AR.

No entanto, tal como descrito nas Tabelas 4.3 e 4.4, os limites de concordância do URK apresentam significado clínico pois variam aproximadamente entre  $\pm 1,00D$ . O erro do URK em relação ao subjetivo é cerca de  $0,50D$ , medido pelo desvio padrão das diferenças, o que constitui um valor com significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considerem os valores não estatisticamente significativos. Os limites de concordância do AR têm significado clínico uma vez que variam aproximadamente entre  $-0,90D$  e  $+0,60D$ . O erro do AR em relação ao SUB é cerca de  $0,40D$ , o que constitui um valor com significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera as diferenças estatisticamente significativas. Os limites de concordância entre os equipamentos têm significado clínico pois variam aproximadamente entre  $\pm 1,00D$ . O erro do URK em relação ao AR é cerca de  $0,50D$ , constitui um valor com significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera os valores estatisticamente significativos.

## 4.6 Interpretação clínica

Para uma melhor interpretação clínica dos resultados, foram convertidos os valores médios das componentes  $M$ ,  $J_0$  e  $J_{45}$  para a forma convencional esférica-cilíndrica (valores médios)  $S$ ,  $C$  e  $\alpha$ , como mostra a Tabela 4.9.

**Tabela 4.9:** Valores médios na forma convencional esférico-cilíndrica.

	Esfera (S)	Cilindro (C)	Eixo ( $\alpha$ )
SUB	-0,73D	-0,25D	8°
URK	-0,57D	-0,37D	12°
AR	-0,70D	-0,25D	7°

Na Tabela 4.9 o autorefratômetro Unicos URK-800 (URK) apresenta a mesma tendência de estar mais próximo do valor do subjetivo no cilindro do que na esfera, mas as diferenças não são clinicamente significativas. O autorefratômetro Nidek AR-310A (AR) apresenta valores semelhantes na esfera e eixo e valores iguais no cilindro, apresentando uma tendência a estar mais próximo do subjetivo no cilindro do que na esfera. Em relação aos dois equipamentos, o autorefratômetro AR apresenta valores mais próximos do subjetivo do que o autorefratômetro URK.

Em comparação com o estudo do Jorge Jorge (15), os valores médios da refração Objetiva (-0.63-0.22x168) apresentavam valores mais negativos na esfera e no cilindro em comparação com os valores médios da refração subjetiva (-0.23-0.12x165). Comparando o estudo Jorge Jorge com o presente estudo, verificam-se resultados semelhantes, onde se verificam valores mais próximos entre a refração objetiva e subjetiva na componente cilíndrica e valores mais díspares na componente esférica. Na parte esférica, a refração objetiva mostra valores mais negativos em relação á refração subjetiva, o que não esta de acordo com o nosso estudo, onde se verificou que a refração objetiva dá valores mais positivos em relação a refração subjetiva.

**Tabela 4.10:** Percentagem das diferenças na forma convencional esférico-cilíndrica que satisfazem os critérios de significado clínico.

	Esfera (S) $\pm 0,25D$	Cilindro (C) $(\pm 0,25D)$	Eixo ( $\alpha$ ) $(\pm 10^\circ)$	S+C+ $\alpha$
SUB-AR	57,01%	80,37%	42,06%	19,63%
SUB-URK	42,06%	55,14%	38,32%	15,89%
AR-URK	58,88%	56,07%	30,84%	14,02%

Para avaliar clinicamente os resultados apresentados na Tabela 4.10, usou-se para cada indivíduo as componentes de refração medidas na forma convencional esférico-cilíndrica S, C e  $\alpha$  e verificou-se se as diferenças estavam dentro do intervalo de significância clínica de  $\pm 0,25D$ . Desta forma, pode observa-se que para as diferenças entre a refração subjetiva e a refração objetiva com o Nidek AR-310A encontram-se dentro do intervalo clinicamente significativo 61 indivíduos (57,01%) considerando a parte esférica; 86 indivíduos (80,37%) considerando a parte cilíndrica. Em relação ao eixo da parte cilíndrica, 45 indivíduos (42,06%) apresentam diferenças que estão dentro do intervalo  $\pm 10^\circ$ , que foi considerado um intervalo clinicamente aceitável noutro estudo (15). Para as diferenças entre a refração subjetiva e o autorefratômetro Unicos URK-800, encontram-se dentro do intervalo clinicamente significativo 45 indivíduos (42,06%)

