



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências da Saúde

Medida objetiva de acuidade visual (AV) numa população com deficiência intelectual (DI)

André Filipe Ferreira Machado

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

Orientador: Prof. Doutor Pedro Miguel Fernandes da Nave Serra
Co-orientador: Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro

Covilhã, Outubro de 2016

Dedicatória

Aos meus pais e ao meu irmão.

“O difícil eu posso fazer hoje. O impossível vou
demorar um pouco mais”

Agradecimentos

- Ao meu orientador, o Professor Doutor Pedro Serra, por todos os conhecimentos transmitidos, todas as lições aprendidas, todo o tempo despendido, toda a orientação, toda a ajuda no processo experimental e escrito e acima de tudo por todo o apoio e motivação nos momentos mais difíceis deste caminho.

- Ao meu outro orientador, o Professor Doutor Paulo Fiadeiro, por toda a paciência e tempo despendido a trabalhar em processos informáticos e pelos ensinamentos transmitidos neste campo. Por toda a disponibilidade, motivação e apoio.

- Aos meus pais, por terem permitido realizar todo o meu percurso académico sem nunca me faltar nada. Por toda a paciência, carinho e dedicação.

- Ao meu irmão, por ser o maior exemplo de força, coragem e determinação que conheço. Uma fonte de inspiração.

- À Laura, por todo o apoio, carinho, paciência e dedicação. Por todo o tempo despendido na participação em várias experiências.

- A toda a minha família, em especial à minha avó por ser um grande exemplo de força.

- A todos os meus amigos mais próximos, os que me acompanham desde pequeno e os que me acompanharam neste percurso académico, os que estão mais perto e os que estão mais longe, nenhum em momento alguém está esquecido. Um especial obrigado a todos os que perderam tempo com a participação na dissertação.

- A todas as pessoas com que trabalhei no NEOUBI, pelo qual tenho terei sempre um grande carinho.

- A todos os “meus” caloiros e à praxe, aprendi imenso.

- A todas as pessoas que participaram em experiências desta dissertação.

- A toda a equipa da APPACDM, um grande exemplo de profissionalismo e dedicação.

A todos um grande obrigado que jamais caberá em palavras.

Resumo

Introdução: A técnica do Olhar Preferencial é usada para medir a acuidade visual em indivíduos que tenham dificuldade em verbalizar respostas, como por exemplo, em indivíduos com deficiência intelectual. Esta técnica pode ser aplicada objetivamente através de uma plataforma informática desenvolvida. Tradicionalmente na aplicação desta técnica são usadas redes espaciais com varias frequências. No entanto, estas redes podem ser substituídas por optótipos mais complexos como as figuras LEA. A utilização de figuras com um filtro passa-alto “vanishing”, tem como vantagem incrementar a sensibilidade da medida à desfocagem. Para além disso, os autores consideram que as figuras LEA podem aumentar o interesse do observador no teste.

Objetivo: O objetivo deste estudo é medir a acuidade visual numa população com deficiência intelectual de maneira objetiva através de uma plataforma informática. Pretende-se ainda averiguar a precisão dos resultados obtidos com a acuidade visual medida usando um teste de correspondência de símbolos.

Métodos: Esta dissertação está dividida em três experiências. Na primeira experiência, que consistia em avaliar se a acuidade visual alterava com o tempo de exposição aos estímulos, participaram 5 indivíduos compensados de modo a atingir uma acuidade visual de 0,00 logMAR ou melhor. A segunda experiência contou com dois indivíduos, devidamente compensados, sendo que, esta experiência tinha como objetivo avaliar a variabilidade de acuidade visual para os diferentes estímulos criados. Na terceira experiência, existiram dois grupos, os controlos, que englobou vinte indivíduos, sem qualquer tipo de anomalia intelectual, com erro refrativo não compensado e os casos, que englobou um total de trinta e um indivíduos com algum tipo de deficiência intelectual, com erro refrativo não compensado. Esta terceira experiência teve como objetivo avaliar o desempenho da plataforma informática criada numa população com deficiência intelectual

Resultados: A primeira experiência demonstrou que existe uma relação entre a acuidade visual e o tempo de exposição ao estímulo visual, existindo um ganho de AV com o aumento do tempo de exposição até atingir um ponto de saturação. Na segunda experiência foi possível concluir que existe variabilidade entre os diferentes estímulos visuais, no entanto, esta variabilidade é menor entre os estímulos do mesmo conjunto de optótipos, principalmente nos optótipos LEA em que a variabilidade é muito reduzida. Na terceira e derradeira experiência foi possível concluir que a plataforma desenvolvida e adaptada permite uma avaliação fiável da AV. Por outro lado, numa população com deficiência intelectual, o sistema também funciona bem, ou seja, os indivíduos conseguem completar o teste mantendo a cabeça no devido lugar, no entanto, os valores obtidos para a AV tem uma fiabilidade muito reduzida em indivíduos com

deficiências mais profundas, dado que, em casos que a deficiência é leve, os resultados podem ser considerados fiáveis.

Conclusões: O teste do olhar preferencial corrido na plataforma informática funciona bastante bem na população com deficiência intelectual, na medida em que estes indivíduos conseguem completar o teste sem dificuldade, sem interrupções e sem quererem abandonar o mesmo. Em indivíduos com grau de deficiência leve, os valores de AV extraídos são considerados fiáveis. Existem, no entanto, distrações ao nível do olhar fazendo com que os valores de AV extraídos pelo teste tenham uma fiabilidade muito reduzida, em especial, para graus mais profundos de deficiência pelo qual, existem melhorias a fazer no método de medição da AV. Podem ainda ser feitas algumas melhorias no teste em si de modo a captar com mais facilidade a atenção deste tipo de população.

Palavras-chave

Olhar Preferencial, Optótipos “vanishing”, Deficiência Intelectual, Erro Refrativo

Abstract

Introduction: The preferential looking method is used to assess the visual acuity in people who struggle to verbalize their answers, like for example, individuals with intellectual disability. This method can be applied through objective techniques, using an informatic platform. Usually this method uses sinusoidal waves, with different frequencies. However, we can replace this stimulus with more complex stimulus, like LEA optotypes. The utilization of this figures with a high-pass filter, allows some advantages like increasing the defocus sensibility. Besides that, the authors consider that this substitution can make this method much more interesting to the observer.

Objective: The objective of this study is to measure visual acuity in a population with Intellectual Disability using an informatics platform that runs a Preferential Looking teste. We also pretend to ascertain the precision of the results obtained with the visual acuity values obtained through the use of optotypes with symbols.

Methods: This study was divided into three experiments. On the first one, the main goal was to assess if the exposition time had effect on the visual acuity, being that, five persons participated in this experiment, all of them were compensated in order to obtain a 0,00 logMAR score or better. The second one, consisted in evaluating the variability of the different visual stimulus created. In this case, only three individuals completed the experience, being that, all of them were also compensated in order to obtain a 0,00 logMAR score or better. In the last one, the aim was to evaluate the performance of the platform when used in a population with Intellectual Disability.

Results: The first experiment showed that a relation between visual acuity and exposition time exists, being that, with the increase of the exposition time, the visual acuity keeps getting better until it reaches a saturation point. In the second one, it was possible to conclude that variability between the different visual stimuli exists, however, this variability is smaller when the optotypes belong to the same group. The variability reaches smaller values with the LEA optotypes. In the third and last experiment it was possible to conclude that the developed platform allows to obtain a reliable visual acuity value in a population without any kind of intellectual disability, giving results with a good reliability. On the other hand, in the population with intellectual disability, the platform also works well, that is, they keep their head where it should be and most of them complete the test with success, however, the results for visual acuity obtained with this population have low reliability for more severe conditions, since that, in cases that are less severe, it was also possible to obtain reliable visual acuity values.

Conclusions: The preferential looking test that runs in the informatics platform works well in a population with intellectual disability, because a large part of the population submitted to the test was able to complete it without difficulty, interruptions or will to leave the test. If the intellectual disability level is low, the visual acuity values that are given from the test are reliable. There are, however, some distractions when it comes to looking to the visual stimulus, and due to that, the visual acuity results show low reliability, especially in individuals that have more severe conditions, whereby, there are some improvements to do in the method of measuring the visual acuity value. Some improvements can also be done to the test, so it can be more appealing to this kind of population.

Keywords

Preferential Looking, “vanishing” Optotypes, Intellectual Disability, Refractive Error.

Índice

Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica	3
2.1 – Olhar Preferencial	3
2.2 – Optótipos “Vanishing”	7
2.3 – A relação entre o tempo de amostragem do estímulo e a AV de deteção em optótipos “vanishing”	11
2.4 – A relação entre o tipo de estímulo apresentado e a AV de deteção em optótipos “vanishing”	14
2.5 – Deficiência Intelectual	15
Capítulo 3 – Metodologia	16
3.1 – Construção dos estímulos visuais	16
3.1.1 – Construção gráfica dos optótipos	16
3.1.2 – Acerto da luminância dos estímulos	16
3.2 – Apresentação dos estímulos visuais	17
3.3 – Aquisição, Controlo, Registo e Processamento de Imagens	18
Capítulo 4 – Procedimento Experimental	21
4.1 – Experiência 1.1	21
4.1.1 – Objetivo.....	21
4.1.2 – Fundamento Teórico.....	21
4.1.3 – Metodologia.....	21
4.1.4 – Resultados.....	24
4.1.5 – Conclusões	26
4.2 – Experiência 1.2	27
4.2.1 – Objetivo.....	27
4.2.2 – Fundamento Teórico.....	27
4.2.3 – Metodologia.....	27
4.2.4 – Resultados.....	29
4.2.5 – Conclusões	31
4.3 – Experiência 2	33
4.3.1 – Objetivo.....	33
4.3.2 – Fundamento Teórico.....	33
4.3.3 – Metodologia.....	33
4.3.4 – Resultados.....	39

4.3.5 – Conclusões	51
Capítulo 5 – Conclusões Finais e Trabalhos Futuros	56
Referências Bibliográficas	58
Anexos	61

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Demonstração de uma das regras de construção dos optótipos “vanishing”. A letra “w” refere-se a largura. Neste caso, estamos perante um C de Landolt.

Figura 2.2 - Exemplo de uma das cartas do CAT

Figura 2.3 - Gráfico representativo da medição de AV de deteção (representado por círculos) e da AV de discriminação (representado por quadrados) para optótipos convencionais preto/branco.

Figura 2.4 - Gráfico representativo da medição de AV de deteção (representado por círculos) e da AV de discriminação (representado por quadrados) para optótipos “vanishing”

Figura 2.5 - Exemplo de uma das cartas do CAT.

Figura 2.6 - Gráfico representativo da medição de AV de deteção (representado por círculos) e da AV de discriminação (representado por quadrados) para optótipos convencionais preto/branco

Figura 2.7 - Gráfico representativo da medição de AV de deteção (representado por círculos) e da AV de discriminação (representado por quadrados) para optótipos “vanishing”

Figura 2.8 - Figura Kay usada no CAT e conjunto de figuras LEA.

Figura 2.9 - Gráfico representativo da relação AV - tempo de exposição.

Figura 2.10 - Gráfico representativo da relação sensibilidade ao contraste - tempo de exposição

Figura 3.1 - Conjunto de estímulos construídos

Figura 3.1 - Exemplo de três dos estímulos visuais construídos, sendo um estímulo visual por cada conjunto de optótipos.

Figura 3.2- Exemplo de apresentação dos estímulos. Na figura da esquerda, o modo como os estímulos visuais são apresentados nas duas primeiras experiências. Na figura da direita, o modo como os mesmos são apresentados na última experiência.

Figura 3.3 - Esquema do sistema de OP criado e desenvolvido por João Alves e companheiros. A câmara (c) vai captar os movimentos do olho (o), enquanto esta olha para o ecrã (e).

Figura 3.4 - Fluxograma representativo do modo de captação e processamento das imagens.

Figura 4.1 - Conjunto de E`s usados nesta experiência, cada E corresponde a uma AV diferente.

Figura 4.2 - Método psicofísico usado na experiência. Método de dupla escolha forçada.

Figura 4.3 - Curva de Weibull para um dado tempo de exposição. Método de extração do valor da AV.

Figura 4.4 - Resultados da experiência. Relação entre o tempo de exposição e a AV de deteção.

Figura 4.5 - Conjunto de estímulos visuais projetados nesta experiência.

Figura 4.6 - Variabilidades obtidas para os E`s de Snellen. A linha indica a variabilidade média e os pontos indicam a variabilidade obtida para o E horizontal e para o E vertical

Figura 4.7 - Variabilidades obtidas para as figuras LEA. A linha indica a variabilidade média e os pontos indicam a variabilidade obtida para cada uma das figuras individualmente.

Figura 4.8 - Variabilidades obtidas para as figuras Kay. A linha indica a variabilidade média e os pontos indicam a variabilidade obtida para cada uma das figuras individualmente.

Figura 4.9 - Exemplo de uma carta LEA usada nesta experiência. À direita os quatro usados pelos indivíduos para indicarem a resposta apontando para eles

Figura 4.10 - Medição da AV através da técnica do OP usado nesta experiência. Imagem apresentada num ecrã, captando o movimento dos olhos do indivíduo com uma camera.

Figura 4.11 - Calculo da média dos RFT`s antes do ajuste feito que implica a retirada do valor com maior desvio padrão

Figura 4.12 - Curva sigmoidal com o método de extração da AV

Figura 4.13 - Curvas sigmoidais dos vinte indivíduos analisados no grupo dos controlos. Ponto a vermelho indica o valor da AV.

Figura 4.14 - Relação entre a AV medida com as cartas LEA convencionais e a AV medida com as cartas LEA em “vanishing”

Figura 4.15 - Gráfico de Bland - Altman relativo as medições com as cartas LEA convencionais e AV medida com as cartas LEA em “vanishing”

Figura 4.16 - Relação entre a AV medida com as cartas LEA convencionais e AV medida com a técnica do OP

Figura 4.17 - Gráfico de Bland - Altman relativo a medições efetuadas com as cartas LEA convencionais e AV medida através da técnica do OP

Figura 4.18 - Relação entre AV medida nos três diferentes testes e o erro refrativo em equivalente esférico

Figura 4.19 - Retas comparativas da relação entre o equivalente esférico e as medições da AV com as três técnicas usadas no grupo dos controlos. Linha Azul - OP, Linha Laranja - LEA, Linha Cinzenta - LEA em “vanishing”

Figuras 4.20 - Gráfico que analisa a repetibilidade das medições feitas com a técnica do OP

Figura 4.21 - Gráfico que analisa a repetibilidade das medições feitas com as cartas LEA

Figura 4.22 - Curvas sigmoidais de doze indivíduos analisando no grupo dos casos. Ponto a vermelho indica o valor da AV

Figura 4.23 - Relação entre a AV medida com as cartas LEA convencionais e AV medida com a técnica do OP

Figura 4.24 - Gráfico de Bland-Altman relativo a medições efetuadas com as cartas LEA convencionais e AV medida através da técnica do OP

Figura 4.25 - Relação entre a AV medida nos dois diferentes testes e o erro refrativo em equivalente esférico

Figura 4.26 - Gráfico que analisa a repetibilidade da técnica do OP para uma população com DI

Figura 4.27 - Gráfico que analisa a repetibilidade das cartas LEA para uma população com DI

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 - Valores p e diferenças de AV obtidos para a comparação dos resultados obtidos para diferentes tempos de exposição.

Tabela 4.2 - Tabela resumo com as variabilidades obtidas para os diferentes conjuntos de estímulos visuais e com as respetivas diferenças

Tabela 4.3 - Tabela que relaciona o grau de DI com sucesso nas medições da AV através da técnica do OP

Tabela 4.4 - Tabela que compara as medições feitas numa população normal e numa população com DI

Lista de Acrónimos

UBI - Universidade da Beira Interior

FCS - Faculdade de Ciências da Saúde

OP - Olhar Preferencial

AV - Acuidade Visual

APPACDM - Associação Portuguesa dos Pais e Amigos do Cidadão com Deficiência Mental

DI - Deficiência Intelectual

TAC - Teller Acuity Cards

CAT - Cardiff Acuity Test

ETDRS - Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study

RFT - Relative Fixation Time

D - Dioptrias

ICC - Intra Class Correlation

ID - Indivíduo

TRF - Tempo Relativo de Fixação

Capítulo 1 - Introdução

Todos os procedimentos incluídos nesta dissertação de mestrado foram submetidos e aprovados pela comissão de ética da FCS da UBI, com o título “Medida Objetiva da Acuidade Visual numa População com Deficiência Intelectual”. Todo o trabalho foi desenvolvido no CO da UBI, excetuando a terceira experiência que decorreu na APPACDM da Covilhã.

O objetivo principal deste trabalho foi aplicar uma plataforma informática desenvolvida no ano transato numa população com deficiência intelectual. Averiguar o desempenho da mesma nesta população e a fidelidade dos resultados extraídos foi o principal foco de todo trabalho desenvolvido. Esta plataforma permite avaliar a AV de forma automática e objetiva usando a técnica do OP. Enquanto o paciente realiza o teste ao olhar para um monitor onde são projetados os estímulos, uma câmara capta imagens dos movimentos dos olhos, permitindo posteriormente processar os dados e obter um valor para a AV do indivíduo. Apesar do facto de que a plataforma informática já estava criada, foi necessário adaptar esta à população em causa, daí a criação de estímulos visuais que fossem atrativos para estes. Sabe-se também que a AV medida através da deteção de riscas quadradas é pouco sensível à desfocagem, a utilização de optótipos com filtro espacial passa alto permite medir a AV de deteção (essencial para este tipo de tarefa) com elevada sensibilidade à desfocagem e com valores próximos da AV medida com letras de alto contraste

Na primeira experiência foi avaliado qual deveria ser o tempo de exposição aos estímulos, através de um protocolo em que foi testada a AV para diferentes tempos de exposição. A segunda experiência existiu para que fosse possível selecionar um conjunto de estímulos visuais entre os vários criados. Por fim, a terceira e derradeira experiência foi a aplicação desta plataforma adaptada numa população com DI.

No que toca a esta dissertação, encontra-se organizada em vários capítulos.

No primeiro capítulo surge a Revisão Bibliográfica, onde são abordados quatro aspetos principais. Para começar surge informação sobre a técnica do OP, onde é explicado a importância desta técnica para populações com dificuldade em verbalizar respostas, considerações gerais sobre a mesma e evolução ao longo dos anos. De seguida temos os optótipos “vanishing”, onde é explicado o que são, como são desenhados, onde se aplicam e em que é que diferem dos optótipos convencionais. Depois é abordada a relação entre o tempo e a AV onde é descrita a informação que é sabida até à data e as relações existentes entre essas duas variáveis, sendo ainda mostrado o trabalho de vários investigadores que estabeleceram essas mesmas relações. Por fim, é falado da variabilidade dos diferentes tipos

de estímulos visuais, sendo descrito o que é sabido até a data para os diferentes tipos de estímulos e optótipos.

Seguidamente, o segundo capítulo aborda a Metodologia Geral, onde é descrito o que foi construído e desenvolvido para que as diferentes experiências se pudessem realizar. Primeiro é explicado todo o processo de construção dos estímulos visuais usados, ou seja, os optótipos “vanishing”. De seguida é descrito qual o método de apresentação dos mesmos ao longo das várias experiências e por fim é explicado como ocorreu a aquisição e processamento das imagens captadas na terceira experiência e como se obtém um valor final para a AV.

De seguida temos as três experiências realizadas, distribuídas por três capítulos diferentes, sendo que em cada capítulo temos o objetivo, onde é descrito muito sucintamente o porquê da realização de cada uma das experiências. Existe ainda para cada experiência o fundamento teórico onde surge a base teórica para a realização da mesma. Estão ainda descritos os métodos específicos para cada experiência como o número de observadores, o protocolo psicofísico usado entre outros. Cada experiência tem ainda os seus resultados e conclusões.

Por fim, existe um capítulo com a Conclusão, onde é feito um resumo final de toda a dissertação. Existe ainda espaço para indicar trabalhos futuros e melhorias a fazer.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

2.1 - Olhar Preferencial

A medição da acuidade visual (AV) é algo fundamental na prática clínica diária, dado que é um dos principais indicadores do estado visual dos pacientes. Tradicionalmente esta medição é simples e rápida de fazer, dado que o paciente indica as letras que vê. Mesmo em condições nas quais o paciente não reconheça o nome das letras, existem várias alternativas baseadas em detalhes direcionais como os E's de Snellen ou o C de Landolt (1). No entanto, nem sempre a avaliação da AV é simples, como é o caso de pessoas com deficiência intelectual (DI) ou em pacientes pediátricos (2). No caso da DI, a incapacidade em verbalizar respostas, que ocorre em alguns subtipos de deficiência, ou a imaturidade deste tipo de indivíduos, faz com que seja necessário que existam métodos alternativos para a medição da AV.

Para este tipo de população, é muito aceite usar o teste do olhar preferencial como alternativa para a medição da AV (2). As taxas de sucesso do uso desta técnica rondam os 70%, com uma boa repetibilidade (2)

O ser humano tem uma maior tendência e preferência em fixar superfícies com um dado padrão do que superfícies homogêneas e como tal, quando apresentadas duas superfícies isoluminantes como as que foram referidas, um dado indivíduo tem uma maior tendência para passar um maior período de tempo a olhar para a superfície não homogênea (2-6).

É com base neste princípio e com base na necessidade de medir a AV objetivamente, que surgiu a técnica do olhar preferencial (OP), sendo que, quando foi criada tinha como principal objetivo medir a AV em crianças (4), no entanto, esta técnica, pode e deve ser aplicada em todos os indivíduos que tenham dificuldades em verbalizar respostas, como por exemplo, no caso de indivíduos com DI. Desde o surgimento desta técnica até à aplicação atual, esta sofreu várias alterações e melhorias de modo a tornar o teste mais prático e simples de aplicar na rotina diária de um exame visual. Um dos maiores desenvolvimentos está relacionado com a diminuição do tempo do teste, o qual foi de 15-45 minutos para cerca de 3-5 minutos (4).

