

**LAÉRCIO BRAZ GHISI**

**ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A GLICEMIA E A  
COLORAÇÃO DAS ÍRIS HUMANAS ATRAVÉS DO  
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**

**Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Ciências Médicas da  
Universidade Federal de Santa Catarina,  
para a obtenção do título de Mestre em  
Ciências Médicas.**

**FLORIANÓPOLIS**

**2005**

**LAÉRCIO BRAZ GHISI**

**ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A GLICEMIA E A  
COLORAÇÃO DAS ÍRIS HUMANAS ATRAVÉS DO  
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**

**Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Ciências Médicas da  
Universidade Federal de Santa Catarina,  
para a obtenção do título de Mestre em  
Ciências Médicas.**

**Coordenadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marcia Margaret Menezes Pizzichini**

**Orientador: Prof. Dr. Augusto Adam Netto**

**FLORIANÓPOLIS**

**2005**

Ghisi, Laércio Braz

Estudo da relação entre a glicemia e a coloração das íris humanas através do processamento digital de imagens / Laércio Braz Ghisi. – Florianópolis, 2005.

127 p.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Adam Netto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina -  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Médicas.

1. Iridopatia diabética. 2. Colorimetria. 3. Processamento digital de  
imagens. 4. *Diabetes mellitus*.



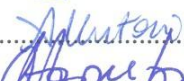



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências da Saúde  
Mestrado em Ciências Médicas

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

**CANDIDATO: LAÉRCIO BRAZ GHISI**

A partir das dez horas do dia vinte e cinco de novembro do ano dois mil e cinco, na Sala de Aula do Curso de Mestrado em Ciências Médicas, localizada no Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina, a Comissão Examinadora, constituída pelos Professores Augusto Adam Netto, Nivaldo Vieira de Souza, Armando Albertazzi Gonçalves Jr. e Armando José d'Acampora, procedeu ao exame da Dissertação de Mestrado apresentada pelo aluno **LAÉRCIO BRAZ GHISI**, intitulada "ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A GLICEMIA E A COLORAÇÃO DAS ÍRIS HUMANAS ATRÁVES DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS". Após explanação feita pelo candidato, a mesma foi argüida pela Comissão Examinadora, sendo aprovado com os seguintes conceitos, nos termos da Resolução 010/CUn/97 e Regimento Interno do Curso de Pós-Graduação em Ciências Médicas. Nada mais havendo a tratar, deu-se por encerrada a sessão e lavrou-se a presente ata que vai ser assinada por todos os membros da Comissão Examinadora.

| NOME:  | ASSINATURA   | CONCEITO |
|--|--|----------|
| Prof. Dr. Augusto Adam Netto.....              |   | A        |
| Prof. Dr. Nivaldo Vieira de Souza.....         |   | A        |
| Prof. Dr. Armando Albertazzi Gonçalves Jr..... |  | A        |
| Prof. Dr. Armando José d'Acampora.....         |  | A        |

Florianópolis, 25 de novembro de 2005.

  
**Prof. Dr. Augusto Adam Netto**  
Presidente da Comissão Examinadora





Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências da Saúde  
Mestrado em Ciências Médicas

  
LAÉRCIO BRAZ GHISI


ESSA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
**MESTRE EM CIÊNCIAS MÉDICAS**

COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM **CLÍNICA CIRÚRGICA** E APROVADA EM SUA  
FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS

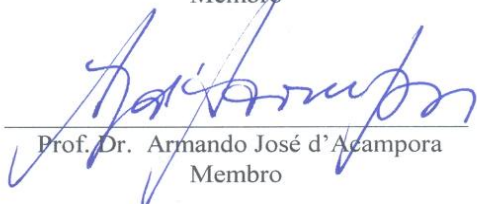
  
Prof. Dra. Marcia Margaret Menezes Pizzichini  
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Augusto Adam Netto  
Orientador

  
Prof. Dr. Nivaldo Vieira de Souza  
Membro

  
Prof. Dr. Armando Albertazzi Gonçalves Jr.  
Membro

  
Prof. Dr. Armando José d'Acampora  
Membro

Florianópolis, 25 de novembro de 2005.



## DEDICATÓRIA

*À minha esposa Kátia, pela dedicação, incentivo, carinho, compreensão e paciência, além do apoio incondicional e permanente para a realização deste estudo.*

*Aos meus filhos Raphael, Lisandra e Gabriela, por estarem ao meu lado em todos os momentos.*

*Aos meus pais Mário e Bernardina (in memoriam), por terem me ensinado os valores da honestidade, trabalho e determinação.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, Supremo Arquiteto do Universo, razão de ser de todas as coisas e que sempre nos impulsiona para a frente e para o alto.

Ao professor Dr. Augusto Adam Netto, meu orientador, por me guiar nesta pesquisa, pela disponibilidade e pelas contribuições sempre oportunas na elaboração deste trabalho.

Ao professor Dr. Armando Albertazzi Gonçalves Júnior, pela oportunidade de participar do projeto GlucoÍris e por todo o apoio dispensado durante o estudo.

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Mestrado em Ciências Médicas do Centro de Ciências da Saúde, que proporcionaram o acesso e as condições para a realização da pesquisa.

Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Mestrado em Ciências Médicas da Universidade Federal de Santa Catarina, que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Labmetro, pelo apoio e disponibilização do banco de dados.

Ao Hospital Governador Celso Ramos, de Florianópolis (SC), local onde foi realizada a coleta de dados.

Ao Serviço de Oftalmologia do Hospital Governador Celso Ramos, de Florianópolis (SC), pelo apoio dispensado.

Ao GAD – Grupo de Apoio aos Pacientes Diabéticos do Hospital Governador Celso Ramos, de Florianópolis (SC), especialmente aos voluntários que participaram do estudo, à Dra. Amely Balthazar e ao funcionário Amaury.

A todos os voluntários que colaboraram nas diversas fases da pesquisa, pelo seu espírito de cooperação.

Ao amigo Tabajara, pela sua efetiva cooperação na elaboração da arte visual da apresentação do tema.

Ao sobrinho Felipe, pelo auxílio na formatação do trabalho.

Ao Laboratório Médico Santa Luzia, pela colaboração na realização dos exames laboratoriais.

A todos aqueles que contribuíram para a viabilização deste estudo.

## LISTA DE ABREVIATURAS

|          |  |
|----------|--|
| UFSC     | Universidade Federal de Santa Catarina   |
| SC       | Santa Catarina   |
| GAD      | Grupo de Apoio ao Pacientes Diabéticos   |
| DM       | <i>Diabetes Mellitus</i>   |
| IDF      | International Diabetes Federation  |
| DOU      | Diário Oficial da União  |
| CIT      | Comissão Intergestores Tripartite  |
| SBD      | Sociedade Brasileira de Diabetes   |
| CNPq     | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  |
| MS       | Ministério da Saúde  |
| OMS      | Organização Mundial da Saúde   |
| PAS      | Ácido Periódico de Schiff  |
| LABMETRO | Laboratório de Metrologia e Automatização do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina |
| RGB      | R (Red); G (Green); B (Blue)   |
| HSI      | H (Hue); S (Saturation); I (Intensity)   |
| CCD      | Charge Coupled Device  |
| Pu       | Pupilar  |
| Co       | Colarete   |
| Ci       | Ciliar   |



## RESUMO

**Objetivo:** Determinar a correlação entre a glicemia e a coloração das íris, em voluntários diabéticos e não diabéticos, através de fotografias digitais das íris, processadas em programa de computador.

**Método:** Utilizaram-se um dispositivo óptico de aquisição de imagens das íris humanas e um programa de computador, especialmente elaborado para extrair parâmetros relativos à cor das imagens. Realizou-se um estudo em 24 voluntários. Foram efetuadas coletas, divididas em 10 sessões, com o registro de imagens de ambas as íris de todos os voluntários, imediatamente após a medida dos níveis de glicose através da glicemia capilar. Com todos os dados disponíveis, foi efetuada a análise estatística e a correlação foi avaliada.

**Resultados:** Verificou-se que a grande maioria dos setores das íris analisadas apresentou correlação entre  $-0,7$  e  $0,7$ . Observou-se, ainda, que ocorreram correlações positivas e negativas em ambas as íris. Nas íris direitas, as correlações positivas foram mais frequentes, enquanto que, nas íris esquerdas, as correlações negativas foram mais comuns. Evidenciou-se, também, que não houve relação significativa entre a idade dos voluntários, o tempo de evolução do *diabetes mellitus* e a intensidade da correlação com que as cores das íris variaram com a glicemia.

**Conclusão:** A análise dos resultados obtidos, após os procedimentos realizados de acordo com o protocolo e a metodologia utilizados, permitiu-nos concluir que a variação dos níveis de glicemia provocou alterações nas cores das imagens fotográficas das íris humanas.

**Descritores:** Iridopatia diabética, Colorimetria, Processamento digital de imagens, *Diabetes mellitus*.

## SUMMARY

**Objective:** To determine the correlation between glycemia and the coloration of the iris, in diabetic and non-diabetic volunteers, through digital photographs of the irises processed by computer program.

**Method:** An optical device for human iris image acquisition and a computer program specially developed to extract parameters relative to the color of the images were used. Twenty-four volunteers were studied. All volunteers underwent ten sessions in which the levels of capillary glycemia were measured and the images of both irises were recorded. Then, using the data collected, the statistical analysis was carried out and the correlation evaluated.

**Results:** It was found that the great majority of the sectors of the irises analyzed showed a correlation between -0,7 and 0,7. It was also observed that positive and negative correlations occurred in both irises. In the right irises, positive correlations were more frequent, while in the left, negative correlations were more common. It was found that the ages of the volunteers bore no significant relationship to the results. It was also found that there was no significant relationship between the time of evolution of *diabetes mellitus* and the intensity of the correlation with which the colors of the irises varied with the level of glycemia.

**Conclusion:** The analysis of the results obtained, following procedures carried out in accordance with the protocol and methodology utilized, allowed us to conclude that the variation in the levels of glycemia provoked alterations in the colors of the photographic images of human irises.

**Key words:** Diabetic iridopathy, Colorimetry, Digital processing of images, *Diabetes mellitus*.

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| RESUMO .....  | 6         |
| SUMMARY .....   | 7         |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>10</b> |
| 1.1 Histórico .....   | 10        |
| 1.2 O <i>Diabetes Mellitus</i> (DM) .....   | 11        |
| 1.3 Anatomia, histologia e fisiologia da íris .....   | 13        |
| 1.3.1 Camadas da íris .....   | 14        |
| 1.3.1.1 Camada limitante anterior .....   | 14        |
| 1.3.1.2 Estroma .....   | 15        |
| 1.3.1.3 Epitélio anterior .....   | 16        |
| 1.3.1.4 Epitélio pigmentar posterior .....  | 16        |
| 1.3.2 Vascularização da íris .....  | 16        |
| 1.3.3 Inervação da íris .....   | 17        |
| 1.3.4 Coloração da íris .....   | 17        |
| 1.3.5 Pupila .....  | 18        |
| 1.4 Iridopatia diabética .....  | 18        |
| 1.4.1 Vacuolização rendilhada do epitélio pigmentar posterior e depósito de glicogênio no<br>epitélio pigmentar posterior ..... | 19        |
| 1.4.2 <i>Rubeosis iridis</i> .....  | 20        |
| 1.4.3 Lipemia .....   | 21        |
| 1.5 Motivação para o desenvolvimento do estudo .....  | 21        |
| <b>2. OBJETIVO .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3. MÉTODO .....</b>  | <b>24</b> |
| 3.1 Protocolo .....   | 24        |
| 3.2 Amostra .....   | 25        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3 Coleta de dados .....  | 25         |
| 3.4 Sistema fotográfico .....  | 26         |
| 3.4.1 Sistema RGB .....  | 30         |
| 3.4.2 Sistema HSI .....  | 30         |
| 3.4.3 Câmera digital e a formação de imagens coloridas .....               | 32         |
| 3.4.4 Fase de calibração .....   | 33         |
| 3.4.5 Fase de medição .....  | 34         |
| 3.5 Obtenção de imagens da íris .....                                      | 35         |
| 3.5.1 Regiões de interesse regular da íris .....                           | 35         |
| 3.5.2 Regiões de interesse livre da íris .....                             | 39         |
| 3.6 Programa de computador .....   | 39         |
| 3.7 Correlação linear .....  | 43         |
| 3.8 Apresentação dos resultados para as regiões de interesse regular ..... | 44         |
| 3.9 Apresentação dos resultados para as regiões de interesse livre .....   | 46         |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>   | <b>49</b>  |
| <b>5. DISCUSSÃO .....</b>  | <b>58</b>  |
| <b>6. CONCLUSÃO .....</b>  | <b>66</b>  |
| <b>7. REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>67</b>  |
| <b>NORMAS ADOTADAS .....</b>   | <b>70</b>  |
| <b>APÊNDICES .....</b>   | <b>71</b>  |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>123</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Histórico

Ao longo do tempo, a atenção que os profissionais da área da saúde em todo o mundo dedicaram ao DM levou a importantes descobertas para o controle da glicemia. Entretanto, longos foram os caminhos para se chegar às condições de melhores níveis de qualidade de vida para os pacientes diabéticos, como os que encontramos atualmente.<sup>1</sup>

Os primeiros relatos de DM datam da era egípcia. Entre os hebreus, há relatos com suspeita da ocorrência do DM gestacional.<sup>1</sup>

No entanto, somente cerca de 2000 anos depois, por volta de 70 d.C., o médico Areteu da Capadócia, na Grécia, conseguiu descrever o DM. Ele observou que aquele silencioso problema desenvolvia quatro complicações: muita fome (polifagia), muita sede (polidipsia), muita urina (poliúria) e fraqueza (poliastenia). Verificou também que, quase sempre, as pessoas com esses sintomas entravam em coma antes da morte. Era algo “grave e misterioso”. Afinal, mesmo com “a fartura de alimentos que entravam pela boca, a falta de energia corporal permanecia”.<sup>1</sup>

Porém, somente em 1670, é que o médico inglês Thomas Willis descobriu, provando a urina de indivíduos que apresentavam os mesmos sintomas, que ela era muito doce. Em 1815, o médico M. Chevreul demonstrou que o açúcar dos diabéticos era glicose. Desde então, a doença passou a chamar-se “diabetes açucarado” ou “*diabetes mellitus*”. A palavra “mellitus” é latina e significa “mel ou adocicado”.<sup>1</sup>

Em outubro de 1921, no laboratório Mac Leod, em Toronto, o canadense Frederick Banting, juntamente com seu colaborador Charles Best, trabalhando com cães, conseguiram isolar uma substância que se mostrava capaz de eliminar os sintomas da doença. O extrato obtido foi batizado de insulina (palavra de origem latina, que significa “ilha”). Este acontecimento representa um marco na história do tratamento do DM.<sup>2</sup>

A International Diabetes Federation (IDF) escolheu o dia 14 de novembro como o Dia Mundial do DM. Tal data foi escolhida para homenagear o nascimento de Frederick Banting, que, juntamente com Charles Best, foram os responsáveis pela descoberta da

insulina, em outubro de 1921. No Brasil, a data tornou-se oficial em 1997, através da Portaria n° 391, de 04 de abril do mesmo ano, publicada pelo Ministério da Saúde. Isto ajudou a chamar a atenção, não só dos médicos e profissionais da saúde, como também, do governo e da sociedade em geral, para tópicos importantes relacionados à doença e a melhor forma de tratá-la.<sup>3</sup>

Por meio da Portaria n° 371/GM, de 04 de março de 2002, e publicada no D.O.U. n°44, de 06/03/2002, seção 1, página 88, o Ministério da Saúde instituiu o Programa Nacional de Assistência Farmacêutica para a Hipertensão Arterial e DM, parte integrante do Plano Nacional de Reorganização da Atenção à Hipertensão Arterial e DM. Esta Portaria determina que o Programa seja financiado e desenvolvido de maneira solidária e pactuada pela União, estados e municípios, formando a Comissão Intergestores Tripartite – CIT.<sup>4</sup>

