

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO MORFOFUNCIONAL COM TOMOGRAFIA
DE COERÊNCIA ÓPTICA E PSICOFÍSICA VISUAL

MACAPÁ

2016

DANIELSON RODRIGO CAVALCANTE DA SILVA

DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO MORFOFUNCIONAL COM TOMOGRAFIA
DE COERÊNCIA ÓPTICA E PSICOFÍSICA VISUAL

Dissertação Apresentada ao
Programa de Pesquisa e Pós-
Graduação em Ciências da Saúde da
Universidade Federal do Amapá,
para obtenção do Título de Mestre
em Ciências da Saúde.

Área de Concentração:
Epidemiologia e Saúde

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria
Izabel Tentes Côrtes.

MACAPÁ

2016

DANIELSON RODRIGO CAVALCANTE DA SILVA

DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO MORFOFUNCIONAL COM TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA E PSICOFÍSICA VISUAL

Dissertação Apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amapá, para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Saúde.

Aprovada em: 17/11/2016

Banca Examinadora

Professora Dra. Marina Noli Bittencourt

Membro Titular – UNIFAP

Professora. Dra. Maira Tiyomi Sacata Tongu Nazima

Membro Titular – UNIFAP

Professora Dra. Marluclena Pinheiro da Silva

Membro Titular – UNIFAP

Ao meu filho Pedro Henrique e Minha Esposa Bia Santos, por toda paciência e compreensão que tiveram durante minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus que mesmo nos momentos de angústia e aflição me deu ânimo para contornar os desafios e não desistir.

À Prof^a Dr^a Maria Izabel Tentes Côrtes, pelos excelentes conselhos e conhecimentos científicos repassados com humildade e que me fizeram amadurecer como pesquisador, tendo sempre certeza de sua imensurável sabedoria, competência profissional e companheirismo.

À Prof^a Dra Maira Tongu pelos conhecimentos científicos repassados na avaliação oftalmológica.

Ao Prof^o Dr Givago da Silva Souza pelos conhecimentos científicos repassados no núcleo de Medicina tropical da UFPA.

À Prof^a Dra Eliza Maria B. Lacerda, pelas contribuições no exame de qualificação

À Enfermeira Doutoranda Joyce Freitas e a Bióloga Letícia Miquilini pelos valiosos conhecimentos científicos ensinados no Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará.

Ao Biomédico Mestre Andrew Caíres, pela ajuda e pelo imenso apoio durante todas as etapas do estudo.

À minha Esposa Bia Santos e meu filho Pedro Henrique, que mesmo distantes me repassaram incansáveis incentivos para não desistir durante minha jornada no PPGCS.

A todos os participantes controles e não controle dessa pesquisa pela disponibilidade de tempo e pela contribuição voluntária durante as etapas que foram propostas neste estudo.

A Claudia Côrtes e seu Esposo e todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Introdução: A Diabetes Mellitus tipo 2 é uma patologia crônica adquirida, relacionada ao desequilíbrio dos níveis de glicose no organismo em função de estilos de vida e fatores ambientais. Atualmente constitui um desafio para a saúde pública, pois suas complicações afetam a funcionabilidade de órgãos e tecidos, dentre eles o globo ocular, dificultando a chegada de sangue e demais nutrientes à retina, comprometendo seu metabolismo e desencadeando alterações morfológicas e funcionais da visão que se reflete em distúrbios cromáticos e acromáticos. **Objetivos:** avaliar a visão cromática e acromática em seus aspectos morfológicos e funcionais em pessoas diagnosticadas com Diabetes Mellitus Tipo 2. **Métodos:** tratou-se de um estudo caso-controle com abordagem quantitativa onde foram avaliados 14 participantes com diabetes mellitus tipo 2, com média de idade $57,435 \pm 8,69$ Anos e comparados aos resultados da avaliação do grupo controle com média de idade $51,66 \pm 7,29$ anos. Todos os participantes realizaram avaliação clínica oftalmológica composta por refratometria, avaliação da pressão intraocular, Retinografia e Tomografia de coerência óptica que utilizou para comparação faixa de normalidade 251.2 a 172.8 para a espessura foveal e 120.71 a 82.3 para a espessura do nervo óptico. Em seguida, realizaram avaliação psicofísica através dos testes de Lanthony D15 Dessaturado, Farnsworth-Munsell FM-100 e função da sensibilidade ao contraste espacial de luminância-FSCCL. Os resultados foram tabulados no programa Microsoft Office Excel 2007, e analisados estatisticamente pelos programas BioEstat 5.3 e D15 Analysis para MATLAB. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal do Amapá sob o protocolo FR-278871/09. **Resultados:** A avaliação pré-clínica mostrou que os participantes apresentaram resposta visual normal no teste de Ishihara. Na avaliação oftalmológica, todos os participantes apresentaram acuidade visual dentro dos parâmetros estabelecidos de 20/40, ou melhor. Na avaliação da pressão intraocular, nenhum participante apresentou valores pressóricos > 21 mmHg. No exame de Retinografia, nenhum participante apresentou quadro de retinopatia diabética, e no exame de OCT, a avaliação mostrou que a espessura foveal e a camada de fibras nervosas do nervo óptico apresentaram alterações de valores, e que houveram correlações estatísticas significativa com a hemoglobina glicada e glicemia capilar. A avaliação psicofísica mostrou que o desempenho visual do grupo com DMT2, foi pior em relação ao controle, pois houve variações estatísticas significativas nos testes de Lanthony D15 Dessaturado nos índices de confusão de cor, C-Índice e S-Índice. No teste FM-100, O erro de ordenamento, apresentou variância estatística em relação ao controle, bem como no teste da FSCCL as frequências baixas e medias apresentaram maior variância em relação ao grupo controle. **Conclusão:** Os achados mostram que as alterações dos exames de tomografia de coerência óptica estiveram associados em pelo menos um dos três testes psicofísicos utilizados neste estudo, desta forma, é possível concluir que danos morfológico tendenciam a perda funcional. Ressalta-se também a presença de perdas funcionais, mesmo não detectando alterações morfológicas, desta forma, reforçamos a importância de testes psicofísicos no monitoramento da capacidade funcional do sistema visual, antes de lesões instaladas.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus Tipo 2, Psicofísica, Visão, Tomografia de Coerência Ótica.

ABSTRACT

Introduction: Type 2 diabetes mellitus is an acquired chronic disease related to the imbalance of glucose levels in the body due to lifestyle and environmental factors. Currently, this disorder is a challenge to public health because its complications affect the functionality of organs and tissues, including the eye, hampering the passage of blood and other nutrients to the retina, impairing metabolism and triggering morphological and functional changes in vision which reflect on chromatic and achromatic disorders. **Objective:** Evaluate the chromatic and achromatic vision in their morphological and functional aspects in people diagnosed with Type 2 Diabetes Mellitus. **Methods:** It was made a case-control study with a quantitative approach which evaluated 14 participants with type 2 diabetes mellitus with an average age of 57.435 ± 8.69 years old and compared to the control group evaluation results with an average age of 51, 66 ± 7.29 . All participants underwent ophthalmic clinical evaluation consisting of refraction, assessment of intraocular pressure, retinography and optical coherence tomography (OCT). For comparison it was used 251.2 to 172.8 as normal range for the foveal thickness and 120.71 to 82.3 for the thickness of the optic nerve. Then the participants were submitted to a psychophysical evaluation through Lanthony D15 desaturated, Farnsworth-Munsell FM-100 and the spatial luminance contrast sensitivity function-CSF. The results were tabulated in Microsoft Office Excel 2007 program and statistically analyzed by BioEstat 5.3 and D15 Analysis for MATLAB programs. The study was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Amapá under the FR-278871/09 protocol. **Results:** The pre-clinical evaluation showed that participants had normal visual response in the Ishihara test. The ophthalmological evaluation showed that all participants had a visual acuity within the established parameters of 20/40 or better. No participant had intraocular pressure greater than 21mmHg. In the retinography no participant had a diagnosis of diabetic retinopathy and the OCT showed that the foveal thickness and the layer of optic nerve fibers presented changes of values and there were significant statistical correlation with glycated hemoglobin and blood glucose. The psychophysical evaluation showed that the visual performance of the group with T2DM was worse than the control group performance because there were statistical variations in Lanthony D15 desaturated related to the color confusion index, C-Index and S-Index. In the FM-100 test the spatial error exhibited statistical variance in the control group. In the CSF test low and media frequencies showed greater variance in the control group as well. **Conclusion:** The findings show that changes in optical coherence tomography examinations were associated in at least one of the three psychophysical tests used in this study, so it is possible to conclude that morphological damage tends to impair functional. We also emphasize the presence of functional losses, even if we did not detect morphological alterations. In this way, we reinforced the importance of psychophysical tests in the monitoring of the functional capacity of the visual system, before the lesions were installed.

Keywords: Type 2 Diabetes Mellitus, Psychophysics, Vision, Optical Coherence Tomography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Espectro de Cores CIE-1931 e a Posição das Peças Cromáticas do Lanthony d15 Dessaturado.....	28
Figura 2	Teste de Lanthony D15 Dessaturado.....	29
Figura 3	Gráfico Polar Após Ordenamento de Matizes no FM-100 Computadorizado.....	30
Figura 4	Projeto GCP-7000 Utilizado Para a Aferição da AV.....	39
Figura 5	Modelos de Optotipos do Projeto GCP-7000.....	40
Figura 6	Pranchas Pseudoisocromáticas de Ishihara utilizadas na identificação de alterações visuais congênitas ou adquiridas nos eixos Protan-Deutan.....	41
Figura 7	Lâmpada Fenda de Mesa XCEL 400 e HAAG-STRETT BERN, SWISS MADE.....	43
Figura 8	Retinógrafo OPTO ADS 1.5 FA COLOR.....	43
Figura 9	Imagem de Retinografia Realizada no Estudo	44
Figura 10	Tomógrafo de Coerência Óptica STRATUS OCT (ZEISS) MODEL 3000 PATIENT MODULE.....	44
Figura 11	Imagem da Camada de Fibras Nervosas da Retina Nos Quadrantes Temporal, Nasal, Superior e Inferior Pós-Exame de OCT em Participante do grupo com DMT2.....	45
Figura 12	Imagem do Nervo Óptico Pós-Exame de OCT em Participante do grupo com DMT2.....	46
Figura 13	Iluminador Utilizado na Aplicação do Teste Psicofísico de Lanthony D15.....	47
Figura 14	Sequências para Ordenamento do Teste Computadorizado do FM-100 no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP, com Participantes Diabéticos Atendidos na UBS/Policlínica da UNIFAP, Macapá, 2016.....	49
Figura 15	Exemplo de estímulo visual utilizado em testes psicofísicos que medem a Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância. Na coluna da esquerda estão demonstrados estímulos visuais em forma de redes senoidais estacionárias que aparecem nas telas de testes e na coluna da direita é demonstrado o aspecto gráfico das senóides para cada um dos padrões de estímulos visuais correspondentes.....	50

Figura 16	Limiar de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância Encontrada Após Avaliação Em Participantes dos Grupos Controle e Com DMT2.....	51
Figura 17	Gráfico do Total de Erros de Discriminação Por Prancha de Ishihara do Grupo Com DMT2 Atendidos na UBS/Policlínica da UNIFAP, Macapá, 2016.....	55
Figura 18	Quadro com Resultados do teste de Lanthony D15 Dessaturado do Grupo com DMT2 realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	69
Figura 19	Quadro com Resultado do Teste de Lanthony 15 Dessaturado do Grupo Controle realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	70
Figura 20	Gráfico Polar de Amplitude do Erro de Ordenamento do Teste de Lanthony 15 Dessaturado Baseado no C-Índice realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	71
Figura 21	Gráfico Polar de Dispersão Cromática do Erro do Teste de Lanthony 15 D Dessaturado baseado no S-Índice realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	72
Figura 22	Gráfico da Variância Entre o ICC, C-INDEX e S_INDEX do Teste de Lanthony D15 Dessaturado entre o grupo controle e com DMT2, realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	73
Figura 23	Gráfico da Variância Entre Ângulo de Ordenamento do Teste de Lanthony D15 Dessaturado entre o grupo controle e com DMT2, realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	73
Figura 24	Análise dos Escores de Bowman e Vingrys e King-Smith pela rotina do D15 Analysis no Matlab 2012 de um Participante do Grupo com DMT2 (A) e Controle (B).....	75
Figura 25	Gráfico da Comparação Entre o Erro de Ordenamento de Cores no Teste de FM-100 Controle x Grupo com DMT2.....	78
Figura 26	Quadro da Análise da variância entre as frequências espaciais do grupo com DMT2 e controle após realização do teste de FSCEL no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP.....	83
Figura 27	Gráfico da Comparação da FSCEL Entre o Grupo Controle e o Grupo Com DMT2.....	84
Figura 28	Quadro das Correlações de Pearson Entre as Frequências espaciais e Dados do OCT.....	88

Figura 29	Quadro dos Dados Clínicos das 11 Frequências Avaliadas no Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância – FSCEL do Grupo com DMT2.....	89
Figura 30	Quadro dos Dados Clínicos das 11 Frequências Avaliadas no Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância – FSCEL do Grupo controle.....	90
Figura 31	Quadro das Associações entre dados de Tomografia de Coerência Óptica e Psicofísicos do Grupo com DMT2.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Dados Clinico - Epidemiológico do Grupo com DMT2.....	58
Tabela 02	Correlações de Pearson Entre Dados Clinico-Epidemiológico e OCT do Grupo Com DMT2	61
Tabela 03	Dados de Retinografia e OCT do Grupo Com DMT2.....	62
Tabela 04	Análise da variância entre o índice de confusão de cor do grupo controle e o grupo com DMT2.....	63
Tabela 05	Análise da variância entre o C-ÍNDICE do grupo controle e DMT2.	64
Tabela 06	Análise estatística da variância do S-ÍNDICE entre o grupo controle e o grupo com.....	64
Tabela 07	Análise da variância entre o Ângulo do Grupo Controle e DMT2.....	64
Tabela 08	Correlações de Pearson Entre Dados clinico-epidemiologicos e Lanthony D15 Dessaturado do grupo com DMT2.....	67
Tabela 09	Correlações de Pearson Entre Dados de Lanthony D15 Dessaturado e Oftalmológicos do grupo com DMT2.....	68
Tabela 10	Estatística Descritiva Quantitativa do Teste Lanthony D15 Dessaturado Grupo Controle.....	74
Tabela 11	Estatística Descritiva Quantitativa do Teste Lanthony D15 Dessaturado Grupo Com DMT2.....	74
Tabela 12	Análise da variância entre o erro do FM-100 entre o grupo controle e com DMT2.....	77
Tabela 13	Correlações de Pearson Entre o Erro do FM-100 do Grupo Com DMT2 e Dados Clinico-Epidemiológico.....	78
Tabela 14	Correlações de Pearson Entre o Erro do FM-100 do Grupo Com DMT2 e Dados de OCT.....	78
Tabela 15	Resultado do Teste de FM-100 Grupo com DMT2.....	79
Tabela 16	Resultado do Teste de FM-100 Grupo Controle.....	80
Tabela 17	Dados descritivos das 11 frequencias espaciais visualizadas pelos grupos com DMT2 e Controle no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP.....	86
Tabela 18	Correlações de Pearson Entre as Frequências Espaciais e Dados Clinico-Epidemiologicos do Grupo Com DMT2.....	87

ABREVIATURAS

AV	Acuidade Visual
AO	Avaliação Oftalmológica
CIE	Comissionm Internatinale de L'eclairage
CPG	Ciclos Por Grau
DM	Diabetes Mellitus
DMT1	Diabetes Mellitus Tipo 1
DMT2	Diabetes Mellitus Tipo 2
EFC	Espessura da Fóvea Central
ENO	Espessura do Nervo Óptico
FSCEL	Função da Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância
FM-100	Farnsworth-Munsell-100
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HbA1c	Hemoglobina Glicada
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Índice de Confusão de Cor
LDL	Low Density Lipoproteins
MATLAB	Programa Matemático
NO	Nervo óptico
OD	Olho Direito
OE	Olho Esquerdo
OCT	Tomografia de Coerência Óptica
OMS	Organização Mundial da Saúde
PIO	Pressão Intraocular
RD	Retinopatia Diabética
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SVH	Sistema Visual Humano
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 Aspectos Conceituais e Epidemiológicos da Diabete Mellitus.....	21
2.2 Fisiopatologia da Diabetes Mellitus.....	22
2.3 A Influência da Diabetes Mellitus na Função Visual.....	23
2.4 Métodos Para Avaliação dos Aspectos Morfológicos e Funcionais do Sistema Visual.....	24
2.4.1 Estudo Morfológico por Tomografia de Coerência Óptica.....	24
2.4.2 Estudo Funcional Por Testes Psicofísicos.....	27
2.4.3 Teste Psicofísico de Lanthony D15 Dessaturado.....	27
2.4.4 Teste Psicofísico de Farnsworth-Munsell FM-100.....	30
2.4.5 Teste da Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância (FSCEL).....	31
2.5 Estudos Psicofísicos na Avaliação da Função Visual de Pessoas Com DMT2.....	32
2.6 Análise Estatística.....	35
2.6.1 Análise da Variância.....	35
2.6.2 Correlação Entre Variáveis.....	35
2.6.3 Intervalos de Confiança e Tolerância.....	36
2.6.4 Teste de Normalidade.....	36
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.1 Tipo de Estudo.....	37
3.2 População e Amostra do Estudo.....	37
3.2.1 Critérios de Inclusão x Exclusão.....	38
3.2.2 Da Ética na Pesquisa.....	38
3.3 Coleta de Dados.....	39
3.3.1 Procedimentos Iniciais.....	39
3.3.2 Procedimentos Oftalmológica.....	41

3.3.3 Procedimentos Psicofísicos.....	47
3.3.3.1 Lanthony D15 Dessaturado.....	47
3.3.3.2 Farnsworth-Munsell FM-100.....	48
3.3.3.3 Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância.....	49
3.4 Análise de Dados.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1 Aspectos Gerais da Avaliação de Triagem e Clínico-epidemiológico.....	54
4.1.1 Acuidade Visual e Teste Pseudoisocromático de Ishihara.....	54
4.1.2 Dados Clínico-epidemiológico.....	55
4.2 Avaliação Oftalmológica.....	59
4.2.1 Retinografia e Tomografia de Coerência Óptica.....	59
4.2 Avaliações Psicofísicas.....	63
4.2.1 Teste de Lanthony D15 Dessaturado.....	63
4.2.2 Teste de Farnsworth-Munsell FM-100.....	76
4.2.3 Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância FSCEL.....	81
4.2.4 Considerações Gerais sobre OCT e Psicofísica.....	91
5 CONCLUSÃO.....	93
REFERÊNCIAS	
APÊNDICES	
ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

A Diabetes *Mellitus* (DM), configura-se como alterações metabólicas ocasionada por desordem endócrina a partir da diminuição gradativa ou ausência da produção de insulina pelo pâncreas. Provoca o aumento da taxa de glicose originando o quadro conhecido como hiperglicemia capilar podendo desencadear outras comorbidades como a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS). A DM é uma patologia que apresenta etiologia variada, acomete a humanidade e a põe como principal problema mundial de saúde pública (LANDIM, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

É uma patologia interligada a fenômenos sociais, econômicos, culturais, entre outros e assume posição de destaque dentro do cenário epidemiológico mundial. Neste sentido, sua crescente incidência no Brasil reflete uma política de controle e prevenção dos níveis glicêmicos, pouco eficientes já que a diabetes mellitus está entre as principais causas de internações hospitalares e grande parte destas atribui-se a quadros glicêmicos descompensados evidenciados por alterações micro e macro funcionais dos olhos, rins, nervos e vasos sanguíneos que conseqüentemente levam a perda da visão, deficiência renal aguda ou crônica, alterações senso perceptivas, até casos mais graves como a perda de membros (SILVA *et al.*, 2010).

A DM apresenta classificação baseada em pré-disposições intrínsecas e extrínsecas, podendo ser classificada em Diabetes Mellitus tipo 1 (DMT1), diabetes mellitus por outros tipos específicos, diabetes mellitus gestacional e diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014).

Na DMT 1, o excesso de glicose circulante no lúmen vascular é resultado da produção ineficiente de insulina, devido à diminuição acentuada de células Betas- β localizadas no pâncreas em decorrência, principalmente, de fatores auto-imunes. DMT2, o excesso de glicose circulante no lúmen vascular está diretamente relacionada à resistência periférica a insulina que o organismo desenvolve em decorrência de quadros agudos e/ou crônicos de obesidade, provenientes de fatores como o sedentarismo. Desta forma uma série de alterações fisiológicas é desencadeada e variam desde poliúria e polidipsia, até alterações funcionais das estruturas oculares como embaçamento da visão, em decorrência de alterações em nível de retina. (COZER, 2010; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015; GUALTIERI, 2004).

Neste contexto, a DMT2 está presente em 90% dos casos, se comparada a DMT1. Sua alta incidência reflete diretamente os fatores de risco que estão associados para que esse

percentual seja mantido. O estresse, o sedentarismo, hábitos de vida pouco saudáveis e sobrepeso, podem ser considerados a mola propulsora para o surgimento de DM2 com início agudo e tardiamente, além de favorecer o desenvolvimento de outras comorbidades. (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2009; AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2010; AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2012; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014, SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014).

Devido a DM ser uma doença crônica não transmissível de maior crescimento exponencial, onde um para cada dez adultos no mundo todo tem diabetes, aproximadamente 10% da população mundial, faz com que no Brasil esta estimativa baseada no censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2010, corresponde a pouco mais de doze milhões de pessoas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2012; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES 2012).

É importante destacar que a DM apresenta elevada prevalência na população economicamente ativa e é a maior responsável por causar cegueira em pessoas com faixa etária entre 20 a 74 anos. Neste contexto, a Organização Mundial da saúde (OMS), estimou em 2012, que 10% das pessoas diabéticas no mundo apresentariam alterações visuais e que com este aumento gradativo seria possível refletir que este número, hoje, seja maior em virtude de que o Brasil, em 2012, apresentou aumento populacional considerável e porque em 2015, a população chegou a 415 milhões de diabéticos, sendo que 29,6 milhões estavam na América central e do sul e na faixa etária de 20 a 79 anos. (SCHEFFEL *et al*, 2004; GUALTIERI, 2004; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2012; INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2015).

A resistência periférica à insulina, por ser a principal responsável pelos quadros de hiperglicemia no DM2, provoca no organismo diminuição da captação da mesma pelos receptores em nível de membrana celular. Este déficit na captação ocorre em virtude da diminuição da perfusão tecidual ocasionada por elevados níveis de LDL (Low Density Lipoproteins – Lipoproteína de Baixa Densidade) e aterosclerose, que leva ao comprometimento de estruturas oculares. (GAGLIARDI, 2002)

Esta perfusão tecidual ocular diminuída provoca, portanto, alterações visuais na pessoa com DM e conseqüentemente, comprometem a discriminação cromática da pessoa diabética permitindo que aproximadamente 40% delas desenvolvam complicações tardias da sua doença. Estas complicações evoluem para alterações visuais significativas de uma forma silenciosa e muitas vezes já estão instaladas há algum tempo quando detectadas por meio de testes psicofísicos, conforme mostra inúmeros trabalhos científicos que investigaram a função

visual em diabéticos. (GAGLIARDI, 2002; SANTOS, 2009; ARAGÃO, FERREIRA E PINTO, 2013; GUALTIERI, 2009)

Paralelo à avaliação da função visual por meio da psicofísica, é importante a realização de exames específicos que avaliem as estruturas oculares na busca de alterações microvasculares significativas que podem comprometer a discriminação de cor. Neste sentido, é fundamental a realização de exames clínicos oftalmológicos, além dos específicos de imagem como a tomografia de coerência óptica (OCT) e Retinografia, no sentido de propor possíveis interferências.

A OCT é um exame oftalmológico não invasivo baseado na análise da luz refletida de um feixe de laser emitido sobre a retina, que gera imagens de cortes transversais da mesma, com alta qualidade. É um método inovador que detecta possíveis diferenças anatomo-fisiológicas, entre as inúmeras camadas teciduais e celulares que compõem a retina, vítreo, macula e nervo óptico, tornando possível, localizar alterações específicas de determinada patologia que acomete uma determinada camada da retina. (SARAIVA, COSTA, INOMATA *et al*, 2007)

A Retinografia por sua vez é um exame simples, entretanto necessita que a pupila seja dilatada e consiste na captação de uma imagem do fundo do globo ocular que objetiva registrar possíveis alterações como: vasculares, hemorragias intra-vítreas, corpos estranhos dentre outras, em um determinado momento. Dependendo das alterações que o paciente, principalmente com DM apresenta, pode ser sugestivo de uma determinada patologia específica, por exemplo, o glaucoma e a retinopatia, desta forma a Retinografia é um importante aliado da psicofísica, pois estabelece um entendimento ampliado e antecipado de toda uma situação ocular que pode influenciar ou não nos resultados da avaliação psicofísica. (BERNARDES, 2008)

Diante deste contexto, para avaliar especificamente o déficit da discriminação cromática na pessoa diabética é muito comum à utilização de testes de ordenamento de cores, conhecido como testes psicofísicos, cujo propósito é monitorar e/ou avaliar, alterações da percepção visual de cores em pacientes com alterações visuais congênitas ou adquiridas, através do erro de ângulo que se observa ao final de cada ordenamento. Na prática cada paciente ordena uma determinada sequência de peças coloridas, seguindo a variação de tonalidade (BIRCH, 2001).

O teste psicofísico de Farnsworth-Munsell (FM-100) é um teste muito utilizado em pacientes com alterações da percepção visual de cores congênita ou adquirida. Consiste no ordenamento de 85 peças coloridas, de mesma saturação e brilho, em fileiras horizontais

seguindo a variação de tonalidade entre elas. O teste destina-se a avaliação da percepção visual de cores em pacientes tricromatas normais, daltônicos, com alterações para (vermelho verde) e (azul-amarelo), além de alterações oculares provenientes de patologias no nervo óptico, por exemplo, glaucoma (CORREA E JUNIOR, 2005; SANTOS, 2009; FARNSWORTH, 1943; PACHECO-CUTILLAS, EDGAR E SAHRAIRE, 1999; BAYER *et al*, 1997)

O teste de Lanthony D15 Dessaturado, é outro teste psicofísico utilizado para avaliar alterações de percepção visual adquirida, é um teste mais simples e em menor escala, já que apresenta apenas 15 peças a serem ordenadas, todavia apresenta menor saturação de cor e maior brilho exigindo do participante maior sensibilidade na discriminação e assim o torna bom método de comparação de resultados com o FM 100, desta forma através do Lanthony D15 Dessaturado, é possível identificar eventuais erros de ordenamento de cor que passaram despercebidos no FM-100, teoricamente mais fáceis de discriminar. (RICHMOND, 2005/2006; BIRCH, 2001).

Estudos mostram que os diabéticos apresentam alterações na percepção visual de cores, entretanto a avaliação desses resultados mostra-se ainda muito limitada, neste sentido a necessidade de se investigar métodos plausíveis de avaliação de resultados dos testes psicofísicos de ordenamento de cores tornou-se evidente. Em sua grande maioria, os achados científicos apontam que a avaliação dos resultados se deu por meio do estabelecimento do Índice de confusão de cor (ICC) proposto por Bowman em 1982.

Não obstante, este estudo investigou de maneira aprofundada o estabelecimento dos valores do C-índice, S-índice e Ângulo, a partir da inércia vetorial que cada cor apresenta no espectro de cores da Comissão Internacional de Iluminação, do francês (*Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), proposta por Vingrys e King-Smith em 1988. Estes achados proporcionam um método de avaliação dos resultados que corroboram com os achados científicos anteriores e torna-se relevante cientificamente, pois configura uma nova estratégia para melhor entendimento da perda da função cromática em pacientes diabéticos.

O teste da Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância (FSCEL), tão importante quanto os demais testes psicofísicos, também é um importante indicador da capacidade da função visual, entretanto, sua especificidade está voltada para a capacidade do sistema visual humano acromático, em distinguir objetos em diferentes contrastes na plataforma preta e branca, por meio de estímulos senoidais com frequências espaciais diferentes que estabelecem o limiar de contraste ou de percepção mínima. Desta forma os achados do FSCEL, permitem corroborar com os achados da percepção visual de cores, pois

complementa a avaliação psicofísica. (WILSON, LEVI, MAFFEI, ROVAMO, DE VALOIS, 1990)

A importância científica de investigar as alterações que a DM provoca no sistema visual humano (SVH) baseia-se na repercussão negativa da falta de uma política eficaz de controle glicêmico no mundo em países emergentes como Brasil. Desta forma, observa-se que o cumprimento de metas estabelecidas por organizações mundiais de saúde, referentes a educação em diabetes como: o incentivo a prática de educação física, suporte nutricional adequado, autocuidado e acesso a informação científica, estão sendo desenvolvidas de maneira insatisfatória ou não estão ocorrendo.(SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015)

Este dado é preocupante, pois estima-se para o Brasil, cerca de 19,2 milhões de diabéticos em 2035 e que a mortalidade por decorrência desta patologia pode ultrapassar os atuais 33,7% para cada 100 mil habitantes, distribuídos entre homens e mulheres, principalmente a partir dos 30 anos de idade e por complicações cardiovasculares e cerebrovasculares. (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2014)

O presente estudo desenvolveu-se com pacientes diabéticos cadastrados no programa de doenças crônicas da UBS/Policlínica UNIFAP, sob acompanhamento no projeto de pesquisa em diabetes mellitus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e teve como ponto de coleta de dados para a avaliação oftalmológica a Clínica Oftalmológica VISION e a avaliação psicofísica o laboratório de Neurofisiologia da Universidade Federal do Amapá.

A identificação dos parâmetros estabelecidos na coleta serviu para fomentar a importância de pesquisas com pessoas diabéticas, pois o município de Macapá, segundo o Ministério da Saúde, (2014) apresenta percentual de diabéticos de 4,9%. Este percentual é considerado baixo se comparados aos das cidades que compõe a região nordeste, sudeste e sul, por exemplo, São Paulo com 9,3%; seguido de Curitiba - PR com 8,4%; Natal – RN com 8% e Porto Alegre – RS com 8%. A análise deste baixo percentual, na prática reflete um grande perigo, pois quando calculado, a partir da população estimada pelo IBGE, para o ano de 2016, é possível observar que a DMT2 acomete cerca de 22.8 mil pessoas, mostrando que esta população precisará de intervenções, dentre elas a avaliação da função morfológica e funcional da visão, afim de minimizar complicações ocasionadas pela cronicidade desta patologia.

O estudo teve como objetivo geral: avaliar a visão cromática e acromática em seus aspectos morfológicos e funcionais em pessoas diagnosticadas com Diabetes Mellitus Tipo 2. Como objetivos específicos: Quantificar os padrões vetoriais dos ordenamentos de cores do

teste psicofísico de Lanthony D15 entre o grupo controle e o grupo com DMT2, através do método de Vingrys e King-Smith; Avaliar a tarefa de discriminação de cores no teste de ordenamento de cores de Farnsworth-Munsell entre o grupo controle e grupo com DMT2; Avaliar o limiar da função de sensibilidade ao contraste espacial de luminância (FSCEL) entre os grupos; Investigar a co-relação entre os resultados dos testes psicofísicos com os resultados da tomografia de coerência óptica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Conceituais e Epidemiológicos da Diabete Mellitus

Em função do advento tecnológico e mudanças no estilo de vida da população, a DM tornou-se uma doença dos tempos modernos e principalmente dos países industrializados. Segundo Williams, (2004) é uma doença com cada vez maior incidência e prevalência nos países ocidentais, desencadeada principalmente pelos hábitos alimentares não saudáveis e estilo de vida mais sedentário.

A Diabetes Mellitus, pode ser conceituada como uma patologia metabólica caracterizada pelo nível elevado de glicose circulante no sangue (hiperglicemia), em virtude da deficiência na produção de insulina pela destruição de células betas do pâncreas por processos auto-imunes (diabetes mellitus tipo 1) ou pela resistência periférica à insulina devido a obesidade (diabetes mellitus tipo 2). Sua manifestação, de modo geral, ocorre através de alterações funcionais sistêmicas ou de órgãos isolados (SMELTZER E BARE, 2009; GUALTIERI, 2004).

A DM apresenta sintomatologia variada como quadros de fadiga, poliúria, polidipsia, polifagia, perda e/ou aumento de peso. Com relação à análise laboratorial, tem-se como marcador a glicosúria, aumento da produção de corpos cetônicos (cetoacidose metabólica), glicemia em jejum maior que 126 mg/dl, proteinúria entre outros. As desordens metabólico-funcionais por ela ocasionadas, podem ter início precoce DMT1, crônico ou tardio DMT2, de maneira geral, manifestam-se através de falência renal (nefropatia), alterações sensoriais (neuropatia) e alterações visuais (comprometimento de estruturas do globo ocular) (GUALTIERI, 2004; FERNANDES E CRUZ, 2007; SMELTZER E BARE, 2009; AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2013; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013; LYRA, CAVALCANTI E MAZZA, 2009).

A DM com maior incidência no mundo é a do tipo 2, e esta estatística deve, em grande parte, aos fatores de risco que predispõe a pessoa a desenvolvê-las como: estresse (relacionado a fatores socioeconômicos), dietas nutricionais inadequadas como as (ricas em lipídios e carboidratos), falta de atividade física regular (sedentarismo) (GUALTIERI, 2004; GUYTON, 2002; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006)

Este panorama mundial, na prática é resultado da crescente expansão demográfica e urbana, aumento do número de idosos, aumento do processo migratório e constantes mudanças de hábitos e estilos de vida. Desta forma, o aumento da DMT2 e de outras

comorbidades por ela desencadeada, crescerá e afetará cerca de 300 milhões de pessoas em 2030, que conseqüentemente aumentará a prevalência da mortalidade e da morbidade, em decorrência do aumento das complicações por ela desencadeadas. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014; GUALTIERI, 2004; MINISTÉRIO DA SAÚDE , 2006; WILD, ROGLIC, GREEN, SICREE E KING, 2004; OLIVEIRA E ADOLPHO, 2004), FONTBONNE, 2013)

Nos países emergentes economicamente como o Brasil, o número de casos de DM está aumentando exponencialmente e a prevalência concentra-se principalmente na população urbana na faixa etária entre 30 a 70 anos, tendo como consequência impactos na saúde pública. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003).

No Brasil este reflexo do panorama mundial é observado, principalmente por ele estar entre os dez países de maior incidência de diabetes e esta estatística atrelam-se, em grande parte, a tríade fatores nutricionais-sedentarismo-inatividade física, somada ao intenso processo de transição demográfica e epidemiológica das últimas décadas. Neste contexto, a Diabete Mellitus, não somente no Brasil, mas em todo o mundo, é considerado um emergente problema de saúde pública que atinge todas as classes de diferentes níveis econômicos, e se traduz como um grande desafio para os sistemas de saúde, pois necessita de melhores intervenções para seu controle, uma vez que esta, gera milhões de despesas com o tratamento de suas complicações (SOBRAL, 2010; MINISTÉRIO DA SAUDE, 2006; GRILLO E GORINI, 2007).

2.2 Fisiopatologia da Diabetes Mellitus

O desequilíbrio orgânico ocasionado pela Diabetes Mellitus compromete a homeostase das estruturas do globo ocular, e torna-se a causa mais frequente de cegueira e outros agravos oculares em diabéticos no mundo todo. É uma patologia que apresenta como causas a inativação ou degeneração de células específicas, conhecidas como células beta que constituem as ilhotas de Langherans presente no pâncreas, desta forma, afeta a produção de insulina nesse órgão e contribui para seu colapso. (GUYTON, 1998; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2003)

A DMT2 é o tipo mais comum no mundo e é marcada pela combinação da ação sistêmica da insulina e a insuficiência das células Beta em manter a secreção de insulina em níveis normais no organismo. Outro fator intimamente relacionado à DMT2 é o aumento da taxa de glicose no organismo em decorrência da resistência a insulina adquirida ao longo do

estádio da doença e devido a essa condição provocar uma elevada concentração de ácidos graxos que inibe a ação do hormônio principalmente na região periférica do corpo, comprometendo a absorção da glicose nas células dos mais variados tecidos como o muscular e seu transporte pelo lúmen capilar. (ZIMMET *et al*, 1992; BODEN, 1997; DEAN 1998)

De fato, as consequências que levam ao acontecimento desse mecanismo podem ser melhor observadas se comparado a fatores genéticos, étnicos, etários e condições específicas de peso como a obesidade. Entretanto, destaca-se que as alterações metabólicas nos níveis orgânicos de cobre (Cu), magnésio (Mg) Zinco (Zn), dentre outros, também mostram-se significativos para o desencadeamento da resistência a insulina e intolerância a glicose. (ERIKSSON, FRANSSILA E EKSRTTRAND, 1989; ARSLANIAN; SUPRASONGSIN, 1996; AGUILAR *et al.*,2007; LIMA *et al.*, 2005; MULLER, 2008).

Diante deste contexto, observa-se que os agravos visuais em diabéticos, estão relacionados primordialmente ao processo químico mediado por uma enzima denominada aldose-redutase que transforma açúcares em compostos alcoólicos, por exemplo, o Sorbitol a partir da glicose, em consequência de frequentes quadros de hiperglicemia. Uma vez que estes compostos alcoólicos tornam-se presentes na circulação sanguínea, sua difusão lenta provocará desequilíbrio nas funções das células dos vasos que nutrem a retina, pois diminuem o número de pericitos, células que revestem a camada endotelial dos capilares e vênulas, e como resultado torna-os mais frágeis e susceptíveis a alterações como o aumento da permeabilidade, provocando hemorragias e/ou edemas que dificultam a nutrição das células da retina e consequentemente provocam a diminuição da percepção visual. (GUALTIERI, 2004; LAWRENSON, 2000; BOELTER, 2003; AUGUSTIN, DICK, KOCH E SCHMIDT-ERFURTH, 2002; ARAGÃO, FERREIRA E PINTO, 2013)

2.3 A Influência da Diabetes Mellitus na Função Visual

A DM é responsável por provocar lesões em diferentes órgãos alvos, tais como o cérebro, coração, rins e olhos. Com o aumento da expectativa de vida do homem e progressão da doença, as complicações orgânicas da doença, decorrentes da descompensação metabólica, também se instalam, e entre elas o comprometimento morfológico e funcional do sistema visual (BRASIL, 2008).

O Sistema visual exposto ao quadro hiperglicemiante de forma sustentada pode desencadear mudanças nos processos morfológicos e funcionais. A retinopatia diabética (RD) é a consequência mais proeminente e nefasta dessas mudanças. A prevalência da RD

apresenta uma variação muito grande segundo a literatura, dependendo basicamente da população em estudo, variando de 18% a 40% Freitas, (2002). Com relação ao tipo de diabetes mellitus, ela acomete aproximadamente 90% de pessoas com DMT1 e 60% de pessoas com DM2, refletindo-se atualmente na principal causa de cegueira em indivíduos de 25 a 74 anos nos países desenvolvidos (ESTEVES, 2008).