Atualmente o uso desta técnica para medição da AV é feita através de um procedimento com cartas, em que por cada AV, existem duas cartas, uma com a superfície homogênea e outra com um dado padrão (4, 5). As cartas mais conhecidas e utilizadas são as Teller Acuity Cards (TAC) e estão estabelecidas como cartas de diagnóstico de AV em crianças, sendo que servem tanto para testar a AV monocular como a AV binocular (4, 5). Neste tipo de cartas, o padrão é

uma rede quadrada com riscas pretas e brancas (7). O teste consiste em apresentar uma série de cartas com uma dada frequência espacial (espaçamento entre linhas brancas e pretas), sendo que esta vai aumentando (aumento da frequência espacial equivale a uma redução da distância entre as dadas riscas) até que o indivíduo já não a consiga perceber o padrão. O valor da frequência espacial pode ser convertido para AV (7). Com uso destas cartas a AV de uma criança pode ser estimada em 3 a 5 minutos (8). Devido ao fato de que estas cartas testam a AV de deteção e não a AV de discriminação, tende a ocorrer uma sobrestimação do valor real da AV (9).

Existem duas vertentes na aplicação deste teste. Inicialmente, eram mostradas as duas cartas coladas lado a lado num painel com fundo cinzento, de modo a evitar distrações para a criança e otimizar o teste. No entanto, em algumas circunstâncias como o caso de crianças com nistagmo horizontal, torna-se complicado a aplicação desta técnica do modo referido (nestes casos é aconselhável apresentar uma carta em cima da outra e não lado a lado) (10). Outros fatores como o limitado espaço clínico ou as limitações físicas da criança pode tornar impossível a aplicação desta versão da técnica (10).



Figura 2.1 - Aplicação de uma das versões das TAC. Técnica com um painel cinzento como fundo. (Adaptado de “Teller Acuity Card norms with and without use of a testing stage” - Candice E. Clifford et al, 2006)

Como alternativa a este método, surgiu uma melhoria a esta técnica, em que o painel cinzento que se encontrava previamente em redor das cartas, foi eliminado, de modo a tornar o teste mais prático, sendo que as AV`s testadas são as mesmas e as condições de iluminação também (10).

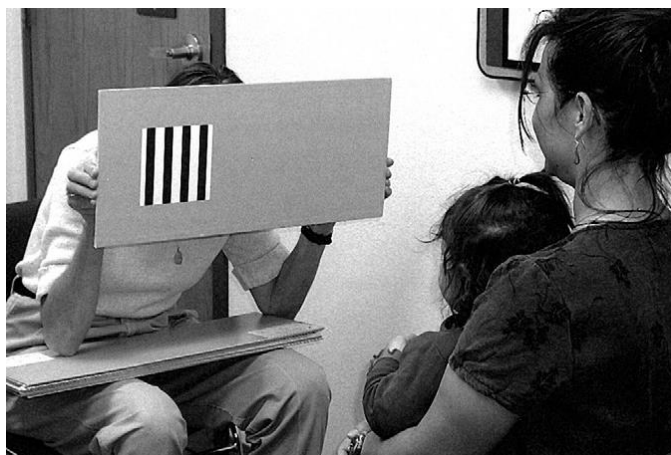


Figura 2.2 - Aplicação da outra versão das TAC. Técnica com maior liberdade de movimento e sem o painel cinzento em torno das cartas (Adaptado de “Teller Acuity Card norms with and without use of a testing stage” - Candice E. Clifford et al, 2006)

Foi mostrado por Candice Clifford-Donaldson et al que as medições com e sem o painel cinzento como fundo não mostram diferenças significativas, exceto para crianças com 17 meses, como mostra o gráfico em baixo, pelo qual, devido ao fato de ser mais pratico, é viável aplicar as TAC sem o painel cinzento por trás (10).

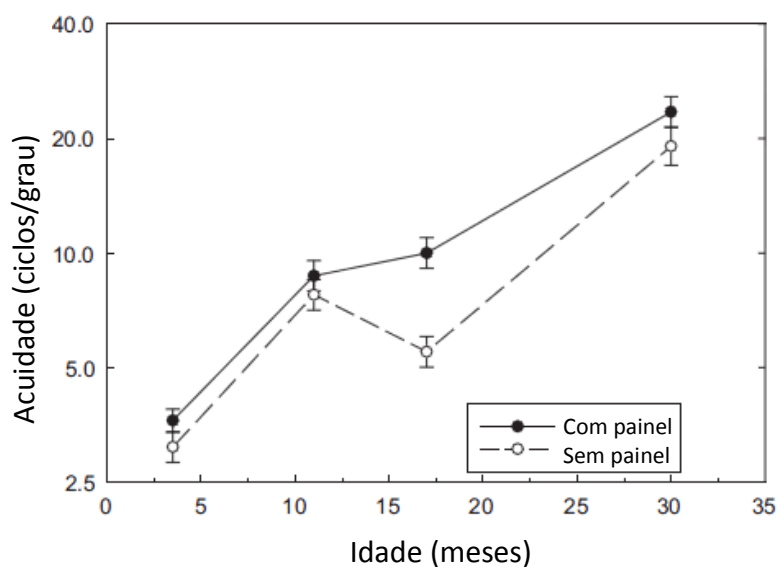


Figura 2.3 - Comparação entre as AV's medidas com e sem o painel cinzento como fundo. Os pontos escuros indicam medidas com o painel cinzento e os pontos brancos indicam medidas sem esse mesmo painel. (Adaptado de “Teller Acuity Card norms with and without use of a testing stage” - Candice E. Clifford et al, 2006)

Existem, no entanto, outro tipo de cartas de OP, como por exemplo as cartas designadas de “Cardiff Acuity Test” (CAT). Este tipo de cartas segue o mesmo princípio das cartas TAC, mas em vez de usar como estímulo redes quadradas, usa optótipos “vanishing”, que neste caso são bonecos, de modo a que o teste seja mais atrativo para o paciente. Estas cartas devido às propriedades dos optótipos “vanishing” dão um valor de AV mais aproximado da realidade do

que as cartas TAC (9, 11). As cartas CAT são visualmente mais interessantes para as crianças do que as cartas TAC, sendo que o procedimento realizado com as primeiras demora menos tempo (11).

Mais recentemente surge a informatização desta técnica, ou seja, a aplicação da técnica do OP através de uma plataforma informática. João Alves et al (12) criaram uma plataforma informática que mede a AV através da técnica do OP, sendo os movimentos oculares captados por uma câmara, para que, posteriormente o programa desenvolvido possa avaliar as direções do olhar.

Para que seja possível averiguar se o paciente olha ou não para o estímulo através da gravação dos movimentos oculares, é necessário recorrer ao RFT (Relative Fixation Time - Tempo Relativo de Fixação). Tendo os dois quadrados apresentados no monitor da mesma plataforma, o RFT, matematicamente falando é o tempo em que o indivíduo passa a olhar para o estímulo a dividir pelo tempo total em que o indivíduo olha para um dos quadrados. Para determinar a posição do olhar é usado um sistema de coordenadas (x,y), em que apenas os movimentos horizontais são tidos em conta.

2.2 - Optótipos “vanishing”

A medição da acuidade visual na rotina clínica é geralmente feita através de optótipos que possuem letras ou símbolos com alto contraste, em que a letra é preta e o fundo é branco. Este tipo de optótipos, apesar de apresentarem alguma variabilidade que aumenta com a desfocagem ótica (13, 14), servem perfeitamente para as necessidades básicas de uma consulta. No entanto, dado que letras com alto contraste apresentam valores bastante distintos para a AV de deteção e AV de discriminação (14, 15), torna-se impossível que estas sejam aplicadas em outras técnicas como o olhar preferencial, devido ao fato de que estamos perante uma técnica que testa a AV de deteção (5).

Porem, existem outros tipos de optótipos, como por exemplo, os optótipos “vanishing”. Este tipo de optótipo surgiu pela primeira vez por Howland, Ginsburg e Campbell que a partir de letras normais, criaram umas designadas de “letras de frequência espacial passa alto” (16). Estes optótipos seguem duas regras que os torna diferentes dos outros, primeiro, ao contrário dos restantes, o estímulo não possui apenas detalhes de uma só tonalidade, mas sim uma mistura de detalhes pretos e brancos, seguindo uma regra de 1-2-1, ou seja, por cada duas unidades de detalhe preto central, é acrescentada uma unidade de detalhe branco no bordo interior e exterior do optótipo em questão, ou vice-versa (13-15). O incremento do tamanho do optótipo faz-se pela multiplicação por $n=1,2,3, \dots$ da regra 1-2-1, obtendo assim estímulos com proporção de detalhe 2-4-2, 3-6-3 e sucessivamente. Em baixo, temos uma imagem que demonstra a construção anteriormente explicada, sendo que, a letra “w” refere-se à largura do detalhe.

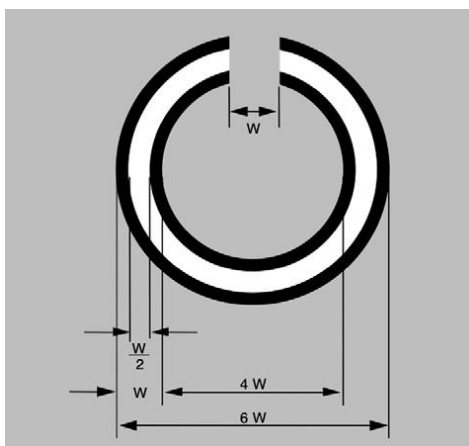


Figura 2.4 - Demonstração de uma das regras de construção dos optótipos “vanishing”. A letra “w” refere-se a largura. Neste caso, estamos perante um C de Landolt. (Adaptado de “Detection and Resolution of vanishing optotypes letters in central and peripheral vision - Shaban Demirel et al, 2012)

Estes estímulos tem ainda de ser isoluminantes, ou seja, a luminância do estímulo tem de ser igual à luminância do fundo onde estão inseridos, que para o exemplo de um estímulo com detalhe preto e branco, o fundo é cinzento (13-15, 17).

Com isto, temos então os chamados optótipos “vanishing”, sendo que o nome “vanishing” deve-se ao fato de que os estímulos têm a particularidade de começar a desvanecer quando um indivíduo atinge a sua AV de detecção e pouco após ter atingido a AV de discriminação (9, 13, 14, 18). Ou seja, o estímulo acaba por desaparecer no fundo, sendo impossível para o indivíduo detetar se está ou não presente. Isto é particularmente importante, pois estes estímulos podem ser aplicados na técnica do olhar preferencial, tornando o teste mais interessante e real pois permite a utilização de estímulos mais complexos e familiares, em particular na população pediátrica e com deficiência intelectual.

Varios estudos indicam que o sistema visual humano depende das baixas frequências para conseguir discriminar as letras, sendo que, algumas letras são mais facilmente identificáveis que outras quando o ser humano recebe estas baixas frequências da letra (13). Logo, se as baixas frequências forem eliminadas da letra e ficarmos apenas com as altas, haverá uma maior igualdade na discriminação das várias letras e a variabilidade vai reduzir (13). Como já foi mencionado, existem os optótipos “vanishing”, que não possuem estas baixas frequências.

Varios autores investigaram a repetibilidade deste tipo de estímulos, investigando ainda o fenómeno do número de escolhas no procedimento de escolha forçada, sendo que, para este tipo de estímulos, o número de alternativas em testes de escolha forçada influencia menos os resultados, devido a fato de que há uma maior igualdade entre a legibilidade das várias letras, no entanto, quanto menor o número possível de escolhas, menor será a variabilidade (11, 12). Concluíram ainda que para este tipo de optótipos, o número de alternativas num teste de escolha forçada influencia menos os resultados do que quando estamos perante optótipos convencionais, sendo que como esperado a variabilidade para estes optótipos é também menor (13, 14).

Este tipo de optótipos já é aplicado na técnica do olhar preferencial através das “Cardiff Acuity Test”, que surge em alternativa as “Teller Acuity Cards”. As cartas CAT possuem uma boa correlação com a AV medida através dos optótipos de Snellen (9, 19), mostrando assim que os optótipos “vanishing” podem perfeitamente ser usados para medir a AV. Apresentam também uma melhor estimativa da AV do que as redes quadradas, em para crianças e jovens com deficiência intelectual (9). Estas cartas possuem estímulos visualmente interessantes para crianças, como por exemplo um desenho de um peixe, sendo que, devido ao que já foi mencionado, podem também ser usadas para determinar a AV em indivíduos com algum tipo de deficiência intelectual (18).



Figura 2.5 - Exemplo de uma das cartas do CAT. (Adaptado de “Visual Acuity assessment of children with neurological impairment using grating and vanishing optotypes acuity cards” - R.T. Mackie et al, 1996)

Outra característica deste tipo de cartas é a aproximação entre os valores da AV de deteção e AV de discriminação (9, 18). As baixas frequências espaciais presentes nos estímulos são as principais responsáveis pela deteção e as altas frequências são as principais responsáveis pela resolução (14, 18). Como neste tipo de estímulos, as baixas frequências são “cortadas” e a presença destas fica atenuada (14, 20), ocorre então uma aproximação dos limiares, comparativamente com o que acontece com os estímulos de alto contraste, como por exemplo os optótipos de Snellen, que são usados na prática clínica diária.

Neste primeiro gráfico temos medidas da AV de deteção (representadas por círculos) e da AV de discriminação (representadas por quadrados) para optótipos convencionais preto/branco, onde é possível observar uma diferença de mais ou menos 0,8 a 1,2 unidades logMAR, que equivale a 8 a 12 linhas de AV entre as duas medidas.

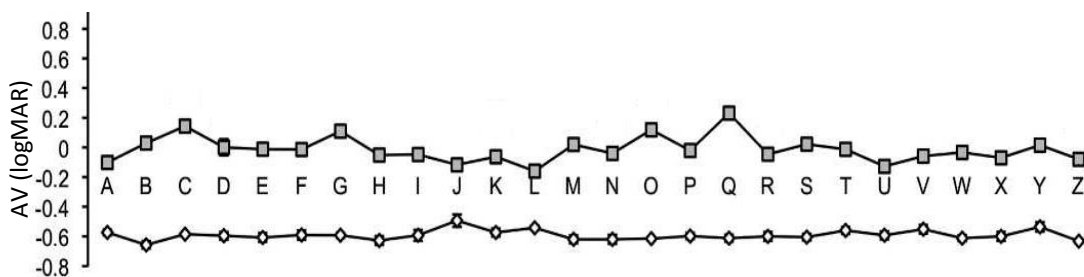


Figura 2.6 - Gráfico representativo da medição de AV de deteção (representado por círculos) e da AV de discriminação (representado por quadrados) para optótipos convencionais preto/branco (Adaptado de “Effect of Optical Defocus on Detection and Recognition of Vanishing Optotypes Letters in Fovea and Periphery” - Nilpa Shah et al, 2012)

Por sua vez, neste segundo gráfico, temos as mesmas medidas, com as mesmas representações, mas para optótipos “vanishing”, onde se pode verificar que os limiares estão bastante próximos

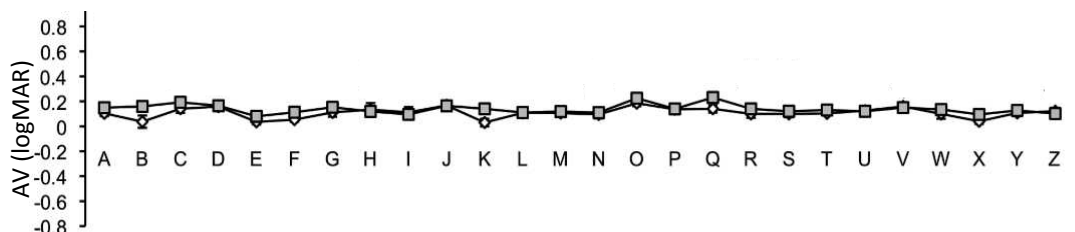


Figura 2.7 - Gráfico representativo da medição de AV de detecção (representado por círculos) e da AV de discriminação (representado por quadrados) para optótipos “vanishing” - (Adaptado de “Effect of Optical Defocus on Detection and Recognition of Vanishing Optotypes Letters in Fovea and Periphery” - Nilpa Shah et al, 2012)

Os gráficos anteriores além de demonstrarem o efeito anteriormente mencionado, mostram ainda que existe uma boa correlação entre as AV's medidas com os dois tipos de optótipos. Logo, dado que o teste do olhar preferencial testa a AV de detecção e que estes estímulos tem os dois limiares muito próximos, tornam-se então uteis para usar na técnica do OP.

As figuras Kay são baseadas na apresentação de figuras familiares e conhecidas do indivíduo que as observa e segue a sistema de pontuação usado nas cartas logMAR (21). O teste de Cardiff aplica as figuras Kay na técnica do OP (11). Este teste é usado em crianças e em indivíduos com DI (11).

Os símbolos LEA foram também aconselhados para crianças em idade pré-escolar e apresentam uma boa correlação com as cartas HOTV (22). Estes símbolos apresentam ainda uma boa correlação com as cartas ETDRS (23).

Fica em baixo uma das figuras Kay usadas no CAT e as quatro figuras LEA.

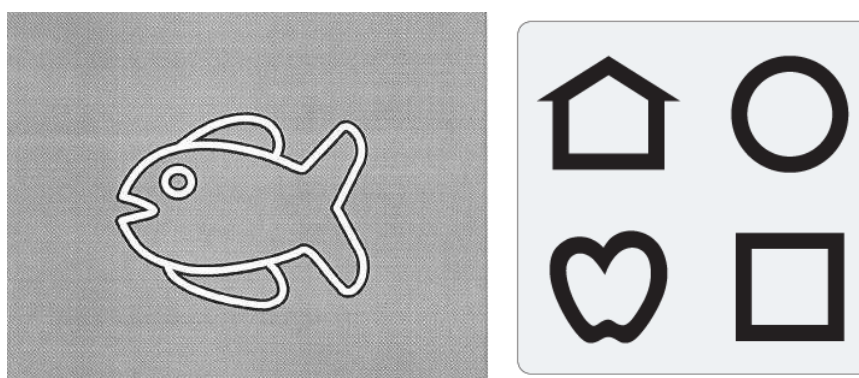


Figura 2.8 - Figura Kay usada no CAT e conjunto de figuras LEA. (Adaptado de “VISUS - SEHTEST - Produkte - www.visus.de)

2.3 - A relação entre o tempo de amostragem do estímulo e a AV de detecção em optótipos “vanishing”

Uma das principais questões que tem sido levantada na aplicação da técnica do olhar preferencial é a questão temporal. Dado que é um teste que se aplica principalmente em crianças, convém que demore o menor tempo possível, dado que o intervalo de atenção é reduzido, sendo que o mesmo se aplica a pessoas com DI. Atualmente, é reportado que a aplicação desta técnica demora entre 3-5 minutos (8), mas será que este tempo é suficiente para que a AV seja devidamente estimada? E será que é possível reduzir ainda mais o tempo de aplicação desta técnica de modo a tornar o teste ainda mais rápido?

É sabido que para optótipos convencionais e redes quadradas a AV melhora com o tempo de exposição até se atingir um dado tempo em que ocorre saturação e já não existe mais ganho, sendo que, esse período de tempo em que há ganho é designado de “tempo de utilização” (24, 25). O maior tempo de exposição a um dado estímulo permite que o observador faça uso das baixas frequências das letras, frequências estas que contem informações importantes sobre os detalhes das letras e que permite reconhecer letras mais pequenas, sendo esta uma das explicações para o ganho de AV com o tempo de exposição (24).

Para tempos inferiores a 1 segundo este fenómeno está claramente demonstrado, dado que é o tempo limite de ganho que foi descrito por variados investigadores, sendo que a principal discussão é de quanto é o ganho ao certo (25). Ehlers demonstrou ainda que dependendo de patologias presentes, o tempo de ganho e a quantidade de ganho pode ser influenciado (26). No entanto, é complexo analisar cada caso e cada patologia, dado que existe uma série de fatores que podem afetar o tempo de ganho, mesmo para indivíduos sem qualquer tipo de patologia, como por exemplo, flutuações na acomodação, diâmetro pupilar ou alterações das propriedades lacrimais (25). Logo, esta questão do ganho deve ser analisada para a população em geral.

Heinrich e colegas demonstraram que existe de fato um ganho significativo na AV até o tempo de exposição de um segundo, concluindo também que após este tempo existe ainda ganho até aos dez segundos, mas é reduzido, não sendo significativo, como demonstra o gráfico seguinte (25).

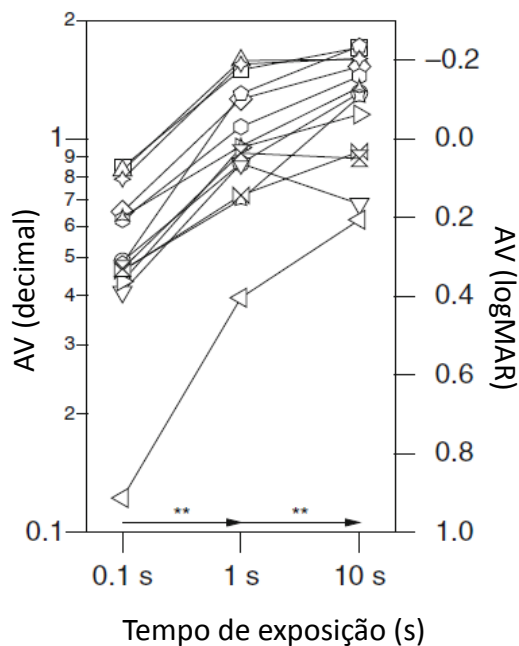


Figura 2.9 - Gráfico representativo da relação AV - tempo de exposição. (Adaptado de “The effect of optotype presentation duration on acuity estimates revisited” - Heinrich et al, 2010)

É então possível concluir que para optótipos convencionais, o tempo ideal de apresentação dos estímulos deve rondar um segundo, isto porque, o ganho que acontece depois é irrelevante.

Estamos, no entanto, perante a presença de optótipos “vanishing” que tem características especiais que os torna diferentes. Desde já, as baixas frequências destes optótipos não estão presentes (14), motivo pelo qual a explicação dada anteriormente para os optótipos convencionais não se aplica totalmente neste caso. Como Howland descreveu, este tipo de letras sofreram uma filtragem passa-alto, pelo qual, quando usamos optótipos “vanishing” podemos considerar que estamos perante um teste de frequência espacial, em que a sensibilidade ao contraste também interfere nos resultados (27).

Nachmias mostrou que existe uma relação entre o tempo de exposição e os valores obtidos em testes de sensibilidade ao contraste com redes quadradas (28). Provou que existe um ganho de pontuação, tanto para as baixas como para as altas frequências, pelo menos até ao tempo de 0,5 segundos (28). Esta demonstração é importante, dado que, como já foi referenciado anteriormente, estamos perante letras que só possuem altas frequências espaciais. Fica, portanto, claro que existe um ganho, faltando, no entanto, investigar em que tempo ocorre saturação visual e o ganho deixa de ser significativo, dado que não foram testados tempos superiores a 0,5 segundos.

