



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA

ANDREA GONDIM LEITÃO SARMENTO

**Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel
(DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para determinação
da Escavação Papilar**

Recife
2018

ANDREA GONDIM LEITÃO SARMENTO

**Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel
(DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para determinação
objetiva da Escavação Papilar**

Tese apresentada ao Departamento de Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Cirurgia.

Área de concentração: Oftalmologia

Orientador: Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira¹

Co-orientador: Adriano Augusto de Moraes Sarmiento²

¹ Professor Adjunto do Módulo de Cirurgia da UFPE

² Professor Adjunto do Centro de Informática da UFPE

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4:1895

S246e Sarmento, Andrea Gondim Leitão.

Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para determinação da Escavação Papilar / Andrea Gondim Leitão Sarmento. – Recife: o autor, 2018.

54 f.; il.; 30 cm.

Orientador: Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Cirurgia.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Glaucoma. 2. Disco óptico. 3. Tomografia de coerência óptica. 4. Diagnóstico por imagem. 5. Telemedicina. I. Lira, Rodrigo Pessoa Cavalcanti (orientador). II. Título.

617 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2018 - 306)

ANDREA GONDIM LEITÃO SARMENTO

Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para determinação objetiva da Escavação Papilar

Tese apresentada ao Departamento de Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Cirurgia.

Aprovado em 19/12/2018.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Silvio da Silva Caldas Neto (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Magdala de Araújo Novaes (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Dayse Figueiredo Ribeiro de Sena (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Hayana Marques do Aragão Rangel (Examinadora Externa)
Fundação Santa Luzia

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e sogros, pelo amor, dedicação e apoio em todos os momentos.

Ao meu marido, Adriano, por ter comprado a ideia deste trabalho e ter sempre acreditado em mim, me apoiando em todos os momentos.

Aos meus filhos, por suportarem meus momentos de ausência com tanta compreensão.

Aos colegas da Clínica Oftalmo Zona Sul, por disponibilizarem a estrutura para desenvolvimento do meu trabalho.

Aos alunos do Centro de Informática da UFPE, em especial Luiz Lima, Luiz Antonio, Thiago e Marcus, sem vocês, esse trabalho não seria possível.

Aos demais familiares e aos amigos da Diretoria, por sempre acreditarem em mim.

Ao dr Jayter Paula, que abrilhantou meu trabalho com suas contribuições estatísticas.

Ao meu querido orientador, Dr Rodrigo Lira, por ter me convencido a participar do programa de pós-graduação e me fazer enxergar a minha capacidade de ser pesquisadora. Você é um exemplo de professor.

RESUMO

Foi proposto um novo equipamento que pode auxiliar no teste de triage para o glaucoma. Comparou-se os resultados das medidas da escavação papilar vertical (EP) obtidos com o Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica de domínio espectral (sdOCT), e ainda com os resultados obtidos de avaliações subjetivas de especialistas. Um estudo mascarado foi realizado para avaliar a medida da EP vertical de 110 olhos de 110 indivíduos com idade variando de 18 a 60 anos (39 ± 13 anos), 66 (60%) eram do gênero feminino. A EP vertical foi analisada cinco vezes com cada equipamento em uma única visita e avaliada por três especialistas diferentes. O teste de correlação de Spearman e a análise de Bland-Altman foram utilizados para verificar a correlação e concordância entre os métodos.

A média da EP vertical obtida com o sdOCT foi de $0,47 \pm 0,04$, enquanto a média com o DEM foi de $0,42 \pm 0,02$ e de $0,34 \pm 0,27$ nas avaliações clínicas. O teste de correlação de Spearman mostrou forte correlação entre as medidas objetivas obtidas com os dois equipamentos ($r=0,8319$ $P<0,0001$) e entre o DEM e os especialistas ($r=0,7156$ $P<0,001$). A análise de Bland-Altman mostrou boa concordância entre as medidas objetivas obtidas com os dois equipamentos e também entre o DEM e os especialistas (Limites de concordância de 95% de -0,20 a 0,10 e de -0,15 a 0,30 respectivamente).

Foi apresentado um equipamento confiável e de baixo custo que poderá servir como alternativa para realização das medidas objetivas da escavação papilar vertical, facilitando o acesso da população aos programas de triagem para o glaucoma. Este equipamento também poderá ser utilizado em programas de telemedicina, para as populações que vivem em áreas remotas consideradas de difícil acesso.

Palavras chave: Glaucoma. Disco óptico. Diagnóstico por imagem. Processamento de imagem, assistida por computador. Tomografia de coerência óptica. Telemedicina.

ABSTRACT

We propose a new device that may aid in glaucoma screening. We compare the results regarding the vertical cup-to-disc ratio (CDR) obtained from new electronic mobile device (EMD) to those from a spectral domain optical coherence tomography (sdOCT), and those from examiner's evaluations. A single-masked study was performed to evaluate the CDR results from 110 eyes from 110 subjects ranging from 18 to 60 years in age (39 ± 13 years), 66 (60%) of whom were female. The vertical CDR was analyzed five times with each device in a single visit and evaluated by three different ophthalmologists. Spearman correlation test and Bland-Altman analysis were used to verify the correlation and agreement between methods.

The average CDR found using sdOCT was 0.47 ± 0.04 , while the average ratio found using the electronic mobile device was 0.42 ± 0.02 and 0.34 ± 0.27 in clinical evaluation. Spearman test showed a strong correlation between vertical CDR obtained with both equipments ($r=0.8319$, $P<0.0001$) and between EMD and the examiners ($r=0.7156$, $P<0.001$). Bland-Altman analysis showed good agreement between both equipments as well as between EMD and the examiners (95% limits of agreement from -0.20 to 0.10 and from -0.15 to 0.30 respectively).

We present a low cost, reliable EMD serving as an alternative for the objectively measuring vertical CDR and for increasing the general public's access to glaucoma screenings. Due to its implications for telemedicine, this device also seems to be useful for patients who live in remote areas.

Key words: Glaucoma. Optic disk. Diagnostic imaging. Image processing, computer assisted. Optical coherence tomography. Telemedicine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1a – Imagem do Fundo de olho	14
Figura 1b – Identificação do Disco Óptico e da escavação papilar	14
Figura 2a – Divisão do Disco Óptico em dez partes	14
Figura 2b – Relação C/D igual a 0.6	14
Figura 3 – Retinógrafo que capta toda retina	15
Figura 4 – Cirrus Hd-OCT Zeiss™	16
Figura 5 – Resultado impresso da avaliação do Disco Óptico através do Cirrus HD-OCT	17
Figura 6 – Captura e processamento da imagem com o DEM	21
Figura 7 – Processamento da imagem obtida com o DEM para determinação da EP	22
Figura 8 - Análise da escavação papilar vertical pelo Dispositivo Eletrônico Móvel	22
Gráfico 1 – Regressão linear entre os resultados obtidos com o sdOCT e o DEM – teste de Spearman	26
Gráfico 2 – Regressão linear entre os resultados obtidos com o DEM e as avaliações dos examinadores - teste de Spearman	26
Gráfico 3 – Gráfico d Bland-Altman obtido após análise dos resultados obtidos com o OCT e o DEM	27
Gráfico 4 - Gráfico d Bland-Altman obtido após análise dos resultados obtidos com o DEM e as avaliações dos examinadores	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos participantes por idade e gênero	25
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDR	– CUP TO DISC RATIO
C/D	– CUP TO DISC RATIO
CEP	– COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA
CIN	– CENTRO DE INFORMÁTICA
CNO	– CABEÇA DO NERVO ÓPTICO
CNS	– COMISSÃO NACIONAL DE SAÚDE
CONEP	– COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA
DEM	– DISPOSITIVO ELETRÔNICO MÓVEL
DP	– DESVIO PADRÃO
EMD	– ELECTRONIC MOBILE DEVICE
EP	– ESCAVAÇÃO PAPILAR
GDx	– ANALISADOR DE FIBRAS NERVOSAS
GPAA	– GLAUCOMA PRIMÁRIO DE ÂNGULO ABERTO
HD-OCT	– TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA DE ALTO DOMÍNIO
HRT	– TOMOGRÁFO DE RETINA HEIDELBERG®
IOS	– IPHONE OPERATIONAL SYSTEM
MD	– MEAN DEVIATION
OCT	– TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA
OMS	– ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
PIO	– PRESSÃO INTRA OCULAR
PSD	– PATTERN STANDARD DEVIATION
RGB	– SISTEMA DE CORES ADITIVAS: RED-GREEN-BLUE
sdOCT	– TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA DE DOMÍNIO ESPECTRAL
SIDA	– SÍNDROME DA IMUNODEFICIÊNCIA ADQUIRIDA
TCLE	– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
UFPE	– UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
YCbCr	– SISTEMA DE CORES DIGITAIS

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS	12
3.	REVISÃO DA LITERATURA	13
4.	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1.	Tipo de estudo	18
4.2.	CrITÉrios de Inclusão e exclusão	18
4.3.	Local e período da coleta dos dados	19
4.4.	Intervenções	19
4.5.	Desfechos	23
4.6.	Tamanho da amostra	23
4.7.	Mecanismo de cegamento (mascaramento)	23
4.8.	Métodos estatísticos	23
4.9.	Aspectos éticos	23
4.10.	Armazenamento de dados coletados	24
5.	RESULTADOS	25
6.	DISCUSSÃO	28
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31
	APÊNDICE A – FCHA DE CADASTRO DOS PACIENTES	40
	APÊNDICE B – DADOS OBTIDOS COM O sdOCT	42
	APÊNDICE C – DADOS OBTIDOS COM O DEM	45
	APÊNDICE D – DADOS OBTIDOS COM OS EXAMINADORES	48
	APÊNDICE E - TCLE	51
	ANEXO A – FOLHA DE APROVAÇÃO CEP	53
	ANEXO B – PUBLICAÇÕES	54

1. INTRODUÇÃO

A determinação da escavação papilar (EP) é muito importante para o acompanhamento da neuropatia óptica glaucomatosa, uma vez que a pressão intraocular (PIO) alvo é influenciada pela avaliação da EP vertical. O glaucoma é a segunda causa de cegueira no mundo atrás apenas da catarata, sendo a primeira causa de cegueira não tratável (1–3). O diagnóstico da doença em um estágio inicial e o acompanhamento de sua progressão são essenciais para o seu controle a fim de evitar a cegueira irreversível (3,4). A avaliação da EP é feita de maneira subjetiva, baseada na percepção do oftalmologista quanto ao tamanho da escavação. A avaliação da EP requer treinamento específico e demanda parte do precioso tempo da consulta oftalmológica (5–12). Existem maneiras objetivas de medida da EP, mas todas envolvem equipamentos de alto custo e que requerem algum treinamento específico para seu manuseio (13–19). Atualmente, o exame considerado de alta confiabilidade para determinação, de maneira objetiva, do tamanho da EP, é a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) (1,6,18,20–29). A OCT envolve o uso de um equipamento de alta complexidade e de alto custo, não sendo de fácil acesso à população de baixa renda (30–32).

Este estudo realizou a comparação da medida da EP obtida utilizando um dispositivo eletrônico móvel (DEM) desenvolvido pelo Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIN-UFPE), que permite a análise de forma objetiva, da medida da EP, e a OCT. Comparou também as medidas obtidas através do DEM com as avaliações subjetivas de 3 (três) oftalmologistas experientes. Nos países onde há necessidade de programas de triagem para detecção precoce da neuropatia glaucomatosa, cada vez mais pesquisadores tentam desenvolver soluções de melhor custo-benefício para serem utilizadas de maneira generalizada na população de baixa renda ou nas populações isoladas que residem em áreas de difícil acesso aos especialistas (33–52).

O DEM captura as imagens do fundo de olho, analisa estas imagens, calcula o tamanho da escavação do nervo óptico e permite o armazenamento das imagens para futuras comparações. Este dispositivo de baixo custo foi desenvolvido para que pudesse ser utilizado em diversos serviços de saúde (públicos ou privados) e com baixo consumo de energia, permitindo a mobilidade do mesmo. Este estudo compara as medidas objetivas da EP vertical obtidas usando o sdOCT àquelas obtidas com o dispositivo eletrônico (DEM) combinado a um processo automatizado de cálculo. E compara ainda as medidas objetivas da EP vertical obtidas usando dispositivo eletrônico (DEM) com as medidas subjetivas obtidas no exame realizado pelos oftalmologistas.

As principais contribuições do trabalho são: (1) auxiliar o oftalmologista na detecção da neuropatia glaucomatosa através do uso de um sistema computacional de baixo custo; e (2) acelerar o diagnóstico da neuropatia glaucomatosa;

2. OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo principal comparar a medida objetiva da escavação papilar vertical obtida com o Dispositivo Eletrônico Móvel, desenvolvido pelo Centro de Informática da UFPE, com a obtida pela Tomografia de Coerência Óptica de domínio espectral (sdOCT) e com a medida subjetiva avaliada pelos oftalmologistas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O glaucoma é, segundo dados mais recentes da Organização Mundial de Saúde (OMS), a segunda causa de cegueira no mundo (12,3%), atrás apenas da catarata com 47,8%. Em 2010, estimava-se que o número de pessoas acometidas com glaucoma era de 60,5 milhões e que em 2020 este número subiria para 79,6 milhões **(4)**. O glaucoma é um conjunto de doenças neurodegenerativas do nervo óptico que se apresenta ao médico em diversos estágios de um processo contínuo de morte acelerada das células ganglionares, lesão no nervo óptico e perda de campo visual. Isto implica na perda progressiva da visão, levando a cegueira. Um dos fatores mais importantes para controle da progressão do glaucoma é a Pressão Intra-Ocular alvo (PIO) e a determinação do nível desta PIO alvo sofre influência da determinação da medida da EP **(3)**.

Ao contrário da catarata, cuja cegueira é reversível e cujo diagnóstico precoce atualmente não resulta em mudança significativa do seu prognóstico, no glaucoma o diagnóstico precoce é de grande importância no êxito do tratamento **(1,3,4)**. O médico oftalmologista se utiliza de diversos métodos complementares para diagnosticar a doença **(1,13,53,54)**, entre eles pode-se citar: (a) oftalmoscopia direta ou indireta; (b) tonometria; (c) campo visual; (d) fotografias estereoscópicas do nervo óptico; (e) a Oftalmoscopia por laser confocal; (f) e análise da camada de fibras do nervo óptico com a OCT.

A forma mais prevalente é o glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA) **(2,3)**. O diagnóstico clássico do GPAA é dado a partir da presença do seguinte conjunto de anormalidades: tonometria de aplanção de Goldmann superiores a 21 mmHg; gonioscopia indireta com lente de Goldmann ou de Zeiss mostrando uma abertura do seio cameral entre 1 e 4 de acordo com a classificação de Shaffer-Etienne; determinação subjetiva da EP vertical com lentes para oftalmoscopia indireta de +60, +78 ou +90 dioptrias observando-se uma EP maior que 0,5 ou uma diferença de 0.2 entre os dois olhos de um mesmo indivíduo; e campo visual pelo *Humphrey Visual Field Analyzer*, através do programa 24-2, mostrando *pattern standard deviation* (PSD) e *mean deviation* (MD) fora dos limites da normalidade, perdas de fixação superiores a 15% e perdas de campo visual consistente com a doença. **(8,10,13,27,53,55,56)**

As fotografias estereoscópicas e a oftalmoscopia são consideradas métodos dependentes do treinamento do técnico que os executa, não havendo uniformidade na análise subjetiva dos dados fornecidos **(5–9,11,12,27,53,57–65)**.