Ela se caracteriza por uma microangiopatia dos vasos da retina, principalmente em função da hiperglicemia sustentada, segundo Esteves, (2008). As alterações observadas na retina podem ser microaneurismas, neovascularização extensa, hemorragia vítrea, descolamento da retina e edema conforme afirma Izuta, (2010) e Cade, (2008). A RD é clinicamente dividida em dois estágios principais, RD não-proliferativa (RDNP) e RD proliferativa (RDP) de acordo com Bosco, (2005) e Cade, (2008). A RDNP apresenta alterações como microaneurismas, edema macular e exudatos duros, e na RDP é encontrado hemorragia pré-retiniana ou vítrea, proliferação fibrovascular e descolamento tracional de retina, neovasos de íris e glaucoma neovascular, podendo levar a cegueira. (BOSCO, 2005; BOELTER, 2003)

Teixeira, (2010) aponta que o excesso de glicose acumulada na circulação sanguínea, em virtude da deficiência da insulina exercer seu papel no organismo, proporciona ao sangue o aumento de sua densidade e com isso provoca uma série de complicações circulatórias como a dificuldade de suprimento nutricional nas células, dentre elas a retina. Desta forma, as fibras nervosas que compõem os cones que captam o estímulo luminoso, apresentam déficits funcionais em virtude desta densidade aumentada e de lesões provocadas nos finíssimos vasos sanguíneos que acarretam hemorragias intravítreas que também dificultam a chegada dos nutrientes à retina. Assim, sem suprimento sanguíneo adequado a interpretação do estímulo luminoso torna-se comprometido.

As condições clínicas da DMT2, impõe alterações visuais aos seus portadores, pois causam alterações retinianas significativas que não controladas, proporcionam o surgimento de patologias como retinopatia diabética, hipertensiva e glaucoma, que agravam o estado biofísico da retina e contribui para déficits na captação do estímulo luminoso. Assim, o acompanhamento de doenças como a diabetes, é essencial para a preservação da função visual. (ZEMAN, KNIGHT E CULLEN, 1990; WINKLER, 1981; BEK, MOLLER, E KLAUSEN, 2000; JERNELD E ALGVERE, 1987; GUALTIERI, NISHI, LAGO E VENTURA, 2005)

Muitos pacientes diabéticos temem a perda visual como a pior consequência da diabetes, conforme afirma Olivarius *et al*, (2011). O diagnóstico precoce é o melhor caminho

para que se possa postergar ou diminuir a progressão da RD, e este é feito por um exame oftalmológico completo. Sabendo que o tratamento não cura, o melhor método de não desenvolver a RD é a prevenção, conforme Bosco, (2005) e Boelter, (2003). E o melhor modo de fazer a prevenção é dar especial ênfase ao controle dos fatores de risco modificáveis. (PUIG, 2007)

2.4 Métodos Para Avaliação dos Aspectos Morfológicos e Funcionais do Sistema Visual

2.4.1 Estudo Morfológico por Tomografia de Coerência Óptica

Com o advento de novas tecnologias, a OCT veio para atender uma demanda oftalmológica específica de pessoas com neuropatias, retinopatias, nefropatias, dentre outros, no sentido de maior fidedignidade de diagnósticos. Esse instrumento de avaliação apresenta muitas vantagens, pelo fato de ser um equipamento não invasivo de simples manuseio e dinâmico de se operar e acima de tudo, apresenta uma alta resolução, sem precisar de intensificador de imagem radioativo para isso. (HEE, IZATT, SWANSON, HUANG, SCHUMAN, LIN, 1995; PULIAFITO, HEE, SCHUMAN, FUJIMOTO, 1995; FARAH, 2006)

É importante saber que nas especificações técnicas o feixe de luz que realiza a imagem é absorvida pelo organismo e de fácil adaptação ao paciente, pois apresenta apoio para o pés, mãos e cabeça tudo para deixar o paciente confortável e possa ser feitos os cortes anatômicos retinianos na busca de identificar doenças mascaradas através do método ou do mecanismo de interferometria, que nada mais é do que você direcionar a posição do feixes luminosos para um determinado local (MESQUITA, 2004)

O detalhamento preciso da situação do globo ocular, sem dúvida facilita a identificação precoce de determinadas doenças que ajuda o ser humano a buscar a realização do exame outra vez, deste modo, ao se falar em doenças do olho é importante destacar que é um procedimento indolor, rápido e que apresenta uma boa margem de segurança. Várias são as patologias que podem acometer a macula e as que podem acometer a retina, ou em conjunto, conforme afirma Boucault, Moura, Mitre e Rehder, (2011). De forma a mostrar a importância da resposta funcional fornecida pela avaliação psicofísica, faz-se necessário a avaliação do estado morfológico por um padrão avaliativo pelo exame da OCT.

A abordagem tradicional para o diagnóstico de alterações retinianas no diabetes, em especial namaculopatia diabética, inclui oftalmoscopia de fundo e angiografia por

fluoresceína Kiri *et al*, (1996). Embora muito úteis clinicamente, estes métodos não contribuem muito para a avaliação da morfologia da retina e seu perfil de espessura. (HEE *et al*, 1995).

A OCT, por facilitar a medição do espessamento macular e a quantificação do edema macular diabético, vem sendo utilizada para realizar imagens transversais da retina. Assim, pode auxiliar na seleção de pacientes com DM que podem se beneficiar do tratamento, identificar o tratamento indicado, orientar sua implementação e permitir o monitoramento preciso da resposta ao tratamento. Parece ser a técnica de escolha para a detecção precoce dos aspectos morfológicos alterado na DM. (SIKORSKI *et al*, 2013).

Além da aquisição de imagens morfológicas, a OCT Também pode detectar um deslocamento de frequência Doppler de luz refletida, que fornece informações sobre fluxo e movimento, de acordo com Wang, Milner, Nelson, (1995); Izatt *et al*, (1997); Zhao, (2000); Wang *et al*, (2011). Conforme mostrado em estudo comparando o fluxo sanguíneo em paciente com diabetes e sem retinopatia com outro paciente com retinopatia proliferativa tratada, o primeiro caso apresentou um valor de fluxo sanguíneo total no nível inferior de normal, enquanto que o mesmo valor num doente com Retinopatia diabética foi menor em comparação com a população saudável. Estes resultados indicam claramente que o Doppler Desempenham um papel na avaliação não-invasiva do fluxo sanguíneo pacientes diabéticos. A OCT também pode ser usado para visualizar os minúsculos vasos dentro da mácula (WANG *et al*, 2009).

Os estudos com a OCT conforme mencionados acima mostram o padrão de alteração em seus aspectos morfológicos, de forma a confirmar a magnitude do dano morfológico. Os estudos funcionais através da psicofísica e outros métodos, a exemplo da eletrofisiologia mostram-se como importantes ferramentas para estimar o dano funcional. Diante deste contexto, para avaliar especificamente o déficit da discriminação cromática na pessoa diabética é muito comum à utilização de testes psicofísicos, como os de ordenamento de cores, cujo propósito é monitorar e/ou avaliar, alterações da percepção visual de cores em pacientes com alterações visuais congênita ou adquiridas, através do erro de ângulo que se observa ao final de cada ordenamento. Na prática cada paciente ordena uma determinada sequência de peças coloridas, seguindo a variação de tonalidade (BIRCH, 2001).

2.4.2 Estudo Funcional Por Testes Psicofísicos

As complicações microvasculares do diabetes que afetam a retina levam a uma forma de retinopatia. Eles aumentam o risco de perda visual prejudicando várias funções visuais. Muitos estudos relataram perda de luminosidade e perda de visão em pacientes diabéticos como nos estudos de (ONG *et al*, 2003; WONG *et al*, 2008; MALUKIEWICZ, LESIEWSKA-JUNK, KAŻMIERCZAK, 2009; JACKSON, BARBER, 2010; ANDRADE *et al*, 2014).

A avaliação psicofísica da sensibilidade ao contraste de luminância e os diferentes aspectos da visão de cores têm sido indicados como ferramentas para a triagem da função visual, mas existem algumas questões-chave que ainda não são totalmente compreendidas sobre a investigação das funções visuais acromáticas e cromáticas na diabetes. Uma questão é a melhor abordagem para investigar as complicações mais precoces do diabetes que prejudicam a visão acromática e cromática e como relacionar os resultados obtidos com os dois tipos de teste. Outra questão é qual faixa de frequência espacial e os eixos de cor mais afetados nos diabéticos, bem como se houver uma correlação entre os resultados da psicofísica visual e os resultados obtidos com os marcadores metabólicos do diabetes como a glicemia em jejum ou a hemoglobina glicada. Além disso, todos esses fatores devem estar relacionados à influência da presença da retinopatia na função visual. Estudos anteriores forneceram respostas controversas a essas perguntas. Uma variedade de testes pode ser utilizado para avaliar os aspectos funcionais da visão cromática e acromática. A seguir abordaremos os testes aplicados na avaliação psicofísica no presente estudo.

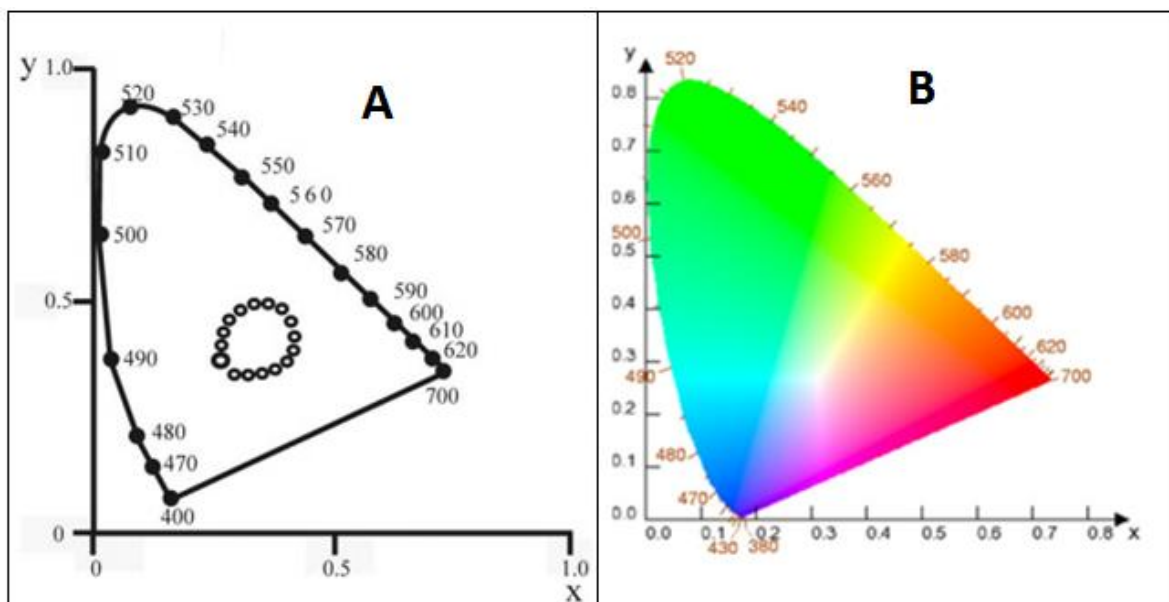
2.4.3 Teste Psicofísico de Lanthony D15 Dessaturado

O teste é composto por um total de 15 peças que são ordenadas a partir de uma peça referência fixas com numeração zero. As peças seguem uma variação cromática (de cor) gradativa, conforme a figura 1, onde o examinado deve organizar seguindo sua percepção de acordo com a tabela 02. A saturação e brilho que constitui as peças do teste de Lanthony D15 Dessaturado, conforme a figura 2 e possui menor número saturação 5 e brilho 5, desta forma apresentam-se mais desbotadas o que necessita uma maior percepção para organizá-las em relação a outros testes como o Farnsworth-Munsell D15 e o FM-100, teoricamente mais fáceis de ordenar por apresentares mais saturação e brilho. Deste modo o Lanthony D15

Dessaturado, consegue detectar possíveis discromatopsias que passaram despercebidas em testes psicofísicos anteriores. (URBANO, 1976).

Antes de se iniciar o teste, o examinador mostra a sequência correta, que o examinado deve organizar; em seguida as peças são embaralhadas e o examinado deve organizar em sequência conforme demonstrado previamente. Cada peça apresenta um número distinto que deverá ser anotado após finalizado o teste. Os números são transcritos para um papel e a sequência numérica é então interpretada de acordo com a formação do gráfico e seu resultado determina o índice de confusão de cor, de acordo com o escore de Bowman e também mostra visualmente os erros que o participante cometeu em algum dos eixos de cor protan, deutan ou tritan, que o teste avalia de acordo com a CIE 1931. (VIANELLO, 2002)

Figura 01: Espectro de Cores CIE-1931 e a Posição das Peças Cromáticas do Lanthony d15 Dessaturado



Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000200014

Nota: Localização Das Matizes no Diagrama de Cores (A); Diagrama de Cores (B).

Figura 02: Teste de Lanthony D15 Dessaturado



Fonte: (VIANELLO, 2012)

2.4.4 Teste Psicofísico de Farnsworth-Munsell FM-100

O teste de FM-100, é um teste psicofísico que avalia déficits na percepção visual de cores, é um teste simples de ser aplicado e tem como objetivo identificar por meio de ordenamentos sequenciados de peças coloridas, deficiências congênitas ou adquiridas. Sua metodologia fundamenta-se no sistema de cores desenvolvidos por Albert Munsell durante o primeiro decênio do século XX e a tarefa de ordenamento utiliza como critério a variação perceptível entre a cor de uma peça e outra (BIRCH, 1993).

Durante a década 1940 Dean Farnsworth desenvolveu o teste psicofísico FM 100, Dean utilizou como matéria prima madeira e a partir dela fabricou cubos que continham estímulos coloridos para serem ordenados, cada cubo apresentava valores numéricos fixos para saturação e brilho e diferenciavam-se somente em relação a matiz. Os cubos eram organizados em quatro sequências de acordo com o modelo sistemático de Munsell conforme a variação de cor entre elas. (BIRCH, 2001; BRAINARD, 2003; DAIN, 2004; FARNSWORTH, 1957).

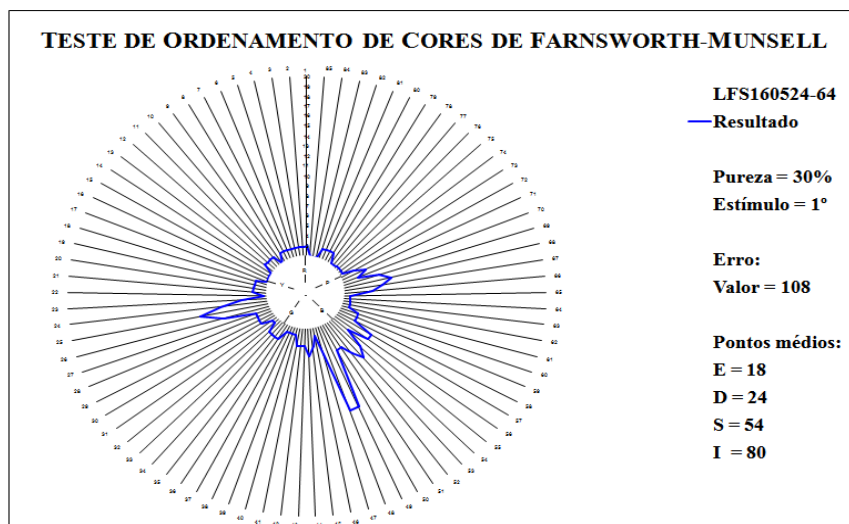
No final da década de 1950, Dean Farnsworth conseguiu demonstrar que diminuindo número de estímulos de 100 matizes para 85 matizes, o resultado obtido no FM-100 era idêntico à versão maior e que desta forma o examinado precisara de menos tempo para

realizar a tarefa de ordenamento. Cada cubo continha um número, para que ao término do ordenamento fosse realizado a anotação da sequência ordenada e fosse possível elaborar um gráfico polar específico, mostrando a amplitude dos erros cometidos, quanto maior distância da peça do centro do gráfico polar, maior o erro cometido pelo examinado. Outra forma de expressar os erros de posição das peças no FM-100 é pela soma das diferenças entre o número da peça e os números das peças subsequentes. (FARNSWORTH, 1943, 1957).

Mundialmente o FM-100 é um teste psicofísico de grande uso em pesquisas científicas, entretanto, também apresenta limitações funcionais, uma vez que o teste não identifica o grau de variação da discriminação, nem possíveis déficits leves de discriminação cromática. Fisiologicamente, o FM-100 mostra diferenças de desempenho na tarefa de ordenamento com relação ao diâmetro pupilar entre pessoas e nível de pigmentação da macula, desta forma, a etnia asiática apresenta maior erro que a população de etnia caucasiana. (FARNSWORTH, 1957; DAIN, 2004; KINNEAR e SAHRAIE, KNOBLAUCH *et al.*, 1987).

A avaliação da discriminação de cores por meio do teste FM-100, de acordo com a figura 03, reconhecidamente apresenta algum viés metodológicos, entretanto, com base no que ele se propõe avaliar, ainda é um teste muito utilizado em pesquisas para avaliações da função visual em pessoas com patologias hereditárias e/ou adquiridas, doenças neurológicas e por intoxicação exógena, seja por metais pesados ou por substâncias neurotóxicas. (BIRCH, 2001; CASTRO *et al.*, 2009; PACHECO-CUTILLAS, SAHRAIE E EDGAR, 1999; RODRIGUES *et al.*, 2007; VENTURA *et al.*, 2003c, 2005).

Figura 03: Gráfico Polar Após Ordenamento de Matizes no FM-100 Computadorizado de um participante com DMT2



Fonte: Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP, Macapá-AP, 2016

2.4.5 Teste da Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância (FSCEL)

Existem várias maneiras de se mensurar o comportamento visual por padrões espaciais de luminância, uma delas e muito utilizada é o FSCEL que agrega projeções senoidais, verticais, de acordo com a figura 10, ou não que estimulam uma resposta psicofisiológica do sistema visual humano (SVH) de uma maneira específica que é por meio do brilho, ou da quantidade de luz que uma superfície reflete de maneira fotométrica. (CAMPBELL; MAFFEI, 1974; DE VALOIS; DE VALOIS, 1988; HERNANDEZ-LLOREDA, 2001).

O SVH possui características fisiológicas especiais como células especializadas na captação de estímulo, chamados fotorreceptores e que estão subdivididos em bastonetes e cones que dependendo da luminosidade do estímulo ativa-os de modo distinto, por exemplo, os cones da retina em sua grande maioria são acionados/ativados quando há bastante intensidade luminosa, como durante o dia, já os bastonetes concentram suas atividades AM ambientes com pouca visibilidades desta forma constitui-se dois tipos de visão a fotópica, ou seja que vai ser ativada pela grande emissão de fótons luminosos e a visão escotópica que ativa diante de uma situação de baixa luminosidade principalmente durante a noite. Portanto, o padrão de cor e o padrão acromático são fundamentais para se identificar objetos, ter noção de espaço, profundidade e dimensão. (MERIGAN; KATZ; MAUNSELL, 1991; MULLEN; KINGDOM, 1991; PURVES *et al.*, 2001).

De modo simplificado, a função de sensibilidade ao contraste espacial de luminância, é uma medida que sempre esteve presente na sociedade é utilizada para obter respostas do sistema visual humano através da projeção de estímulos a uma determinada faixa de frequência espacial. Ela apresenta-se inversamente proporcional a curva de limiar de contraste, pois, quanto menor for contraste que o paciente precisar para visualizar e interpretar um estímulo, maior será sua sensibilidade. (GADELHA *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2009).

O teste da FSCEL, possui padrões distintos que possibilitam caracterizar o desempenho visual do sujeito por meio do aumento ou da diminuição do contraste, dependendo do tipo e do formato do estímulo, ajudando a identificar de maneira rápida déficits característicos de patologias ou mecanismos que dificulte o processamento de estímulos acromáticos da visão por meio do limiar de diferenciação do contraste do objeto. (CAMPBELL; ROBSON, 1968; CAMPBELL; MAFFEI, 1974; CORNSWEET, 1970; HERNANDEZ-LLOREDA, 2001). (CAMPBELL; ROBSON, 1968; SANTOS; SIMAS, 2002).

Toda projeção de estímulos do teste de sensibilidade ao contraste apresenta uma configuração espacial que terá de ser visualizado pelo examinado no decorrer do teste, com isso a quantidade de ciclos por grau de cada frequência, ao final do teste parece desaparecer da projeção, entretanto, mostra que quanto maior a frequência do estímulo menor será o contraste, logo mais difícil torna-se sua detecção e o desempenho do examinado tende a cair (COSTA *et al.*, 2009; SANTOS; SIMAS, 2001).

2.5 Estudos Psicofísicos na Avaliação da Função Visual de Pessoas Com DMT2

A percepção humana esta relacionada a diversos órgãos e sentidos, contudo, o SVH apresenta-se com um dos mais complexos do organismo humano e de extrema importância para a vida do homem, pois auxilia em tarefas psíquicas como a organização do pensamento, processos de aprendizagem e na comunicação visual, tornando possível interagir e compreender os estímulos que o ambiente físico proporciona. (JORGE, VIEIRA E MANTOVANI, 1998; PIMENTEL FILHO, MONTALVÃO E REHEM NETO, 2006)

Na tentativa de melhor compreender o SVH, é importante destacar que no sistema visual existe estruturas celulares, por exemplo, os fotorreceptores que são constituídos por eixos de cores vermelho-verde, azul-amarelo e branco-preto, responsáveis por receber os estímulos luminosos e as células nervosas que constituem o nervo óptico, que conduzem este estímulo/sinal até o lobo occipital, do córtex cerebral, transformando-os em uma resposta compreensível e associável psiquicamente, pois trabalha em conjunto com os lobos parietais e temporais, que estão relacionados à memória de objetos e formas. (BICAS, 1997; KAISER E BOYTON, 1996)

Fundamentado nestes achados científicos, surge a lógica de estudo quantitativo da percepção visual de cores por meio da psicofísica, tendo como base a interação da estimulação sensorial física (através do comprimento de onda e frequência) e a resposta comportamental desta estimulação (interpretação gerada pelo córtex cerebral com base na informação consciente da visão). A psicofísica busca estabelecer seus parâmetros por meio de cálculos matemáticos que facilitem a compreensão dos resultados, desta forma, a investigação da função visual do sujeito em estudo, se estabelece da relação entre variáveis independentes e dependentes ao estímulo. (COREN, 2003).

Na psicofísica visual, compreender o estímulo visual projetado para o sujeito em estudo e a forma como o mesmo identifica, discrimina, classifica, ou descreve os estímulos visuais é fundamental, pois essa interpretação gera uma sensação mensurável (que é a

detecção do estímulo) e a percepção (que é a interpretação do estímulo pelo córtex cerebral), desse modo, pode-se concluir que a percepção do estímulo visual é dependente da sensação do indivíduo em avaliação. (COREN, 2003; LEVINE, 2000; EHRENSTEIN E EHRENSTEIN, 1999).

A metodologia de avaliação psicofísica é uma forma não invasiva de caracterização da resposta visual ao estímulo e pode variar de acordo com o que o pesquisador pretende avaliar no sujeito em estudo, pois cada teste psicofísico apresenta uma decomposição/saturação de cor específica e uma resposta padronizada. Atualmente, existem vários testes psicofísicos disponíveis para aplicação científica do estudo da função visual, entretanto, de maneira geral os métodos adaptativos (estímulo-resposta), são os comumente escolhidos, uma vez que sua aplicação é de fácil manuseio e de compreensão do examinado, como é o caso dos testes psicofísicos de Lanthony D15 Dessaturado, Farnsworth-Munsell FM-100 (que tem como base o espectro da Comissão Internationale de L'Eclairage - CIE de 1931, que propõe a relação de cores do teste no tripé cromático Vermelho, Verde e Azul) e da Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância (FSCSEL) que destaca o contraste do objeto preto no fundo branco em diferentes frequências espaciais. (Lee, 2008; Wyszecki; Stiles, 1982). Com base nessa metodologia, muitos estudos da função visual têm mostrado alterações funcionais em diferentes patologias crônicas não transmissíveis e neurodegenerativas. A diabetes mellitus é o maior exemplo de patologia crônica que apresenta alterações na função visual cromática e acromática. Muitos estudos na literatura científica comprovam esses achados.

Muitos trabalhos que investigaram a função visual mostraram alteração funcionais na DM, Gualtieri, (2004, 2009); Silva, (2004). Observou-se que a incidência de retinopatia é diretamente proporcional ao tempo de doença. A prevalência aumenta com a duração da doença e afeta mais de 60% dos doentes com diabetes do tipo 2 com mais de 20 anos de doença, conforme afirma Nabais, *et al.* (2011). A detecção precoce da RD é importante para a eficácia dos tratamentos, quanto mais tarde, maior a morbidade do paciente e menor o risco da instalação da cegueira, pois, há maior prevalência de retinopatia diabética nos primeiros 5 anos da doença, média 13%, aumentando muito após 10-15 anos, média 90% (MAIA JUNIOR *et al.*, 2007).

Na avaliação da visão de cores, Feitosa *et al.*, (2006) concluiu que pacientes diabéticos, sem retinopatia diabética, apresentaram pior desempenho de ordenamento de cores nos testes psicofísicos de Farnsworth-Munsell D15 e Lanthony D15, se comparado ao grupo controle. O autor ainda destaca que os eixos de confusão de cor observados estavam na faixa azul-

amarelo e vermelho-verde e ainda observou que os pacientes diabéticos submetidos aos testes psicofísicos, apresentaram perdas difusas.

Kurtenbach, Flogel e Erb, (2002) ao término de sua pesquisa, concluíram que os pacientes diabéticos analisados, apresentaram déficits na discriminação de cor significativos sobre tudo nos eixos de cor azul-verde e que estes não apresentavam retinopatia diabética nem outras alterações oculares.

Na tentativa de elucidar mais completamente a base fisiopatológica da disfunção visual precoce em pacientes com diabetes mellitus, a visão de cor (tonalidade discriminação) e resolução espacial (sensibilidade ao contraste) Gary *et al.*, (1988) estudaram pacientes diabéticos com pouca ou nenhuma retinopatia (n = 57) e controles em idade semelhante (n = 35). Segundo esse estudo, algumas evidências de disfunção visual foram observadas em 37,8% dos diabéticos sem retinopatia e 60,0% dos diabéticos com retinopatia de fundo. Apesar de significativos déficits de discriminação de matiz e de sensibilidade ao contraste observadas em ambos os grupos de pacientes diabéticos, a sensibilidade ao contraste foi anormal com mais frequência do que a discriminação matiz. No entanto, apenas 5,4% dos diabéticos sem retinopatia e 10,0% dos diabéticos com retinopatia de fundo exibiu tanto a discriminação de matiz e sensibilidade ao contraste anormal. Ao contrário de estudos anteriores, déficits discriminação matiz azul-amarelo (B-Y) e vermelho-verde (R-G) foram observados com aproximadamente igual frequência. No grupo diabético, a sensibilidade ao contraste foi reduzida em todas as frequências espaciais testadas, mas para pacientes diabéticos individuais, déficits significativos apenas foram evidentes para as frequências espaciais médias. Entre os diabéticos, os déficits discriminação matiz, mas não as alterações de sensibilidade ao contraste, foram correlacionadas com nível de hemoglobina A1 dos pacientes. A correlação negativa entre a sensibilidade ao contraste em 6,0cpg e a duração do diabetes também foi observado.

Fong, Barton Bresnick (1999) ao estudarem a visão de cores de 2.701 pacientes em tratamento precoce da retinopatia através do teste de Farnsworth-Munsell-100, observaram que aproximadamente 50% da população apresentaram escores de visão de cores pior do que 95% da população normal. Os fatores mais fortemente associados com a discriminação de matiz prejudicada foram a gravidade de edema macular, idade e presença de novos vasos. Um defeito tritan foi proeminente e aumentou em magnitude com o aumento da gravidade do edema macular. No entanto, muitos pacientes tinham comprometimento discriminação de cor, sem edema macular. Esse estudo concluiu que os prejuízos da visão de cores é uma observação comum entre os participantes inscritos no tratamento precoce do diabético. Em

comparação com os dados publicados sobre a sujeitos normais, aproximadamente 50% dos pacientes no início do tratamento de estudo a retinopatia diabética tinha discriminação anormal de tonalidade.

2.6 Análise Estatística

2.6.1 Analise da Variância

Destina-se a comparar mais de duas amostras cujos dados devem ser mensurados em escala intervalar ou de razões. A designação *um critério* é pelo fato de se comparar somente as variações entre os tratamentos, cujo resultado é traduzido no valor do F-teste, complementando-se com o exame, a *posteriori* (Tukey), das diferenças entre as médias amostrais. As amostras podem ser do mesmo tamanho ou desiguais. (AYRES, 2007)

O Teste de Tukey, É um dos testes de comparação de média mais utilizados, por ser bastante rigoroso e fácil aplicação, pois não permite comparar grupos de tratamentos entre si, é utilizado para testar toda e qualquer diferença entre duas médias de tratamento e é aplicado quando o teste “F” para tratamentos da ANOVA for significativo. (DUARTE, 2016)

2.6.2 Correlação Entre Variáveis

De acordo com Garson, (2009) a correlação é uma medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis. Para Moore (2007), a correlação mensura a direção e o grau da relação linear entre duas variáveis quantitativas. O coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida de associação linear entre variáveis, em termos estatísticos, duas variáveis se associam quando elas guardam semelhanças na distribuição dos seus escores. Mais precisamente, elas podem se associar a partir da distribuição das frequências ou pelo compartilhamento de variância. No caso da correlação de Pearson (r) vale esse último parâmetro, ou seja, ele é uma medida da variância compartilhada entre duas variáveis. (FILHO E JUNIOR, 2009)

O coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis. Todavia, como valores extremos (0 ou 1)

difficilmente são encontrados na prática é importante discutir como os pesquisadores podem interpretar a magnitude dos coeficientes. (FILHO E JUNIOR, 2009)

Para Cohen (1988), valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos; escores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados como médios; e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como grandes. Dancey e Reidy (2005) apontam para uma classificação ligeiramente diferente: $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,6$ (moderado); $r = 0,70$ até 1 (forte). (ALDRICH, 1995, HAIG 2007; KOZAK, 2009).

O certo é que quanto mais perto de 1 (independente do sinal) maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. No outro oposto, quanto mais próximo de zero, menor é a força dessa relação. (FILHO E JUNIOR, 2009)

2.6.3 Intervalos de Confiança e Tolerância

Diante dos dados obtidos, torna-se fundamental estabelecer valores confiáveis para estimar se uma dada população apresenta dados dentro de um padrão confiável, ou seja, uma estimativa aproximada dos dados verdadeiros. Desta forma, para que não haja conclusões errôneas estabeleceu-se o intervalo de confiança (IC) que é calculado para estimar, entre que valores da amostra podem estar à média e/ou a variância (desconhecidas) de uma população e o intervalo de tolerância que apresenta valores extremos no qual espera-se isolar uma proporção da população, sendo esses valores determinados a partir dos valores obtidos da amostra durante o estudo. (ARANGO, 2005).

2.6.4 Teste de Normalidade

É um teste estatístico utilizado para analisar se os dados apresentam ou não, uma distribuição modelada (paramétrica ou não paramétrica), afim de determinar quais testes estatísticos poderão ser utilizados para calcular dados descritivos quantitativos fidedignos com a amostragem. O teste D'Agostino-Pearson é um teste estatístico utilizado para se verificar a distribuição das variáveis/unidades apresentadas, se estas apresentam uma distribuição normal (que caracteriza-se como dados paramétricos) ou uma amostra sem distribuição normal (que caracteriza-se como dados não paramétricos). A importância de sua utilização, é que este permite escolher, o melhor teste de correlação que poderá ser utilizado posteriormente como forma de manter a fidedignidade da pesquisa. (AYRES, JUNIOR, AYRES, SANTOS, 2007)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de Estudo

Estudo descritivo do tipo longitudinal prospectivo, com abordagem quantitativa, na qual buscou acompanhar, analisar e comparar o desempenho da função visual entre pessoas diabéticas não diabéticas. O estudo seguiu um planejamento de atividades e constituiu-se de procedimentos padrões para a realização dos testes de triagem, avaliação oftalmológica, avaliação psicofísica, e de análise estatística para os resultados.

3.2 População e Amostra do Estudo

Os participantes da pesquisa foram recrutados através do programa de doenças crônicas da UBS/Policlínica UNIFAP, sob acompanhamento no projeto de pesquisa em diabetes mellitus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). A seleção deu-se de maneira aleatória por meio da manifestação voluntária em querer participar do estudo e em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

O grupo diabético que participou deste estudo, apresenta uma rotina regular de controle glicêmico (pressão arterial, IMC, glicemia capilar de jejum, circunferência abdominal e de cintura, dentre outras), por meio de educação alimentar e acompanhamento nutricional individualizado, educação em diabetes para minimização de agravos a saúde e da cronicidade das complicações sistêmicas, dentre elas para a visão, educação física por meio de hidroginástica, exercícios aeróbicos e pilates. Os participantes reúnem-se 3 vezes por semana e apresentam acompanhamento periódico de nutricionista, enfermeiros, educador físico, endocrinologista, dentre outros, além de suporte laboratorial.

Diante do exposto, participaram do estudo 14 indivíduos o que corresponde 28 olhos, entretanto devido três olhos apresentarem-se dentro dos critérios de exclusão, a coleta de dados limitou-se a 25 olhos, sendo compostos por 23 olhos de mulheres e 2 olhos de homens, com média de idade 57.435 ± 8.69 Anos.

O grupo controle foi formado por 16 participantes, destes 10 eram mulheres e 6 eram homens, com média de idade 56 ± 6.30 anos, que compunham o banco de dados do laboratório de neurofisiologia da UNIFAP dos testes de FM-100 e FSECL. Para o grupo controle do teste de Lanthony D15 Dessaturado, foram recrutados aleatoriamente 14

participantes, 12 mulheres e 2 homens o que correspondeu a 28 olhos, com média de idade de 47.5 ± 6.16 anos.

O numero reduzido da amostra de pacientes diabéticos esteve relacionado à desistência de alguns participantes no decorrer da coleta de dados em virtude de razões pessoais.

3.2.1 Critérios de Inclusão x Exclusão

Como critérios de inclusão, foram estabelecidos: idade ≥ 35 anos para ambos sexos, diagnóstico de DMT2, cadastrado no programa de doenças crônicas da UBS/Policlínica da UNIFAP, frequência regular no grupo de pesquisa em diabetes mellitus da UNIFAP, acuidade visual (AV) 20/40 ou melhor, com ou sem correção, durante triagem, não apresentar sensibilidade ou defeitos de cor para os eixos protan-deutan no teste de Ishihara, ser voluntário assinando o termo de consentimento livre e esclarecido conforme (Apêndice A).

Para os grupos controles, como critérios de inclusão, foram estabelecidos: idade ≥ 35 anos, não diabéticos, ambos sexos, sem comorbidades, AV 20/40 ou melhor, com ou sem correção durante triagem, não apresentar sensibilidade ou defeitos de cor para os eixos protan-deutan no teste de Ishihara, ser voluntário assinando o termo de consentimento livre e esclarecido conforme (Apêndice A).

Como critérios de exclusão, foram estabelecidos para ambos os grupos, presença de doenças oculares como catarata, retinopatia diabética e hipertensiva, glaucoma, edema macular ou qualquer outra doença oftalmológica que pudesse interferir no sistema visual humano.

3.2.2 Da Ética na Pesquisa

Por se tratar de um estudo que envolve seres humanos de maneira direta, este estudo obedeceu as recomendações da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) e todos os procedimentos da pesquisa foram aprovados pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal do Amapá sob o Protocolo nº FR-278871/09.

3.3 Coleta de Dados

3.3.1 Procedimentos Iniciais

Inicialmente os participantes voluntários da pesquisa (grupo com DMT2 e Controles) foram convidados a realizar as avaliações de triagem, composta pela pré-avaliação da acuidade visual e do teste pseudoisocromático de Ishihara.

A avaliação da acuidade visual ocorreu no laboratório de neurofisiologia, em sala com luminosidade reduzida por meio do projetor GCP-7000 da fabricante GILRAS. O aparelho foi fabricado para projetar seu estímulo a uma distância de 3 metros e está calibrado na faixa decimal que varia de (0,05 a 1). Seu sistema de lentes apresenta diversas formas de optotipos, como forma de melhor atender a clientela, alfabetizada ou não.

A acuidade visual foi realizada monocularmente, pois entende-se que cada olho apresenta suas particularidades morfológicas, desta forma, os participantes foram colocados sentados a distância de três metros da parede onde se projetavam os optótipos e o examinador diante dos estímulos projetados perguntava ao participante o que o mesmo estava enxergando. A ordem de pergunta dos optotipos projetados para a determinação da AV era de maneira decrescente e começava de maneira geral, com optotipos 20/400 até 20/20.

O registro da AV foi feito em ficha específica (APÊNDICE C) e contou também com o registro da situação que o participante realizou a avaliação da AV, como, ardência ocular, prurido, lacrimejamento, correção, dor, dentre outras.

Figura04. Projetor GCP-7000 Utilizado Para a Aferição da AV



Fonte: Foto Tirada Pelo Autor da Pesquisa no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP, Macapá-AP

Nota: Projetor utilizado para Pré-Avaliação da acuidade visual e em Voluntários que se dispuseram a participar da pesquisa.

Figura 05. Modelos de Optotipos do Projetor GCP-7000



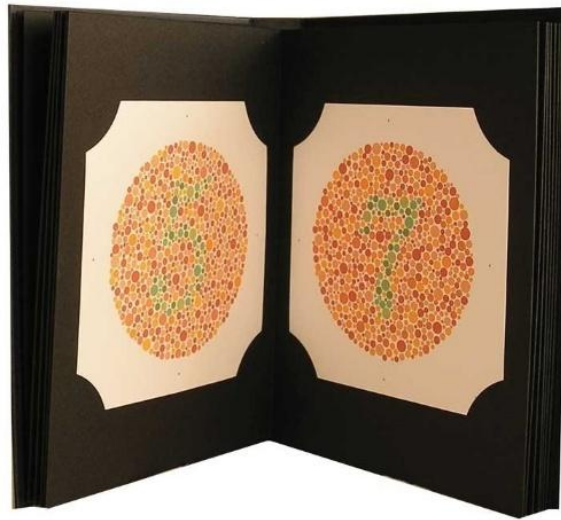
Fonte: Foto Tirada Pelo Autor da Pesquisa no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP, Macapá-AP

Nota: Optótipos projetados para a avaliação da acuidade visual, optotipos a, b e c utilizados para pessoas alfabetizadas e optotipos a e c utilizados para pessoas não alfabetizadas

A investigação de sensibilidade protan-deutan congênita ou adquirida, foi realizada por meio da projeção dos estímulos contidos na versão com 24 pranchas pseudoisocromáticas de Ishihara. O teste foi realizado monocularmente e cada participante foram colocados sentados a uma distância entre 50 a 60 centímetros de distância. A cada estímulo apresentado aos participantes, fora perguntado o que o mesmo estava enxergando em cada prancha e sua resposta fora anotada imediatamente em ficha de acompanhamento específica (Apêndice D). É importante ressaltar que a versão do teste de Ishihara com 24 pranchas pseudoisocromaticas, considera normal em seu manual, o examinado que cometer até três erros.