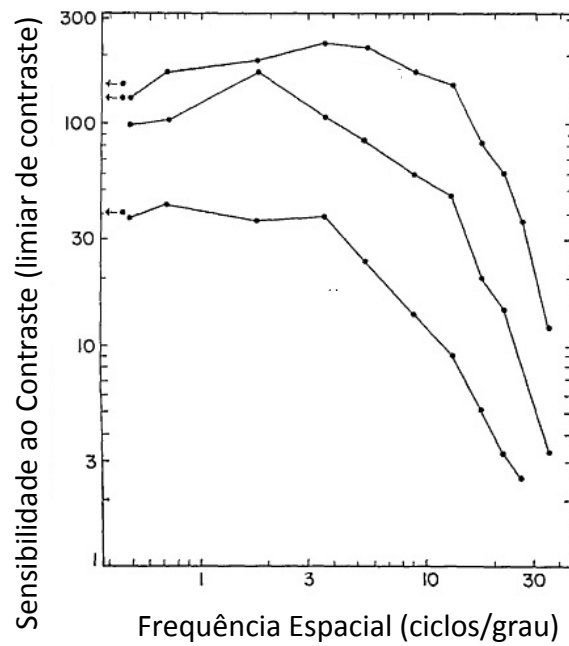


Figura 2.10 - Gráfico representativo da relação sensibilidade ao contraste - tempo de exposição - (Adaptado de “Effect of Exposure Duration on Visual Contrast Sensitivity with Square-Wave Gratings” - Jacob Nachmias, 1967)

Com base nos fatos apresentados anteriormente, tudo leva a querer que também os optótipos “vanishing” serão afetados pelo tempo de exposição, devendo ser investigado qual o tempo ideal de apresentação para estes estímulos.

2.4 - A relação entre o tipo de estímulo apresentado e a AV de deteção em optótipos “vanishing”

A medição da AV é um dos principais indicadores da saúde visual do paciente, isto porque, nos permite observar o quão bem um dado indivíduo consegue ver e a monitorização desta ao longo do tempo é fundamental. Quando a AV se altera circunstancialmente é um sinal de alerta de que algo se passa, nem que seja a alteração do erro refrativo. Mas para o clínico decidir ou não se a alteração é significativa deve ter em atenção a variabilidade desta medida (29, 30). Este valor da variabilidade é algo problemático e que tem vindo a ser explorado ao longo dos anos, de modo a reduzir e otimizar este valor. A melhoria mais significativa aconteceu quando apareceram as cartas ETDRS logMAR (29). A construção destas cartas, desde a quantidade de letras por linha ao espaçamento entre estas permitiu então reduzir a variabilidade, que no entanto continua entre 0,06 e 0,19 logMAR, sendo que este valor aumenta, quando estamos perante desfocagem ótica ou patologia retiniana (13, 29). Estas cartas ETDRS são usadas na prática clínica diária e como tal, são cartas de alto contraste com letras pretas em fundo branco.

Carkeet investigou e afirmou que a quantidade de alternativas que existe, se a medição da AV for feita através de um procedimento de escolha forçada, também influencia a variabilidade do teste (13).

2.5 - Deficiência Intelectual

A prevalência de DI em países desenvolvidos varia entre 1 e 3 % e a principal causa são fatores genéticos e segundo a Organização Mundial de Saúde, a definição de DI é a presença de um desenvolvimento mental incompleto (31).

Neste tipo de população o risco de existirem problemas visuais é maior do que na população normal, sendo que erro refrativo e estrabismo são dois dos principais problemas encontrados (32). Neste tipo de população encontra-se ainda em alguns casos a presença de nistagmo, com maior prevalência do que na população sem DI (32, 33). Como é sabido, nistagmo ocorre quando existe constantemente movimento involuntário ocular.

Desordens no comportamento é algo que é comum de encontrar em indivíduos com DI, podendo estas desordens criar problemas no dia-a-dia (34). Nestas desordens está incluída agitação, o que torna difícil manter a atenção destes indivíduos, sendo que existe também da parte desta população uma falta de cooperação quando se quer realizar determinadas atividades (34). Estes indivíduos têm ainda tendência ser agressivos com os que os rodeiam e com eles mesmos (34).

É também sabido que parte da população que tem deficiência intelectual tem também uma desordem com déficit de atenção (35)

Isto tudo junto leva-nos a concluir que o intervalo de atenção e a capacidade de cooperação neste tipo de população é bastante reduzido. A presença de estrabismos e nistagmos, como foi anteriormente referido pode também ser um inconveniente na aplicação da técnica do OP.

Capítulo 3 - Metodologia

3.1 - Construção dos estímulos visuais (optótipos)

3.1.1 - Construção gráfica dos optótipos

Todos os estímulos usados ao longo do procedimento experimental foram criados através do programa de computar Adobe Photoshop, reproduzido num computador iMac com ecrã retina de 27 polegadas e com 2560 por 1440 pixéis. A construção destes respeitou as várias regras de construção definidas, sendo que estas variam consoante o tipo de optótipo. Como estamos perante estímulos “vanishing” foi seguida a regra de 1-2-1 no que toca ao número de pixéis, ou seja, dois pixéis brancos no centro por cada pixel branco nas extremidades do optótipo (13, 14).

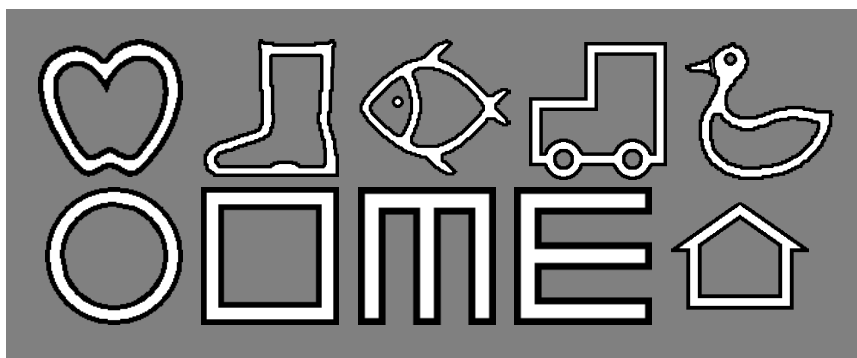


Figura 3.1 - Conjunto de estímulos construídos.

Foram construídos dez optótipos diferentes, subdivididos em três grupos, os E's de Snellen (dois tipos diferentes de estímulo visual), as figuras LEA (quatro tipos diferentes de estímulo visual) e as figuras KAY (quatro tipos diferente de estímulo visual). Para cada tipo de optótipo foram construídos doze tamanhos diferentes que correspondem a doze AV's diferentes (-0.56, -0.26, -0.08, 0.04, 0,14, 0.22 e 0.29 logMAR). Com isto, foram criados ao todo cento e quarenta estímulos visuais, que foram utilizados ao longo dos trabalhos experimentais desta dissertação.

3.1.2 - Acerto da luminância dos estímulos

A luminância dos mesmos foi medida e acertada através do uso de um Photo Research, sendo que os estímulos foram apresentados no monitor (monitor de alta resolução 4K de 28'' ASUS, resolução de 3840 por 2160 pixéis com tamanho de pixel equivalente a 0,1616 mm) usado para todas as experiências, sob as mesmas condições, de modo a que se pudesse medir e

calibrar a luminância de todos os estímulos. Para esta medida o fotospectroradiômetro (PR 650 - SpactraScan Colorimeter, com resolução do comprimento de onda aproximadamente igual a 2 nm e com uma precisão na avaliação da luminância de cerca de 2%) foi colocado a varias distâncias dependendo do tamanho do estímulo e o acerto da luminância consistiu em igualar o nível de luminância do estímulo com o nível de luminância do fundo cinzento.

O valor da luminância utilizado ao longo do trabalho (fundo e estímulos) foi de 27,5 cd/m².

3.2 Apresentação dos Estímulos Visuais

A apresentação dos estímulos visuais é efetuada através de um monitor de alta resolução 4K de 28" da ASUS, modelo PB287, com uma resolução de 3840 por 2160 pixels. Os pixéis são quadrados com um tamanho (*dot pitch*) de 0.1616 mm (milímetros). O monitor é controlado através de uma carta gráfica NVIDIA GeForce, modelo GTX TITAN, que se encontra instalada num computador ASUS com processador Intel® Core™ i7, que corre o Windows 7. Toda a programação necessária para a criação e representação dos estímulos visuais encontra-se escrita em MATLAB® R2016b com o auxílio da ferramenta Psychophysics Toolbox 3.0.12. Todas estas características foram usadas e aplicadas em todas as experiências realizadas ao longo desta dissertação.

Nas duas primeiras experiências, os estímulos são apresentados numa posição central, sobre um fundo cinzento uniforme (Ecrã com 66 cm de largura e 38 cm de altura). Para a terceira experiência, a apresentação dos estímulos visuais está baseada na criação de um campo bipartido que é composto por dois quadrados de 155 por 155 mm², com fundo cinzento que estão separados horizontalmente por uma distância de 155 mm e que são colocados sobre fundo preto. Nesta última experiência, num dos campos, está presente o estímulo visual, enquanto no outro campo tempos apenas um padrão cinzento uniforme. O campo onde o estímulo visual é apresentado é aleatório.



Figura 3.2- Exemplo de apresentação dos estímulos. Na figura da esquerda, o modo como os estímulos visuais são apresentados nas duas primeiras experiências. Na figura da direita, o modo como os mesmos são apresentados na última experiência.

Para além dos estímulos visuais previamente descritos, existe ainda um outro estímulo visual que é imprescindível para os processos de calibração e de alinhamento do olhar dos indivíduos e indispensável para o processamento dos dados. Este estímulo, consiste num ponto de fixação “*smile*” com cerca de 17-20 mm de diâmetro e de cor branca sobre o fundo preto. O dito “*smile*” aparece apenas na terceira experiência entre cada amostragem de estímulos visuais. Neste trabalho em particular, é ainda útil para prender a atenção dos indivíduos que realizam o teste, dado que estamos perante uma população que se distrai muito facilmente.

3.3 Aquisição, Controlo, Registo e Processamento de Imagens

Toda a parte da aquisição, controlo, registo e processamento de imagens foi conseguida através do sistema informático desenvolvido pelo João Alves e companheiros (12). Este sistema consiste na captação de múltiplas imagens do olho cada vez que é apresentado um estímulo no ecrã, como é demonstrado no esquema em baixo.



Figura 3.3 - Esquema do sistema de OP criado e desenvolvido por João Alves e companheiros. A câmara (c) vai captar os movimentos do olho (o), enquanto este olha para o ecrã (e).

Neste caso, por cada estímulo apresentado, eram registadas trinta e cinco imagens do olho humano. As imagens são captadas através da câmara que se vê no esquema, sendo que esta, está direcionada para os olhos do indivíduo que realiza o teste.

Sucintamente descrevendo o que acontece no processamento das imagens, é captada uma imagem inicial do olho do paciente, quando este está a olhar para o “*smile*”, que está no centro do ecrã, o que faz com que este esteja com o olhar alinhado, que irá servir como referência. Posteriormente esta imagem inicial é comparada com as imagens registadas ao longo do procedimento, em que o olho está desviado para um dos lados, dependendo de para onde o paciente está a olhar. Para este procedimento descrito é usado um sistema de coordenadas (x,y). A pessoa que está a realizar o teste tem uma armação colocada, com um olho tapado, dado que estamos perante um teste monocular. Existe também uma referencia que está colocada na zona olho que está tapado, que é essencial para a determinação destas coordenadas, esta referencia ajuda ainda a compensar eventuais e involuntários movimentos da cabeça do indivíduo.

No que toca ao processamento das imagens e contabilidade das vezes que a pessoa olha para o estímulo, é traçada uma circunferência em torno do olho quando este está a olhar para o “smile” central, ou seja, na posição de referência. Esta circunferência a volta do olho, acompanha sempre o mesmo, para todas as posições do olhar. No centro da circunferência existe um ponto de referência. A diferença de posição entre o ponto quando o olhar está centrado e quando o indivíduo está a olhar para um dos lados serve para contabilizar a quantidade de vezes que este olhou para cada um dos lados do ecrã.

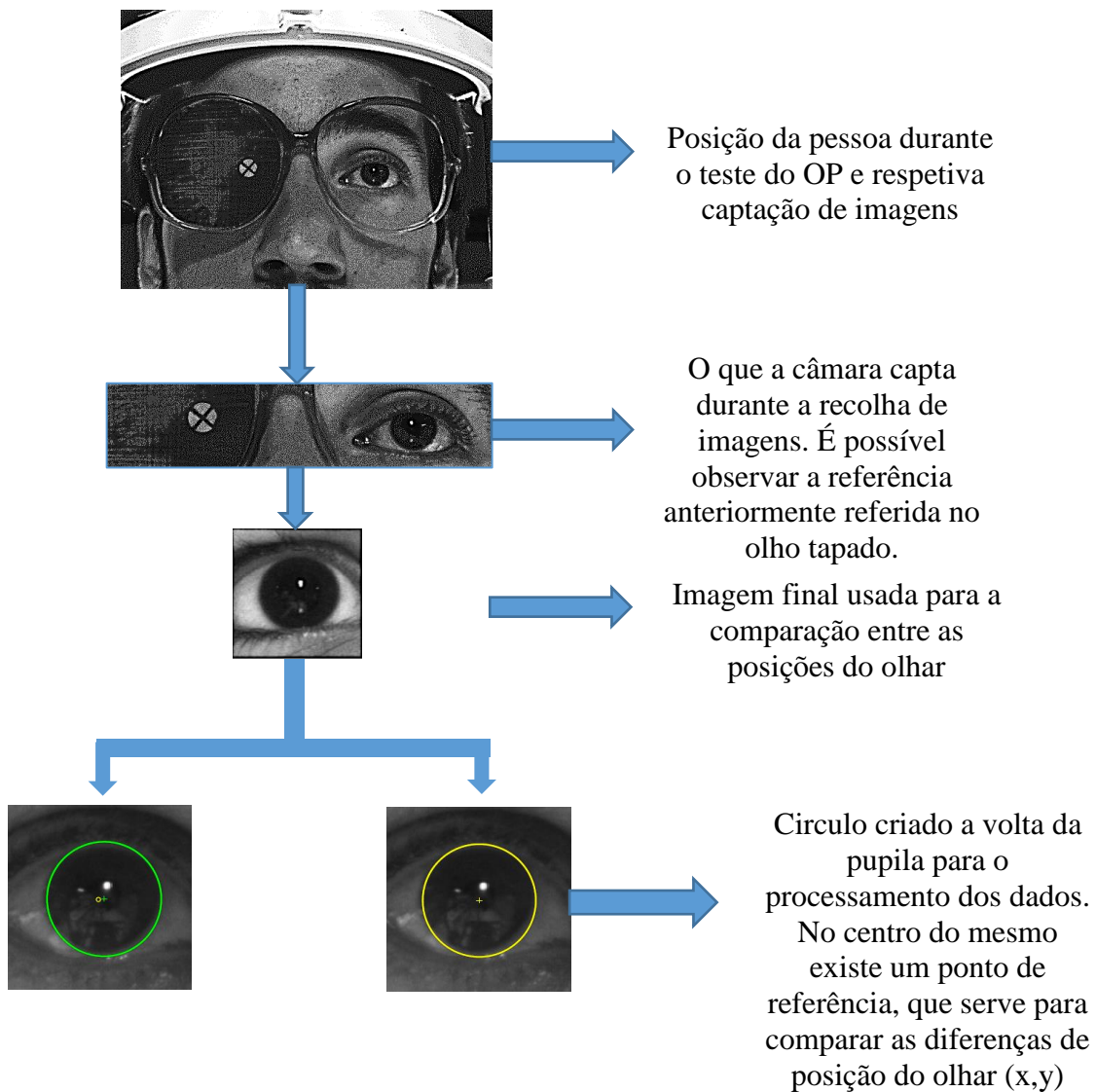


Figura 3.4 - Fluxograma representativo do modo de captação e processamento das imagens.

O fundamental da dissertação e da experiência 3 é avaliar a AV de um dado indivíduo. Pelo qual, dado que na técnica do OP, nos baseamos pela posição do olhar, o mais importante é determinar se o indivíduo esta a observar um estímulo visual que equivale a uma dada AV.

Logo, é fundamental averiguar para que lado do ecrã foi direcionado o olhar do indivíduo. É ainda importante referir que apesar de estarmos perante um sistema (x,y), só são contabilizados os desvios horizontais do olhar.

Com isto, temos então duas zonas de interesse do ecrã, a do quadrado da esquerda e a do quadrado da direita. Tendo por base as imagens captadas e como referencia a imagem do olho, quando este está a olhar para o “smile”, são contabilizados os RFT do indivíduo. Como já foi mencionado, por cada estímulo visual apresentado, são capturadas trinta e cinco imagens, sendo o RFT dado pela seguinte equação:

$$RFT = \frac{\textit{n}^{\circ} \textit{ de imagens em que o individuo está a olhar para o quadrado que tem o estímulo}}{\textit{n}^{\circ} \textit{ de imagens em que o individuo está a olhar para um dos quadrados}}$$

Das imagens captadas durante a apresentação do estímulo, aquelas em que o indivíduo está a olhar para o centro do ecrã não são contabilizadas.

Capítulo 4 - Procedimento Experimental

4.1 - Experiência 1.1

4.1.1 - Objetivo

Esta primeira experiência consistiu em estudar e averiguar se existia variação da AV de detecção com o tempo de amostragem dos estímulos “vanishing”. Os resultados a extrair servem para determinar qual deve ser tempo de apresentação dos estímulos na aplicação da técnica do OP.

Posto isto, são então formuladas duas hipóteses:

Ho : Existe variação da AV de detecção com o tempo de amostragem de estímulos “vanishing”

H1: Não existe variação da AV de detecção com o tempo de amostragem de estímulos “vanishing”

4.1.2 - Fundamento Teórico

É seguro afirmar que a acuidade visual tende a melhorar com o aumento do tempo de exposição (24, 25). Também nos testes de frequência espacial os resultados melhoram com o tempo de exposição (36). Logo, é expectável que para optótipos “vanishing” também exista uma relação de melhoria de AV com o tempo de exposição.

4.1.3 - Metodologia

Participantes

Participaram nesta experiência cinco indivíduos (LMA - 21 anos, AFM - 22 anos, RAG - 23 anos, PMS - 36 anos e PTF - 55 anos), tendo sido este um estudo realizado em condições monoculares, em que cada indivíduo usou o olho com melhor AV. Todos os indivíduos usaram a compensação ótica de longe, (LMA -0,25 (-0,25 x 105°); AFM -6,25 (-1,50 x 165°) dioptrias; RAG +0,50 (-0,25 x 115°) dioptrias; PMS -3,75 (-0,75 x 5°) e PTF +2,00 (-0,25 x 5°) dioptrias), montada no óculo de prova. A AV de longe após compensação era melhor ou igual a 0,00 logMAR.

O erro refrativo de cada indivíduo foi determinado e corrigido antes da realização do primeiro teste. Nos óculos de prova foi ainda acrescentada uma pupila artificial com 3 mm de

diâmetro na ranhura mais posterior dos mesmos, de modo a garantir iguais condições de visibilidade para todos. Todos os indivíduos leram e assinaram o consentimento informado aprovado pela comissão de ética da FCS.

Protocolo Psicofísico

Foi utilizado o método psicofísico dos estímulos constantes para determinar o limiar de detecção dos estímulos. Foram projetados os E's de Snellen (direção horizontal) para oito intervalos temporais diferentes (0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.50, 2.00, 3.00 e 6.00 segundos). Para cada tempo foram apresentados sete tamanhos de letras diferentes que correspondem a sete AV's diferentes (0.56, -0.26, -0.08, 0.04, 0.14, 0.22 e 0.29 logMAR). Cada uma destas AV's foi apresentada vinte vezes para cada tempo. Com isto para cada tempo tínhamos 140 apresentações.

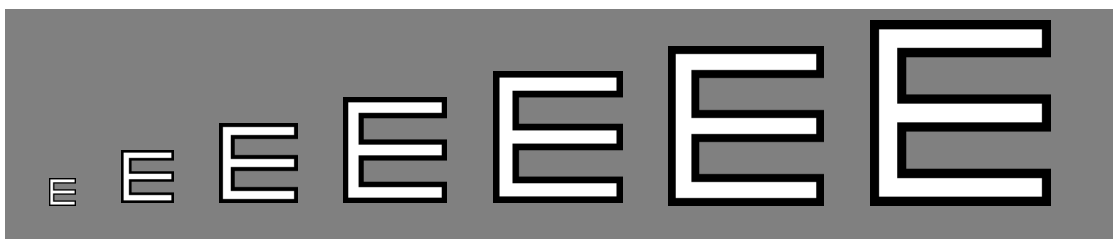


Figura 4.1 - Conjunto de E's usados nesta experiência, cada E corresponde a uma AV diferente.

A estratégia de apresentação do método psicofísico foi o da dupla escolha forçada temporal, que consistia na apresentação de uma janela com o estímulo em fundo cinzento e seguidamente uma janela apenas com um fundo cinzento (ou vice-versa) e o objetivo era que o indivíduo identificasse em que janela estava o estímulo, se na primeira ou na segunda. Para responder os indivíduos usavam as setas do teclado. A distância do indivíduo ao ecrã era de 8 metros. Cada indivíduo realizou todo o procedimento três vezes, com os tempos testados dispostos de forma aleatória.

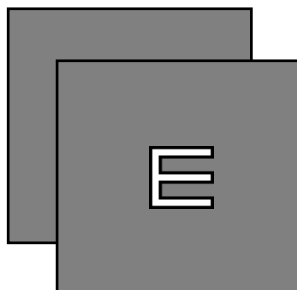


Figura 4.2 - Método psicofísico usado na experiência. Método de dupla escolha forçada.

Estatística

Por cada intervalo temporal testado foi determinado o valor de AV. Para se poder obter um valor de AV para cada intervalo temporal foi feito um ajuste com uma curva de Weibull (Psychtoolbox). Foram usadas as percentagens de acerto obtidas ao longo do teste (eixo yy na figura abaixo, figura nº 4.3). Com isto e dado que a probabilidade de um indivíduo acertar ao calhas é de 50% (dado que estamos perante um protocolo de dupla escolha forçada), foi determinado que o valor de AV correspondia quando a curva passasse pelos 75% de acertos. Para se poder obter um valor de AV para cada intervalo temporal foi necessário traçar uma curva de Weibull. Como já foi referido, cada AV foi testada vinte vezes, logo, para esta curva, foram usadas as percentagens de acerto obtidas ao longo do teste.