## **1.2 O *Diabetes Mellitus* (DM)**

O DM é um estado hiperglicêmico crônico, acompanhado de complicações agudas e crônicas, que podem incluir lesão, disfunção ou falência de órgãos, especialmente dos rins, nervos, coração, olhos e vasos sanguíneos. É uma doença comum e de incidência crescente. Estima-se que, em 1995, acometia 4% da população adulta mundial e que, em 2025, alcançará a cifra de 5,4%. A maior parte desse aumento ocorrerá nos países em desenvolvimento, e neles se acentuará o atual padrão de concentração de casos na faixa etária de 45 aos 64 anos.<sup>4</sup>

No mundo, os custos diretos para o atendimento aos pacientes diabéticos variam de 2,5% a 15% dos gastos nacionais em saúde, dependendo da prevalência local da doença e da complexidade do tratamento disponível. Além dos custos financeiros, a enfermidade determina menor qualidade de vida, que afeta os doentes e suas famílias. O DM representa, também, uma carga adicional à sociedade, em decorrência da perda de produtividade no trabalho, aposentadoria precoce e mortalidade prematura.<sup>4</sup>

Segundo a International Diabetes Federation (IDF), a população adulta mundial (com idade entre 20 e 79 anos) é de 3,3 bilhões de pessoas e o número de diabéticos adultos é de 4,6%. Ainda conforme esta instituição, o número de indivíduos portadores de DM tipo 1 é de 4,9 milhões, e a sua prevalência estimada é de 0,09%.<sup>5</sup>

Nas Américas do Sul e Central, a população adulta é de 233 milhões de habitantes e o número de diabéticos é de 8,6 milhões de pessoas. A prevalência estimada de adultos diabéticos é de 3,7% e de indivíduos com o DM tipo 1 é de 442.000 pessoas. Além disso, a prevalência estimada do DM tipo 1 é de 0,11%.<sup>5</sup>

Entre 1986 e 1989, com o apoio da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), o Ministério da Saúde e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) realizaram um censo nacional sobre a prevalência do DM no Brasil. Esta pesquisa demonstrou uma prevalência de 7,6% na população com idade entre 30 e 69 anos. Um achado importante foi a constatação de que 50% dos diabéticos não sabiam que eram portadores da doença.<sup>6,7</sup>

O Ministério da Saúde (MS), através da Secretaria de Atenção à Saúde, vem trabalhando com 11 milhões de pessoas diabéticas, a partir de um estudo de rastreamento do DM, que realizou em 2001. O MS estima uma prevalência da enfermidade de 11% na população acima dos 40 anos de idade.<sup>6,7</sup>

No Brasil, está aumentando muito a incidência do DM, provavelmente pela urbanização, que leva ao sedentarismo e ao acesso a alimentos industrializados, que contém maiores índices de gordura e que favorece o aumento do peso.<sup>8</sup>

De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), em todo o mundo existem 194 milhões de pessoas portadoras de DM e outras 140 milhões poderão desenvolver a doença nos próximos 20 anos (das quais 7 milhões serão brasileiras).<sup>8</sup>

O DM apresenta alta morbimortalidade, com perda importante na qualidade de vida. É uma das principais causas de mortalidade, insuficiência renal, amputação de membros inferiores, cegueira e doença cardiovascular. A OMS estimou, em 1997, que após 15 anos de evolução da doença, 2% dos indivíduos acometidos apresentarão cegueira e 10% deficiência visual grave. Além disso, no mesmo período de doença, 30 a 45% apresentarão algum grau de retinopatia, 10 a 20% de nefropatia, 20 a 35% de neuropatia e 10 a 25% de doença cardiovascular.<sup>4</sup>

Pelo anteriormente descrito, o DM e suas complicações são hoje prioridade em saúde pública.<sup>4</sup>

### 1.3 Anatomia, Histologia e Fisiologia da Íris

O trato uveal, formado pela íris, o corpo ciliar e a coróide, estende-se do bordo da pupila até o nervo óptico. Sua função mais importante é a de proporcionar elementos nutritivos ao bulbo ocular.<sup>9,10,11</sup>

A íris é a porção mais anterior do trato uveal e separa a câmara anterior da câmara posterior. Ela forma um diafragma, cuja abertura, a pupila, muda de tamanho e, dessa maneira, regula a quantidade de luz que penetra no olho.<sup>9,10,11</sup>

Na fase embrionária, o mesoderma e as camadas neuroectodermais da vesícula óptica são os precursores da íris. O mesoderma formará o estroma da íris e a membrana pupilar, enquanto que o neuroectoderma originará os músculos esfíncter e dilatador da pupila, assim como os epitélios anterior e posterior da íris.<sup>9,11,12,13</sup>

O diâmetro da íris é de aproximadamente 12 mm. A sua parte mais espessa está situada no colarete, uma área circular elevada, localizada cerca de 1,5 mm da margem pupilar, que tem em torno de 0,6 mm de espessura e que marca a posição do círculo arterial menor da íris. O colarete divide a íris em 2 zonas: uma pupilar, estreita e a outra ciliar, mais larga. A pupila está localizada numa posição levemente ínfero-nasal em relação ao centro da íris, e seu diâmetro pode variar de 1 a 8 mm.<sup>11,14</sup>

Nas regiões pupilar e do colarete, a superfície anterior da íris apresenta numerosos ramos espessos ou trabéculas, especialmente em volta do colarete. Eles estão orientados paralelamente ao diâmetro da íris e as depressões que eles envolvem são rasas ou profundas, com uma forma triangular ou losangular. As criptas de Fuchs são encontradas adjacentes ao colarete, em ambas as zonas (pupilar e ciliar). Essas criptas têm aberturas arredondadas ou irregulares e são contínuas com os espaços livres do estroma da íris. Na margem pupilar, o epitélio pigmentar posterior estende-se anteriormente, em volta da pupila, e forma uma moldura ou franja, também chamada de *liséré* ou ectrópio fisiológico da íris.<sup>11</sup>

A superfície anterior da porção ciliar da íris exhibe sulcos longos e radiais, que são produzidos pelos vasos sanguíneos subjacentes e seu tecido conectivo, na medida em que eles se estendem da periferia em direção ao colarete da íris. Esses sulcos tornam-se menos visíveis próximos ao colarete, porque os vasos tornam-se menores e mais circulares. Entre o colarete e



a raiz da íris, a superfície iridiana apresenta número variável de dobras circulares de contração, que são concêntricas com a periferia da íris.<sup>11</sup>

A superfície posterior da íris é negra, devido à pigmentação das camadas epiteliais e é completamente plana.<sup>11</sup>

A zona pupilar da íris está em contato com a cápsula anterior do cristalino, provavelmente separada dela por uma fina camada de humor aquoso.<sup>11</sup>

### 1.3.1 Camadas da Íris

A íris pode ser dividida em: 1) camada limitante anterior; 2) estroma; 3) epitélio anterior; e 4) epitélio pigmentar posterior.<sup>11</sup>

#### 1.3.1.1 Camada Limitante Anterior

Esta camada é uma modificação do estroma da íris e se compõe principalmente de melanócitos, fibras colágenas e fibroblastos, cujos processos formam, freqüentemente, uma malha densa.<sup>11</sup>

A camada limitante anterior varia em espessura, sendo mais espessa nas íris marrons do que nas azuis e pode estar ausente ou ser muito fina nas proximidades da abertura das criptas iridianas e é muito fina nos sulcos de contração.<sup>11</sup>

Capilares são comumente encontrados na camada limitante anterior e podem estar localizados muito próximos à superfície da íris. Esses vasos aumentam em número e tamanho nas irites e no DM, produzindo a alteração conhecida como neovascularização ou *rubeosis iridis*.<sup>11</sup>

Na camada limitante anterior, são também encontrados vasos sangüíneos obliterados e numerosas terminações nervosas. Dela depende a cor definitiva da íris. Na íris azul, ela é fina e tem somente poucas células pigmentadas; na íris escura, é espessa e densamente pigmentada.<sup>13</sup>

Através de aberturas na camada anterior, as criptas iridianas e o estroma se comunicam livremente com o humor aquoso.<sup>14</sup>

### 1.3.1.2 Estroma

As células do estroma da íris são sobretudo fibroblastos, mastócitos e melanócitos e o tecido conectivo colagenoso está frouxamente organizado, de tal forma que sua malha contém mucopolissacarídeos e líquido; nele não há tecido elástico. O músculo esfíncter, os vasos sanguíneos e os nervos estão localizados dentro da estrutura desse tecido conectivo.<sup>11</sup>

O estroma é composto por tecido conjuntivo frouxo contendo fibroblastos, melanócitos, macrófagos e fibras colágenas. O humor aquoso penetra no estroma por meio das criptas iridianas e se move livremente entre as lamelas durante a dilatação e a contração dos músculos iridianos.<sup>14</sup>

O estroma é formado por uma rede colagenosa frouxamente organizada, na qual estão embutidas as seguintes estruturas: o músculo esfíncter da pupila, vasos e nervos da íris e células pigmentadas.<sup>14</sup>

O músculo esfíncter da pupila é formado por um feixe de fibras musculares não estriadas, cuja direção predominante é circular, separadas por tecido conectivo contendo vasos. Tem 1 mm de largura, formando um anel ao redor da margem pupilar próximo à superfície posterior da íris. É derivado do neuro-ectoderma e seu bordo interno começa perto das células pigmentadas da zona pupilar, que lhe deram origem. Quando se contrai, diminui o diâmetro pupilar. É inervado pelo sistema nervoso autônomo parassimpático.<sup>14</sup>

Os vasos formam a maior parte da íris. Eles têm disposição principalmente radial, formando feixes que podem ser vistos na sua superfície anterior. Seu curso é sinuoso, para permitir os movimentos da íris. Eles se endireitam assim que a pupila se contrai e se tornam mais ondulados quando ela se dilata.<sup>14</sup>

As células pigmentadas (melanócitos) formam redes, especialmente em torno dos vasos. Grânulos de melanina em vários estágios de desenvolvimento podem ser visualizados no estroma iridiano.<sup>11</sup>

### 1.3.1.3 Epitélio anterior

O epitélio anterior, também chamado de membrana posterior da íris, consiste essencialmente de uma camada de células musculares não estriadas que, como aquelas do esfíncter pupilar, são derivadas do neuro-ectoderma e formam o músculo dilatador da pupila.<sup>14</sup>

### 1.3.1.4 Epitélio pigmentar posterior

O epitélio pigmentar posterior é uma camada de células, que é derivada da camada interna da vesícula óptica. Sendo altamente pigmentada, é difícil que esteja ausente, exceto em olhos albinos ou em preparações histológicas, que tenham sido descoloridas. Depois de revestir a parte posterior da íris, o epitélio pigmentar “enrola-se” em volta da margem pupilar, onde forma uma franja ou moldura, também chamada de *liséré*.<sup>13</sup>

## 1.3.2 Vascularização da íris

A íris é irrigada pelas artérias ciliares anteriores e posteriores longas e curtas, todas ramos da artéria oftálmica. Existem, através de difusão, trocas metabólicas contínuas entre os vasos da íris e o humor aquoso.<sup>14</sup>

A íris recebe seu suprimento sangüíneo arterial por meio do círculo arterial maior, que se encontra no estroma do corpo ciliar, próximo da raiz da íris. Ramos do círculo arterial maior penetram na periferia da íris através de sua raiz. Esses ramos ocupam o estroma iridiano anterior e se dirigem centripetamente até o colarete, onde formam o círculo arterial menor. Os ramos do círculo arterial maior suprem o estroma e a íris posterior. Os ramos do círculo arterial menor estendem-se para a região pupilar, para formar as arcadas capilares. As veias acompanham as artérias e drenam, posteriormente, para o corpo ciliar, de onde, então, o sangue é drenado para as veias vorticosas e o plexo ciliar.<sup>11,14</sup>

### 1.3.3 Inervação da íris

O músculo esfíncter da pupila é inervado por fibras do sistema nervoso autônomo parassimpático, fazendo a contração da pupila (miose) e o músculo dilatador da pupila por fibras do sistema nervoso autônomo simpático, levando à dilatação pupilar (midríase).<sup>12</sup>

### 1.3.4 Coloração da íris

A coloração da íris, determinada por fatores genéticos, resulta da pigmentação da camada ectodérmica, marrom-escuro, invariavelmente presente, e da maior ou menor pigmentação da camada mesodérmica. São as células pigmentadas da camada mesodérmica que determinam a cor da íris e, por extensão, “a cor dos olhos”. Elas são abundantes nas íris castanhas e escassas ou mesmo ausentes nas íris azuis.<sup>12</sup>

A cor da íris normal varia desde o azul até o castanho escuro. Existem todos os tons de azul e de castanho, podendo a pigmentação ser difusa ou irregular.<sup>12</sup>

Na íris azul, a luz que penetra no olho atravessa o estroma não pigmentado, chega às células epiteliais intensamente pigmentadas que estão na superfície posterior da íris e é refletida novamente através do estroma. Durante sua passagem, a luz de maior comprimento de onda (vermelha) é absorvida, sendo refletida somente a de menor comprimento de onda (azul). É por isso que a cor do estroma da íris não pigmentada parece azul ou grisáceo.<sup>12</sup>

Ao nascer, não existe pigmento ou este é muito escasso sobre a superfície anterior da íris. A camada pigmentada posterior, que é visível através dos tecidos translúcidos, dá aos olhos da maioria dos recém-nascidos uma cor azulada. À medida que o pigmento começa a aparecer sobre a superfície anterior, a íris adquire sua coloração definitiva. Caso ocorra o depósito de muito pigmento, os olhos terão cor escura. Uma pigmentação menor do estroma da íris resultará numa cor azul, castanha ou verde.<sup>15</sup>

### 1.3.5 Pupila

A pupila é a abertura central da íris. O tamanho da pupila varia entre as pessoas e nas diferentes idades, oscilando entre 3 e 4 mm.<sup>12</sup> Na infância, as pupilas são pequenas, aumentando a seguir, chegando ao seu tamanho maior durante o princípio da vida adulta, e diminuem novamente de tamanho na velhice. Em geral, os olhos que possuem a íris de cor clara têm pupilas maiores do que os que têm íris escuras.<sup>9</sup>

As duas pupilas habitualmente têm o mesmo tamanho, porém, em 20 a 25% dos indivíduos normais, o tamanho difere ligeiramente (anisocoria fisiológica).<sup>9</sup>

Os músculos esfíncter e dilatador da pupila alteram o tamanho da mesma, dependendo da quantidade de luz à qual o olho é exposto e a posição do olhar. A abertura pupilar regula a quantidade de luz que penetra no olho.<sup>11</sup>

O músculo esfíncter da pupila é um músculo liso. Está localizado no estroma da íris, suas fibras têm disposição circular e concêntrica com a pupila. Sua ação é reduzir o tamanho da pupila uniformemente, quando estimulado.<sup>11</sup>

O músculo dilatador da pupila é desenvolvido a partir do epitélio anterior da íris e é uma parte integrante do mesmo.<sup>11</sup>

As pupilas estão em um estado constante de movimentação, que depende do equilíbrio da mudança do tônus dos músculos esfíncter e dilatador. Muitos fatores influem nesse equilíbrio: a surpresa, o medo e a dor dilatam marcadamente a pupila. As reações pupilares às emoções são levadas a cabo pelo aumento simultâneo no tônus do dilatador e a inibição do tônus do esfíncter.<sup>12</sup>

## 1.4 Iridopatia Diabética

A íris exterioriza características indicativas de DM, que podem vir acompanhadas por: 1) vacuolização rendilhada do epitélio pigmentar; 2) depósito de glicogênio no epitélio pigmentar; 3) *rubeosis iridis*; e 4) lipemia.<sup>10</sup>

### 1.4.1 Vacuolização rendilhada do epitélio pigmentar e depósito de glicogênio no epitélio pigmentar

A vacuolização do epitélio pigmentar é um achado comum e característico em olhos diabéticos. Na vacuolização do epitélio pigmentar, ambas as camadas epiteliais da íris estão edemaciadas, espessadas, intumescidas e vacuolizadas. As células do epitélio pigmentar podem degenerar-se e liberar pigmentos para a câmara anterior, de onde ganham acesso para os limites da mesma. O restante da íris usualmente permanece normal, mas também pode tornar-se edematoso.<sup>10,16</sup>

Grandes vacúolos acham-se presentes nas camadas anterior e posterior do epitélio pigmentar da íris. Os vacúolos aparecem vazios em cortes corados pela hematoxilina e eosina (Figura 1).<sup>17</sup>



Figura 1- Vacuolização rendilhada do epitélio pigmentar da íris. Coloração pela H-E.  
FONTE: Yanoff M, Fine BS – Patologia Ocular.