considerando a parte esférica; 59 indivíduos (55,14%) considerando a parte cilíndrica. Em relação ao eixo da parte cilíndrica, 41 indivíduos (38,32%) apresentam diferenças que estão dentro do intervalo  $\pm 10^\circ$ . Na comparação entre os autorefratômetros Nidek AR-310A e Unicos URK-800, as diferenças entre os dois equipamentos, encontram-se dentro do intervalo clinicamente significativo 63 indivíduos (58,88%) considerando a parte esférica; 60 indivíduos (56,07%) considerando a parte cilíndrica. Em relação ao eixo da parte cilíndrica, 33 indivíduos (30,84%) apresentam diferenças que estão dentro do intervalo  $\pm 10^\circ$ . Nas diferenças entre a refração subjetiva e a refração objetiva Nidek AR-310A, 21 indivíduos (19,63%) satisfazem as três condições em simultâneo; enquanto que nas diferenças entre a refração subjetiva e a refração objetiva Unicos URK-800, apenas 17 indivíduos (15,89%) satisfazem essas mesmas condições. Comparando os dois equipamentos, apenas 15 indivíduos (14,02%) satisfazem as três condições em simultâneo.

Esta tabela 4.10 mostra uma tendência para os autorefratômetros se aproximarem mais do valor do subjetivo a nível do cilindro quando comparado com a esfera. Também se pode observar que o autorefratômetro Nidek AR-310A apresenta valores mais próximos com a refração subjetiva do que o autorefratômetro Unicos URK-800.

A Tabela 4.11 representa em percentagem as diferenças das três técnicas de refração, com base nos gráficos de Bland-Altman, para as componentes M,  $J_0$ ,  $J_{45}$  e B, que se encontram entre os limites clínicos ( $\pm 0,25D$ ). Pela análise de Bland-Altman observa-se a mesma tendência dos autorefratômetros serem mais próximos do subjetivo nas componentes  $J_0$  e  $J_{45}$ , apresentando 106 indivíduos (99,07%) e 107 (100%), respetivamente, para o autorefratômetro Nidek AR-310A, e 102 indivíduos (95,33%) e 105 (98,13%), respetivamente, para o autorefratômetro Unicos URK-800. Para a componente M, o autorefratômetro Nidek AR-310A apresenta 75 indivíduos (70,09%) e o autorefratômetro Unicos URK-800 apresenta 56 indivíduos (52,34%) dentro do intervalo significância clínica.

**Tabela 4.11:** Percentagens dos gráficos Bland-Altman para os intervalos de significado clínico.

	M	$J_0$	$J_{45}$	B
	$\pm 0,25D$	$\pm 0,25D$	$\pm 0,25D$	$\pm 0,25D$
SUB-AR	70,09%	99,07%	100,00%	76,64%
SUB-URK	52,34%	95,33%	98,13%	57,94%
AR-URK	71,03%	96,26%	98,13%	73,83%

Com esta análise verifica-se novamente que os autorefratômetros são mais próximos do subjetivo na parte cilíndrica em comparação com a parte esférica. Na comparação entre equipamentos, o autorefratômetro Nidek AR-310A apresenta valores mais próximos do subjetivo em relação ao autorefratômetro Unicos URK-800, tanto na parte cilíndrica como na parte esférica.

## 5. Conclusões

Os objetivos deste trabalho foram alcançados com sucesso, nomeadamente a análise comparativa entre a refração subjetiva com a refração objetiva de um conjunto de indivíduos. O principal objetivo do estudo incidiu na comparação da refração monocular subjetiva do olho direito com a refração objetiva obtida através dos autorefratômetros Nidek AR-310A e o Unicos URK-800 em 107 indivíduos. Os resultados obtidos neste trabalho, mostram que os resultados da refração Objetiva apresentam diferenças clinicamente e estatisticamente significativas na componente M e  $\beta$ , sendo semelhante nas componentes astigmáticas.

Nos valores médios de todos os sujeitos, referentes à Tabela 4.1, os autorefratômetros apresentam para a componente M uma tendência em medir menos negativo e mais positivo do que o subjetivo, mas esta diferença não tem significado clínico. O que também pode ser concluído pelos diagramas caixas de bigodes das diferenças (Figura 4.3). Para as componentes  $J_0$  e  $J_{45}$  o autorefratômetro Unicos URK-800 tem a tendência a medir mais positivo do que o subjetivo. É de notar que o autorefratômetro Nidek AR-310A apresenta valores muito semelhantes à refração subjetiva.