O valor final da AV para cada tempo, foi calculado pela média das três repetições.

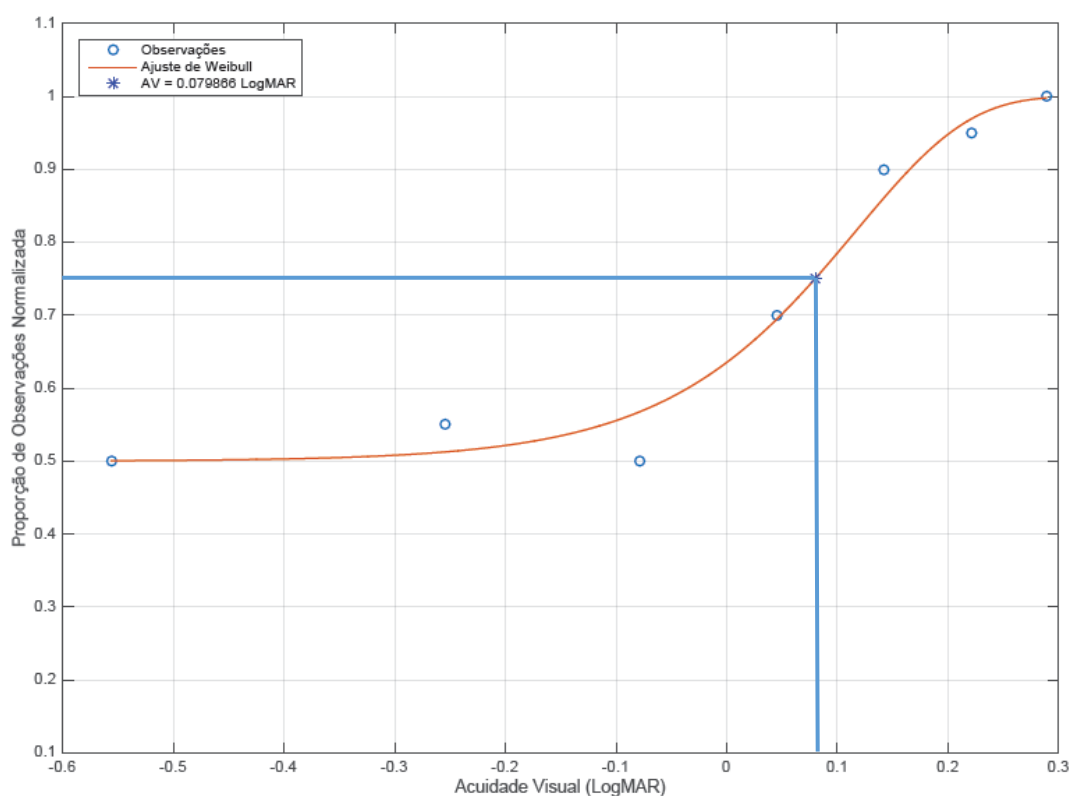


Figura 4.3 - Curva de Weibull para um dado tempo de exposição. Método de extração do valor da AV.

Para analisar a normalidade dos dados, foi o usado o teste de Shapiro-Wilk para cada intervalo temporal. Após a comprovação da normalidade dos dados, foi utilizada estatística paramétrica (ANOVA repeated measures) para comprovar a existência da relação investigada e também para averiguar se o comportamento verificado ao longo da experiência era igual para todos os indivíduos. Foi ainda realizada uma análise post-hoc de modo a comparar os resultados obtidos para o intervalo temporal de seis segundos, com os restantes intervalos, um a um.

4.1.4 - Resultados

A análise de Shapiro-Wilk demonstrou que para todos os intervalos temporais testados existe uma normalização dos dados ($p > 0,05$).

Foi então possível concluir que a AV de deteção varia com o tempo de exposição em optótipos “vanishing”, através do uso do teste ANOVA repeated measures ($F(7,28) = 19,9$; $p < 0,001$). Além deste efeito ser demonstrado pelo significado estatístico, os gráficos elaborados comprovam isso mesmo. A visualização gráfica permite ainda concluir que a relação presente é de melhoria, ou seja, com o aumento do tempo de exposição, temos também uma melhoria na AV.

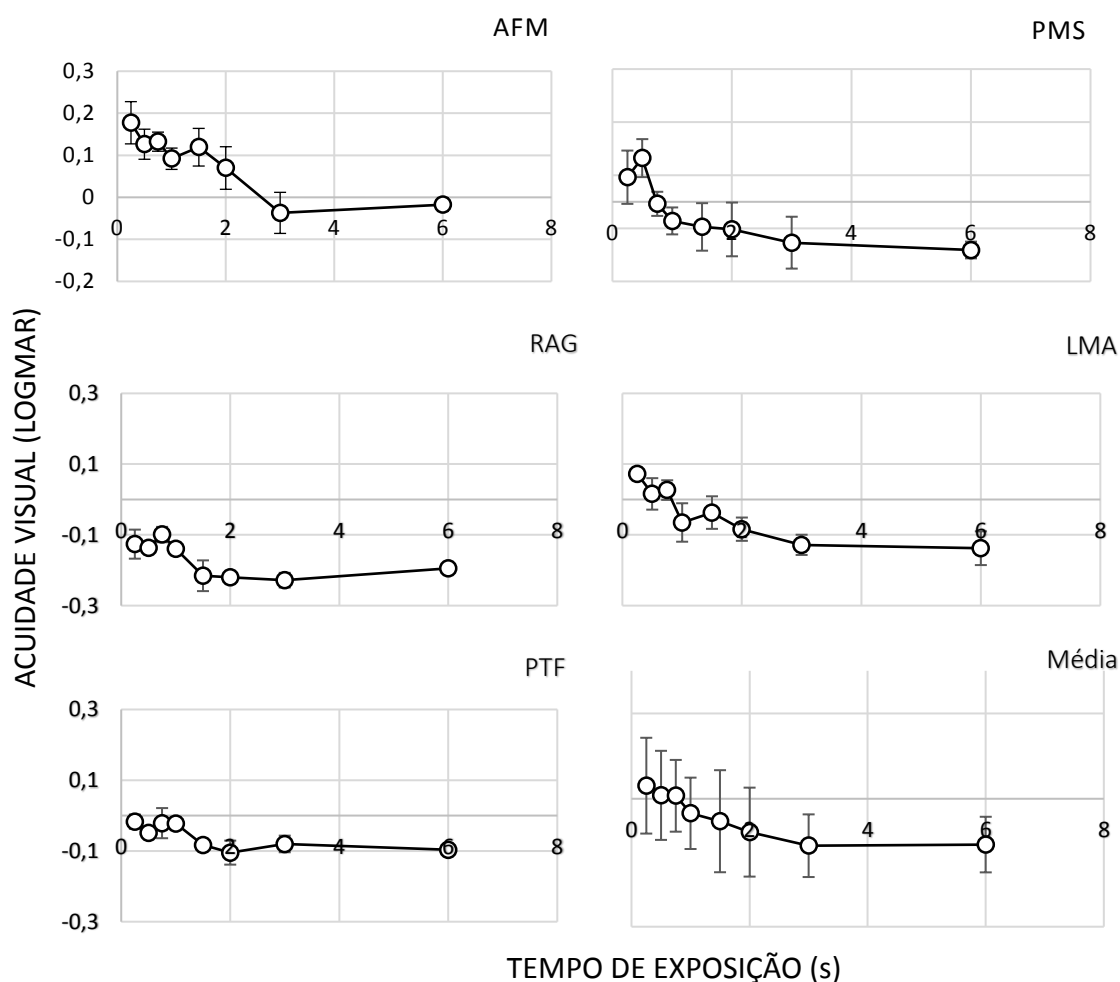


Figura 4.4 - Resultados da experiência. Relação entre o tempo de exposição e a AV de deteção.

A análise do efeito entre sujeitos, permitiu concluir que o comportamento nesta experiência é idêntico para todos os sujeitos ($F = 1,086$; $p = 0,356$), ou seja, para todos os indivíduos, a AV sofre uma variação em função do tempo de exposição, mais concretamente uma melhoria.

Como já foi referido, a AV melhora com o tempo de exposição, mas essa melhoria não é infinita, ou seja, atingimos um ponto a partir do qual a melhoria já não é significativa. Para determinarmos qual esse ponto, foi averiguado em que tempo de exposição a AV é significativamente diferente da AV máxima obtida, que ocorre quando o tempo de exposição é de seis segundos. Ou seja, foi usado um teste post-hoc de modo a comparar o valor da AV obtido para o tempo de exposição de seis segundos com os restantes tempos.

O p usado para realizar esta estatística é de 0,00625, valor obtido através da divisão de 0.05 por oito (Correção de Bonferroni), número de variáveis analisadas.

Esta análise mostrou-nos que existe uma diminuição da diferença estatística entre os tempos à medida que as comparações se aproximam dos seis segundos. Esta informação é coerente com o decréscimo observado no gráfico. Conclui-se também que a partir dos 1.5 segundos o valor da AV não é significativamente diferente em relação ao valor da AV aos 6 segundos. Isto quer dizer que exposições de 1.5 segundos são na prática semelhantes a exposições de 6 segundos. É ainda importante referir que para os tempos de 0.25 e 0.5 segundos existe uma diminuição da diferença estatística que está associada à variabilidade entre indivíduos, no entanto a diferença de AV para estes tempos aumenta.

Tabela 4.1 - Valores p e diferenças de AV obtidos para a comparação dos resultados obtidos para diferentes tempos de exposição.

Tempo testado (segundos)	Valor p	Diferenças de AV (logMAR)
0,25 vs 6	0,010	0,13804
0,5 vs 6	0,013	0,11533
0,75 vs 6	0,003	0,11433
1,0 vs 6	0,003	0,07327
1,5 vs 6	0,146	0,05472
2,0 vs 6	0,280	0,02916
3,0 vs 6	0,740	0,002673

Apesar de verificarmos que para os tempos de 0,25s e 0,5s existe um aumento do valor p, isto deve-se aos desvios padrões verificados. No entanto, devido ao valor p dos tempos de 0,75s e 1,00s, podemos concluir que para 0,25s e 0,5s a diferença também é estatisticamente significativa. Isto porque, se para 0,75s e 1,00s está comprovado que é e dado que os valores da AV para os tempos de 0,25s e 0,5s são piores, automaticamente concluímos que faz todo o sentido que estes tempos também sejam considerados estatisticamente diferentes. A análise dos gráficos é importante para podermos chegar a esta conclusão.

É constatável que para todos os indivíduos existe uma melhoria da AV com o aumento do tempo de exposição ao estímulo, sendo que essa melhoria, ou seja, a quantidade de ganho

de AV depende de indivíduo para indivíduo. É também observável que para todos os indivíduos, ocorre uma estabilização do valor para a AV, ou seja, existe um ponto a partir do qual a AV já não melhora significativamente, sendo que, também esse valor varia de indivíduo para indivíduo.

Todos os desvios padrões presentes em cada indivíduo são inferiores a 0,05 logMAR, valor que é clinicamente considerado como significativamente estatístico. É também observável que, independentemente do valor registado para a AV, a melhoria está presente, simplesmente alguns indivíduos apresentam melhores AV's que outro, sendo que, para esta experiência é irrelevante qual o valor de AV atingido por cada indivíduo, o que realmente importa é a presença de ganho.

Os desvios padrões mais elevados no gráfico da média de todos os indivíduos justificam-se devido as diferenças de AV's registadas para os vários indivíduos, logo, estes desvios não podem ser considerados significativos.

4.1.5 - Conclusões

Com o terminar desta experiência, é então possível concluir que o tempo de exposição ao estímulo visual tem efeito na AV de deteção ($p < 0,001$). A análise gráfica permite chegar a esta mesma conclusão e permite ainda concluir que a variação presente é a de melhoria, ou seja, a AV de deteção melhora com o tempo de exposição.

É também possível observar que este comportamento de variação é transversal a todos os indivíduos ($p = 0,356$), ou seja, em todos eles existe uma variação da AV com o tempo de exposição, sendo que, ao recorrer novamente à análise gráfica, é possível concluir que em todos eles está presente uma melhoria da AV. Porém, em alguns indivíduos, a melhoria é mais significativa no que outros e os valores de AV atingidos são diferentes.

No entanto, esta melhoria não é infinita e segundo a análise estatística, o valor da AV obtido quando o tempo de exposição é de seis segundos não tem diferença significativa do valor de AV obtido para o tempo de exposição de 1,5 segundos. A diferença só é significativa para tempos de exposição inferiores a um segundo. Apesar da análise gráfica mostrar que a AV continua a melhorar após o tempo de exposição de 1,5 segundos, de acordo com a estatística esta melhoria já não é significativa, logo, estatisticamente falando, o ponto de saturação ocorre quando o estímulo é apresentado durante 1,5 segundos.

Logo, concluímos que para apresentações de estímulos deste tipo, o tempo de exposição deverá ser sempre maior ou igual a 1,5 segundos.

4.2 - Experiência 1.2

4.2.1 - Objetivo

Esta segunda experiência consistiu em estudar e averiguar qual a variabilidade da AV com a amostragem dos diferentes tipos de estímulos “*vanishing*” criados. O objetivo é determinar qual o conjunto de estímulos que apresenta valores com menor variabilidade. Isto serve para determinar qual o conjunto de estímulos a apresentar na técnica do OP.

4.2.2 - Fundamento Teórico

Quando a AV se altera circunstancialmente é um sinal de alerta de que algo se passa, mas para o clínico decidir se a alteração é ou não significativa deve ter em atenção a variabilidade desta medida (29, 30). Este valor da variabilidade é algo problemático e que tem vindo a ser explorado ao longo dos anos, de modo a reduzir e otimizar este valor.

4.2.3 - Metodologia

Participantes

Participaram nesta experiência três indivíduos (AFM - 22 anos e PMS - 36 anos), tendo sido este um estudo realizado em condições monoculares, em que cada indivíduo usou o seu melhor olho para visualizar os estímulos. Ambos os indivíduos usavam a devida compensação ótica de modo a atingir uma AV de 0.00 logMAR ou melhor.

O erro refrativo de cada indivíduo foi determinado e corrigido antes da realização do primeiro teste, (indivíduo AFM -6,25 (-1,50 x 165°) dioptrias e indivíduo PMS -3,75 (-0,75 x 5°) dioptrias). Nos óculos de prova foi ainda acrescentada uma pupila artificial com 3 mm de diâmetro na ranhura mais posterior dos mesmos, de modo a garantir iguais condições de visibilidade para os dois observadores. Todos os indivíduos leram e assinaram o consentimento informado aprovado pela comissão de ética da FCS.

Protocolo Psicofísico

Foram projetados todos os estímulos visuais previamente criados (dois E`s de Snellen, quatro figuras LEA e quatro figuras Kay), podendo este conjunto de figuras ser visto na Figura 4.5. Cada estímulo foi projetado durante 1,5 segundos. Para cada estímulo foram apresentadas cinco AV`s (-0,25; -0,08; 0,05; 0,14; 0,22 logMAR).

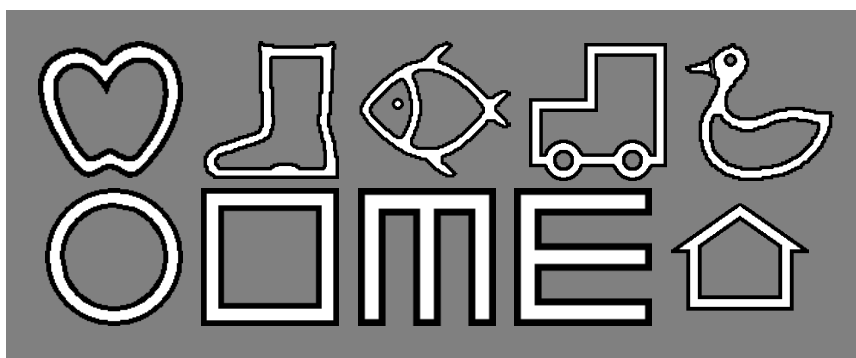


Figura 4.5 - Conjunto estímulos visuais projetados nesta experiência.

O método psicofísico usado foi o da dupla escolha forçada temporal, que consistia na apresentação de uma janela com o estímulo em fundo cinzento e seguidamente uma janela apenas com um fundo cinzento (ou vice-versa) e o objetivo era que o indivíduo identificasse em que janela estava o estímulo, se na primeira ou na segunda. Para responder os indivíduos usavam as setas do teclado. A distância do indivíduo ao ecrã era de 8 metros.

Estatística

Cada teste consistia na apresentação dos dez estímulos visuais, com um tempo de apresentação de 1,5 segundos para cada um deles. Para cada estímulo visual existiam 5 tamanhos distintos, que correspondiam a 5 AV`s distintas, sendo que cada tamanho foi testado 20 vezes por estímulo. Portanto, para cada estímulo visual foi apresentado 100 vezes, logo, cada teste equivalia a 1000 visualizações (10 estímulos x 100 apresentações cada). A ordem de determinação da AV dos estímulos foi aleatória.

Cada indivíduo realizou o teste três vezes, pelo qual, para cada estímulo visual, o valor de AV final era obtido a partir da média dessas três vezes. O método de extração do valor da AV foi idêntico ao método usado e descrito na experiência 4.1.

A apresentação dos E`s de Snellen serve como teste padrão e é usado como referência para determinar qual o melhor conjunto de estímulos visuais entre as figuras LEA e as figuras Kay. Isto é, o conjunto de figuras entre os dois grupos referidos que apresentasse uma variabilidade mais aproximada à dos E`s de Snellen seria aquele escolhido para usar no OP.

Para avaliar corretamente a variabilidade, em cada conjunto foi calculada a média das AV`s e traçada uma linha nesse valor. Posteriormente, foi averiguado qual o valor do desvio das diferentes figuras em relação a essa mesma média e foi calculada a média dos desvios.

Todo este procedimento de análise gráfica foi realizado para cada indivíduo em separado e posteriormente foram comparados resultados.

4.2.4 - Resultados

Conforme esperado, a variabilidade foi menor para os E's de Snellen, sendo que para o indivíduo AFM, foi encontrada uma variabilidade de 0,003 logMAR, sendo que para este conjunto de estímulos a maior diferença de AV encontrada entre eles é de 0,006 logMAR e para o indivíduo PMS uma de 0,032 logMAR, sendo a diferença máxima entre dois estímulos de 0,06 logMAR. Considerando o desempenho destes dois observadores, um conjunto de estímulos com variações acima dos obtidos para os E's de Snellen, pode sugerir diferenças de detetabilidade entre eles. Servem, no entanto, como referencia para os outros conjuntos de figuras. Em baixo ficam os gráficos para as medidas com os E de Snellen com o valor de AV para o E horizontal e para o E vertical e a respetiva média.

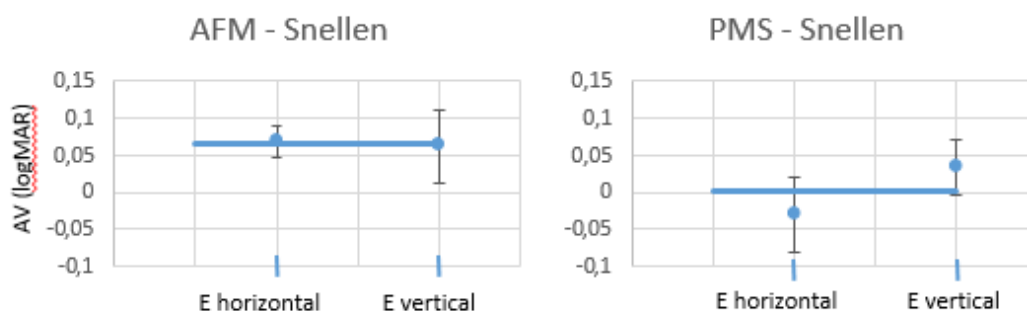


Figura 4.6 - Variabilidades obtidas para os E's de Snellen. A linha indica a variabilidade média e os pontos indicam a variabilidade obtida para o E horizontal e para o E vertical

De seguida passamos à análise da variabilidade das figuras LEA, que neste caso são o quadrado, a maçã, o círculo, a casa e o quadrado. Neste caso, para o indivíduo AFM o valor da variabilidade encontrado foi de 0,013 logMAR, sendo que a diferença entre os dois estímulos visuais mais afastados de 0,038 logMAR, enquanto que para o indivíduo PMS o valor da variabilidade foi de 0,021 logMAR e o valor entre os dois estímulos mais afastados de 0,042 logMAR. Isto representa uma diferença de 0,01 logMAR em relação a variabilidade dos E's de Snellen para o observador AFM e uma diferença de 0,01 logMAR para o observador PMS. Estas diferenças são irrelevantes, dado que não correspondem sequer a uma letra nas cartas de AV. Tal como previamente, ficam os gráficos com os vários pontos e respetiva média para as figuras LEA.

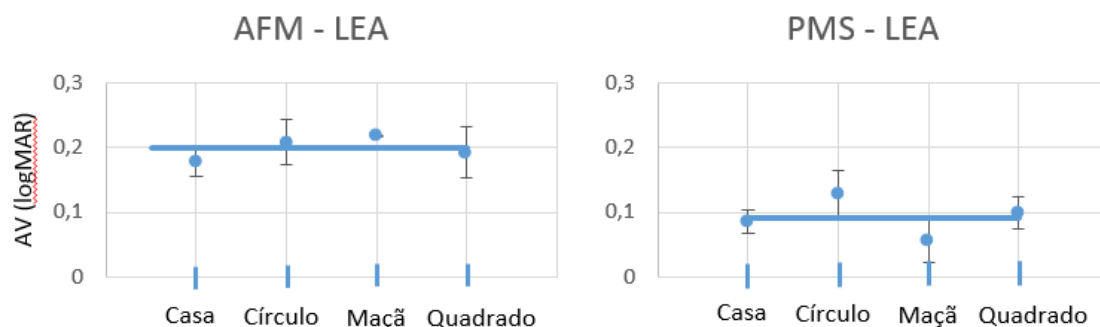


Figura 4.7 - Variabilidades obtidas para as figuras LEA. A linha indica a variabilidade média e os pontos indicam a variabilidade obtida para cada uma das figuras individualmente.