Dentre os exames, o que é mais utilizado para a triagem de pacientes com glaucoma é a oftalmoscopia direta, que é o exame do fundo de olho (Figura 1a). Neste exame, o oftalmologista pode avaliar a lesão no nervo óptico que é dado pelo tamanho de escavação provocada pelo glaucoma. Esta avaliação utiliza a técnica denominada *Cup to Disc ratio* (C/D) que mede a relação entre o tamanho do disco óptico (*Disc*) e a escavação propriamente dita (*Cup*) – Figura 1b.

Para avaliar a lesão do nervo óptico então, o oftalmologista deve dividir o disco óptico em dez partes iguais e ver que proporção a escavação ocupa (Figura 2). Uma proporção maior do que um determinado valor ou ainda uma diferença significativa do valor C/D entre um olho e outro do paciente podem sugerir o glaucoma embora não seja conclusivo. Mas se o médico que acompanha o paciente notar que esta proporção aumenta com o passar do tempo, isto indicará não somente que o paciente tem glaucoma como também há progressão da doença.

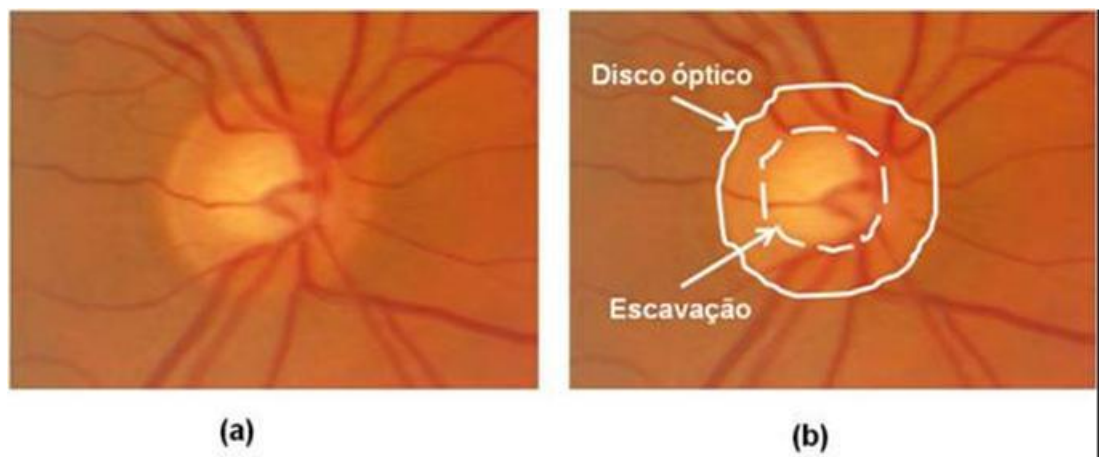


Figura 1(a) Imagem do fundo de olho **(b)** identificação do disco óptico e da escavação papilar. fonte: (3)

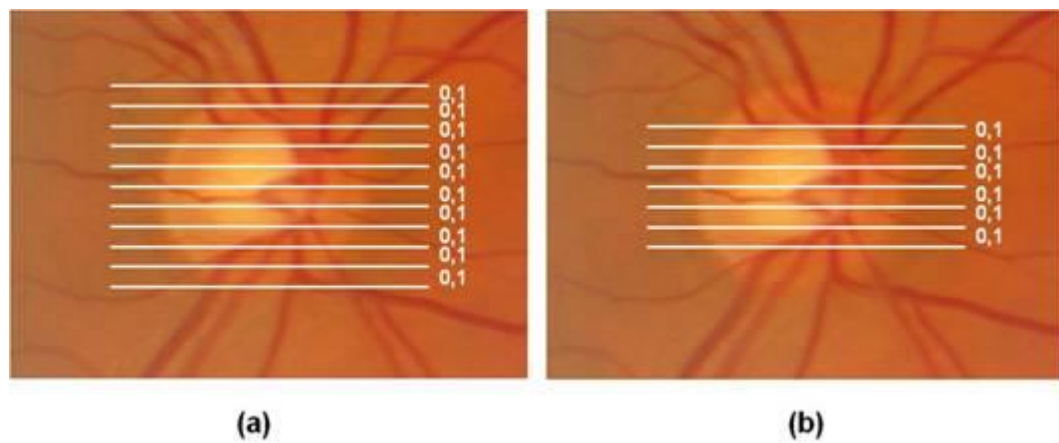


Figura 2(a) Divisão do disco óptico em dez partes **(b)** Relação C/D igual a 0,6 fonte: (3)

O exame de fundo de olho ou oftalmoscopia direta geralmente é realizado utilizando ou uma lâmpada de fenda, também conhecido como biomicroscópio ocular, ou um oftalmoscópio. O médico oftalmologista, então, baseado na sua percepção visual do fundo de olho do paciente deve estimar o valor C/D, também chamado aqui de escavação papilar (EP) vertical e proceder a outros exames

complementares para confirmar o glaucoma. Este exame é fundamental para uma primeira triagem de pacientes com suspeita de glaucoma.

Para um acompanhamento da evolução do glaucoma, geralmente capta-se a imagem do fundo de olho do paciente através de um retinógrafo. Este aparelho permite não só a visualização do fundo de olho como também o acoplamento de uma câmera digital para captar e armazenar a imagem (3,60). Dependendo do tipo de retinógrafo consegue-se a imagem de toda a retina ou somente do disco óptico. O retinógrafo é um equipamento não portátil e de custo mediano, que necessita ser operado por técnicos treinados para obtenção de imagens de qualidade suficiente para posterior análise pelos médicos oftalmologistas. No entanto, tal avaliação é subjetiva, havendo uma grande variação na classificação dessas escavações de acordo com a experiência do examinador (1,5,9,53,66,67). Na Figura 3 pode-se observar um retinógrafo capaz de captar toda a retina. A área de interesse deste trabalho limita-se ao disco óptico.



Figura 3. Retinógrafo que capta toda a retina.

Existem ainda outros métodos utilizados para determinação da EP (7,14–18,56,68–70). Estes métodos são:

- Oftalmoscopia por laser confocal – comercialmente existente no Tomógrafo de Retina Heidelberg® (HRT) (7,14–16,18,27,27,28,46,56,71–73). Este equipamento faz avaliações predeterminadas por um software e inclui a avaliação da camada de fibras nervosas da retina e relação C/D na papila do nervo óptico. As vantagens do HRT incluem a qualidade das imagens obtidas com pupilas não midriáticas e a possibilidade de fazer upgrades do software sem perder a base de dados existente. As limitações incluem o custo elevado do equipamento e a necessidade do operador delinear manualmente os limites do disco óptico para cálculo de todos os parâmetros avaliados.

- Polarimetria a laser - comercialmente existente no Analisador de fibras GDx.(14,16,25,27,56,74). Este é um método não invasivo para análise da camada de fibras nervosas da retina, não sendo utilizado para determinação da EP. Este equipamento não é considerado como de

grande valor para determinação das medidas da EP e além do custo elevado, sofre influência da refringência corneana no momento da captura das imagens.

- Tomografia de Coerência Óptica – OCT – Utiliza-se da interferometria de baixa coerência para realizar cortes seccionais na imagem dos tecidos. É um análogo do ultra som, mas utiliza luz ao invés de som. É um método seguro para determinação da EP, embora de custo elevado. O custo atual deste equipamento é de cerca de U\$40.000 (quarenta mil dólares americanos). A grande maioria dos indivíduos necessita de uma pupila midriática para realização do exame. A qualidade da imagem pode ser comprometida nos casos de pacientes com opacidades de meios. A qualidade de avaliação do OCT é considerada confiável e de alta reprodutibilidade. A maioria dos aparelhos de OCT não necessita da interferência do examinador para determinar a área de interesse. A área é então determinada automaticamente pelo equipamento (6,20–26,29–31,73,75,76)

Estudos que realizaram comparações entre os métodos existentes para avaliação da EP não mostraram diferenças significantes nos seus resultados ao diferenciar olhos glaucomatosos e não-glaucomatosos. Nenhum dos equipamentos mostrou-se superior ao outro, com exceção do OCT que demonstra altos índices de confiabilidade e reprodutibilidade, para detectar estas diferenças de maneira objetiva, o que o faz ser considerado como padrão ouro para avaliação objetiva da EP. (7,14–16,18,22,24,26,31,75)

O OCT que utiliza o domínio espectral (sdOCT) possui um software que localiza automaticamente o disco óptico (Cirrus HD-OCT a partir da versão 3.0.0.64) e consegue um padrão de repetição e reprodutibilidade não somente da avaliação da camada de fibras nervosas, mas da medida da EP considerável superior em relação às versões anteriores (20,23,26,31,32,77). O OCT espectral considera parâmetros anatômicos não visíveis a olho nu para determinação da EP, permitindo a reprodutibilidade da mesma. O cirrus HD-OCT fabricado pela Zeiss™ foi o utilizado nessa pesquisa (figura 4). O resultado da análise do disco óptico pelo software do cirrus HD-OCT é avaliada na impressão do exame (Figura 5).



Figura 4. Cirrus HD-OCT Zeiss™

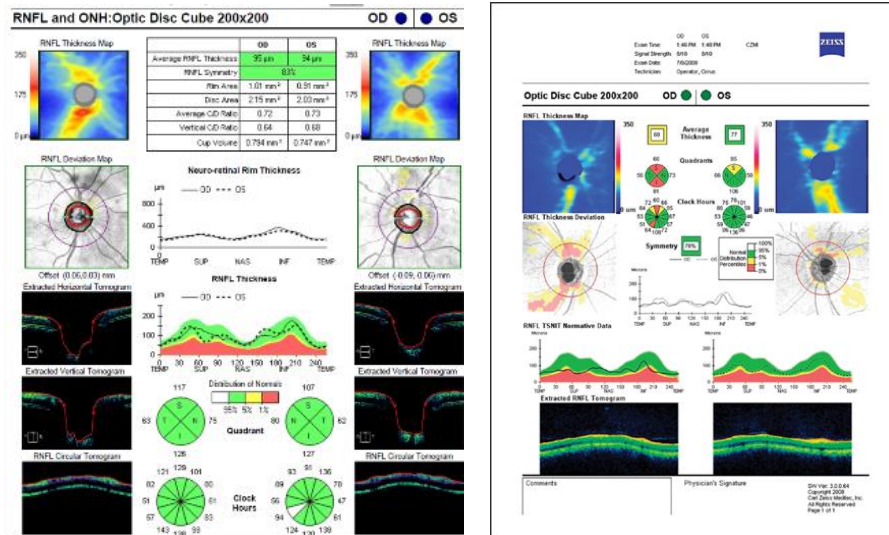


Figura 5. Resultado impresso da avaliação do disco óptico através do Cirrus HD-OCT.

O Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) foi desenvolvido pelo Centro de informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIN-UFPE) (78). Este dispositivo utiliza a imagem do disco óptico detectado pelo examinador e capta tal imagem para análise imediata, sem necessidade de interferência do examinador para definir a área de interesse. Tal dispositivo de baixo custo e baixo consumo de energia propõe a detecção da EP de maneira rápida e objetiva podendo auxiliar o oftalmologista no diagnóstico da neuropatia glaucomatosa. O custo atual de todos os componentes deste equipamento é de cerca de US\$2.000,00 (Dois mil dólares americanos).

O DEM poderá ser utilizado como facilitador em programas de telemedicina que estão atuando para diagnóstico de glaucoma em populações que não tem acesso direto a especialistas e participam de programas de triagem eficientes com objetivo de reduzir os índices de cegueira no mundo. (79–90).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Tipo do estudo

Ensaio clínico comparativo com análise mascarada dos dados.

4.2. Critérios de inclusão e exclusão:

Foram incluídos os indivíduos entre 18 e 60 anos de idade, que atenderam a convocação do estudo, excluindo-se aqueles que eram portadores de uma das seguintes patologias (91,92).

- Retinopatia Diabética;
- Doença oclusiva venosa retiniana;
- Doença oclusiva arterial retiniana;
- Síndrome ocular isquêmica;
- Neuropatias desmielinizantes do sistema nervoso central: esclerose múltipla, mielite transversa, doença de Devic ou neuromielite óptica, neurite óptica, leucoencefalopatia multifocal progressiva e leucodistrofia;
- Retinopatia hipertensiva grau 3 ou superior pelos critérios de Keith-Wagener-Barker;
- Degeneração Macular Relacionada à Idade;
- Distrofias retinianas, como, por exemplo: retinite pigmentosa, distrofias de cones, albinismo, doença de Stargardt, distrofia macular juvenil de Best, drusas familiares dominantes, distrofia pseudo-inflamatória de Sorsby, distrofia padrão, amaurose congênita de Leber, Síndrome de Alport, Distrofia cristalina de Bietti, distrofia macular oculta, distrofia macular anular concêntrica benigna, síndrome de Sjogren-Larsson, cegueira noturna estacionária congênita, monocromatismo congênito;
- Descolamento de retina;
- Glaucoma;
- Neuropatias ópticas isquêmicas arteríticas e não arteríticas;
- Atrofias ópticas: síndrome de Kjer, síndrome de Behr, Síndrome de Wolfram
- Fatores que diminuam a transparência dos meios ópticos como edema de córnea e opacidades corneanas, catarata avançada, hemorragia vítrea e outras degenerações do vítreo;
- Melhor acuidade visual corrigida inferior a 20/40 na tabela de Snellen;
- Erro refrativo (equivalente esférico) fora do intervalo entre -12.00 dioptrias e +8.00 dioptrias;
- Indivíduos com histórico de ambliopia;
- Indivíduos submetidos à cirurgias vítreo-retinianas, trabeculoplastias a laser, iridotomia a laser, iridotomia a laser, cirurgia de catarata ou cirurgia refrativa nos 12 meses que antecederiam o início do estudo;

- Uso de medicações que causam neuropatias: álcool etílico em grandes quantidades, álcool metílico, amiodarona, antimaláricos (cloroquina e hidroxi-cloroquina), vigabatrina, etambutol, tamoxifeno, citrato de Sildenafil, clorpromazina e drogas ilícitas
- História de leucemia, SIDA, hipertensão arterial sistêmica ou diabetes mellitus sem controle clínico, demência, esclerose múltipla, ou qualquer condição debilitante ou que represente risco imediato à vida.