O teste de Ishihara é um teste universalmente utilizado, pois avalia a presença de discromatopsias congênicas ou adquirida nos eixos protan e deutan (vermelho-verde), desta forma, configura uma importante ferramenta de triagem pois através a partir do momento que sugere uma possível sensibilidade e/ou alteração da percepção cromática, dentro dos eixos específicos, direciona a pessoa a realização de outros testes para a complementação do diagnóstico, dentre eles podem ser utilizados o anomaloscópio e até mesmo os testes psicofísicos.

Figura 06. Pranchas Pseudoisocromáticas de Ishihara utilizadas na identificação de alterações visuais congênicas ou adquiridas nos eixos Protan-Deutan.



Fonte:<http://www.color-blindness.com/2012/11/13/online-38-plates-edition-of-ishihara-color-blindness-test-released/>

Ao termino da avaliação de triagem, os participantes dos grupos com DMT2 e Controles, foram convidados a assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido e preencherem o questionário sociodemográfico e clínico (Apêndice B).

3.3.2 Procedimentos Oftalmológica

Todos os participantes com DMT2 foram examinados por um oftalmologista, antes de serem submetidos às avaliações psicofísicas. A realização da avaliação oftalmológica (AO), nos pacientes com DMT2, buscou descartar alterações patológicas oculares que poderiam alterar a fidedignidade dos resultados dos testes psicofísicos, principalmente a retinopatia diabética, retinopatia hipertensiva e glaucoma, específicas e comuns no diabético com anos de diagnóstico. Os participantes em questão, foram submetidos aos exames de Pressão Intraocular (PIO), Retinografia e Tomografia de Coerência Óptica (OCT)

Inicialmente cada participante com DMT2, apto para a AO tiveram abertura de prontuário e passaram por uma anamnese com a Oftalmologista em seguida realizaram exames de autorrefração e refração com medida da acuidade visual longe e perto, sem correção e com correção posteriormente a seguir realizou-se biomicroscopia em lâmpada de fenda que avaliou as seguintes estruturas: conjuntiva, córnea, câmara anterior, íris, pupila, cristalino, câmara vítrea. Após estas avaliações, realizou-se a avaliação da pressão intra ocular e demais avaliações.

Para a verificação da PIO cada participante teve uma gota de Fluoroceína sódica a 1% + Anestalcon (Cloridrato de Proximetacaína 5mg/ml), instilada em cada olho, em seguida um por vez, dentro de uma sala com luminosidade reduzida, foi acomodado confortavelmente e realizado a medição por meio do aparelho com Lâmpada Fenda XCEL 400 SLTT LAMP. E pelo Tonômetro HAAG-STRETT BERN, SWISS MADE, conforme ilustra a Figura 07.

Terminado a medição da PIO, cada participante teve a instilação de três gotas de Fenilefrina a 10% + Tropicamida 10mg/ml (Mydriacyl), em cada olho e aguardou de trinta a sessenta minutos para que houvesse a perfeita dilatação da pupila e pudesse realizar com segurança o exame de Retinografia. Após a dilatação da pupila, cada participante foi posicionado sentado confortavelmente em frente ao retinógrafo e tiveram a imagem retiniana captada através do aparelho Opto ADS 1,5 FA color, conforme ilustrado na Figura 08, e com protocolo de captação de imagens coloridas e em preto e branco para melhor comparação de resultados.

Finalizando a AO, os participantes ainda foram submetidos ao exame de OCT para análise das condições anatomopatológica da camada de fibras nervosas da retina, o disco óptico e a mácula, com o objetivo de identificar alterações características de patologias oculares que para este estudo, interferem significativamente na avaliação psicofísica. O exame exigiu dos participantes as mesmas condições posturais dos demais exames, e as imagens foram registradas por meio de 6 scanners da área macular e analisadas pelos protocolos de análise RNFL Thickness (3.4) e RNFL THICKNESS AVERAGE ANALYSIS Report - 6.0.4. do aparelho STRATUS OCT (ZEISS) DIRECT CROSS-SECTIONAL IMAGING MODEL 3000 PATIENT MODULE, ilustrado na figura 10, gerando gráficos e dados referentes aos parâmetros por ele analisados como a espessura macular, espessura de fibras nervosas da retina e disco óptico.

Figura 07. Lâmpada Fenda de Mesa XCEL 400 e HAAG-STRETT BERN, SWISS MADE



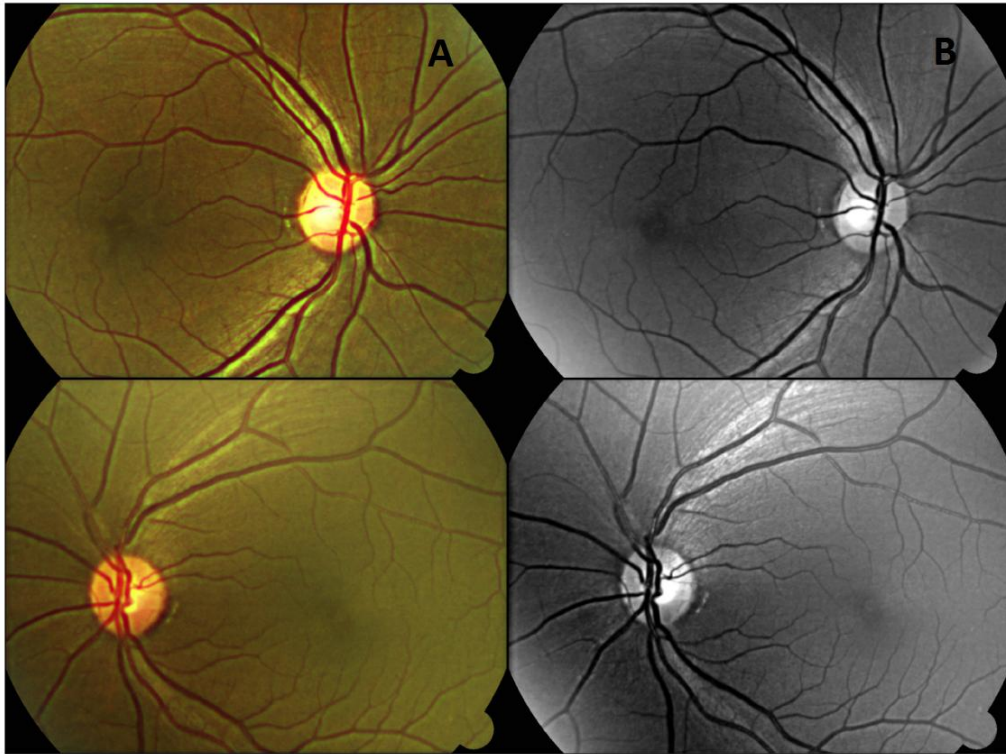
Fonte: Imagem Tirada Pelo Autor da Pesquisa na Clínica Vision

Figura 08. Retinógrafo OPTO ADS 1.5 FA COLOR



Fonte: Imagem Tirada Pelo Autor da Pesquisa na Clínica Vision, Macapá-AP

Figura 09. Imagem de Retinografia Realizada no Estudo



Fonte: Imagem Capturada Pela Oftalmologista na Clínica Vision

Nota: Em (A) Imagem Colorida; Em (B) Imagem Preto e Branco, do fundo de olho capturada pelo retinógrafo, para avaliação da presença ou ausência de alterações sugestivas de retinopatia diabética, hipertensiva e glaucoma.

Figura 10. Tomógrafo de Coerência Óptica STRATUS OCT (ZEISS) MODEL 3000
PATIENT MODULE



Fonte: Imagem Tirada Pelo Autor da Pesquisa na Clínica Vision

Figura 11. Imagem da Camada de Fibras Nervosas da Retina Nos Quadrantes Temporal, Nasal, Superior e Inferior Pós-Exame de OCT

STRATUS OCT
RNFL THICKNESS AVERAGE ANALYSIS Report - 6.0.4 (0579)

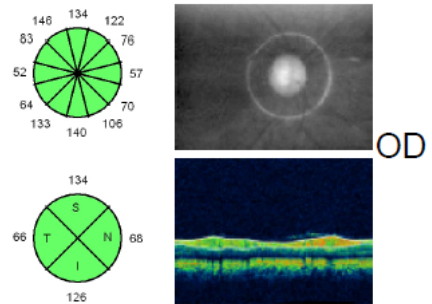
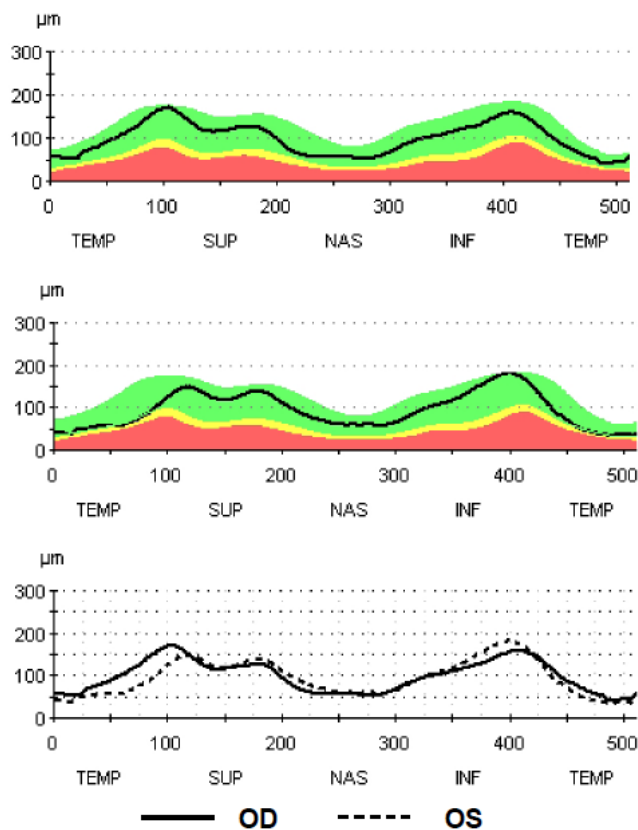


DOB: 5/9/1977, ID: NA, Gender unknown

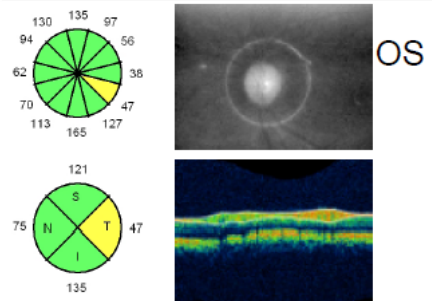
Scan Type: RNFL Thickness (3.4)

Scan Date: 28/6/2016 20:35:10 - 28/6/2016 20:37:05

Scan Length: 10.87 mm



Signal Strength (Max 10)	6
--------------------------	---

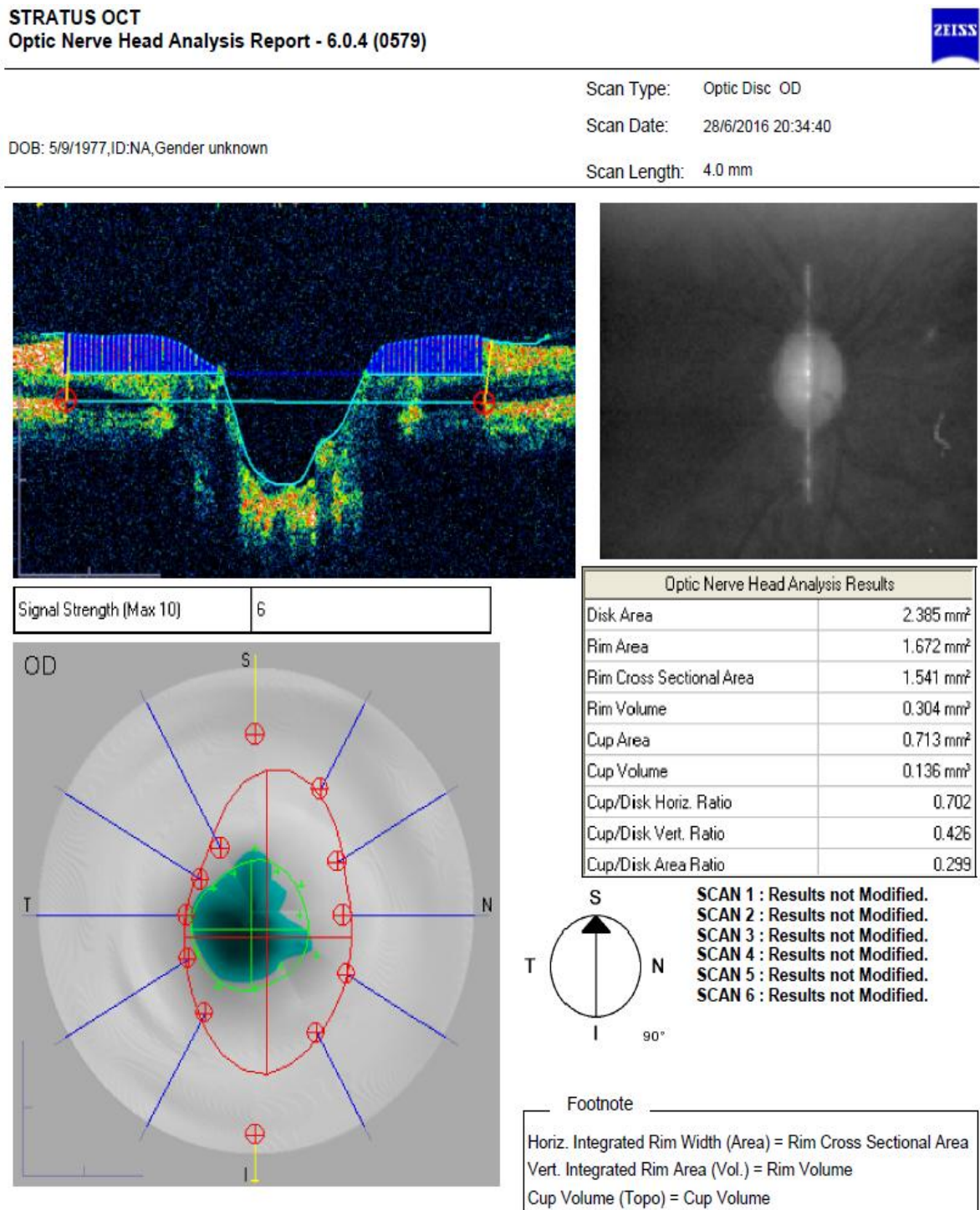


Signal Strength (Max 10)	6
--------------------------	---

Fonte: Imagem Gerada Após Protocolo de Análise Realizada Pela Oftalmologista na Clínica Vision

Nota: T – Temporal, N – Nasal, S – Superior, I – Inferior; OD – Olho Direito, OS – Olhos Esquerdo. Imagem gerada pelo computador, após implementação do protocolo de análise da camada de fibras nervosas da retina. As cor verde significa níveis normais de células, a cor amarela significa diminuição moderada e a cor vermelho, significa redução preocupante e muito abaixo do normal.

Figura 12. Imagem do Nervo Óptico Pós-Exame de OCT



Fonte: Imagem Gerada Após Protocolo de Análise Realizada Pela Oftalmologista na Clínica Vision

Nota: A imagem ilustra a camada de fibras nervosas do nervo óptico e a posição da retina para o escaneamento por meio dos feixes luminosos e as direcionais dos 6 Scanners utilizados, de acordo com os quadrantes T - Temporal, S - Superior, N - Nasal e I - Inferior.

3.3.3 Procedimentos Psicofísicos

Os testes psicofísicos foram realizados no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP em sala escura, sem estipulação de tempo e ambiente confortável.

3.3.3.1 Lanthony D15 Dessaturado

O teste psicofísico de Lanthony D15 Dessaturado, foi realizado através do Richmond Products, Minnesota, EUA, (Figura 2) composto por 16 peças coloridas de menor saturação cromática. O teste foi realizado monocularmente e os indivíduos foram posicionados sentados a uma distância de 50 centímetros da base do iluminador (Figura 12), composto de material antirrefletivo, fosco preto e lâmpada Mini LYNX Spiral 20W Luz Branca 127V Sylvania de modelo P28441 com temperatura de cor 6500K. Inicialmente as peças coloridas a serem ordenadas, foram organizadas em sequência, para que o examinado observasse a variação da saturação de cor.

Figura 13. Iluminador Utilizado na Aplicação do Teste Psicofísico de Lanthony D15.



Fonte: Foto Tirada Pelo Autor da Pesquisa no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP.

Nota: Iluminador fabricado de acordo com as especificações da CIE, para reproduzir luz dia e não alterar o comprimento de ondas dos estímulos cromáticos das peças do teste de Lanthony D15 Dessaturado que serão interpretados pelo examinado.

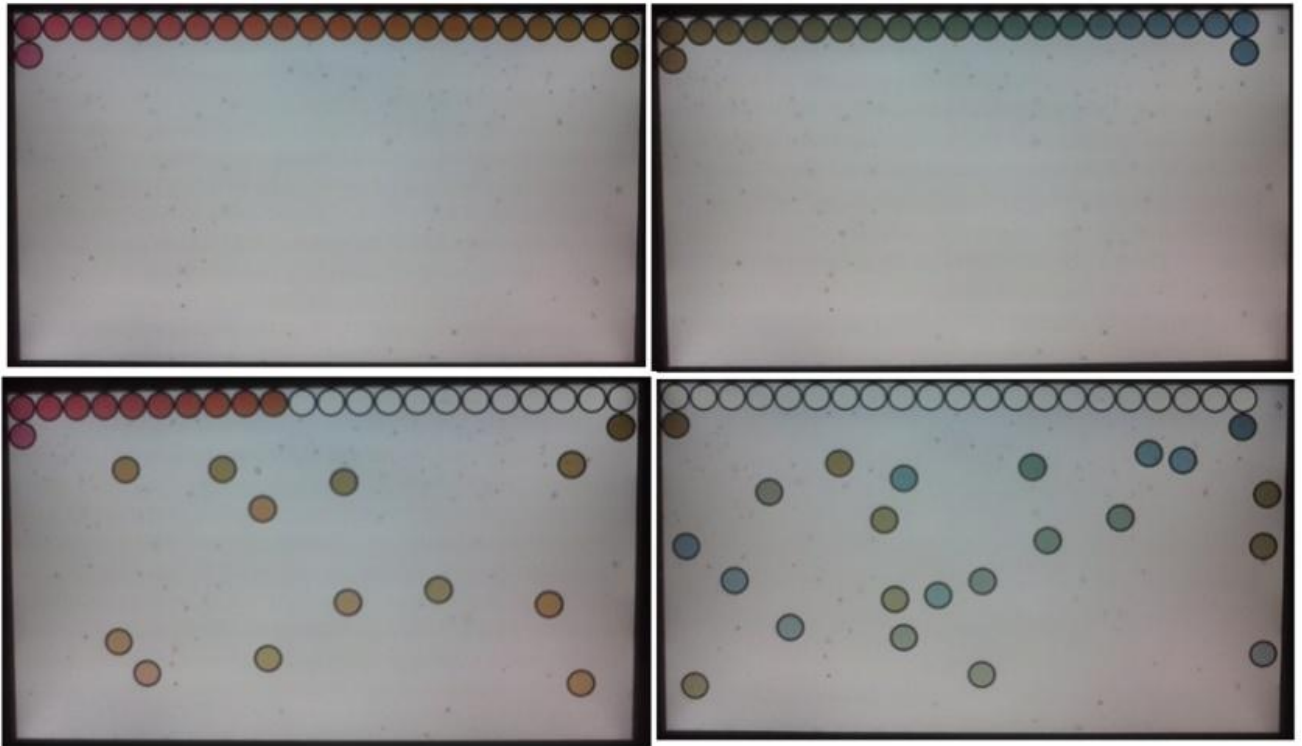
Após este procedimento, as peças coloridas, com exceção da primeira, denominada peça referência, foram misturadas pelo avaliador e distribuídas aleatoriamente, desta forma, a tarefa dos sujeitos era reordenar as peças coloridas o mais semelhante possível da sequência anteriormente mostrada. Para esta tarefa não foi estipulado tempo e os dados foram anotados em ficha específica (Apêndice E) e tratados estatisticamente pela rotina D15 Analysis para MATLAB, desenvolvida pelo laboratório de Neurofisiologia do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará, baseado no método de análise de Bowman e análise vetorial de Vingrys e King-Smith.

3.3.3.2 Farnsworth-Munsell FM-100

Os testes psicofísicos de Farnsworth-Munsell 100 matizes FM-100 e o teste da Função da Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância – FSCEL, foram implementados usando um computador tipo desktop IBM equipado com placa gráfica. Todos os estímulos foram visualizados por meio de Monitor LCD colorido de 21 polegadas (resolução espacial 1280×1200 pixels, 75 Hz, 8 bits, modelo Ecofit P2270; Samsung, Seul, Coreia do Sul), em uma sala escura.

Para o teste de FM-100, o sujeito foi posicionado a uma distância de 1 metro de distância do monitor e testado monocularmente. O estímulo visual cromático foi composto de 85 matizes circulares de cores e saturação diferentes, tendo 1° de ângulo visual, e 42 cd/m^2 de luminância (Figura 11). O teste computadorizado de FM-100 apresenta uma redução no número de peças, contendo 85 peças coloridas e numeradas a serem ordenadas em quatro sequências onde a primeira contém 22 peças e as demais 21, cada sequência apresenta como cor de referência fixa a primeira e a última peça e serve como marcador visual da variação de tonalidade cromática. As variações de tonalidade das peças estão distribuídas de 1 a 85 e por sequências específicas entre as cores vermelho (RED), amarelo (YELLOW), verde (GREEN), azul (BLUE) e lilás (PURPLE) O sistema computadorizado do teste equivale-se ao original e já fora utilizado em estudos anteriores. Inicialmente os estímulos circulares foram mostrados na sequência que deveria ser ordenado, em seguida foram embaralhados e distribuídos aleatoriamente na tela do monitor. Após este procedimento, a tarefa do indivíduo era reorganizar os círculos coloridos seguindo a variação de saturação de cor, semelhante a sequência de matizes mostrada anteriormente. Para este teste, não foi estipulado tempo de execução e os resultados foram armazenados no banco de dados do sujeito.

Figura 14. Sequências para Ordenamento do Teste Computadorizado do FM-100 no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP, com Participantes Diabéticos Atendidos na UBS/Policlínica da UNIFAP, Macapá, 2016



Fonte: Foto Tirada Pelo Autor da Pesquisa no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP.

Nota: Exemplo de sequências cromáticas que o examinado tem que ordenar no monitor do computador, após ser mostrada e embaralhada pelo examinador. Perceba que a saturação de cor de uma peça varia em relação a outra e que ao final do ordenamento apresenta diferenças pois cada peça apresenta um local específico para ser colocada

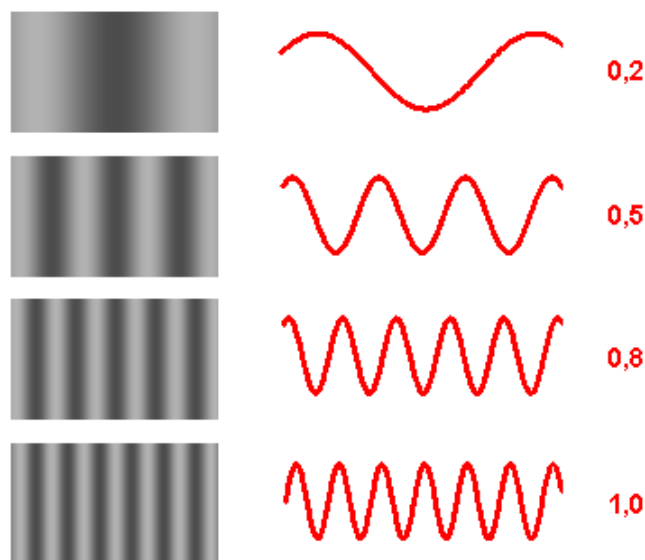
3.3.3.3 Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância

O Teste da FSCEL foi realizado monocularmente, com as mesmas condições ambientais do teste FM-100, entretanto o participante posicionou-se confortavelmente sentado o suficiente para manter uma distância de três metros entre o seu olho testado e o monitor do computador, receberam as orientações referentes ao teste e em seguida iniciou-se. A cada estímulo correspondentes as frequências espaciais do teste mostrado no monitor do computador, era aumentado o contraste para que o participante visualizasse o estímulo e em seguida o contraste era diminuído até o ponto em que o participante não o enxergasse mais, nesse momento o contraste era novamente aumentado de maneira gradativa e no momento em que o voluntário o enxergasse novamente o examinador avançava para a próxima frequência,

desta forma, o limiar de sensibilidade ao contraste espacial era registrado e desta forma foram feitas com as demais frequências até que o teste finalizasse para ambos olhos.

O teste da FSCEL é uma série de redes espaciais e isocromática não dinâmicas que apresenta modulação na forma senoidal orientada a uma determinada região do monitor para que possa ser visualizada a uma distância métrica pré-estabelecida de maneira segura e cientificamente aceitável conforme ilustrado na Figura 14. (CAMPBELL E GREEN, 1965; CAMPBELL E GUBISCH, 1966)

Figura 15: Exemplo de estímulo visual utilizado em testes psicofísicos que medem a Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância. Na coluna da esquerda estão demonstrados estímulos visuais em forma de redes senoidais estacionárias que aparecem nas telas de testes e na coluna da direita é demonstrado o aspecto gráfico das senóides para cada um dos padrões de estímulos visuais correspondentes.

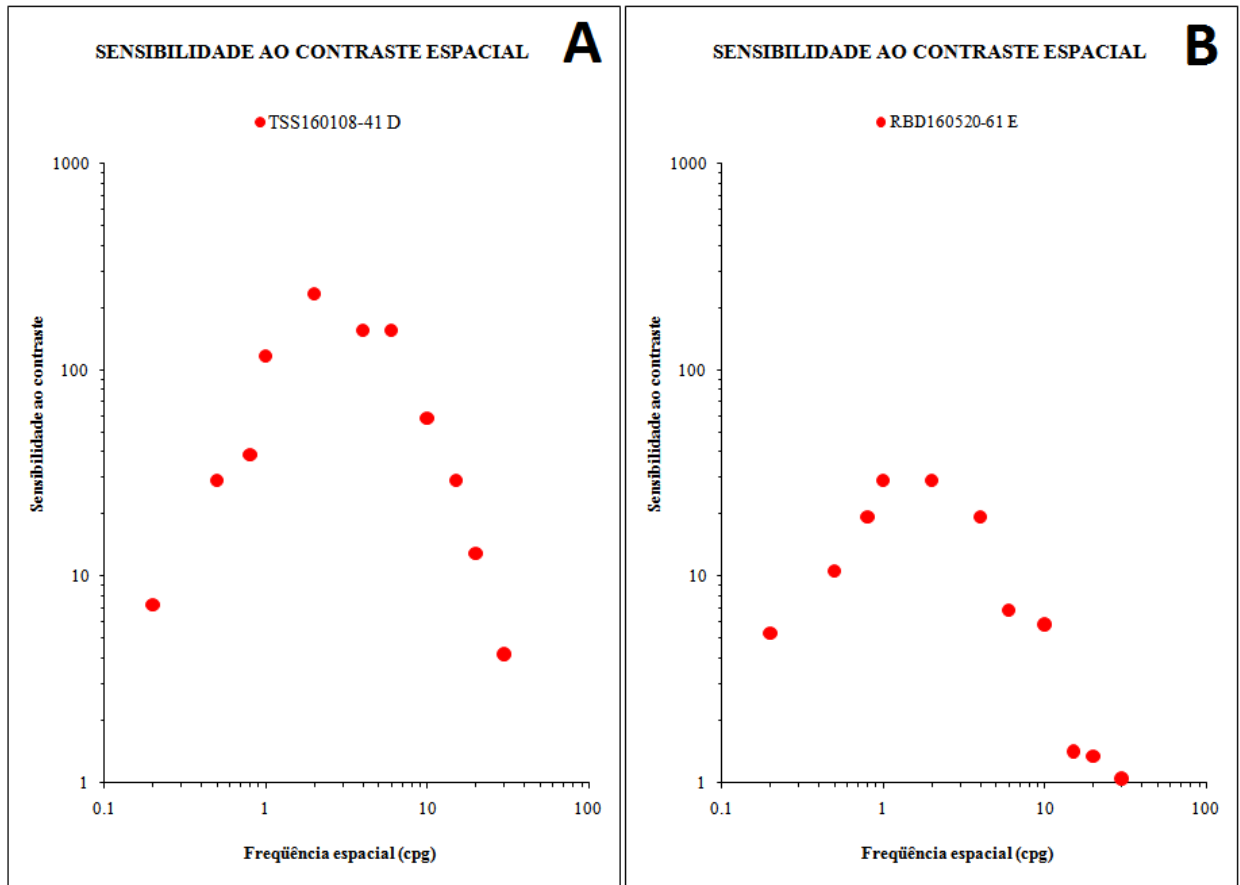


Fonte: (CAMPBELL E GREEN, 1965; CAMPBELL E ROBSON, 1968; RODRIGUES, 2003).

Nota: A imagem mostra quanto maior o numero de barras verticais, maior é a frequência de estímulos, desta forma maior será o contraste para discriminá-las na tela do monitor.

O limiar de contraste foi estimado usando o Método de ajuste a partir dos níveis de contraste sub-limiar onde o investigador aumentava o contraste do estímulo até o sujeito detectar a presença da grade senoidal e informar verbalmente ao investigador, que em seguida diminuía o contraste da grade até o indivíduo relatar verbalmente não mais visualizá-lo. Este procedimento repetiu-se varias vezes em cada indivíduo, até que seu limiar de contraste fosse considerado.

Figura 16. Limiar de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância Encontrada Após Avaliação Em Participantes dos Grupos Controle e Com DMT2



Fonte: Autor da Pesquisa Após Análise Pelo Software do Computados no Laboratório de Neurofisiologia da UNIFAP.

Nota: Em (A) Grupo Controle; Em (B) Grupo Com DMT2. A imagem mostra o limiar de contraste percebido pelos participantes da pesquisa. Quanto mais alto os pontos vermelhos se encontram, menos contraste foi utilizado para que o olho percebessem os estímulos, bem como, quanto mais baixo os pontos vermelhos, maior foi o contraste utilizado para perceber o estímulo.

3.4 Análise de Dados

A análise estatística foi realizada sob o índice de confiabilidade de 95%, com $\alpha = 0,05$. Desta forma, estabeleceu-se a normalidade de distribuição dos dados por meio do teste de D'Agostino-Pearson. Após constatado homocedasticidade dos dados, realizou-se a análise de variância, por meio do teste ANOVA 1 critério, com pos-hoc de Tukey, com $\alpha=0,05$, para verificar se houve variância significativa, com p-valor $< 0,05$, entre o desempenho da função visual nos testes de Lanthony D15 Dessaturado, FM-100 e FSCEL, entre os grupos com diabetes e controle.

Depois de realizado a análise da variância, fora estabelecido, a partir do estudo de Chan, (2004) conforme (Anexo B), o limite de confiança para a espessura media da fóvea central. O intervalo de confiança para a espessura media do nervo óptico e para os quadrantes temporal, nasal, superior e inferior do nervo óptico, foram calculados a partir do estudo realizado por Bunde *et al*, (2005) conforme (Anexo C).

A utilização destes dados da literatura para o calculo estatístico, se deu em razão de problemas pessoais e técnicos que comprometeram a fidedignidade da pesquisa, pois alguns participantes controles, após realizarem a triagem e a avaliação psicofísica, viajaram e/ou não se dispuseram a comparecer na Clínica Oftalmológica, nos dias e horários previamente estabelecidos, desta forma tornou-se necessário a utilização de estudos confiáveis, dentro da literatura científica, que corroborasse com o presente estudo.

A partir dos dados do grupo controle para o FM-100 e Lanthony D15 Dessaturado, calculou-se o intervalo de confiança e para a FSCEL utilizou-se o limite de tolerância. Depois de finalizado os cálculos estatísticos, foram investigadas possíveis correlações significativas por meio do teste de correlação linear de Pearson, entre as variáveis clínico epidemiológicas e da tomografia de coerência óptica, na tentativa de elucidar associações da diabetes mellitus nas estruturas morfológicas do globo ocular e na função visual cromática e acromática.

Os programas utilizados para análise dos dados da pesquisa foram o Bioestat versão 5.3, D15 Analysis para MATLAB e Microsoft Office Excel 2007. Para a construção dos gráficos do estudo, utilizou-se o modelo *Box plot*, representando valores como o da mediana, linha horizontal e central, 1º quartil (25%) e 3º quartil (75%), além do limite máximo e mínimo da amostra que mostra a discrepância entre os valores da amostra dos grupos (CORREA, 2003)

Para os dados do teste de Lantonhy D15 Dessaturado, foram utilizados o gráfico polar como forma de melhor visualizar a gravidade do erro e dispersão cromática de matizes. Ainda

foram utilizados gráficos de barras verticais, quadros e tabelas para simplificar o entendimento da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos Gerais da Avaliação de Triagem e Clínico-epidemiológico

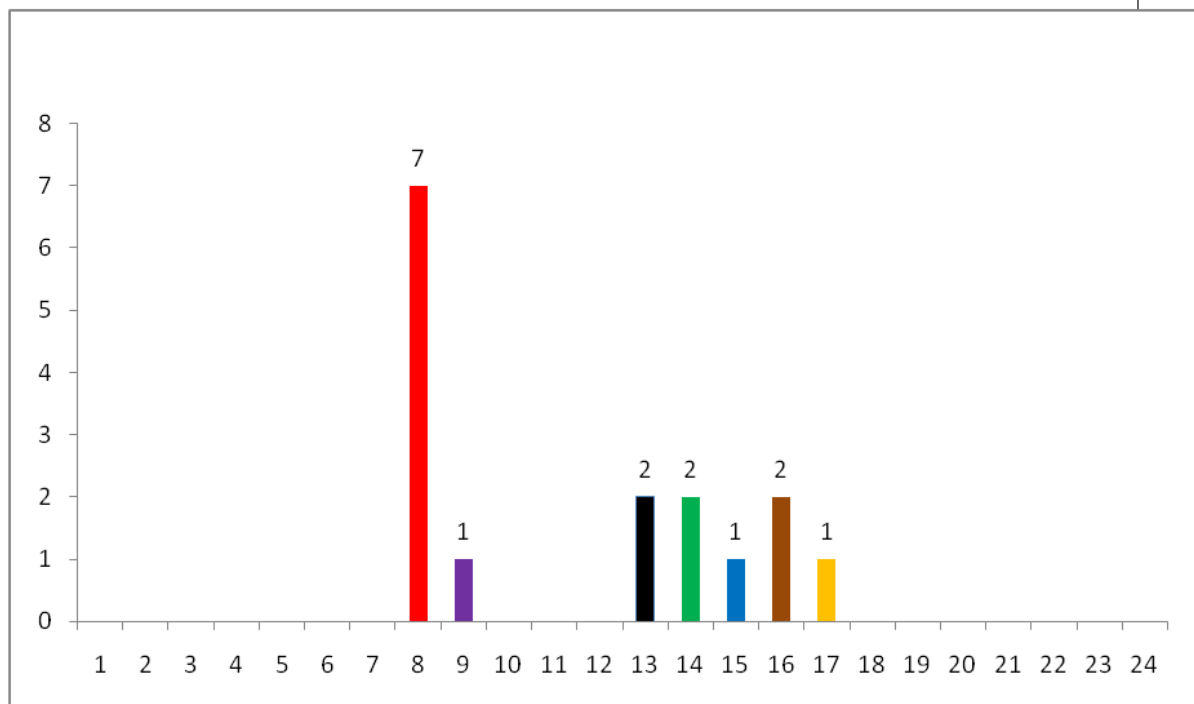
4.1.1 Acuidade Visual e Teste Pseudoisocromático de Ishihara

A acuidade visual predominante observada no grupo controle foi 20/20. Já no grupo no grupo com DMT2, de maneira geral a AV observada foi 20/40 ou melhor, entretanto vale ressaltar que doze olhos apresentaram AV 20/20. Embora seja esperado que a pessoa com DMT2 apresente diminuição na acuidade visual, quase 50% dos sujeitos apresentaram acuidade excelente neste estudo, desta forma percebe-se que assim como nos achados clínicos da AV no estudo de Andrade, (2012) a melhor acuidade visual esteve presente na maioria dos participantes diabéticos com menor tempo de diagnóstico e que os piores valores de AV estiveram presentes na maioria dos participantes com mais 10 anos de diagnóstico da doença, sinalizando que a diminuição da AV pode ser proporcional ao tempo de diagnóstico de DMT2.

A avaliação de déficits ou sensibilidade cromática para os eixos protan-deutan, relacionadas a patologias congênitas ou adquirida ocorreu por meio da aplicação das pranchas Pseudoisocromáticas de Ishihara, mostrando que os participantes diabéticos neste estudo, tiveram um desempenho considerado normal, conforme o manual de instrução do teste de Ishihara e de acordo com Birch, (1997) que destaca o normal aceitável para pessoas tricromatas é até três erros.

O presente estudo observou que embora os participantes apresentassem o total de erros dentro do padrão esperado, conforme o gráfico 01, 7 olhos apresentaram erros na prancha numero 8, assim como nas pranchas de numero 9,13, 14, 15, 16 e 17. Diante desta informação, destaca-se que 3 olhos apresentaram erros nas pranchas 16 e 17, que de acordo com o manual é classificadas como diagnósticas para o eixo protan-deutan, deste modo, estes participantes foram classificados como tricromatas normais com sensibilidade vermelho-verde. Portanto, sugere-se que a pessoa com DMT2 é passível de apresentar maiores erros nas pranchas de Ishihara e sensibilidade protan-deutan, se comparados ao grupo controle que não apresentou nenhum erro em nenhuma prancha.

Gráfico 01: Total de Erros de Discriminação Por Prancha de Ishihara do Grupo Com DMT2 Atendidos na UBS/Policlínica da UNIFAP, Macapá, 2016



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

4.1.2 Dados Clínico-epidemiológico

Diante da população com DMT2 que participou deste estudo, observa-se, conforme a (tabela 01), que 12 pessoas apresentaram idade \geq a 50 anos e que a maioria possuía tempo de diagnóstico \geq 8 anos. Dez participantes apresentaram diagnóstico de Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), entretanto, na ocasião do estudo apresentaram média da pressão arterial sistólica igual a 120 ± 16.64 mmHg e pressão diastólica 77.85 ± 11.88 .

A média da pressão arterial apresentada neste estudo demonstra que os participantes diabéticos apresentaram níveis pressóricos dentro do preconizado pela Sociedade Brasileira de Diabetes, (2016). A SBD, aponta que pessoas diabéticas com pressão sistólica \leq 130 mmHg e pressão diastólica \leq 80mmHg, apresentam menores riscos de complicação vasculares, desta forma o perfil da HAS, observado na maioria das pessoas diabéticas apresenta bom quadro clínico, mesmo apresentando predomínio de tempo de diagnóstico \geq 8 anos, inferindo que estas pessoas apresentam um controle satisfatório desta patologia.