Por fim, temos as figuras Kay, sendo que o conjunto total de figuras é muito vasto, pelo qual, apenas foram selecionadas quatro, que são o peixe, o pato, a bota e o carro. Para este conjunto de figuras, o indivíduo AFM registou uma variabilidade de 0,063 logMAR, com uma diferença máxima de 0,14 logMAR entre estímulos, enquanto que o indivíduo PMS apresenta uma variabilidade de 0,073 logMAR e uma diferença máxima de 0,22 logMAR. Estas variabilidades representam uma diferença para os E` s de Snellen de 0,06 e de 0,04 respetivamente para cada indivíduo. Tal como para os conjuntos anteriores fica em baixo os gráficos com os pontos e a respetiva média. Estes dados demonstram que a visibilidade das figuras Kay não é idêntica e como tal, não devem ser usadas num teste que deseja que os estímulos usados sejam equívocos.

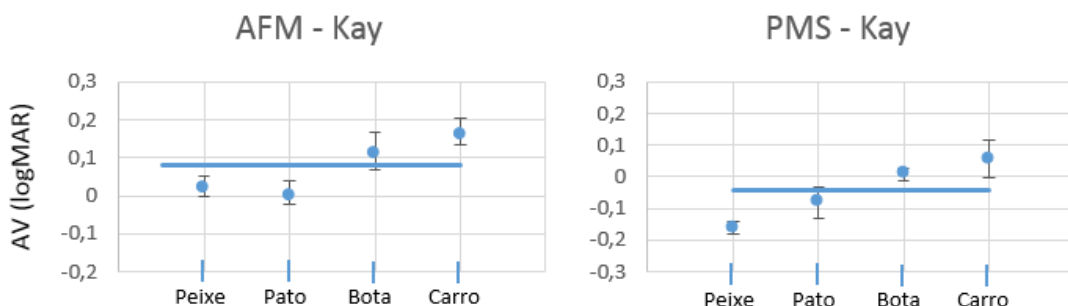


Figura 4.8 - Variabilidades obtidas para as figuras Kay. A linha indica a variabilidade média e os pontos indicam a variabilidade obtida para cada uma das figuras individualmente.

Por fim fica uma tabela com um resumo das várias variabilidades para os dois indivíduos e com um gráfico representativo das mesmas.

Tabela 4.2 - Tabela resumo com as variabilidades obtidas para os diferentes conjuntos de estímulos visuais e com as respetivas diferenças.

Estímulo	Indivíduos		Diferenças (vs E`s de Snellen)		Diferenças máximas entre dois estímulos do mesmo conjunto	
	AFM	PMS	AFM	PMS	AFM	PMS
E`s de Snellen	0,003	0,032	-	-	0,006	0,06
Figuras LEA	0,013	0,021	0,010	0,011	0,04	0,04
Figuras Kay	0,063	0,073	0,060	0,041	0,14	0,22

Como é possível observar, são as figuras LEA que apresentam uma variabilidade mais aproximada em relação aos E`s de Snellen.

4.2.5 - Conclusão

Foram usados os E`s de Snellen como referencia, pois, são os optótipos que mais se assemelham com o que é usado na prática clínica e considerados equívocos numa população com AV normal, erro refrativo corrigido e sem ambliopia. É usado tradicionalmente em população que não conhece as letras. Os valores encontrados para a variabilidade destes foi de 0,003 e 0,032, respetivamente para cada observador.

No entanto, para este estudo em concreto, o objetivo era averiguar quais dos optótipos tradicionalmente usados em pediatria, que são as figuras LEA e as figuras Kay, apresentam uma variabilidade mais próxima a dos E`s de Snellen. Com isto poderíamos escolher qual o conjunto ideal de figuras de forma a que os estímulos apresentados fossem igualmente detetáveis.

O valor de AV obtido para cada conjunto não é importante para este estudo e as variabilidades foram analisadas em valor absoluto.

Nas figuras LEA encontramos uma variabilidade de 0,013 e 0,021 logMAR, para cada sujeito, respetivamente. As diferenças para os E`s de Snellen encontram-se nos valores de 0,010 e 0,011 logMAR, respetivamente. Encontramos aqui dois pontos positivos, para já, em primeiro, o valor encontrado para a variabilidade deste conjunto de estímulos é reduzido, equivalendo no máximo a dois estímulos visuais numa tabela de AV. Além disso, no que toca ao objetivo do estudo encontramos uma diferença insignificante em relação aos E`s de Snellen.

Por sua vez, as figuras Kay apresentam uma variabilidade de 0,063 para o observador AFM e de 0,073 logMAR para o observador PMS. Estes valores correspondem, na pior das hipóteses a quatro figuras numa tabela de AV. A diferença para a referência padrão dos E`s de Snellen situam-se em 0,060 e 0,041 logMAR respetivamente. Ainda que estes valores sejam superiores as diferenças existentes para as figuras LEA, podemos considerar que estamos perante valores baixos de variabilidade, dado que na pior das hipóteses, estes valores não chegam a uma diferença de uma linha de AV, sendo este fato bastante importante, dado que para termos estímulos equívocos, a diferença tem de ser sempre inferior a uma linha de diferença.

Portanto, após análise de todos os valores, é possível concluir que as figuras LEA são aquelas que apresentam menor variabilidade em relação aos E`s de Snellen, podendo ser consideradas equívocos, apresentando ainda uma boa variabilidade. Ou seja, as figuras escolhidas para usar na terceira experiência são as figuras LEA.

É ainda sabido, como é referenciado na revisão bibliográfica que atualmente as cartas ETDRS apresentam uma variabilidade que varia entre 0,06 e 0,19 logMAR, sendo estas cartas são usadas na prática clínica diária. Nesta experiência foi possível descobrir que os E`s de Snellen usados na plataforma do OP tem uma variabilidade bastante menor em relação as cartas ETDRS, o que é um ponto bastante positivo. Ainda que sejam testes diferentes e o método psicofísico seja diferente, o fato de termos uma variabilidade menor é sempre um bom aspeto. O mesmo se aplica as figuras LEA, escolhidas para fazerem parte do OP.

4.3 - Experiência 2

4.3.1 - Objetivo

O objetivo desta experiência coincide com o objetivo final desta dissertação: avaliar a AV numa população com DI. Os objetivos passam também por perceber o quão bem funciona o sistema de OP desenvolvido numa população com DI. Pretende-se ainda comparar taxas de sucesso entre o uso deste sistema numa população normal e numa população com DI.

É ainda importante verificar quais as melhorias verificadas nos resultados após as adaptações realizadas ao sistema do OP, relativamente ao trabalho previamente desenvolvido (12).

4.3.2 - Fundamento Teórico

O ser humano tem uma maior tendência e preferência em fixar superfícies com um dado padrão do que superfícies completamente homogéneas desde que estejamos perante duas superfícies isoluminantes (2-6).

Em pessoas com deficiência intelectual, avaliar a função visual pode ser uma tarefa com alguma complexidade (2).

As cartas CAT são visualmente mais interessantes para as crianças, dado que em vez de usar uma rede quadrada como estímulo, usa bonecos (11).

A aplicação da técnica do OP para a medição da AV é feita através de um procedimento com cartas, em que por cada AV, existem duas cartas, uma com a superfície homogénea e outra com um dado padrão na sua superfície, sendo que as duas cartas devem apresentar a mesma luminância (4, 5).

4.3.3 - Metodologia

Participantes

Nesta experiência, foi desenhada com dois grupos, um constituído por indivíduos normais a que designamos grupo de controlo e outro grupo que englobou pessoas com DI que designámos de casos.

No que toca aos controlos, participaram nesta experiência vinte indivíduos, sem qualquer tipo de deficiência intelectual, com idades compreendidas entre os 20 e os 39 anos ($27,1 \pm 6,6$ anos), com erro refrativo a variar entre $+1,00$ D e $-6,00$ D de equivalente esférico. Esta experiência foi realizada com o erro refrativo por compensar. O erro refrativo destes indivíduos foi medido através de um auto-refratómetro de campo aberto. Os participantes leram e assinaram o consentimento informado aprovado pela FCS da UBI.

Por sua vez, nos casos, participaram nesta experiência trinta e um indivíduos, no entanto, devido as limitações intelectuais dos mesmos, não foi possível que todos realizassem medições. Todos estes indivíduos possuíam algum tipo de deficiência intelectual, sendo que esta foi classificada de 1 a 4, segundo uma escala da OMS (34), classificação esta atribuída pelas pessoas responsáveis pelo cuidado destes indivíduos. As idades dos mesmos variam entre os 17 e os 48 anos ($34,9 \pm 8,3$ anos) e o erro refrativo varia entre $-18,00$ D e $+2,63$ D de equivalente esférico. O erro refrativo foi avaliado através de um auto-refratómetro portátil (Nidek AR - 20 - intervalo de medição: potencia esférica - $\pm 20,00$ D, potencia cilíndrica: $\pm 12,00$ D, precisão do grau de cilindro: 1°). Os consentimentos informados foram lidos e assinados pelos encarregados de educação.

Protocolo Psicofísico

Todos os indivíduos realizaram os testes duas vezes, em dois dias distintos, sendo que estes realizaram os testes em condições monoculares. Também para todos os indivíduos foi medida a AV de duas formas: através do método convencional, usando cartas LEA e através da aplicação da técnica do OP corrida na plataforma informática desenvolvida e adaptada. No grupo dos controlos, foi ainda medida a AV de modo convencional, mas através do uso de cartas LEA em “vanishing”.

Na medição da AV através das cartas LEA, de modo convencional, foi usado um optótipo com figuras LEA com AV a variar entre os $-0,3$ e $+1,0$ logMAR em passos de $0,1$ logMAR, com cinco símbolos por linha, que cumpriam os parâmetros das apresentações das cartas ETDRS. Foi usado um protocolo de escolha forçada, em que o indivíduo tinha de seleccionar qual o objeto que via entre o conjunto de quatro objetos que fazem parte das cartas LEA (teste de Sheridan Gardiner). As medições foram realizadas a quatro metros de distância, excetuando casos, em que a distância foi encurtada devido ao erro refrativo de alguns dos participantes.

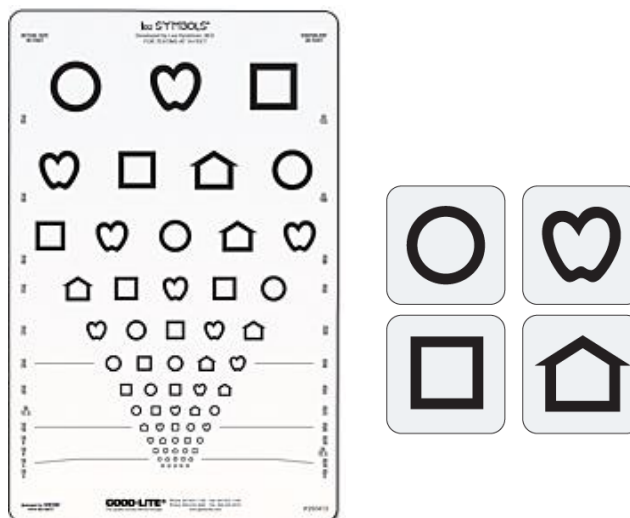


Figura 4.9 - Exemplo de uma carta LEA usada nesta experiência. À direita os quatro usados pelos indivíduos para indicarem a resposta apontando para eles. - Adaptado de “VISUS - SEHTEST - Produkte - www.visus.de)

A medição através da técnica do OP decorreu através da plataforma informática que foi criada e desenvolvida previamente (12). Esta plataforma já foi usada anteriormente numa população sem qualquer tipo de deficiência. Esta plataforma foi agora adaptada, para a apresentação de optótipos LEA em “vanishing”. O sistema funciona com base na técnica do OP em que eram apresentados dois quadrados num ecrã e o indivíduo olha para o lado em que lhe parecia estar presente um objeto. Foram apresentados dez níveis de AV's diferentes (-0,26; 0,05; 0,22; 0,35; 0,44; 0,59; 0,7; 0,79; 0,89 e 1 logMAR), sendo que cada nível de AV foi testada cinco vezes e cada apresentação durou três segundos, fazendo com que o teste completo demorasse quatro minutos. Para os casos em que a distância ao ecrã foi alterada, a AV foi reajustada. Neste caso estamos perante um protocolo de dupla escolha forçada espacial. Como já foi referido anteriormente, uma câmara colocada junto aos olhos do indivíduo capta os movimentos oculares do mesmo.



Figura 4.10 - Medição da AV através da técnica do OP usado nesta experiência. Imagem apresentada num ecrã, captando o movimento dos olhos do indivíduo com uma câmara.

O método de realização de todos os exames foi igual para os dois grupos de indivíduos.

Estatística

Para contabilizar a pontuação obtida nas cartas LEA, foi usado o método convencional, ou seja, por cada linha de AV equivale a 0,1 logMAR, cada letra equivale a 0,02 logMAR e a pontuação é atribuída conforme o número de letras que o paciente acerte. A AV é calculada através da seguinte expressão:

$$AV (\log MAR) = 1.1 - (\text{letras identificadas} \times 0.02)$$

Por sua vez para obter a pontuação na técnica do OP é primeiramente calculado o TRF, com base na quantidade de tempo que o indivíduo olha para cada lado do ecrã através da seguinte fórmula:

$$RFT = \frac{\text{n}^\circ \text{ de imagens em que o indivíduo está a olhar para o quadrado que tem o estímulo}}{\text{n}^\circ \text{ de imagens em que o indivíduo está a olhar para um dos quadrados}}$$

Para cada estímulo apresentado no ecrã é calculado um RFT, porem, dado que cada estímulo é apresentado cinco vezes é calculado um RFT final que é a média dos RFT`s faz cinco apresentações. Posto isto, o RFT das cinco medições que aumenta o desvio padrão é removido, sendo recalculada uma nova média apenas com 4 medidas de RFT. Posto isto, temos então um RFT para cada AV. De seguida, é feito um ajuste com uma curva sigmoïdal com base nos valores obtidos.

Na curva sigmoïdal temos então um patamar inferior e um patamar superior, que correspondem respetivamente a quando o indivíduo não consegue visualizar nenhum dos estímulos e quando o indivíduo consegue visualizar todos os estímulos. O valor da AV é dado pelo ponto intermédio entre estes dois patamares.

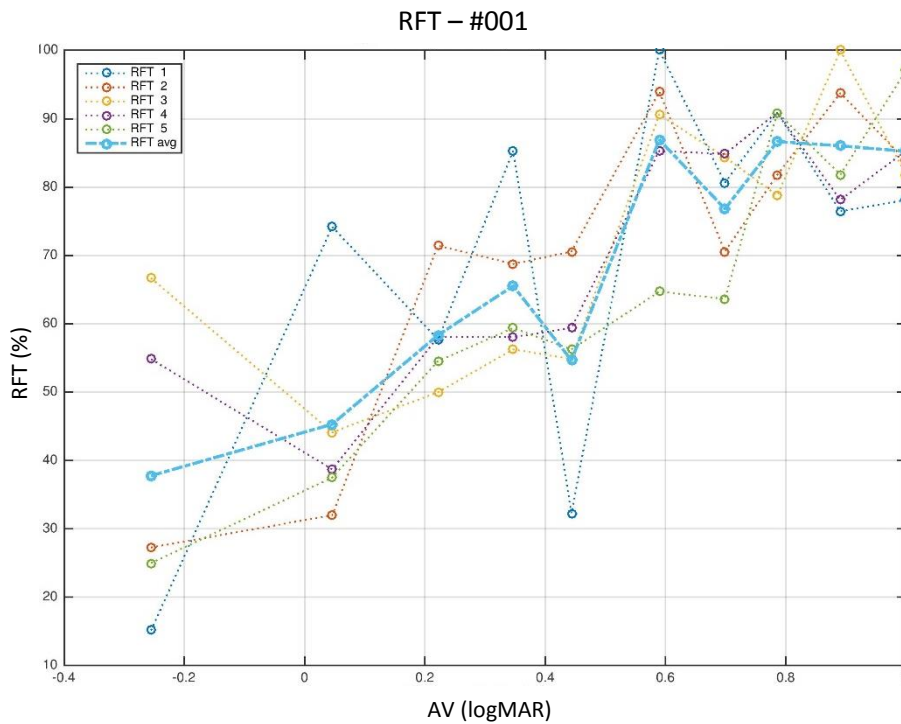


Figura 4.11 - Calculo da média dos RFT`s antes do ajuste feito que implica a retirada do valor com maior desvio padrão.

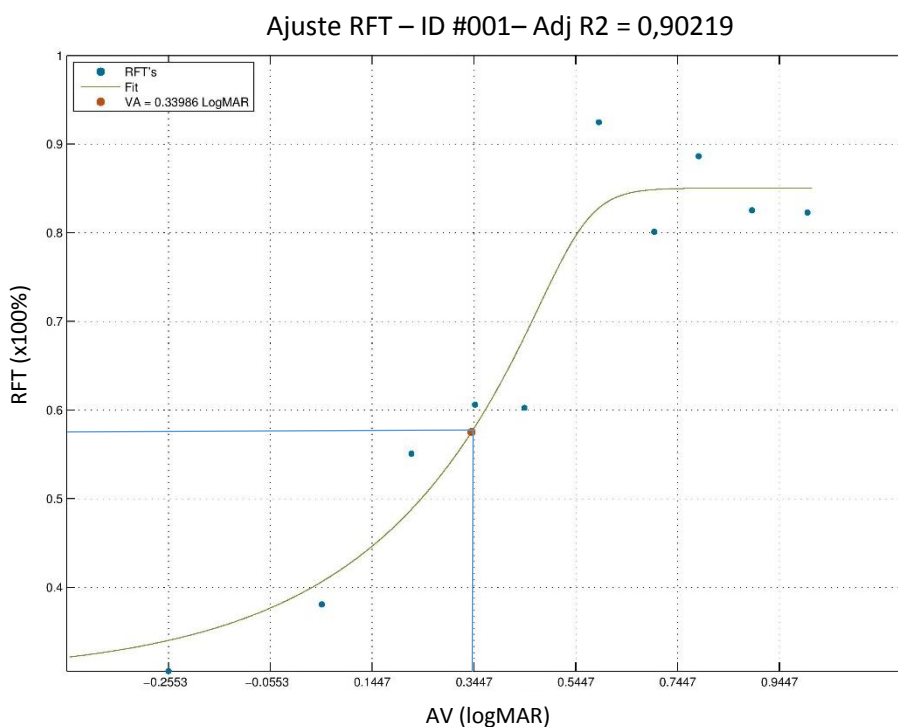


Figura 4.12 - Curva sigmoidal com o método de extração da AV.

Todas as curvas sigmoidais vem acompanhadas de um dado R^2 ajustado que permite avaliar a qualidade do ajuste da curva sigmoideal e desta forma permite avaliar qualitativamente o valor da AV calculado no método do OP.

Os dados da AV obtidos com os diferentes testes, para ambos os grupos, foram analisados tendo em conta os diversos aspetos. Primeiramente foi avaliada a relação existente entre o erro refrativo dos indivíduos e a AV obtida para os diferentes tipos de teste, sendo que para averiguar esta correlação, foi usado o coeficiente de Pearson. Isto permite-nos ter noção da correlação existente entre os variados métodos de avaliação da AV.

A repetibilidade entre o primeiro e segundo dia de medições foi também um parâmetro a analisar. Foi ainda analisada a correlação intraclassas para comparar a AV obtida para dois testes diferentes.

Por fim, foi ainda traçado um fluxograma de modo a poder comparar os resultados entre o grupo dos controlos e o grupo dos casos, permitindo assim perceber as diferenças no funcionamento da plataforma informática para os diferentes tipos de população.

4.3.4 - Resultados

Casos

A análise dos resultados desta experiência divide-se em dois grupos: os casos e os controlos. Começando pelos controlos, é possível observar os RFT de todos os indivíduos com o respetivo ponto vermelho que indica a AV de cada sujeito.

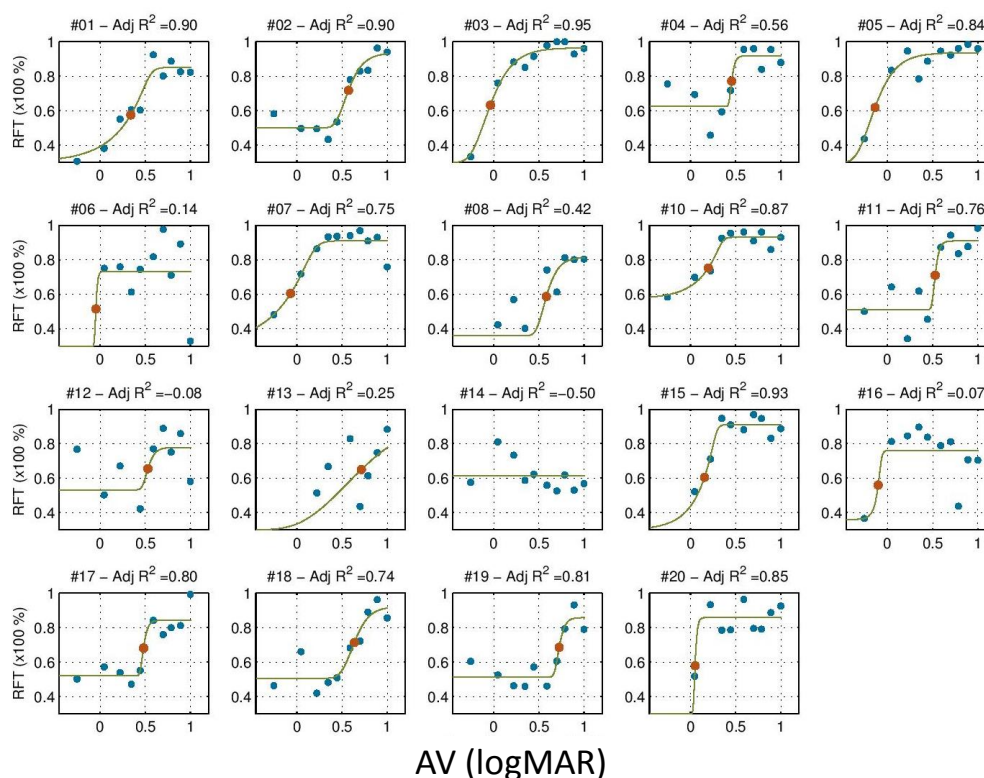


Figura 4.13 - Curvas sigmoidais dos vinte indivíduos analisado no grupo dos controlos. Ponto a vermelho indica o valor da AV

Os pontos a azul correspondem a média do RFT para cada valor da AV e o ponto vermelho é o ponto que indica a AV do sujeito. É possível observar que para maior parte dos indivíduos a curva sigmoidal escolhida ajusta-se corretamente aos valores de TRF obtidos. O indivíduo 9 foi excluído devido a alta miopia, como se pode comprovar no gráfico do mesmo, todos os RFT estão ente 40 e 60%, o que indica que não viu nenhum dos estímulos, limitando-se a procurar aleatoriamente os vários estímulos. Neste caso, não se reduziu a distância do teste. Após a obtenção de todos os valores de AV podemos então passar para a análise dos mesmos.