4.3. Local e período da coleta de dados

Os dados foram coletados na Clínica Oftalmológica Zona Sul e no Centro de Informática da UFPE no período de maio/2015 a setembro/2016.

4.4. Intervenções

Os indivíduos foram voluntários para realização do estudo. Todos os indivíduos foram submetidos à consulta oftalmológica com medida da acuidade visual, refração, tonometria de aplanção com tonômetro de Goldmann, biomicroscopia em lâmpada de fenda, estudo do fundo de olho e mapeamento da retina. Foram ainda realizados os exames de Tomografia de Coerência Óptica (OCT) e a obtenção da imagem da papila do nervo óptico com o Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM).

Tais exames foram realizados por examinadores diferentes, sem o prévio conhecimento da ficha médica do paciente e sem o conhecimento dos resultados de nenhum dos exames.

Para realização da tonometria de aplanção, foi utilizado uma gota de anestésico tópico – cloridrato de proximetacaína 0,005g.

Os exames de fundo de olho, mapeamento de retina, OCT e DEM foram realizados mediante midríase medicamentosa com duas gotas de colírio de tropicamida 1% instiladas a um intervalo de cinco minutos. O exame de fundo de olho foi realizado por três oftalmologistas, na mesma visita.

Todas as medidas da EP foram realizadas cinco vezes e foi utilizada a média aritmética das medidas centrais e desprezadas as duas extremas.

Todos os exames de OCT foram realizados pelo mesmo técnico através da OCT Cirrus™ (software versão 6.04.0573 Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, EUA), usando o protocolo do cubo do disco óptico 200x200. Todos os olhos estavam sob midríase medicamentosa. O protocolo do cubo destina-se a posicionar o cubo de varredura centralizado na cabeça do nervo óptico (CNO). Após o posicionamento do participante no aparelho, apoiando o queixo e a testa sobre a plataforma, a íris foi então focalizada pelo examinador técnico e a seguir a linha de varredura da imagem oftalmoscópica foi focalizada. A CNO foi então centralizada na imagem ao vivo. Com o início do processo de digitalização da imagem, o feixe de laser de comprimento de onda de 840nm gera um cubo de dados medindo 6x6mm, após a digitalização de uma série de 200 varreduras no modo B, com 200 varreduras no modo A, totalizando 40.000 pontos.

O OCT Cirrus automaticamente encontra o centro do disco óptico e extrai uma varredura no modo B na forma de um círculo de 3,46mm de diâmetro, coincidindo com o centro do disco óptico no centro deste círculo. Para determinação das medidas da CNO, o algoritmo identifica o término da membrana de Bruch como a borda do disco óptico. A largura da borda em toda a circunferência do disco óptico é então determinada pela medição da espessura do tecido neuroretiniano no nervo óptico, que se transforma para sair através da abertura na membrana de Bruch. Os seguintes parâmetros da CNO são utilizados: área do disco óptico, área da rima, razão escavação/disco (C/D) média, razão C/D vertical e volume da escavação.

Todos os parâmetros são gerados automaticamente por um algoritmo de análise da Carl Zeiss™, que não envolve a interação do examinador. Cinco imagens foram adquiridas de cada olho, entre 5-10 segundos de intervalo, para avaliação da reprodutibilidade. Apenas os exames que apresentaram sinal de varredura >6, ausência de movimento do olho ou ausência de artefatos dentro dos 1,73mm de raio ao redor da CNO foram considerados para análise.

O Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) (figura 6) é composto de um oftalmoscópio do tipo panoptic da Welch Allyn™ modelo 11820 combinado com um dispositivo portátil para captura TERASIC TRDM-D5M câmera (93) e armazenamento das imagens. O DEM possui sistema computacional de processamento de imagens desenvolvido na TERASIC DE2i-150 prototype board (94) com processador Intel Atom N2600 (95) em plataforma para o sistema operacional Windows 7, que calcula duas áreas e diâmetros nas imagens obtidas – a do disco óptico e a da escavação papilar – apresentando uma razão entre elas (E/D). As áreas são calculadas baseando-se num algoritmo de processamento de imagens, desenvolvido pelos pesquisadores do Centro de Informática da UFPE (78). A imagem do disco óptico é analisada através do sistema de cores aditivas *Red-Green-Blue* (RGB), que considera os espectros de luz visíveis de 435,5nm, 546,1nm, e 700nm respectivamente para o azul, verde e vermelho. Nesse sistema, as cores recebem uma graduação de 0 a 255. O dispositivo utiliza o filtro vermelho e considera pontos a partir de 230 de intensidade como pertencentes ao disco óptico para assim determinar a área de interesse e o limite vertical do disco óptico. Para determinação da EP, o dispositivo converte as cores para o sistema YCbCr utilizado em análise de imagens digitais, em que o Y é o índice de luminosidade e o Cr e o Cb são os componentes cromáticos para o azul e vermelho e variam de 16 a 240 (Figura 7 e 8). Para determinação da EP foi considerado que valores a partir de 200 como pertencentes à área da escavação, determinado-se da mesma maneira o limite vertical. Depois da obtenção desses valores, é gerada automaticamente uma relação C/D vertical, equivalente a área de EP (Figura 8). Todos os parâmetros são gerados automaticamente, não havendo interação do examinador. O DEM é manuseado pelo examinador, que aproxima o equipamento do olho do paciente em estado de midríase medicamentosa e captura a imagem com um simples toque na câmera, esta imagem é então armazenada e o software faz a análise automática. Foram obtidas cinco imagens de cada olho do paciente para avaliação da reprodutibilidade.

Todos os resultados foram então entregues ao coordenador da pesquisa que realizou a análise dos resultados das medidas da escavação papilar obtidos pelo OCT e pelo DEM.

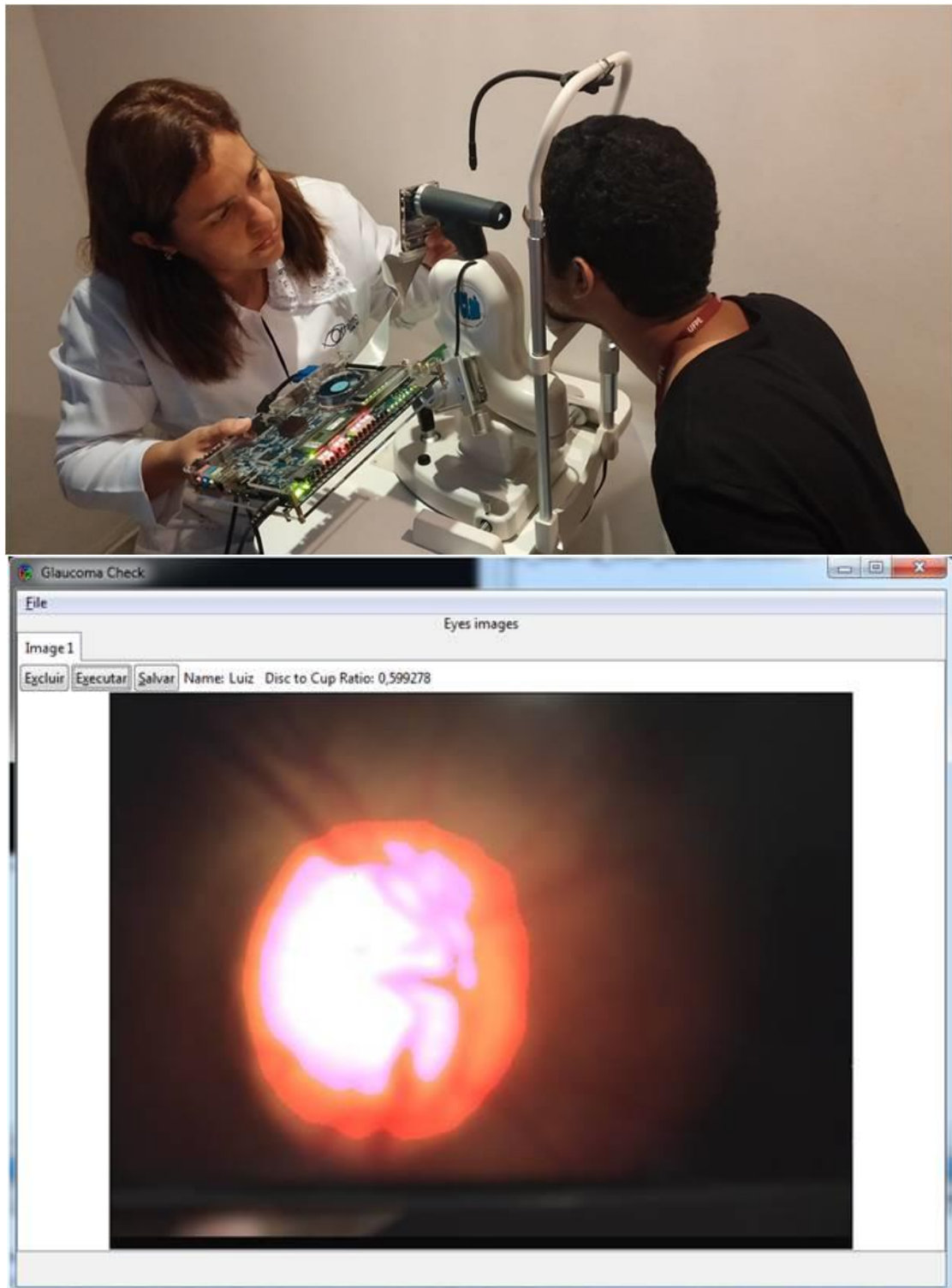


Figura 6. Captura e processamento da imagem com o DEM

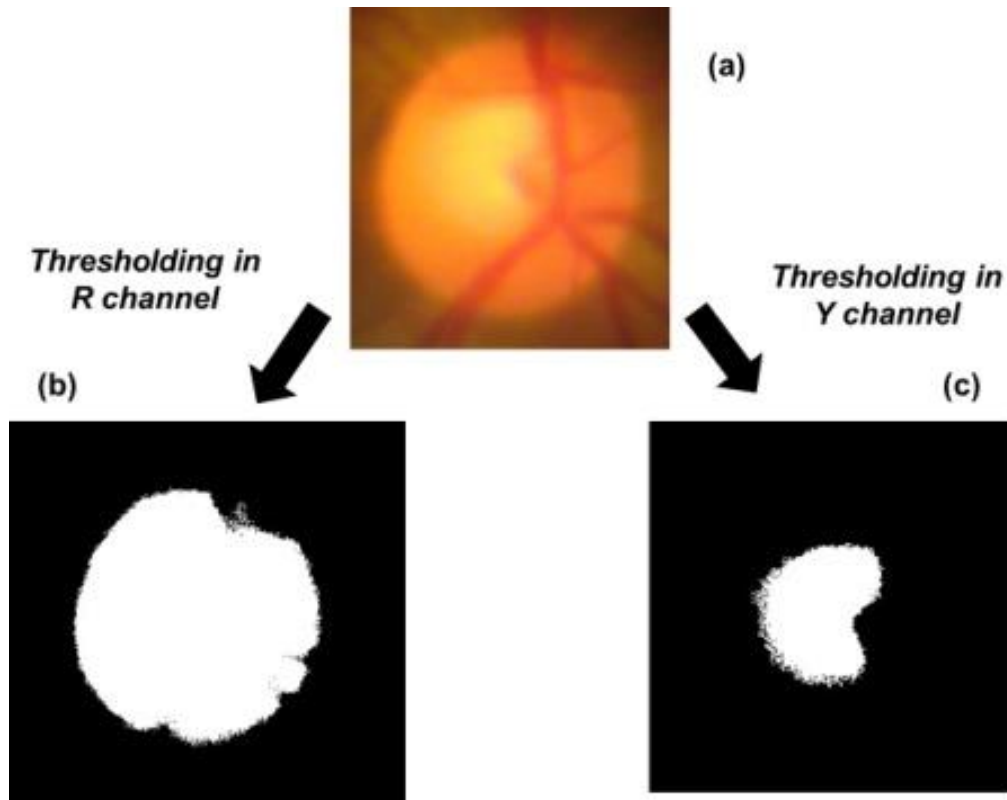


Figura 7. Processamento da imagem obtida com o DEM para determinação objetiva da EP (a) passo1: aquisição da imagem; (b) passo 2: Filtro R determinação da área no nervo óptico; (c) passo 3: Canal Y: determinação da área da escavação papilar

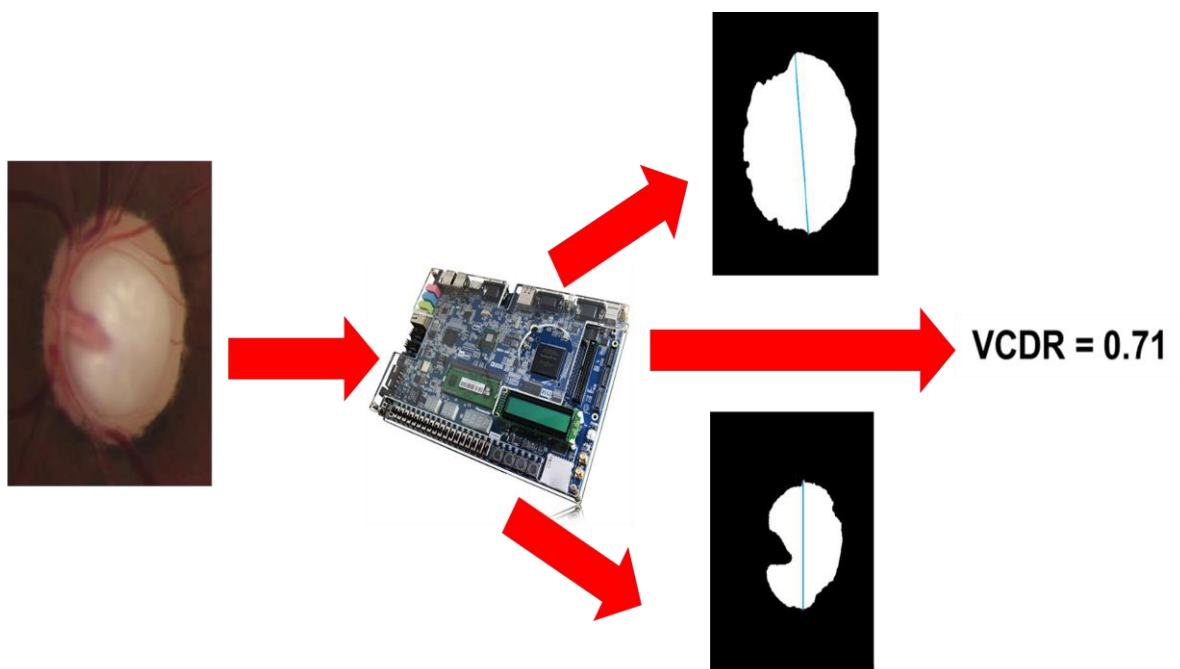


Figura 8. Análise da escavação papilar vertical pelo Dispositivo Eletrônico Móvel

4.5. Desfechos

O desfecho primário foi a medida o cálculo da relação C/D resultando na medida da EP vertical no exame de admissão do participante. O desfecho secundário foi a comparação entre os resultados obtidos com o OCT e o DEM e ainda entre o DEM e os oftalmologistas.