Na tentativa de comparar os achados do presente estudo às literaturas científicas, percebeu-se pouco ou nenhum estudo relativo a níveis pressóricos em pacientes diabéticos

submetidos à avaliação oftalmológica e psicofísica, desta forma os resultados deste estudo enriquecem as pesquisas científicas, pois promove uma reflexão se é possível estar associada a alterações morfológicas do globo ocular e da função visual humana.

Monteiro, Fiani, Freitas, Zanetti e Foss, (2009) investigaram a pressão arterial em 11 mulheres idosas com diabetes mellitus tipo 2 e sedentárias, com média de idade $61,0 \pm 9,1$ anos que faziam uso de anti-hipertensivo, e como resultado observaram que a média da pressão arterial sistólica foi de $140,0 \pm 14,35$ mmHg e a média da pressão diastólica foi $75,4 \pm 13,73$ mmHg durante o início de seu estudo. Embora a pesquisa de Monteiro *et al*, (2009) apresente um objetivo diferente, do proposto no presente estudo, destaca-se que os valores pressóricos evidenciados por eles e comparados a este, servem como parâmetros para reforçar que a pessoa diabética apresenta oscilações de pressão arterial, que a falta de atividade física regular favorece o aumento dos níveis da pressão sistólica e diastólica em diabéticos e abre uma reflexão se a associação DMT2 e HAS não descompensada, interfere no desempenho visual humano.

Outro achado clínico observado faz referência a glicemia capilar de jejum que neste estudo variou de 79 a 234 mg/dl apresentando média 164.57 ± 40.53 mg/dl e esteve alterada em 13 participantes. Com relação aos valores da hemoglobina glicada, observa-se que variou entre 4,3 e 10,4% apresentando como média 7.41 ± 1.82 % e esteve alterada em 9 participantes. A (tabela 1) ainda mostra que a pressão intraocular esteve normal em 23 olhos.

A glicemia capilar é um parâmetro utilizado para verificar os níveis de glicose circulante em um determinado período do dia. A Sociedade Brasileira de Diabetes, (2015) estabelece como parâmetros normais de glicemia capilar de jejum níveis inferiores a 100mg/dl. Neste contexto, Monteiro *et al*, (2009), apresentou em seu estudo, 8 participantes com glicemia capilar alterados tendo como média 142.7 ± 53.31 mg/dl e que nesta amostra, tiveram participantes com pressão arterial elevada e glicemia capilar descompensada. Andrade, (2012) teve como achados, 19 dos 32 participantes, glicemia capilar alterada tendo como média 136.26 ± 56.89 mg/dl e que esta condição clínica foi presente em alguns participantes diabéticos que apresentaram desempenho ruim em testes de visão de cor cromática e acromática.

A hemoglobina glicada (HbA1c), outro parâmetro investigado neste estudo, de acordo com dados da Sociedade Brasileira de Diabetes, (2015), considera níveis prejudiciais ao sistema visual do diabético, valores de HbA1c acima de 6,5%, neste contexto permitiu que os achados deste estudo corroborassem com os achados de Andrade, (2012) que avaliou a função visual cromática e acromática por meio dos testes psicofísicos de Farnsworth-Munsell FM-

100 e da Função de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância – FSCEL, em 32 pacientes diabéticos (63 olhos) com idade média de $52,62 \pm 12,17$ anos e teve como resultados, 16 participantes com valores de HbA1c acima do padronizado pela SBD.

Diante deste fato, observa-se que a média glicêmica, neste estudo foi superior as médias dos demais autores, desta forma infere-se que mesmo os participantes apresentando uma regularidade de atividades para o controle glicêmico, ainda existe falhas no processo de educação em diabetes, pois 92,85% o que corresponde a 13 participantes, apresentaram níveis descompensados, assim como em 64,28% o que corresponde a 9 participantes, apresentaram níveis elevados de HbA1c. Desta forma, este estudo corrobora com os demais estudos, pois mostra que tanto a glicemia capilar, quanto a hemoglobina glicada, na maioria dos participantes diabéticos é alterada, independente da pratica regular de controle glicêmico ou não e esteve presente em participantes que apresentaram resultados psicofísicos ruim, o que difere dos achados de Monteiro e difere do estudo de Andrade, pois neste estudo observou-se associações significativas a resultados de OCT e psicofísicos.

Finalizando a análise Clínico-Epidemiológica, realizou-se ainda a verificação da Pressão intraocular (PIO). Conforme Cardoso e Navarrete, (2012), a PIO máxima aceitável corresponde a 21mmHg, deste modo, ao analisar a PIO neste estudo observa-se que 23 olhos apresentaram níveis pressóricos do globo ocular dentro do valor aceitável. Este resultado, portanto, corrobora com achados de Andrade, (2012) onde também mostra em seu estudo, que 4 olhos, dos 64 olhos investigados, apresentaram pressão intraocular (PIO) > 21 mmHg e com o estudo de Sakata *et al*, (2000) que realizou um estudo com 52 pacientes diabéticos sem retinopatia e não observou aumento significativo na pressão intraocular, uma vez que 92% dos olhos diabéticos examinados apresentaram PIO dentro dos parâmetros normais.

Esta análise leva a refletir, pois embora a PIO neste estudo, apresenta-se normal, na maioria dos participantes diabéticos, entretanto observa-se que houve correlação estatística significativa em uma área que compõe o nervo óptico, como será mostrado adiante, diferentemente dos achados de Andrade (2012) que não encontrou correlação alguma. Diante deste contexto, o presente estudo mostra que a glicemia capilar de jejum e hemoglobina glicada alteradas, estiveram presente, assim como nos demais estudos, e que essa condição correlacionou-se significativamente com áreas que compõem o nervo óptico de olhos diabéticos e em escores de testes psicofísicos, observando que o desempenho ruim do grupo com diabetes mellitus pode estar associado a este fator.

Tabela 01: Dados Clínico - Epidemiológico do Grupo com DMT2

NOME	Sexo	Idade (anos)	Tempo de Diagnóstico DM (anos)	AV OD/OE	Comorbidades	PIO (mm Hg)	PA (mm Hg)	Glicemia (mg/dl)	HbA1c (%)
RDS160711	F	63	10 ANOS	0,8/0,8	HAS (10 anos)	OD 18; OE 18	130X90	234	10,2
RBD160520	F	61	20 ANOS	- /0,5	HAS (20 anos)	OE 30	100X60	188	7,3
VLD160525	F	59	5 ANOS	1/1	HAS (20 anos)	OD 20; OE 20	110X90	104	5,3
LFS160524	F	63	10 ANOS	0,6/0,6	HAS (12 anos)	OD 20; OE 20	100X60	175	7,9
MBD110615	F	62	22 ANOS	0,8/0,8	HAS (22 anos)	OD 22; OE 20	120X70	176	9
CLD160601	F	57	8 ANOS	1/1	HAS	OD 18; OE 18	150X90	199	9,3
AC160601	F	42	5 ANOS	0,8/1	HAS (5 anos)	OD 18; OE 16	120X80	130	7
MDS160601	F	38	1 ANO	1/1	HAS (6 anos)	OD 20; OE 20	130X90	160	4,3
MFC160708	F	60	8 ANOS	1/0,6	NÃO	OD 16; OE 18	90X60	79	10,4
MDC160713	F	61	26 ANOS	1/1	HAS (10 anos)	OD 20; OE 20	130X80	146	6,4
ACR 160713	F	51	3 ANOS	0,8/1	HAS (10 anos)	OD 18; OE 19	140X90	204	6,2
MSS160708	F	54	2 ANOS	-/1	NÃO	OE 14	120X80	175	7,4
JAD160708	M	71	16 ANOS	0,5/0,5	NÃO	OD 16; OE 16	130X80	180	7,5
MSN110825	M	61	10 ANOS	0,8/-	NÃO	OD 18	110X70	154	5,6
MEDIA	-	57.35	10.42	-	-	-	120/77.85	164.57	7.41
DESVIO PADRÃO	-	8.69	7.77	-	-	-	16.64/11/88	40.53	1.82

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

Nota: 1 AV- Acuidade Visual.

2 PIO - Pressão Intraocular.

3 PA - Pressão Arterial.

4 HbA1c - Hemoglobina Glicada

4.2 Avaliação Oftalmológica

4.2.1 Retinografia e Tomografia de Coerência Óptica

O grupo com DMT2, não apresentou retinopatia diabética, conforme os resultados da Retinografia mostrados na tabela 02. O resultado da OCT mostra, que após o estabelecimento dos intervalos de confiança, mostrados na tabela como faixa de normalidade, observa-se que 14 olhos apresentaram-se fora da média estimada para a espessura da fóvea central, assim como 5 olhos para a espessura do nervo óptico e 1 olho para o quadrante temporal, 6 olhos para o quadrante nasal, 4 olhos para o quadrante superior e 2 olhos para o quadrante inferior.

A espessura foveal do grupo com DMT2 apresentou média OD $164.66 \pm 21.68\mu\text{m}$ e OE $166.91 \pm 20.75\mu\text{m}$, a espessura média do nervo óptico foi de $95.46 \pm 14.22\mu\text{m}$ para o OD e $96.93 \pm 15.62\mu\text{m}$, os quadrantes que compõem o nervo óptico apresentaram como valores para o quadrante temporal OD $60.75 \pm 10.01\mu\text{m}$ e $59.91 \pm 10.87\mu\text{m}$ para o OE, o quadrante nasal teve média de $75.41 \pm 22.48\mu\text{m}$ para o OD e para o OE foi $74.58 \pm 21.79\mu\text{m}$, o quadrante superior apresentou como média $115.91 \pm 21.56\mu\text{m}$ para o OD e $120.3 \pm 21.73\mu\text{m}$. Para o quadrante inferior a média foi de $130 \pm 21.03\mu\text{m}$ para o OD e de $129.58 \pm 20.85\mu\text{m}$ para o OE.

Chan *et al*, (2004) realizou um estudo da espessura foveal em 37 participantes com olhos saudáveis. Assim como no presente estudo, o autor seguiu o protocolo para diagnóstico precoce da retinopatia diabética e cada olho fora escaneado 6 vezes usando o OCT3 (Carl Zeiss Ophthalmic Systems) para mensurar a espessura de nove áreas que compõem a mácula do globo ocular, entretanto, o autores descreve de maneira detalhada a espessura central da fóvea. O estudo de Chan *et al*, (2004) mostrou que a espessura média da fóvea foi $212\text{m} \pm 20$ (Anexo B). Através do limite de confiança para a fóvea central, estabelecido através do estudo de Chan, observa-se que no presente estudo, houve 14 olhos com valores alterados, pois apresentaram espessura da fóvea central abaixo de 172.8m , ou seja, abaixo do mínimo aceitável.

Esses achados mostram que 60% dos olhos investigados, neste estudo, apresentaram resultados pior se comparado aos olhos normais investigados por Chan *et al*, (2004). Desta forma, observa-se que os diabéticos neste estudo, apresentaram espessura das camadas de fibras nervosas da fóvea central e do nervo óptico menor que o estabelecido na literatura, mostrando que a maioria das pessoas com DMT2 apresentam perdas células nervosas na

retina, que podem ser associadas em correlações mostradas a seguir e nos testes psicofísicos, já que a performance visual cromática e acromática mostrou-se pior neste grupo.

Os resultados deste estudo ainda mostram que os olhos diabéticos apresentaram resultados piores ao serem comparados com o estudo de Bunde *et al*, (2005) (Anexo C), que mensurou a camada de fibras nervosas ao redor do nervo óptico de 88 olhos normais e estabeleceu para cada quadrante, valores confiáveis através do escaneamento do Stratus Optical Coherence Tomography (OCT) model 3000, software ver. 2.0; Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA. Os valores obtidos pelo autor foram: espessura média da fibras do nervo óptico 101.5 ± 9.8 ; espessura do quadrante temporal 72.7 ± 13.1 ; espessura do quadrante nasal 76.3 ± 14.7 ; espessura do quadrante superior 125.5 ± 15.8 e espessura do quadrante inferior 135.5 ± 18.1 .

A partir do estudo de Bunde *et al*, (2005), observa-se que os olhos com alterações tiveram a espessura de camada de fibras nervosas do nervo óptico, no quadrante temporal, nasal, superior e inferior, fora dos limites de confiança estabelecidos mostrando haver, na maioria dos participantes, diminuição da espessura da camada de fibras nervosas.

Oshitari, Hanawa e Adachi-Usami, (2009) conforme (Anexo D), realizaram um estudo da espessura macular e da espessura da camada de fibras nervosas retinianas RNFL em 31 pacientes normais (controle; 19 homens e 12 mulheres) com média de idade de $60,0 \pm 12,8$, e 45 pacientes diabéticos classificados como sem retinopatia diabética NRD (25 homens e 20 mulheres) com média de idade de $61,6 \pm 11,2$, o estudo mostrou que há diminuição significativa da espessura da RNFL em pacientes diabéticos e sem retinopatia diabética, e que esta diferença é significativa ao ser comparado com o grupo controle.

Após a análise de correlação estatística, é possível observar na tabela 02, significância na associação entre idade e espessura média do nervo óptico, a idade e o quadrante nasal do nervo e entre a idade e o quadrante superior do nervo óptico. Outra correlação significativa encontrada foi entre o tempo de diagnóstico e a espessura média do nervo óptico.

A glicemia capilar por sua vez, também mostrou-se correlacionar significativamente apenas com o quadrante inferior do nervo óptico. Já a hemoglobina glicada teve três associações significativas, a primeira foi com a espessura média do nervo óptico, a segunda com o quadrante nasal do nervo óptico e a terceira foi com o quadrante inferior do nervo óptico. Outra associação estatística encontrada foi entre o ângulo vetorial e o quadrante temporal do nervo óptico e finalizando ainda teve-se a associação da pressão intraocular e o quadrante nasal do nervo óptico (conforme a tabela 08).

Tabela 02: Correlações de Pearson Entre Dados Clínico-Epidemiológico e OCT do Grupo Com DMT2

	IDADE X FC	IDADE X ENO	IDADE X QT	IDADE X QN	IDADE X QS	IDADE X QI
r (Pearson) =	0.2182	-0.5773	-0.3369	-0.447	-0.597	-0.3596
(p-valor) =	0.3056	0.0031	0.1074	0.0285	0.0021	0.0843
	TEMPO DIAG X FC	TEMPO DIAG X ENO	TEMPO DIAG X QT	TEMPO DIAG X QN	TEMPO DIAG X QS	TEMPO DIAG X QI
r (Pearson) =	0.1194	-0.4057	-0.3927	-0.2852	-0.3945	-0.2302
(p-valor) =	0.5784	0.0491	0.0576	0.1767	0.0564	0.2792
	GLICEMIA CAP X FC	GLICEMIA CAP X ENO	GLICEMIA CAP X QT	GLICEMIA CAP X QN	GLICEMIA CAP X QS	GLICEMIA CAP X QI
r (Pearson) =	-0.1688	0.3713	0.052	0.1338	0.2305	0.6346
(p-valor) =	0.4303	0.074	0.8092	0.5329	0.2784	0.0009
	HbA1c X FC	HbA1c X ENO	HbA1c X QT	HbA1c X QN	HbA1c X QS	HbA1c X QI
r (Pearson) =	0.1216	-0.5592	-0.2224	-0.6473	-0.3253	-0.4487
(p-valor) =	0.5712	0.0045	0.2961	0.0006	0.1207	0.0278

Fonte: Dados da pesquisa Tratados no BioEstat 5.3.

Nota: FC – Espessura da Fóvea Central; ENO – Espessura do Nervo Óptico; QT – Quadrante Temporal do Nervo Óptico; QN – Quadrante Nasal do Nervo Óptico; QS – Quadrante Superior do Nervo Óptico; QI – Quadrante Inferior do Nervo Óptico.

Os resultados deste estudo mostram que dados clínico-epidemiológico como a idade, tempo de diagnóstico, glicemia capilar e hemoglobina glicada estão associados a condições morfológicas do nervo óptico e que corroboraram com os achados da literatura, no sentido de apontar que é possível, fatores clínicos e epidemiológicos estarem associados a essa redução da camada de fibras nervosas, como destacado pelos autores, mas evidenciados neste estudo.

Ressalta-se que, a escassez de dados envolvendo a correlação entre achados de Retinografia e OCT a variáveis como idade, tempo de diagnóstico, glicemia capilar e hemoglobina glicada do paciente com DMT2 na literatura científica, torna o presente estudo fundamental, pois a partir deste, outros estudos poderão utilizá-los como base de análise para melhor compreensão dos fatores que levam a pessoa diabética sem retinopatia, apresentar perdas morfológicas. Portanto, estes achados concluem que o pacientes diabéticos apresentaram alterações da camada de fibras nervosas da retina, sem, contudo apresentarem quadro clínico de retinopatia diabética, e como discutido mais adiante, esses achados morfológicos pouco associaram-se aos resultados dos testes de visão de cor cromática, mostrando que mais estudos precisam ser realizados para que estas lacunas sejam compreendidas.

Tabela 03: Dados de Retinografia e OCT do Grupo Com DMT2

PACIENTE	Retinografia	Espessura Foveal central	Espessura do Nervo Óptico	Quadrante Temporal do NO	Quadrante Nasal do NO	Quadrante Superior do NO	Quadrante Inferior do NO
RDS160711 OD	SR	159*	93.45	63	67	107	136
RDS160711 OE	SR	164*	102.52	75	59	131	144
RBD160520 OE	SR	188	100.43	51	107*	121	123
VLD160525 OD	SR	181	97.89	78	100	95	118
VLD160525 OE	SR	178	92.52	56	73	110	131
LFS160524 OD	SR	171*	84.49	54	76	96	112
LFS160524 OE	SR	160*	84.5	50	73	98	117
MBD110615 OD	SR	162*	93.93	58	60	127	131
MBD110615 OE	SR	135*	91.55	52	70	119	124
CLD160601 OD	SR	189	78.65*	60	44*	84*	127
CLD160601 OE	SR	194	103.51	58	70	134	153
MDS160601 OD	SR	157*	98.55	66	68	134	126
MDS160601 OE	SR	176	94.41	47	75	121	135
AC 160713 OD	SR	126*	123.14*	70	111*	149	163
AC 160713 OE	SR	186	119.82	76	99	160*	145
MFC160708 OD	SR	179	78.01*	58	53	115	86*
MFC160708 OE	SR	155*	69.52*	55	43*	100	81*
MDC160713 OD	SR	166*	84.23	62	54	92*	129
MDC160713 OE	SR	177	83.74	52	66	103	114
ACR 160713 OD	SR	124*	119.53	56	111*	147	165
ACR 160713 OE	SR	133*	119.6	64	98	154	163
MSS 160708 OE	SR	-	101.1	83	62	134	125
JAD160708 OD	SR	169*	93.7	37*	75	125	139
JAD160708 OE	SR	157*	74.45*	59	32*	82*	125
MSN110825 OD	SR	193	100	67	86	120	128
MEDIA	-	165.7916667	95.3296	60.28	73.28	118.32	129.6
DESVIO PADRÃO	-	20.34480847	14.38796009	10.52584122	21.46221486	21.63469436	20.29778313
Faixa de Normalidade (+)	-	251.2	120.71	98.4	105.1	156.5	171
Faixa de Normalidade (-)	-	172.8	82.3	47	47.4	94.5	100

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007 **Nota:** 01 SR Retinopatia Diabética; 02 OCT Tomografia de Coerência Óptica; 03 NO Nervo Óptico; 04 OD Olho Direito; OE Olho Esquerdo; 05 * Valores Fora da Faixa de Normalidade; 06 (+) Limite Superior; (-) Limite Inferior

4.2 Avaliações Psicofísicas

4.2.1 Teste de Lanthony D15 Dessaturado

Os resultados do testes de Lantonhy, apresentados no quadro 01, mostram que alguns olhos, após estabelecido os limites de confiança com base nos resultados do grupo controle (Apêndice F), apresentaram valores acima da media de normalidade estimada, tendo como resultado, 10 olhos com alterações para o Índice de Confusão de Cor (ICC), 11 olhos para C-Índex, 9 olhos para o S-Índex e 2 olhos para o Ângulo. Na pratica este resultado representa que os participantes diabéticos tiveram erros absurdos no ordenamento de matizes e que estes resultados podem estar relacionados a fatores clinico-epidemiológico e de OCT, evidenciados neste estudo e que são mostrados adiante.

Como forma de investigar os valores discrepantes no ordenamento de matizes, analisou-se a variância entre os dados do grupo com DMT2 e controle, e percebeu-se que houve variância significativa, conforme a tabela 03 para o ICC entre o grupo DMT2 e controle. As tabelas 04 e 05, respectivamente mostram que houve variância estatística significativa no C-Índex e S-Índex entre o grupo com DMT2 e controle. Este achado corrobora com os achados de Santana *et al* (2005), pois também acharam diferenças significativas entre o grupo com diabetes e controle. Por outro lado, a tabela 06 mostra que o Ângulo vetorial não variou significativamente entre os grupos.

Tabela 04: Análise da variância entre o índice de confusão de cor do grupo controle e o grupo com DMT2

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	0.965	0.965
Erro	51	3.508	0.069
F =	14.0361		
p-valor (p) =	0.0007		
Média (Coluna 1 - Controle) =	1.1296		
Média (Coluna 2 – DMT2) =	1.4		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	0.2704	5.2983	< 0.01

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Teste ANOVA 1 critério do Bioestat versão 5.3

Tabela 05: Análise da variância entre o C-ÍNDEx do grupo controle e DMT2

FONTE DE VARIÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	2.884	2.884
Erro	51	9.33	0.183
F =	15.7657		
p-valor (p) =	0.0004		
Média (Coluna 1) =	1.1875		
Média (Coluna 2) =	1.6548		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	0.4673	5.6153	< 0.01

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Teste ANOVA 1 critério do Bioestat versão 5.3

Tabela 06: Análise estatística da variância do S-ÍNDEx entre o grupo controle e o grupo com DMT2

FONTE DE VARIÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	2.759	2.759
Erro	51	12.51	0.245
F =	11.2493		
p-valor (p) =	0.0019		
Média (Coluna 1) =	1.6357		
Média (Coluna 2) =	2.0928		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	0.4571	4.7433	< 0.01

Fonte: Dados extraídos da pesquisa tratados no teste ANOVA 1 critério do Bioestat versão 5.3

Tabela 07: Análise da variância entre o Ângulo do Grupo Controle e DMT2

FONTE DE VARIÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	107.534	107.534
Erro	51	27.5 e+02	53.969
F =	1.9925		
p-valor (p) =	0.1607		

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Teste ANOVA 1 critério do Bioestat versão 5.3

De maneira geral, conforme o quadro 01, o grupo com DMT2 o ICC apresentou distribuição entre 1.6 a 2.66, já a distribuição do C-Índice esteve na faixa de 1.09 a 3.42, no S-Índice a distribuição esteve na faixa de 1 a 3.94 e no ângulo a distribuição esteve entre 59.92° a 88.64°. Já para o grupo controle, os valores estão ilustrados no quadro 02. Bowman, (1982) afirma em seu estudo que o arranjo perfeito, ou seja, aquele em que o examinado ordena as matizes coloridas em seus respectivos lugares é igual a 1, desta forma quanto maior o ICC, maior foi a confusão de matizes. Por outro lado, a análise vetorial proposta por Vingrys e King-Smith, (1987) propõe que o C-Índice é o índice que avalia a amplitude ou a gravidade do erro cometido pelo examinado, desta forma, quanto maior o escore do C-Índice, mais grave é o erro cometido pelo examinado e que valores acima de 1.77 configuram arranjo anormal.

O S-Índice, é o índice vetorial que avalia a dispersão cromática do examinado, ou seja, o quão distante a matiz colorida foi ordenada do seu local de origem, de acordo com o diagrama de cores da CIE. Vingrys e King-Smith propuseram que índices entre 1.09 e 1.38 configuram arranjos normais, esperado para tricromatas, e quanto maior os valores, maior é a dispersão cromática do examinado. Para finalizar a análise Vingrys e King-Smith e Freitas, (2015), apontam que o ângulo que corresponde a anomalias ou sensibilidades para o eixo protan, é aquele que cai entre a angulação de 15 a 0°. Já os arranjos cromáticos que caem na variação de ângulo de 0° a -15°, estão para o eixo deutan, e por fim os arranjos cromáticos que caem na faixa de -60° a -90° configuram com tritan. De maneira geral as angulações que atingem a zona de 60° a 90° considera-se tricromata normal, é aquele arranjo que permeia alguma angulação fora das zonas citada, até aqui a probabilidade é de que o sujeito seja dicromata com sensibilidade para alterações vermelho-verde e/ou azul-amarelo.

Esta análise proposta, pelos autores em questão, permite concluir neste estudo que a confusão de matizes coloridas, a gravidade e amplitude do erro e a dispersão cromática de matizes foi pior no grupo com DMT2 do que no grupo controle e que para o ângulo vetorial, não houve diferença, assim afirma-se que neste estudo, nenhum participante com DMT2 apresentou sensibilidade para os eixos protan, deutan e tritan, conforme ilustra os gráficos 02 e 03. Estes achados apontam que olhos saudáveis estão menos sujeitos a apresentar escores elevados e que condições patológicas sistêmicas como a DMT2 pode interferir na percepção de estímulos cromáticos.

Os resultados deste estudo mostram que o grupo com diabetes apresentou piores resultados de ordenamentos do que o grupo controle no ordenamento de matizes no teste de Lanthony D15 Dessaturado, assim como no estudo de Santana, Costa, Lago, Bernick, Nishi e Ventura, (2005) que avaliaram a função cromática de 21 pacientes diabéticos sem retinopatia

com média de idade $53,7 \pm 10,6$ e em 34 controles pareados por idade (média = $50,8 \pm 13,5$) através dos testes de Farnsworth (D15), Lanthony (D15d) e Color Test Cambridge (CCT) concluindo que grupo com diabetes apresenta piores resultados se comparados ao grupo controle. Os autores concluíram que cerca de 60% dos pacientes diabéticos não retinopatas têm perdas de visão de cores medidos pelo Lantonhy D15 Dessaturado, semelhante neste estudo, onde mais da metade dos participantes diabéticos alterações na visão de cor. Feitosa-Santana, Oiwa, Paramei, Bimler, Costa, Iago, Nishi e Ventura, (2006), avaliaram a função visual de 32 pacientes com DMT2, sem retinopatia através dos testes de Farnsworth D-15 e os Lanthony testes D-15 Dessaturado e mostraram que o paciente diabético apresenta erros difusos durante a função de ordenamento de matizes, assim como neste estudo, mas que precisam ser melhor elucidados.

No estudo realizado por Freitas, (2015) em que avaliou a função visual de 312 crianças, expostas ao metilmercurio em comunidades ribeirinhas do estado do Pará, usou como método de avaliação o escore de Bowman e a análise vetorial de Vingrys e King-Smith, e observou que a impregnação por metais, devido a exposição ambiental do metilmercurio, em diferentes estágios e situações de desenvolvimento da criança, contribui para um pior desempenho visual em testes de visão de cores como o Lanthony D15 Dessaturado.

O estudo de Freitas, (2015) foi pioneiro ao analisar a concentração de mercúrio em crianças ribeirinhas do oeste e nordeste do Pará, bem como pelo método de análise empregado. Para este estudo, a pesquisa de Freitas nos leva a investigar, se fatores clínicos e biológicos podem influenciar na angulação vetorial do desempenho visual. Como forma de tentar compreender o que pode ter levado às diferenças estatísticas nos escores do Bowman e Vingrys e King-Smith, foram realizadas correlações estatísticas entre dados clínico-epidemiológico e de OCT.

Os dados da tabela 07 mostra que a idade apresentou correlação significativa entre a idade e o S-Índice, bem como a hemoglobina glicada apresentou duas associações, uma com o C-Índice e a outra com o Ângulo, demonstrando que fatores clínico-epidemiológico podem estar associado a alterações nos escores de Bowman e Vingrys e King-Smith. Os resultados deste estudo difere do estudo de Monique *et al*, (2009), porque encontrou associações significativas entre variáveis mensuráveis, e essas correlações, Monique, *et al* ao testar 51 pacientes diabéticos por meio do Farnsworth-Munsell FM-100 e Teste psicofísico de Lanthony D15 Dessaturado não encontrou.

Outro achado pertinente e não encontrado na literatura é a correlação entre o ângulo vetorial de Vingrys e King-Smith e o quadrante temporal do nervo óptico, desta forma observa-se que aspectos morfológicos do nervo óptico também podem estar interferindo nos escores dessa angulação, mesmo não havendo variância estatística entre os grupos. Portanto, infere-se que os participantes diabéticos apresentaram pior desempenho cromático no teste psicofísico de Lanthony D15 Dessaturado se comparado ao grupo controle. Desta forma, este estudo traz novos achados para a literatura, já que estudos nesta linha são poucos.

Tabela 08: Correlações de Pearson Entre Dados clinico-epidemiologicos e Lanthony D15 Dessaturado do Grupo com DMT2

	IDADE X ICC	IDADE X C-INDEX	IDADE X S-INDEX	IDADE X ÂNGULO
r (Pearson) =	0.1533	0.2954	0.4374	0.241
(p) =	0.4644	0.1516	0.0287	0.2458
	TEMPO DE DIAG X ICC	TEMPO DE DIAG X C- INDEX	TEMPO DE DIAG X S- INDEX	TEMPO DE DIAG X ÂNGULO
r (Pearson) =	0.1746	0.2136	0.2819	0.267
(p) =	0.4038	0.3053	0.1721	0.1968
	GLICEMIA CAP X ICC	GLICEMIA CAP X C-INDEX	GLICEMIA CAP X S- INDEX	GLICEMIA CAP X ÂNGULO
r (Pearson) =	-0.1381	-0.1122	-0.0791	-0.0113
(p) =	0.5105	0.5934	0.7072	0.9571
	HbA1c X ICC	HbA1c X C-INDEX	HbA1c X S-INDEX	HbA1c X ÂNGULO
r (Pearson) =	0.3805	0.4135	0.3853	0.4207
(p) =	0.0605	0.0398	0.0571	0.0362
	PIO X ICC	PIO X C-INDEX	PIO X S-INDEX	PIO X ÂNGULO
r (Pearson) =	0.0864	0.1488	0.32	0.1751
(p) =	0.6814	0.4777	0.1189	0.4025

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Teste ANOVA 1 critério do Bioestat versão 5.3

Tabela 09: Correlações de Pearson Entre Dados de Lanthony D15 Dessaturado e Oftalmológicos do Grupo com DMT2

	ICC X FC	ICC X ENO	ICC X QT	ICC X QN	ICC X QS	ICC X QI
r (Pearson)	-0.2398	-0.2162	-0.1576	-0.1893	-0.0196	-0.3235
(p-valor) =	0.259	0.3102	0.462	0.3755	0.9274	0.123
	C-INDEX X FC	C-INDEX X ENO	C-INDEX X QT	C-INDEX X QN	C-INDEX X QS	C-INDEX X QI
r (Pearson)	-0.1494	-0.2723	-0.1484	-0.2267	-0.0947	-0.3664
(p-valor) =	0.486	0.198	0.4888	0.2866	0.6598	0.0781
	S-INDEX X FC	S-INDEX X ENO	S-INDEX X QT	S-INDEX X QN	S-INDEX X QS	S-INDEX X QI
r (Pearson)	-0.0409	-0.3041	-0.225	-0.1778	-0.1919	-0.3583
(p-valor) =	0.8495	0.1484	0.2904	0.4059	0.3689	0.0854
	ÂNGULO X FC	ÂNGULO X ENO	ÂNGULO X QT	ÂNGULO X QN	ÂNGULO X QS	ÂNGULO X QI
r (Pearson)	-0.0126	-0.3423	-0.5294	-0.1946	-0.2386	-0.2399
(p-valor) =	0.9533	0.1015	0.0078	0.3621	0.2615	0.2588
	PIO X FC	PIO X ENO	PIO X QT	PIO X QN	PIO X QS	PIO X QI
r (Pearson)	0.1203	0.1275	-0.0898	0.4055	-0.0173	-0.0015
(p-valor) =	0.5755	0.5527	0.6766	0.0492	0.9361	0.9945

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Teste ANOVA 1 critério do Bioestat versão 5.3

NOTA: FC – Espessura da Fóvea Central; ENO – Espessura do Nervo Óptico; QT – Quadrante Temporal do Nervo Óptico; QN – Quadrante Nasal do Nervo Óptico; QS – Quadrante Superior do Nervo Óptico; QI – Quadrante Inferior do Nervo Óptico.

Quadro 1: Resultados do teste de Lanthony D15 Dessaturado do Grupo com DMT2 realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP

NOMES	Lanthony D15d ICC	Lanthony D15d C-INDEX	Lanthony D15d S-INDEX	Lanthony D15d ÂNGULO	Farnsworth-Munsell ERRO FM-100
RDS160711-152909 OD	1,52*	1,96*	2,44*	71,58	256*
RDS160711-152909 OE	1,45*	1,86*	2,58*	71,43	328*
RBD160520-100530 OE	1,63*	2,34*	3,43*	76,6	320*
VLD160525-091736 OD	1,21	1,35	1,83	69,46	144*
VLD160525-091736 OE	1,7*	2,22*	2,72*	69,76	180*
LFS160524-091909 OD	1,19	1,2	1,52	69,97	108
LFS160524-091909 OE	1,19	1,33	1,84	72,52	124
MBD110615-142613 OD	1,7*	1,97*	2,21*	88,64*	248*
MBD110615-142613 OE	2,66*	3,42*	3,3*	81,13*	180*
CLD160601-092009 OD	1,11	1,17	1,62	71,32	172*
CLD160601-092009 OE	1,06	1,09	1,55	63,27	148*
AC 160713-101801 OD	1,22	1,32	1,81	65,92	64
AC 160713-101801 OE	1,09	1,13	1,61	60,74	72
MDS160601-153110 OD	1,15	1,24	1,74	59,98	180*
MDS160601-153110 OE	1,09	1,13	1,61	60,74	296*
MFC160708-104125 OD	1,37*	1,66*	1,92	64	132
MFC160708-104125 OE	1,99*	2,82*	3,94*	77,91	164*
MDC160713-085538 OD	1,06	1,09	1,55	63,27	88
MDC160713-085538 OE	1,09	1,13	1,61	60,74	84
ACR 160713-101801 OD	1,22	1,32	1,81	65,92	64
ACR 160713-101801 OE	1,09	1,13	1,61	60,74	72
MSS160708-162252 OE	1,76*	2,28*	2,05	59,92	324*
JAD160708-111322 OD	1,39*	1,69*	2,19*	78,37	272*
JAD160708-111322 OE	1,24	1,74*	2,54*	67,67	264*
MSN110825-141826 OD	1,24	1,38	1,91	67,01	52
FAIXA DE NORMALIDADE (+)	1.337034	1.523808	2.074873	80.29579	135.4614223
FAIXA DE NORMALIDADE (-)	0.922251	0.851192	1.196555	53.45421	-4.39892235

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no D15 Analysis para MATLAB e Microsoft Office Excel 2007

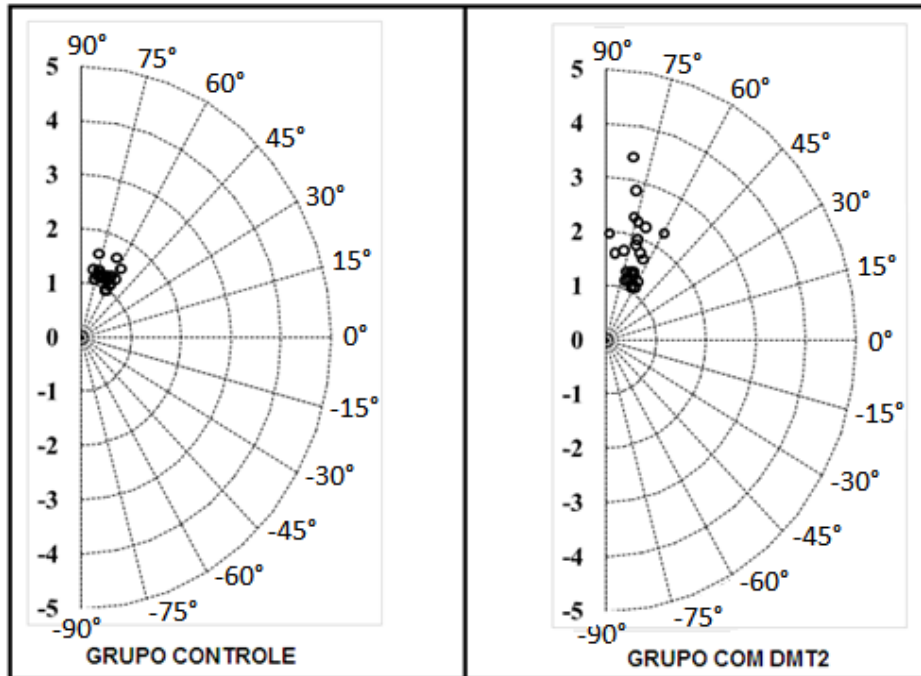
Nota 01: * Valores Fora da Faixa de Normalidade

Quadro 02: Resultado do Teste de Lanthony 15 Dessaturado do Grupo Controle realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP

NOME	ICC	C-INDEX	S-INDEX	ÂNGULO
EDC-160809-54	1.33	1.63	2.22	64.49
EDC-160809-54	1.16	1.27	1.81	58.31
RSP-160809-44	1	1	1.42	61.43
RSP-160809-44	1	1	1.42	61.43
TFS-160809-41	1.15	1.23	1.76	62.15
TFS-160809-41	1	1	1.42	61.43
VHF-160809-54	1	1	1.42	61.43
VHF-160809-54	1.15	1.28	1.82	62.96
LMC-160809-48	1.09	1.13	1.61	60.74
LMC-160809-48	1.18	1.24	1.71	66.75
FDA-160809-59	1.18	1.19	1.54	74.93
FDA-160809-59	1.23	1.28	1.66	79.48
AAC-160809-42	1	1	1.42	61.43
AAC-160809-42	1.18	1.19	1.54	74.93
JDC-160809-58	1	1	1.42	61.43
JDC-160809-58	1.12	1.11	1.44	76.98
FNC-120701-45	1.11	1.17	1.62	71.32
FNC-120701-45	1.2	1.29	1.76	74.48
JRC-160709-46	1.1	1.18	1.67	66.79
JRC-160709-46	1	1	1.42	61.43
CBD-160709-45	1.26	1.49	2.13	58.51
CBD-160709-45	1.39	1.58	2.05	77.62
TSS-160801-45	1.18	1.24	1.72	66.75
TSS-160801-45	1.09	1.13	1.61	60.74
MIT-160803-44	1	1	1.42	61.43
MIT-160803-44	1.21	1.22	1.57	71.67
CAR-160702-44	1.12	1.11	1.44	76.98
CAR-160702-44	1.2	1.29	1.76	74.48

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

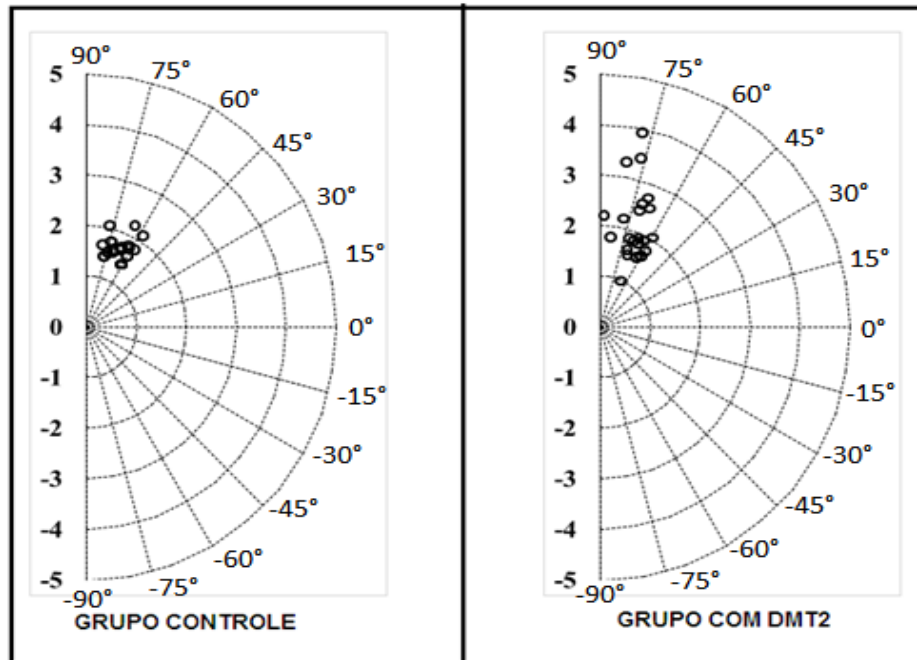
Gráfico 02: Gráfico Polar de Amplitude do Erro de Ordenamento do Teste de Lanthony 15 Dessaturado Baseado no C-Índice realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

O gráfico 02 mostra que o grupo controle apresentou menor gravidade de erro de ordenamento, pois a amplitude dos índices foram menor se comparado ao grupo com DMT2. Desta forma o método de análise de Vingrys e King-Smith pode ser utilizado para comparação de desempenho da função visual de cores entre grupos saudáveis e não saudáveis, pois estabelecem parâmetros confiáveis e estatisticamente tratáveis, corroborando para a fidedignidade de achados científicos, como os encontrados neste estudo. Este método é pioneiro, pois determina a gravidade do erro, coisa que o Índice de Bowman não informa.