Relação AV (LEA - preto/branco) - AV (LEA - “vanishing”)

A relação entre as medidas feitas com os optótipos LEA convencionais e as medidas feitas com os optótipos LEA em “vanishing” mostram que as medições feitas em “vanishing” são semelhantes aquelas que são feitas em preto/branco.

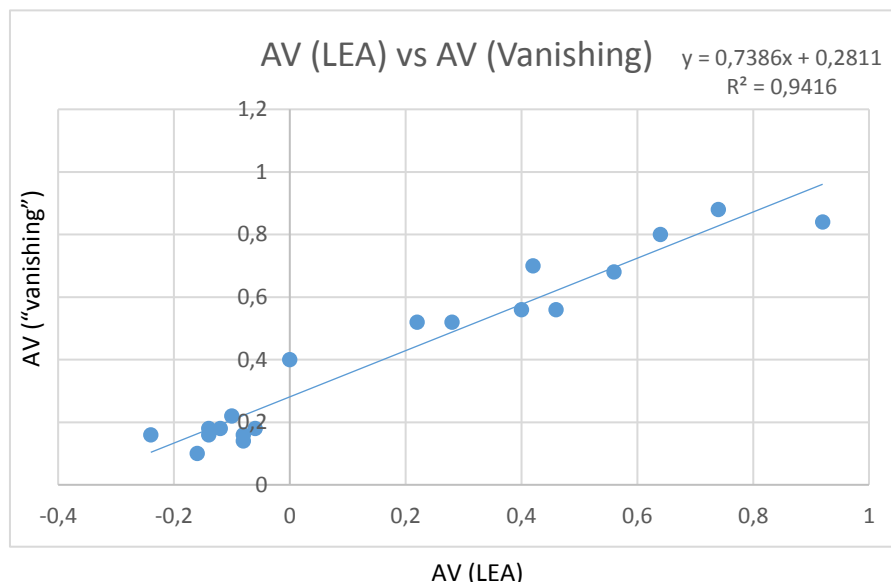


Figura 4.14 - Relação entre AV medida com as cartas LEA convencionais e AV medida com as cartas LEA em “vanishing”

Como é possível observar pelos pontos, pela reta e pelo valor do declive, as medições que são feitas com os dois tipos de optótipos aproximam-se muito. O fato do R² ser de 0,9416 indica também que estamos perante uma boa correlação.

O gráfico de Bland - Altman mostra-nos uma diferença média de -0,22 logMAR.

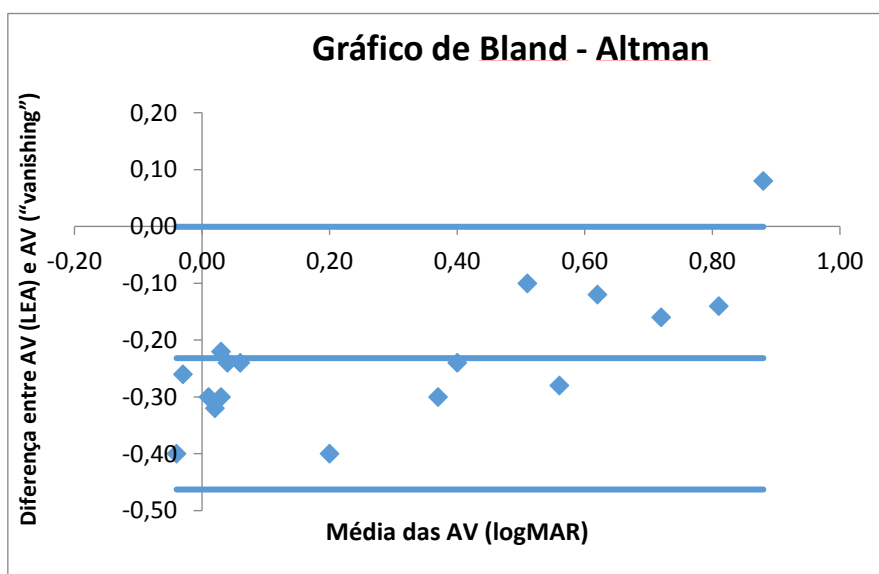


Figura 4.15 - Gráfico de Bland - Altman relativo as medições comm as cartas LEA convencionais e AV medida com as cartas LEA em “vanishing”

Este valor de $-0,22$ logMAR indica que para cada indivíduo a diferença entre medir a AV com cartas LEA em preto/branco e com as cartas LEA em “vanishing” é em média de $-0,22$ logMAR. No entanto, podemos observar que maior parte dos pontos estão distribuídos junto a linha média, o que indica uma distribuição uniforme e que reforça a correlação entre as duas medidas. Temos ainda um ponto fora do intervalo de confiança de 95%, sendo que a existência deste ponto prejudica os resultados.

Relação AV (LEA - preto/branco) - AV (OP - “vanishing”)

Quando comparamos as medidas feitas do modo convencional com cartas LEA em preto/branco e as medidas feitas através da técnica do OP corrido na plataforma, observamos que o ICC existente é de $0,735$.

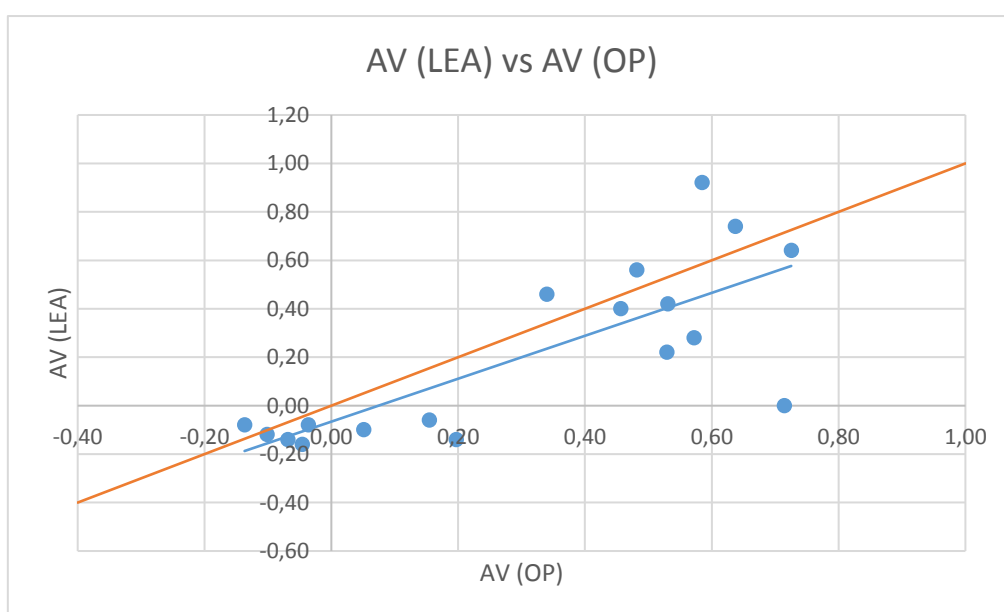


Figura 4.16 - Relação entre AV medida com as cartas LEA convencionais e AV medida com a técnica do OP

A linha que podemos observar a laranja, representa uma linha com declive igual a 1, mostrando assim o que seria uma situação ideal de correlação entre as duas medidas. Como podemos observar, as duas linhas têm um declive bastante aproximado. Este fato conjuntamente com ICC de $0,735$ mostra que também estas duas medidas apresentam uma boa correlação entre elas. É natural que este ICC não seja tão elevado quanto desejamos, pois apesar de tudo, estamos a comparar AV de discriminação com AV de deteção.

Ao compararmos a correlação obtida para estas duas medições com a correlação obtida anteriormente, entre os dois tipos de optótipos LEA, podemos concluir que a

correlação obtida nesta secção é pior. Isto acontece porque além de neste caso estamos a usar um método psicofísico diferente.

Neste caso o gráfico de Bland - Altman mostra uma diferença média de -0,11 logMAR entre as duas medidas

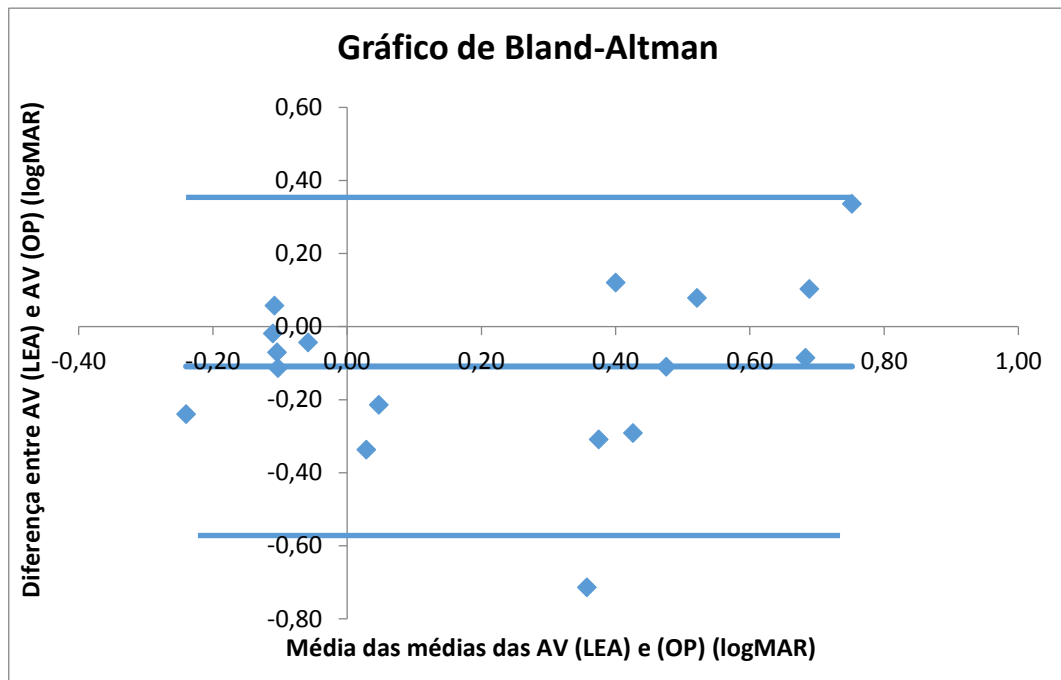


Figura 4.17 - Gráfico de Bland-Altman relativo a medições efetuadas as cartas LEA convencionais e AV medida através da técnica do OP

Temos então uma diferença média entre as duas medições de $(-0,11 \pm 0,24 \text{ logMAR})$, o que representa uma diferença de cerca de uma linha de AV. Ou seja, podemos concluir que a plataforma informática desenvolvida fornece resultados aproximados aqueles que são medidos convencionalmente. É ainda possível que os pontos se encontram próximos da linha média, não existindo uma grande dispersão destes. Isto é importante, porque mesmo que quando formos medir a AV com a técnica do OP dê um valor diferente daquele que é a real AV do observador, sabemos em média qual a diferença.

Relação Erro Refrativo - AV (LEA - preto/branco) / AV (OP - “vanishing”) / AV (LEA - “vanishing”)

Neste campo podemos observar que todos os testes são sensíveis ao erro refrativo, ou seja, para todos os testes existe uma degradação do valor da AV conforme o erro refrativo vai aumentando. Esta degradação, no entanto, não é igual para todos os testes. Para os testes do OP e com os optótipos LEA convencionais observamos uma degradação quase idêntica com o

aumentar do erro refrativo. Já no que toca aos optótipos LEA em “vanishing”, a degradação é ligeiramente diferente.

Ficam em baixo os gráficos representativos das diferentes medições.

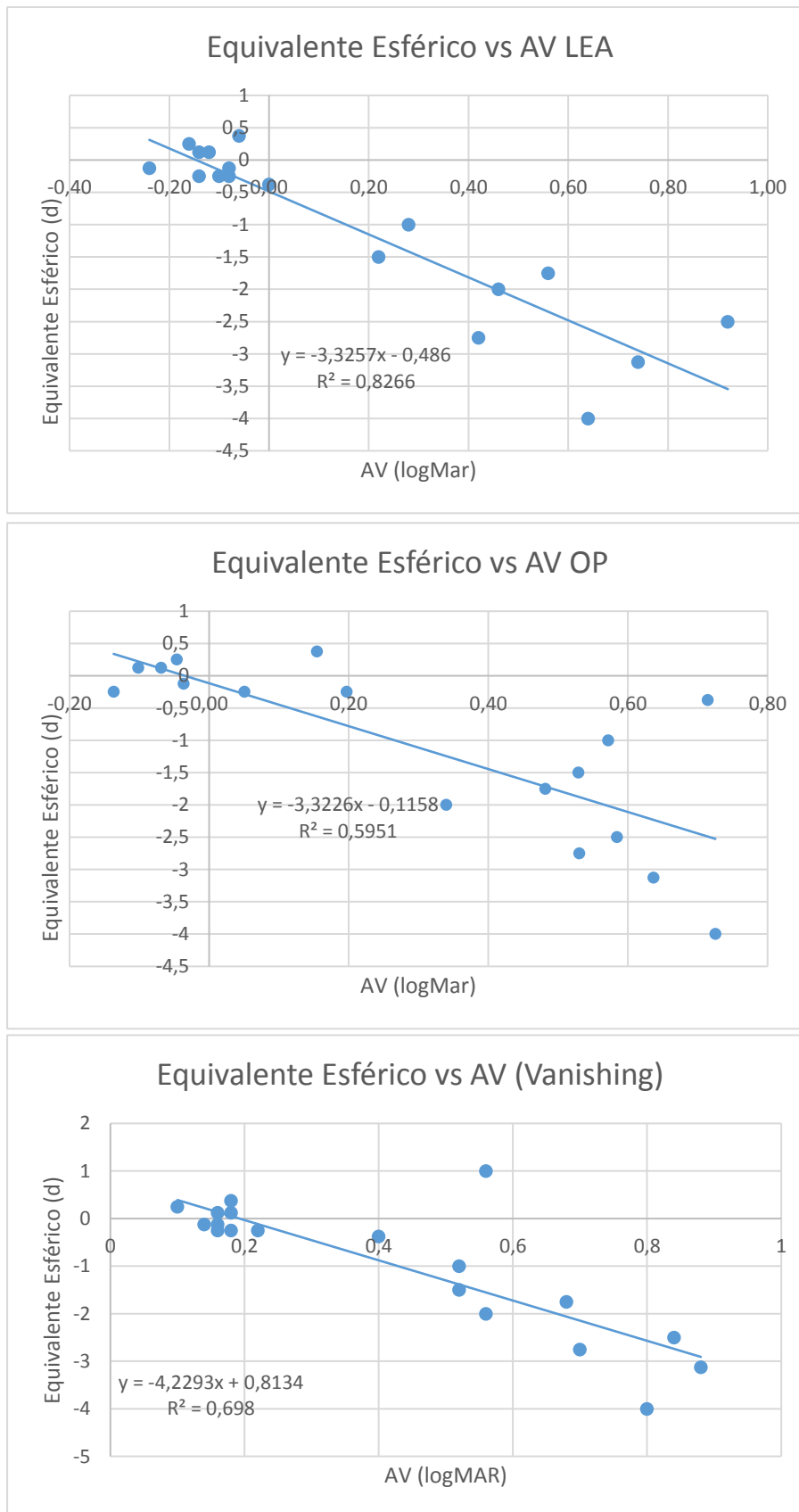


Figura 4.18 - Relação entre AV medida nos três diferentes testes e o erro refrativo em equivalente esférico

Como já tinha sido dito, e agora pode ser confirmado pelos gráficos, existe uma degradação da AV com o aumento do erro refrativo, em equivalente esférico, como era esperado. Pelos declives das retas é possível observar que a relação entre a degradação com optótipos LEA convencionais e a técnica do OP é muito semelhante. Ambas apresentam na reta da equação um declive de -3,3. Também a correlação de Pearson é aproximada para as duas, sendo de 0,91 para as cartas LEA e de 0,77 para a técnica do OP. Ambas se encontram aproximadamente no patamar da correlação forte, de acordo com a classificação de Pearson. Ou seja, isto significa que ambos os testes têm uma sensibilidade quase idêntica à desfocagem. Por sua vez, como já tinha sido dito, a degradação que acontece para as cartas LEA em “vanishing” é ligeiramente diferente, para já o declive da reta é de aproximadamente -4,2, o que indica que para a mesma desfocagem, o valor de AV dado por este teste vai ser melhor, ou seja, mais próximo de zero. O coeficiente de Pearson para estas cartas é de 0,83 o que também é indicador de uma correlação forte com o erro refrativo.

No seguinte gráfico podemos ver todas as retas juntas, para que seja possível ter uma perceção melhor do comportamento entre elas. A azul a linha que corresponde as medições com o OP está claramente próxima da linha laranja, que por sua vez corresponde as medidas realizadas com as cartas LEA convencionais. Esta proximidade confirma tudo o que foi dito anteriormente. Por último, a linha cinzenta equivale às medições efetuadas com os optótipos LEA em “vanishing”, estando esta linha claramente mais afastada das outras duas, principalmente para baixos erros refrativos.

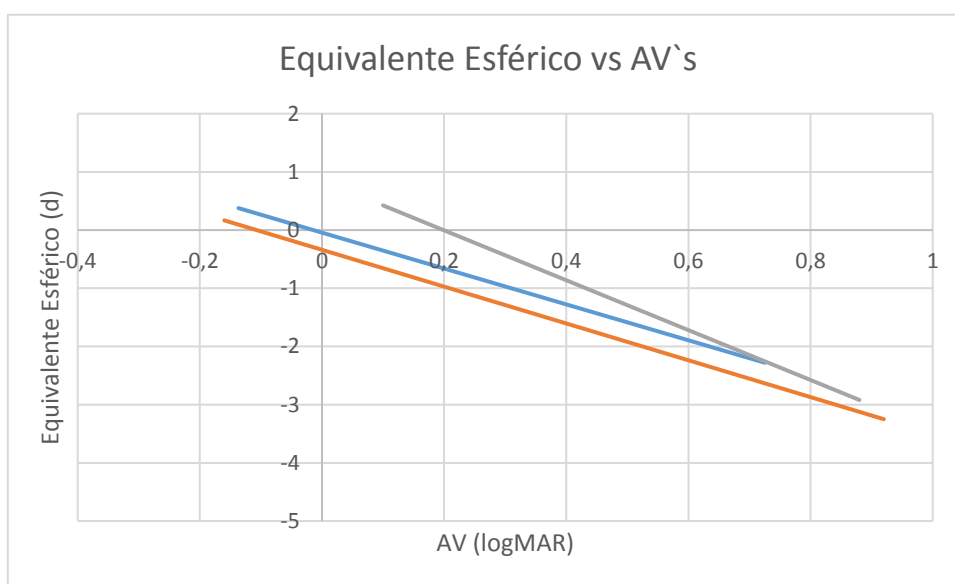


Figura 4.19 - Retas comparativas da relação entre o equivalente esférico as medições da AV com as três técnicas usadas no grupo dos controlos. Linha Azul - OP, Linha Laranja - LEA, Linha Cinzenta - LEA em “vanishing”

Repetibilidade

No que toca a repetibilidade, é possível concluir que a repetibilidade para as cartas LEA assume valores mais elevados do que a repetibilidade para a técnica do OP, como é demonstrado pelos R^2 que se encontram no gráfico.

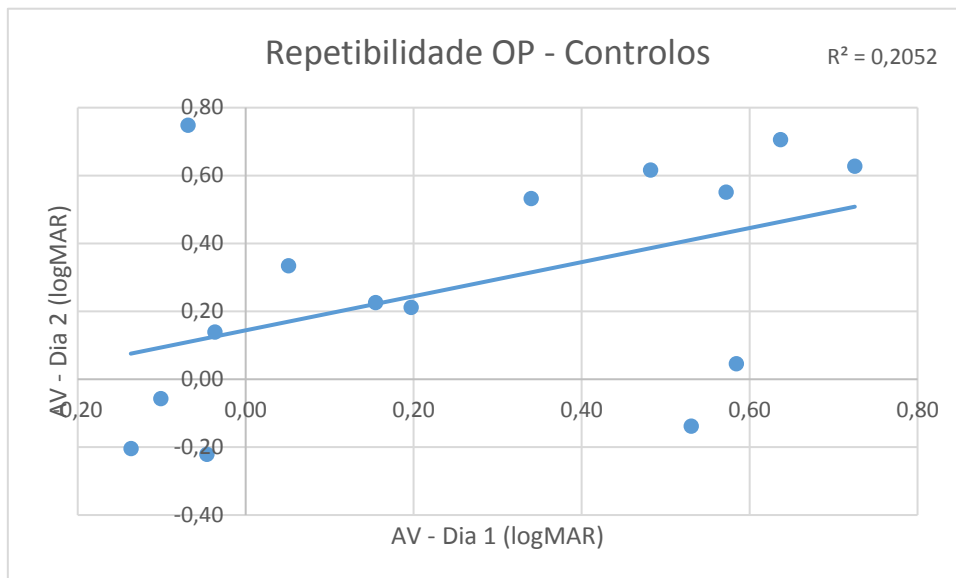


Figura 4.20 - Gráfico que analisa a Repetibilidade das medições feitas com a técnica do OP

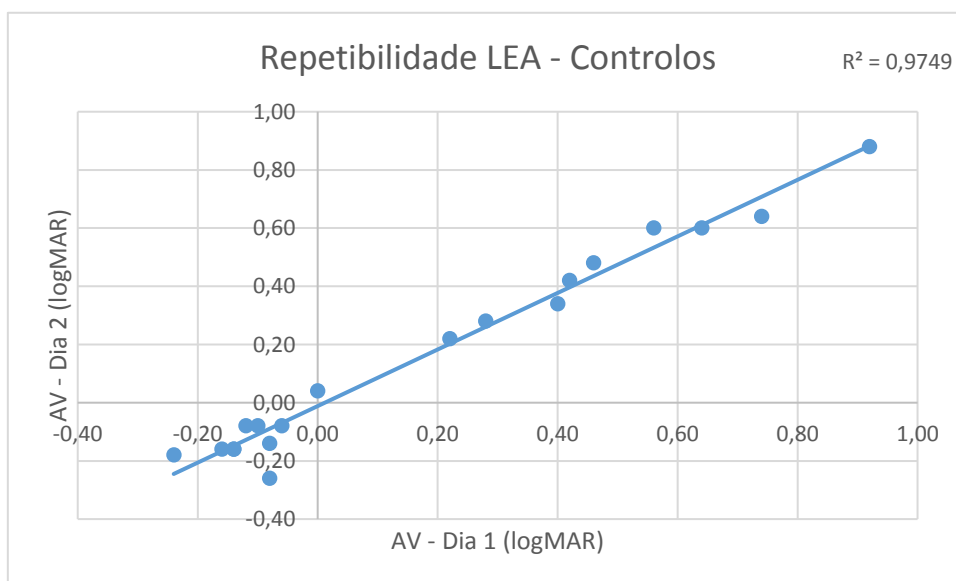


Figura 4.21 - Gráfico que analisa a Repetibilidade das medições feitas com as cartas LEA

Casos

Entrando agora no grupo dos casos, temos de seguida os gráficos de alguns indivíduos, pois não foi possível traçar uma curva sigmoidal para todos, dado a qualidade dos dados, no entanto, tal como acontecia no grupo dos controlos, é possível observar os RFT dos vários indivíduos com o respetivo ponto vermelho que indica a AV de cada sujeito. Em cima de cada gráfico é ainda possível observar o valor do R^2 , que nos indica a qualidade da curva traçada. Estes dados correspondem a primeira medida realizada a cada paciente, com o seu olho direito.