Não foi realizado o exame de seguimento do indivíduo após 6 meses do exame inicial, devido ao alto custo do exame de OCT.

4.6. Tamanho da amostra

Esperando-se encontrar uma média da escavação vertical determinada pelo OCT de 0.5, considerando-se um valor alfa de 5%, beta de 20%, uma diferença entre os instrumentos de ± 0.1 (bicaudal) e uma perda de *follow up* de 10%. O tamanho da amostra estimado foi de 110 indivíduos.

4.7. Mecanismo de cegamento (mascaramento)

Os exames foram realizados por três examinadores médicos diferentes que não tinham conhecimento prévio do resultado do outro exame e não obtiveram acesso aos dados dos demais examinadores. O médico oftalmologista realizou a etapa clínica do exame. O OCT foi realizado por um técnico com treinamento para realização do mesmo. A medida da EP vertical realizada através do DEM foi realizada por um técnico do centro de informática da UFPE. O médico supervisor da pesquisa tinha então acesso a todos os resultados depois das medidas realizadas.

4.8. Métodos estatísticos

Os dados foram analisados utilizando-se as medidas dos olhos esquerdos dos indivíduos. Os autores realizaram as análises estatísticas para confirmar a correlação entre os resultados obtidos com os dois equipamentos e os examinadores. A análise estatística descritiva foi então calculada. Os dados contínuos foram expressos através da média ou mediana, desvio padrão (DP) e variação. Foram aplicados ainda o teste de correlação de Spearman e a análise de Bland-Altman.

As análises foram realizadas com o *software* SPSS® versão 21 (IBM® Corporation, Armonk NY) e o *software* SOFA versão 1.3.5 (Statistics Open For All, AGPL3 Free Software). Os valores p foram bicaudais. A significância estatística foi considerada como 0,05.

4.9. Aspectos éticos

A pesquisa está de acordo com a resolução 466/12 do CNS e só foi iniciada após de obter aprovação por parte do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, credenciado ao Sistema CEP/CONEP, aprovado sob protocolo de número 1.011.208 e no Clinical Trials sob número NCT02988752.

4.10. Armazenamento de dados coletados

Todos os dados coletados foram armazenados em pasta-arquivo na clínica Oftalmológica Zona Sul, localizada na Avenida Antônio de Goes, 275 Pina – Recife/PE CEP 51110-000, e em computador pessoal, e serão mantidos por um período de 5 (cinco) anos após o término da referida pesquisa. Os dados são de responsabilidade do pesquisador principal.

Os equipamentos para realização dos exames complementares foram disponibilizados e cedidos para uso pela Clínica Oftalmológica Zona Sul LTDA. O dispositivo eletrônico móvel foi cedido pelo pesquisador desenvolvedor do mesmo, do Centro de Informática da UFPE.

A coleta de dados foi iniciada após aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP e o cronograma foi devidamente cumprido. O orçamento foi de inteira responsabilidade do pesquisador principal.

5. RESULTADOS

Este estudo analisou 110 olhos esquerdos dos participantes entre 18 e 60 anos de idade (39 ± 13 anos), 66 (60%) dos participantes foram do gênero feminino e 44 (40%) do gênero masculino. A maioria dos participantes encontravam-se na faixa etária de 18 a 25 anos de idade. A distribuição por idade e gênero pode ser encontrada na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos participantes por idade e gênero

Idade	Feminino	Masculino	Total
18-35 anos	29 (26,4%)	14 (12,7%)	43 (39,1%)
36-45 anos	16 (14,5%)	12 (10,9)	28 (25,4%)
46-55 anos	14 (12,7%)	14 (12,7%)	28 (25,4%)
>55 anos	7 (6,4%)	4 (3,7%)	11 (10%)
Total	66 (60%)	44 (40%)	110 (100%)

A verificação da reprodutibilidade dos dados é uma boa alternativa para verificar o quão importante é ter um método objetivo de avaliação da medida da EP vertical. A avaliação clínica neste estudo, mostrou uma variação entre os resultados obtidos de 31% quando comparado aos 5% de variação do sdOCT e os 2% do DEM.

A média da EP vertical encontrada foi de $0,47 \pm 0,04$ com o OCT, de $0,42 \pm 0,02$ com o DEM e $0,34 \pm 0,27$ com os oftalmologistas. Foi calculada a média e erro padrão para cada um dos participantes, e a consistência entre as medidas, reflete a reprodutibilidade de ambos os equipamentos utilizados. O teste de correlação de Spearman mostrou uma forte correlação entre os resultados da medida da EP vertical obtida com o OCT e com o DEM ($r=0,8319$, $p<0,0001$), assim como entre o DEM e os oftalmologistas ($r=0,7156$, $p<0,001$). Este teste foi aplicado porque as medidas obtidas com o OCT não passaram no teste da normalidade. O coeficiente de determinação foi de 0,692. O Gráfico 1 mostra a regressão linear entre os resultados dos dois equipamentos para cada participante, nele podemos observar a distribuição dos pontos bem próxima à reta, sugerindo a forte correlação entre as medidas obtidas com os dois equipamentos. O Gráfico 2 mostra a regressão linear entre o DEM e as avaliações dos examinadores. No gráfico 2 também é possível observar que a dispersão dos pontos ocorre de forma semelhante ao gráfico 1, com distribuição bem próxima à reta, sugerindo também uma forte correlação entre o equipamento proposto e a avaliação dos examinadores. A análise de Bland-Altman também mostrou forte concordância entre as medidas da EP vertical com os dois equipamentos utilizados, com limites de concordância inferiores a 0,2. A análise de Bland-Altman pode ser encontrada nos Gráficos 3 e 4, respectivamente entre o OCT e o DEM, e entre o DEM e os examinadores.

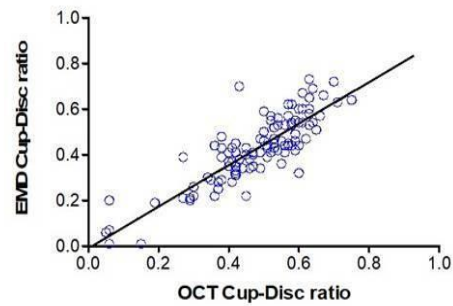


Gráfico 1. Regressão linear entre os resultados das EP obtidas com o sdOCT e o DEM – teste de Spearman.

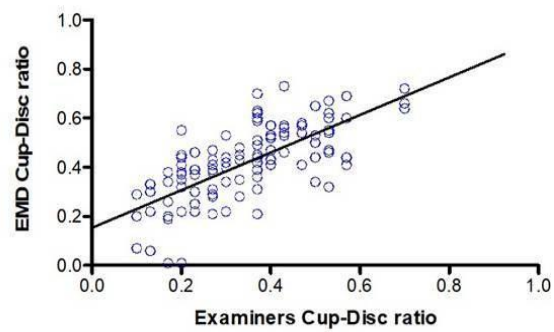


Gráfico 2. Regressão linear entre os resultados das EP obtidas com o DEM e as avaliações dos examinadores – teste de Spearman.

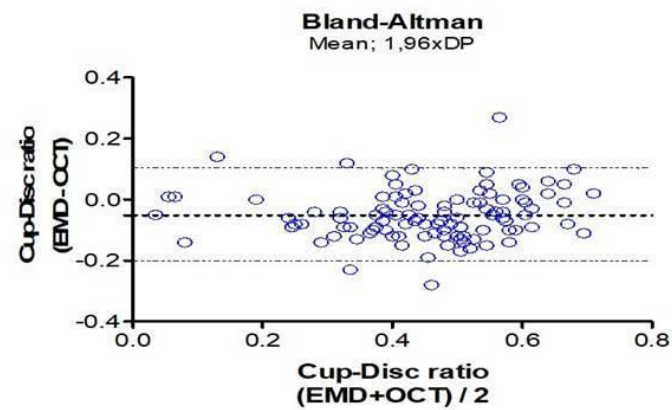


Gráfico 3. Grafico de Bland Altman obtido após análise dos resultados obtidos com o OCT e o DEM

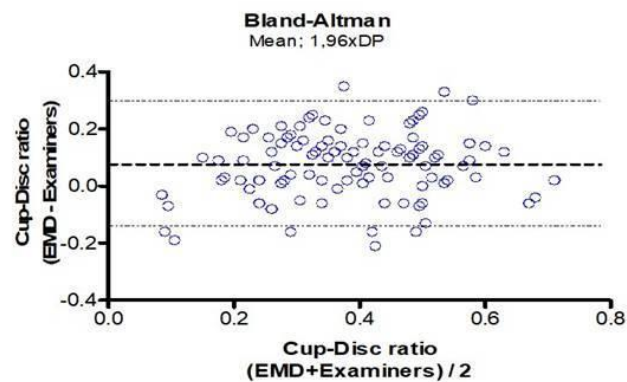


Gráfico 4. Grafico de Bland Altman obtido após análise dos resultados obtidos com o DEM e as avaliações dos examinadores

6. DISCUSSÃO

Muitos pesquisadores têm tentando desenvolver equipamentos de baixo custo que permitam uma análise objetiva da EP vertical com objetivo de melhorar o acesso da população de baixa renda aos testes diagnósticos para o glaucoma como parte dos programas de prevenção à cegueira. No entanto, nenhum dos equipamentos testados e descritos na literatura até o presente momento foi capaz de avaliar a EP vertical de maneira rápida, segura, automatizada e com equipamento de baixo custo. Alguns métodos requerem a intervenção do examinador para seleção da área de interesse a ser considerada pelo equipamento (36,42,44,50,69,78,96,97) passo que resulta em uma avaliação que não pode ser considerada como totalmente automatizada. Outros pesquisadores desenvolveram métodos com alta qualidade de automação, mas que envolvem métodos computacionais de alta complexidade, o que requer mais tempo para processamento e análise da imagem. Assim sendo, a avaliação da imagem em tempo real passa a ser impossível de acontecer (43,50,52,70,97–100).

Os resultados revelaram uma forte correlação entre a EP vertical obtida com o sdOCT e o DEM e ainda entre o DEM e as avaliações dos examinadores. Baseado na definição da correlação perfeita como 1,0, os resultados de 0,8319 ($p < 0,001$) e 0,7156 ($p < 0,001$) representam forte correlação. É importante perceber que o examinador não participa da determinação da área de interesse a ser avaliada pelo equipamento em ambos os equipamentos. Essa determinação é feita de maneira automatizada pelos equipamentos. A correlação de Spearman descreve uma relação linear entre dois conjuntos de dados, mas não leva em consideração o grau de concordância entre esses dados. A análise de Bland-Altman mostra este grau de concordância. No presente estudo, os limites de concordância foram inferiores a 0.2. Uma forte correlação e bom grau de concordância foi então observado entre as medidas da EP vertical obtidas com o sdOCT e com o DEM, e entre o DEM e os examinadores.

Existe ainda um programa utilizado para avaliação automatizada da EP vertical, que é o OnScope (33), que é baseado em segmentação de imagens da retinografia, porém, o OnScope não pode ser validado clinicamente porque não leva em consideração as variações anatômicas entre os diferentes indivíduos de uma população. O software faz análise considerando que a área do nervo óptico corresponde a área de uma moeda brasileira de um Real. Algumas modificações ainda precisam ser feitas para que possa ser utilizado.

O equipamento proposto no presente estudo, o DEM, analisou as imagens em 8 segundos, sem intervenção do examinador, para seleção da área de interesse a ser avaliada. Na literatura esse tempo varia bastante, podendo chegar a 24 horas para o processamento e detecção da área de interesse pelo software. O DEM baseia-se na luminância dos pixels para determinação automática da área de interesse. Ele consegue detectar que grupo de pixels pertence e que grupo não pertence ao disco óptico, o que também pode gerar algumas discrepâncias durante a avaliação da EP.

No entanto, uma forte correlação e boa concordância foram observadas entre os resultados obtidos com o DEM e com o sdOCT. Em alguns casos, quando existe uma pequena diferença na coloração dos pixels escolhidos pelo DEM, o dispositivo pode produzir um falso negativo. Nesses casos, o equipamento determina a EP menor que a real, subestimando resultado. Outro ponto a considerar é que a imagem adquirida utilizando o Oftalmoscópio Welch Allyn™ PanOptic 11820 com a câmera acoplada tem um campo visual de 25°, o que significa que o software recebe imediatamente a imagem do disco óptico, não precisando varrer toda a retina em busca da área de interesse a ser considerada. Imagens retinianas obtidas de equipamentos com um campo visual mais amplo, requerem mais tempo de análise e podem gerar dificuldades para determinar a área de interesse.

O DEM pode ser utilizado em programas de triagem para o glaucoma, particularmente em áreas remotas, onde o acesso a equipamentos de alto custo e a especialistas é mais limitado. As imagens adquiridas podem também ser avaliadas em tempo real, dependendo da velocidade e confiabilidade da conexão de internet disponível. Este dispositivo pode ser útil no campo da telemedicina, realizando a triagem de glaucoma nos indivíduos que não tem acesso direto ao especialista e que participam de programas que procuram reduzir os índices de cegueira no mundo. Esses programas de prevenção ao glaucoma baseados em telemedicina já estão bem estabelecidos nos Estados Unidos, Canadá, Escócia, Grécia e Austrália (79,80,82–90,101–103). O modelo de dispositivo, o DEM, está sendo adaptado para que as imagens possam ser capturadas e analisadas através de um *smartphone*, uma opção que pode ainda diminuir os custos e aumentar a taxa de acesso dos indivíduos a assistência especializada. Além disto, o dispositivo é de fácil utilização, não requerendo ao usuário nenhum esforço maior de aprendizado de manuseio.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo revelou uma forte correlação e concordância entre as medidas da EP vertical objetiva utilizando o dispositivo eletrônico móvel proposto e o sdOCT. Houve também forte correlação e concordância entre as medidas da EP vertical obtidas objetivamente com o DEM e subjetivamente com os especialistas.

Este estudo mostra ainda a importância da realização de medidas objetivas da EP vertical uma vez que a avaliação clínica mostrou uma variação maior que com os métodos objetivos. O DEM poderá ser utilizado em programas de triagem para a neuropatia glaucomatosa com a mesma segurança do sdOCT, mas com um custo bem inferior, após novos testes que incluem a avaliação de uma população glaucomatosa.

Ainda podemos considerar o uso do equipamento proposto em programas de telemedicina, facilitando o acesso aos especialistas.

Estudos futuros serão realizados apenas com indivíduos sabidamente glaucomatosos para avaliar o monitoramento da doença. Está sendo desenvolvida uma plataforma para uso em smartphones com sistema operacional Android ou IOS para facilitar ainda mais o acesso a este dispositivo.