Na análise das médias das diferenças (Tabela 4.3 e 4.4), nos valores médios convertidos na forma convencional esférico-cilíndrica (Tabela 4.9), na percentagem das diferenças na forma convencional esférico-cilíndrico (Tabela 4.10) e na análise em conjunto das percentagens dos valores com significado clínico nos gráficos Bland-Altman, verifica-se que os autorefratômetros têm uma tendência a apresentarem valores mais próximos do subjetivo nas componentes  $J_0$  e  $J_{45}$ , mostrando maior discrepância na componente M. Deve referir-se ainda que, o maior enublamento global  $\beta$  é verificado nos dois autorefratômetros e é superior ao verificado com o método subjetivo e sendo clínico e estatisticamente significado.

Nos gráficos de Bland-Altman da componente M observa-se que o erro do URK em relação ao SUB é cerca de 0,60D, o que constitui um valor com significado clínico. O erro do AR em relação ao SUB é cerca de 0,50D, o que também constitui um valor com significado clínico. O erro do URK em relação ao AR é cerca de 0,50D o que constitui também um valor com significado clínico. Estes cálculos estão de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera as diferenças estatisticamente significativas.

Observa-se nos gráficos de Bland-Altman da componente  $J_0$  que o erro do URK em relação ao SUB é cerca de 0,10D, o que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considere essas diferenças estatisticamente significativas. O erro do AR em relação ao subjetivo é cerca de 0,10D, o que constitui um valor sem significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera as diferenças estatisticamente não significativas. O erro do URK em relação ao AR é

cerca de 0,10D, o que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considere as diferenças estatisticamente significativas.

Relativamente à componente  $J_{45}$  pelos gráficos de Bland-Altman observa-se que o erro do URK em relação ao subjetivo é cerca de 0,10D, o que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considerem as diferenças estatisticamente significativas. O erro do AR em relação ao subjetivo é cerca de 0,10D o que constitui um valor sem significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera os valores estatisticamente não significativos. O erro do URK em relação ao AR é cerca de 0,10D, que constitui um valor sem significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considerem as diferenças estatisticamente significativas.

Pelos gráficos de Bland-Altman na componente  $\beta$  observa-se que o erro do URK em relação ao subjetivo é cerca de 0,50D, o que constitui um valor com significado clínico, embora os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2) considerem os valores não estatisticamente significativos. O erro do AR em relação ao SUB é cerca de 0,40D, o que constitui um valor com significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera as diferenças estatisticamente significativas. O erro do URK em relação ao AR é cerca de 0,50D, constitui também um valor com significado clínico. Este cálculo está de acordo com os resultados do teste de Wilcoxon (Tabela 4.2), pois considera os valores estatisticamente significativos.

Segundo os vários autores referidos no estado de arte (11, 12, 13, 14, 15, 16), era previsto que os autorefratômetros apresentassem valores mais próximos do subjetivo na parte cilíndrica, com maior discrepância na parte esférica. O estudo realizado está de acordo dos resultados esperados, mostrando que os autorefratômetros se aproximam mais do subjetivo na quantificação do cilindro do que na esfera. No equivalente esférico segundo os vários autores mencionados, em geral os autorefratômetros têm tendência a hipercorrigir a miopia e a hipocorrigir a hipermetropia, sendo o estudo presente não estar de acordo com os valores esperados, hipocorrigindo a miopia e hipercorrigindo a hipermetropia, no entanto esta conclusão é suportada pela análise da diferença das médias de todos os sujeitos e não pela média das diferenças, o que pode alterar os resultados. No presente estudo foram encontradas diferenças clínica e estatisticamente significativas para a componente M, sem no entanto demonstrar uma tendência clara.

Contudo, ambos os aparelhos estão aptos para a prática clínica, sendo uma mais-valia num ambiente clínico e recomenda-se a sua utilização como base da refração subjetiva e não como substituição da refração subjetiva.

Como limitação do estudo refere-se a presença maioritária de sujeitos míopes e com astigmatismos baixos, com maior preponderância de astigmatismos diretos e inversos. Como trabalho futuro seria adequado equilibrar a população com um número semelhante de sujeitos hipermetropes e sujeitos com astigmatismos oblíquos.