O uso do corante PAS (Ácido Periódico de Schiff) demonstra que os vacúolos contêm material positivo ao PAS. O tratamento prévio dos cortes com diástase elimina a reação ao PAS, significando que o material vacuolar é formado de glicogênio (Figura 2).<sup>17</sup>

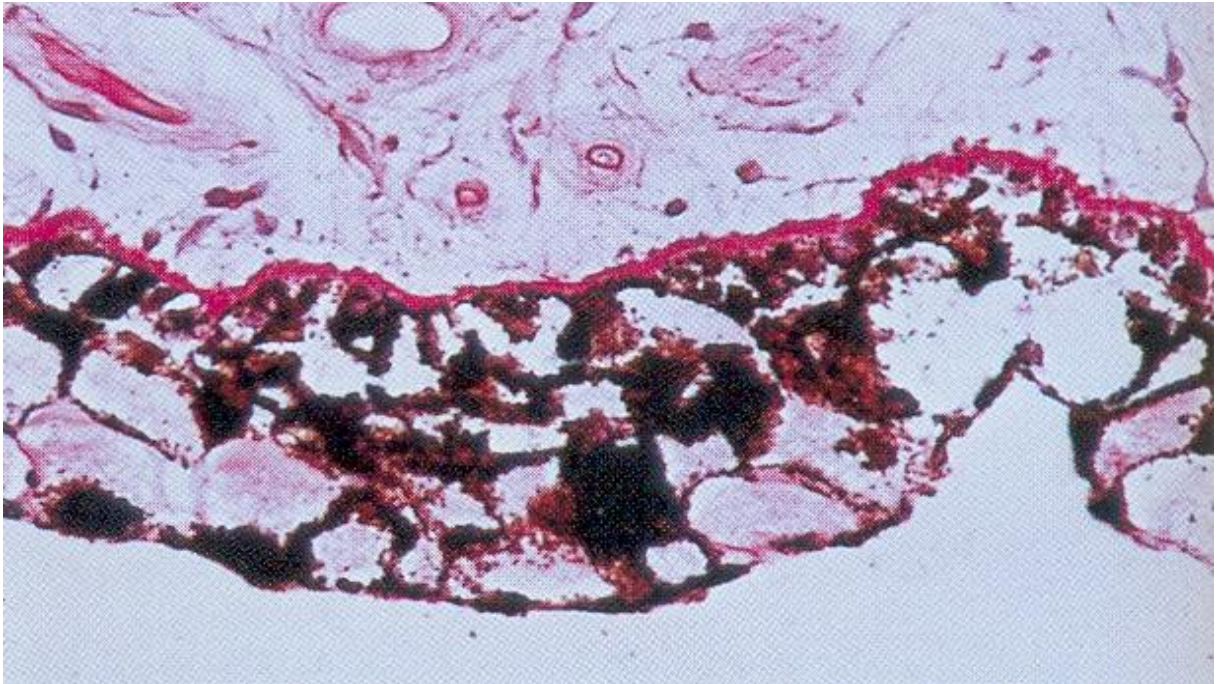


Figura 2- Vacuolização rendilhada do epitélio pigmentar da íris. Coloração PAS.  
FONTE: Yanoff M, Fine BS – Patologia Ocular.

### 1.4.2 *Rubeosis iridis*

A neovascularização da íris ocorre nos casos de uveíte de longa duração, oclusão da veia central da retina, tumores intra-oculares e DM. A proliferação de neovasos no seio camerular e superfície anterior da íris leva à formação de sinéquias anteriores periféricas e glaucoma secundário. Os neovasos são diferenciados do ingurgitamento dos vasos normais da íris pela sua disposição. Na congestão iridiana, os vasos estromais, de orientação radial, encontram-se dilatados. Na *rubeosis iridis*, observam-se neovasos superficiais dispostos aleatoriamente na face anterior da íris, especialmente na zona pupilar e no seio camerular (Figura 3). Muitas hemorragias no tecido iridiano podem estar presentes. A retinopatia diabética sempre é encontrada.<sup>14,18</sup>

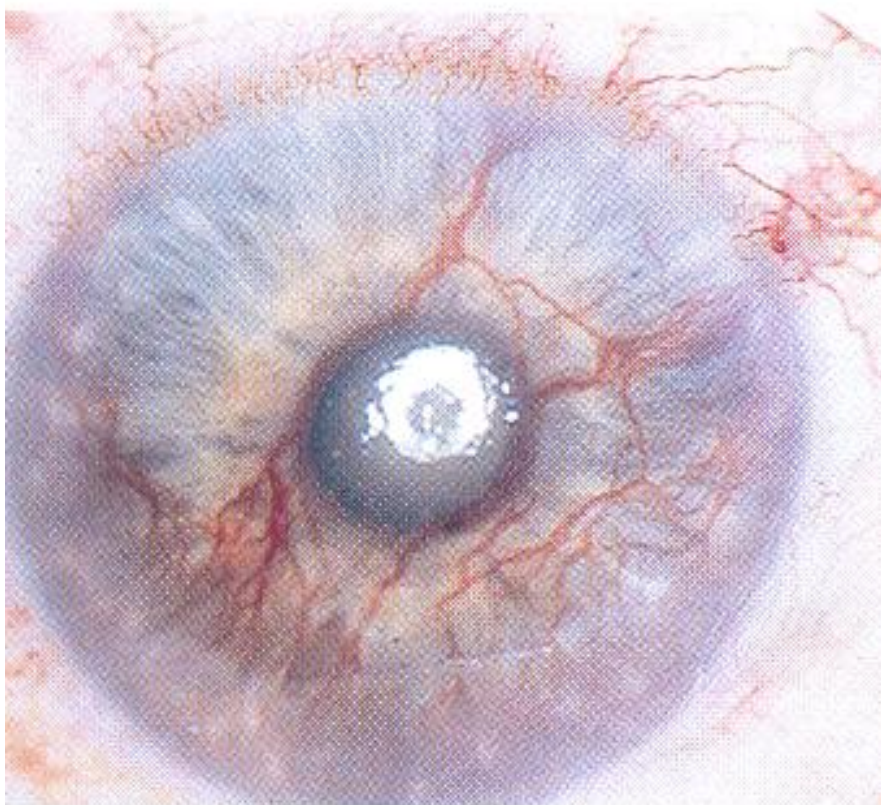


Figura 3 – *Rubeosis iridis*  
FONTE: Yanoff M, Fine BS – Patologia Ocular.

### **1.4.3 Lipemia**

Na lipemia, os vasos sanguíneos da íris e da coróide são preenchidos com gorduras.<sup>10</sup>

### **1.5 Motivação para o desenvolvimento do estudo**

Os métodos atualmente disponíveis para a determinação dos níveis de glicemia são seguros e confiáveis. No entanto, todos são procedimentos invasivos e dependem da retirada de sangue do paciente. No caso da glicemia capilar, existem no mercado várias marcas de



aparelhos para a determinação quantitativa da glicose no sangue e, em todas, há a necessidade do uso concomitante de tiras reagentes descartáveis.

Assim, a possibilidade do desenvolvimento de um sistema, que levasse à criação de uma tecnologia não invasiva para medir a glicemia, a partir de imagens da íris humana, motivou-nos sobremaneira, pensando especialmente naqueles pacientes diabéticos tipo 1, que necessitam realizar o teste da glicemia capilar diversas vezes por dia.

Nos dias atuais, com as modernas técnicas de processamento de imagens, é possível detectar variações na coloração ou textura da íris. Com isso, gera-se a expectativa de que seja possível identificar a correlação entre a glicemia e padrões de coloração do tecido iridiano.

Desta forma, teve início o presente projeto, cuja tecnologia permite que a medição da glicemia seja realizada sem dor, por não haver a necessidade de retirada de sangue do paciente. Obtém-se apenas uma fotografia digital da íris do voluntário e sua análise é realizada por meio de um programa de computador. E ainda, além de indolor, o sistema não requer material de consumo, reduzindo os seus custos.

A possibilidade de eventuais riscos desta técnica de exame está restrita à incidência da luz no olho do voluntário. Para neutralizá-los, utiliza-se um sistema de iluminação inofensivo à integridade do olho humano, similar ao utilizado em outros aparelhos oftalmológicos.

A disponibilização no mercado comercial de um aparelho, que utiliza um método não invasivo e de custo acessível para a monitoração da glicemia, permitirá que um maior número de diabéticos possa fazer uso do mesmo, trazendo reflexos positivos na qualidade de vida destes indivíduos.

É notório que pesquisas nessa área são raras. Procurar desenvolver um sistema que permitisse a medida dos níveis de glicemia, a partir de imagens da íris humana, de uma forma não invasiva e com menores custos, foi o maior desafio e a mola propulsora de nosso trabalho. Especialmente quando pensamos em crianças que necessitam de diversas medidas da glicemia capilar para posterior administração da insulina.

Assim, propusemo-nos a seguir o protocolo previamente estabelecido, cumprindo todas as etapas, adequando o programa de computador para a melhor interpretação dos dados e buscando incessantemente um caminho que levasse a alcançar o nosso objetivo.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo do presente estudo é determinar a correlação entre a glicemia e a coloração das íris humanas em voluntários diabéticos e não diabéticos, através de fotografias digitais da íris, processadas em programa de computador.

## 3 MÉTODO

### 3.1 Protocolo

A presente pesquisa é um estudo exploratório da correlação com delineamento transversal na coleta de dados.

Este tema de dissertação de mestrado foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (número 128/02) e pela Comissão de Ética Médica do Hospital Governador Celso Ramos (em 04/09/03), ambos de Florianópolis, Santa Catarina.

Os participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento, concordando com os métodos a serem utilizados.

Ao pesquisador coube a responsabilidade de fornecer aos voluntários informações completas relacionadas ao processo de pesquisa, além de acompanhar o nível de satisfação dos mesmos. Ainda foram responsabilidades do pesquisador assegurar a validade do material de consumo a ser utilizado e cumprir todos os requisitos estabelecidos neste protocolo.

Os voluntários tiveram sua identidade preservada, através da associação do cadastro a um número correspondente ao seu nome.

Os voluntários podiam, a qualquer momento, desistir da pesquisa, devendo apenas informar a sua decisão ao pesquisador responsável.

A pesquisa foi realizada no Hospital Governador Celso Ramos e no LABMETRO – Laboratório de Metrologia e Automação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, ambos de Florianópolis (SC).

Procurando seguir todas as fases descritas no protocolo, nossa linha de pesquisa fundamentou-se nas seguintes etapas: amostra, coleta de dados, sistema fotográfico e obtenção de imagens.

### 3.2 Amostra

Participaram do estudo 24 voluntários, sendo 19 diabéticos e 5 não diabéticos, com idades variando entre 23 e 77 anos (média de 51,87 anos), alguns deles apresentando diferentes níveis de glicemia na ocasião da coleta de dados, o que veio a trazer maiores subsídios na análise dos dados.

O número inicial era de 44 voluntários, mas resumiu-se a 24 por diversos motivos: a) absenteísmo de alguns, sem comunicação à equipe; b) intercorrências clínicas com outros voluntários, que os obrigaram a abandonar a pesquisa; c) problemas de qualidade das imagens fotográficas como reflexos, pouca abertura da fenda palpebral, etc; d) dificuldades para a realização de todas as etapas das coletas. Isso, naturalmente, levou-nos a excluir tais voluntários da amostra.

### 3.3 Coleta de dados

Foram efetuadas 10 (dez) sessões semanais de fotografias de ambas as íris. Para cada sessão media-se a glicemia capilar, por meio do glicosímetro Advantage®, lancetas Softclix II® e tiras de teste Accu-chek®, e em seguida registravam-se 3 fotografias digitais de cada íris. Assim, cada imagem da íris correspondeu a um momento no qual o nível de glicemia do voluntário foi determinado por um método de referência invasivo (Figura 4).

Dados sobre medicações em uso e doenças concomitantes foram devidamente anotados e as medidas realizadas independentemente de os voluntários encontrarem-se em jejum ou não. Em uma oportunidade, além da glicemia capilar, também foi efetuada uma glicemia venosa.



Figura 4: Glicosímetro usado para obter valor de referência para glicemia.  
FONTE: O autor.

### 3.4 Sistema fotográfico

Para obter as imagens das íris humanas com a qualidade e características necessárias, foi desenvolvido o protótipo esquematizado na Figura 5, abaixo.

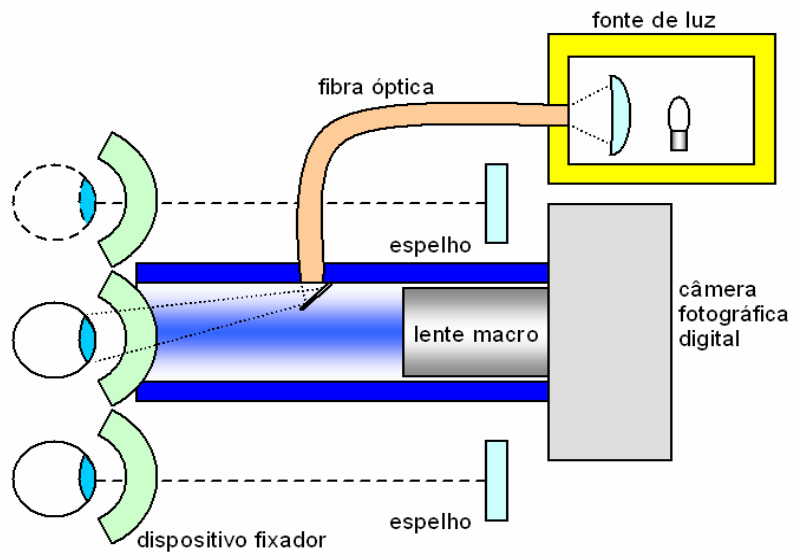


Figura 5: Esquema do protótipo do dispositivo de obtenção de imagens.  
FONTE: Labmetro.

O elemento central do protótipo é uma câmera fotográfica digital de alta resolução (6.0 megapixels), equipada com lente macro, capaz de registrar imagens da íris com grande ampliação, nitidez e riqueza de detalhes. A câmera possui capacidade de desativar ajustes automáticos de balanço de branco, o que é importante para evitar distorções não controladas de cores.

O sistema de iluminação é originado em uma lâmpada halógena alimentada com uma fonte de tensão estabilizada. A luz é direcionada e guiada por um feixe de fibras ópticas e dirigida para o bulbo ocular por meio de um pequeno espelho. O ângulo de incidência no bulbo ocular, praticamente frontal, faz com que o reflexo da fonte de luz apareça na imagem digital como um ponto luminoso localizado perto do centro da pupila, deixando assim a região da íris isenta de reflexos. A lâmpada halógena e a fonte de tensão estabilizada mantêm constante a temperatura da cor, o que é importante para preservar a fidelidade com que as cores são reproduzidas dentre imagens obtidas em momentos distintos. Sendo mantida a intensidade da iluminação, há a tendência do diâmetro pupilar manter-se inalterado nas diferentes imagens do mesmo voluntário.

O dispositivo fixador é um suporte para que o voluntário apóie confortavelmente sua face no momento de fotografar a imagem da íris. Mantém o bulbo ocular numa distância relativamente constante em relação à câmera, visando manter a imagem centralizada, em foco e com o mesmo tamanho. O sistema possui três dispositivos fixadores. Os dois dispositivos da região inferior da figura são destinados ao posicionamento da face quando a íris esquerda é fotografada. Analogamente, os dois superiores são usados quando a íris direita é fotografada. Os dispositivos, juntamente com o tubo, têm também a função de minimizar a interferência da iluminação ambiente na imagem fotografada.