REFERÊNCIAS

1. Geimer SA. Glaucoma diagnostics. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. fevereiro de 2013;91 Thesis 1:1–32.
2. Klein BE, Klein R, Sponsel WE, Franke T, Cantor LB, Martone J, et al. Prevalence of glaucoma. The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology*. outubro de 1992;99(10):1499–504.
3. Paranhos Jr A, Omi CA, Prata Jr JA, Melo Jr LAS, Teixeira SH. 3 Consenso Brasileiro de Glaucoma. 2009 [citado 21 de fevereiro de 2016]; Disponível em: <http://sbglaucoma.com.br:7080/pdf/consenso03.pdf>
4. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 3 de janeiro de 2006 [citado 21 de fevereiro de 2016];90(3):262–7. Disponível em: <http://bjo.bmj.com/content/90/3/262>
5. Abrams LS, Scott IU, Spaeth GL, Quigley HA, Varma R. Agreement among Optometrists, Ophthalmologists, and Residents in Evaluating the Optic Disc for Glaucoma. *Ophthalmology* [Internet]. 1º de outubro de 1994 [citado 20 de abril de 2015];101(10):1662–7. Disponível em: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642094311183/abstract>
6. Arnalich-Montiel F, Muñoz-Negrete FJ, Rebolleda G, Sales-Sanz M, Cabarga C. Cup-to-disc ratio: agreement between slit-lamp indirect ophthalmoscopic estimation and stratus optical coherence tomography measurement. *Eye Lond Engl*. agosto de 2007;21(8):1041–9.
7. Deleón-Ortega JE, Arthur SN, McGwin G, Xie A, Monheit BE, Girkin CA. Discrimination between glaucomatous and nonglaucomatous eyes using quantitative imaging devices and subjective optic nerve head assessment. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. agosto de 2006;47(8):3374–80.
8. Jonas JB, Papastathopoulos K. Ophthalmoscopic Measurement of the Optic Disc. *Ophthalmology* [Internet]. 1º de julho de 1995 [citado 20 de abril de 2015];102(7):1102–6. Disponível em: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642095309050/abstract>
9. Lichter PR. Variability of expert observers in evaluating the optic disc. *Trans Am Ophthalmol Soc* [Internet]. 1976 [citado 20 de abril de 2015];74:532–72. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1311528/>
10. Schwartz JT. Methodologic differences and measurement of cup-disc ratio: an epidemiologic assessment. *Arch Ophthalmol Chic Ill* 1960. julho de 1976;94(7):1101–5.
11. Tielsch JM, Katz J, Quigley HA, Miller NR, Sommer A. Intraobserver and interobserver agreement in measurement of optic disc characteristics. *Ophthalmology*. março de 1988;95(3):350–6.
12. Varma R, Steinmann WC, Scott IU. Expert Agreement in Evaluating the Optic Disc for Glaucoma. *Ophthalmology* [Internet]. 1º de fevereiro de 1992 [citado 20 de abril de 2015];99(2):215–21. Disponível em: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642092319906/abstract>
13. Almazroa A, Burman R, Raahemifar K, Lakshminarayanan V. Optic Disc and Optic Cup Segmentation Methodologies for Glaucoma Image Detection: A Survey. *J Ophthalmol*. 2015;2015:180972.

14. Arthur SN, Aldridge AJ, De León-Ortega J, McGwin G, Xie A, Girkin CA. Agreement in assessing cup-to-disc ratio measurement among stereoscopic optic nerve head photographs, HRT II, and Stratus OCT. *J Glaucoma*. junho de 2006;15(3):183–9.
15. Kratz A, Lim R, Goldberg I. Optic nerve head assessment: comparison of Cirrus optic coherence tomography and Heidelberg Retinal Tomograph 3. *Clin Experiment Ophthalmol*. novembro de 2014;42(8):734–44.
16. Medeiros FA. Comparison of the GDx VCC scanning laser polarimeter, HRT II confocal scanning laser ophthalmoscope, and stratus OCT optical coherence tomograph for the detection of glaucoma. *Arch Ophthalmol* [Internet]. 2004;122(6):827–37. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15197057>
17. Sharma P, Sample PA, Zangwill LM, Schuman JS. Diagnostic tools for glaucoma detection and management. *Surv Ophthalmol*. novembro de 2008;53 Suppl1:S17-32.
18. Shin HY, Park H-YL, Jung KI, Park CK. Glaucoma diagnosis optic disc analysis comparing Cirrus spectral domain optical coherence tomography and Heidelberg retina tomograph II. *Jpn J Ophthalmol*. janeiro de 2013;57(1):41–6.
19. Wolfs RCW, Ramrattan RS, Hofman A, de Jong PTVM. Cup-to-disc ratio: ophthalmoscopy versus automated measurement in a general population. *Ophthalmology* [Internet]. 1º de agosto de 1999 [citado 20 de abril de 2015];106(8):1597–601. Disponível em: <http://www.aaojournal.org/article/S016164209990458X/abstract>
20. Bussell II, Wollstein G, Schuman JS. OCT for glaucoma diagnosis, screening and detection of glaucoma progression. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 1º de julho de 2014 [citado 21 de fevereiro de 2016];98(Suppl 2):ii15–9. Disponível em: <http://bj.o.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjophthalmol-2013-304326>
21. Ganesh Babu TR, Shenbaga Devi S, Venkatesh R. Optic nerve head segmentation using fundus images and optical coherence tomography images for glaucoma detection. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacký Olomouc Czechoslov*. dezembro de 2015;159(4):607–15.
22. Hrynychak P, Hutchings N, Jones D, Simpson T. A comparison of cup-to-disc ratio measurement in normal subjects using optical coherence tomography image analysis of the optic nerve head and stereo fundus biomicroscopy. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. novembro de 2004;24(6):543–50.
23. Kim NR, Kim JH, Kim CY, Jun I, Seong GJ, Lee ES. Comparison of the optic nerve imaging by time-domain optical coherence tomography and Fourier-domain optical coherence tomography in distinguishing normal eyes from those with glaucoma. *J Glaucoma*. janeiro de 2013;22(1):36–43.
24. Kotowski J, Wollstein G, Folio LS, Ishikawa H, Schuman JS. Clinical Use of OCT in Assessing Glaucoma Progression. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Off J Int Soc Imaging Eye* [Internet]. julho de 2011 [citado 21 de fevereiro de 2016];42(0):S6–14. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3407561/>
25. Li G, Fansi AK, Boivin J-F, Joseph L, Harasymowycz P. Screening for glaucoma in high-risk populations using optical coherence tomography. *Ophthalmology*. março de 2010;117(3):453–61.

26. Mwanza J-C, Oakley JD, Budenz DL, Anderson DR, Cirrus Optical Coherence Tomography Normative Database Study Group. Ability of cirrus HD-OCT optic nerve head parameters to discriminate normal from glaucomatous eyes. *Ophthalmology*. fevereiro de 2011;118(2):241-248.e1.
27. Vessani RM, Moritz R, Batis L, Zagui RB, Bernardoni S, Susanna R. Comparison of quantitative imaging devices and subjective optic nerve head assessment by general ophthalmologists to differentiate normal from glaucomatous eyes. *J Glaucoma*. março de 2009;18(3):253–61.
28. Yang B, Ye C, Yu M, Liu S, Lam DSC, Leung CK. Optic disc imaging with spectral-domain optical coherence tomography: variability and agreement study with Heidelberg retinal tomograph. *Ophthalmology*. setembro de 2012;119(9):1852–7.
29. Yüksel N, Altintas O, Ozkan B, Karadag S, Caglar Y. Discriminating ability of optical coherence tomography data in staging glaucomatous damage. *Can J Ophthalmol J Can Ophtalmol*. junho de 2009;44(3):297–307.
30. Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, et al. Optical Coherence Tomography. *Science [Internet]*. 22 de novembro de 1991 [citado 21 de fevereiro de 2016];254(5035):1178–81. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4638169/>
31. Park SB, Sung KR, Kang SY, Kim KR, Kook MS. Comparison of glaucoma diagnostic Capabilities of Cirrus HD and Stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960*. dezembro de 2009;127(12):1603–9.
32. Savini G, Carbonelli M, Parisi V, Barboni P. Repeatability of optic nerve head parameters measured by spectral-domain OCT in healthy eyes. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Off J Int Soc Imaging Eye*. junho de 2011;42(3):209–15.
33. Andersson VO, Oliveira LF. Auxílio ao Diagnóstico do Glaucoma Utilizando Processamento de Imagens. In: Pereira Neves LA, Vieira Neto H, organizadores. *Avanços em Visão Computacional [Internet]*. 1º ed Omnipax Editora Ltda; 2012 [citado 21 de fevereiro de 2016]. p. 85–98. Disponível em: http://omnipax.com.br/site/?page_id=270
34. Chandrika, S., Nirmala, K. Analysys of CDR detection for glaucoma diagnosis. *Int J Eng Appl [Internet]*. 2013;23–7. Disponível em: http://www.ijera.com/special_issue/NCACCT_Mar_2013/E2327.pdf
35. Hatanaka Y, Noudo A, Muramatsu C, Sawada A, Hara T, Yamamoto T, et al. Automatic Measurement of Vertical Cup-to-Disc Ratio on Retinal Fundus Images. In: Zhang D, Sonka M, organizadores. *Medical Biometrics [Internet]*. Springer Berlin Heidelberg; 2010 [citado 20 de abril de 2015]. p. 64–72. (Lecture Notes in Computer Science). Disponível em: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-13923-9_7
36. Hatanaka Y, Noudo A, Muramatsu C, Sawada A, Hara T, Yamamoto T, et al. Automatic measurement of cup to disc ratio based on line profile analysis in retinal images. *Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Conf*. 2011;2011:3387–90.
37. Jagadeesh Kumar PS Dr SBM. A Survey on Image Processing Techniques for Glaucoma Detection. *Int J Adv Res Comput Eng Amp Technol [Internet]*. 2014;3(12):4066–73. Disponível em:

https://pdfs.semanticscholar.org/7427/675ad756d91f63b2197758b248c4d4dacc4d.pdf?_ga=2.4387635.105930878.1506214583-1924307024.1506214583

38. Jindra LF, Kuběna T, Gaudino RN. Analytic methods in assessment of optic nerve cupping. *Ceská Slov Oftalmol Cas České Oftalmol Spolecnosti Slov Oftalmol Spolecnosti*. junho de 2014;70(3):79–88.
39. Joshi GD, Sivaswamy J, Karan K, Krishnadas SR. Optic disk and cup boundary detection using regional information. In: 2010 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro [Internet]. 2010. p. 948–51. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.417.7608&rep=rep1&type=pdf>
40. Kavitha S, Duraiswamy K. An efficient decision support system for detection of glaucoma in fundus images using ANFIS. *Int J Adv Eng Technol* [Internet]. 2012 [citado 21 de fevereiro de 2016];2(1):227. Disponível em: <http://search.proquest.com/openview/bc0cd1564cf0f80da00725c01c3f94a4/1?pq-origsite=gscholar>
41. Lata B Hanchinal, Prof Nataraj A Vijapur, Dr R Shrinivasa Rao Kunte. Survey of Different Techniques for Glaucoma Detection and Approach for Glaucoma Detection using Reconfigurable Processor. *Int J Emerg Technology Comput Sci Eletronics*. abril de 2015;14(2):79–83.
42. Liu J, Wong DWK, Lim JH, Li H, Tan NM, Zhang Z, et al. ARGALI: An Automatic Cup-to-Disc Ratio Measurement System for Glaucoma Analysis Using Level-set Image Processing. In: Lim CT, Goh JCH, organizadores. 13th International Conference on Biomedical Engineering [Internet]. Springer Berlin Heidelberg; 2009 [citado 20 de abril de 2015]. p. 559–62. (IFMBE Proceedings). Disponível em: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-92841-6_137
43. Liu J, Yin FS, Wong DWK, Zhang Z, Tan NM, Cheung CY, et al. Automatic glaucoma diagnosis from fundus image. *Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Conf*. 2011;2011:3383–6.
44. Narasimhan K, Vijayarekha K, JogiNarayana KA, SivaPrasad P, SatishKumar V. Glaucoma Detection From Fundus Image Using OpenCV. *Reserach J Appl Sci Eng Technolgy* [Internet]. dezembro de 2012;4(24):5459–63. Disponível em: <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v4-5459-5463.pdf>
45. Nath MK, Dandapat S. Techniques of Glaucoma Detection From Color Fundus Images: A Review. *Int J Image Graph Signal Process* [Internet]. 1º de setembro de 2012 [citado 21 de fevereiro de 2016];4(9):44–51. Disponível em: <http://www.mecspress.org/ijigsp/ijigsp-v4-n9/v4n9-7.html>
46. Nayak J, Acharya U R, Bhat PS, Shetty N, Lim T-C. Automated diagnosis of glaucoma using digital fundus images. *J Med Syst*. outubro de 2009;33(5):337–46.
47. Naz S, Rao SN. Glaucoma Detection in Color Fundus Images Using Cup to Disc Ratio. *Int J Eng Sci IJES Vol* [Internet]. 2014 [citado 21 de fevereiro de 2016];3(6):51–58. Disponível em: <http://www.theijes.com/papers/v3-i6/Version-6/H0366051058.pdf>

48. Rahul M Nair DS. A novel approach towards automatic glaucoma assessment. *Int J Sci Eng Technol* [Internet]. maio de 2014;3(2):281–8. Disponível em: <http://www.ijret.org/pdf/120674.pdf>
49. Sánchez Pérez A, Honrubia López FM, Larrosa Poves JM, Polo Llorens V, Melcon Sánchez-Frieras B. [The Autocad system for planimetric study of the optic disc in glaucoma: technique and reproducibility study]. *Arch Soc Esp Oftalmol*. setembro de 2001;76(9):551–8.
50. Sharangouda N, Shradha. Automated glaucoma detection in retina from cup to disk ratio using morphology and vessel bend techniques. *Int J Adv Res Comput Commun Eng* [Internet]. junho de 2015;4(6):139–42. Disponível em: <http://www.ijarcce.com/upload/2015/june-15/IJARCCE%2031.pdf>
51. Sharangouda N, Shruti PY. Automatic retina feature analysis for glaucoma detection using cup to disk ratio based on morphology and Hough Circle based techniques. *Int J Adv Res Comput Commun Eng* [Internet]. junho de 2015;4(6):163–6. Disponível em: <http://www.ijarcce.com/upload/2015/june-15/IJARCCE%2036.pdf>
52. Vijayarekha, K Dr N. An efficient automated system for glaucoma detection using fundus image. *J Theor Appl Inf Technol* [Internet]. novembro de 2011;33(1):104–10. Disponível em: <http://www.jatit.org/volumes/Vol33No1/12Vol33No1.pdf>
53. Garway-Heath DF, Ruben ST, Viswanathan A, Hitchings RA. Vertical cup/disc ratio in relation to optic disc size: its value in the assessment of the glaucoma suspect. *Br J Ophthalmol*. outubro de 1998;82(10):1118–24.
54. LIM CS, O'Brian C, Bolton N. A Simple Clinical Method to Measure the Optic Disc Size in G... : *Journal of Glaucoma* [Internet]. LWW. 1996 [citado 20 de abril de 2015]. Disponível em: http://journals.lww.com/glaucomajournal/Fulltext/1996/08000/A_Simple_Clinical_Method_to_Measure_the_Optic_Disc.5.aspx
55. Michelson G, Wäntges S, Hornegger J, Lausen B. The papilla as screening parameter for early diagnosis of glaucoma. *Dtsch Arztebl Int*. agosto de 2008;105(34–35):583–9.
56. Reus NJ, de Graaf M, Lemij HG. Accuracy of GDx VCC, HRT I, and clinical assessment of stereoscopic optic nerve head photographs for diagnosing glaucoma. *Br J Ophthalmol*. março de 2007;91(3):313–8.
57. Harper R, Reeves B, Smith G. Observer variability in optic disc assessment: implications for glaucoma shared care. *Ophthalmic Physiol Opt* [Internet]. 1º de julho de 2000 [citado 20 de abril de 2015];20(4):265–73. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1475-1313.2000.00528.x/abstract>
58. Haslett RS, Batterbury M, Cuypers M, Cooper RL. Inter-observer agreement in clinical optic disc measurement using a modified 60 D lens. *Eye Lond Engl*. 1997;11 (Pt 5):692–7.
59. Montgomery DM, Craig JP. Optic disc interpretation in glaucoma: is confidence misplaced? *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. outubro de 1993;13(4):383–6.
60. Reus NJ, Lemij HG, Garway-Heath DF, Airaksinen PJ, Anton A, Bron AM, et al. Clinical assessment of stereoscopic optic disc photographs for glaucoma: the European Optic Disc Assessment Trial. *Ophthalmology*. abril de 2010;117(4):717–23.