## Bibliografia

1. Hecht E. The Propagation of light. Optics. 4<sup>nd</sup> ed. Pearson Education: Addison Wesley; 2001 August 12.p.100-106.
2. Grosvenor T, Grove F. Anomalies of Refraction and Binocular Vision. Primary Care Optometry. 5<sup>nd</sup> ed. Butterworth-Heinemann: Elsevier; 2007 November 2.p. 3-21.
3. Campbell CE, Benjamin WJ, Howland HC. Refractive Status of the Eye. In: Rosenfield M, editor. Borish's Clinical Refraction. 2<sup>nd</sup> ed. Butterworth-Heinemann: Elsevier; 1998.p. 3-29.
4. Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power Vectors: An Application of Fourier Analysis to the Description and Statistical Analysis of Refractive Error. Optom Vis Sci. 1997 June;74(6):367-375.
5. Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of optical outcome of refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 2001 January;27:80-85.
6. Ferrer-Blasco T, González-Méijome JM, Montés-Micó R. Age-related changes in the human visual system and prevalence of refractive conditions in patients attending an eye clinic. J cataract Refract Surg. 2008 April; 34:424-432.
7. Fedtke C, Ehrmann K, Holden BA. A Review of Peripheral Refraction Techniques. Optometry and Vision Science. 2009 May; 86(5):4729-446.
8. Yanoff M, Duker JS. Óptica e Refração. In Miller D, Burns SK, editor. Oftalmologia. 3<sup>rd</sup> ed. Mosby: Elsevier; 2011 July 28.p.64.
9. Campbell CE, Benjamin WJ, Howland HC. Objective Refraction: Retinoscopy, Autorefraction, and Photorefraction. In: Benjamin WJ, editor. Borish's Clinical Refraction. 2<sup>nd</sup> ed. Butterworth-Heinemann: Elsevier; 1998.p. 682-764.
10. Bland JM, Altman DG. Statistical Methods For Assessing Agreement Between Two Methods Of Clinical Measurement. Lancet, 1986; 327(8476):307-310.
11. Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G. Clinical evaluation of the Allergan Humphrey 500 autorefractor and the Nidek AR-100 autorefractor. British Journal of Ophthalmology. 1996; 80:35-39.
12. Bullimore MA, Fusaro RE, Adams GW. The Repeatability of Automated and Clinician Refraction. Optom Vis Sci. 1998 August;75(8):617-622.
13. Mallen EAH, Wolffsohn JS, Gilmartin B, Tsujimura S. Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-500 autorefractor in adults. Ophthal Physiol Opt;21(2):101-107.
14. Uras R, Rubens, Luisa A, Martins EN. Análise comparativa da refração automática objetiva e refração clínica. Arq. Bras Oftalmol. 2001;64:33-8.
15. Jorge J, Queirós A, Almeida JB, Parafita MA AP. Retinoscopy/Autorefraction: Which Is The Best Starting Point for a Noncycloplegic Refraction? Optometry and Vision Science. 2005 January; 82(1):64-68.
16. Gibson G, Davies L. Clinical Evaluation of the Nidek ARK-530A Auto Refractor/Keratometer. Optometry Today. 2008 Oct 31:48-51.

17. Huffman S, Mutti DO, Zadnik K. The Repeatability of Autorefractors. American Academy of Optometry. [Online]. 2001 [Acedido em 2015 Set 24] URL: <http://www.aaopt.org/repeatability-autorefractors>
18. Gwiazda J, Webber C. Comparison of Spherical Equivalent Refraction and Astigmatism Measured With Three Different Models of Autorefractors. *Optom Vis Sci*. 2004 January 1;81(1):56-61.
19. Lowery JP, Joachim A, Olson R, Peel J, Pearce NN. Autorefraction VS Retinoscopy. *J Behav Opt*. 2005;16(1):3-8.
20. Gama R, Nom TY, Costa DC, Santos JC, Costa RS. Estudo comparativo entre refração com autorefratômetro e Esquiascopia em Crianças sob Cicloplegia com Ciclopentolato 1% - Resultados Preliminares. *Oftalmologia*. 2012 Julho-Setembro;36(3):293-299.
21. Health Care [online]. 2015 [acedido em 2016 Jun 14]. Disponível em URL: <http://www.e-unicos.com/products/urk-800.htm>
22. Eye & Health Care [online]. [acedido em 2016 Jun 14]. Disponível em URL: <http://www.nidek-intl.com/news-event/news/20060622a.html>
23. Eye & Health Care [online]. 2008 [acedido em 2016 Jun 14]. Disponível em URL: [http://www.nidek.fr/media/catalogue/MAR0020/AR\\_1P.pdf](http://www.nidek.fr/media/catalogue/MAR0020/AR_1P.pdf)
24. Gibbons JD, Chakraborti S, Nonparametric Statistical Inference. 4<sup>nd</sup> ed. New York: Marcel Dekker, Inc.; 2003.p 298-314.
25. Armstrong RA, When to use the Bonferroni correction. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2014 April 2;34:502-508.
26. Weir JP. Quantifying Test-Retest Reliability Using the Intraclass Correlation Coefficient and the SEM. 2005 March;19(1):231-240.
27. Marmolejo-Ramoa F, Tian TS. The Shifting Boxplot. A boxplot based on essential summary statistics around the mean. *International Journal of Psychological Research*. 2010 March 15;3(1):37-45.
28. Goss DA, Grosvenor T. Reliability of refraction-a literature review. *J AM Optom Assoc*. 1996 oct 10;67:619-630.