Os dois espelhos planos, representados em azul-claro na figura, têm uma função importante: visam estabelecer um ponto de referência para que o voluntário focalize sua visão. Olhando para um ponto fixo, que corresponde ao reflexo do seu próprio olho, o voluntário tem mais facilidade para olhar para a frente e sua visão é focalizada em uma imagem concreta. Neste caso, embora a focalização ocorra no olho não fotografado, o olho que está sendo fotografado tende a se comportar de forma similar ao fotografado, assumindo uma postura mais bem definida e repetitiva.

Nas Figuras 6, 7, 8 e 9, é possível visualizar o aspecto real do protótipo desenvolvido. O conjunto está fixo por meio de um tripé com altura regulável, para melhor se adaptar a voluntários com diferentes estaturas.



Figura 6: Aspecto real do protótipo do sistema desenvolvido (visão oblíqua).  
FONTE: Labmetro.

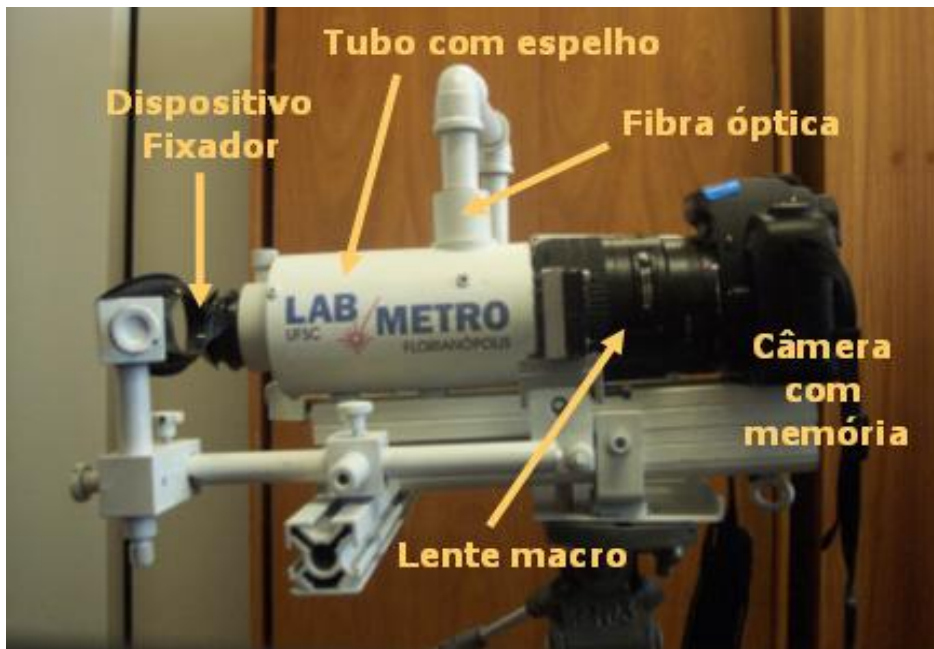


Figura 7: Aspecto real do protótipo do sistema desenvolvido (visão lateral).  
FONTE: Labmetro.

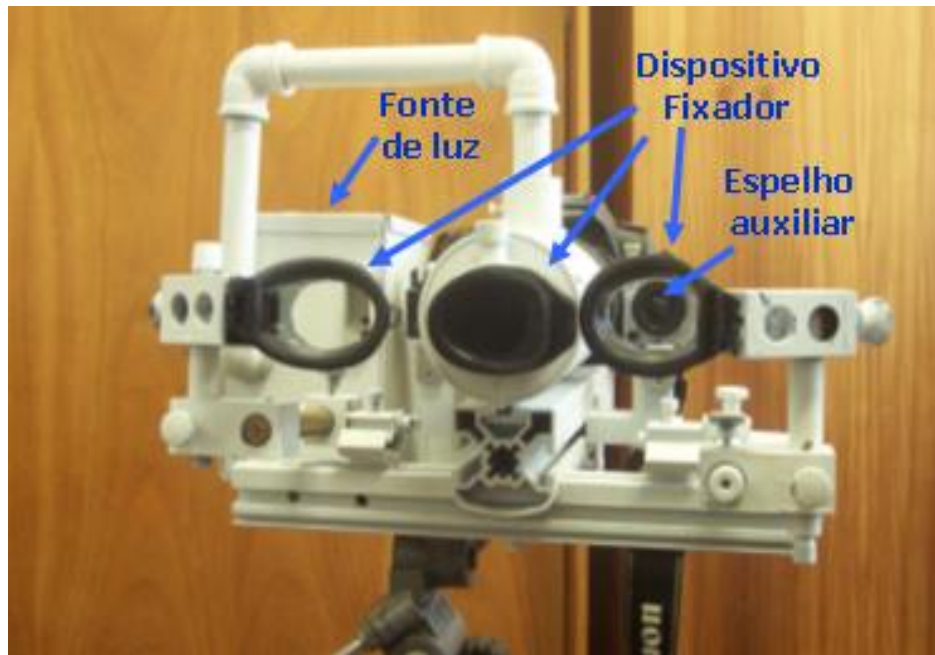


Figura 8: Aspecto real do protótipo do sistema desenvolvido (visão anterior).  
 FONTE: Labmetro.



Figura 9: Aspecto real do protótipo do sistema desenvolvido (dispositivo fixador).  
 FONTE: Labmetro.

Necessária se faz uma breve descrição sobre as formas como uma cor pode ser representada, bem como o modo de adquiri-la digitalmente. Como parte integrante do



trabalho, vamos expor alguns sistemas de cor, uma vez que tais sistemas são métodos de especificar uma cor em função de componentes primárias.

### 3.4.1 Sistema RGB

O olho humano apresenta receptores retinianos responsáveis pelo sentido da cor. Cada um deles responde a um certo comprimento de onda da luz, que corresponde ao vermelho (R), verde (G), azul (B) e combinações de quantidades dessas componentes podem formar outras cores do espectro. Deste modo, na representação do cubo RGB, as faixas de valores para R, G e B são iguais e com valores normalizados e, quando R, G e B são iguais a 1, a cor resultante é branca. A cor preta é definida pela origem e a linha que a liga à cor branca, forma a escala da cor cinza. Assim sendo, cada ponto no interior desse cubo representa uma cor formada pelas três coordenadas RGB (Figura 10).

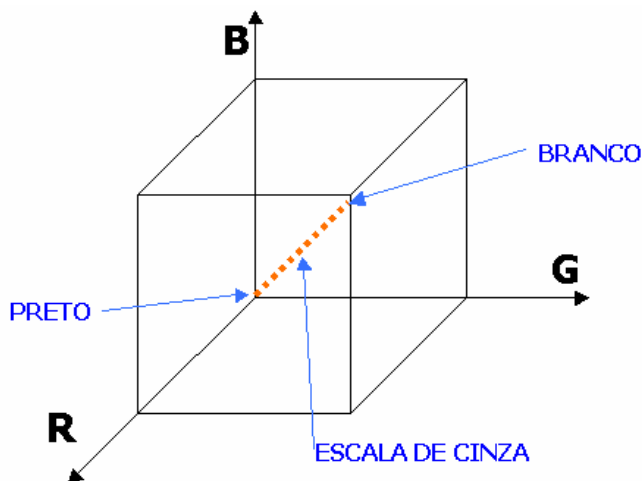


Figura 10: Sistema RGB

FONTES: Gonzalez RC, Woods RE – Processamento de imagens digitais.  
Marques OF, Vieira HN – Processamento digital de imagens.

### 3.4.2 Sistema HSI

Alternativamente, as cores também podem ser digitalmente descritas através de um outro sistema, o sistema HSI, formado por três outras componentes de cores: matiz (H), saturação (S) e intensidade (I). O matiz é um atributo associado ao comprimento de onda

dominante em uma mistura de ondas de luz. Assim, o matiz representa a cor dominante como percebida por um observador; quando chamamos um objeto de vermelho, laranja ou amarelo, estamos especificando o seu matiz (o amarelo possui um matiz diferente do laranja, que é diferente do verde, do azul, e assim por diante).<sup>36</sup> A saturação equivale à regulagem de quão viva uma cor é reproduzida e depende da quantidade de cor branca adicionada a um matiz. Dessa forma, uma imagem em preto e branco possui saturação igual a zero opondo-se a uma imagem com cores muito vivas, que possui saturação elevada (seria o equivalente a levar a cor da imagem de um aparelho de televisão ao máximo, por exemplo). A intensidade equivale à regulagem do brilho da imagem de uma televisão, por exemplo, e é definida pela quantidade de luz. Assim sendo, quanto mais luz, maior a intensidade.

Pode-se representar uma cor pelo sistema RGB e a mesma cor pelo sistema HSI. A conversão das coordenadas de um sistema de cor em outro, e vice-versa, é possível mediante equações matemáticas. A intensidade, por exemplo, resulta da média entre R, G e B.

Em função da intensidade da fonte de luz ser razoavelmente constante, e de serem mantidos os mesmos parâmetros de regulagem da câmera (abertura e tempo de exposição), não seriam esperadas variações significativas em fotografias repetidas da íris. Na prática, pequenas variações são inevitavelmente detectadas, principalmente na intensidade média de cada fotografia. Para minimizar os efeitos indesejáveis destas variações na quantificação das componentes da cor, o programa efetua uma normalização.

A normalização inicia com o cálculo da intensidade média resultante das 36 regiões regulares da íris. Cada componente da cor, seja de cada uma das regiões de interesse regulares, ou de cada uma das elipses das regiões de interesse livres, é então dividida pela intensidade média. O número resultante é praticamente imune às variações da intensidade média das imagens, resultando em um parâmetro com muito melhor repetitividade.

Para cada região de interesse, seja regular ou livre, são calculadas as componentes médias R, G e B e, com estas, as componentes H, S e I. Na seqüência, as componentes médias de cada região de interesse são normalizadas, dividindo-as pela intensidade média de todas as regiões da íris. Estes valores são salvos em arquivo em formato de texto.

### 3.4.3 Câmera digital e a formação de imagens coloridas

A câmera digital compõe-se de parte óptica, diafragma, sensor e circuitos eletrônicos. Vamos nos detalhar mais no sensor, que é a parte responsável pela captação da imagem. O mais utilizado é o tipo CCD (*Charge Coupled Device*, ou seja, dispositivo de carga acoplada). O CCD é uma espécie de *chip* coberto por uma camada dividida em elementos fotossensíveis, chamados pixels. Um pixel é, portanto, o menor elemento de uma imagem.

A forma de conseguir imagens coloridas baseia-se no sistema RGB. Com uma câmera digital composta por 1 CCD, como a que foi utilizada na nossa pesquisa, uma imagem colorida é obtida através de filtros situados na frente de cada pixel, formando um agrupamento de filtros coloridos. Cada filtro permite a passagem da luz em um dos comprimentos de onda: vermelho, verde ou azul. Assim, cada pixel é sensibilizado com apenas uma das componentes primárias. Uma forma de representação desse agrupamento de filtros é o chamado padrão Bayer, no qual a maior quantidade de filtros verdes deve-se à maior sensibilidade do olho humano aos comprimentos de onda dessa cor. Desta maneira, o primeiro pixel superior esquerdo só possuirá informação sobre a componente vermelha da cor, enquanto que o pixel ao lado apenas da verde, e assim sucessivamente. Como a informação obtida refere-se somente a uma componente de cor, os dados das outras duas componentes primárias são conseguidos por meio de algoritmos de interpretação, que definem as componentes restantes (Figura 11).<sup>19,20</sup>

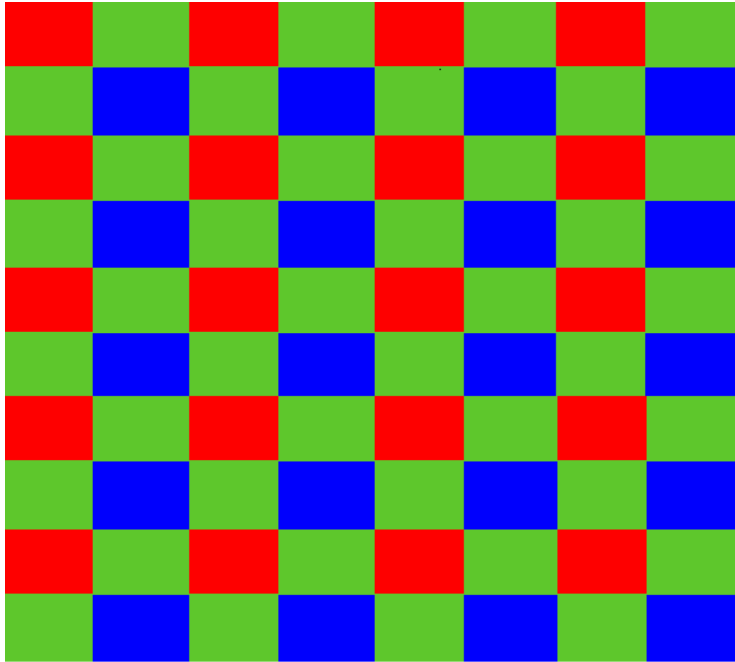


Figura 11: Agrupamento de filtros coloridos para dispositivos com um CCD.

FONTE: Codes VM. Metodologia para correção de imagens digitais de íris humanas.

### 3.4.4 Fase de calibração

O sistema necessita ainda de uma fase de calibração (além de uma fase de medição). Na fase de calibração, a câmera fotográfica é posicionada de tal forma a nos fornecer uma imagem de boa qualidade e, através de um programa de processamento de imagens, levará à extração de parâmetros da cor de regiões definidas da íris. Isso nos dará elementos para a definição e calibragem do modelo de determinação da glicemia pela imagem da íris, mediante programa de computador (estatística). Ao mesmo tempo, os dados da glicemia capilar, obtidos pelo glicosímetro, fornecerão a glicemia de referência, que também levarão à definição e calibragem do modelo de determinação da glicemia pela imagem da íris, por meio de um programa de computador (estatística) (Figura 12).

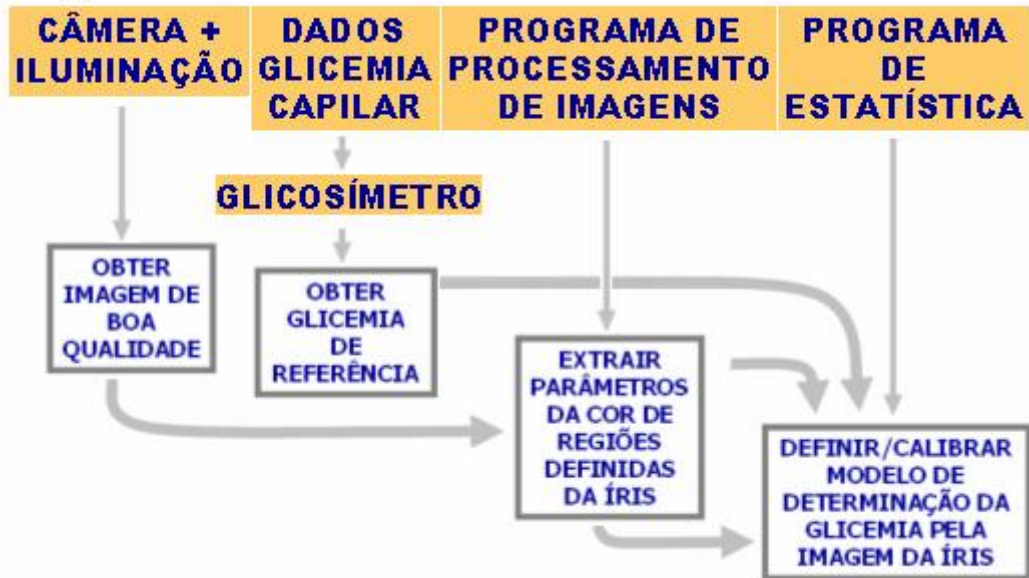


Figura 12: Fase de calibração.  
FONTE: Labmetro.