61. Spencer AF, Vernon SA. Optic disc measurement with the Zeiss four mirror contact lens. *Br J Ophthalmol* [Internet]. outubro de 1994;78(10):775–80. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7803355>
62. Spencer AF, Vernon SA. Optic disc measurement: a comparison of indirect ophthalmoscopic methods. *Br J Ophthalmol*. outubro de 1995;79(10):910–5.
63. Spencer AF, Vernon SA. Repeatability and reproducibility of optic disc measurement with the Zeiss 4-mirror contact lens. *Ophthalmology*. janeiro de 1996;103(1):163–7.
64. Varma R, Spaeth GL, Steinmann WC, Katz L. Agreement between clinicians and an image analyzer in estimating cup-to-disc ratios. *Arch Ophthalmol* [Internet]. 1º de abril de 1989 [citado 20 de abril de 2015];107(4):526–9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1001/archopht.1989.01070010540027>
65. Wolfs RC, Ramrattan RS, Hofman A, de Jong PT. Cup-to-disc ratio: ophthalmoscopy versus automated measurement in a general population: The Rotterdam Study. *Ophthalmology*. agosto de 1999;106(8):1597–601.
66. Gloster J, Parry DG. Use of photographs for measuring cupping in the optic disc. *Br J Ophthalmol* [Internet]. outubro de 1974 [citado 20 de abril de 2015];58(10):850–62. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1215041/>
67. Muramatsu C, Nakagawa T, Sawada A, Hatanaka Y, Yamamoto T, Fujita H. Automated determination of cup-to-disc ratio for classification of glaucomatous and normal eyes on stereo retinal fundus images. *J Biomed Opt*. setembro de 2011;16(9):096009.
68. Martinez-De-La-Casa JM, Saenz-Frances F, Fernandez-Vidal AM, Mendez-Hernandez CD, Pablo-Julvez L, Garcia-Sanchez J, et al. Agreement between slit lamp examination and optical coherence tomography in estimating cup-disc ratios. *Eur J Ophthalmol*. junho de 2008;18(3):423–8.
69. Nandibewoor A. Computer based diagnosis of glaucoma using digital fundus image. In: International Association of Engineers, organizador. *Proceeding of the Worl Congress of Engineering 2013* [Internet]. Hong Kong: IAENG; 2013. (World Congress on Engineering, WCE 2013; vol. 3). Disponível em: http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/WCE2013_pp2206-2208.pdf
70. Rahul M Nair, Darsana S. Mask image generation for segmenting retinal fundus image features into ISNT quadrants using array centroid method. *Int J Res Eng Technol* [Internet]. abril de 2014;3(4):263–7. Disponível em: <http://esatjournals.net/ijret/2014v03/i04/IJRET20140304047.pdf>
71. Perera SA, Foo LL, Cheung CYL, Allen JC, Chua D, Tham YC, et al. Cup-to-Disc Ratio From Heidelberg Retina Tomograph 3 and High-Definition Optical Coherence Tomography Agrees Poorly With Clinical Assessment. *J Glaucoma*. 30 de março de 2015;
72. Sato S, Hirooka K, Baba T, Shiraga F. Comparison of optic nerve head parameters using Heidelberg Retina Tomograph 3 and spectral-domain optical coherence tomography. *Clin Experiment Ophthalmol*. outubro de 2012;40(7):721–6.

73. Ulas F, Dogan Ü, Kaymaz A, Çelik F, Çelebi S. Evaluation of subjects with a moderate cup to disc ratio using optical coherence tomography and Heidelberg retina tomograph 3: impact of the disc area. *Indian J Ophthalmol*. janeiro de 2015;63(1):3–8.
74. Knight OJ, Girkin CA, Budenz DL, Durbin MK, Feuer WJ, Cirrus OCT Normative Database Study Group. Effect of race, age, and axial length on optic nerve head parameters and retinal nerve fiber layer thickness measured by Cirrus HD-OCT. *Arch Ophthalmol Chic Ill* 1960. março de 2012;130(3):312–8.
75. Gupta PK, Asrani S, Freedman SF, El-Dairi M, Bhatti MT. Differentiating glaucomatous from non-glaucomatous optic nerve cupping by optical coherence tomography. *Open Neurol J*. 2011;5:1–7.
76. Prata TS, Dorairaj S, Trancoso L, Kanadani FN, Biteli LG, Furlanetto R, et al. Eyes with large disc cupping and normal intraocular pressure: using optical coherence tomography to discriminate those with and without glaucoma. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2014;3(3):91–8.
77. Savini G, Barboni P, Carbonelli M, Sbreglia A, Deluigi G, Parisi V. Comparison of optic nerve head parameter measurements obtained by time-domain and spectral-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma*. julho de 2013;22(5):384–9.
78. Souza, Luiz, Oliveira Junior, Luiz, Rios, Marcus, Sarmento, Adriano. Desenvolvimento de Dispositivo Eletronico Movel para auxiliar o diagnóstico de glaucoma de angulo aberto. In Manaus; 2014 [citado 7 de fevereiro de 2017]. Disponível em: sbesc.lisha.ufsc.br/sbesc2014/accepted_works
79. Johnson KA, Meyer J, Yazar S, Turner AW. Real-time teleophthalmology in rural Western Australia. *Aust J Rural Health*. 8 de abril de 2015;
80. Kassam F, Amin S, Sogbesan E, Damji KF. The use of teleglaucoma at the University of Alberta. *J Telemed Telecare*. outubro de 2012;18(7):367–73.
81. Kassam F, Sogbesan E, Boucher S, Rudnisky CJ, Prince W, Leinweber G, et al. Collaborative care and teleglaucoma: a novel approach to delivering glaucoma services in Northern Alberta, Canada. *Clin Exp Optom J Aust Optom Assoc*. novembro de 2013;96(6):577–80.
82. Khan AA, Mustafa MZ, Sanders R. Improving patient access to prevent sight loss: ophthalmic electronic referrals and communication (Scotland). *Public Health*. fevereiro de 2015;129(2):117–23.
83. Kumar S, Giubilato A, Morgan W, Jitskaia L, Barry C, Bulsara M, et al. Glaucoma screening: analysis of conventional and telemedicine-friendly devices. *Clin Experiment Ophthalmol*. abril de 2007;35(3):237–43.
84. Labiris G, Fanariotis M, Christoulakis C, Petounis A, Kitsos G, Aspiotis M, et al. Tele-ophthalmology and conventional ophthalmology using a mobile medical unit in remote Greece. *J Telemed Telecare*. 2003;9(5):296–9.
85. Li HK, Tang RA, Oschner K, Koplos C, Grady J, Crump WJ. Telemedicine screening of glaucoma. *Telemed J Off J Am Telemed Assoc*. 1999;5(3):283–90.

86. Staffieri SE, Ruddle JB, Kearns LS, Barbour JM, Edwards TL, Paul P, et al. Telemedicine model to prevent blindness from familial glaucoma. *Clin Experiment Ophthalmol*. novembro de 2011;39(8):760–5.
87. Strouthidis NG, Chandrasekharan G, Diamond JP, Murdoch IE. Teleglaucoma: ready to go? *Br J Ophthalmol*. dezembro de 2014;98(12):1605–11.
88. Tang RA, Morales M, Ricur G, Schiffman JS. Telemedicine for eye care. *J Telemed Telecare*. 2005;11(8):391–6.
89. Tuulonen A, Ohinmaa T, Alanko HI, Hyytinen P, Juutinen A, Toppinen E. The application of teleophthalmology in examining patients with glaucoma: a pilot study. *J Glaucoma*. dezembro de 1999;8(6):367–73.
90. Yogesan K, Constable IJ, Eikelboom RH, van Saarloos PP. Tele-ophthalmic screening using digital imaging devices. *Aust N Z J Ophthalmol*. maio de 1998;26 Suppl 1:S9-11.
91. Jacomini CZ, Hannouche RZ. Retinopatia hipertensiva. *Rev Bras Hipertens* [Internet]. 2001 [citado 28 de fevereiro de 2016];8(3). Disponível em: <http://departamentos.cardiol.br/dha/revista/8-3/retinopatia.pdf>
92. Kanski JJ. *Oftalmologia uma abordagem sistematica*. 7º ed. 2012.
93. Terasic. Terasic - Daughter Cards - Video & Image - 5 Mega Pixel Digital Camera Package [Internet]. [citado 6 de março de 2017]. Disponível em: <http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=68&No=281&PartNo=1>
94. Terasic. Terasic - DE Main Boards - DE2i-150 FPGA Development kit [Internet]. [citado 6 de março de 2017]. Disponível em: <http://terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&No=529>
95. INTEL. Intel Atom Processor N2600 [Internet]. [citado 6 de março de 2017]. Disponível em: https://ark.intel.com/pt-br/products/58916/Intel-Atom-PROCESSOR-n2600-1m-cACHE-1_6-ghZ
96. Muramatsu Chisako, Nakagawa Toshiaki, Sawada Akira, Hatanaka Yuji, Yamamoto Tetsuya, Fujita Horoshi. Automated determination of cup-to-disc ratio for classification of glaucomatous and normal eyes on stereo retinal fundus images. *J Biomed Opt*. setembro de 2011;16(9).
97. Preeti Kailas Suryawanshi. An Approach to Glaucoma using Image Segmentation Techniques. *Int J Eng Sci Res Technol* [Internet]. setembro de 2013;2(9):2388–92. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=6962CED2C7959B12A91D34E7A5FE33D0?doi=10.1.1.402.4574&rep=rep1&type=pdf>
98. Aquino A, Gegundez-Arias ME, Marin D. Detecting the optic disc boundary in digital fundus images using morphological, edge detection, and feature extraction techniques. *IEEE Trans Med Imaging* [Internet]. novembro de 2010;29(11):1860–9. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20562037>
99. Asha Merin Jose, Arun A Balakrishnan. A novel method for glaucoma detection using optic disc and cup segmentation in digital retinal fundus images. In *Nagercoil: IEEE*; 2015.

100. Hu Man, Zhu Chenghao, Li Xiaoxing, Xu Yongli. Optic cup segmentation from fundus images for glaucoma diagnosis. *Bioengineered* [Internet]. 8º ed 2017;21–8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/21655979.2016.1227144>
101. Beauregard D, Schiffman JS, Tang R. Collaborative telemedicine between optometry and ophthalmology: an initiative from the University of Houston. *Stud Health Technol Inform.* 1999;64:173–8.
102. BenZion I, Helveston EM. Use of telemedicine to assist ophthalmologists in developing countries for the diagnosis and management of four categories of ophthalmic pathology. *Clin Ophthalmol Auckl NZ.* dezembro de 2007;1(4):489–95.
103. Bergua A, Mardin CY, Horn FK. Tele-transmission of stereoscopic images of the optic nerve head in glaucoma via Internet. *Telemed J E-Health Off J Am Telemed Assoc.* junho de 2009;15(5):439–44.

APÊNDICE A

FICHA DE CADASTRO DE PACIENTES PARA ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O
DISPOSITIVO ELETRÔNICO MÓVEL (DEM) E A TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA (OCT)
PARA DETERMINAÇÃO DA ESCAVAÇÃO PAPILAR

INDIVÍDUO NÚMERO: _____

NOME: _____

DATA DE NASCIMENTO: _____ IDADE: _____ SEXO: F() M()

ENDEREÇO: _____

TELEFONE: _____ EMAIL: _____

ALERGIAS MEDICAMENTOSAS: _____

CIRURGIAS OCULARES PRÉVIAS NOS ÚLTIMOS 12 MESES: _____

DOENÇA OCULAR CONHECIDA: _____

USO DE MEDICAÇÕES: _____

DIABETES: () HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA: () ESCLEROSE MÚLTIPLA ()

AIDS () LEUCEMIA () CANCER EM TRATAMENTO ()

EXAME MÉDICO – DATA: _____

AVL COM CORREÇÃO: OD _____ OE

REFRAÇÃO OD: _____ EE OD: _____

REFRAÇÃO OE: _____ EE OE: _____

BIOMICROSCOPIA OD: _____

BIOMICROSCOPIA OE: _____

TONOMETRIA DE APLANAÇÃO: _____ mmHg

FUNDOSCOPIA OD: _____

FUNDOSCOPIA OE: _____

PAQUIMETRIA ULTRASSONICA CENTRAL OD: _____ OE: _____

GONIOSCOPIA OD: _____

GONIOSCOPIA OE: _____

CAMPIMETRIA HUMPHREY OD: _____

CAMPIMETRIA HUMPHREY OE: _____

OCT PAPILA OD: _____

OCT PAPILA OE: _____

IMAGEM OBTIDA PELO DEM OD: _____

IMAGEM OBTIDA PELO DEM OE: _____

CRITÉRIO DE EXCLUSÃO APLICADO: _____

DIAGNÓSTICO: _____

CONDUTA NECESSÁRIA: _____

DATA DO REEXAME: _____

OCT PAPILA OD: _____

OCT PAPILA OE: _____

IMAGEM OBTIDA PELO DEM OD: _____

IMAGEM OBTIDA PELO DEM OE: _____

OBSERVAÇÕES: _____

APÊNDICE B

Dados obtidos com o sdOCT (N= identificação do participante, OE OCT= medida da EP obtida com o sdOCT, OCTM= media das medidas obtidas com a OCT, DP=desvio padrão)