# Anexos

## Anexo 1

Parecer da Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde - UBI



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Faculdade de Ciências da Saúde

Exmo. Senhor

Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro

Sua Referência	Sua Data	Nossa Referência	Nossa Data
000.000.000	0000.00.00	000.000.000	2015.07.03

Assunto: Parecer da Comissão de Ética da FCS

No seguimento da solicitação de apreciação do Projecto “Estudo comparativo entre as avaliações subjetivas e objetivas da refração ocular”, por parte da Comissão de Ética da FCS, envio em anexo o parecer resultante da análise do referido projecto de investigação.

Cordiais cumprimentos

O Presidente da Faculdade de Ciências da Saúde  
Prof. Doutor Luís Taborda Barata



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**PARECER**

**Processo:** CE-FCS-2015-011

**Tema Projecto/Proponente:** “*Estudo comparativo entre as avaliações subjetivas e objetivas da refração ocular*” – Exmo. Senhor Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro

Exmo. Sr. Presidente da Faculdade de Ciências da Saúde

Apreciado o pedido referente ao processo acima mencionado esta Comissão não detectou matéria que ofenda os princípios éticos.

Covilhã, 3 de Julho de 2015

O Presidente da Comissão de Ética  
*Prof. Doutor José Martinez de Oliveira*

## Anexo 2

### Carta explicativa para obtenção do consentimento para o Estudo Comparativo entre as Avaliações Subjetiva e Objectiva da Refração Ocular

Exmo. Sr.(a). vimos por este meio solicitar a vossa participação num trabalho de investigação no âmbito do mestrado de Optometria em Ciências da Visão, que tem como objetivo efetuar uma análise comparativa entre as medidas objetivas obtidas com dois modelos de autorrefratómetro para um grupo de indivíduos em ambiente clínico e as correspondentes medidas subjetivas da refração ocular.

Informamos V.Exa. que a participação é voluntária, os testes a efetuar são os normalmente efectuados durante a consulta optométrica e são indolores, não invasivos, e sem quaisquer complicações ou riscos.

A recolha dos dados é anónima; serão recolhidos os dados da refração por dois autorrefratómetros e da refração subjetiva final para efeitos de comparação.

Agradecemos a sua participação no estudo e informamos que poderá desistir da participação nesta investigação a qualquer altura por qualquer motivo.

Não existira compensações em relação a participação no estudo, como não haverá despesas na realização dos exames.

A investigação será realizada pelo Dr. Pedro Miguel Anjos Pina, licenciado em Optometria - Ciências da visão pela UBI, e supervisionada pelo Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro e pelo Prof. Doutor Pedro Miguel Lourenço Monteiro, docentes do 2º ciclo de Optometria em Ciências da Visão da Faculdade de Ciências da Saúde da UBI.

Em caso de dúvidas ou esclarecimentos sobre o projeto de investigação em curso, contactar o Dr. Pedro Pina por correio electrónico ( [pedropina\\_15@hotmail.com](mailto:pedropina_15@hotmail.com) ), ou por telefone (965 030 719), o Prof. Doutor Paulo Fiadeiro ( [fiadeiro@ubi.pt](mailto:fiadeiro@ubi.pt) ), ou ainda o Prof. Doutor Pedro Monteiro ( [pmm@ubi.pt](mailto:pmm@ubi.pt) ).

Entregar ao voluntário

✕

### Declaração de consentimento livre e informado

Eu, \_\_\_\_\_, declaro ter lido e compreendido as informações deste documento, bem como os esclarecimentos que me foram fornecidos pelos investigadores do estudo. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Ficou claro que a minha participação é isenta de benefícios e de despesas. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados, com base nas garantias de confidencialidade e anonimato que me foram apresentadas pelos investigadores.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do responsável)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do voluntário)

REF:

--	--	--	--	--	--

(Preencher o Examinador)