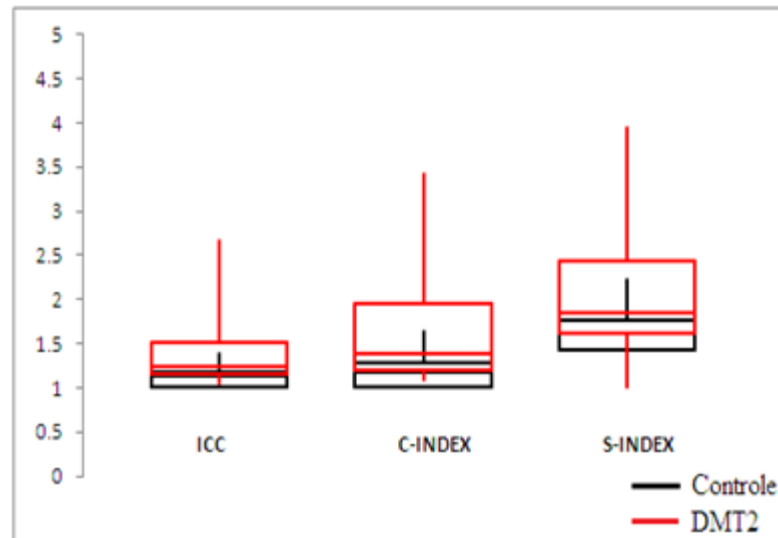
Gráfico 03: Gráfico Polar de Dispersão Cromática do Erro do Teste de Lanthony 15 D Dessaturado baseado no S-Índice realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

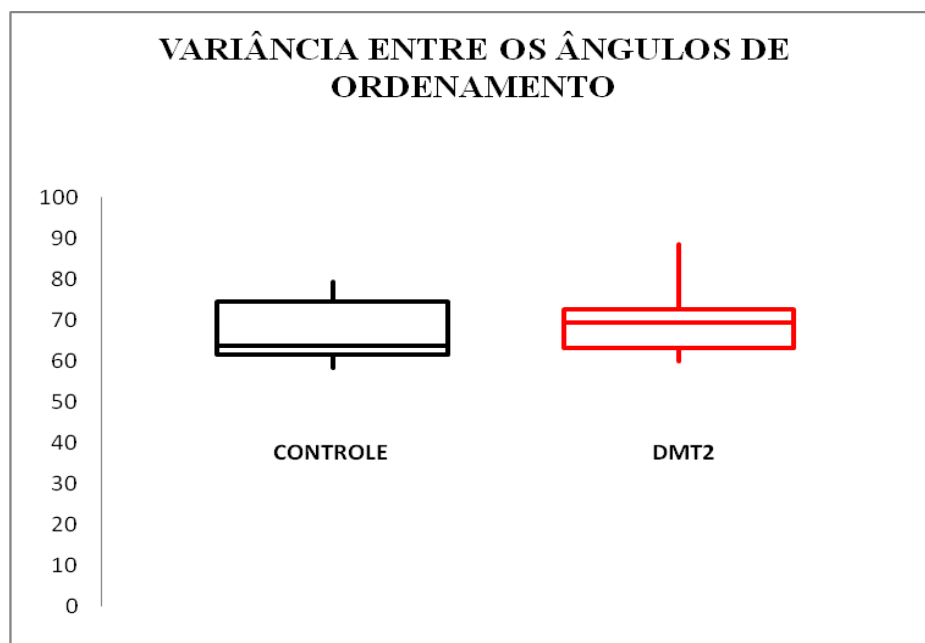
O gráfico 03 mostra que o grupo controle apresentou menor dispersão cromática se comparado ao grupo com DMT2, isso significa que o grupo controle errou menos posições de matizes do que o outro grupo. Na prática esta análise permite complementar os resultados do ICC e C-Índice, pois demonstra que além do participante está errando a posição da matiz colorida, ele apresenta um déficit de discriminação cromática que precisa ser melhor identificado, afim de confirmar os eixos de cor com sensibilidade e/ou alterações, seja ele protan, deutan ou tritan, ou seja, (vermelho-verde) ou (azul-amarelo).

Gráfico 04: Variância Entre o ICC, C-INDEX e S_INDEX do Teste de Lanthony D15 Dessaturado entre o grupo controle e com DMT2, realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

Gráfico 05: Variância Entre Ângulo de Ordenamento do Teste de Lanthony D15 Dessaturado entre o grupo controle e com DMT2, realizado no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

O gráfico 04 e 05, ilustram as diferenças estatísticas entre os escores analisados pelo D15 Analysis, é importante observar que a caixa em vermelho simboliza os dados do grupo com DMT2 e em preto o grupo controle e que foram formados a partir do 1º e 3º quartis e mediana, e que as linhas verticais simbolizam máximo e mínimo, conforme as tabelas. Deste modo a diferença estatística, já abordada anteriormente, torna-se perceptível entre o ICC, C-Índice e S-Índice e pouco acentuada no Ângulo vetorial, pois de maneira geral os valores apresentaram-se estatisticamente aproximados.

Tabela 10: Estatística Descritiva Quantitativa do Teste Lanthony D15 Dessaturado Grupo Controle

	ICC	C- INDEX	S- INDEX	ÂNGULO
Tamanho da amostra =	28	28	28	28
Mínimo	1	1	1.42	58.31
Máximo	1.39	1.63	2.22	79.48
Mediana	1.135	1.185	1.61	63.725
Primeiro Quartil (25%)	1	1	1.42	61.43
Terceiro Quartil (75%)	1.185	1.2725	1.76	74.48
Média Aritmética	1.1296	1.1875	1.6357	66.875
Variância	0.0112	0.0294	0.0502	46.8861
Desvio Padrão	0.1058	0.1716	0.2241	6.8473
Erro Padrão	0.02	0.0324	0.0423	1.294
Coefficiente de Variação	9.37%	14.45%	13.70%	10.24%

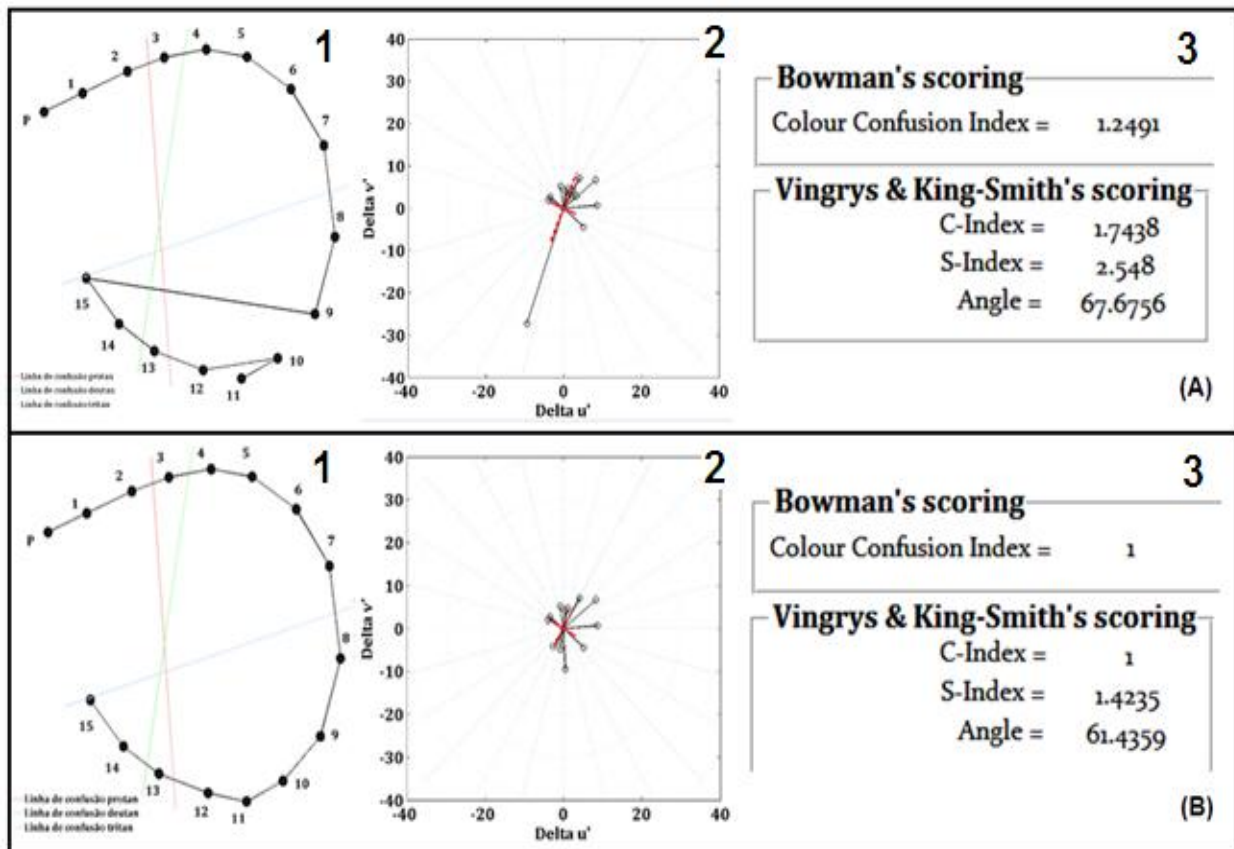
Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Bioestat versão 5.3

Tabela 11: Estatística Descritiva Quantitativa do Teste Lanthony D15 Dessaturado Grupo Com DMT2

	ICC	c-index	s-index	ângulo
Tamanho da amostra =	25	25	25	25
Mínimo	1.06	1.09	1	59.92
Máximo	2.66	3.42	3.94	88.64
Mediana	1.24	1.38	1.84	69.46
Primeiro Quartil (25%)	1.15	1.2	1.61	63.27
Terceiro Quartil (75%)	1.52	1.96	2.44	72.52
Média Aritmética	1.4	1.6548	2.0928	69.7284
Variância	0.1336	0.3556	0.4648	61.9363
Desvio Padrão	0.3655	0.5963	0.6817	7.87
Erro Padrão	0.0731	0.1193	0.1363	1.574
Coefficiente de Variação	26.10%	36.04%	32.58%	11.29%

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Bioestat versão 5.3

Figura 24: Análise dos Escores de Bowman e Vingrys e King-Smith pela rotina do D15 Analysis no Matlab 2012 de um Participante do Grupo com DMT2 (A) e Controle (B).



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados Pela Rotina do Programa Matlab, 2012

Nota: 1 - * (1) Color Map (mapa de ordenamento das peças coloridas; (2) Vector Map (mapa de vetores do ordenamento; e (3) Escore de Bowman e Vingrys e King-Smith.

A figura 16, ilustra os gráficos que são gerados pela ferramenta de análise D15 Analysis para MATLAB, implementado pelo laboratório de neurofisiologia da UFPA, após a inserção de dados referentes ao ordenamento de matizes do teste de Lanthony D 15 Dessaturado, onde o numero 1 mostra a sequência de ordenamento que o participante com DMT2 ordenou (A) e do grupo controle (B). O número 2 ilustra o mapa de vetores angulares que se forma de acordo com a sequência de ordenamento, é importante destacar que quanto maior o raio do vetor, maior foi a gravidade do erro, em (A) percebe-se que devido ao erro na posição da matiz 10, o raio vetorial aumentou e que em (B) o raio vetorial foi menor, pois o arranjo foi perfeito. E por fim, no numero 3, observa-se os escores gerados após o ordenamento. Perceba que quanto maior o raio vetorial, maiores são os escores de Bowman e Vingrys e King-Smith.

4.2.2 Teste de Farnsworth-Munsell FM-100

A análise estatística do FM-100 mostrou que houve diferença significativa entre o ordenamento de cores do grupo com DMT2 e o grupo controle, conforme a tabela 11 e o gráfico 6. Isso demonstra que os participantes com DMT2 tiveram desempenho pior em discriminar e ordenar as matizes em relação ao grupo controle. Neste contexto, observa-se que nos resultados do FM-100 do grupo com DMT2, 20 olhos dos 25 olhos investigados, apresentaram erro acima de 100, considerado valor máximo aceitável, demonstrando que participantes com DMT2 apresentam maiores erros se comparados ao controle que dos 32 olhos investigados, apenas 6 olhos apresentaram valores acima do máximo aceitável. Desta forma estes achados corroboram com os achados de Andrade, (2012) que também encontraram diferença estatística significativa entre o grupo DM2.

Kjaer, Salomão, Junior e Colella, (2000) estudaram 30 voluntários saudáveis e sem queixas visuais e perceberam que olhos saudáveis, de maneira geral, tendem a apresentar erros menores que 100. Desta forma, os resultados deste estudo corroboram com os resultados de Kjaer *et al*, pois na maioria dos olhos controles investigados, conforme a tabela 15, apresentam erros menores que 100. Entretanto, ao realizar esta análise é importante destacar que na maioria dos olhos diabéticos investigados, os erros foram acima de 100, desta forma, ressalta-se que a presença da DMT2 precisa ser melhor esclarecida no sentido de perceber se a patologia interfere, especialmente neste teste psicofísico, pois em análises de correlação entre o erro do FM-100 e dados clinico-epidemiológico e de OCT, o teste de D'Agostino-Pearson não mostrou correlações significativas, conforme as tabelas 12 e 13.

Os resultados deste estudo corroboram com os achados de Monique *et al*, (2009) que em seu estudo, não encontrou correlação entre dados do FM-100 e dados clinico-epidemiológicos, bem como corrobora com o estudo de Gualtieri, (2005) que assim como no presente estudo, não encontrou correlação estatística para a idade, glicemia capilar e hemoglobina glicada. Por outro lado, o presente estudo difere do estudo de Fong, Barton Bresnick (1999) que estudou a visão de cores de 2.701 pacientes em tratamento precoce da retinopatia através do teste de Farnsworth-Munsell-100 e observaram que aproximadamente 50% da população apresentaram escores de visão de cores pior do que 95% da população normal e que o fator idade, esteve fortemente associado com a discriminação de matiz.

Embora o estudo de Fong *et al*, (1999) apresente objetivos investigativos diferentes, destaca-se que os pacientes são diabéticos e que por estarem no início do tratamento para Retinopatia Diabética (RD), precisam de mais avaliações para explicar se estes déficits

funcionais da visão cromática estão presentes antes ou após o surgimento da RD e se estão relacionados a outras variáveis, que neste estudo não foram utilizadas.

Este estudo ainda difere do estudo de Feitosa-Santana *et al*, (2010), pois os autores encontram correlação do erro do FM-100 com o tempo de doença e difere também do estudo de Gualtieri, (2005) e Andrade, (2012) que para essa correlação também acharam significância.

A literatura científica aponta que o erro do FM100 aumentado pode estar relacionado à perfusão tecidual diminuída nas células nervosas que captam os estímulos luminosos, desta forma a percepção visual fotópica e escotópica torna-se reduzida contribuindo para que as pessoas diabéticas apresentem resultados piores nos testes de ordenamento de matizes quando comparados a olhos saudáveis. (GREENSTEIN 2004; KURTENBACH 2006).

Embora o presente estudo não tenha encontrado correlação entre dados do FM-100 e dados clínico-epidemiológico, os resultados ampliam o foco das discussões no sentido de correlacionar outros fatores a DMT2, além dos já destacados na literatura, na tentativa de explicar se outros fatores estão interferindo para que o erro no teste de FM-100 seja elevado. Já que os achados de tomografia de coerência óptica, neste estudo, não conseguiram mostrar.

Tabela 12: Análise da variância entre o erro do FM-100 entre o grupo controle e com DMT2

FONTES DE VARIÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	20.1 e+04	20.1 e+04
Erro	55	21.7 e+04	39.5 e+02
F =	50.7586		
(p) =	< 0.0001		
Média (Coluna 1) =	65.5313		
Média (Coluna 2) =	185.12		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	119.5888	10.0756	< 0.01

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Bioestat versão 5.3

Tabela 13: Correlações de Pearson Entre o Erro do FM-100 do Grupo Com DMT2 e Dados Clínico-Epidemiológico

	IDADE X FM-100	TEMPO DE DIAGNOSTICO X FM-100	GLICEMIA CAPILAR X FM-100	HbA1c X FM-100	PIO X FM-100
r (Pearson) =	0.004	-0.0232	0.2382	0.2348	0.0696
(p-valor) =	0.9848	0.9124	0.2514	0.2586	0.7411

Fonte: Dados da pesquisa Tratados no BioEstat 5.3

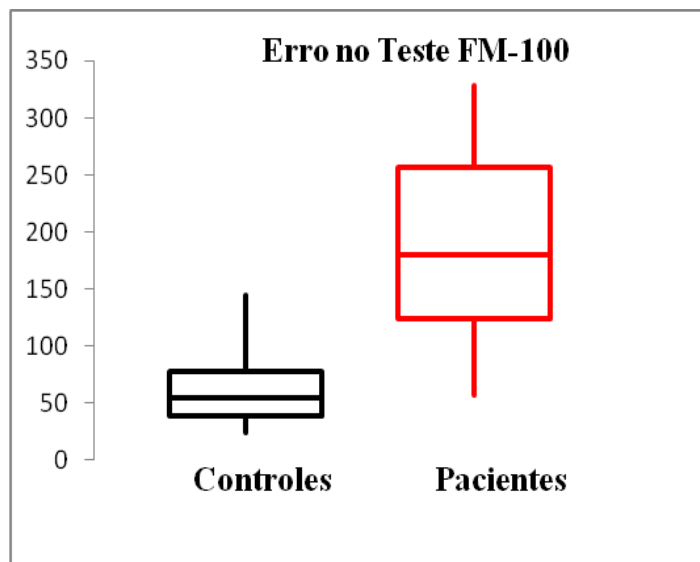
Tabela 14: Correlações de Pearson Entre o Erro do FM-100 do Grupo Com DMT2 e Dados de OCT

	EFC X FM-100	ENO X FM-100	QT X FM-100	QN X FM-100	QS X FM-100	QI X FM-100
r (Pearson) =	0.3005	0.0183	0.0925	-0.1646	0.1175	0.0442
p-valor =	0.1535	0.9308	0.6602	0.4316	0.5759	0.8338

Fonte: Dados da pesquisa Tratados no BioEstat 5.3

NOTA: 01 - EFC – Espessura da Fóvea Central; ENO – Espessura do Nervo Óptico; QT – Quadrante Temporal do Nervo Óptico; QN – Quadrante Nasal do Nervo Óptico; QS – Quadrante Superior do Nervo Óptico; QI – Quadrante Inferior do Nervo Óptico.

Gráfico 06: Comparação Entre o Erro de Ordenamento de Cores no Teste de FM-100 Controle x Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

Tabela 15: Resultado do Teste de FM-100 Grupo com DMT2

PACIENTES	ERRO	E	D	S	I
RDS160711-152909 OD	256	18	27	57	83
RDS160711-152909 OE	328	18	16	60	77
RBD160520-100530 OE	320	18	22	59	7
VLD160525-091736 OD	144	18	22	71	84
VLD160525-091736 OE	180	18	21	65	4
LFS160524-091909 OD	108	18	24	54	80
LFS160524-091909 OE	124	18	22	62	79
MBD110615-142613 OD	248	18	11	71	2
MBD110615-142613 OE	180	18	25	64	75
CLD160601-092009 OD	172	18	22	64	77
CLD160601-092009 OE	148	18	20	62	7
AC160601-153255 OD	180	18	30	64	82
AC160601-153255 OE	248	18	18	66	82
MDS160601-153110 OD	180	18	25	64	75
MDS160601-153110 OE	296	18	19	64	80
MFC160708-104125 OD	132	18	11	52	7
MFC160708-104125 OE	164	18	8	64	85
MDC160713-085538 OD	88	18	33	61	72
MDC160713-085538 OE	84	18	33	54	82
ACR 160713-101801 OD	64	18	20	55	83
ACR 160713-101801 OE	72	18	29	56	77
MSS160708-162252 OE	324	18	26	65	77
JAD160708-111322 OD	272	18	22	62	72
JAD160708-111322 OE	264	18	26	62	84
MSN110825-141826 OD	52	18	10	52	9

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

Tabela 16: Resultado do Teste de FM-100 Grupo Controle

CONTROLES	ERRO	E	D	S	I
AJR120216-51 OD	52	18	33	59	81
AJR120216-51 OE	48	18	33	59	81
MLM120122-48 OD	36	18	20	61	77
MLM120122-48 OE	40	18	22	59	67
RKF120224-47 OD	80	18	24	64	2
RKF120224-47 OE	88	18	22	61	75
EMS120411-51 OD	44	18	21	56	78
EMS120411-51 OE	68	18	32	54	81
MCP120327-49 OD	28	18	27	69	80
MCP120327-49 OE	24	18	16	60	77
LCO120327-60 OD	60	18	27	57	83
LCO120327-60 OE	76	18	16	60	77
EBC120324-61 OD	36	18	44	60	66
EBC120324-61 OE	40	18	9	77	84
GRS120329-62 OD	52	18	27	59	7
GRS120329-62 OE	36	18	25	57	3
IPC120326-61 OD	56	18	20	62	78
IPC120326-61 OE	48	18	29	55	82
JAS120324-61 OD	68	18	35	63	69
JAS120324-61 OE	52	18	43	64	71
MCS120403-63 OD	28	18	14	53	12
MCS120403-63 OE	24	18	7	53	7
OMM120327-62 OD	60	18	5	66	82
OMM120327-62 OE	36	18	40	51	79
JMB110721-53 OD	128	18	24	65	76
JMB110721-53 OE	140	18	24	56	81
MGL120121-47 OD	64	18	29	63	79
MGL120121-47 OE	73	18	20	60	76
MFN120416 47 OD	108	18	20	56	80
MFN120416 47 OE	144	18	30	64	72
RSB120416-51 OD	128	18	21	55	85
RSB120416-51 OE	132	18	23	58	80

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

4.2.3 Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância FSCEL

Ao analisar os resultados das frequências espaciais do grupo com DMT2, após realizado o cálculo do limite de tolerância pelas frequências espaciais do grupo controle, observou-se, conforme o quadro 05, que 6 olhos na frequência 0.2cpg; 13 olhos na frequência 0.5cpg; seguido de 7 olhos na frequência 0.8cpg; 9 olhos na frequência 1cpg; 12 olhos na frequência 2cpg; 17 olhos na frequência 4cpg; 13 olhos na frequência 6cpg; 7 olhos na frequência 10cpg; 7 olhos na frequência 15cpg, 11 olhos na frequência 20cpg e 4 olhos na frequência 30 cpg, apresentaram frequências espaciais abaixo do limite de tolerância estabelecido.

Estes dados permitem concluir que o limiar de sensibilidade ao contraste espacial nos diabéticos é menor se comparado as frequências espaciais do grupo controle, conforme ilustrado nos quadros 05 e 06. Diante deste contexto, as frequências espaciais que apresentaram variância estatística compreendem de 0.2cpg a 20cpg, conforme o quadro 03, entretanto destaca-se que as frequências com alterações extremamente significativas estão nas frequências de 0.5cpg a 15cpg, cujo os p-valor foram menor que 0.01, o que reflete maior distanciamento entre as medianas e o 1º e 3º quartil de acordo com a tabela 16, ou seja, o grupo com DMT2 apresentou menor sensibilidade ao contraste espacial nas frequências baixas, médias e altas, conforme ilustrado no gráfico 07 e nos gráficos de 08 a 18 (Apêndice de F a P).

Os resultados do presente mostram que das 11 frequências avaliadas, cada uma apresentou no mínimo 4 olhos com valores alterados, e que tiveram olhos que apresentaram 10 frequências alteradas, desta forma estes dados corroboram com os achados de Andrade, (2012), que realizou um estudo onde avaliou 63 olhos com média de idade ($52,62 \pm 12,17$ anos) no teste da FSCEL computadorizado com grades senoidais e chegou ao resultado de que 31 olhos diabéticos (49,20%) apresentaram pelo menos uma frequência espacial alterada. Estes achados corroboram ainda com os achados de Gary, Trick, Burde, Cordon, Santiago e Kilo, (1988) que ao examinar 57 pacientes diabéticos observou que a minoria, cerca de 37,8% que não apresentavam retinopatia, apresentou alteração na função de sensibilidade ao contraste e concluiu que esses erros concentravam-se nas frequências médias do teste.

Outro aspecto fundamental a se destacar é que as frequências 0.2cpg e 20cpg apresentaram variação estatística significativa, entretanto apresentaram p-valor entre 0,01 e 0,05 respectivamente, o que mostra uma diminuição no grau de significância e uma

sensibilidade ao contraste um pouco melhor, mas que precisam continuar sendo monitoradas na tentativa de compreender o que pode estar reduzindo a sensibilidade ao contraste, mais em determinadas frequências, do que em outras.

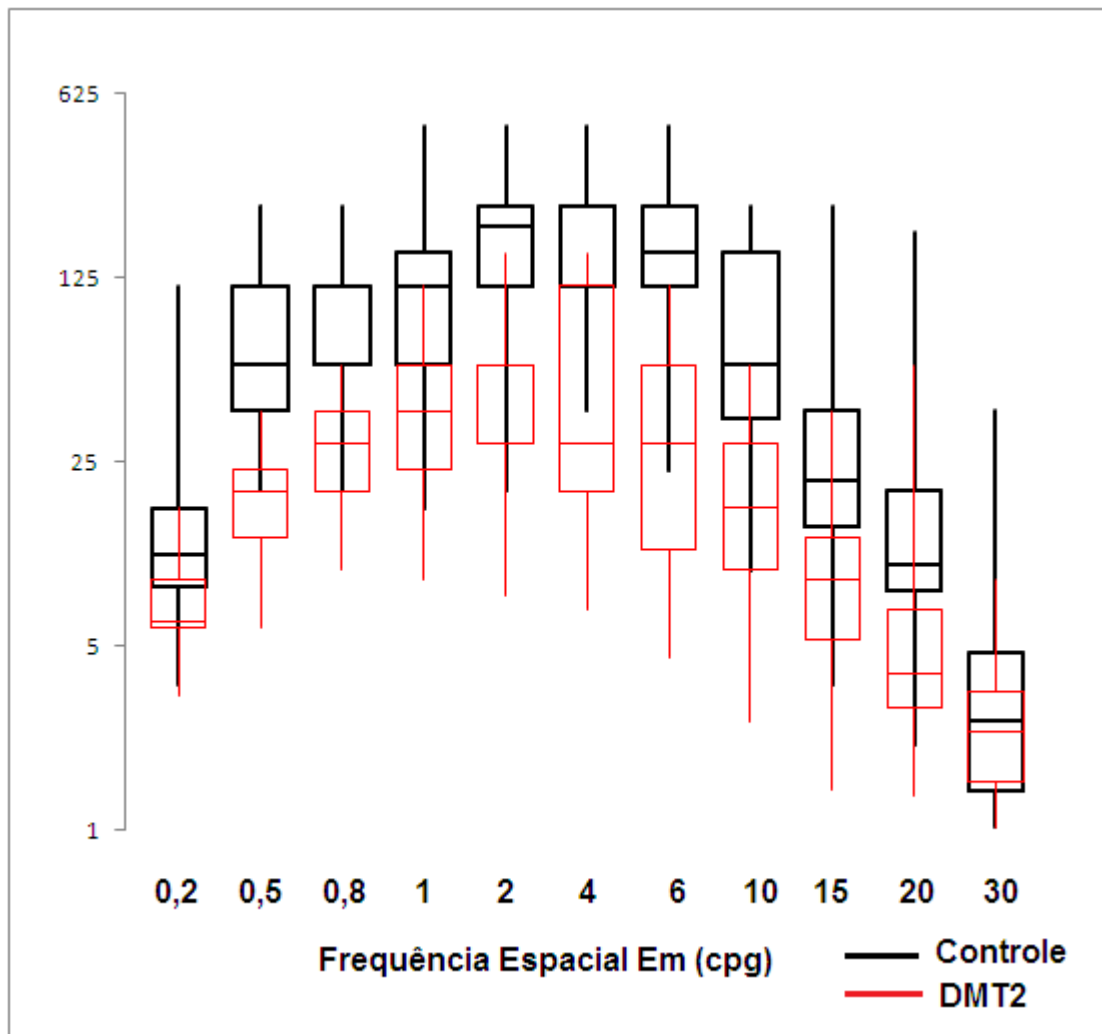
O estudo também destaca a frequência 30cpq, que no teste de ANOVA 1 critério apresentou p-valor > 0.05 , de acordo com o quadro 03, o que não configura diferença estatística significativa. Portanto, afirma-se que os participantes do grupo com DMT2, tiveram pior desempenho na visão acromática do que o grupo controle, nas frequências baixas, médias e altas e que os valores dos limiares de sensibilidade ao contraste foram melhores no grupo controle.

Depois de estabelecido a variância entre as frequências, foi realizada correlações estatísticas para analisar se havia associação estatística entre variáveis clínico-epidemiológica e OCT com achados do teste da FSCEL, desta forma, observou-se não haver significância estatística entre as frequências espaciais e a idade, glicemia capilar, hemoglobina glicada e pressão intraocular. Estes resultados corroboram com os achados de Gualtieri (2004) que também não achou correlação estatística entre as 11 frequências avaliadas e a glicemia capilar de jejum e hemoglobina glicada, e corrobora também com o estudo de Misra *et al*, (2010) e Gary, Trick, Burde, Cordon, Santiago e Kilo, (1988), cujo resultados dos autores também mostraram não haver correlação entre a hemoglobina glicada e a função de sensibilidade ao contraste.

O presente estudo encontrou correlação significativa entre o tempo de diagnóstico e a frequência 1cpq, conforme mostra a tabela 17. Este resultado corrobora com os achados de Andrade, (2012), que encontrou correlação estatística nas frequências de 0,5cpq a 15cpq.

Outro resultado encontrado e pouco descrito na literatura foi à correlação estatística entre as frequências 15cpq, 20cpq e 30cpq com o quadrante temporal do nervo óptico, ilustrado no quadro 04. Este achado permite refletir que alterações morfológicas na camada de fibras nervosas da retina, podem estar interferindo na visão escotópica de pessoas com DMT2, mostrando que há necessidade de realização de mais estudos como este, para investigar outros parâmetros morfofuncionais conforme destacado por Gartaganis *et al* (2001).

Gráfico 07: Comparação da FSCEL Entre o Grupo Controle e o Grupo Com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

Conforme observado no gráfico 07, o limiar de sensibilidade ao contraste do grupo controle nas frequências de 0,2cp/g a 20cp/g apresentou valores de mediana acima dos valores do grupo com DMT2, significando que este grupo precisou de menos contraste para discriminar os estímulos de barras verticais e que desta forma simboliza que a percepção visual neste grupo é melhor em relação ao grupo com DMT2, que na prática precisou de maior contraste, ou seja, precisou que os estímulos fossem escurecidos um pouco mais para poderem ser discriminados. Deste modo, confirma-se que o limiar de discriminação acromática foi menor no grupo com DMT2.

Com relação à frequência 30cp/g, observa-se que as medianas dos grupos foram aproximadas e que os limites superiores, assim como nas demais frequências, foram

discrepantes significando que em todas as frequências houve participantes controles com ótimo limiar de sensibilidade, ou seja, que o aumento do contraste das barras verticais para a visualização dos estímulos foi o menor possível.

A redução da sensibilidade ao contraste na pessoa diabética é bastante descrita na literatura, entretanto observa-se que faltam correlações estatísticas desta condição a outros fatores clínicos. Embora este estudo não tenha observado de maneira mais precisa a influência de fatores morfológicos da retina com essa redução do limiar de sensibilidade, destaca-se que mais estudos precisam ser realizados neste sentido, pois conforme evidenciado neste estudo, existem áreas do nervo óptico que foram correlacionadas e outras não, tanto para este teste psicofísico quanto em testes de ordenamento de cores.

Portanto, os resultados elencados no presente estudo, apresentam-se em conformidade com a literatura científica e também apresentam dados consistentes acerca das alterações microvasculares que a DM2 provoca, conforme destaca Andrade, (2012) e conclui Misra *et al*, (2010) quando afirma que estas alterações podem estar mais relacionadas a alterações da função da retina por distúrbios no metabolismo, dentre eles pela hemoglobina glicada alterada. Neste sentido, percebe-se que o estudo morfológico da retina é fundamental para uma melhor compreensão do mecanismo de déficits acromáticos em olhos diabéticos.

Tabela17: Dados descritivos das 11 frequências espaciais visualizadas pelos grupos com DMT2 e Controle no laboratório de neurofisiologia da UNIFAP, Macapá, AP

DADOS DESCRITIVOS DAS FREQUENCIAS ESPACIAIS DO GRUPO COM DMT2											
	FREQ 0,2	FREQ 0.5	FREQ 0.8	FREQ 1	FREQ 2	FREQ 4	FREQ 6	FREQ 10	FREQ 15	FREQ 20	FREQ 30
Mínimo	3.2672	5.8479	9.7308	8.9837	7.7886	6.8751	4.5063	2.5699	1.4198	1.3462	1.024
Máximo	16.6713	38.8898	58.3329	116.6628	155.5516	155.5516	116.6628	58.3329	38.8898	58.3329	8.9837
Mediana	6.1542	19.4482	29.1686	38.8898	58.3329	29.1686	29.1686	16.6713	8.9837	3.9109	2.3698
Primeiro Quartil (25%)	5.8479	12.9692	19.4482	23.3362	29.1686	19.4482	11.6737	9.7308	5.3191	2.8986	1.5154
Terceiro Quartil (75%)	8.9837	23.3362	38.8898	58.3329	58.3329	116.6628	58.3329	29.1686	12.9692	6.8751	3.359
Média Aritmética	7.2121	20.1985	32.0338	38.6276	59.4673	55.4867	35.151	21.5861	10.3862	7.1749	2.9312
Variância	9.0746	76.547	246.9288	555.0695	1953.271	2361.897	643.9928	249.9162	67.358	125.4669	3.8444
Desvio Padrão	3.0124	8.7491	15.714	23.5599	44.1958	48.5994	25.377	15.8087	8.2072	11.2012	1.9607
Erro Padrão	0.6025	1.7498	3.1428	4.712	8.8392	9.7199	5.0754	3.1617	1.6414	2.2402	0.3921
Coefficiente de Variação	41.77%	43.32%	49.05%	60.99%	74.32%	87.59%	72.19%	73.24%	79.02%	156.12%	66.89%

DADOS DESCRITIVOS DAS FREQUENCIAS ESPACIAIS DO GRUPO COM DMT2											
	FREQ 0,2	FREQ 0.5	FREQ 0.8	FREQ 1	FREQ 2	FREQ 4	FREQ 6	FREQ 10	FREQ 15	FREQ 20	FREQ 30
Mínimo	3.5596	19.4482	19.4482	16.6713	29.1686	38.8898	23.3362	9.7308	3.5596	2.0976	1.024
Máximo	116.6628	233.3253	233.3253	466.6506	466.6506	466.6506	466.6506	233.3253	233.3253	186.4687	38.8898
Amplitude Total	113.1032	213.8771	213.8771	449.9793	437.482	427.7608	443.3144	223.5945	229.7657	184.3711	37.8658
Mediana	11.1438	58.3329	58.3329	116.6628	194.4385	233.3253	155.5516	58.3329	21.3922	10.1723	2.6126
Primeiro Quartil (25%)	8.3434	38.8898	58.3329	58.3329	116.6628	116.6628	116.6628	36.4595	14.1839	8.0834	1.4203
Terceiro Quartil (75%)	16.6713	116.6628	116.6628	155.5516	233.3253	233.3253	233.3253	155.5516	38.8898	19.4482	4.685
Média Aritmética	17.9216	72.6728	82.273	127.9395	211.1478	230.2875	181.4963	93.7244	46.4689	23.3148	6.9284
Variância	436.3211	2448.947	3542.305	7853.503	16373.75	16588.46	15482.19	4783.329	4208.197	1460.982	132.9161
Desvio Padrão	20.8883	49.4868	59.5173	88.62	127.96	128.7962	124.4275	69.1616	64.8706	38.2228	11.5289
Erro Padrão	3.6926	8.7481	10.5213	15.6659	22.6203	22.7682	21.9959	12.2262	11.4676	6.7569	2.038
Coefficiente de Variação	116.55%	68.10%	72.34%	69.27%	60.60%	55.93%	68.56%	73.79%	139.60%	163.94%	166.40%

Fonte: Dados Extraídos da Pesquisa Tratados no Bioestat versão 5.3

Tabela 18: Correlações de Pearson Entre as Frequências Espaciais e Dados Clínico-Epidemiológicos do Grupo com DMT2

	FREQ 0,2cpg	FREQ 0,5cpg	FREQ 0,8cpg	FREQ 1cpg	FREQ 2 cpg	FREQ 4cpg	FREQ 6cpg	FREQ 10cpg	FREQ 15cpg	FREQ 20cpg	FREQ 30cpg
IDADE (r-pearson)	-0.0068	-0.0208	0.1587	0.0477	-0.0346	0.1456	0.1214	0.0425	0.0935	-0.0217	0.2394
IDADE (p-valor)	0.9744	0.9215	0.4487	0.8208	0.8696	0.4874	0.5631	0.8403	0.6565	0.9182	0.249
TEMPO DE DIAGNOSTICO (r-Pearson)	0.047	0.0679	0.083	0.414	0.2874	0.3324	0.2627	0.0927	-0.1474	-0.2212	-0.225
TEMPO DE DIAGNOSTICO (p- valor)	0.8234	0.747	0.6934	0.0396	0.1635	0.1044	0.2044	0.6596	0.4818	0.288	0.2788
GLICEMIA CAPILAR (r-Pearson)	-0.3084	0.0063	0.3332	0.1523	0.2397	0.0904	0.0986	-0.0908	-0.0077	0.0254	0.0945
GLICEMIA CAPILAR (p-valor)	0.1335	0.9761	0.1035	0.4672	0.2484	0.6674	0.6391	0.666	0.9707	0.904	0.6531
HbA1c (r-pearson)	-0.2011	0.1351	0.2232	0.1584	0.0902	0.0925	-0.031	-0.1954	-0.082	-0.019	0.2969
HbA1c (p-valor)	0.335	0.5196	0.2835	0.4494	0.6682	0.66	0.882	0.3491	0.6967	0.9282	0.1495
PIO (r-pearson)	0.1085	-0.0354	0.078	0.2652	0.0077	0.0366	-0.0095	-0.0482	-0.1113	-0.2492	-0.3201
PIO (p-valor)	0.6055	0.8666	0.7109	0.2	0.971	0.8621	0.9642	0.8189	0.5964	0.2296	0.1187

Fonte: Dados da pesquisa Tratados no BioEstat 5.3.