N	Iniciais	gênero	idade	OE OCT1	OE OCT2	OE OCT3	OE OCT4	OE OCT 5	OE OCTM	DP OCT
12	RRCS	2	42	0,46	0,44	0,41	0,42	0,41	0,43	0,02
83	JSL	1	27	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01
97	ECSX	1	22	0,24	0,25	0,26	0,30	0,29	0,27	0,03
38	AJRPS	1	22	0,65	0,64	0,63	0,64	0,59	0,63	0,02
91	ACS	1	54	0,40	0,38	0,30	0,41	0,42	0,38	0,05
1	AMSC	1	35	0,50	0,49	0,48	0,52	0,52	0,50	0,02
2	ESN	2	48	0,37	0,33	0,39	0,37	0,36	0,36	0,02
65	ENB	1	42	0,37	0,40	0,37	0,37	0,37	0,38	0,01
39	DCMS	1	25	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,00
19	GPAN	1	20	0,62	0,60	0,63	0,61	0,61	0,61	0,01
86	EGF	2	26	0,68	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,02
93	AMS	1	39	0,53	0,53	0,60	0,61	0,60	0,57	0,04
84	LPAL	1	29	0,62	0,57	0,60	0,54	0,57	0,58	0,03
21	MRAS	1	20	0,41	0,44	0,37	0,43	0,46	0,42	0,03
7	AEAL	1	24	0,52	0,53	0,50	0,54	0,53	0,52	0,02
14	DTS	2	50	0,62	0,62	0,64	0,61	0,64	0,63	0,01
79	MASV	2	34	0,39	0,38	0,41	0,40	0,46	0,41	0,03
44	HMSLJ	2	36	0,51	0,54	0,54	0,57	0,54	0,54	0,02
70	KCSS	2	28	0,72	0,71	0,65	0,75	0,69	0,70	0,04
40	EMSRMP	1	28	0,38	0,43	0,36	0,40	0,41	0,40	0,03
105	GSS	1	23	0,38	0,36	0,39	0,39	0,38	0,38	0,01
23	MSVS	1	24	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00
88	ESS	1	18	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00
81	EZS	2	49	0,62	0,59	0,61	0,59	0,59	0,60	0,01
90	KC	1	29	0,16	0,22	0,18	0,20	0,19	0,19	0,02
46	JCTP	2	42	0,50	0,48	0,51	0,51	0,50	0,50	0,01
95	KHC	1	41	0,70	0,56	0,62	0,60	0,53	0,60	0,06
98	MJC	1	47	0,58	0,59	0,57	0,56	0,57	0,57	0,01
109	MBB	1	42	0,61	0,60	0,62	0,60	0,60	0,61	0,01
10	FDFL	2	21	0,51	0,53	0,51	0,53	0,56	0,53	0,02
92	MGS	1	60	0,68	0,69	0,67	0,67	0,66	0,67	0,01
11	RMRNS	2	18	0,53	0,53	0,53	0,56	0,56	0,54	0,02
51	GBRPS	1	24	0,42	0,43	0,42	0,41	0,41	0,42	0,01
20	LCCS	2	41	0,44	0,46	0,46	0,44	0,43	0,45	0,01
34	MVMC	1	45	0,47	0,50	0,49	0,49	0,50	0,49	0,01
26	IVS	1	46	0,53	0,56	0,56	0,57	0,57	0,56	0,02
66	MJS	1	49	0,40	0,42	0,42	0,38	0,40	0,40	0,02
89	GSF	2	26	0,39	0,43	0,41	0,43	0,38	0,41	0,02

108	ASO	2	23	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,00
100	EAX	2	46	0,33	0,35	0,33	0,34	0,33	0,34	0,01
9	ZTFS	1	52	0,64	0,64	0,63	0,62	0,64	0,63	0,01
45	LRS	1	43	0,50	0,50	0,51	0,48	0,50	0,50	0,01
17	DJGN	2	41	0,34	0,27	0,32	0,32	0,26	0,30	0,03
56	TCLS	1	53	0,55	0,59	0,61	0,59	0,63	0,59	0,03
3	CBS	1	30	0,29	0,36	0,35	0,35	0,36	0,34	0,03
94	MMS	2	18	0,63	0,63	0,63	0,62	0,63	0,63	0,00
82	VMSL	1	56	0,45	0,42	0,45	0,45	0,47	0,45	0,02
32	MBES	1	44	0,45	0,44	0,42	0,42	0,42	0,43	0,01
71	DRJ	1	20	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00
27	JHS	2	45	0,31	0,42	0,43	0,40	0,43	0,40	0,05
24	VAAN	1	37	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01
41	HAL	2	48	0,58	0,58	0,59	0,60	0,57	0,58	0,01
33	GJC	2	51	0,36	0,37	0,33	0,34	0,34	0,35	0,02
35	CES	1	48	0,54	0,53	0,52	0,53	0,53	0,53	0,01
47	ASR	1	59	0,59	0,59	0,61	0,58	0,62	0,60	0,02
49	SASF	2	46	0,50	0,45	0,50	0,49	0,43	0,47	0,03
61	JCAL	2	39	0,29	0,25	0,27	0,27	0,28	0,27	0,01
55	CFA	1	22	0,53	0,54	0,47	0,54	0,45	0,51	0,04
107	PR	1	38	0,52	0,48	0,44	0,46	0,43	0,47	0,04
53	APRB	1	46	0,41	0,41	0,42	0,41	0,43	0,42	0,01
52	FENS	2	43	0,61	0,61	0,61	0,62	0,61	0,61	0,00
110	TODA	1	25	0,52	0,53	0,50	0,51	0,50	0,51	0,01
8	AAAL	2	26	0,51	0,53	0,52	0,53	0,54	0,53	0,01
60	EMBS	1	40	0,48	0,51	0,50	0,51	0,53	0,51	0,02
37	EAA	2	35	0,30	0,28	0,28	0,28	0,30	0,29	0,01
22	CRL	2	59	0,72	0,71	0,70	0,70	0,72	0,71	0,01
96	RPSL	1	18	0,46	0,47	0,45	0,45	0,47	0,46	0,01
58	MBMP	1	27	0,47	0,50	0,49	0,51	0,50	0,49	0,02
50	EPRCS	2	23	0,30	0,29	0,26	0,30	0,36	0,30	0,04
106	YSSF	1	18	0,31	0,35	0,28	0,28	0,29	0,30	0,03
69	JSJ	2	54	0,46	0,46	0,47	0,45	0,48	0,46	0,01
85	VASJ	2	39	0,48	0,43	0,37	0,42	0,39	0,42	0,04
104	CDCS	1	34	0,25	0,31	0,25	0,30	0,32	0,29	0,03
36	EMML	1	61	0,65	0,67	0,64	0,67	0,66	0,66	0,01
13	MLSL	1	50	0,57	0,54	0,54	0,52	0,58	0,55	0,02
48	FLRA	2	46	0,38	0,37	0,35	0,38	0,38	0,37	0,01
75	RMLC	1	18	0,39	0,40	0,38	0,35	0,38	0,38	0,02
62	MBM	2	50	0,43	0,45	0,43	0,43	0,45	0,44	0,01
102	FAFS	2	22	0,63	0,66	0,62	0,62	0,66	0,64	0,02
78	MAS	2	48	0,42	0,40	0,43	0,43	0,43	0,42	0,01
25	JFL	1	51	0,53	0,54	0,53	0,52	0,53	0,53	0,01
16	NRMV	1	52	0,59	0,59	0,63	0,59	0,55	0,59	0,03

74	EPS	2	51	0,63	0,63	0,64	0,64	0,63	0,63	0,01
80	EVS	1	52	0,42	0,41	0,42	0,41	0,42	0,42	0,01
42	DAS	2	39	0,82	0,71	0,73	0,72	0,79	0,75	0,05
103	AFSN	2	26	0,51	0,52	0,54	0,53	0,51	0,52	0,01
43	JALRL	1	31	0,46	0,48	0,45	0,48	0,46	0,47	0,01
4	SMO	1	57	0,44	0,44	0,44	0,38	0,40	0,42	0,03
87	MCA	1	54	0,35	0,36	0,37	0,38	0,37	0,37	0,01
54	TNVS	1	19	0,55	0,55	0,58	0,58	0,59	0,57	0,02
72	ICSS	1	29	0,52	0,50	0,51	0,50	0,52	0,51	0,01
31	JFS	2	39	0,54	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,00
101	LSMO	2	25	0,46	0,46	0,47	0,46	0,46	0,46	0,00
18	CCS	1	44	0,55	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0,01
28	MS	1	42	0,47	0,45	0,36	0,49	0,55	0,46	0,07
73	GAAMF	2	59	0,58	0,59	0,58	0,58	0,63	0,59	0,02
6	SRS	2	58	0,41	0,43	0,38	0,45	0,39	0,41	0,03
67	MAS	2	45	0,56	0,56	0,55	0,60	0,60	0,57	0,02
63	CMTP	1	39	0,48	0,16	0,48	0,48	0,18	0,36	0,17
76	HMS	2	52	0,06	0,33	0,11	0,14	0,12	0,15	0,10
30	KDS	1	38	0,65	0,65	0,65	0,64	0,65	0,65	0,00
29	JAS	2	50	0,57	0,59	0,57	0,59	0,58	0,58	0,01
15	CFS	1	62	0,67	0,59	0,60	0,62	0,62	0,62	0,03
68	DRCS	1	50	0,55	0,58	0,55	0,58	0,56	0,56	0,02
64	FSL	1	33	0,58	0,58	0,61	0,63	0,59	0,60	0,02
57	JGPS	2	58	0,52	0,44	0,46	0,54	0,51	0,49	0,04
59	JJS	1	55	0,60	0,59	0,62	0,57	0,59	0,59	0,02
5	RFS	1	56	0,54	0,55	0,56	0,54	0,56	0,55	0,01
77	MAS	1	32	0,45	0,47	0,43	0,44	0,47	0,45	0,02
99	TCS	1	44	0,60	0,60	0,60	0,59	0,61	0,60	0,01

89	GSF	2	26	0,35	0,34	0,39	0,39	0,39	0,37	0,02
108	ASO	2	23	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,00
100	EAX	2	46	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,00
9	ZTFS	1	52	0,58	0,58	0,61	0,61	0,61	0,60	0,02
45	LRS	1	43	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,00
17	DJGN	2	41	0,25	0,27	0,27	0,27	0,25	0,26	0,01
56	TCLS	1	53	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,00
3	CBS	1	30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,01
94	MMS	2	18	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,00
82	VMSL	1	56	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
32	MBES	1	44	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,00
71	DRJ	1	20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
27	JHS	2	45	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,35	0,00
24	VAAN	1	37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
41	HAL	2	48	0,55	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,01
33	GJC	2	51	0,30	0,29	0,28	0,29	0,28	0,29	0,01
35	CES	1	48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,00
47	ASR	1	59	0,54	0,53	0,54	0,54	0,53	0,54	0,01
49	SASF	2	46	0,41	0,41	0,42	0,41	0,41	0,41	0,00
61	JCAL	2	39	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,00
55	CFA	1	22	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,00
107	PR	1	38	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
53	APRB	1	46	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,00
52	FENS	2	43	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,00
110	TODA	1	25	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,00
8	AAAL	2	26	0,45	0,46	0,46	0,45	0,44	0,45	0,01
60	EMBS	1	40	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,00
37	EAA	2	35	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,00
22	CRL	2	59	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,00
96	RPSL	1	18	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,00
58	MBMP	1	27	0,41	0,41	0,41	0,42	0,41	0,41	0,00
50	EPRCS	2	23	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,00
106	YSSF	1	18	0,23	0,23	0,23	0,20	0,20	0,22	0,02
69	JSJ	2	54	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,00
85	VASJ	2	39	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,00
104	CDCS	1	34	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
36	EMML	1	61	0,57	0,57	0,56	0,57	0,57	0,57	0,00
13	MLSL	1	50	0,47	0,47	0,46	0,45	0,45	0,46	0,01
48	FLRA	2	46	0,26	0,26	0,31	0,31	0,26	0,28	0,03
75	RMLC	1	18	0,31	0,31	0,30	0,21	0,31	0,29	0,04
62	MBM	2	50	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,00
102	FAFS	2	22	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,00
78	MAS	2	48	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32	0,00
25	JFL	1	51	0,43	0,43	0,43	0,42	0,44	0,43	0,01

APÊNDICE D

Dados obtidos com os examinadores (N= identificação do participante, FOE= medida da EP obtida com o a avaliação do examinador, FOM= media das medidas obtidas com a avaliação do examinador , DP=desvio padrão)

N	Iniciais	gênero	idade	FOE1	FOE2	FOE3	OE FOM	DP FO
12	RRCS	2	42	0,50	0,30	0,30	0,37	0,12
83	JSL	1	27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
97	ECSX	1	22	0,30	0,30	0,10	0,23	0,12
38	AJRPS	1	22	0,60	0,40	0,30	0,43	0,15
91	ACS	1	54	0,40	0,30	0,30	0,33	0,06
1	AMSC	1	35	0,50	0,30	0,30	0,37	0,12
2	ESN	2	48	0,30	0,10	0,20	0,20	0,10
65	ENB	1	42	0,20	0,20	0,40	0,27	0,12
39	DCMS	1	25	0,50	0,30	0,40	0,40	0,10
19	GPAN	1	20	0,50	0,50	0,60	0,53	0,06
86	EGF	2	26	0,50	0,60	0,60	0,57	0,06
93	AMS	1	39	0,50	0,50	0,60	0,53	0,06
84	LPAL	1	29	0,50	0,20	0,40	0,37	0,15
21	MRAS	1	20	0,30	0,30	0,40	0,33	0,06
7	AEAL	1	24	0,40	0,10	0,10	0,20	0,17
14	DTS	2	50	0,40	0,40	0,70	0,50	0,17
79	MASV	2	34	0,50	0,30	0,40	0,40	0,10
44	HMSLJ	2	36	0,40	0,30	0,60	0,43	0,15
70	KCSS	2	28	0,70	0,70	0,70	0,70	0,00
40	EMSRMP	1	28	0,40	0,20	0,20	0,27	0,12
105	GSS	1	23	0,30	0,20	0,30	0,27	0,06
23	MSVS	1	24	0,20	0,10	0,10	0,13	0,06
88	ESS	1	18	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
81	EZS	2	49	0,50	0,50	0,70	0,57	0,12
90	KC	1	29	0,20	0,10	0,20	0,17	0,06
46	JCTP	2	42	0,30	0,50	0,70	0,50	0,20
95	KHC	1	41	0,50	0,40	0,20	0,37	0,15
98	MJC	1	47	0,50	0,40	0,50	0,47	0,06
109	MBB	1	42	0,50	0,50	0,60	0,53	0,06
10	FDFL	2	21	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
92	MGS	1	60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,00
11	RMRNS	2	18	0,40	0,40	0,10	0,30	0,17
51	GBRPS	1	24	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
20	LCCS	2	41	0,30	0,30	0,20	0,27	0,06
34	MVMC	1	45	0,30	0,40	0,50	0,40	0,10
26	IVS	1	46	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
66	MJS	1	49	0,30	0,10	0,30	0,23	0,12
89	GSF	2	26	0,30	0,10	0,20	0,20	0,10