Aveiro, \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

Entregar ao examinador

## Anexo 3

Valores das componentes M, J0, J45 e  $\beta$ 

refracao subjetiva				ar-310a				urk-800			
M	J0	J45	$\beta$	M	J0	J45	$\beta$	M	J0	J45	$\beta$
-0,63	0,37	-0,07	0,73	-1,13	0,36	-0,09	1,19	-0,50	0,25	0,04	0,56
-0,13	-0,11	0,06	0,18	0,13	-0,10	0,07	0,18	-0,25	0,00	0,00	0,25
-3,38	-0,02	0,12	3,38	-4,00	-0,04	0,25	4,01	-3,88	0,12	0,36	3,89
-0,38	-0,11	-0,06	0,40	-0,38	-0,11	-0,06	0,40	-0,38	-0,12	-0,04	0,40
-0,50	0,47	-0,17	0,71	-0,25	0,43	-0,25	0,56	0,00	0,49	-0,10	0,50
-3,50	2,35	0,86	4,30	-3,50	2,35	0,86	4,30	-4,00	2,17	1,25	4,72
-0,25	-0,23	-0,09	0,35	0,00	-0,23	-0,09	0,25	0,13	-0,12	-0,03	0,18
-1,13	-0,59	0,21	1,29	-0,88	-0,60	0,17	1,08	-0,75	-0,49	0,12	0,90
-0,63	-0,07	-0,37	0,73	-0,13	-0,16	-0,34	0,40	-0,38	-0,03	-0,12	0,40
-1,50	0,00	0,00	1,50	-1,38	0,03	-0,12	1,38	-1,00	0,00	0,00	1,00
-1,00	-0,49	0,09	1,12	-0,88	-0,62	0,02	1,08	-1,63	-0,37	0,08	1,67
0,88	0,13	0,00	0,88	1,50	0,25	-0,02	1,52	2,13	0,38	0,00	2,16
-2,88	0,62	-0,11	2,94	-2,88	0,61	-0,15	2,94	-2,50	0,50	-0,05	2,55
-1,25	0,63	1,08	1,77	-1,75	0,73	1,01	2,15	-1,50	0,70	1,04	1,95
1,50	-0,23	0,09	1,52	2,25	-0,24	0,05	2,26	2,75	-0,24	0,06	2,76
-0,25	-0,25	0,04	0,35	0,00	-0,49	0,10	0,50	-0,38	-0,36	0,09	0,53
-0,38	0,10	0,08	0,40	-0,38	0,10	0,07	0,40	-0,25	0,17	0,19	0,35
-1,88	0,67	-0,56	2,07	-1,38	0,67	-0,56	1,63	-1,13	0,79	-0,38	1,43
-2,38	-0,35	-0,13	2,40	-2,88	-0,35	-0,13	2,90	-6,25	-0,25	-0,02	6,25
-0,38	-0,08	0,10	0,40	-0,38	-0,09	0,09	0,40	-0,25	0,00	0,00	0,25
-0,13	0,13	0,35	0,40	0,25	0,19	0,46	0,56	0,50	0,17	0,47	0,71
0,00	0,23	0,09	0,25	-2,00	0,22	0,11	2,02	-1,13	0,34	0,15	1,19
-0,50	0,19	-0,16	0,56	-2,50	0,19	-0,17	2,51	-0,25	0,22	-0,11	0,35
-1,13	1,06	0,38	1,59	-2,50	0,94	0,34	2,69	-2,63	0,76	0,44	2,77
1,25	1,25	0,00	1,77	1,50	1,25	0,04	1,95	1,75	1,25	0,04	2,15
-2,50	0,00	0,00	2,50	-3,00	0,00	0,00	3,00	-2,75	0,03	0,25	2,76
-0,13	0,12	0,02	0,18	0,13	0,12	0,02	0,18	-0,50	0,50	0,56	0,90
-0,50	-0,50	0,00	0,71	0,13	-0,62	-0,09	0,64	0,00	-0,50	-0,03	0,50
-0,25	-0,19	-0,16	0,35	0,13	-0,30	-0,22	0,40	0,13	-0,27	-0,26	0,40
-1,13	0,37	-0,07	1,19	-1,13	0,36	-0,10	1,19	-0,88	0,37	-0,04	0,95
-0,13	-0,11	-0,06	0,18	0,13	-0,11	-0,07	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,63	-0,29	-0,24	0,73	-0,63	-0,28	-0,25	0,73	-0,50	-0,16	-0,19	0,56
-0,13	0,11	-0,06	0,18	-0,38	0,11	-0,06	0,40	-0,13	0,12	-0,03	0,18
2,25	-0,25	0,00	2,26	2,75	-0,25	0,01	2,76	3,00	-0,21	0,14	3,01
-0,38	0,10	0,08	0,40	-0,38	0,10	0,08	0,40	-1,00	0,24	0,06	1,03
-0,13	0,06	-0,11	0,18	0,38	0,06	-0,11	0,40	-0,75	0,23	-0,10	0,79
-1,75	0,00	0,00	1,75	-2,13	-0,10	0,08	2,13	-1,38	-0,10	0,08	1,38
-0,25	0,00	0,00	0,25	-0,25	0,00	0,00	0,25	-0,25	0,00	0,00	0,25
-1,63	0,13	0,00	1,63	-1,75	0,25	-0,03	1,77	-1,88	0,37	0,07	1,91
-0,75	0,74	-0,13	1,06	-0,25	0,98	-0,17	1,03	-0,25	1,00	-0,03	1,03
-4,63	-0,11	0,06	4,63	-3,88	-0,10	0,07	3,88	-3,75	0,00	0,00	3,75
-2,75	0,00	0,00	2,75	-2,50	0,00	0,00	2,50	-2,75	0,00	0,00	2,75
-0,13	-0,38	0,00	0,40	0,00	-0,50	0,00	0,50	0,25	-0,49	-0,09	0,56
-0,88	-0,08	-0,10	0,88	-1,25	-0,16	-0,19	1,27	-1,13	-0,09	-0,08	1,13
-0,38	0,19	0,32	0,53	-0,38	0,21	0,31	0,53	-0,13	0,23	0,30	0,40
0,25	-0,38	0,32	0,56	0,25	-0,32	0,38	0,56	0,13	-0,20	0,32	0,40
1,38	-0,12	0,04	1,38	1,63	-0,11	0,05	1,63	2,00	0,00	0,25	2,02
-2,88	-0,19	0,32	2,90	-2,88	-0,19	0,32	2,90	-2,38	-0,12	0,36	2,40
0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,50
-2,63	-0,13	0,00	2,63	-2,63	-0,12	0,00	2,63	-2,25	0,00	0,00	2,25
-0,50	0,50	0,00	0,71	-0,25	0,48	0,14	0,56	-0,75	1,00	-0,07	1,25