### 3.4.5 Fase de medição

Na fase de medição, a câmera também é posicionada com boa iluminação para obter a imagem, que, através do programa de processamento de imagens, levará à extração de parâmetros de imagem. Tais parâmetros, por meio de programa de computador (estatística), fornecerão dados para calcular a glicemia com o modelo calibrado (Figura 13).

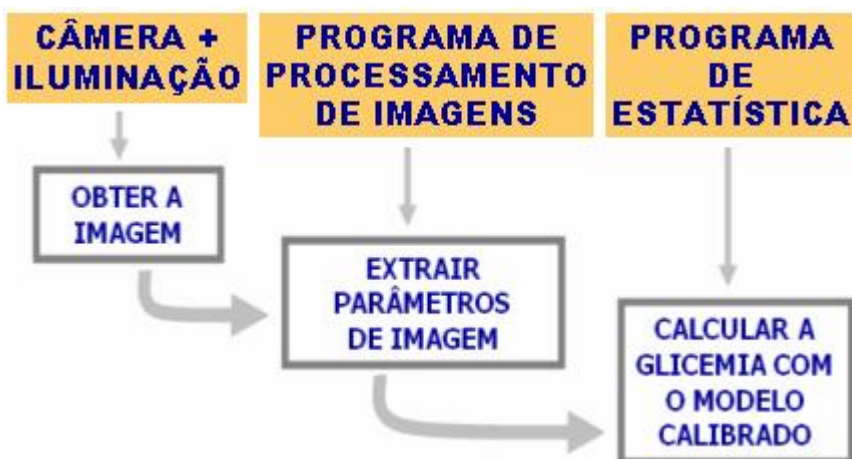


Figura 13: Fase de medição.  
FONTE: Labmetro.

### 3.5 Obtenção de imagens da íris

#### 3.5.1 Regiões de interesse regular da íris

Cada íris foi subdividida, radialmente, em 12 regiões, no mesmo sentido dos ponteiros de um relógio: dessa maneira, a região 1 situa-se entre 12 horas e 1 hora; a região 2, entre 1 e 2 horas, e assim por diante (Figura 14).

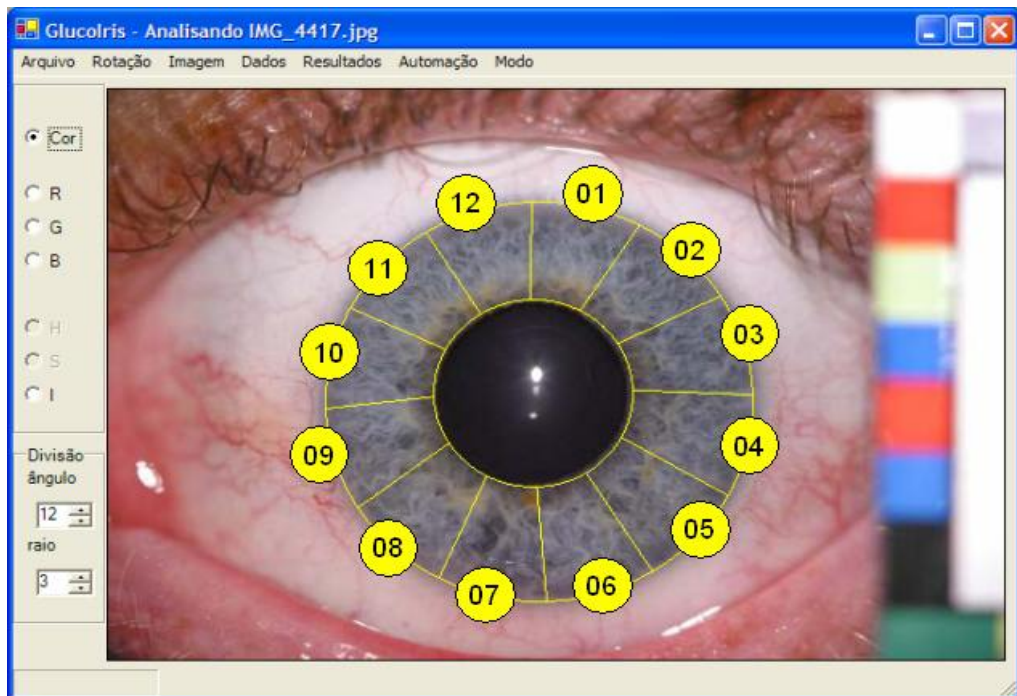


Figura 14: Regiões de interesse regular da íris.  
FONTE: Labmetro.

Com relação à anatomia da íris, vimos que o colarete subdivide a íris em 2 zonas: a zona pupilar, situada entre o bordo pupilar e o colarete, e a zona ciliar, situada entre o colarete e a raiz da íris. Assim, consideramos 3 regiões para a análise da íris: a primeira, mais interna, localizada entre a pupila e uma área anterior ao colarete, chamada de região pupilar (Pu); a segunda, intermediária, localizada entre a área anterior ao colarete e até uma outra após o mesmo, incluindo-o e chamada de região do colarete (Co); e a terceira, mais externa, que se

estende do final da segunda e vai até a área fronteira entre a íris e o limbo córneo-escleral, chamada de região ciliar (Ci) (Figuras 15, 16 e 17).

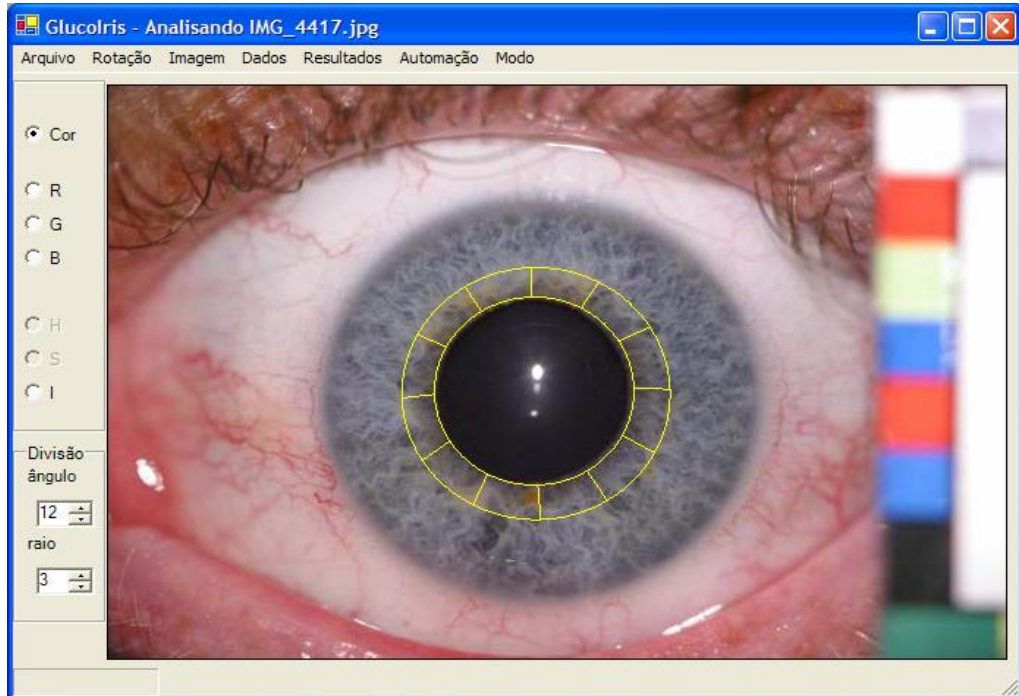


Figura 15: Região de interesse regular da íris (região pupilar - Pu).  
FONTE: Labmetro.

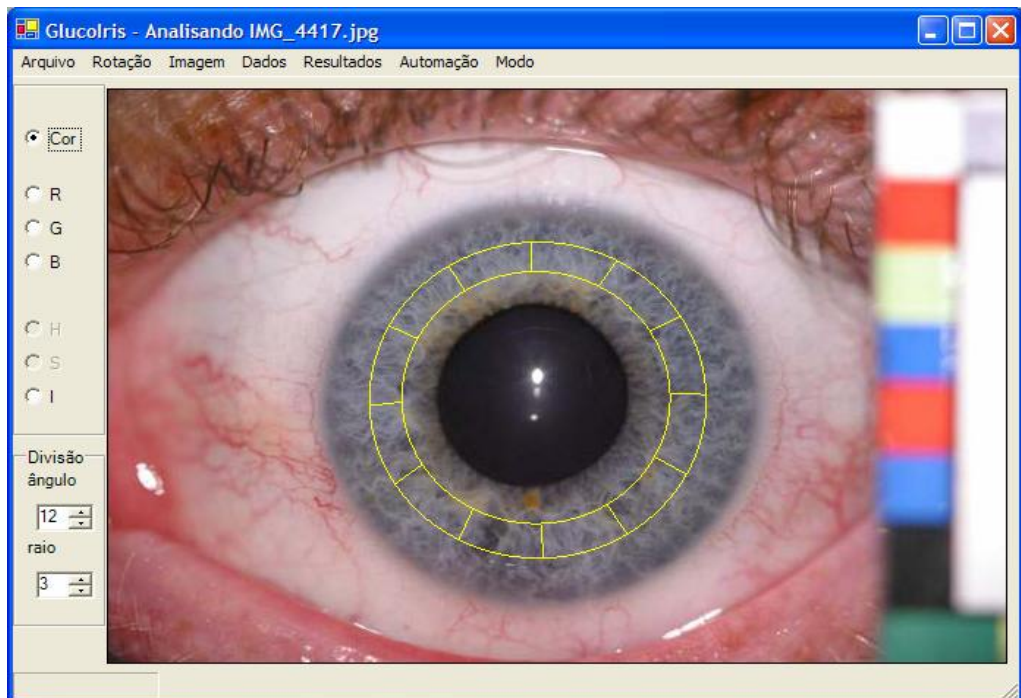


Figura 16: Região de interesse regular da íris (região do colarete - Co).  
FONTE: Labmetro.

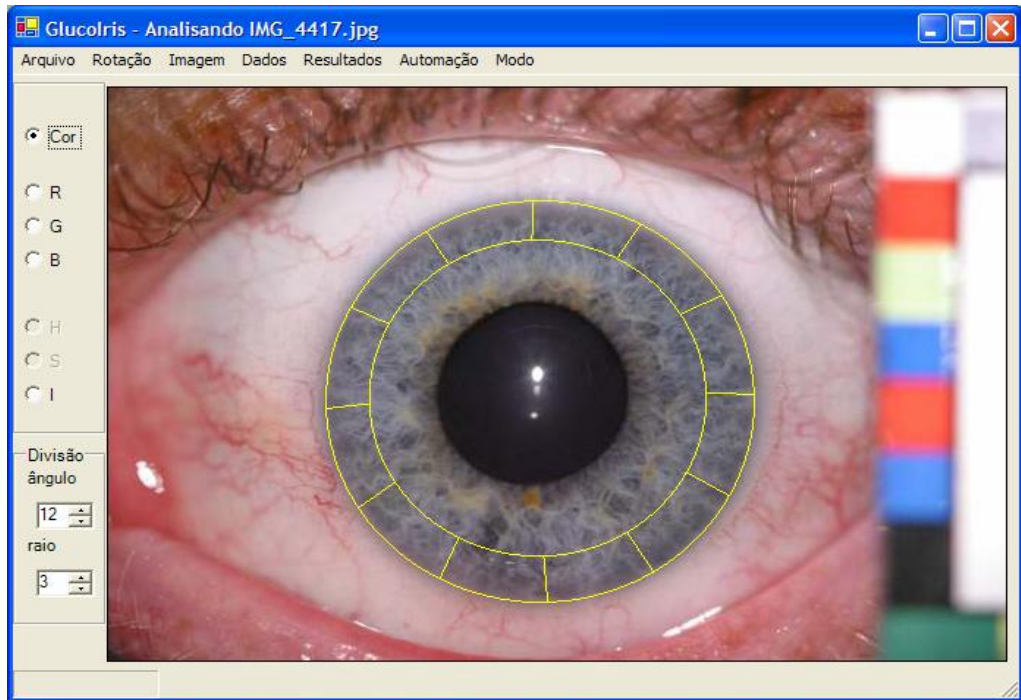


Figura 17: Região de interesse regular da íris (região ciliar - Ci).  
FONTE: Labmetro.

Temos, então, a íris subdividida em 36 setores: 3 anéis (regiões pupilar, colarete e ciliar) e 12 setores angulares (denominados em horas e numerados de forma similar aos ponteiros de um relógio), ou seja, para cada hora, existem 3 setores. Estão assim constituídas as chamadas áreas de interesse regular da íris (Figura 18).

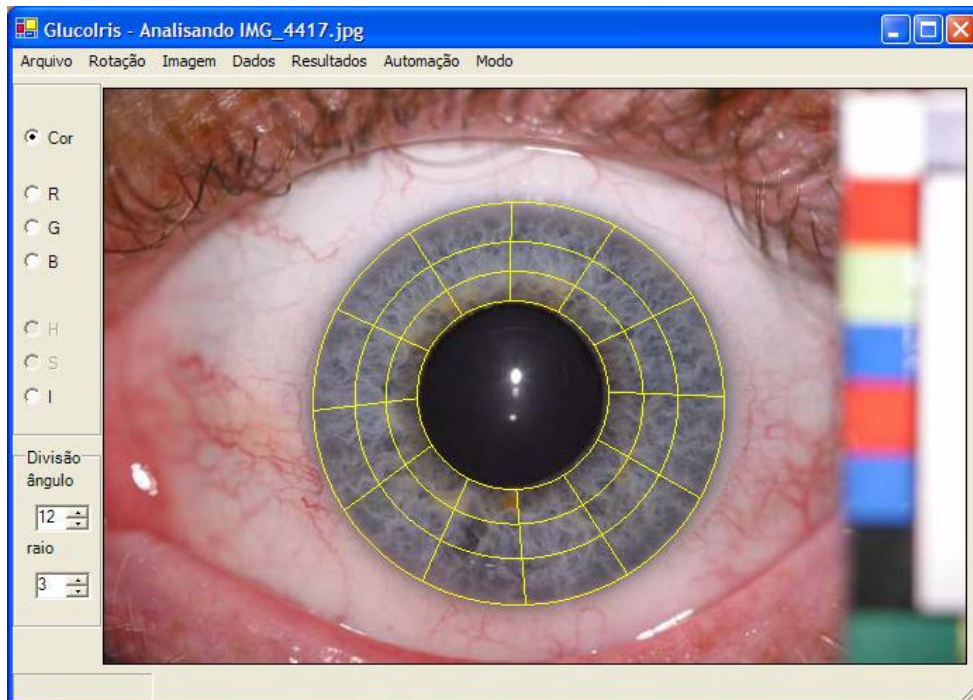


Figura 18: Regiões de interesse regular da íris.  
FONTE: Labmetro.



Uma pequena margem pode ser configurada no programa entre as fronteiras da íris e o início das zonas de interesse. A Figura 19 representa uma configuração tipicamente adotada, com os limites de cada uma das zonas representados na Tabela 1, abaixo.

**TABELA 1:** Posição radial das regiões de interesse na íris

| Região         | Início | Término |
|----------------|--------|---------|
| Margem interna | 0%     | 10%     |
| Pupilar        | 10%    | 30%     |
| Colarete       | 30%    | 60%     |
| Ciliar         | 60%    | 95%     |
| Margem externa | 95%    | 100%    |

FONTE: Labmetro.

Os percentuais são interpretados da seguinte forma: 0% corresponde à posição da fronteira interna (íris/pupila) e 100%, à fronteira externa (íris/limbo córneo-escleral). Valores intermediários correspondem a posições intermediárias. Por exemplo, 50% corresponde a uma elipse que se situa na posição intermediária entre as elipses que definem as fronteiras interna e externa (Figura 19).