Nota: 1 - Ciclos Por Grau (cpg); 2 - FREQ. Índica Frequência

Quadro 04: Correlações de Pearson Entre as Frequências Espaciais e Dados do OCT do Grupo com DMT2

	FREQ 0,2 X EFC	FREQ 0,5 X EFC	FREQ 0,8 X EFC	FREQ 1 X EFC	FREQ 2 X EFC	FREQ 4 X EFC	FREQ 6 X EFC	FREQ 10 X EFC	FREQ 15 X EFC	FREQ 20 X EFC	FREQ 30 X EFC
r-Pearson	0.2272	0.0066	0.0907	0.0279	-0.0575	0.1529	0.0764	-0.0279	-0.1566	0.0484	0.0953
p-valor	0.2856	0.9758	0.6734	0.8972	0.7896	0.4756	0.7229	0.897	0.4649	0.8223	0.6577
	FREQ 0,2 X ENO	FREQ 0,5 X ENO	FREQ 0,8 X ENO	FREQ 1 X ENO	FREQ 2 X ENO	FREQ 4 X ENO	FREQ 6 X ENO	FREQ 10 X ENO	FREQ 15 X ENO	FREQ 20 X ENO	FREQ 30 X ENO
r-Pearson	-0.0656	-0.1848	-0.0335	-0.1052	-0.0383	-0.1688	-0.0541	0.1264	0.1979	0.0862	-0.0379
p-valor	0.7555	0.3766	0.8738	0.6166	0.8556	0.4198	0.7973	0.5471	0.343	0.6819	0.8574
	FREQ 0,2 X QT	FREQ 0,5 X QT	FREQ 0,8 X QT	FREQ 1 X QT	FREQ 2 X QT	FREQ 4 X QT	FREQ 6 X QT	FREQ 10 X QT	FREQ 15 X QT	FREQ 20 X QT	FREQ 30 X QT
r-Pearson	0.2785	-0.052	0.1041	-0.1427	-0.0366	0.0204	0.1006	0.3236	0.4449	0.5415	0.4612
p-valor	0.1776	0.8051	0.6203	0.4963	0.862	0.923	0.6323	0.1145	0.0258	0.0052	0.0203
	FREQ 0,2 X QN	FREQ 0,5 X QN	FREQ 0,8 X QN	FREQ 1 X QN	FREQ 2 X QN	FREQ 4 X QN	FREQ 6 X QN	FREQ 10 X QN	FREQ 15 X QN	FREQ 20 X QN	FREQ 30 X QN
r-Pearson	0.1114	-0.0858	-0.0371	-0.0795	-0.0822	-0.1209	-0.012	0.168	0.2366	-0.0937	-0.228
p-valor	0.596	0.6833	0.8604	0.7055	0.696	0.5648	0.9546	0.4222	0.2547	0.6559	0.273
	FREQ 0,2 X QS	FREQ 0,5 X QS	FREQ 0,8 X QS	FREQ 1 X QS	FREQ 2 X QS	FREQ 4 X QS	FREQ 6 X QS	FREQ 10 X QS	FREQ 15 X QS	FREQ 20 X QS	FREQ 30 X QS
r-Pearson	-0.3001	-0.1992	-0.1191	-0.1254	-0.1215	-0.343	-0.225	-0.1169	-0.0912	0.0878	-0.0787
p-valor	0.1449	0.3396	0.5708	0.5502	0.563	0.0932	0.2796	0.578	0.6645	0.6765	0.7084
	FREQ 0,2 X QI	FREQ 0,5 X QI	FREQ 0,8 X QI	FREQ 1 X QI	FREQ 2 X QI	FREQ 4 X QI	FREQ 6 X QI	FREQ 10 X QI	FREQ 15 X QI	FREQ 20 X QI	FREQ 30 X QI
r-Pearson	-0.1382	-0.2	0.0131	-0.0085	0.1221	-0.0023	0.0411	0.1307	0.1627	-0.0399	-0.0368
p-valor	0.5102	0.3378	0.9506	0.9677	0.561	0.9912	0.8452	0.5333	0.437	0.8496	0.8614

Fonte: Dados da pesquisa tratados no BioEstat 5.3

Nota: 01 – EFC – Espessura da fóvea central; RNO – Espessura do nervo óptico; QT – Quadrante temporal do nervo óptico; QN – Quadrante nasal do nervo óptico; QS – Quadrante superior do nervo óptico; QI – Quadrante inferior do nervo óptico

Quadro 05: Dados Clínicos das 11 Frequências Avaliadas no Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância – FSCEL do Grupo com DMT2

PACIENTES FSCEL	FREQ 0,2cpg	FREQ 0.5cpg	FREQ 0.8cpg	FREQ 1cpg	FREQ 2cpg	FREQ 4cpg	FREQ 6cpg	FREQ 10cpg	FREQ 15cpg	FREQ 20cpg	FREQ 30cpg
RDS160711-152909 OD	7,788621	16,67127*	58,33288	38,88976	58,33288	58,33288*	38,88976	23,33621	23,33621	3,359019*	3,456327
RDS160711-152909 OE	9,730779	16,67127*	29,1686	11,67367*	23,33621*	19,44819*	29,1686*	9,730779*	12,96918	12,96918	8,983682
RBD160520-100530 OE	5,319131*	10,61384*	19,44819*	29,1686	29,1686*	19,44819*	6,875103*	5,847941*	1,419785*	1,346153*	1,045807*
VLD160525-091736 OD	16,67127	23,33621	38,88976	38,88976	58,33288	116,6628	58,33288	58,33288	38,88976	14,58875	5,682553
VLD160525-091736 OE	9,730779	14,58875*	19,44819*	19,44819*	29,1686*	29,1686*	38,88976	29,1686	16,67127	7,788621	4,684998
LFS160524-091909 OD	6,154211	38,88976	38,88976	58,33288	38,88976*	38,88976*	58,33288	16,67127	6,49459	6,49459	2,808544
LFS160524-091909 OE	10,61384	38,88976	58,33288	58,33288	58,33288	116,6628	38,88976	29,1686	8,983682	5,319131	1,964478
MBD110615-142613 OD	6,875103	23,33621	58,33288	116,6628	58,33288	38,88976*	29,1686*	14,58875	6,49459	2,898556*	2,36983
MBD110615-142613 OE	4,187216*	29,1686	38,88976	58,33288	155,5516	116,6628	38,88976	23,33621	12,96918	2,970456*	2,028734
CLD160601-092009 OD	6,49459	23,33621	38,88976	58,33288	155,5516	116,6628	58,33288	12,96918	5,847941	3,910911	3,359019
CLD160601-092009 OE	5,847941	23,33621	58,33288	58,33288	116,6628	155,5516	58,33288	38,88976	10,61384	4,684998	2,251475
AC 160713-101801 OD	6.154211	19.44819*	29.1686	23.33621*	58.33288	16.67127*	11.67367*	6.154211*	2.744665*	1.740535*	1.127566*
AC 160713-101801 OE	6.875103	19.44819*	23.33621	38.88976	29.1686*	19.44819*	4.50625*	2.569874*	1.987974*	1.789646*	1.419785
MDS160601-153110 OD	5,847941	9,730779*	12,96918*	23,33621*	19,44819*	29,1686*	23,33621*	19,44819	12,96918	6,154211	3,098045
MDS160601-153110 OE	8,983682	29,1686	29,1686	38,88976	58,33288	29,1686*	23,33621*	14,58875	2,875572*	3,098045*	1,361611
MFC160708-104125 OD	6,875103	12,96918*	14,58875*	19,44819*	16,67127*	12,96918*	11,67367*	11,67367	5,57091	2,431137*	2,744665
MFC160708-104125 OE	6,154211	23,33621	23,33621	23,33621*	29,1686*	19,44819*	11,67367*	5,57091*	3,669324*	4,684998	3,180296
MDC160713-085538 OD	11,67367	29,1686	23,33621	58,33288	116,6628	155,5516	58,33288	58,33288	14,58875	6,875103	1,204971*
MDC160713-085538 OE	10,61384	19,44819*	29,1686	58,33288	116,6628	116,6628	116,6628	38,88976	10,61384	9,730779	2,133977
ACR 160713-101801 OD	5,57091*	23,33621	29,1686	38,88976	116,6628	38,88976*	29,1686*	29,1686	11,67367	1,629658*	1,76472
ACR 160713-101801 OE	5,847941	10,61384*	19,44819*	29,1686	38,88976*	29,1686*	58,33288	29,1686	16,67127	7,788621	1,515384
MSS160708-162252 OE	3,267155*	23,33621	29,1686	29,1686	58,33288	58,33288	38,88976	38,88976	16,67127	58,33288	7,303268
JAD160708-111322 OD	3,267155*	12,96918*	9,730779*	9,730779*	9,730779*	8,983682*	6,875103*	5,847941*	6,154211	3,910911	3,669324
JAD160708-111322 OE	3,910911*	7,303268*	12,96918*	8,983682*	7,788621*	6,875103*	6,875103*	4,340798*	3,456327*	3,359019*	3,098045
MSN110825-141826 OD	5,847941	5,847941*	58,33288	19,44819*	29,1686*	19,44819*	23,33621*	12,96918	5,319131*	1,515384*	1,023958*
Limite de Tolerância (-)	5,580230	23,33621	23,33621	26,54402	49,58347	90,41436	34,51523	11,19674	5,493065	3,854790	1,234624

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

Nota: 01 * Valores Abaixo da Faixa de Normalidade Inferior; 02 Ciclos Por Grau (cpg); 03 FREQ. Índica Frequência

Quadro 06: Dados Clínicos das 11 Frequências Avaliadas no Teste de Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância – FSCEL do Grupo controle

CONTROLES	FREQ 0,2	FREQ 0.5	FREQ 0.8	FREQ 1	FREQ 2	FREQ 4	FREQ 6	FREQ 10	FREQ 15	FREQ 20	FREQ 30
AJR120216-51 OD	16.67127	58.33288	116.6628	155.5516	233.3253	116.6628	58.33288	23.33621	6.154211	5.847941	1.375644
AJR120216-51 OE	11.67367	38.88976	116.6628	116.6628	155.5516	155.5516	155.5516	58.33288	23.33621	11.67367	2.808544
MLM120122-48 OD	14.58875	58.33288	58.33288	155.5516	155.5516	155.5516	155.5516	116.6628	29.1686	19.44819	3.359019
MLM120122-48 OE	10.61384	58.33288	58.33288	58.33288	116.6628	116.6628	38.88976	23.33621	19.44819	4.340798	1.308591
RKF120224-47 OD	8.343421	38.88976	38.88976	58.33288	116.6628	116.6628	116.6628	38.88976	6.49459	3.786198	1.023958
RKF120224-47 OE	11.67367	38.88976	58.33288	58.33288	116.6628	116.6628	116.6628	23.33621	11.67367	5.319131	1.174511
EMS120411-51 OD	8.343421	58.33288	58.33288	116.6628	155.5516	233.3253	155.5516	58.33288	23.33621	8.983682	4.50625
EMS120411-51 OE	6.154211	23.33621	58.33288	155.5516	155.5516	233.3253	155.5516	155.5516	38.88976	29.1686	4.684998
MCP120327-49 OD	9.730779	29.1686	23.33621	29.1686	58.33288	58.33288	29.1686	9.730779	11.67367	6.154211	1.672111
MCP120327-49 OE	9.730779	29.1686	29.1686	58.33288	58.33288	155.5516	116.6628	29.1686	19.44819	8.343421	1.964478
LCO120327-60 OD	8.343421	38.88976	58.33288	58.33288	155.5516	116.6628	155.5516	58.33288	19.44819	14.58875	1.964478
LCO120327-60 OE	11.67367	38.88976	58.33288	116.6628	233.3253	233.3253	155.5516	155.5516	58.33288	23.33621	1.283808
EBC120324-61 OD	38.88976	155.5516	233.3253	233.3253	233.3253	233.3253	116.6628	58.33288	16.67127	9.730779	3.180296
EBC120324-61 OE	29.1686	116.6628	116.6628	155.5516	233.3253	233.3253	466.6506	116.6628	38.88976	19.44819	4.50625
GRS120329-62 OD	7.303268	58.33288	58.33288	155.5516	233.3253	233.3253	116.6628	38.88976	14.58875	8.343421	1.435221
GRS120329-62 OE	8.343421	58.33288	58.33288	233.3253	233.3253	466.6506	233.3253	116.6628	29.1686	12.96918	6.293752
IPC120326-61 OD	6.875103	116.6628	116.6628	233.3253	233.3253	233.3253	155.5516	155.5516	29.1686	14.58875	1.694259
IPC120326-61 OE	8.343421	58.33288	58.33288	116.6628	155.5516	233.3253	155.5516	116.6628	58.33288	8.983682	1.821351
JAS120324-61 OD	38.88976	233.3253	58.33288	155.5516	466.6506	466.6506	466.6506	155.5516	29.1686	8.983682	4.684998
JAS120324-61 OE	12.96918	116.6628	233.3253	466.6506	466.6506	466.6506	466.6506	155.5516	58.33288	29.1686	3.359019
MCS120403-63 OD	11.67367	58.33288	58.33288	116.6628	116.6628	116.6628	116.6628	29.1686	19.44819	9.730779	2.251475
MCS120403-63 OE	14.58875	116.6628	58.33288	116.6628	233.3253	233.3253	233.3253	38.88976	12.96918	8.983682	2.416738
OMM120327-62 OD	16.67127	155.5516	233.3253	155.5516	233.3253	233.3253	233.3253	155.5516	12.96918	7.303268	1.283808
OMM120327-62 OE	7.303268	58.33288	116.6628	58.33288	233.3253	233.3253	155.5516	58.33288	16.67127	10.61384	2.808544
JMB110721-53 OD	38.88976	58.33288	58.33288	58.33288	233.3253	233.3253	233.3253	155.5516	233.3253	58.33288	38.88976
JMB110721-53 OE	116.6628	116.6628	116.6628	155.5516	466.6506	466.6506	233.3253	233.3253	233.3253	186.4687	38.88976
MGL120121-47 OD	38.88976	116.6628	58.33288	155.5516	466.6506	466.6506	466.6506	233.3253	116.6628	133.1912	38.88976
MGL120121-47 OE	23.33621	116.6628	155.5516	233.3253	466.6506	466.6506	233.3253	233.3253	233.3253	38.88976	29.1686
MFN120416-47 OD	4.878699	19.44819	19.44819	23.33621	29.1686	38.88976	23.33621	10.61384	4.684998	2.097631	1.361611
MFN120416-47 OE	3.559577	23.33621	23.33621	16.67127	38.88976	116.6628	58.33288	11.67367	3.559577	3.910911	1.3479
RSB120416-51 OD	8.983682	38.88976	29.1686	58.33288	116.6628	155.5516	116.6628	58.33288	19.44819	16.67127	5.419699
RSB120416-51 OE	9.730779	23.33621	38.88976	58.33288	155.5516	233.3253	116.6628	116.6628	38.88976	16.67127	4.878699

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

4.2.4 Considerações Gerais sobre OCT e Psicofísica

O quadro 07 mostra os achados oftalmológicos e os psicofísicos de modo geral. Neste sentido observa-se que houve 16 olhos com alterações da espessura foveal, seguido de 8 olhos com alterações de nervo óptico, 13 olhos com alterações no teste de Lanthony D15 Dessaturado, 15 olhos com alterações no erro de ordenamento de matizes do teste de FM-100 e 21 olhos com alterações em frequências espaciais no teste da FSCEL.

Os dados da tabela ajudam a observar que existem olhos em que mais de uma alteração esteve presente, desta forma, percebe-se que 15 olhos, que apresentaram alteração da espessura foveal, estiveram associados à pelo menos uma alteração de testes psicofísicos, seja cromático ou acromático. Dos 25 olhos, 8 olhos que apresentaram alteração de nervo óptico, apresentaram pelo menos uma alteração psicofísica cromática ou acromática.

Outra associação presente é a que 7 olhos, que tiveram alterações de espessura foveal apresentam alterações de nervo óptico respectivamente. Nenhum olho diabético apresentou somente alterações de fóvea e/ou de nervo óptico, da mesma forma que 8 olhos apresentaram somente alterações psicofísicas, sendo 2 olhos somente para o teste da FSCEL.

Estas associações demonstram que alterações de fóvea central e nervo óptico, são condições presentes em pessoas com DMT2 que apresentaram déficits cromáticos e acromáticos em testes psicofísicos, deste modo, destaca-se neste estudo que a pessoa com DMT2 que apresenta idade elevada, HAS, glicemia e hemoglobina glicada alterada independente de PIO normal, estão sujeitos a apresentarem alterações morfológicas e funcionais na retina. Contudo, reforça-se o pensamento de que a pessoa com DMT2 necessita de avaliações periódicas da condição anatomo-fisiológicas e funcionais do SVH como forma de identificar o mais precoce possível, déficits na visão de cor cromática e acromática, além de patologias como a retinopatia diabética.

Quadro 07: Associações entre dados de Tomografia de Coerência Óptica e Psicofísicos do Grupo com DMT2

PACIENTES	OCT ESPESSURA FOVEAL	OCT NERVO OPTICO	LANTHONY D15d	FM-100	FSCCEL
RDS160711-152909 OD					
RDS160711-152909 OE					
RBD160520-100530 OE					
VLD160525-091736 OD					
VLD160525-091736 OE					
LFS160524-091909 OD					
LFS160524-091909 OE					
MBD110615-142613 OD					
MBD110615-142613 OE					
CLD160601-092009 OD					
CLD160601-092009 OE					
MDS160601-153110 OD					
MDS160601-153110 OE					
AC 160713-101801 OD					
AC 160713-101801 OE					
MFC160708-104125 OD					
MFC160708-104125 OE					
MDC160713-085538 OD					
MDC160713-085538 OE					
ACR 160713-101801 OD					
ACR 160713-101801 OE					
MSS160708-162252 OE					
JAD160708-111322 OD					
JAD160708-111322 OE					
MSN110825-141826 OD					

Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

5 CONCLUSÃO

A Diabetes Mellitus neste estudo, assim como em vários estudos na literatura, mostrou que os participantes com esta patologia apresentam déficits funcionais na captação de estímulos visuais que precisam ser melhor estudado. Os primeiros achados mostram que 16 olhos de pessoas diabéticas, erraram a discriminação de pranchas pseudoisocromática e que 3 olhos tricromatas foram classificados com sensibilidade para os eixos protan e deutan.

Outro aspecto observado, às condições clinico-epidemiológico, foi o fato de a idade apresentar associações significativas com a espessura média do nervo óptico, e o quadrante nasal e superior do nervo óptico. Desta forma percebe-se que é possível que a idade interfira na condição morfológica das camadas de fibras nervosas que compõe a retina.

O tempo de diagnóstico de DM, a glicemia capilar e a hemoglobina glicada, também mostraram serem condições que podem interferir na espessura do nervo óptico e no quadrante nasal e inferior do nervo óptico. Neste sentido, estes achados corroboram e diferem de alguns estudos da literatura. Isso demonstra que estas variáveis precisam de mais estudos para que possa ser estabelecido um perfil consistente da pessoa com DMT2 sob investigação da função visual cromática e acromática.

Finalizando os dados clinico-epidemiológico, ainda destaca-se que 71.42% dos participantes diabéticos apresentarem comorbidade com a HAS e apresentarem média dos níveis pressóricos dentro do preconizado pela SBD. É um dado importante, entretanto pouco avaliado em pesquisas da função visual de cores e que também precisa ser considerado. A pressão intraocular em 92% dos participantes com DM mostrou-se normal e que mesmo assim associou-se significativamente com o quadrante nasal do nervo óptico mostrando que também precisa de mais achados consistentes que definam um padrão de PIO que não comprometa aspectos morfológicos da retina.

A análise psicofísica, neste estudo, deixa claro que a pessoa com DMT2 apresenta piores resultados de ordenamentos de matizes e de discriminação de estímulos senoidais do teste da FSCEL. Os resultados mostram que no teste de Lanthony D15 Dessaturado, houve associações significativas entre a idade e o S-Índex, a hemoglobina glicada e o C-Índex e ângulo vetorial, bem como quadrante temporal do nervo óptico correlacionou-se ao ângulo vetorial. Estes achados concluem que fatores clinico-epidemiológicos e morfológicos podem ser um dos fatores que contribuem para que a pessoa com DMT2 apresente piores resultados psicofísicos do que o grupo controle. Os dados conclusivos desta análise do Lanthony D15 Dessaturado, é pouco discutido na literatura, pois o método de análise de Vingrys e King-

Smith, utilizado neste teste, é pouco utilizado por pesquisadores, desta forma estes achados tornam-se valiosos no sentido de que outros pesquisadores possam usá-los para comparação, já que são escassos na literatura.

Com relação ao teste psicofísico de Farnsworth-Munsell FM-100, observou-se nos resultados encontrados, que o grupo com DMT2 apresentou pior resultado de ordenamento do que o grupo controle e que não houve correlação estatística entre seus achados e variáveis clínico-epidemiológica e de dados da tomografia de coerência óptica. Diante deste fato, percebe-se que outros aspectos ou condições sistêmicas e morfológicas podem estar levando a pessoa com DMT2 apresentar piores resultados, e que neste estudo não ficou esclarecido já que as correlações mostraram-se não significativas.

Os dados conclusivos do teste da FSCEL mostram que a discriminação de estímulos senoidais foi pior no grupo com DMT2 do que no grupo controle, já que os participantes diabéticos apresentaram menor limiar de sensibilidade. Pesquisas científicas ao longo das décadas mostram que a DM esteve associada a déficits acromáticos, entretanto ressalta-se que neste estudo, foi encontrada associação significativa entre a frequência 1cpg e o tempo de diagnóstico e que este achado corrobora com a literatura. Outra correlação significativa encontrada foi entre as frequências 15cpg, 20cpg e 30cpg e o quadrante temporal do nervo óptico, demonstrando que aspectos morfológicos podem contribuir para déficits na visão escotópica, sob tudo em frequências altas. Este achado é fundamental para a literatura científica, pois poucos ou quase nenhum estudo mostra essa correlação, desta forma, percebe-se que mais estudos como este, precisam ser desenvolvidos como forma de confirmar se aspectos anatomopatológicos e metabólicos interferem na fisiologia do SVH.

Diante de todos estes achados, observa-se que falta uma política de prevenção e controle da DMT2 eficaz no Brasil, pois milhares de novas pessoas estão tornando-se diabéticas e no futuro irão precisar de atendimento especializado e que estudos como o desenvolvido nesta pesquisa, poderão ajudar estas pessoas a identificar perdas visuais precoces por meio de análises psicofísicas. Pesquisas científicas como de Fong, Barton Bresnick (1999), Gualtieri, (2004, 2005, 2009), Monique *et al*, (2009), Andrade (2012) dentre outras, apontam que a pessoa que possui DM correm o risco de ficar cegas por meio das complicações microvasculares que a doença provoca e que muitas dessas pessoas poderiam ter um bom prognóstico se estas alterações visuais fossem detectadas precocemente.

Contudo é importante refletir estratégias de educação em diabetes e saúde para que mais pessoas sintam-se atraídas a adoção de hábitos e estilos de vida saudáveis, prática de atividades físicas regulares e perda de peso no sentido de diminuir a resistência periférica a

insulina, e que a equipe multiprofissional que atende esta clientela, seja no âmbito hospitalar ou ambulatorial, esteja treinada para recebê-la e orientá-la dos riscos que as principais complicações microvasculares, dentre elas a cegueira, pode provocar depois de instalada. Deste modo, afirma-se que a investigação oftalmológica por tonometria, retinografia e OCT são fundamentais para a avaliação geral do Sistema visual da pessoa com diabetes, pois podem explicar lacunas que passam despercebidas na avaliação psicofísica.

Este estudo deixa claro que quanto maior a idade e o tempo de DMT2, maiores são os prejuízos morfofuncionais que esta pessoa pode apresentar, pois quando observado no quadro 07, existem pessoa diabéticas acima de 60 anos que apresentam alterações de fóvea central, nervo óptico, Lanthony D15 Dessaturado, FM-100 e FSCEI, que dão suporte a esta afirmação. Neste sentido, mais estudos precisam ser realizados, e com populações maiores, para que estas informações sejam quantificadas com maior precisão e defina-se parâmetros comparativos estatisticamente tratáveis para os exames de imageamento do globo ocular.

Portanto, este estudo mostrou que a pessoa com DMT2 apresenta pior desempenho nos testes psicofísicos e pior condição morfológica das camadas que compõem a fóvea central e o nervo óptico, mostrou também que os padrões vetoriais de Vingrys e King-Smith do grupo com DMT2 é inferior aos do grupo controle, que o FM-100 e o FSCEI no grupo com DMT2 é pior e que os resultados de imageamento do globo ocular mostraram estar associado a variáveis clinico-epidemiológica e psicofísica, mostrando que a tendência da pessoa com DMT2 é evoluir gradativamente para perdas visuais cromáticas e acromáticas severas.

REFERÊNCIAS

ADLER, M., ROBERT, A. Fisiologia del ojo. Aplicación clínica. São Paulo: Editora Médica Panamericana, 1980: 497-511.

AGUILAR, M.V. *et al.* Plasma mineral content in type-2 diabetic patients and their association with the metabolic syndrome. *Annals of Nutrition & Metabolism*, v.51,p.402-406, 2007.

ALDRICH, J. H. Correlations Genuine and Spurious in Pearson and Yulel. *Statistical Science*, (1995), 10, 4: 364-376.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Position Statement. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2009; 32: S62-S67.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, Alexandria, v. 33, Suppl. 1, p. S62–69, 2010.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2012;35 Suppl 1:S64-71. Disponível em: http://care.diabetesjournals.org/content/35/Supplement_1/S64.full.pdf+html. Acessado em 25/07/2014.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2013; 36 (suppl. 1):S67-74

ANDRADE, L.C.G.O. Avaliação Psicofísica do Sistema Visual em Pacientes Portadores de Diabetes Mellitus tipo 2: um estudo na Unidade Básica de Saúde da Universidade Federal do Amapá. Dissertação de mestrado em pdf, apresentado no programa de pós-graduação da Universidade Federal do Amapá, 2012. Disponível em: <http://www2.unifap.br/ppcs/files/2013/07/LUCIANA-DISSERTA%C3%87%C3%83O-VERS%C3%83O-FINAL-12-12-12.pdf> acessado em 24/08/2016 as 12:00hs

ANDRADE, L.C.O, SOUZA, G.S., LACERDA, E.M.C.B, NAZIMA, M.T.S.T., RODRIGUES, A.R., OTERO, L.M., PENA, F.P.S, SILVEIRA, L.C., CÔRTEZ MIT. Influence of retinopathy on the achromatic and chromatic vision of patients with type 2 diabetes. *BMC Ophthalmology*. , 2014;**14**:104

GARY, L. TRICK, A., RONALD, M., BURDE, MAE, O., CORDON, J. V., SANTIAGO, C.K. The Relationship between Hue Discrimination and Contrast Sensitivity Deficits in Patients with Diabetes Mellitus. *Ophthalmology*, Volume 95, Pag 693-698, 1988

ANTCLIFF, R.J., MARSHALL, J. The pathogenesis of edema in diabetic maculopathy. *Semin Ophthalmol*. 1999; 14(4): 223-32.

ARAGÃO, R. E. M., FERREIRA, B. F. A., PINTO, H. S. R. Manifestações oculares de doenças sistêmicas:retinopatia diabética. Universidade Federal do Ceará, 2013. Disponnível

em: http://www.ligadeoftalmo.ufc.br/arquivos/ed_-_retinopatia_hipertensiva.pdf acessado em 28/06/2014

ARANGO, H. G. Bioestatística Teórica e Computacional. 2a edição. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 2005.

ARSLANIAN, S. A. SUPRASONGSIN, C. Differences in the vivo insulin secretion and sensitivity of healthy black versus white adolescents. *J Pediatr*, v. 129, p.: 440-443, 1996.

AARNISALO, E. Testing of colour vision for vocational purposes. *Acta Ophthalmol Suppl.* 1984;161:135-8.

AUGUSTIN, A.J., DICK, H.B., KOCH, F., SCHMIDT-ERFURTH, U. Correlation of blood-glucose control with oxidative metabolites in plasma and vitreous body of diabetic patients. *Eur J Ophthalmol.*2002; 12(2): 94-101.

ÁVILA, M., LAVINSKI, J., JÚNIOR, M. A. C., ALVES, R. M. Retina e Vítreo. 2º ed. Rio de Janeiro; Ed: Cultura Médica, Guanabara Koogan (Oftalmologia Brasileira) 2011.

AYRES, M.; JUNIOR, M.A.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S.: Bioestat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém – PA, 2007. Disponível em: <http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>. Acessado em 15/07/2014.

AYRES, M., JUNIOR, M.A., AYRES, D.L., SANTOS, A.A.S. Bioestat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém – PA, 2007. Disponível em: <http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>. Acessado em 15/07/2014.

AYRES, M. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas, Belem –PA, 2007. Disponível em: http://www.mamiraua.org.br/pt-br/manejo-e-desenvolvimento/programa-de-manejo-de-pesca/?gclid=CjwKEAjwrvq9BRD5gLyruFTqg0YSJACcuF817CVSe5hKoNWGe-IC6W5vNeYXD-CAgel7jMj4giEkSxoCBlfw_wcB acessado em 24/08//2016 as 15:30hs

BASSI, C.J., GALANIS, J.C., HOFFMAN, J. Comparison of the Farnsworth-Munsell 100-Hue, the Farnsworth D-15, and the L'Anthony D-15 desaturated color tests. *Arch Ophthalmol*;1993;111(5):639-41.

BAYER, A.U., THIEL, H.J., ZRENNER, E., DICHGANS, J., KUEHN, M., PAULUS, W., RIED, S., SCHMIDT, D. (1997) Color vision tests for early detection of antiepileptic drug toxicity. *Neurology* 48:1394–1397

BEK, T., MOLLER, F., KLAUSEN, B. Short term visual prognosis after retinal laser photocoagulation for diabetic maculopathy. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 2000. 78, 539-542.

BEREZOVSKY A; CAVASCAN N. N; SALOMÃO S. R. Discriminação de cores em profissionais da área técnica de empresa de material fotográfico. Trabalho realizado no

Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP – São Paulo (SP) - Brasil. Arq Bras Oftalmol, nº 70, v.6, p1001-5, 2007.

BERNARDES, R.M.D.C.S. Desenvolvimento de novas metodologias para mapeamento multimodal da macula. Tese de PhD apresentado na faculdade de medicina de Coimbra, Portugal, 2008. Disponível em: http://ap.isr.uc.pt/archive/Tese_PhD_Rui_Bernardes.pdf acessado em: 09/11/2016 as 12:00.

BIRCH, J. *Diagnosis of Defective Colour Vision*. 2. ed. Butterworth Heinemann, Oxford – EUA, 2001 BERNINGER, T. A. et al. Separable evoked retinal and cortical potentials from each major visual pathway: preliminary results. *British Journal of Ophthalmology*, v. 73, p. 502-511, 1989.

BICAS, Haley. *Morfologia do Sistema Visual*. Medicina, Ribeirão Preto, 30: 7-15, jan./mar. 1997

BIRCH, J. Efficiency of the ishihara test for identifying red-green colour deficiency. *Ophthalmic Physio*. Nº 17, v.5, p403, 1997. BIRCH, J. *Diagnosis of defective colour vision*. Oxford, England: Oxford University Press. 1993.

BIRCH, J. *Diagnosis of defective colour vision* (2nd ed.). Woburn, MA: Butterworth Heinemann. 2001

BOELTER, M.C. Azevedo MJ, Gross JL, Lavinsky J. Fatores de risco para retinopatia diabética. Arq Bras Oftalmol. 2003 BODEN, G. Role of fatty acids in the pathogenesis of insulinresistance and NIDDM. *Diabetes*, v. 46, p.: 3-10, 1997.

BOSCO, A. et al. Retinopatia diabética. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia*, v. 49, n.2, p. 217-27, 2005.

BOUCAULT, F.C. MOURA, R.T., MITRE, J., REHDER, R.C.L. Análise da relação entre espessura macular e espessura da camada de fibras nervosas. ARTIGO ORIGINAL. *Rev Bras Oftalmol*. 2011; 70 (1): 23-6

BOWMAN, K.J. A method for quantitative scoring of the Farnsworth-Munsell Panel D-15. *Acta Ophthalmologica*. v. 60, p. 907 12, 1982.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Diabetes Mellitus*. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRAINARD, D. H., PELLI, D. G., ROBSON, T. Display characterization. In J. Hornay (Ed.), *The encyclopedia of imaging science and technology* (pp. 172-188.). New York: Wiley. 2003.

BRADLEY, A., SWITKES, E., DE VALOIS, K. K. Orientation and spatial frequency selectivity of adaptation to isoluminant color patterns. *Ophthalmologic Visual Science*, v. 26, p. 182, 1985.

BRUNI, L. F., VELASCO, E. CRUZ, A. A. Sentido cromático: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. Arq Bras Oftalmol, nº69, v.5, p766-75, 2006. BRUNI, L. F., CRUZ, A. A. V. Chromatic sense: types of defects and clinical evaluation tests. *Arq. Bras. Oftalmol.*, São Paulo, v. 69, n. 5, 2006

BUDENZ, D.L., CHANG, R.T., HUANG, X., KNIGHTON, R.W., TIELSCH, J.M. Reproducibility of Retinal Nerve Fiber Thickness Measurements Using the Stratus OCT in Normal and Glaucomatous Eyes. *IOVS*. 2005 July Vol. 46, No. 7.

CADE, W Todd. Diabetes-Related Microvascular and Macrovascular Diseases in the Physical Therapy Setting. American Physical Therapy Association, São Paulo, v. 88, n. 11, p.1322-1335, maio 2008.

CAMPBELL, F. W., GREEN, D. G. Optical and retinal factors affecting visual resolution. *Journal of Physiology(London)*, v. 181, p. 576-593, 1965b.

CAMPBELL, F. W., GUBISCH, R. W. Optical quality of the human eye. *Journal of Physiology (London)*, v. 186, p. 558-578, 1966.

CAMPBELL, F. W., MAFFEI, L. Contrast and spatial frequency. *Scientific American*, v. 231, p. 106-114, 1974.

CAMPBELL, F. W., ROBSON, F. G. Application of the Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, v. 197, p. 551-566, 1968.

CARDOSO, I. L., NAVARRETE, E. PIO inferior a 21mmHg: o mito tornado obsoleto. Qual a pressão alvo? Sociedade Portuguesa de Glaucoma, Portugal, 2012. Disponível em: <http://glaucoma-answers.org/pt-pt/content/pio-inferior-21mmhg-o-mito-tornado-obsoleto-qual-pressao-alvo> acessado em: 24/08/2016, as 10:10hs

CASTRO, A. J. O., RODRIGUES, A. R., CÔRTEZ, M. I. T., & SILVEIRA, L. C. L. Impairment of color spatial vision in chronic alcoholism measured by psychophysical methods. *Psychology & Neuroscience*, 2, 179-187, 2009.

CARVALHO, C.G., SOUZA, I.S.B, AMARAL, R.M.S.,MAGALHÃES, S.R. Glaucoma, inimigo oculto e perigoso da visão: Avaliação do nível de conhecimento dos diabéticos e hipertensos, do município de São Joaquim de Bicas (MG), sobre o glaucoma. *Revista e-Scientia*. vol.3. n.2. 2010 disponível em: revistas.unibh.br/index.php/dcbas/article/download/165/95

CHAN, A., DUKER, J.S., KO, T.H., FUJIMOTO, J.G., SCHUMAN, J.S. Normal macular thickness measurements in healthy eyes using Stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2004;124(2):193-8.

COHEN, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ, Erlbaum. (1988)

CHEW, E.Y., FERRIS, F.L. Non proliferative diabetic retinopathy. In: Ryan SJ, editor. *Retina*. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2006. vol. II, cap. 67, seção 5. P. 1271-84

COZER, C. Decifrando o diabetes: Boletim do diabetes. Publicação trimestral do Centro de Diabetes do Hospital Sírio Libanes – SP. 1. ed. Julho/agosto/setembro – 2010. Disponível em: <http://www.hospitalsiriolibanes.org.br/hospital/especialidades/centro-de-diabetes/Documents/boletim-nucleo/pdf/1edicao-julhoagost10.pdf>. Acessado em 27/06/2014

- CORREA, Z.M.S., JUNIOR, R.E. Aspectos patológicos da retinopatia diabética. Arq. Bras. Oftalmol, 2005;68(3):410-4
- COREN, S. Sensation and perception. In D. K. Freedhein & I. B. Weiner (Eds.), *Handbook of psychology: History of psychology* (chap. 5, pp. 85-108). New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.
- CORREA, S.M.B.B. Probabilidade e estatística / Sonia Maria Barros Barbosa Correa. 2ªed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.
- CORNSWEET, T. N. Vision perception. New York: Academic Press, 1970.
- COSTA, T. L. et al. Envelhecimento humano e sensibilidade ao contraste fotópica para frequências angulares. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 25, p. 589-593, 2009.
- DAIN, S. J., CASSIMATY, V. T., PSARAKIS, D. T. Differences in FM 100-Hue test performance related to iris colour may be due to pupil size as well as presumed amounts of macular pigmentation. *Clinical and Experimental Optometry*, 87, 322-325. 2004.
- DALTON J. Extraordinary facts relating to the vision of colours: with observations. Mem Proc Manchester Lit Philo Soc. 1798;5:28-45.
- DANCEY, C., REIDY, J., *Estatística SemMatemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, Artmed, 2006.
- DANTAS, A.M. Doenças da retina. Rio de Janeiro: Editora Cultura Médica Ltda, 1989:55-63.
- DANTAS, R.S., PAGLIUCA, L.M.F. ESCALAS OPTOMÉTRICAS: HISTÓRIA E PRINCÍPIOS ÓPTICOS. *Rev. Rene. Fortaleza*, v. 10, n. 1, p. 152-158, jan./mar.2009
- DORCHY, H. Characterization of early stages of diabetic retinopathy. *Diabetes Care*. 1993;16(8):1212-4. Comment on: *Diabetes Care*.15(12):1844-74. DEAN, H.J. Diagnostic criteria for non insulin dependent diabetes in youth (NIDDMY). *Clin Pediatr*, v. 37, p.: 67-72, 1998.
- DUARTE, M. Teste de comparação de médias (Teste de Tukey). Infoescola, 2016. Disponível em: <http://www.infoescola.com/estatistica/teste-de-comparacao-de-medias-teste-de-tukey/> acessado em 15/10/2016.
- DUNCAN, B. FELLER, N. MARASCHIN, D. MAESTRI, M. NEDEL, F. Análise de Imagens de Retinografia Digital com ImageJ Customizado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. Disponível em:<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wim/2011/0012.pdf> Acessado em: 28/08/2016 às 10:00
- DE VALOIS, R. L., DE VALOIS, K. K. Spatial vision. New York: Oxford University Press, 1988. ERIKSSON, J.; FRANSSILA, K.; EKSSTRAND, A. Early metabolic defects in people at increased risk for non insulin dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*, v. 321, p.: :337-43, 1989.
- EHRENSTEIN, W. H., EHRENSTEIN, A. Psychophysical methods. In U. Windhorst & H. Johansson (Eds.), *Modern techniques in neuroscience research*. Berlin: Springer. 1999.