-2,00	0,00	0,00	2,00	-2,38	-0,12	0,04	2,38	-2,25	-0,23	0,10	2,26
-1,25	0,00	0,00	1,25	-1,50	0,00	0,00	1,50	-1,50	0,00	0,00	1,50
-0,63	-0,02	0,12	0,64	-0,63	-0,08	0,10	0,64	-0,63	0,05	0,11	0,64
-0,25	0,25	0,04	0,35	-0,50	0,50	0,00	0,71	-0,38	0,36	0,09	0,53
0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	-0,01	-0,12	0,18	-0,13	0,09	-0,08	0,18
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,25	0,00	0,00	0,25
-0,25	0,00	0,00	0,25	-0,38	-0,12	-0,04	0,40	-1,50	0,00	0,00	1,50
-1,00	0,25	0,00	1,03	-2,00	0,50	-0,03	2,06	-2,13	0,63	0,00	2,22
-0,88	0,86	-0,15	1,24	-1,00	0,99	-0,10	1,41	-1,00	0,99	-0,10	1,41
-1,25	0,00	0,00	1,25	-1,38	0,08	-0,10	1,38	-1,25	0,00	0,00	1,25
-2,63	0,11	0,06	2,63	-2,88	0,11	0,06	2,88	-2,75	0,23	0,09	2,76
-0,38	0,35	-0,13	0,53	0,38	0,34	-0,16	0,53	0,13	0,37	-0,05	0,40
-0,13	0,04	-0,12	0,18	0,38	0,06	-0,11	0,40	0,50	0,00	0,00	0,50
-0,75	0,00	0,00	0,75	-1,50	0,00	0,00	1,50	-1,00	0,00	0,00	1,00
-0,63	0,12	-0,04	0,64	-0,88	0,12	-0,03	0,88	-0,25	0,00	0,00	0,25
-2,75	0,49	0,09	2,80	-2,00	0,49	0,09	2,06	-1,75	0,46	0,20	1,82
-0,25	-0,25	0,00	0,35	0,00	-0,25	-0,01	0,25	-0,13	-0,10	0,07	0,18
0,13	0,11	-0,06	0,18	0,63	0,11	-0,06	0,64	0,38	0,13	0,00	0,40
-1,13	0,12	0,02	1,13	-1,00	0,24	0,05	1,03	-0,88	0,12	0,04	0,88
0,00	-0,09	0,23	0,25	0,13	-0,13	0,35	0,40	0,50	-0,04	0,25	0,56
0,00	1,52	0,88	1,75	0,63	1,43	0,76	1,74	0,50	1,55	0,82	1,82
-0,13	-0,02	-0,12	0,18	0,13	-0,02	-0,12	0,18	0,25	0,00	0,00	0,25
0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	-0,11	0,07	0,18	-0,25	0,00	0,00	0,25
-0,50	0,25	-0,04	0,56	-0,75	0,25	-0,03	0,79	-0,50	0,25	0,03	0,56
-3,00	0,50	0,00	3,04	-3,00	0,50	-0,02	3,04	-3,00	0,50	0,05	3,04
-0,50	0,16	0,19	0,56	-0,50	0,16	0,19	0,56	-0,38	0,34	0,15	0,53
-1,25	0,00	0,00	1,25	-1,13	0,06	-0,11	1,13	-1,25	0,00	0,00	1,25
-0,88	0,11	0,62	1,08	-0,63	0,09	0,62	0,88	-0,75	0,10	0,49	0,90