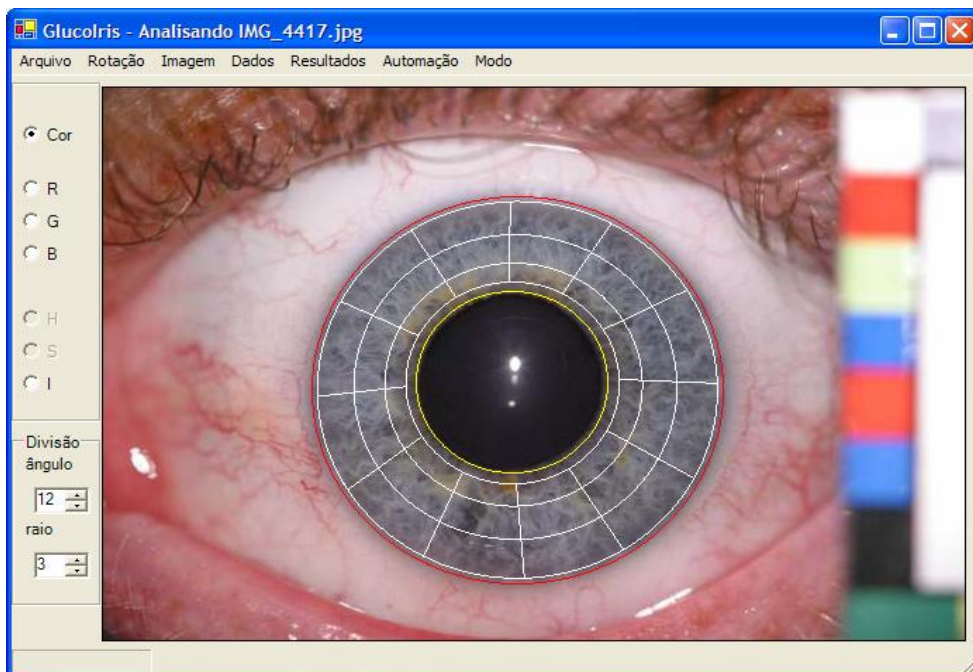


Figura 19: Identificação das fronteiras das regiões da íris.

FONTE: Labmetro.

### 3.5.2 Regiões de interesse livre da íris

Regiões de interesse podem ser definidas de forma livre sobre a imagem da íris. São sempre regiões elípticas, de tamanhos, localização e em número livremente definidos pelo usuário. A Figura 20 mostra um exemplo de dez regiões elípticas definidas sobre regiões onde estão presentes áreas escuras na íris. Este recurso permite monitorar alterações na coloração de marcas e regiões singulares da íris.

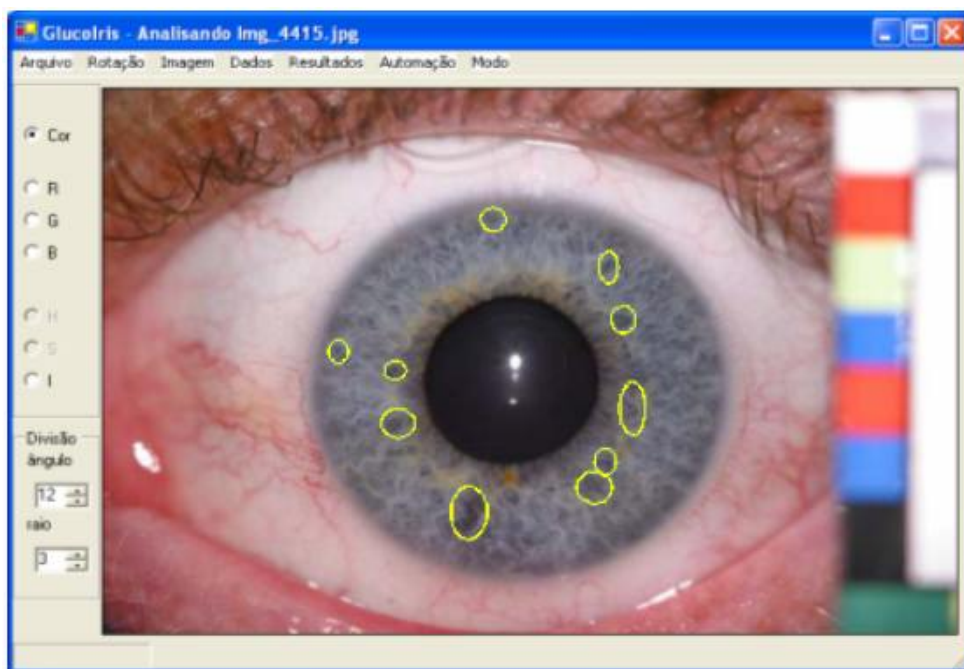


Figura 20: Definição de regiões singulares de interesse da íris.  
FONTE: Labmetro.

### 3.6 Programa de computador

Uma vez obtidas imagens digitais com a qualidade necessária, estas são processadas e analisadas por meio de um programa de computador especialmente desenvolvido. O objetivo do programa é extrair dados numéricos da imagem, que representem as componentes da cor de regiões bem definidas da íris. Vários passos estão envolvidos:

Passo 1: Leitura do arquivo da imagem digital da íris na memória do computador (Figura 21).

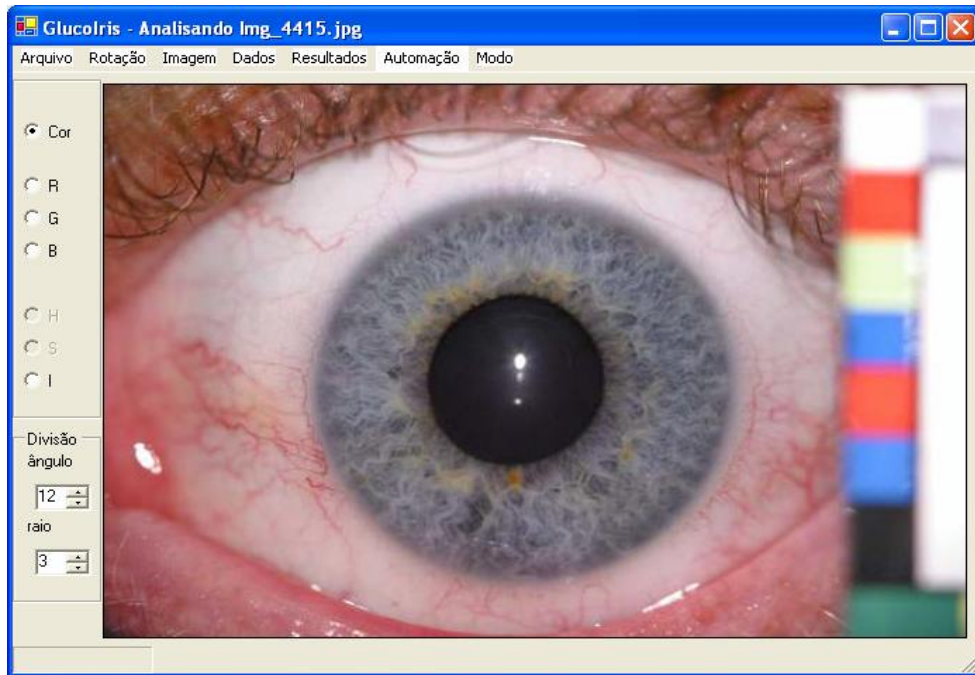


Figura 21: Leitura do arquivo digital da imagem na memória do computador.  
FONTE: Labmetro.

É interessante notar, nesta figura, que a posição do reflexo da fonte de iluminação no bulbo ocular está totalmente dentro da região da pupila.

Passo 2: Identificação dos contornos da íris.

As elipses imaginárias que separam as fronteiras entre íris/limbo córneo-escleral e íris/pupila devem ser localizadas na imagem. A elipse representada em vermelho na Figura 22 delimita a região entre a íris e o limbo córneo-escleral. A elipse representada em amarelo caracteriza a fronteira entre a pupila e a íris. As linhas representadas na cor branca serão discutidas mais adiante.

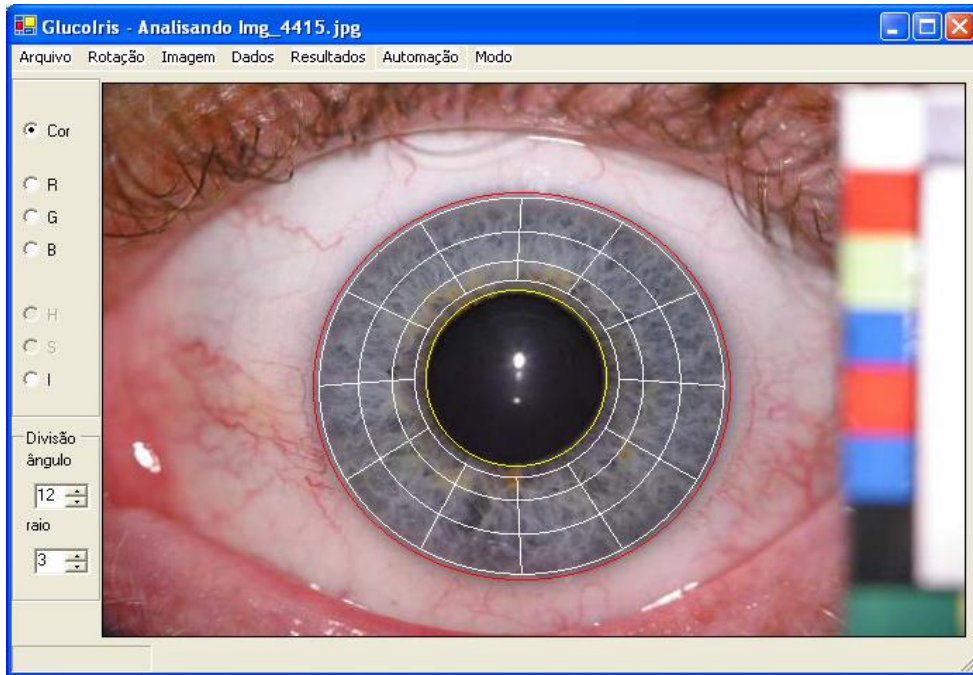


Figura 22: Identificação das fronteiras da região da íris.  
 FONTE: Labmetro.

A localização destas fronteiras é realizada com um algoritmo de busca. As regiões de busca são livremente configuradas pelo usuário do programa. Na Figura 23, são representadas por linhas amarelas, seis regiões de busca para a fronteira externa da íris (íris/limbo córneo-escleral), e oito regiões de busca para a fronteira íris/pupila. Através de um algoritmo de busca da máxima derivada, os pontos centrais correspondentes à transição radial das fronteiras da íris são encontrados. Com estes pontos, as posições das elipses que representam os contornos da íris são calculadas, resultando na condição representada na Figura 23.

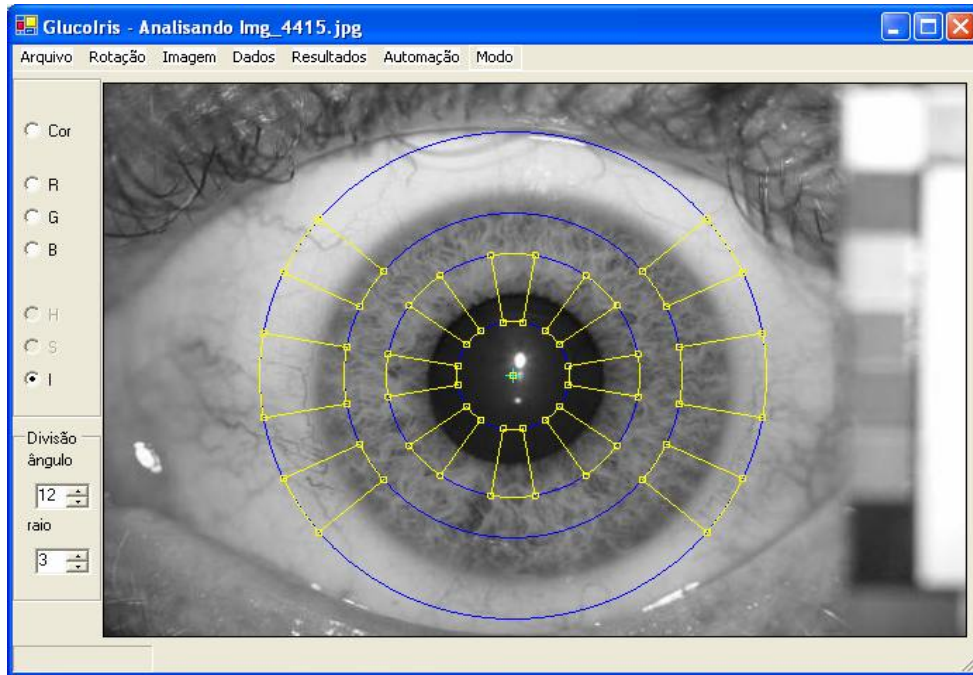


Figura 23: Regiões de busca para determinação das fronteiras interna e externa da íris.  
 FONTE: Labmetro.

Embora a função dos dispositivos fixadores seja manter a íris fotografada na mesma posição e orientação, pequenas variações da posição e orientação da íris são observadas. Deslocamentos laterais ou verticais da posição da íris na imagem são compensados com a localização das posições das fronteiras da íris. Entretanto, eventuais rotações da íris não podem ser compensadas desta forma. O programa dispõe de uma rotina de correlação digital de imagens, que quantifica rotações existentes em relação a uma imagem eleita como referência e aplica uma rotação numérica contrária visando tornar as imagens com a mesma referência angular. A Figura 24 mostra o aspecto visual do resultado do algoritmo de medição da rotação, sendo visível na parte inferior esquerda o ângulo medido de apenas  $0,24^\circ$  entre a presente imagem e a imagem adotada como referência.

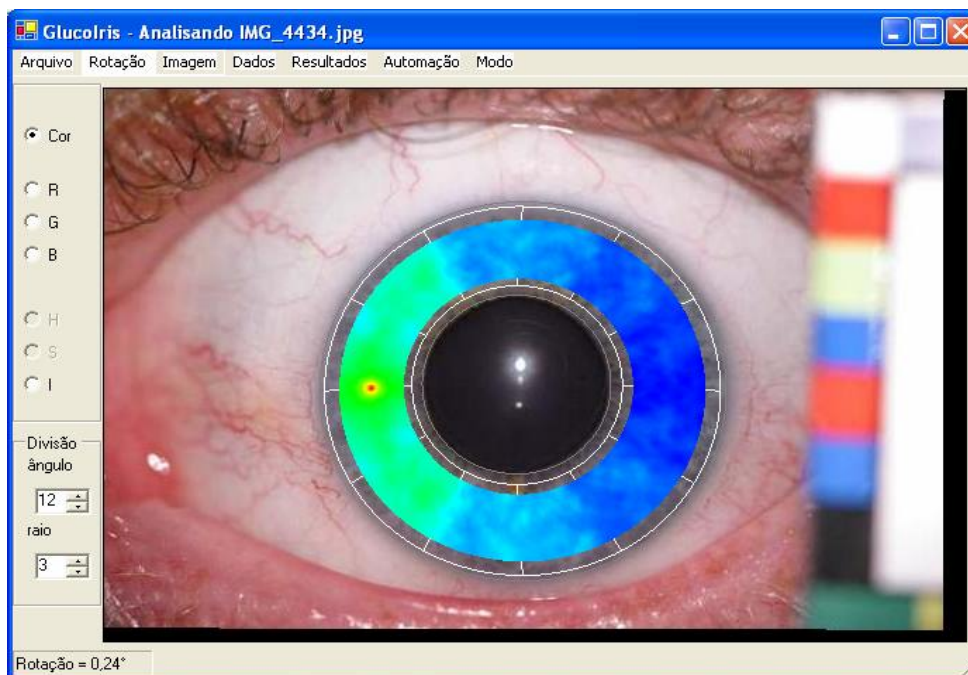


Figura 24: Determinação da rotação de uma imagem.  
FONTE: Labmetro.

### 3.7 Correlação linear

Cada imagem da íris corresponde a um momento no qual o nível de glicemia do voluntário é determinado por um método de referência invasivo. Nesta pesquisa, a glicemia foi medida na extremidade do dedo do voluntário por um glicosímetro portátil como o ilustrado na Figura 4, além da glicemia venosa, realizada em uma oportunidade.