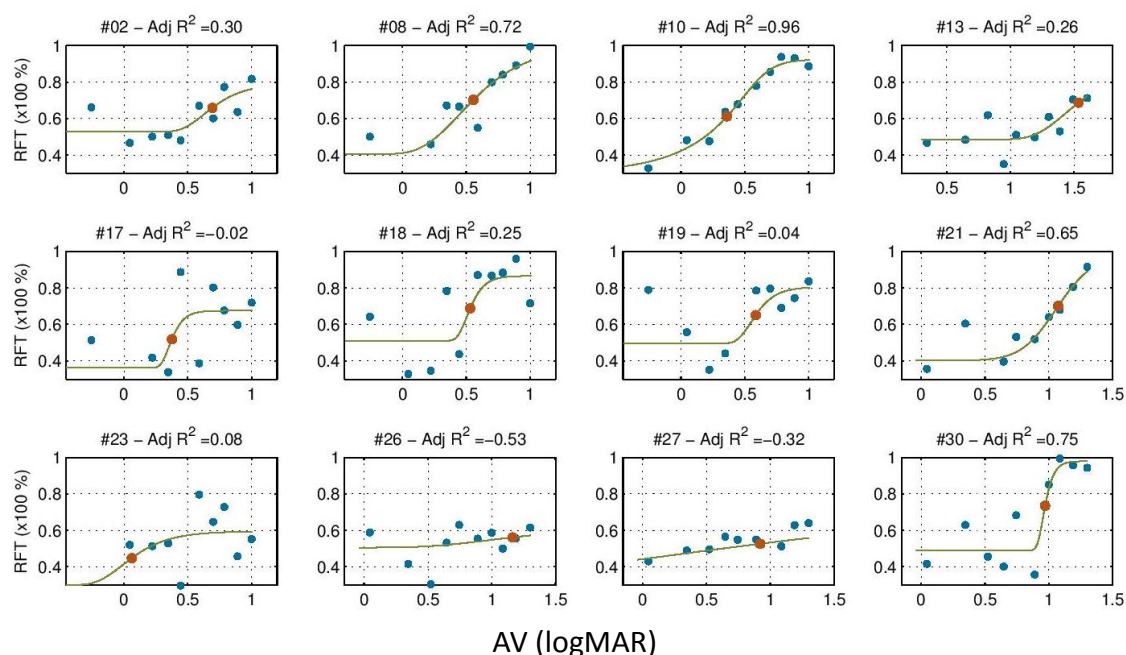


Figura 4.22 - Curvas sigmoidais de doze indivíduos analisado no grupo dos casos. Ponto a vermelho indica o valor da AV

O que cada ponto representa, o método de traçar a curva de Weibull e o método de obtenção do valor da AV é em tudo igual ao que foi feito no grupo dos controlos. Como já foi referido, só estão representados os gráficos dos indivíduos em que foi possível traçar uma curva de Weibull e consequentemente obter um valor de AV, no entanto, destes doze indivíduos, nem em todos foi possível obter dados da segunda realização do teste. Após isto podemos então passar a análise estatística dos indivíduos. É também importante refer que antes de se realizar o ajuste, os dados de cada indivíduo foram observados individualmente de modo a remover TRF`s calculados a partir de observações de má qualidade.

Relação AV (LEA - preto/branco) - AV (OP - “vanishing”)

Ao comparar a relação entre as cartas LEA e o teste do OP, concluímos que o ICC é de 0,774, o que curiosamente é um valor superior ao ICC entre estas duas medidas no grupo dos controlos, ou seja, existe uma maior correlação neste tipo de população.

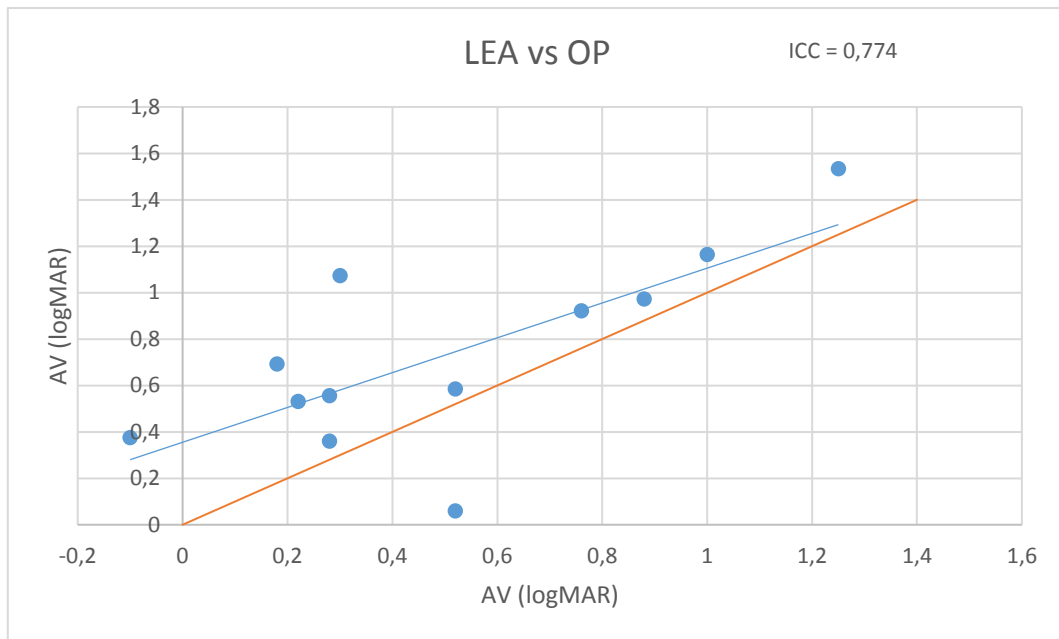


Figura 4.23 - Relação entre AV medida com as cartas LEA convencionais e AV medida com a técnica do OP

Portanto, podemos então constatar que existe uma boa relação entre aquilo que é medido com optótipos LEA convencionais e com a técnica do OP corrida na plataforma informática desenvolvida. A linha que se pode observar a laranja representa aquilo que seria uma relação ideal, como é possível observar as linhas estão próximas, o que indica que a correlação existente é boa.

Quando comparamos os valores de AV obtidos para cada uma das técnicas chegamos à conclusão que existem em média uma diferença de 0,20 logMAR entre as medidas, ou seja, um indivíduo com DI que faça as duas medições vai ter em média uma diferença de 0,20 logMAR entre as duas, o que corresponde a duas linhas de AV. Esta informação é demonstrada pelo seguinte gráfico de Bland-Altman:

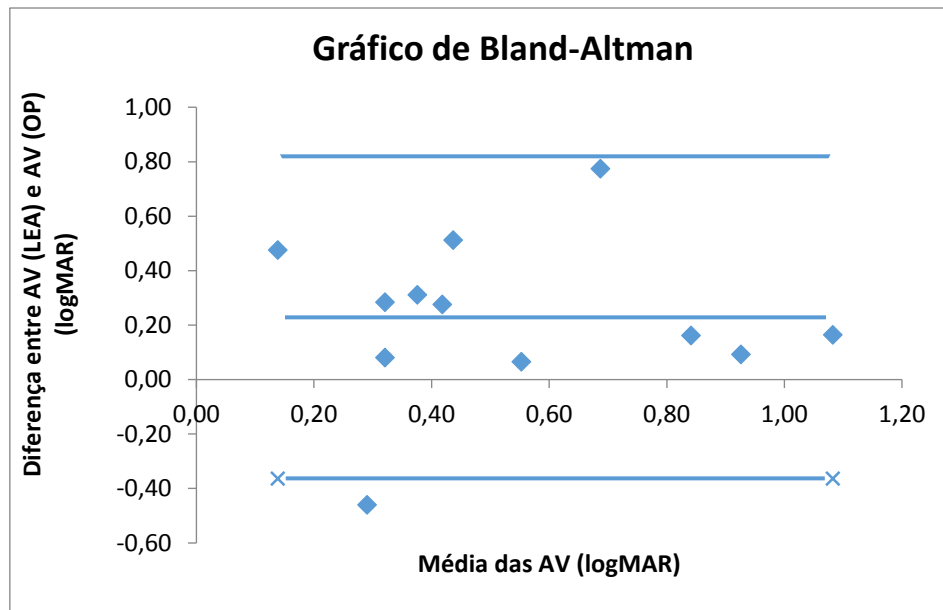


Figura 4.24 - Gráfico de Bland-Altman relativo a medições efetuadas as cartas LEA convencionais e AV medida através da técnica do OP

A diferença média entre as duas medições é então de 0,23 logMAR. É possível observar que maior parte dos pontos se encontra na linha da diferença média. Portanto, para maior parte dos indivíduos, estamos perante uma boa correlação entre as medições feitas com as cartas LEA e a plataforma informática.

Relação Erro Refrativo - AV (LEA - preto/branco) / AV (OP - “vanishing”)

No que toca a relação entre o erro refrativo, em equivalente esférico e os valores obtidos para a AV, podemos concluir que também para este tipo de população, nos indivíduos em que foi possível analisar, ambos os testes são sensíveis ao erro refrativo.

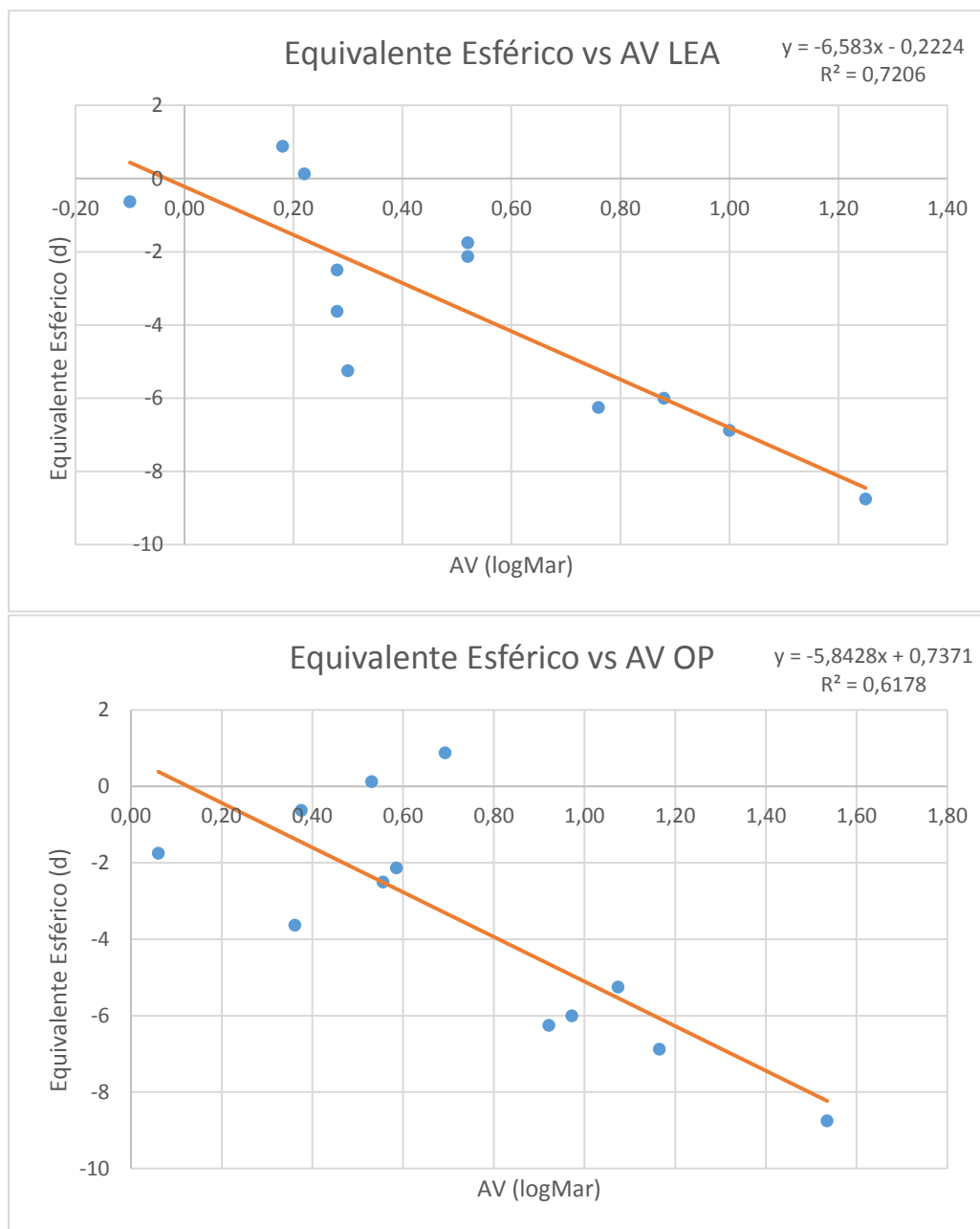


Figura 4.25 - Relação entre AV medida nos dois diferentes testes e o erro refrativo em equivalente esférico

Como é possível observar, com o aumento do erro refrativo, existe também uma degradação da AV. No entanto, é também possível verificar que esta degradação não é igual para os dois métodos. Nas cartas LEA, existe uma maior queda do valor da AV, quando comparado com o uso da técnica do OP. Isto significa, portanto, que as cartas LEA têm uma maior sensibilidade á desfocagem do que a técnica do OP corrida na plataforma. Neste caso

os declives são ligeiramente diferentes, sendo que para as cartas LEA é de -6,58 e para atécnica do OP é de -5,84.

No entanto, a correlação de Pearson é maior para as cartas LEA ($R= 0,85$) do que para a técnica do OP ($R= 0,78$). Ambos os coeficientes são considerados uma relação forte, de acordo com o critério de Pearson.

Repetibilidade

Por último, no que toca a repetibilidade, podemos concluir que para a medição com cartas LEA, a repetibilidade é ligeiramente inferior ao grupo dos casos, porem, na técnica do OP, o valor desta aumenta consideravelmente em relação ao grupo dos controlos. No entanto, também para este grupo o ICC entre os dois dias é maior para as cartas LEA (0,947 vs 0,879)

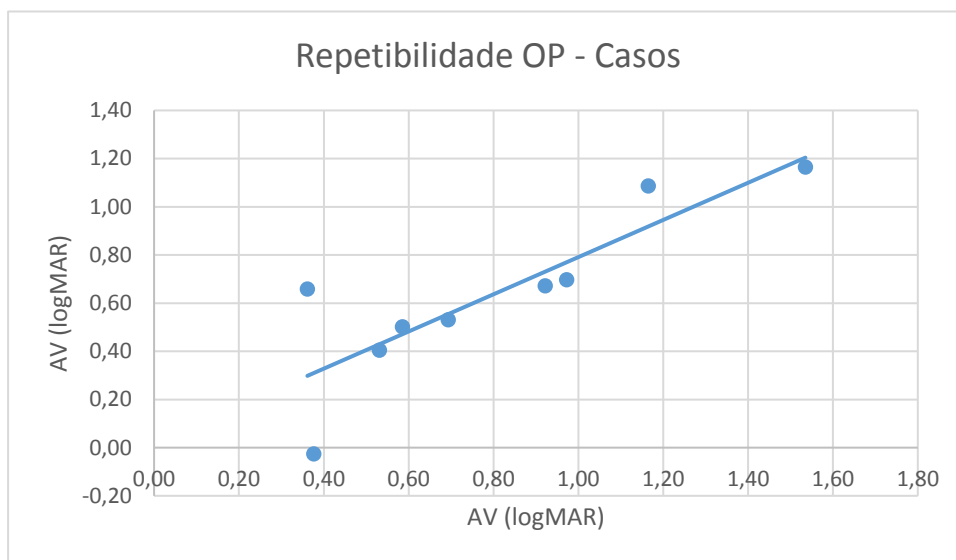


Figura 4.26 - Gráfico que analisa a repetibilidade da técnica do OP para uma população com DI

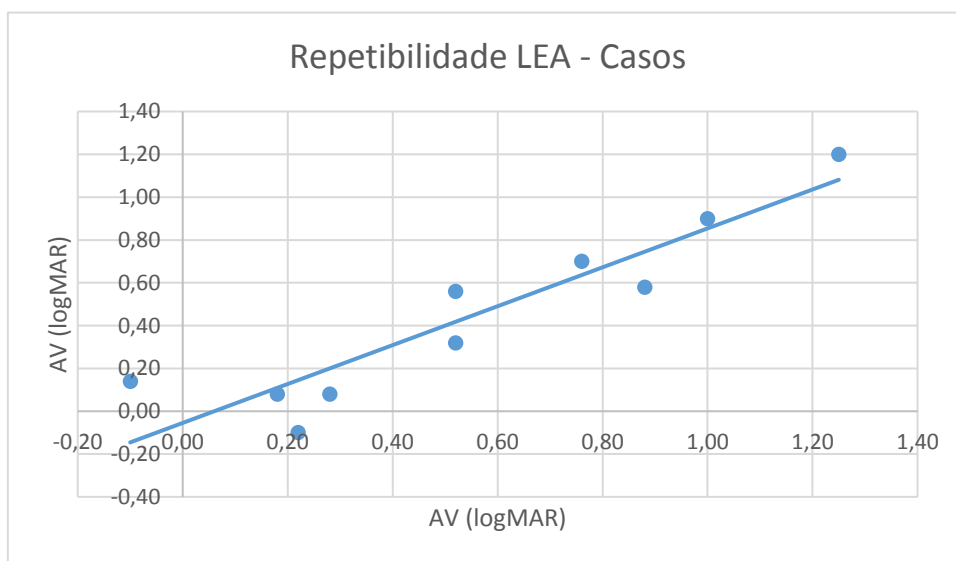


Figura 4.27 - Gráfico que analisa a repetibilidade das cartas LEA para uma população com DI

Outro aspeto importante de analisar é ver o desempenho dos indivíduos com DI na técnica do OP consoante o seu grau de deficiência. Segundo a OMS, a DI pode ser classificada em leve, moderada, severa ou profunda. A relação entre o número total de indivíduos que inicialmente entraram no estudo (31 indivíduos) e aqueles em que foi possível extrair dados (12 indivíduos), foi a seguinte:

Tabela 4.3 - Tabela que relaciona o grau de DI com o sucesso nas medições da AV através da técnica do OP

Grau de Deficiência	Quantidade total de indivíduos	Indivíduos em que foi possível obter um valor de AV	Percentagem (%)
Leve	11	8	72,7
Moderado	13	3	23,1
Severo	6	1	16,7
Profundo	1	0	0

4.3.5 - Conclusão

Controlos

Na primeira parte desta experiência, no grupo dos controlos foi possível retirar várias conclusões.

É possível observar pelos gráficos dos RFT que o mecanismo usado consegue traçar um bom ajuste a partir dos RFT`s obtidos.

A primeira conclusão a retirar é a de que a plataforma informática em que é corrido o teste do OP funciona numa população normal. Apenas um indivíduo não pode entrar na experiência devido a sua elevada miopia. Este é um dos problemas do sistema, dado que existem limitações ao nível do tamanho dos estímulos visuais que é possível produzir. No entanto, este problema pode ser facilmente contornado com a aproximação do ecrã ao paciente.

No que toca à relação com o equivalente esférico, é possível verificar que as cartas LEA têm uma sensibilidade muito parecida em relação à técnica do OP, sendo isto mostrado pela semelhança entre os declives das retas, existindo, portanto, uma boa correlação entre as duas medidas. A correlação de Pearson diz-nos ainda que as cartas LEA ($R=0,91$) tem uma maior correlação com o equivalente esférico em relação a técnica do OP ($R=0,77$). Isto deve-se ao fato de que a técnica do OP avalia a AV de deteção enquanto que as cartas LEA avaliam a AV de discriminação. No entanto, apesar das diferenças, é notório que ambas têm uma correlação forte, de acordo com o critério de Pearson.

Porém, devido ao aproximar dos valores das correlações é possível concluir através do gráfico de Bland-Altman que a diferença média entre as medições feitas através das duas técnicas distintas é de apenas -0,11 logMAR. Este valor equivale aproximadamente a uma linha de AV. Isto significa que quando um dado observador realizar os dois testes, a diferença de pontuações entre eles, vai ser em média de -0,11 logMAR. Esta diferença é inferior aquela encontrada quando realizamos medições com as cartas LEA em “vanishing”, significando, portanto, que a técnica do OP apresenta uma melhor correlação com as cartas LEA do que apresentam as cartas LEA em “vanishing”.

No que toca ao ICC existente entre as várias técnicas de medição de AV executadas nesta população é possível observar que quando comparamos a medição através do uso das cartas LEA e da técnica do OP temos um ICC de 0,735, por sua vez, ao comparamos o uso das cartas LEA em “vanishing” e a técnica do OP o ICC aumenta para 0,799. Esta diferença é explicada devido ao fato de que os estímulos visuais usados na técnica do OP são estímulos “vanishing”, embora também neste caso estejamos a medir dois tipos de AV diferente, a de deteção e a de discriminação.