-1,75	-0,23	-0,09	1,77	-1,88	-0,34	-0,16	1,91	-1,38	-0,06	-0,11	1,38
-1,63	-0,38	0,00	1,67	-1,50	-0,50	-0,03	1,58	-1,38	-0,37	-0,03	1,43
-1,25	0,00	0,00	1,25	-1,00	0,00	0,00	1,00	-1,00	0,00	0,00	1,00
-0,88	0,12	-0,02	0,88	-0,75	0,25	-0,03	0,79	-0,50	0,25	0,00	0,56
0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,12	0,03	0,18	0,50	0,00	0,00	0,50
-0,25	-0,16	0,19	0,35	-0,25	-0,16	0,19	0,35	0,00	-0,16	0,19	0,25
-0,38	0,24	-0,29	0,53	-0,38	0,23	-0,30	0,53	-0,38	0,18	-0,33	0,53
-0,50	0,00	0,00	0,50	-0,50	0,00	0,00	0,50	-0,25	0,00	0,00	0,25
-0,13	0,13	0,00	0,18	0,00	0,25	-0,04	0,25	0,00	0,24	-0,07	0,25
-0,38	0,35	-0,13	0,53	-0,13	0,36	-0,12	0,40	-0,38	0,37	-0,04	0,53
-0,88	0,12	-0,02	0,88	-0,88	0,12	-0,03	0,88	-0,63	0,12	0,02	0,64
-0,38	0,13	0,00	0,40	-0,88	0,13	0,00	0,88	-0,38	0,13	0,00	0,40
-1,38	0,02	-0,12	1,38	-1,38	0,02	-0,12	1,38	-1,25	0,00	0,00	1,25
-0,25	0,00	0,00	0,25	-0,75	0,00	0,00	0,75	-0,50	0,00	0,00	0,50
-0,13	0,11	0,06	0,18	1,00	0,22	0,13	1,03	1,00	0,00	0,00	1,00
-1,63	0,12	0,02	1,63	-1,38	0,12	0,03	1,38	-1,25	0,22	0,11	1,27
-3,13	-0,02	0,12	3,13	-2,88	-0,01	0,12	2,88	-2,75	0,09	0,23	2,76
-0,38	0,10	-0,08	0,40	-0,38	0,10	-0,08	0,40	-0,25	0,00	0,00	0,25
0,75	0,00	0,00	0,75	0,75	0,00	0,00	0,75	0,75	0,00	0,00	0,75
-0,88	0,11	0,06	0,88	-0,63	0,11	0,05	0,64	-0,75	0,24	0,08	0,79
-0,38	0,63	0,00	0,73	-0,13	0,62	0,02	0,64	0,13	0,61	0,13	0,64
-0,75	0,00	0,00	0,75	-0,88	-0,12	0,05	0,88	-0,75	0,00	0,00	0,75
-1,50	0,13	0,22	1,52	-1,25	0,13	0,21	1,27	-1,25	0,16	0,19	1,27
-0,75	1,25	0,00	1,46	-0,63	1,37	0,10	1,51	-0,38	1,37	0,10	1,43
-2,38	0,38	0,00	2,40	-2,38	0,37	0,08	2,40	-2,75	0,47	0,17	2,80
-2,25	-0,25	0,00	2,26	-2,25	-0,25	0,02	2,26	-1,75	0,00	0,00	1,75
-1,38	-0,32	0,19	1,43	-1,38	-0,34	0,15	1,43	-1,00	-0,15	0,20	1,03
-2,50	0,25	0,00	2,51	-2,63	0,12	0,03	2,63	-1,88	0,12	0,05	1,88