ESTEVEES, J. Fatores de risco para retinopatia diabética. Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia, v. 52, n. 3, p. 431-41, 2008.

FARAH, M.E. Tomografia de coerência óptica- OCT- Texto e Atlas. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2006.

FARNSWORTH, D. The farnsworth-munsell 100-hue dichotomus test for color vision. *Journal Optical Society American*, 33, 568-576., 1943.

FARNSWORTH, D. *The farnsworth-munsell 100-hue test for the examination of color discrimination (Manual)*. Baltimore: Munsell Color, MacBeth, a division of Kollmorgen Corporation, 1957.

FARNSWORTH, D. The Farnsworth dichotomous test for color blindness. New York: Psychological Corporation; 1947.

FARNSWORTH D. The Farnsworth-Munsel 100-Hue Test for the examination of Colour Discrimination Macbeth, Division of Kollmorgen Instruments Corp.,New York; 1957.

FEITOSA-SANTANA, C.; PARAMEI, G. V.; NISHI, M.; GUALTIERI, M.; COSTA, M. F.; VENTURA, D. F. Color vision impairment in type 2 diabetes assessed by the D-15d test and the Cambridge colour test. **Journal of the college of optometrists**, 2010.

FEITOSA-SANTANA, C., OIWA, N.N., PARAMEI, G.V., BIMLER, D., COSTA, M.F., LAGO, M., NISHI, M. E VENTURA, D.F. Color space distortions in patients with type 2 diabetes mellitus', *Visual Neuroscience*, 23(3-4), pp. 663–668, 2006. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/visual-neuroscience/article/color-space-distortions-in-patients-with-type-2-diabetes-mellitus/1D6BD5973E4566810AB1079454CAA199> acessado em: 03/10/2016 às 09:00hs.

FERNANDES, L.C., URBANO, L.C.V., LEÃO, N.N.R. Estudo comparativo dos testes de visão de cores em portadores de visão subnormal. *Arq Bras Oftalmol* 1998; 61(5):562-70

FERNANDES, L. C., URBANO, L. C. V. Absorptive and colored contact lenses in colorvision defects: case report. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, São Paulo, v. 66, n. 3, 2003 .

FERNANDES, L. C., URBANO, L.C.V. Eficiência dos testes cromáticos de comparação na discromatopsia hereditária: relato de casos. *Arq Bras Oftalmol*. 2008;71(4):585-8

FILHO, D.B.F., JUNIOR, J.A.S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Vol. 18, n. 1, 2009

FONG, D.S., BARTON, F.B., BRESNICK, G.H. Impaired color vision associated with diabetic retinopathy: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Report No. 15. *Am J Ophthalmol*. 1999 Nov;128(5):612-7.

FONTEBONNE, A. Diabetes tipo 2: um cenário preocupante. 2013. Disponível em: <http://dssbr.org/site/opinioes/diabetes-tipo-2-um-cenario-preocupante/> acessado em 29/07/2014 FREITAS, J.S. Avaliação da visão de cores em crianças ribeirinhas expostas

ambientalmente ao mercúrio, Dissertação de Mestrado Apresentada ao programa de pós-graduação em doenças tropicais da UFPA, pdf. Belem, PA, 2015. GADELHA, M. J. N. et al. Sensibilidade ao contraste acromático para grades senoidais verticais em adolescentes e adultos. *Psicologia: teoria e prática*, v. 12, n. 1, p. 59-70, 2010. GAGLIARDI, A.R.T. Resistência a insulina. Artigo de revisão, *Atheros*, 2002; 13 (2): 39-4. Disponível em: <http://departamentos.cardiol.br/sbc-da/2010/publicacoes/atheros2002/04%20-%20Resistencia%20a%20insulina.pdf> acessado em: 02/12/2014

GARTAGANIS, S. P.; PSYROJANNIS, A. J.; KOLIOPOULOS, J. X.; MELA, E. K. Contrast Sensitivity Function in Patients with Impaired Oral Glucose Tolerance. **Optometry and Vision Science**. vol. 78, no. 3, pp. 157–16, 2001.

GARY, L., TRICK, A., RONALD, M., BURDE, M.A.E. CORDON, O., JULIO, V. SANTIAGO, C K. The relationship between Hue Discrimination and Contrast Sensitivity Deficits in Patients with Diabetes Mellitus. *Ophthalmology*, Volume 95, Pag 693-698, 1988

GARSON, D.G. *Statnotes: Topics in Multivariate Analysis*. (2009), Disponível em: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm> acessado em: 24/08/2016 as 15:00hs

GHOSE, S., PARMAR, T., DADA, T., VANATHI, M., SHARMA, S. A new computer-based Farnsworth Munsell 100-hue test for evaluation of color vision Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013

GREENSTEIN, V. C.; HOLOPIGIAN, K.; SEIPLE, W.; CARR, R. E. & HOOD. Atypical multifocal ERG responses in patients with diseases affecting the photoreceptors. **Vision Research**. 2004.

GOBBA, F., CAVALLERI, A. Colour vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals. *Neurotoxicology* 2003; 24:693-702.

GONG, Y., KISHI, R., KASAI, S., KATAKURA, Y., FUJIWARA, K., UMEMURA, T., et al. Visual dysfunction in workers exposed to a mixture of organic solvents. *Neurotoxicology* 2003; 24(4-5):703-10.

GRILLO, M.F.F., GORINI, M.I.P.C. Caracterização de pessoas com Diabetes Mellitus Tipo 2. *Rev Bras Enferm*. 2007.

GUALTIERI, M.; NISHI, M.; LAGO, M & VENTURA, D. F. Color discrimination and chromatic contrast sensitivity assessed in type 2 diabetic patients without retinopathy. **Association for Research in Vision and Ophthalmology**, 2005. 46: 4750.

GUALTIERI, M. Visão de cores e sensibilidade ao contraste em indivíduos com diabetes melito: avaliação psicofísica e eletrofisiológica. 153p. 2004. Dissertação. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

GUALTIERI, M. Avaliação funcional da visão de pacientes diabéticos em estados pré e pós retinopatia diabética. Tese de doutorado apresentado ao instituto de psicologia da USP, São

Paulo, 2009. PDF Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47135/tde-11122009-144330/pt-br.php>

GUALTIERI, M., NISHI, M., LAGO, M., VENTURA, D. F. Color discrimination and chromatic contrast sensitivity assessed in type 2 diabetic patients without retinopathy. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2005. 46, 4750.

GUYTON, A. C. *Tratado de Fisiologia Médica*. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

GUYTON, A.C.M.D. *Fisiologia Humana*. 6. ed. Editora Guanabara Koogan ,1988: Rio de Janeiro.

HAIG, Brian D. —Spurious correlation, in N. J. Salkind (ed.), *Encyclopedia of Measurement and Statistics*, Thousand Oaks, Sage. (2007).

HARRISON, T.R., editors. *Medicina interna*. 15a ed. Rio de Janeiro: Mac Graw Hill, 2001:179. HEE, M.R., PULIAFITO, C. A., WONG, C. et al., —Quantitative assessment of macular edema with optical coherence tomography, *Archives of Ophthalmology*, vol. 113, no. 8, pp. 1019–1029, 1995.

HEE, M.R, IZATT, J.A., SWANSON, E.A., HUANG, D., SCHUMAN, J.S., LIN, C.P., ET AL. Optical coherence tomography of the human retina. *Arch Ophthalmol*.1995;113(3):325-

HERNANDEZ-LLOREDA, M. J. Mecanismos de detección del contraste cromático y de luminancia en el sistema visual humano. *Anales de Psicología*, v. 17, p. 219-233, 2001.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION - IDF Diabetes Atlas. 7ed. International Diabetes Federation, 2014. Disponível em: <http://www.diabetesatlas.org/> acessado em: 10/11/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@AP Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=160030&search=amapa|macapa>. Acessado em: 22/08/2016

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION - IDF Diabetes Atlas. 6ed. International Diabetes Federation, 2014. Disponível em: <http://www.diabetesatlas.org/> acessado em: 10/11/2016.

IZATT, J.A., KULKARNI, M.D., YAZDANFAR, S., BARTON, J.K., WELCH, A.J. In vivo bidirectional color Doppler flow imaging of picoliter blood volumes using optical coherence tomography, *Optics Letters*, 1997; vol. 22, no. 18, pp. 1439–1441.

IZUTA, Hiroshi. Proliferative diabetic retinopathy and relations among antioxidant activity, oxidative stress, and VEGF in the vitreous body. *Molecular Vision Biology And Genetics In Vision Research*, Japan, v. 16, jan. 2010.

JACKSON, G.R., BARBER, A.J. Visual dysfunction associated with diabetic retinopathy. *CurrDiab Rep.* 2010; 10(5):380-4.

JEFFERSON, L., HARVEY, R. An Interface to Support Color Blind Computer Users. *CHI*, California, USA, 2007.

JERNELD, B., ALGVERE, P. Visual acuity in a diabetic population. *Acta Ophthalmologica* (Copenhagen), 1987. 65, 170-177.

JORGE, L., VIEIRA, P., MANTOVANI, E. Avaliação em atributos em lotes de sementes de milho através do Siarcs 3.02. *Circular Técnica Embrapa*, São Paulo, n. 9, 1998.

KAISER, P. K., BOYNTON, R. M. *Human color vision*. Washington, DC: Optical Society of America.1996. KINNEAR, P.R. Proposals for scoring and assessing the 100-Hue test. *Vision Res.* 1970;10(5):423-33.

KINNEAR, P. R., SAHRAIE, A. New farnsworth-munsell 100 hue test norms of normal observers for each year of age 5–22 and for age decades 30–70. *British Journal of Ophthalmology*, 86, 1408–1411, 2002.

KJAER, P.K. SALOMÃO, S.R. BELFORT, JÚNIOR, R. COLELLA, A.L.D. Validação clínica de teste psicofísico computadorizado para avaliação de visão de cores e sensibilidade ao contraste. *Arq Bras Oftalmol.* 2000;63(3):185-95.

KNOBLAUCH, K., SAUNDERS, F., KUSUDA, M., HYNES, R., PODGOR, M., HIGGINS, K. E. et al. Age and illuminance effects in the farnsworth-munsell 100-hue test. *Applied Optics*,26(8), 1441-1448, 1987.

KOZAK, M. What is strong correlation?!. *Teaching Statistics*, .2009, 31: 85-86.

KULIKOWSKI, J. J. On the nature of visual evoked potentials, unit responses and psychophysics. In: VALBERG, A.; LEE, B. B. From pigments to perception. New York: Plenum Press, 1991. p. 197-208.

KULIKOWSKI, J. J., MURRAY, I. J., PARRIS, N. R. A. Electrophysiological correlates of chromatic-opponent and achromatic stimulation in man. In: DRUM, B.; VERRIEST, E. Colour vision deficiencies IX. Dordrechr: Academic, 1989. p. 145-153.

KURTENBACH, A., FLÖGEL, W., ERB, C. Anomaloscope matches in patients with diabetes mellitus. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2002 Feb;240(2):79-84.

KURTENBACH, A.; MAYSER, H. M.; JAGLE, H.; FRITSCH, A.; ZRENNER, E. Hyperoxia, hyperglycaemia and photoreceptor sensitivity in normal and diabetic subjects. **Visual neuroscience**, 2006.

LANDIM, C. A. R. A competência de pessoas com diabetes mellitus para o autocuidado em um programa educativo multiprofissional. Ribeirão preto. 2009.153 f. Dissertação [Mestrado em Enfermagem]. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, 2009.

LAURETTI, C.R. FILHO, A.L. Glaucomas. *Revista de Medicina*, Ribeirão Preto, 30:56-65, jan./mar. 1997.

LAWRENSEN, J.G. Histopathology and pathogenesis of diabetic retinopathy. in diabetic eye disease: identification and co-management. Rudnicka, A.R. e Birch, j. (editors). Butterworth-Heinemann. Oxford, 2000.

LYRA, R.; CAVALCANTI, N.; MAZZA, F. B. Diabetes Mellitus: perguntas e respostas. São Paulo: AC Farmacêutica, 2009. 1. ed, c.50, p.425. LEE, J. Uma ferramenta adaptativa para facilitar a visualização de imagens para pessoas portadoras de daltonismo. Trabalho de conclusão de curso de engenharia da computação, escola politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife-PE, 2008. Disponível em: <http://tcc.ecomp.poli.br/20081/jlee-tcc-final.pdf> acessado em: 21/08/2016.

LEE, B. B. et al. Visual responses of ganglion cells of a New-World primate, them capuchinmonkey. *Cebus Paella*, v. 528, n. 3, p. 573-590, 2000.

LEVINE, M.W. e SHEFNER. Levine e Shefner's Fundamentals of sensation and perception, p. 1-4.III. Levine, M.W. (ed) New York, United States: Oxford University Press, 2000. L

IMA, M.L.et al.. Deficiência de Magnésio e Resistência à Insulina em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab*, v.49, p.: 959-63, 2005.

MAIA JUNIOR, O.O., TAKASHI, W.Y., BONANOMI, M.T.B.C., MARBACK, R.F.,KARA-JOSÉ, N. Estabilidade Visual na Retinopatia Diabética Tratada por Panfotocoagulação com Laser. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2007;51/4 MANTYJARVI, M. Normal test scores in the Farnsworth-Munsell 100 hue test. *Doc Ophthalmol*. 2001;102(1):73-80.

MALUKIEWICZ, G., LESIEWSKA-JUNK, H., KAŹMIERCZAK, K. Changes in the colour vision and contrast sensitivity in diabetic patients without retinopathy. *KlinOczna* 2009; 111:221-223,

MARGRAIN, T.H., BIRCH, J., OWEN, C.G. Colour vision requirements of firefighters. *Occup Med (Lond)*. 1996;46(2):114-24.

MELAMUD, M.A., HAGSTROM, S., TRABOULSI, E.I. Colour vision testing. *Ophthalmic Genetics*;2004;25(3):159-87.

MERIGAN, W. H.; KATZ, L. M.; MAUNSELL, J. H. The effects of parvocellular lateral geniculate lesions on the acuity and contrast sensitivity of macaque monkeys. *Journal of Neuroscience*, v. 11, n. 4, p. 994-1001, 1991.

MESQUITA, J.R. Técnicas de exame. Apresentação do StratusOCT. In: XXIX Congresso da Sociedade Brasileiro de Retina e Vítreo; 2004; Florianópolis.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diabetes Mellitus. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diabetes Mellitus. Cadernos de atenção básica: estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica, nº 36. Brasília – DF, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Número de pessoas com diabetes aumenta 40% em seis anos, 2014. Disponível em:
<http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/numero-de-pessoas-com-diabetes-aumenta-40-em-seis-anos>. acessado em 01/12/2014

MISRA, S.; SAXENA, S.; KISHORE.; BHASKER, S. K.; MISRA, A.; MEYER, C. H. Association of contrast sensitivity with LogMAR visual acuity and glycosylated hemoglobin in non-insulin dependent diabetes mellitus. **Department of Ophthalmology**. Medical University, Lucknow, India, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014. Número de pessoas com diabetes aumenta 40% em seis anos. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/numero-de-pessoas-com-diabetes-aumenta-40-em-seis-anos>. acessado em 01/12/2014

MIKI, A. et al. Magno-and parvocellular visual cortex activation in anisometropia, as studied with functional magnetic resonance imaging. *Neuroophthalmology*, v. 32, p. 187-193, 2008.

MONTEIRO, L.Z., FIANI, C.R.V., FREITAS, M.C.F., ZANETTI, M.L., FOSS, M.C. Redução da Pressão Arterial, do IMC e da Glicose após Treinamento Aeróbico em Idosas com Diabetes Tipo 2. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(5): 563-570

MOORE, D. S. *The Basic Practice of Statistics*. New York, Freeman, 2007. MOTTA, M.M.S., COBLENTZ, J., MELO, L.G.N. Aspectos atuais na fisiopatologia do edema macular diabético *Rev Bras Oftalmol*. 2008; 67 (1): 45-9

MONIQUE, S., ROY, M.D., RALPH, D. GUNKEL, O.D., MARVIN, J., POGDOR, M.S. Color Vision Defects in Early Diabetic Retinopathy. *Arch Ophthalmol*. 1986;104(2):225-228. Disponível em: <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=635907> acessado em: 02/09/2016 às 20:30hs

MULLEN, K. T.; KINGDOM, F. A. A. Colour contrast in form perception. In: GOURAS, P. (Ed.). *The perception of colour*. Oxford: MacMilan, 1991. p. 198-217.

MULLER, R.M.L. Podem ser os metais utilizados no diagnóstico do Diabetes Mellitus tipo II Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Energéticas eNucleares. Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MUNSELL, A.H. Munsell color system. *J Opt Soc Am*. 1942;30:573-645. NABAIS, C. et al. Retinopatia diabética e condições associadas: que relação? Um estudo em doentes com Diabetes Mellitus tipo 2. *Acta Med Port*, v. 24; p. 71-78, 2011.

NAVARRETE, E. Afinal a minha pressão ocular está normal?, 2011. Disponível em: <https://elizabethnavarrete.com/2011/05/10/afinal-a-minha-pressao-ocular-esta-normal/> acessado em: 24:08/2016 as 10:13hs

NEITZ, M., NEITZ, J. —Color Vision Defects‡; *Encyclopedia of life sciences*; 2005.

NETTO, A.A., AGUNI, J.S. Prevalência de discromatopsia em motoristas de táxi de Florianópolis. *Rev Bras Oftal* 2003; 62(7):471-78.

OLIVEIRA, e Col. Global burden of disease attributable to diabetes mellitus in Brazil. *Cad. Saúde Pública*. Rio de Janeiro, 25(6): 1234-1244, jun. 2009.

OLIVARIUS , N.F. SIERSMA, V., ALMIND, G.J., NIELSEN, N.V. Prevalence and progression of visual impairment in patients newly diagnosed with clinical type 2 diabetes: a 6-year follow up study. *BMC Public Health*, 2011. Disponível em: <http://bmcpublikealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-11-80> acessado em: 07/11/2016 as 11:00hs

OLIVEIRA, J. E. P., ADOLPHO, M. Diabetes Mellitus – Clínica, Diagnóstico e Tratamento Multidisciplinar. São Paulo: Atheneu, 2004;

OLK, R.J., LEE, C.M. Diabetic retinopathy: practical management., 1st ed. Philadelphia: Lippincott Company, 1993;39.

ONG, G.L., RIPLEY, L.G., NEWSOM, R.S.B., CASSWELL, A.G. Assessment of colour vision as a screening test for sight threatening diabetic retinopathy before loss of vision. *Br J Ophthalmol*, 2003; 87: 747-752.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. The World Health Report. Geneva: World Health Organization, 2003. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. World Health Statistics 2012. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2012/world_health_statistics_20120516/en/ acessado em 10/06/2014.

OSHITARI, T., HANAWA, K., ADACHI-USAMI. Changes of macular and RNFL thicknesses measured by Stratus OCT in patients with early stage diabetes. *Eye*, 2009. Disponível em: <http://www.nature.com/eye/journal/v23/n4/pdf/eye2008119a.pdf> Acessado em: 02/10/2016 as 20:03hs.

PACHECO-CUTILLAS, M., SAHRAIE, A., EDGAR, D. F. Acquired colour vision defects in glaucoma — their detection and clinical significance. *British Journal Ophthalmologic*, 83, 1396-1402, 1999.

PACHECO-CUTILLAS, M., EDGAR, D.F., SAHRAIE, A. (1999) Acquired color vision defects in glaucoma-their detection and clinical significance. *Br J Ophthalmol* 83:1396–1402

PATRÍCIA K. KJAER, P.K., SALOMÃO, S.R., JUNIOR, R.B., COLELLA, A.L.D. Validação clínica de teste psicofísico computadorizado para avaliação de visão de cores e sensibilidade ao contraste. *ARQ. BRAS. OFTAL.* 63(3), JUNHO/2000

PARAMEI, G.V., MEYER-BARON, M., SEEBER, A. Impairments of colour vision induced by organic solvents: A meta-analysis study. *Neurotoxicology* 2004; 25(5):803-16.

PIMENTEL FILHO, C. A. F.; MONTALVÃO J; REHEM NETO A. Um Estudo de Segmentação de Imagens Baseado em Textura. In: III Simpósio Brasileiro de Sistemas de

Informação, 2006, Curitiba. *Anais do III Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, v. 01. p. 12-12, 2006.

PULIAFITO, C.A., HEE, M.R., SCHUMAN, J.S., FUJIMOTO, J.G.. Principles of operation and technology. Thorofare (New Jersey): Slack; 1995. Optical coherence tomography of ocular diseases; p. 3-15.

PURVES, D. et al. Neuroscience. 2. ed. Sunderland, MA: Sinauer, 2001.

PUIG, M.E.L. Factores de riesgo asociados con la aparición de la retinopatía diabética. *Revista Cubana de Endocrinología*, Havana, v. 18, n. 3, dez. 2007

QUEIROZ, J.M., JUNIOR, J.M.Q., QUEIROZ, F.J.C. Degeneração macular relacionada à idade: considerações histopatológica. Artigo de revisão, *Rev Bras Oftalmol*. 2010; 69 (6): 400-6

RODRIGUES, A.R., BOTELHO DE SOUZA, C.R., RODRIGUES, P.S.S., SILVEIRA, A.T., CÔRTEZ, M.I.T., CASTRO, A.J.O., DAMIN, E.T.B.; MELLO, G.A., VIEIRA, J.L.F., PINHEIRO, M.C.N., VENTURA, D.F., SILVEIRA, L.C.L. Visual dysfunction following Mercury exposure – necessity of norms for Amazonian populations. In: ETO, K., NAKAMURA, K., SILVEIRA, L.C.L., TEZUKA, H., NAGAI, K., HORIIKE, H. (eds.). *Proceedings of the International Workshop on Health and Environmental Effects of Mercury – Impacts of Mercury in South and Central America*, p. 188-202. Minamata, Japan: National Institute for Minamata Disease. 266 pp., 2003.

RODRIGUES, A. R., BOTELHO DE SOUZA, C. R., BRAGA, A. M., RODRIGUES, P. S. S., SILVEIRA, A. T., DAMIN, E. T. B. et al. Mercury toxicity in the Amazon: Contrast sensitivity and color discrimination of subjects exposed to mercury. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40, 415-424, 2007.

RICHMOND PRODUCTS. Farnsworth D-15 and Lanthony Test Instructions Rev 1.7, 2005/2006. Disponível em: http://www.richmondproducts.com/files/8113/1550/0538/FR_15_Farnsworth_and_Lanthony_D15_Instructions_Rev_1.7_0506.pdf, acessado em 30/05/2014.

SAKATA, K., MAIA, M., MATSUMOTO, L., OYAMAGUCHI, E., CARVALHO, A.C.A.; KNOBLAUCH, N., OLIVEIRA, F. Analysis of the intraocular pressure in diabetic, hypertensive and normal patients (Glaucoma Project) *Arq. bras. oftalmol* 2000 jun. 63(3):223-6.

SATO, M. T. et al . Congenital dyschromatopsias and driving. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, São Paulo, v. 65, n. 1, 2002 .

SANTANA, C.F., COSTA, M.F., BERNICK, M., NISHI, M., VENTURA, D.F. Color Discrimination in Type 2 Diabetes Mellitus Patients With No Retinopathy. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* May, 2005, Vol.46. disponível em: <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2403999> acessado em: 02/09/2016 às 21:06hs

SANTOS, N. A.; SIMAS M. L. B. Função de sensibilidade ao contraste: Indicador da percepção visual da forma e da resolução espacial. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 14, p. 589-597, 2001.

SANTOS, N. A.; SIMAS M. L. B. Função de sensibilidade ao contraste: indicador da percepção visual da forma e da resolução espacial. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 14, n. 3, p. 589-597, 2002.

SANTOS, K.G., CRISPIM, D., ROISENBERG, I., LISBÔA, H.R.K., TRES, G.S., TSCHIEDE, B., GROSS, J.L., Prevalência de complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em pacientes com Diabetes Melito do tipo 2 em atendimento ambulatorial. *Rev Assoc Med Bras*, 50(3):663-667, 2004.

SANTOS, A.R.B.M. Alterações Cromáticas no Edema Macular Diabético em pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 2: Comparação com a Espessura Retiniana. Dissertação de mestrado apresentado ao programa de mestrado em ciências da visão da faculdade de medicina de universidade de Coimbra, 2009. Disponível em:

<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/13064/1/Tese%20Definitiva.pdf>

SARAIVA, F.P., COSTA, P.G., INOMATA, D.L., MELO, C.S., HELAL JÚNIOR, J., NAKASHIMA, Y. Consistência da tomografia de coerência óptica no edema macular difuso diabético. *Clinics São Paulo* 2007; vol.62 no.6.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016) São Paulo: A.C. Farmacêutica, 2015

SIKORSKI, B.L., MALUKIEWIC, Z.G., STAFIE, J.J., LESIEWSKA-JUNK, H., RACZYNSK, A.D. The Diagnostic Function of OCT in Diabetic Maculopathy. *Mediators of Inflammation*. 2013.

SCHEFFEL, R.S., BORTOLANZA, D., WEBER, C.S., COSTA, L.A., CANANI, L.H., SANTOS, K.G., CRISPIM, D., ROISENBERG, L., LISBOA, H.R.K., TRES, G.S., TSCHIEDEL, B., GROSS, J.L. Prevalência de complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em pacientes com diabetes melito do tipo 2 em atendimento ambulatorial. *Rev. Assoc. Med. Bras.* v. 50 n. 3 São Paulo, jul./set. 2004 SOUZA, G. S. et al. Spatial luminance contrast sensitivity measured with transient VEP: comparison with psychophysics and evidence of multiple mechanisms. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v. 48, n. 7, p. 3396-3404, 2007.

SOBRAL, C. Boletim do Diabetes do centro de de diabetes do hospital sírio libanês, 1.ed. julho/agosto/setembro, 2010. Disponível em: <http://www.hospitalsiriolibanes.org.br/hospital/especialidades/centro-de-diabetes/Documents/boletim-nucleo/pdf/1edicao-julhoagost10.pdf>. Acessado em 27/06/2014

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2012: São 12 milhões de diabéticos no Brasil. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/noticias?start=100>. Acessado em 10/06/2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2013-2014/Sociedade Brasileira de Diabetes, São Paulo. AC Farmacêutica, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016). São Paulo: A.C. Farmacêutica, 2016.

SOUZA, A.B.J., HERTWIG, R.V. Prevalência de discromatopsia em uma instituição de ensino superior. *Rev Bras Oftal* 2000;59(9):667-73.

SILVA, L. M. C., e col. Aposentados com diabetes tipo 2 na Saúde da Família em Ribeirão Preto, São Paulo – Brasil. *Rev. Esc. Enferm. USP*, 44(2): 462-8, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v44n2/31.pdf>, acessado em: 10/06/2014.

SMELTZER, S. C; BARE, B. G et al. Tratado de Enfermagem Médico Cirúrgico. 11. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2009.

SPAETH, G.L. Research Foundation. Risk Factors for glaucoma, 2007. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CF4QFjAI&url=http%3A%2F%2Frevistas.unibh.br%2Findex.php%2Fdcbas%2Farticle%2Fdownload%2F165%2F95&ei=KKi6VKjvC9TCsAT734CYDw&usq=AFQjCNHSD2kEgQfMe0AtgnIrlz1_aOnUJQ&bvm=bv.83829542,d.cWc. Acessado em 17 janeiro de 2015.

TEIXEIRA, Z. A visão e o diabetes , 2010. Disponível em: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/05/visao-e-diabetes.pdf> acessado em: 07/11/2016 as 09:00hs

URBANO, L.C.V. *Discromatopsia: métodos de exame*. Belo Horizonte: Faculdade de Medicina da UFMG, 1976. 41p. (Dissertação, Livre-docência em Oftalmologia).

URBANO, L.C.V. *Discromatopsia: métodos de exame*. *Arq Bras Oftalmol* 1978; 1(5):236-52.

VAUGHAN, D.G., ASBURY, T., RIORDAN-EVA, P. *Oftalmologia geral*. 4a ed. São Paulo: Atheneu, 2001; 204:48-50. VENTURA, D.R. SILVEIRA, L.C.L. NISHI, M. COSTA, M.F. GUALTIERI, M. SANTOS, R.M.A. et al. Color vision loss in patients treated with chloroquine. *Arq Bras Oftalmol*. 2003;66(Supl 5):9-15.

VENTURA, D. F., SIMÕES, A. L. A. C., DO CANTO PEREIRA, L. H. M., TOMAZ, S., LAGO, M., COSTA, M. T. V. et al. Colour vision and contrast sensitivity losses of mercury contaminated industry workers in Brazil. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19, 523-529. (2005c).

VENTURA, D. F., SILVEIRA, L. C. L., NISHI, M., COSTA, M. F., GUALTIERI, M.,

SANTOS, R. M. A. et al. (2003) Color vision loss in patients treated with chloroquine. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 66, 9–15. VINGRYS, A.J., KING-SMITH, P.E. A quantitative scoring technique for panel tests of color vision. *investigative ophthalmology & visual science*. 1988. v. 29, p. 50-63

VIANELLO, S.M.P. ANÁLISE DA VISÃO CROMÁTICA E DA SENSIBILIDADE AO CONTRASTE EM PORTADORES DE HIV COM EXAME OFTALMOLÓGICO NORMAL. Tese de Doutorado apresentada na UFMG. Belo Horizonte, 2002 disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/RRSA-8HUENH/tese_dra._silvana_vianello.pdf?sequence=1 acessado em: 02/06/2014

VINGRYS, A.J., KING-SMITH, P.E. A quantitative scoring technique for panel tests of color vision. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**. v. 29, p. 50-63, 1988.

WANG, X.J., MILNER, T.E., NELSON, J.S. Characterization of fluid flow velocity by optical Doppler tomography. *Optics Letters*, 1995. vol. 20, pp. 1337–1339.

WANG, Y., FAWZI, A., TAN, O., GIL-FLAMER, J., HUANG, D. retinal blood flow detection in diabetic patients by Doppler fourier domain optical coherence tomography. *optics express*, 2009.vol. 17,no.5,pp.4061-4073.

ZHAO, Y., CHEN, Z., SAXER, C., SHEN, Q., XIANG, S., DE BOER, J.F. *et al.* Doppler standard deviation imaging for clinical monitoring of in vivo human skin blood flow. *Optics Letters*, 2000. vol. 25, no. 18, pp. 1358–1360.

WILSON, H. R., LEVI, D., MAFFEI, L., ROVAMO, J. & DE VALOIS, R. The perception of form: Retina to striate cortex. Em S. W. Spillmann & J. S. Werner (Orgs.), *Visual perception: The neurophysiological foundation* (pp.231-271). New York: Academic Press. (1990). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prc/v14n3/7844.pdf> acessado em: 15/08/2016 as 19:00.

WORLD HEALTH ORGANIZATION: Screening for type 2 diabetes. Report of a World Health Organization and International Diabetes Federation Meeting. Geneva, Switzerland: WHO - World Health Organization, 2003.

WONG, R., KHAN, J., ADEWOYIN, T., SIVAPRASAD, S., ARDEN, G.B., CHONG, V. The ChromaTest, a digital color contrast sensitivity analyzer, for diabetic maculopathy: a pilot study. *BMC Ophthalmol* , 2008; 17:8-15.

WRIGHT, W.D. Colour vision. *Surv Ophthalmol*. 1957;2:476-93. WYSZECKI, G., STILES, W. S. *Color science: Concepts and methods, quantitative data and formulae*. New York : John Wiley & Sons. 1982.

WILD S, ROGLIC G, GREEN A, SICREE R, KING H. Global prevalence of diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004; 27(5):1047-53.

WINKLER, B.S. Glycolytic and oxidative metabolism in relation to retinal function. *Journal of General Physiology*, 1981. 77, 667-692.

WYSZECKI, G., STILES, W.S. *Color Science*. 2nd edn. Wiley-Interscience, New York, (1982) WU SY, LESKE C. Associations with intraocular pressure in the Barbados eye study. *Arch Ophthalmol* 1997;115:1572-6. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9400792> acessado em 02/10/2016 as 19:10hs.

ZEMAN, A., KNIGHT, G., & CULLEN, D. R.. Papilloedema and diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 1990. 7, 465-466.

ZIMMET, P. et al. Hyperinsulinaemia in youth is a predictor of type 2 (non-insulindependent) diabetes mellitus. **Diabetologia**, v. 35, p.: 534-41, 1992. <http://colorcritical.wordpress.com/2010/04/02/farnsworth-munsell-100-hue-test/> <http://www.unitycolor.com/Advanced-Training/Tutorials/Munsell-ColorTraining/FM->

Dichotomous-D-15-Test::171.html <http://www.color-blindness.com/2012/10/22/ishiharas-test-for-colour-deficiency38-plates-edition/#prettyPhoto>

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

É com muita satisfação que convido você a participar, como voluntário da pesquisa: **DIABETES MELLITUS TIPO 2: ESTUDO MORFOFUNCIONAL COM TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA E PSICOFÍSICA VISUAL**. Desenvolvida pelo Enfermeiro Mestrando em Ciências da Saúde Danielson Rodrigo Cavalcante da Silva, sob orientação da Professora Doutora Maria Izabel Tentes Cortes. Conforme a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Esta pesquisa apresenta grande importância epidemiológica para a sociedade, uma vez que seus resultados são fundamentais para o desenvolvimento de políticas que garantam melhorias no atendimento de pessoas diabéticas atendidas nas unidades básicas de saúde. Ressalto que para o desenvolvimento desta pesquisa serão necessários a realização de um exame de fundoscopia ocular para avaliarmos a presença/ausência de retinopatia diabética e aplicação de dois testes de triagem o primeiro denominado teste de Snellen ao qual avaliaremos a acuidade visual (capacidade de enxergar) e outro teste denominado teste de Ishihara ao qual avaliará a existência sugestiva ou não de alteração ocular congênita (Daltonismo), será feito a aplicação de um questionário sócio demográfico para conhecer o perfil da população estudada, mensuração de medidas antropométricas e de saúde, bem como a aplicação dos testes psicofísicos de Munsell e Lanthony para analisarmos a percepção visual de cores de cada participante. O tempo do exame de fundoscopia ocular, da aplicação dos testes de triagem somados a aplicação do roteiro sistemático simples e os testes psicofísicos serão de aproximadamente 80 minutos. Neste sentido, para formalizarmos sua participação é necessário que você declare ter tomado conhecimento de: A) que você assinou o termo de consentimento livre e esclarecido após ser satisfatoriamente esclarecido sobre o estudo e que o estudo foi realizado a partir da realização do exame de fundoscopia ocular e a aplicação dos testes de triagem; seguido da aplicação de roteiro sistematizado simples com perguntas fechadas e por último pela aplicação dos testes psicofísicos de Munsell e Lanthony; B) que haverá riscos mínimos para sua saúde. C) que você poderá consultar o pesquisador responsável em qualquer época, pessoalmente ou por telefone, para esclarecimento de qualquer dúvida; D) que está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa e que não precisa apresentar justificativas para isso; E) que todas as informações fornecidas por você e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo e que, estes últimos só serão utilizados para divulgação congressos, encontros, em reuniões e revistas científicas sem a sua identificação; F) que será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do

fato de mudar seu consentimento em participar da pesquisa; G) que você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa; H) que esta pesquisa é importante para estudos, pois os acadêmicos, os profissionais de saúde, as pessoas com diabetes, a sociedade amapaense e as universidades terão um melhor entendimento sobre o assunto tratado, pois ao termino do projeto outros pesquisadores que utilizarem essa mesma temática abordada, poderão utilizar este projeto como fonte de estudo, para futuros trabalhos, Assim, você consente em participar do projeto de pesquisa em questão.

Eu _____, li e entendi e todas as informações sobre este estudo e todas as minhas perguntas e/ou dúvidas foram respondidas de modo satisfatório. Portanto consinto em participar voluntariamente desta pesquisa.

Danielson Rodrigo Cavalcante da Silva – Fone (96) 91425378

Mestrando Pesquisador

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E CLÍNICO

Nº de Controle: _____ Data da Avaliação: ____/____/____

1 – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

1.1 Nome: _____

1.2 Sexo: Masculino (); Feminino ();

1.3 Data de Nascimento: ____/____/____

1.4 Idade: _____

1.5 Faixa Etária:

De 16 à 30 anos (); De 31 à 45 anos (); De 46 à 60 anos (); Acima de 60 anos ();

1.6 Cor:

Branco (); Pardo (); Preto ();

1.7 Estado Civil:

Solteiro (); União Estável (); Casado (); Divorciado (); Viúvo ();

1.8 Escolaridade:

Fund. Incompleto (); Fund. Completo (); Médio Incompleto (); Médio Completo ();

Superior Incompleto (); Superior Completo (); Pós-Graduação ();

1.9 Profissão Atual: _____

1.10 Telefones para Contato: Residencial: _____ Celular: _____

2 – HISTÓRICO DA DOENÇA

2.1 Tempo de Diagnóstico de Diabetes Mellitus

Menos de 1 ano (); De 1 a 5 anos (); De 6 a 9 anos (); Acima de 10 anos ();

2.2 Mantém Controle Rigoroso da Glicemia?

Sim, desde o começo (); Esporadicamente (); Nunca desde o diagnóstico ();

2.3 Faz uso de Medicamento para Diabetes?

Sim (); Não ();

Se respondeu sim, qual: _____

2.4 Apresenta Outra Patologia Diagnosticada?

Sim (); Não ();

Se respondeu sim, qual: _____

2.4.1 Faz uso de Medicamento?

Sim (); Não ();

Se respondeu sim, qual: _____

2.5 Apresenta Dificuldade em Discriminar Cores?

Sim (); Não ();

Se respondeu sim, em qual atividade que você julga mais importante, de sua vida diária, esta condição lhe prejudica.