Por último, no que toca a repetibilidade das medidas, é possível concluir que o ICC para as cartas LEA é de 0,987 enquanto que para a técnica do OP é de 0,467. Isto acontece porque em alguns indivíduos não foi possível obter uma medida válida através da técnica do OP. Também em alguns casos o valor obtido para a AV tem um R^2 muito baixo, o que indica que a fiabilidade dessa medida é reduzida. Esta má qualidade do valor do R^2 pode estar relacionada com distrações da pessoa ao longo do teste ou comportamentos característicos ao efetuar o teste do OP.

Em resumo, a técnica do OP corrida na plataforma informática tem uma boa correlação com o equivalente esférico e com o que é medido através do uso das cartas LEA. Apenas um indivíduo foi excluído devido a alta miopia, problema este que pode ser resolvido com a aproximação do ecrã ao paciente. Portanto, é possível afirmar que numa população normal, este sistema funciona bem e pode ser usado.

Conclusão - Casos

Quando tentamos perceber a influência do grau de DI no funcionamento da técnica do OP é notório que em graus de DI mais baixos, o sistema funciona bem, dado que em cerca de 73% dos indivíduos que possuem um baixo grau de DI foi possível obter resultados fiáveis. No entanto, com o aumentar do grau de deficiência é de constatar que o sistema deixa de funcionar bem.

É possível observar pelos gráficos dos RFT que o mecanismo usado consegue traçar um ajuste a partir dos RFT`s obtidos para alguns dos indivíduos. Dos 31 indivíduos analisados, para o olho direito, foi possível avaliar traçar um ajuste em doze deles (38,7%). Nos restantes, a qualidade dos dados obtidos não era suficientemente boa para que fosse possível delinear um patamar inferior e superior e consequentemente traçar um ajuste.

É possível constatar que a plataforma informática em que é corrido o teste do OP funciona apenas em alguns indivíduos com DI. No entanto, não foram só estes doze que conseguiram realizar o teste do início ao fim. Vinte e dois indivíduos dos trinta e um (70,9 %) realizaram o teste do início ao fim. O que acontece é que devido às limitações de atenção destes, apenas alguns conseguiram fazer o teste bem. De salientar ainda que dos nove indivíduos que não conseguiram completar o teste, oito deles também não conseguiram realizar o teste convencional com as figuras LEA. Ou seja, dos trinta e um indivíduos analisados, apenas um fez o teste do modo convencional sem conseguir completar o teste do OP.

No que toca à relação com o equivalente esférico, é possível verificar que as cartas LEA, tal como acontecia no grupo dos controlos, têm uma menor sensibilidade em relação à técnica do OP. A correlação de Pearson diz-nos ainda que as cartas LEA ($R=0,85$) tem uma maior correlação com o equivalente esférico em relação a técnica do OP ($R=0,78$). Também aqui, tal como no grupo dos controlos, este fenómeno deve-se ao fato de que a técnica do OP avalia a AV de deteção enquanto que as cartas LEA avaliam a AV de discriminação. No entanto a diferença é de apenas 0,10 dado que como é sabido, os optótipos “vanishing” que são usados no teste do OP tem a característica de aproximar as AV`s de deteção e de discriminação. Apesar destes valores serem inferiores ao grupo dos controlos, é considerada uma correlação moderada.

O gráfico de Bland-Altman que a diferença média entre as medições feitas através das duas técnicas distintas é de 0,20 logMAR. Este valor equivale aproximadamente a duas linhas de AV. Como foi mencionado no parágrafo anterior esta diferença é devido ao tipo de AV que cada um dos testes analisa. Este gráfico permite-nos ainda concluir que existe um ponto fora do intervalo de confiança de 95%, sendo, portanto, considerado um outlayer,

existindo ainda outro ponto no limite deste intervalo. A explicação destes pontos está relacionada com distrações da pessoa, distrações estas que se acentuam em indivíduos com DI durante o teste. À exceção destes dois pontos, é possível observar que os restantes se encontram bastante próximos da linha média, o que demonstra a consistência existente entre estas duas medidas.

No que toca ao ICC existente entre as duas técnicas de medição de AV executadas nesta população é possível observar que quando comparamos a medição através do uso das cartas LEA e da técnica do OP temos um ICC de 0,774. Ou seja, apesar de existir uma diferença média entre as duas medições, é possível constatar que existe uma boa correlação entre as duas medidas e que estas se aproximam.

Analisando a repetibilidade das medidas, é possível concluir que o ICC para as cartas LEA é de 0,947 enquanto que para a técnica do OP é de 0,879. Nesta população, estes ICC aproximam-se o que é positivo, mostrando que o teste do OP tem uma boa repetibilidade que se aproxima aquela encontrada nas medições do dia-a-dia neste tipo de população. De salientar ainda que nem todos os doze indivíduos entram para a estatística da repetibilidade, dado que apenas dez deles obtiveram resultados possíveis de analisar na segunda medição.

Em resumo, para uma população com DI, a técnica do OP executada na plataforma informática tem uma boa correlação com o equivalente esférico e com o que é medido através do uso das cartas LEA, o que é bastante importante. Existe ainda uma boa repetibilidade, o que confirma a viabilidade do uso desta plataforma neste tipo de população. No entanto, não se pode deixar de constatar que para esta análise entraram apenas doze indivíduos, sendo que com um maior número de indivíduos seria possível obter resultados mais conclusivos. Também é notório que dentro destes doze indivíduos, praticamente todos têm grau de deficiência leve, não funcionando bem o sistema em indivíduos com deficiência mais acentuada.

Portanto, é possível afirmar que numa população com DI, em deficiências menos profundas, este sistema funciona bem e pode ser usado. Para as restantes deficiências tem ainda de ser melhorado.

A capacidade de manter a atenção neste tipo de população é um fator crítico. Apesar do OP ser um teste intuitivo, na medida em que os indivíduos têm automaticamente tendência a procurar a superfície homogénea, é importante referir que neste tipo de população, a explicação e instrução para o teste é bastante importante. Para captar a atenção destes indivíduos o teste foi apresentado como um jogo, tendo sido dadas instruções claras sobre o que deveriam fazer, exemplificando no ecrã o que iria acontecer durante o teste. O uso deste teste numa população com DI vai requerer sempre instruções simples.

Casos vs Controlos

Tabela 4.4 - Tabela que compara as medições feitas numa população normal e numa população com DI

	Casos	Controlos
Numero inicial de indivíduos	31	20
Número de indivíduos que conseguiram realizar o teste	22 (71%)	20 (100%)
Número de indivíduos em que foi possível traçar um ajuste e obter um valor de AV	12 (38,7%)	17 (85%)
Numero de indivíduos em que foi possível repetir o teste	10 (32,3%)	17 (85%)
ICC (LEA vs OP)	0,735	0,774
Correlação Eq. Esférico - AV (OP)	0,62	0,59
ICC (Repetibilidade OP)	0,88	0,47

Com isto, podemos concluir o seguinte: A plataforma desenvolvida funciona muito bem em indivíduos com DI, dado que, para os que foi possível analisar, os resultados foram bastante positivos, mais positivos até do que para ara indivíduos normais, como se pode observar nos últimos três parâmetros analisados na anterior tabela. No entanto, para indivíduos normais, funciona em maior escala, sendo este o maior problema a ultrapassar. No entanto, o potencial desta plataforma é muito bom.

Capítulo 5 - Conclusões Finais e Trabalhos Futuros

Na primeira experiência, foi demonstrado que existe uma melhoria da AV com o tempo de exposição aos estímulos visuais. Pelo qual, é muito importante ter isto em atenção quando se realizam testes que envolvem apresentação, como é o caso do teste do OP. Uma precipitação na quantidade de tempo que é apresentado o estímulo pode levar a resultados falseados.

Na segunda experiência, é possível concluir que as figuras LEA apresentam uma variabilidade reduzida entre elas. Tem de existir uma detetabilidade idêntica nos estímulos visuais que são apresentados ao longo das várias medições, porque contrariamente, podem surgir variações nos valores da AV medidos, devido à variabilidade existente.

Na terceira experiência ficou provado que a plataforma informática que corre o teste do OP funciona numa população sem qualquer tipo de deficiência, apresentando resultados fiáveis para maior parte dos indivíduos. Por sua vez, a mesma plataforma quando testada numa população com DI também funcionou, no entanto, a fidelidade dos resultados foi mais reduzida quando comparados com de uma população normal.

Para uma população normal, esta experiência demonstrou ainda uma boa correlação entre as medições feitas com as cartas LEA e aquelas feitas através do teste do OP na plataforma referida. Existe, no entanto, uma sobrestimação dos resultados, que se deve ao fato de que o teste do OP mede a AV de deteção, enquanto que as cartas LEA avaliam a AV de discriminação. Apesar disto, a diferença média entre estas duas técnicas foi de $-0,11 \log\text{Mar}$, o que corresponde a aproximadamente uma linha de AV.

Para a população com DI, foi possível verificar que para graus de DI mais leves, é possível obter valores de AV fiáveis, ao contrário do que acontece em deficiências mais profundas. Em alguns indivíduos não foi possível avaliar a AV através da técnica do OP devido ao seu grau de DI mais profundo. No entanto, naqueles que foi possível medir, existiu também uma boa correlação nas medidas feitas com as cartas LEA. Existe ainda uma correlação moderada entre o equivalente esférico e a AV medida através da técnica do OP. A repetibilidade da técnica do OP foi elevada, sendo até melhor do que para uma população normal.

Ainda que os testes de OP tenham sido sempre usados ao longo do tempo para avaliar a AV em indivíduos com incapacidade de verbalizar respostas, o uso desta plataforma permite

algumas melhorias, dado que é um teste que não depende nem do critério nem da experiência do observador. Além disso, a adaptação efetuada com a substituição das redes quadradas por optótipos vanishing permite reduzir a diferença entre a AV medida com esta técnica e a AV medida com cartas LEA.

Porém, existem ainda melhorias a fazer. A facilidade com que os indivíduos com DI perdem a atenção ao longo do teste foi o principal obstáculo encontrado, pelo qual, usar um ecrã maior, aproximar este dos indivíduos ou de algum modo tornar o teste mais interessante são os alguns pontos a melhorar. Noutra campo do processo, a métrica usada para obtenção dos valores de AV pode ter de ser revista. Dado o reduzido intervalo de atenção em grande parte desta população, pode ser necessário reduzir o tempo de exposição aos estímulos e se isso suceder, o método usado nesta dissertação, o RFT, pode não ser o mais indicado. Com isto será necessário outro método para obter um valor para a AV.

Mesmo os indivíduos com DI conseguiram manter a cabeça fixa na mentoneira durante todo o teste, pelo qual, este aspeto, não é para já uma preocupação imediata.

Fatores como intervalo de atenção, movimentos oculares em indivíduos com DI, distancia ao ecrã entre outros podem ser explorados em estudos futuros de modo a melhorar os resultados para os casos mais severos. O potencial desta plataforma não deve ser desperdiçado, mas sim aprofundado.

Referências Bibliográficas

1. Plainis S, Kontadakis G, Feloni E, Giannakopoulou T, Tsilimbaris MK, Pallikaris IG, et al. Comparison of visual acuity charts in young adults and patients with diabetic retinopathy. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. 2013;90(2):174-8.
2. Mackie RT, McCulloch DL. Assessment of visual acuity in multiply handicapped children. *The British journal of ophthalmology*. 1995;79(3):290-6.
3. Teller DY, Morse R, Borton R, Regal D. Visual acuity for vertical and diagonal gratings in human infants. *Vision research*. 1974;14(12):1433-9.
4. Sturm V, Cassel D, Eizenman M. Objective Estimation of Visual Acuity with Preferential Looking. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2011;52(2):708-13.
5. Atkinson J, Braddick O, Pimmsmith E. Preferential Looking for Monocular and Binocular Acuity Testing of Infants. *Brit J Ophthalmol*. 1982;66(4):264-8.
6. Chandna A, Pearson CM, Doran RML. Preferential Looking in Clinical-Practice - a Years Experience. *Eye*. 1988;2:488-95.
7. Chandna A, Karki C, Davis J, Doran RM. Preferential looking in the mentally handicapped. *Eye (Lond)*. 1989;3 (Pt 6):833-9.
8. McDonald MA, Dobson V, Sebris SL, Baitch L, Varner D, Teller DY. The acuity card procedure: a rapid test of infant acuity. *Investigative ophthalmology & visual science*. 1985;26(8):1158-62.
9. Lowery JP, Hayes JR, Sis M, Griffith A, Taylor D. Pacific acuity test: testability, validity, and interobserver reliability. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. 2014;91(1):76-85.
10. Clifford-Donaldson CE, Haynes BM, Dobson V. Teller Acuity Card norms with and without use of a testing stage. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2006;10(6):547-51.
11. Adoh TO, Woodhouse JM, Oduwaiye KA. The Cardiff Test: a new visual acuity test for toddlers and children with intellectual impairment. A preliminary report. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. 1992;69(6):427-32.
12. Alves JS, P.M.; Fiadeiro, P.T. Avaliação Objetiva da Acuidade Visual 2015.
13. Shah N, Dakin SC, Redmond T, Anderson RS. Vanishing Optotype acuity: repeatability and effect of the number of alternatives. *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians*. 2011;31(1):17-22.
14. Shah N, Dakin SC, Anderson RS. Effect of Optical Defocus on Detection and Recognition of Vanishing Optotype Letters in the Fovea and Periphery. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2012;53(11):7063-70.
15. Demirel S, Anderson RS, Dakin SC, Thibos LN. Detection and resolution of vanishing optotype letters in central and peripheral vision. *Vision research*. 2012;59:9-16.
16. Frisen L. Vanishing optotypes. New type of acuity test letters. *Archives of ophthalmology*. 1986;104(8):1194-8.
17. Anderson RS, Ennis FA. Foveal and peripheral thresholds for detection and resolution of vanishing optotype tumbling E's. *Vision research*. 1999;39(25):4141-4.

18. Mackie RT, Saunders KJ, Day RE, Dutton GN, McCulloch DL. Visual acuity assessment of children with neurological impairment using grating and vanishing optotype acuity cards. *Acta ophthalmologica Scandinavica*. 1996;74(5):483-7.
19. Johansen A, White S, Waraisch P. Screening for visual impairment in older people: validation of the Cardiff Acuity Test. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2003;36(3):289-93.
20. Koskin SA, Boiko EV, Sobolev AF, Shelepin YE. Mechanisms of recognition of the outlines of "vanishing" optotypes. *Neuroscience and behavioral physiology*. 2007;37(1):59-65.
21. Jones D, Westall C, Averbeck K, Abdolell M. Visual acuity assessment: a comparison of two tests for measuring children's vision. *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians*. 2003;23(6):541-6.
22. Vision in Preschoolers Study G. Preschool visual acuity screening with HOTV and Lea symbols: testability and between-test agreement. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. 2004;81(9):678-83.
23. Dobson V, Clifford-Donaldson CE, Miller JM, Garvey KA, Harvey EM. A comparison of Lea Symbol vs ETDRS letter distance visual acuity in a population of young children with a high prevalence of astigmatism. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2009;13(3):253-7.
24. McAnany JJ. The effect of exposure duration on visual acuity for letter optotypes and gratings. *Vision research*. 2014;105:86-91.
25. Heinrich SP, Kruger K, Bach M. The effect of optotype presentation duration on acuity estimates revisited. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Ophthalmologie*. 2010;248(3):389-94.
26. Ehlers H. On visual velocity. *Acta ophthalmologica*. 1948;26(2):115-21.
27. Howland B, Ginsburg A, Campbell F. High-pass spatial frequency letters as clinical optotypes. *Vision research*. 1978;18(8):1063-6.
28. Nachmias J. Effect of Exposure Duration on Visual Contrast Sensitivity with Square-Wave Gratings. *J Opt Soc Am*. 1967;57(3):421-&.
29. Manny RE, Hussein M, Gwiazda J, Marsh-Tootle W, Group CS. Repeatability of ETDRS visual acuity in children. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2003;44(8):3294-300.
30. Siderov J, Tiu AL. Variability of measurements of visual acuity in a large eye clinic. *Acta ophthalmologica Scandinavica*. 1999;77(6):673-6.
31. Katz G, Lazcano-Ponce E. Intellectual disability: definition, etiological factors, classification, diagnosis, treatment and prognosis. *Salud publica de Mexico*. 2008;50 Suppl 2:s132-41.
32. Karadag R, Yagci R, Erdurmus M, Keskin UC, Aydin B, Durmus M. Ocular findings in individuals with intellectual disability. *Canadian journal of ophthalmology Journal canadien d'ophtalmologie*. 2007;42(5):703-6.
33. Akinçi A, Oner O, Bozkurt OH, Guven A, Degerliyurt A, Munir K. Refractive errors and ocular findings in children with intellectual disability: a controlled study. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2008;12(5):477-81.
34. Ageranioti-Belanger S, Brunet S, D'Anjou G, Tellier G, Boivin J, Gauthier M. Behaviour disorders in children with an intellectual disability. *Paediatrics & child health*. 2012;17(2):84-8.

35. Thomson A, Maltezos S, Paliokosta E, Xenitidis K. Amphetamine for attention deficit hyperactivity disorder in people with intellectual disabilities. The Cochrane database of systematic reviews. 2009(1):CD007009.
36. Luntinen O, Rovamo J, Nasanen R. Modelling the increase of contrast sensitivity with grating area and exposure time. *Vision research*. 1995;35(16):2339-46.

Anexos

Anexo I - Parecer da Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde

Anexo II - Consentimento informado apresentado aos indivíduos que fizeram parte do grupo dos controlos

Anexo III - Consentimento informado apresentado aos encarregados de educação dos indivíduos que fizeram parte do grupo dos casos



PARECER

Processo: CE-FCS-2015-009

Tema Projecto/Proponente: Pedido de alteração ao projecto “Medição Objectiva da Acuidade Visual” – Exmo. Senhor Prof. Doutor Paulo Fiadeiro

Exmo. Sr. Presidente da Faculdade de Ciências da Saúde

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

Covilhã, 29 de Junho de 2016

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





Universidade da Beira Interior
Faculdade de Ciências da Saúde



Carta explicativa para obtenção do consentimento relativo a estudo de avaliação objetiva da acuidade visual.

Entregar ao voluntário

Exmo. (a). Sr. (a)., vimos por este meio solicitar a sua participação num trabalho de investigação no âmbito de uma dissertação de mestrado de Optometria em Ciências da Visão, que tem como objetivo medir a capacidade de resolução de estímulos visuais (acuidade visual) mediante a utilização de uma plataforma informática criada por investigadores e posteriormente adaptada. Para tal, se concordar em participar no estudo, ser-lhe-á solicitado que observe diferentes estímulos visuais (figuras infantis) de diferentes tamanhos, mostrados num ecrã de computador ou impressos em papel. A duração estimada do teste é de 30 minutos.

Informamos V.Exa. que a participação é voluntária, os testes a efetuar são indolores, não invasivos, e sem quaisquer complicações ou riscos e também a recolha dos dados é anónima.

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

Não existem compensações relativamente à participação no estudo, como não haverá despesas na realização dos testes.

A investigação será realizada pelo Prof. Doutor Pedro Miguel Fernandes da Nave Serra, docente do 1º ciclo de Optometria em Ciências da Visão da Faculdade de Ciências da Saúde da UBI e pelo Dr. André Filipe Ferreira Machado, licenciado em Optometria - Ciências da visão pela UBI, com o auxílio e supervisão do Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro, docente do 2º ciclo de Optometria em Ciências da Visão da Faculdade de Ciências da da UBI.

Em caso de dúvidas ou esclarecimentos sobre o projeto de investigação em curso poderá contactar por correio eletrónico o Prof. Doutor Pedro Serra (pedroserra@ubi.pt), o Dr. André Machado (andre67machado@gmail.com) ou telefone (963 787 714), ou ainda o Prof. Doutor Paulo Fiadeiro (fiadeiro@ubi.pt).

✂

Declaração de consentimento livre e informado

Entregar ao examinador

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 a minha participação neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Ficou claro que a minha participação é isenta de benefícios e de despesas. Desta forma, autorizo a minha participação 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)



(Preencher o Examinador)

Covilhã, ___ / ___ / _____



Universidade da Beira Interior
Faculdade de Ciências da Saúde



Carta explicativa para obtenção do consentimento relativo a estudo de avaliação objetiva da acuidade visual em pessoas com deficiência intelectual

Entregar ao voluntário

Exmo. (a). Sr. (a). Encarregado de educação, vimos por este meio solicitar a participação do seu educando num trabalho de investigação no âmbito do mestrado de Optometria em Ciências da Visão. Este trabalho tem como objetivo medir a capacidade de pessoas com deficiência intelectual em ver figuras de vários tamanhos, permitindo assim caracterizar o estado visual da pessoa. Os testes irão ser feitos com recurso a uma técnica desenvolvida pelos investigadores que se baseia na apresentação de figuras num computador.

Informamos V.Exa. que a participação é voluntária, os testes a efetuar são indolores, não invasivos, e sem quaisquer complicações ou riscos e também a recolha dos dados é anónima.

Agradecemos a participação do seu educando no estudo e informamos que poderá desistir da participação nesta investigação a qualquer altura por qualquer motivo

Não existem compensações relativamente à participação no estudo, como não haverá despesas na realização dos testes.

A investigação será realizada pelo Prof. Doutor Pedro Miguel Fernandes da Nave Serra, docente da Faculdade de Ciências da Saúde da UBI e pelo Dr. André Filipe Ferreira Machado, licenciado em Optometria - Ciências da visão pela UBI, com a colaboração do Prof. Doutor Paulo Torrão Fiadeiro, docente da Faculdade de Ciências da UBI.

Em caso de dúvidas ou esclarecimentos sobre o projeto de investigação em curso contactar o Prof. Doutor Pedro Serra por correio electrónico (pedroserra@ubi.pt) ou telefone (938528199), o Dr. André Machado por correio electrónico (andre67machado@gmail.com).

✂

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 que o meu educando participe neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Ficou claro que a participação do meu educando é isenta de benefícios e de despesas. Desta forma, autorizo a participação do meu educando neste estudo e permito a utilização dos dados, com base nas garantias de confidencialidade e anonimato que me foram apresentadas pelos investigadores.

Entregar ao examinador

(Assinatura do responsável)

(Assinatura do encarregado de educação)

2
(Preencher o Examinador)

Covilhã, ___ / ___ / _____