A correlação entre o nível de glicemia e cada componente da cor de cada região de interesse é calculada pelo programa para um conjunto de imagens. O valor do nível de glicemia e as componentes de cor normalizadas para cada região de interesse, previamente determinados para cada imagem do conjunto, são usados para calcular o valor do coeficiente de correlação linear.

O coeficiente de correlação linear é um número que varia entre -1,0 e +1,0, passando por todos os valores intermediários. Quando seu valor é +1,0, há correlação linear perfeita e direta entre o nível da glicemia e a componente da cor, isto é, quando o nível de glicemia aumenta, a componente da cor aumenta de forma perfeitamente proporcional. Quando o valor

do coeficiente de correlação é igual a  $-1,0$ , também há correlação linear perfeita, porém inversa, o que significa que o aumento do nível de glicemia provoca redução perfeitamente proporcional na componente da cor. Se o coeficiente de correlação linear é  $0,0$ , não há nenhum tipo de correlação linear entre o nível de glicemia e a componente da cor, indicando que as variações destas grandezas não têm nenhuma ligação que possa ser descrita por uma equação linear. A identificação de regiões de interesse, que apresentem coeficientes de correlação linear, cujo valor absoluto está na faixa entre  $0,7$  e  $1,0$ , é significativa, não importando se são valores positivos ou negativos.

### **3.8 Apresentação dos resultados para as regiões de interesse regular**

São os resultados apresentados para as 36 regiões da subdivisão da íris. Os valores dos coeficientes de correlação linear são calculados para cada uma das seis componentes de cor de cada região de interesse analisada. Para as regiões de interesse regular, seus valores numéricos são registrados pelo programa na forma de uma extensa tabela, contendo 216 valores, correspondendo aos coeficientes de correlação, para cada uma das seis componentes de cor normalizadas de cada uma das 36 regiões de interesse regular.

Alternativamente, uma síntese dos resultados é também registrada pelo programa. Os dez campos determinados estão representados na Tabela 2. Os primeiros dois campos referem-se à região de interesse regular onde foi registrado menor valor de coeficiente de correlação. O primeiro campo contém a posição desta região, codificada pela justaposição de um conjunto de três símbolos: a primeira letra indica a componente da cor (R, G, B, H, S ou I), o número a seguir identifica a posição angular da região através da sua “hora”, sendo um número entre 1 e 12 e, finalmente, os dois últimos caracteres indicam a posição radial da região de interesse como mais interna (Pu = pupilar), intermediária (Co = colarete) ou mais externa (Ci = ciliar). O segundo campo é o valor do coeficiente de correlação mais negativo encontrado, que corresponde à região identificada no primeiro campo.

**TABELA 2:** Síntese da análise de correlação para regiões de interesse regular de um conjunto de imagens

| <b>Posição do valor mínimo</b> | <b>Valor mínimo</b> | <b>Posição do valor máximo</b> | <b>Valor máximo</b> | <b>R médio</b> | <b>G médio</b> | <b>B médio</b> | <b>H médio</b> | <b>S médio</b> | <b>I médio</b> |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| H1Ci                           | -0,731              | I7Ci                           | 0,758               | 0,264          | 0,297          | 0,278          | 0,352          | 0,256          | 0,390          |

FONTE: Labmetro.

Os terceiro e quarto campos correspondem, respectivamente, à identificação da região de interesse regular onde ocorre e ao valor do máximo coeficiente de correlação. Os seis campos que seguem representam o valor da média dos valores absolutos dos coeficientes de correlação para cada uma das seis componentes de cor considerando todas as regiões de interesse regular. Por exemplo, o quinto campo, na Tabela 2, aponta que o valor médio dos valores absolutos do coeficiente de correlação para a componente de cor R foi 0,264 para toda a íris.

Os resultados dos coeficientes de correlação são mais facilmente visualizados através da escala de cores representada na Figura 25. Cada uma das 36 regiões da íris está representada de forma esquemática e é preenchida com uma cor. A escala ao lado indica a correspondência entre o tom de cor e o valor do coeficiente de correlação. Tons de verde sinalizam baixa correlação. Tons de azul indicam regiões com correlações mais elevadas e positivas. Tons de vermelho mostram fortes correlações negativas. A correspondência entre esta representação e a síntese da Tabela 2 pode ser verificada localizando a região 1 h na posição ciliar da componente de cor H como o ponto com menor coeficiente de correlação negativo. O ponto de máxima correlação positiva corresponde à posição 7 h ciliar da componente de cor I, que é o ponto com tom de azul mais forte identificado na Figura 25, na seqüência.



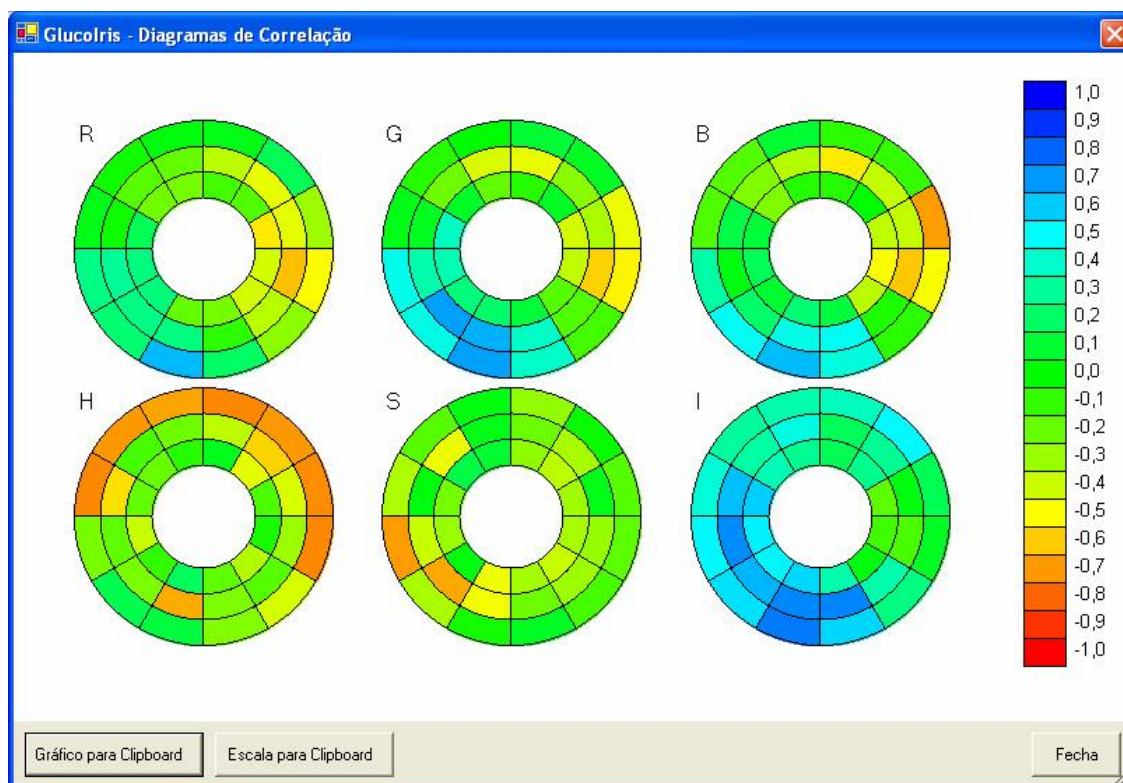


Figura 25: Representação gráfica dos coeficientes de correlação para cada componente de cor e para cada região de interesse regular através de uma escala de cores.

FONTE: Labmetro.

### 3.9 Apresentação dos resultados para as regiões de interesse livre

Os valores dos coeficientes de correlação linear também são calculados para cada uma das componentes de cor de cada região de interesse livre. Para as regiões de interesse livre, seus valores numéricos são registrados pelo programa na forma de uma extensa tabela, contendo todos os valores correspondentes dos coeficientes de correlação para cada uma das seis componentes de cor normalizadas de cada uma das regiões de interesse livre definidas.

Alternativamente, uma síntese dos resultados é também registrada pelo programa. Os dez campos determinados estão representados na Tabela 3. Os primeiros dois campos referem-se à região de interesse livre onde foi registrado menor valor de coeficiente de correlação. O primeiro campo contém a letra “E”, mostrando que se trata de uma elipse. O número que segue é o número de identificação da elipse, numerada de forma crescente quando o conjunto de elipses é definido. Finalmente, a letra que se segue indica a componente

da cor (R, G, B, H, S ou I). O segundo campo é o valor do coeficiente de correlação mais negativo encontrado dentre todas as regiões de interesse livre, que corresponde à região identificada no primeiro campo.

**TABELA 3:** Síntese da análise de correlação para regiões de interesse livre de um conjunto de imagens

| <b>Posição do valor mínimo</b> | <b>Valor mínimo</b> | <b>Posição do valor máximo</b> | <b>Valor máximo</b> | <b>R médio</b> | <b>G médio</b> | <b>B médio</b> | <b>H médio</b> | <b>S médio</b> | <b>I médio</b> |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| E4S                            | -0,371              | E8R                            | 0,839               | 0,448          | 0,462          | 0,400          | 0,028          | 0,212          | 0,445          |

FONTE: Labmetro.

Os terceiro e quarto campos correspondem, respectivamente, à identificação da região de interesse livre onde ocorre e ao valor do máximo coeficiente de correlação. Os seis campos que seguem representam o valor da média dos valores absolutos dos coeficientes de correlação para cada uma das seis componentes de cor, considerando todas as regiões de interesse livre. Por exemplo, o quinto campo, na Tabela 3, indica que o valor médio dos valores absolutos do coeficiente de correlação para a componente de cor R foi 0,448, considerando todas as regiões de interesse livre.

Os coeficientes de correlação podem também ser graficamente visualizados através da escala de cores representada na Figura 26. Cada uma das regiões livres está representada de forma esquemática e é preenchida com uma cor. A escala ao lado indica a correspondência entre o tom de cor e o valor do coeficiente de correlação. Tons de verde apontam baixa correlação. Tons de azul mostram regiões com correlações mais elevadas e positivas. Tons de vermelho indicam fortes correlações negativas.

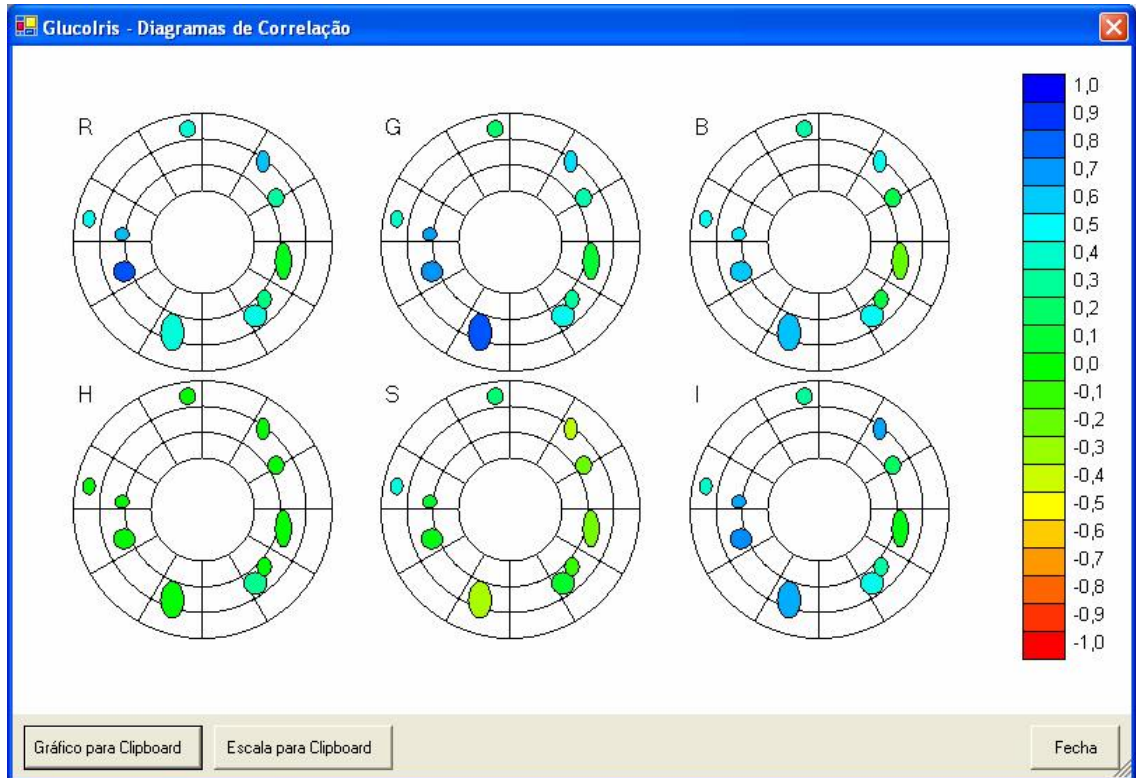


Figura 26: Representação gráfica dos coeficientes de correlação para cada componente de cor e para cada região de interesse livre através de uma escala de cores.  
 FONTE: Labmetro.

## 4 RESULTADOS

Na Tabela 4 pudemos analisar os dados relativos à idade, tempo de evolução do DM e as correlações mais intensas das íris direita e esquerda e em que região as mesmas ocorreram nos 24 voluntários avaliados.

**TABELA 4:** Correlação entre a idade, tempo de evolução da doença e correlações mais intensas das íris direita e esquerda dos 24 voluntários avaliados

| Voluntário | Idade (anos) | Tempo de diabetes (anos) | Íris Direita |        |         | Íris Esquerda |       |         |       |       |
|------------|--------------|--------------------------|--------------|--------|---------|---------------|-------|---------|-------|-------|
|            |              |                          | Pos mín      | corr   | Pos máx | Pos mín       | corr  | Pos máx |       |       |
| 1          | 34           | 0                        | R4Co         | -0.568 | B10Pu   | 0.786         | H4Ci  | -0.739  | G5Ci  | 0.561 |
| 2          | 56           | 5                        | G7Pu         | -0.704 | I7Co    | 0.788         | R1Pu  | -0.662  | R4Co  | 0.796 |
| 3          | 47           | 10                       | H11Co        | -0.635 | S8Pu    | 0.856         | I11Co | -0.816  | I2Ci  | 0.871 |
| 4          | 48           | 10                       | H11Co        | -0.900 | H7Co    | 0.854         | S3Co  | -0.769  | G9Pu  | 0.787 |
| 5          | 62           | 2                        | H10Pu        | -0.883 | H10Ci   | 0.915         | B8Pu  | -0.857  | S10Pu | 0.826 |
| 6          | 77           | 11                       | H10Co        | -0.859 | R5Ci    | 0.905         | G4Co  | -0.938  | R11Co | 0.926 |
| 7          | 54           | 18                       | R1Pu         | -0.750 | G4Co    | 0.745         | G10Ci | -0.790  | B11Co | 0.877 |
| 8          | 61           | 8                        | H7Co         | -0.825 | S2Ci    | 0.820         | H7Pu  | -0.751  | S6Co  | 0.713 |
| 9          | 46           | 16                       | R12Pu        | -0.566 | R3Co    | 0.614         | S4Ci  | -0.651  | G7Pu  | 0.760 |
| 10         | 62           | 15                       | S7Co         | -0.625 | I7Co    | 0.647         | G4Ci  | -0.738  | R9Co  | 0.839 |
| 11         | 23           | 0                        | R5Pu         | -0.918 | G10Pu   | 0.762         | H11Co | -0.754  | H9Co  | 0.725 |
| 12         | 52           | 0                        | G7Ci         | -0.880 | G6Pu    | 0.886         | H10Pu | -0.880  | B10Pu | 0.829 |
| 13         | 36           | 0                        | I5Pu         | -0.689 | S11Ci   | 0.744         | I9Pu  | -0.710  | S7Pu  | 0.694 |
| 14         | 52           | 2                        | H9Co         | -0.970 | H8Pu    | 0.956         | R9Co  | -0.958  | I3Pu  | 0.978 |
| 15         | 52           | 10                       | H3Ci         | -0.640 | S5Co    | 0.712         | H12Co | -0.864  | G10Co | 0.919 |
| 16         | 61           | 17                       | H5Co         | -0.743 | S6Ci    | 0.678         | H10Co | -0.876  | R3Ci  | 0.924 |
| 17         | 64           | 15                       | S7Ci         | -0.746 | H9Pu    | 0.690         | R11Co | -0.738  | B2Ci  | 0.747 |
| 18         | 35           | 0                        | H4Ci         | -0.860 | R4Ci    | 0.755         | S8Ci  | -0.901  | B9Pu  | 0.654 |
| 19         | 61           | 5                        | R12Co        | -0.692 | I7Ci    | 0.688         | R9Pu  | -0.664  | G6Pu  | 0.635 |
| 20         | 69           | 3                        | I4Co         | -0.669 | H10Pu   | 0.838         | I9Pu  | -0.710  | S7Pu  | 0.694 |
| 21         | 56           | 22                       | I5Pu         | -0.689 | S11Ci   | 0.744         | H7Co  | -0.727  | R12Ci | 0.886 |
| 22         | 39           | 11                       | S7Pu         | -0.763 | I5Pu    | 0.820         | R3Co  | -0.892  | S2Co  | 0.951 |
| 23         | 46           | 20                       | S8Ci         | -0.773 | S11Co   | 0.806         | B4Ci  | -0.802  | S4Ci  | 0.835 |
| 24         | 52           | 6                        | G1Ci         | -0.755 | R12Ci   | 0.606         | B9Pu  | -0.629  | B4Ci  | 0.652 |

FONTE: Labmetro.