<h2>3 – ANTECEDENTES FAMILIARES</h2>

3.1 Possui Histórico Familiar de Problemas em Discriminar Cores?

Sim (); Não ();

3.1.1 Doenças Oculares

Sim (); Não ();

Se respondeu sim, qual: _____

3.1.2 Doenças Neurológicas

Sim (); Não ();

Se respondeu sim, qual: _____

3.1.3 Outra: _____

4 – DADOS ANTROPOMÉTRICOS

4.1 Pressão Arterial: _____ x _____ mmHg

4.2 Glicemia Capilar: _____ mg/dL

APÊNDICE C

FICHA PARA ACOMPANHAMENTO DA ACUIDADE VISUAL

ACUIDADE VISUAL (AV)	
OLHO DIREITO	
OLHO SINISTRO	
OBSERVAÇÕES/CONDIÇÕES DE AVALIAÇÃO	

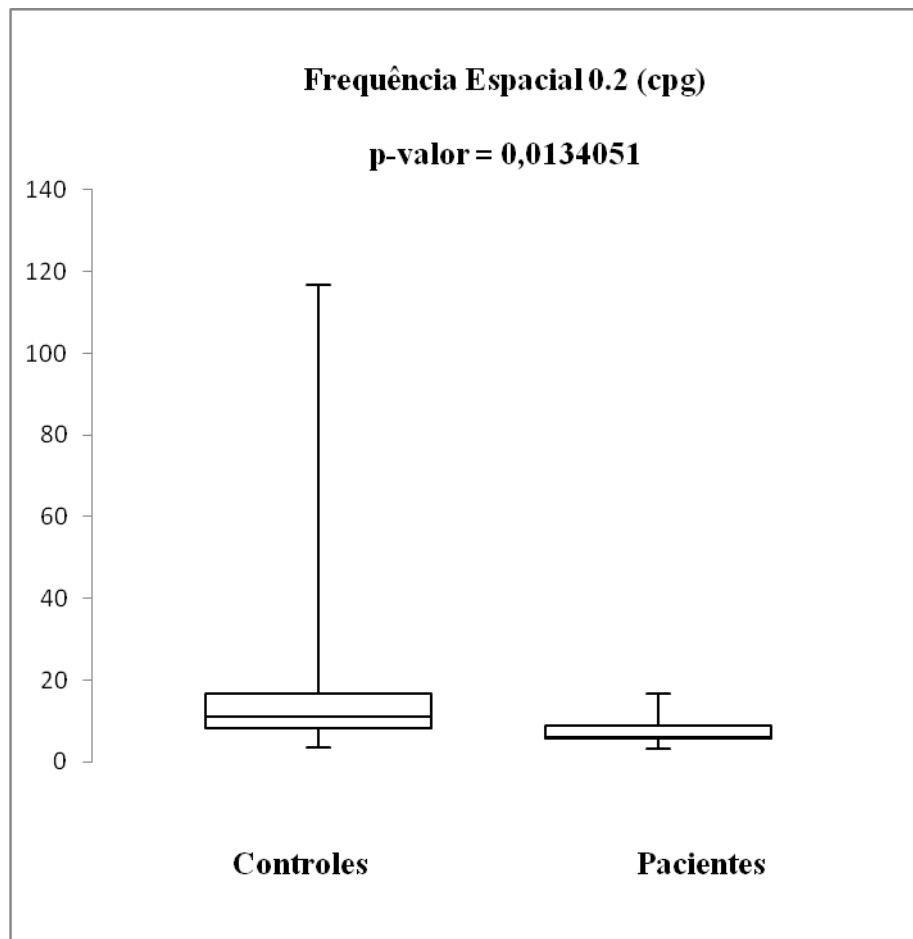
APÊNDICE D

FICHA DE ACOMPANHAMENTO PARA O TESTE DE ISHIHARA

Nº	Normal	Discriminação				Resposta do Participante	
		Deficiente		Ausente	<i>D</i>	<i>S</i>	
1	12	12		12			
2	8	3		X			
3	29	70		X			
4	5	2		X			
5	3	5		X			
6	15	17		X			
7	74	21		X			
8	6	X		X			
9	45	X		X			
10	5	X		X			
11	7	X		X			
12	16	X		X			
13	73	X		X			
14	X	5		X			
15	X	45		X			
16	26						
17	42						
18	TRAJ						
19	TRAJ						
20	TRAJ						
21	TRAJ						
22	TRAJ						
23	TRAJ						
24	TRAJ						
		Protan		Deutan			
		Grave	Leve	Grave	leve	X	
16	26	6	26	2	26	X	
17	42	2	42	4	42	X	
CONCLUSÃO:							

APENDICE F

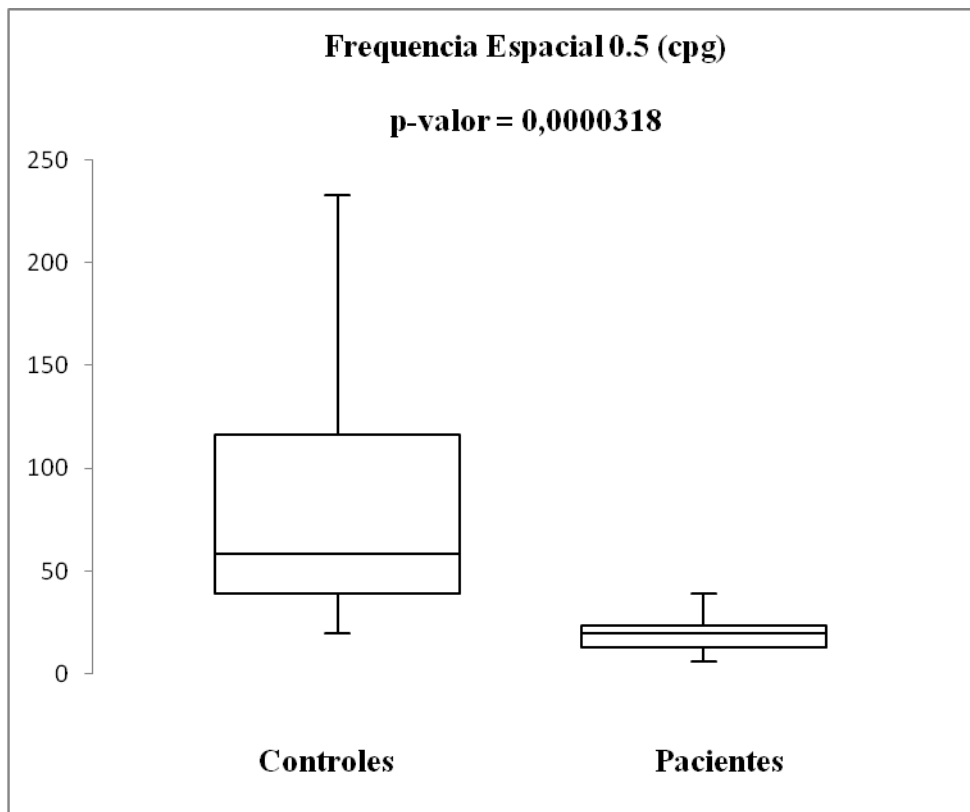
Gráfico 08: Box Plot da Frequência 0,2 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE G

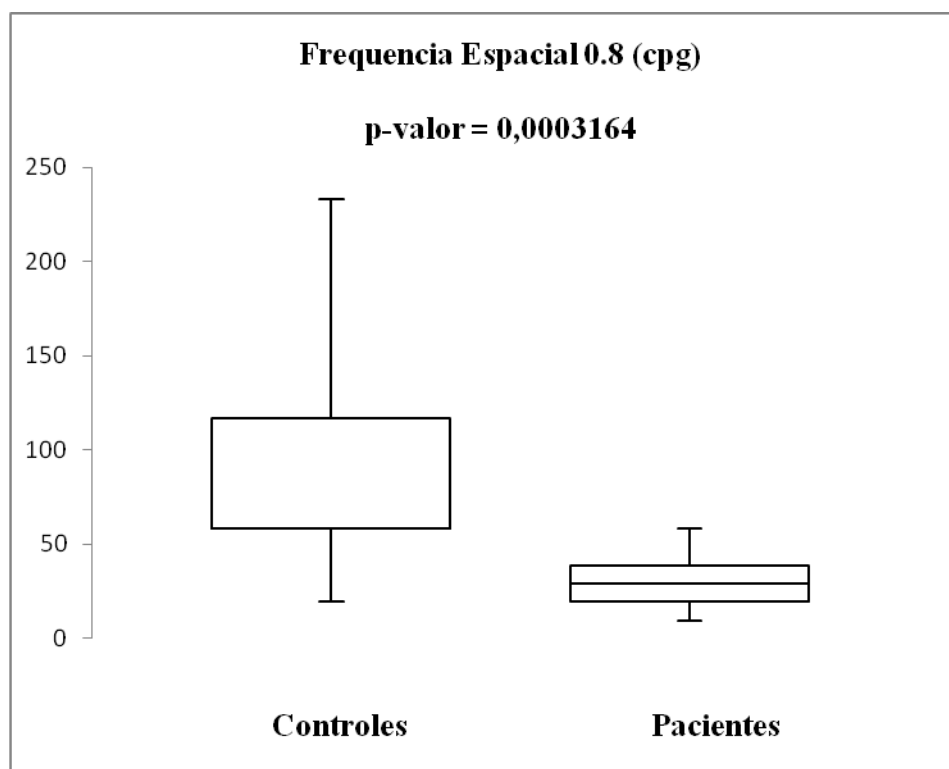
Gráfico 09: Box Plot da Frequência 0,5 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE H

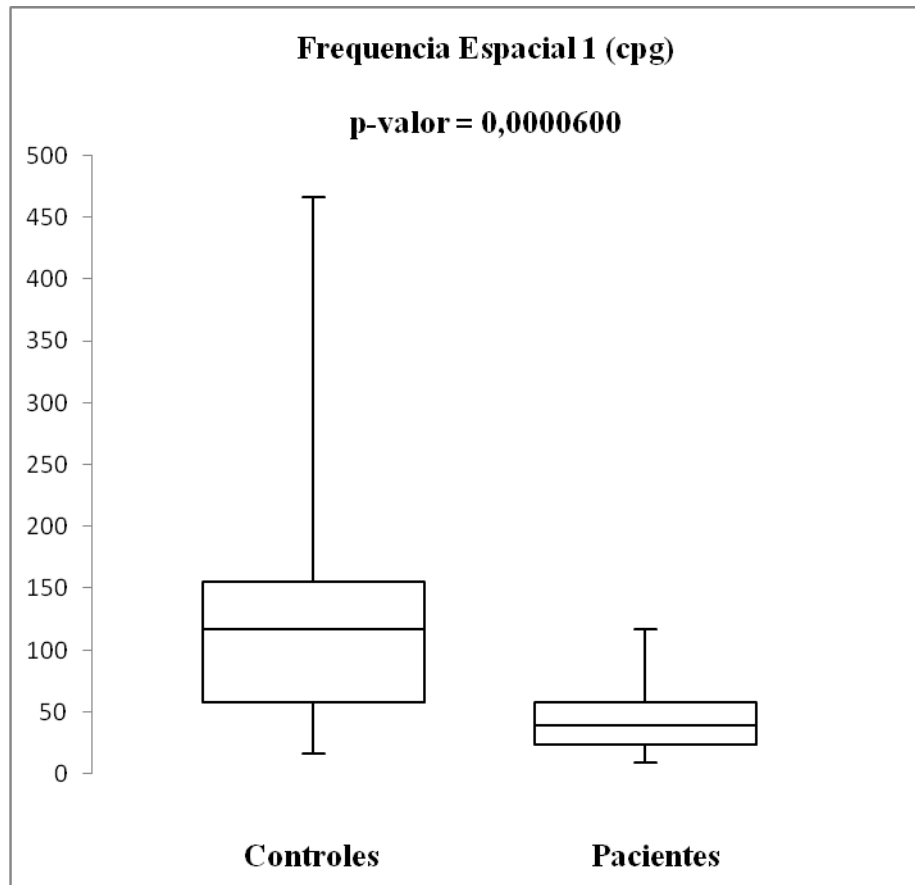
Gráfico 10: Box Plot da Frequência 0,8 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE I

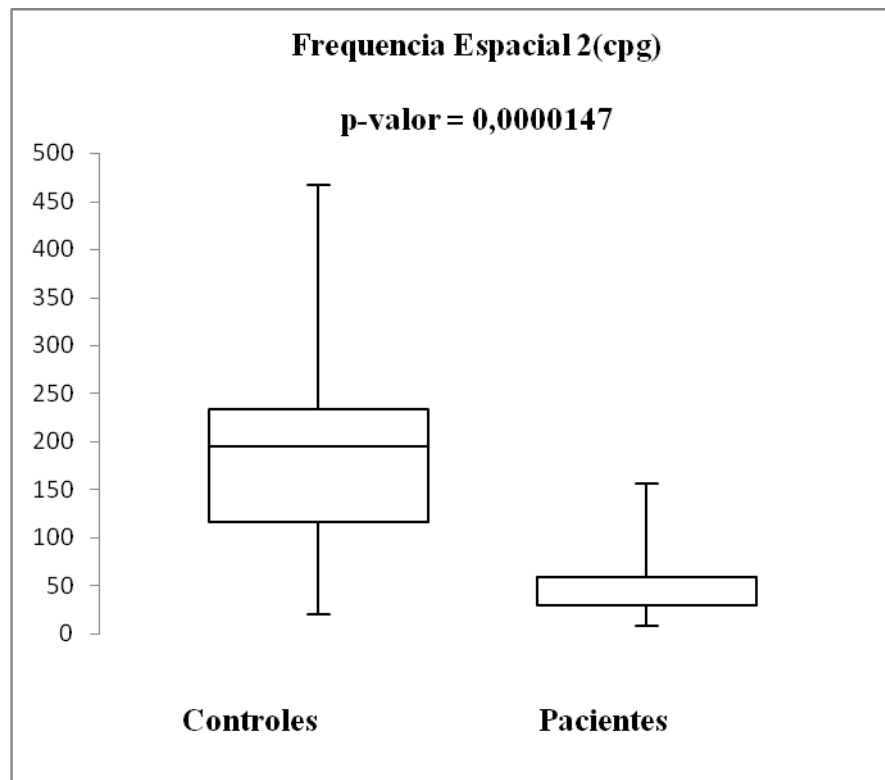
Gráfico 11: Box Plot da Frequência 1,0 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE J

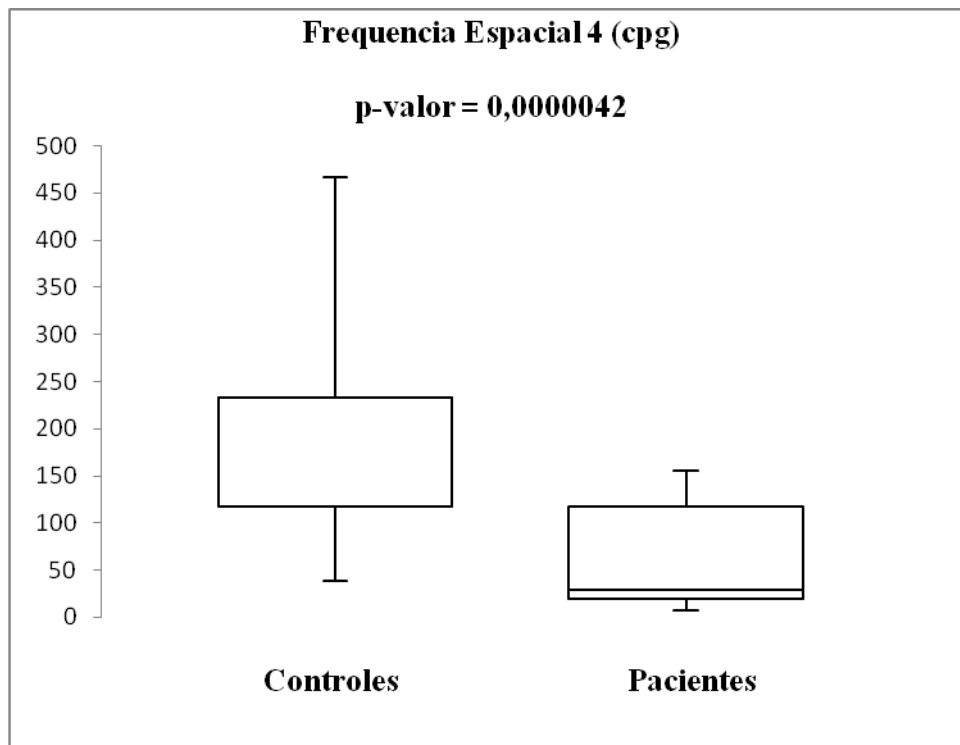
Gráfico 12 Box Plot da Frequência 2 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE K

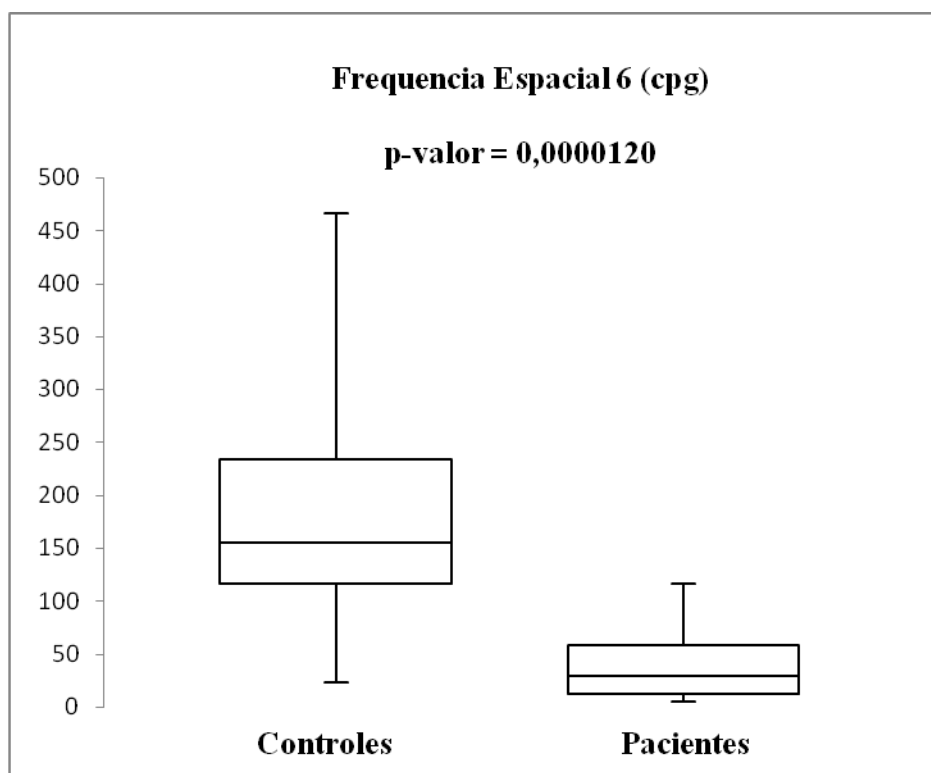
Gráfico 13: Box Plot da Frequência 4 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE L

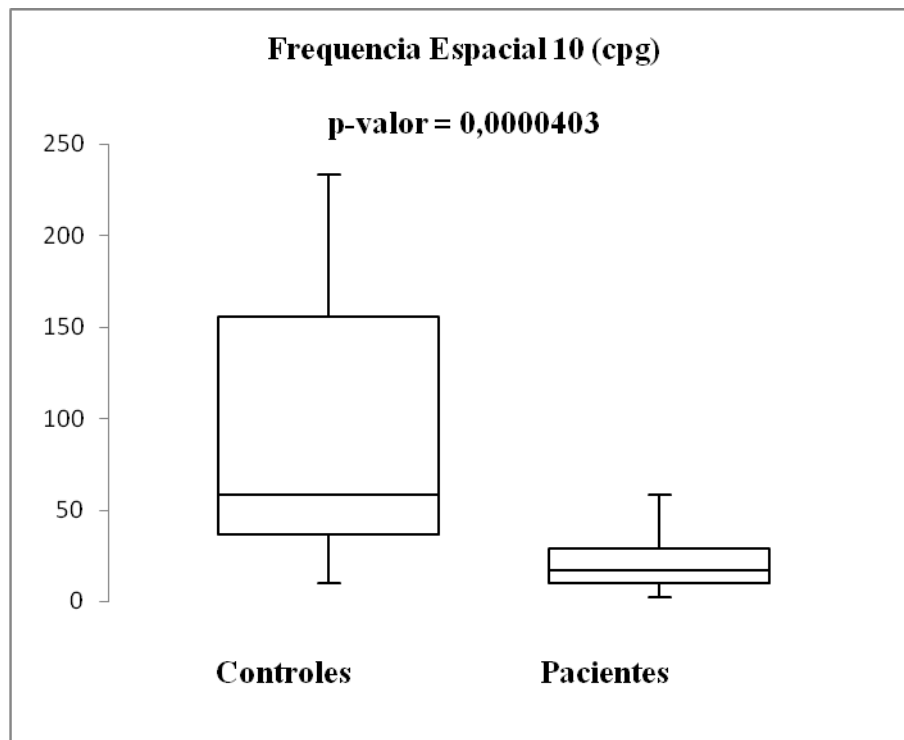
Gráfico 14: Box Plot da Frequência 6 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE M

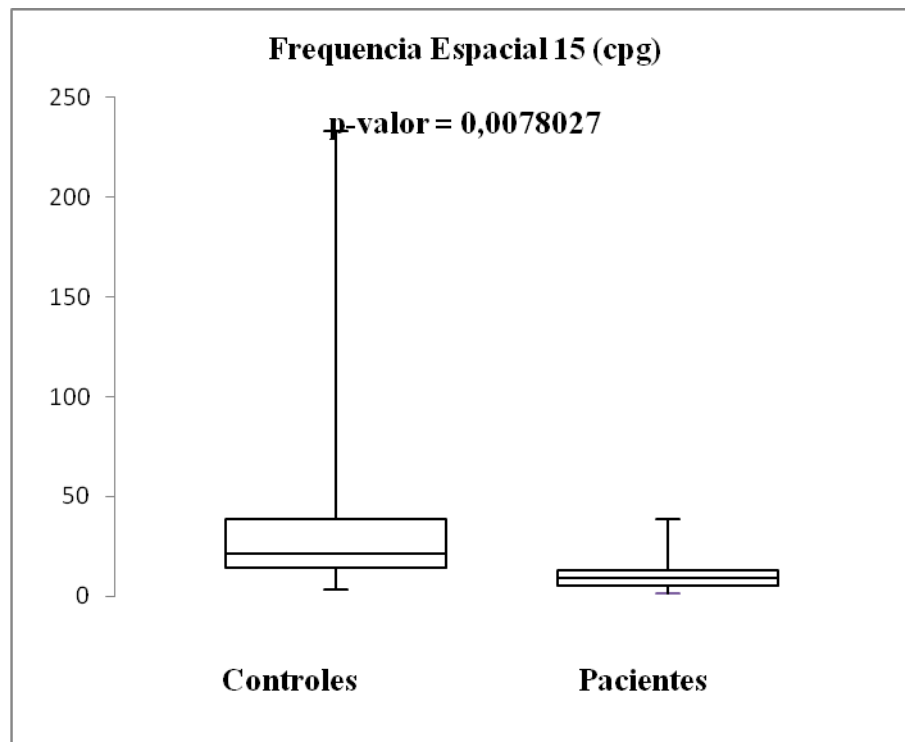
Gráfico 15: Box Plot da Frequência 10 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE N

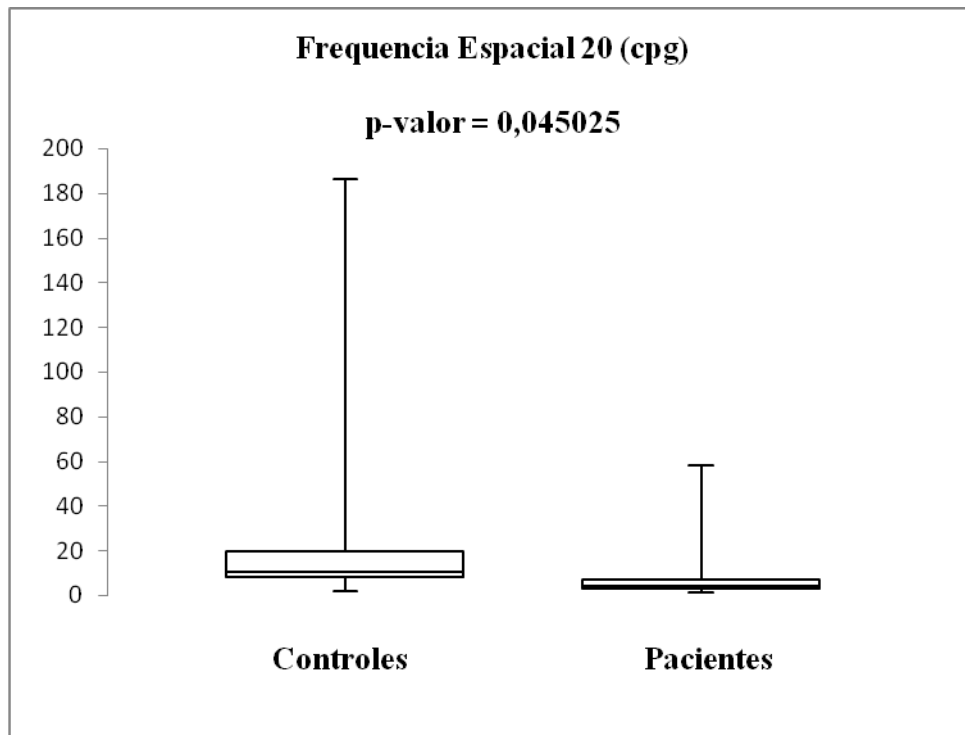
Gráfico 16: Box Plot da Frequência 15 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE O

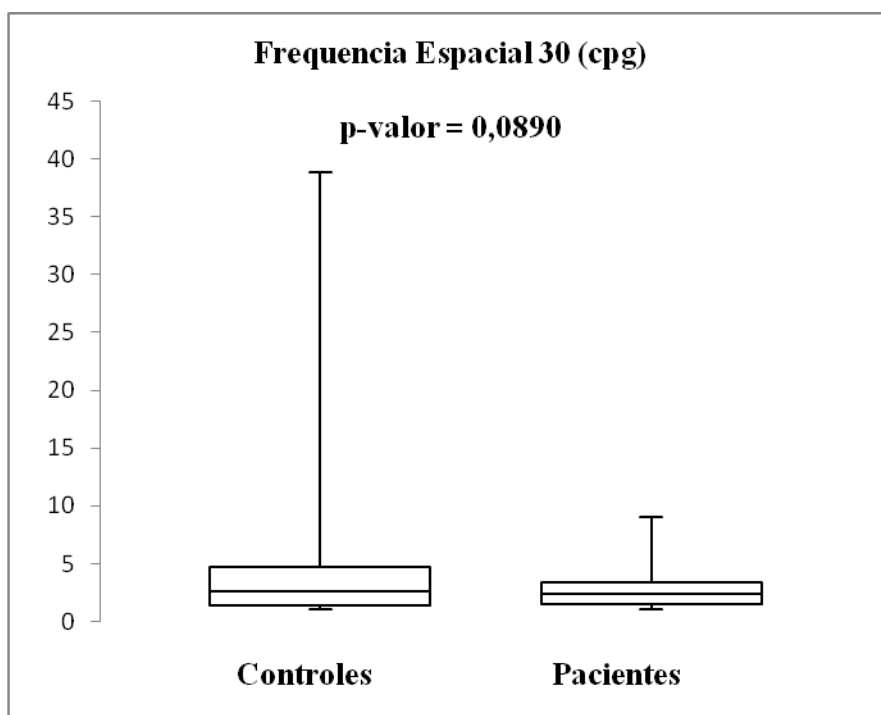
Gráfico 17: Box Plot da Frequência 20 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

APÊNDICE P

Gráfico 18: Box Plot da Frequência 30 (cpg) Grupo controle X Grupo com DMT2



Fonte: Dados da Pesquisa Tratados no Microsoft Office Excel 2007

ANEXO A

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIFICADO

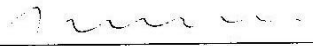
Certificamos que o Protocolo no. FR-278871/09 – CEP sobre **"Avaliação da função visual de pessoas com diabetes melito atendidas no programa de controle da unidade básica de saúde da Universidade Federal do Amapá"**, sob a responsabilidade de **Maria Izabel Tentes Cortes**, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Humana, adotados pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), em reunião realizada em 05/10/2009.

Data para apresentação do relatório no CEP-UNIFAP: 05/04/2010

CERTIFICATE

We certify that the protocol number FR-278871/09 about **"Avaliação da função visual de pessoas com diabetes melito atendidas no programa de controle da unidade básica de saúde da Universidade Federal do Amapá"**, **Maria Izabel Tentes Cortes** is in agreement with the Ethical Principles in Human Research adapted by National Ethical Committee (CONEP) and was approved by the Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) – Ethical Committee for Research (CEP) in 05/10/2009.

Macapá, 05 de outubro de 2009


Prof. Dr. José Carlos Tavares Carvalho
Coordenador - CEP-UNIFAP

Prof. Dr. José Carlos T. Carvalho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
CEP - UNIFAP
Portaria n. 011/2005-GR

Universidade Federal do Amapá
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP - UNIFAP
Rod. JK km 2, Marco Zero CEP 68908-130 – Macapá – AP - Brasil
Email: cep@unifap.br

ANEXO B

BASE PARA O CÁLCULO DO LIMITE DE CONFIANÇA PARA A ESPESSURA MÉDIA DA FÓVEA CENTRAL



NIH Public Access

Author Manuscript

Arch Ophthalmol. Author manuscript; available in PMC 2007 August 9.

Published in final edited form as:

Arch Ophthalmol. 2006 February ; 124(2): 193–198.

Normal Macular Thickness Measurements in Healthy Eyes Using Stratus Optical Coherence Tomography

Annie Chan, MD, Jay S. Duker, MD, Tony H. Ko, PhD, James G. Fujimoto, PhD, and Joel S. Schuman, MD

New England Eye Center, Tufts–New England Medical Center, Tufts University School of Medicine, Boston, Mass (Drs Chan and Duker); Department of Electrical Engineering and Computer Science and Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (Drs Ko and Fujimoto); and University of Pittsburgh Medical Center Eye Center, Department of Ophthalmology, University of Pittsburgh School of Medicine, Pittsburgh, Pa (Dr Schuman).

Abstract

Objective— To report normal macular thickness measurements in healthy eyes using the latest commercially available optical coherence tomography (OCT) mapping software, version 3.0, from the Stratus OCT (OCT3).

Methods— Thirty-seven eyes from 37 healthy subjects underwent a complete ophthalmologic examination, including OCT. Six radial scans, 6 mm in length and centered on the fovea, were obtained using the OCT3. Retinal thickness was automatically calculated by OCT mapping software. Measurements were displayed as the mean and standard deviation for each of the 9 regions defined in the Early Treatment Diabetic Retinopathy Study.

Results— Foveal thickness (mean thickness in the central 1000- μ m diameter area) and central foveal thickness (mean thickness at the point of intersection of 6 radial scans) on the OCT3 were 212 ± 20 and 182 ± 23 μ m, respectively. Macular thickness measurements were thinnest at the center of the fovea, thickest within 3-mm diameter of the center, and diminished toward the periphery of the macula. The temporal quadrant was thinner than the nasal quadrant. Central foveal thickness was also manually determined as 170 ± 18 μ m, approximately 12 μ m less than the value automatically obtained from the OCT3 software. There was no correlation between age and foveal thickness ($P = .80$).

Conclusions— Mean foveal thickness measurements were 38 to 62 μ m thicker than previously reported values, while mean central foveal thickness measurements were 20 to 49 μ m thicker than previously published values. This discrepancy should be considered when interpreting OCT scans.

NIH-PA Author Manuscript

NIH-PA Author Manuscript

NIH-P

ANEXO C

**BASE PARA O CÁLCULO DO LIMITE DE CONFIANÇA PARA A ESPESSURA
MÉDIA DO NERVO ÓPTICO**

Reproducibility of Retinal Nerve Fiber Thickness Measurements Using the Stratus OCT in Normal and Glaucomatous Eyes

*Donald L. Budenz,¹ Robert T. Chang,¹ Xiangrun Huang,¹ Robert W. Knighton,¹ and
James M. Tielsch²*

PURPOSE. To determine the reproducibility of Stratus Optical Coherence Tomography (OCT) retinal nerve fiber layer (RNFL) measurements around the optic nerve in normal and glaucomatous eyes.

METHODS. One eye was chosen at random from 88 normal subjects and 59 glaucomatous subjects distributed among mild, moderate, and severe glaucoma, determined by visual field testing. Subjects underwent six RNFL thickness measurements performed by a single operator over a 30-minute period with a brief rest between sessions. Three scans were taken with the high-density Standard RNFL protocol, and three were taken with the Fast RNFL protocol, alternating between scan protocols.

RESULTS. Reliability, as measured by intraclass correlation coefficient (ICC), was calculated for the overall mean RNFL thickness and for each quadrant. The ICC for the mean Standard RNFL thickness (and lower 95% confidence interval [CI]) in normal and glaucomatous eyes was 0.97 (0.96 CI) and 0.98 (0.97 CI), respectively. The ICC for the mean Fast RNFL thickness in normal and glaucomatous eyes was 0.95 (0.93 CI) and 0.97 (0.95 CI), respectively. Quadrant ICCs ranged between 0.79 and 0.97, with the nasal quadrant being the least reproducible of all four quadrants, using either the Standard or Fast RNFL program. The test-retest variability ranged from 3.5 μm for the average RNFL thickness measurements in normal eyes to 13.8 μm for the nasal quadrant measurements in glaucomatous eyes, which appeared to be the most variable.

CONCLUSIONS. Reproducibility of RNFL measurements using the Stratus OCT is excellent in normal and glaucomatous eyes. The nasal quadrant appears to be the most variable measurement. Standard RNFL and Fast RNFL scans are equally reproducible and yield comparable measurements. These findings have im-

plications for the diagnosis of glaucoma and glaucomatous progression. (*Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005;46:2440-2443)
DOI:10.1167/iovs.04-1174

IOVS, July 2005, Vol. 46, No. 7

TABLE 3. RNFL Thickness in Normal Eyes

	RNFL Scan	Fast RNFL Scan	P*
Mean RNFL	101.5 \pm 9.8 (99.4-103.5)	104.8 \pm 10.4 (102.6-107.1)	0.009
Temporal RNFL	72.7 \pm 13.1 (70.6-76.2)	74.8 \pm 14.0 (71.8-77.7)	0.33
Superior RNFL	125.5 \pm 15.8 (122.2-128.9)	131.4 \pm 17.1 (127.7-135.0)	0.017
Nasal RNFL	76.3 \pm 14.7 (73.2-79.4)	79.0 \pm 16.1 (75.6-82.4)	0.20
Inferior RNFL	131.5 \pm 18.1 (127.7-135.4)	134.6 \pm 19.0 (130.6-138.6)	0.28

All data are given in micrometers as the mean \pm SD, with 95% CI in parentheses.

* Results of paired *t*-tests.

ANEXO D

CLINICAL STUDY

RESUMO DO ESTUDO DE OSHITARI, HANAWA E ADACHI-USAMI

Changes of macular and RNFL thicknesses measured by Stratus OCT in patients with early stage diabetes

T Oshitari^{1,2}, K Hanawa¹ and E Adachi-Usami¹**Abstract**

Purpose To examine the early differences in the thicknesses of the macula and retinal nerve fibre layer (RNFL) by Stratus optical coherence tomography in patients with diabetes mellitus.

Methods Thirty-one normal participants without any optic nerve and retinal diseases (control), 45 diabetic patients without diabetic retinopathy (NDR), and 24 diabetic patients with preproliferative diabetic retinopathy (PPDR), who did not have clinically significant macular oedema, were used for the macular thickness measurements. Thirty control participants, 45 patients classified as NDR, and 22 patients classified as PPDR were used for the RNFL thickness measurements.

Results In patients with NDR, macula was significantly thinner than that of control eyes. In patients with PPDR, the mean RNFL thickness was significantly thinner but the macula was thicker than that of control eyes. In women with NDR, the macula was significantly thinner than that of men with NDR and that of normal women. In men with PPDR, the RNFL thickness was significantly thinner than that of the control eyes.

Conclusions At the early stage of diabetic retinopathy, the maculas and RNFL thicknesses are altered. The macular and RNFL thicknesses are different in men and women.

Introduction

Diabetic retinopathy (DR) is one of the major complications in patients with diabetes mellitus (DM) that can lead to blindness. However, the precise mechanisms leading to the onset and the progression of the retinopathy remain unclear.¹⁻³ Recent studies have shown that not only vascular abnormalities but also neuronal abnormalities, including retinal ganglion cell (RGC) death, accompany the pathogenic changes at the early stage of DR.⁴⁻⁷ Thus, these two factors should be considered in investigating the pathogenesis of DR,¹⁻³ and examination of these abnormalities at the early stage of DR may provide clues to help determine the mechanisms that lead to DR.

The Stratus optical coherence tomographic instrument (OCT Model 3000, Carl Zeiss, Meditec, CA, USA) is a third generation model that can provide B-scan images of the retina with a resolution of 8–10 μm . The thickness of the macular area and the retinal nerve fibre layer (RNFL) can be measured reliably by the installed software,^{8,9} and these high-resolution images help clinicians follow patients with DR and glaucoma reliably and accurately.^{10,11}

Earlier studies have shown that the macular area is thicker and the RNFL is thinner in diabetic patients without diabetic retinopathy (NDR) and in those with preproliferative diabetic retinopathy (PPDR) compared to non-diabetic patients.¹²⁻¹⁴ It has been suggested that a leakage of sera because of an increase in the

¹Department of Ophthalmology, Center for Sensory Organ Diseases, Sannoh Medical Center, Chiba, Japan

²Department of Ophthalmology and Visual Science, Chiba University Graduate School of Medicine, Chiba, Japan

Correspondence: T Oshitari, Department of Ophthalmology and Visual Science, Chiba University Graduate School of Medicine, Inohana 1-8-1, Chuo-ku, Chiba 260-8670, Chiba, Japan
Tel: 81-43-226-2124;
Fax: 81-43-224-4162.
E-mail: Tari@

Table 3 RNFL thickness measured by Stratus OCT

	Mean RNFL	Superior	Inferior
Normal	104.4 \pm 10.9	126.9 \pm 14.5	135.2 \pm 20.6
NDR	100.4 \pm 13.7	124.1 \pm 23.5	126.9 \pm 22.5
PPDR	**92.2 \pm 15.0	111.8 \pm 23.3	114.9 \pm 22.9

Abbreviations: NDR, diabetic patients without diabetic retinopathy; OCT, optical coherence tomography; PPDR, preproliferative diabetic retinopathy; RNFL, retinal nerve fibre layer.

In the PPDR group ($n=22$), mean, superior and inferior RNFL thickness measurements were significantly thinner than those of normal group ($n=30$; by Fisher's PLSD, Games-Howell and Student-Newman-Keuls). Units = μm . ** $P<0.01$.