108	ASO	2	23	0,50	0,40	0,50	0,47	0,06
100	EAX	2	46	0,40	0,20	0,10	0,23	0,15
9	ZTFS	1	52	0,60	0,50	0,60	0,57	0,06
45	LRS	1	43	0,50	0,40	0,40	0,43	0,06
17	DJGN	2	41	0,20	0,20	0,10	0,17	0,06
56	TCLS	1	53	0,50	0,50	0,60	0,53	0,06
3	CBS	1	30	0,20	0,10	0,10	0,13	0,06
94	MMS	2	18	0,50	0,40	0,50	0,47	0,06
82	VMSL	1	56	0,40	0,10	0,40	0,30	0,17
32	MBES	1	44	0,40	0,10	0,10	0,20	0,17
71	DRJ	1	20	0,30	0,10	0,10	0,17	0,12
27	JHS	2	45	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
24	VAAN	1	37	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
41	HAL	2	48	0,50	0,20	0,60	0,43	0,21
33	GJC	2	51	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
35	CES	1	48	0,30	0,20	0,30	0,27	0,06
47	ASR	1	59	0,50	0,50	0,60	0,53	0,06
49	SASF	2	46	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
61	JCAL	2	39	0,20	0,20	0,40	0,27	0,12
55	CFA	1	22	0,40	0,20	0,50	0,37	0,15
107	PR	1	38	0,30	0,30	0,30	0,30	0,00
53	APRB	1	46	0,30	0,30	0,40	0,33	0,06
52	FENS	2	43	0,40	0,20	0,70	0,43	0,25
110	TODA	1	25	0,50	0,20	0,20	0,30	0,17
8	AAAL	2	26	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
60	EMBS	1	40	0,50	0,20	0,30	0,33	0,15
37	EAA	2	35	0,40	0,30	0,40	0,37	0,06
22	CRL	2	59	0,40	0,40	0,30	0,37	0,06
96	RPSL	1	18	0,30	0,30	0,20	0,27	0,06
58	MBMP	1	27	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
50	EPRCS	2	23	0,20	0,30	0,40	0,30	0,10
106	YSSF	1	18	0,20	0,20	0,30	0,23	0,06
69	JSJ	2	54	0,20	0,10	0,20	0,17	0,06
85	VASJ	2	39	0,20	0,10	0,10	0,13	0,06
104	CDCS	1	34	0,20	0,20	0,10	0,17	0,06
36	EMML	1	61	0,60	0,40	0,30	0,43	0,15
13	MLSL	1	50	0,40	0,20	0,10	0,23	0,15
48	FLRA	2	46	0,40	0,20	0,20	0,27	0,12
75	RMLC	1	18	0,20	0,20	0,40	0,27	0,12
62	MBM	2	50	0,30	0,20	0,40	0,30	0,10
102	FAFS	2	22	0,60	0,30	0,50	0,47	0,15
78	MAS	2	48	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
25	JFL	1	51	0,30	0,30	0,40	0,33	0,06
16	NRMV	1	52	0,40	0,30	0,40	0,37	0,06

74	EPS	2	51	0,40	0,50	0,60	0,50	0,10
80	EVS	1	52	0,30	0,30	0,50	0,37	0,12
42	DAS	2	39	0,80	0,60	0,70	0,70	0,10
103	AFSN	2	26	0,50	0,50	0,70	0,57	0,12
43	JALRL	1	31	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
4	SMO	1	57	0,30	0,20	0,30	0,27	0,06
87	MCA	1	54	0,30	0,10	0,30	0,23	0,12
54	TNVS	1	19	0,40	0,30	0,40	0,37	0,06
72	ICSS	1	29	0,40	0,20	0,50	0,37	0,15
31	JFS	2	39	0,30	0,30	0,50	0,37	0,12
101	LSMO	2	25	0,30	0,20	0,40	0,30	0,10
18	CCS	1	44	0,50	0,30	0,30	0,37	0,12
28	MS	1	42	0,30	0,10	0,10	0,17	0,12
73	GAAMF	2	59	0,80	0,30	0,50	0,53	0,25
6	SRS	2	58	0,30	0,30	0,40	0,33	0,06
67	MAS	2	45	0,50	0,40	0,60	0,50	0,10
63	CMTP	1	39	0,30	0,10	0,20	0,20	0,10
76	HMS	2	52	0,20	0,10	0,30	0,20	0,10
30	KDS	1	38	0,40	0,30	0,40	0,37	0,06
29	JAS	2	50	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
15	CFS	1	62	0,50	0,50	0,60	0,53	0,06
68	DRCS	1	50	0,40	0,20	0,80	0,47	0,31
64	FSL	1	33	0,50	0,50	0,70	0,57	0,12
57	JGPS	2	58	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
59	JJS	1	55	0,40	0,20	0,30	0,30	0,10
5	RFS	1	56	0,60	0,20	0,30	0,37	0,21
77	MAS	1	32	0,20	0,10	0,10	0,13	0,06
99	TCS	1	44	0,60	0,40	0,60	0,53	0,12

APÊNDICE E

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para determinação da Escavação Papilar, que está sob a responsabilidade do pesquisador Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, com endereço na avenida Engenheiro Domingos Ferreira, 2755 Boa Viagem – Recife/PE CEP 51.020-031– fone: (81)21020999 e e-mail rodrigopclira@hotmail.com para contato do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar) que tem como pesquisador auxiliar a pesquisadora Andrea Gondim Leitão Sarmento - telefones para contato: (81)21020999, e-mail agsarmento@yahoo.com.br

Este Termo de Consentimento pode conter informações que o/a senhor/a não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

➤ Este projeto propõe a comparação da medida da escavação papilar utilizando um dispositivo eletrônico móvel desenvolvido pelo Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, este equipamento nada mais é que um elemento que fará uma fotografia do fundo do seu olho, e será chamado por nós de DEM e a Tomografia de Coerência Óptica, que é uma máquina permite o estudo detalhado do fundo do seu olho e que será chamado por nós de OCT. Este projeto propõe a comparação da medida da escavação papilar, que é o gasto que percebemos no nervo do olho ao examinarmos o fundo do olho das pessoas. A escavação papilar será chamada por nós de EP. Para fazer a medida do gasto do nervo do olho, nós utilizaremos o DEM e a OCT. Para a pesquisa descrita. O voluntário será submetido a exame completo dos olhos e da visão e aos seguintes exames complementares: medida do alcance periférico da visão (campimetria), medida da capacidade de escoamento dos líquidos do olho (gonioscopia), tomografia do nervo do olho (OCT), medida da espessura da parte anterior do olho (paquimetria) e avaliação do gasto do nervo óptico com o dispositivo eletrônico móvel. Os dados serão coletados na clínica Oftalmológica Zona Sul, sem ônus para o voluntário. Caso o voluntário deseje ser ressarcido de qualquer despesa com o transporte para participação na pesquisa, será necessário apresentar nota fiscal que comprove o gasto. Caso seja encontrada alguma doença no olho, no decorrer da pesquisa, o mesmo será encaminhado para tratamento da mesma, mas estes custos de tratamento serão por conta do voluntário, uma vez que não são o motivo da pesquisa em questão.

☐ O período de participação da pesquisa será de 6 (seis) meses a partir da data do primeiro exame. Espera-se poder avaliar a evolução da escavação papilar (EP) 6 (seis) meses após o primeiro exame. Serão necessárias no mínimo 2 (duas) visitas ao consultório para realização dos exames complementares propostos. Para realização dos exames complementares, os voluntários serão submetidos a midríase medicamentosa (dilatação da pupila) com colírio de tropicamida 1%. O efeito do midriático (da dilatação pupilar) é em média de 6 (seis) horas. Para aferição da pressão intraocular na consulta oftalmológica, paquimetria e gonioscopia é necessário o uso do anestésico tópico cloridrato de proximetacaína 0,005g, cujo efeito tem duração média de (20) vinte minutos.

Não será colhido nenhum tipo de material biológico dos voluntários, tipo sangue, urina, fezes, etc. Todos os exames complementares são indolores e não-invasivos.

➤ **RISCOS:** Existe o risco de desconforto no momento de pingar o colírio para dilatação da pupila, assim como no momento de pingar o colírio anestésico. Para minimizar este desconforto, os colírios serão instilados o menor número de vezes possível.

Caso haja qualquer sinal de reação alérgica após o contato com os colírios, o mesmo será imediatamente suspenso e as medidas para reverter e a possível reação alérgica serão tomadas imediatamente.

O sigilo das informações contidas no prontuário médico será de responsabilidade dos pesquisadores. Todos os dados serão anonimizados antes de serem encaminhados para qualquer análise.

➤ **BENEFÍCIOS** os voluntários serão encaminhados para tratamento específico caso seja detectado qualquer doença dos olhos no curso da pesquisa. Os custos da investigação complementar necessária e do tratamento da doença identificada correrão por conta do voluntário, uma vez que as doenças não são o objetivo de estudo desta pesquisa.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço Av. Engenheiro Domingos Ferreira, 2755 – Recife/PE, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas médicas para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores. As despesas com transporte serão ressarcidas com apresentação de nota fiscal que comprove as despesas. As despesas com alimentação não se fazem necessárias uma vez que o tempo de permanência no consultório para realização dos exames não é superior a 02 (duas) horas. O ressarcimento das despesas não atinge os acompanhantes, exceto nos casos onde exista uma dificuldade de mobilidade que se faça necessária a presença do mesmo. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Todas as despesas tidas com a pesquisa serão de responsabilidade do pesquisador responsável, isto é, o participante da pesquisa não arcará com nenhum custo referente aos procedimentos e/ou exames do estudo.

O participante da pesquisa tem direito de assistência integral gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios pelo tempo que for necessário, garantido pelo pesquisador responsável.

O pesquisador responsável dará acesso aos resultados de exames ao médico do participante ou ao próprio participante sempre que solicitado e/ou indicado.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br)**. Tal comitê tem a função de analisar e aprovar os procedimentos para realização de toda e qualquer pesquisa que envolva seres humanos. O CEP funciona de segunda a sexta no horário de 08:00 as 12:00h.

Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira
Pesquisador responsável

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____,

abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar da pesquisa: **Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel (DEM) e a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para determinação da Escavação Papilar através de um estudo clínico de não inferioridade com análise mascarada dos dados**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento).

Local e data _____

Participante da pesquisa ou seu representante legal

Pesquisador responsável ou pessoa por ele delegada

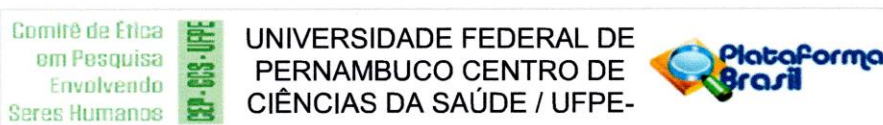
Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

Nome:

Assinatura:

Nome:

Assinatura:

ANEXO 1 – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ESTUDO CLINICO COMPARATIVO ENTRE O DISPOSITIVO ELETRÔNICO MÓVEL (DEM) E A TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA (OCT) PARA DETERMINAÇÃO DA ESCAVAÇÃO PAPILAR ATRAVÉS DE UM ESTUDO CLÍNICO DE NÃO INFERIORIDADE COM ANÁLISE MASCARADA DOS DADOS

Pesquisador: RODRIGO PESSOA CAVALCANTI LIRA

Área Temática: Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;

Versão: 2

CAAE: 39070714.9.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.011.208

Data da Relatoria: 20/04/2015

Apresentação do Projeto:

Indicado na relatoria inicial.

Objetivo da Pesquisa:

Indicado na relatoria inicial.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Indicado na relatoria inicial.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Indicado na relatoria inicial.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Indicado na relatoria inicial.

Recomendações:

s/recomendação

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O presente projeto está modificado e de forma adequada.

APROVADO.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.740-600

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

ANEXO 2 – PUBLICAÇÕES

Artigos completos publicados em anais de congresso

- DANTAS JUNIOR, P. C.; SARMENTO, A. G.; SARMENTO, A. A HW/SW Embedded System for Accelerating Diagnosis of Glaucoma From Eye Fundus Images In: Proceedings of the **27th International Symposium on Rapid System Prototyping (RSP 2016)**, Pittsburgh, USA: Association for Computing Machinery, 2016. p.12 – 18

Resumos publicados em revistas de congresso

- SARMENTO, A. G.; SARMENTO, A; LIRA, R. P. C. Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel e a Tomografia de Coerência Óptica para a Determinação da Escavação Papilar Através de um Estudo de Não Inferioridade com Análise Mascarada dos Dados. 60º Congresso Brasileiro de Oftalmologia, Conselho Brasileiro de Oftalmologia. ARQUIVOS BRASILEIROS DE OFTALMOLOGIA. , v.79, p.26 - 26, 2016
- SARMENTO, A. G. ; SARMENTO, A ; LIRA, R. P. C. . Comparison between a Portable Electronic Device (PED) and Optical Coherence Tomography (OCT) to determine Cup-to-Disc Ratio (CDR) through a non-inferiority trial with masked data analysis. In: 2017 Association for Research in Vision and Ophthalmology Meeting, **2017**, Baltimore. Investigative Ophthalmology & Visual Science, ARVO Annual Meeting Abstract, 2017. v. 58. p. 3974-3974.

Trabalhos publicados em periódicos

- SARMENTO, A.G.; SARMENTO, A.; SOUZA, L.; OLIVEIRA, L.; RIOS, M.; DOMINGUES, T.; PAULA, J.; LIRA, R.P.C. Determining Optic Nerve Cupping Using Optical Coherence Tomography (OCT) Versus A New Electronic Mobile Device. Journal of Glaucoma, v.2018, p.1 - 12, 2018.

Prêmios recebidos

- Prêmio de Melhor Trabalho Regional Nordeste do 60º Congresso Brasileiro de Oftalmologia, Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 2016. **Título do Trabalho:** Estudo Clínico Comparativo entre o Dispositivo Eletrônico Móvel e a Tomografia de Coerência Óptica para a Determinação da Escavação Papilar Através de um Estudo de Não Inferioridade com Análise Mascarada dos Dados

Artigo aceito, aguardando publicação

- SARMENTO, A. G. ; SARMENTO, A ; SOUZA, L.L; OLIVEIRA JR, L. A.; RIOS, M. F. R.; DOMINGUES, T. A. L.; PAULA, J. S.; LIRA, R. P. C. . Determining optic nerve cupping using Optical Cohernc Tomography (OCT) versus a New Electronic Mobile Device. In: Journal of Glaucoma. JOG-D-18-04-0475R1 DOI: 10.1097/IJG.0000000000001139