LEGENDA: Pos= positiva; corr= correlação; mín= mínima e máx= máxima.

Analizamos também o percentual de voluntários que apresentaram índice de correlação negativa mais intensa entre -0,7 e -1,0 para as íris direitas e os resultados estão expostos na Tabela 5, abaixo.

**TABELA 5:** Percentual dos voluntários que apresentaram índice de correlação negativa mais intensa entre -0,7 e -1,0, nas íris direitas

| <b>Índice de Correlação</b> | <b>Nº</b> | <b>%</b>     |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| até -0,7                    | 9         | 37,5         |
| entre -0,7 e -0,8           | 7         | 29,2         |
| entre -0,8 e -0,9           | 5         | 20,8         |
| entre -0,9 e -1,0           | 3         | 12,5         |
| <b>Total</b>                | <b>24</b> | <b>100,0</b> |

FONTE: Labmetro.

Para melhor interpretação dos dados, consideramos os percentuais do índice de correlação como intervalos fechado (quando o limite inferior pertence à classe) e aberto (quando o limite superior pertence à classe superior).

Realizamos a mesma análise das íris direitas avaliando a correlação positiva mais intensa entre 0,7 e 1,0 e os resultados obtidos estão na Tabela 6, abaixo.

**TABELA 6:** Percentual dos voluntários que apresentaram índice de correlação positiva mais intensa entre 0,7 e 1,0, nas íris direitas

| <b>Índice de Correlação</b> | <b>Nº</b> | <b>%</b>     |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| até 0,7                     | 6         | 25,0         |
| entre 0,7 e 0,8             | 8         | 33,3         |
| entre 0,8 e 0,9             | 7         | 29,2         |
| entre 0,9 e 1,0             | 3         | 12,5         |
| <b>Total</b>                | <b>24</b> | <b>100,0</b> |

FONTE: Labmetro.

Com relação às íris esquerdas, o percentual de voluntários que apresentaram índice de correlação negativa mais intensa entre -0,7 e -1,0 está exposto na Tabela 7, a seguir.

**TABELA 7:** Percentual dos voluntários que apresentaram índice de correlação negativa mais intensa entre -0,7 e -1,0, nas íris esquerdas

| <b>Índice de Correlação</b> | <b>Nº</b> | <b>%</b>     |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| até -0,7                    | 4         | 16,7         |
| entre -0,7 e -0,8           | 10        | 41,6         |
| entre -0,8 e -0,9           | 7         | 29,2         |
| entre -0,9 e -1,0           | 3         | 12,5         |
| <b>Total</b>                | <b>24</b> | <b>100,0</b> |

FONTE: Labmetro.

Para as mesmas íris esquerdas, o percentual de voluntários que apresentaram correlação positiva mais intensa entre 0,7 e 1,0 está demonstrado na Tabela 8, abaixo.

**TABELA 8:** Percentual dos voluntários que apresentaram índice de correlação positiva mais intensa entre 0,7 e 1,0, nas íris esquerdas

| <b>Índice de Correlação</b> | <b>Nº</b> | <b>%</b>     |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| até 0,7                     | 6         | 25,0         |
| entre 0,7 e 0,8             | 6         | 25,0         |
| entre 0,8 e 0,9             | 7         | 29,2         |
| entre 0,9 e 1,0             | 5         | 20,8         |
| <b>Total</b>                | <b>24</b> | <b>100,0</b> |

FONTE: Labmetro.

Do grupo de 24 voluntários, 9 exibiram correlações máximas absolutas entre 0,9 e 1,0. Os demais resultados podem ser visualizados na Tabela 9, abaixo.

**TABELA 9:** Maior correlação em valor absoluto, em ambas as íris, nos 24 voluntários avaliados

| <b>Índice de Correlação</b> | <b>Nº</b> | <b>%</b>     |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| até 0,7                     | 1         | 4,2          |
| entre 0,7 e 0,8             | 6         | 25,0         |
| entre 0,8 e 0,9             | 8         | 33,3         |
| entre 0,9 e 1,0             | 9         | 37,5         |
| <b>Total</b>                | <b>24</b> | <b>100,0</b> |

FONTE: Labmetro.

Efetuamos também uma análise entre a correlação mais intensa, em valor absoluto, em ambas as íris, e a idade dos voluntários, e os resultados encontrados estão expostos na Tabela 10, abaixo.

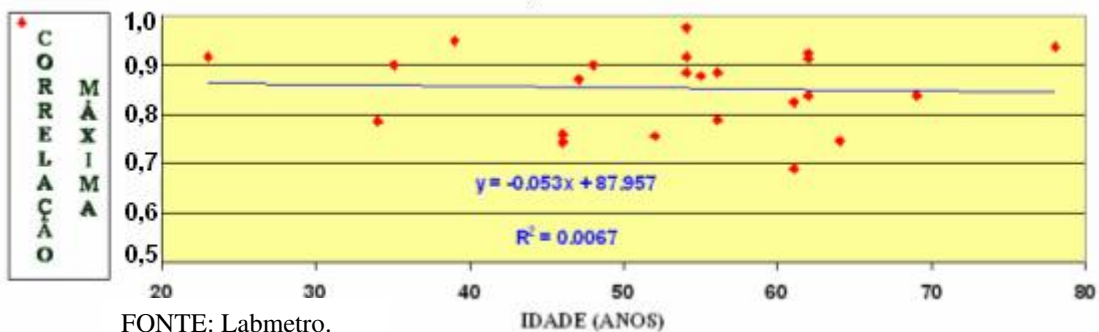
**TABELA 10:** Resultados da análise entre a correlação mais intensa, em valor absoluto, em ambas as íris, e a idade dos voluntários

| Voluntário | Idade (anos) | Tempo de diabetes (anos) | Correlação mais intensa, em valor absoluto |
|------------|--------------|--------------------------|--|
| 1          | 34           | 0                        | 0,786                                      |
| 2          | 56           | 5                        | 0,796                                      |
| 3          | 47           | 10                       | 0,871                                      |
| 4          | 48           | 10                       | 0,900                                      |
| 5          | 62           | 2                        | 0,915                                      |
| 6          | 77           | 11                       | 0,938                                      |
| 7          | 54           | 18                       | 0,877                                      |
| 8          | 61           | 8                        | 0,825                                      |
| 9          | 46           | 16                       | 0,760                                      |
| 10         | 62           | 15                       | 0,839                                      |
| 11         | 23           | 0                        | 0,918                                      |
| 12         | 52           | 0                        | 0,886                                      |
| 13         | 36           | 0                        | 0,744                                      |
| 14         | 52           | 2                        | 0,978                                      |
| 15         | 52           | 10                       | 0,919                                      |
| 16         | 61           | 17                       | 0,924                                      |
| 17         | 64           | 15                       | 0,747                                      |
| 18         | 35           | 0                        | 0,901                                      |
| 19         | 61           | 5                        | 0,692                                      |
| 20         | 69           | 3                        | 0,838                                      |
| 21         | 56           | 22                       | 0,886                                      |
| 22         | 39           | 11                       | 0,951                                      |
| 23         | 46           | 20                       | 0,835                                      |
| 24         | 52           | 6                        | 0,755                                      |

FONTE: Labmetro.

A relação linear dos resultados apresentados anteriormente está exposta no Gráfico 1, abaixo.

**GRÁFICO 1:** Relação linear entre a idade dos voluntários e a correlação mais intensa, em valor absoluto, em ambas as íris dos voluntários avaliados

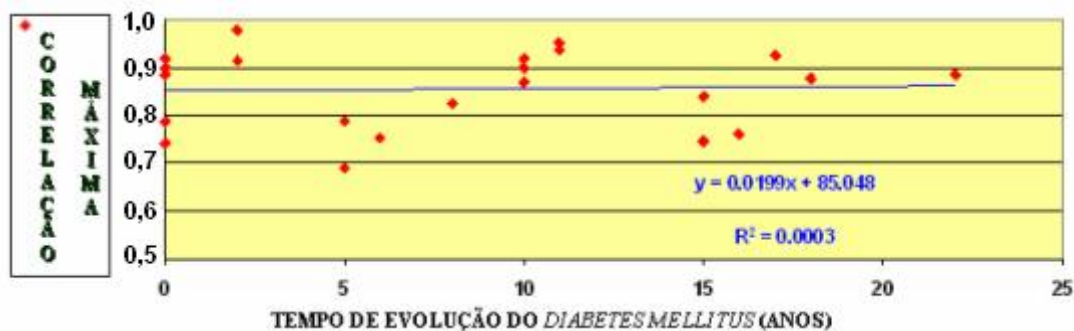


FONTE: Labmetro.

Constatamos, assim, que a linha de tendência linear era quase horizontal e apresentava  $R^2 = 0,0067$  ( $R = 0,082$ ), o que indicou, para o grupo de 24 voluntários avaliados, que não houve relação significativa entre a idade dos voluntários e a intensidade da correlação com que as cores das íris variaram com a glicemia. Ou seja, o fenômeno ocorreu de forma indistinta para qualquer idade do voluntário.

A relação linear entre a correlação mais intensa, em valor absoluto, e o tempo de diabetes também foi analisada e os resultados são demonstrados no Gráfico 2, abaixo.

**GRÁFICO 2:** Relação linear entre o tempo de evolução do DM e a correlação mais intensa, em valor absoluto, em ambas as íris dos voluntários avaliados.



FONTE: Labmetro.

Verificamos, desta forma, que a linha de tendência linear era quase horizontal e apresentava  $R^2 = 0,0003$  ( $R = 0,017$ ), o que indicou, para o grupo de 24 voluntários avaliados, que não houve relação significativa entre o tempo que o voluntário era portador da doença e a intensidade da correlação com que as cores das íris variaram com a glicemia. Isto é, o fenômeno ocorreu de forma indistinta se o voluntário possuía ou não DM.

Os coeficientes de correlação para cada setor da íris e cor (12 h x 3 regiões x 6 componentes de cor), para cada um dos 24 voluntários, foram analisados e classificados como pertencentes a uma das sete faixas definidas na primeira coluna da Tabela 11. Os demais números são as contagens, que correspondem à soma do número total de setores das íris, cuja respectiva componente de cor apresentava coeficiente de correlação dentro da faixa, levando em conta todos os 24 voluntários.

Assim, nas íris direitas (Tabela 11), um único setor da íris apresentou correlação entre 0,9 e 1,0 na componente de cor R em 2 voluntários distintos, resultando no número 2 na primeira linha da primeira coluna. Este número também poderia ser obtido, se em um mesmo



voluntário, 2 setores distintos das íris apresentassem, na componente de cor R, correlação na faixa de 0,9 a 1,0. Outro exemplo: foram contadas 813 ocorrências de correlações entre -0,7 e 0,7 para a componente R, levando em conta todos os voluntários e setores das íris. A última coluna representa a soma das demais colunas.

**TABELA 11:** Coeficientes de correlação para todos os setores das íris direitas e componentes de todas as cores, nos 24 voluntários avaliados

| <b>Faixas</b> | <b>R</b> | <b>G</b> | <b>B</b> | <b>H</b> | <b>S</b> | <b>I</b> | <b>Total</b> |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 0,9 a 1,0     | 2        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 6            |
| 0,8 a 0,9     | 6        | 8        | 6        | 6        | 7        | 5        | 38           |
| 0,7 a 0,8     | 21       | 10       | 13       | 14       | 11       | 11       | 80           |
| -0,7 a 0,7    | 813      | 826      | 829      | 813      | 827      | 834      | 4942         |
| -0,7 a -0,8   | 16       | 16       | 11       | 15       | 16       | 10       | 84           |
| -0,8 a -0,9   | 6        | 4        | 5        | 8        | 3        | 4        | 30           |
| -0,9 a -1,0   | 0        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 4            |

FONTE: Labmetro.

Para as íris esquerdas, foram observados valores diferentes, conforme a Tabela 12 abaixo.

**TABELA 12:** Coeficientes de correlação para todos os setores das íris esquerdas e componentes de todas as cores, nos 24 voluntários avaliados

| <b>Faixas</b> | <b>R</b> | <b>G</b> | <b>B</b> | <b>H</b> | <b>S</b> | <b>I</b> | <b>Total</b> |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 0,9 a 1,0     | 8        | 5        | 2        | 2        | 1        | 4        | 22           |
| 0,8 a 0,9     | 19       | 10       | 14       | 1        | 9        | 9        | 62           |
| 0,7 a 0,8     | 30       | 24       | 18       | 14       | 25       | 28       | 139          |
| -0,7 a 0,7    | 768      | 794      | 799      | 796      | 816      | 792      | 4765         |
| -0,7 a -0,8   | 23       | 20       | 14       | 34       | 10       | 20       | 121          |
| -0,8 a -0,9   | 11       | 7        | 15       | 15       | 2        | 5        | 55           |
| -0,9 a -1,0   | 5        | 4        | 2        | 2        | 1        | 6        | 20           |

FONTE: Labmetro.

Observamos, deste modo, que as íris esquerdas apresentaram uma quantidade sensivelmente maior de setores com coeficientes de correlação mais intensos.

Nas íris direitas, as correlações mais intensas (0,9 a 1,0 e -0,9 a -1,0) foram encontradas na componente H. Para as demais faixas, não houve uma tendência clara.

Nas íris esquerdas, embora não se tivesse notado nenhuma dominância entre a componente de cor com correlação mais intensa, destacou-se a componente de cor R, como portadora de um sinal forte em boa parte dos casos em que a correlação era positiva.

Do total dos setores de ambas as íris dos 24 voluntários avaliados, 4,7% dos setores das íris direitas e 8,0% dos setores das íris esquerdas mostraram correlações (positivas ou negativas) melhores que 0,7 (Tabelas 11 e 12).

Para a identificação das regiões de correlação mais intensa, foi definida uma escala de pontos, segundo a Tabela 13.

**TABELA 13:** Escala de pontos para as regiões de correlação mais intensa

| <b>Coefficiente de correlação</b> | <b>Pontos atribuídos</b> |
|-----------------------------------|--------------------------|
| -0,9 a -1,0 ou 0,9 a 1,0          | 4                        |
| -0,8 a -0,9 ou 0,8 a 0,9          | 2                        |
| -0,7 a -0,8 ou 0,7 a 0,8          | 1                        |
| -0,7 ou 0,7                       | 0                        |

FONTE: Labmetro.

Para identificar os setores das íris, que mais freqüentemente exibiram correlações significativas, cada setor da íris foi analisado separadamente. Foram pontuadas as ocorrências de correlações dentro das faixas acima, considerando todos os 24 voluntários e todas as componentes de cor simultaneamente. O número total de pontos obtidos para cada setor da íris está representado nas Figuras 27 e 28, na seqüência.

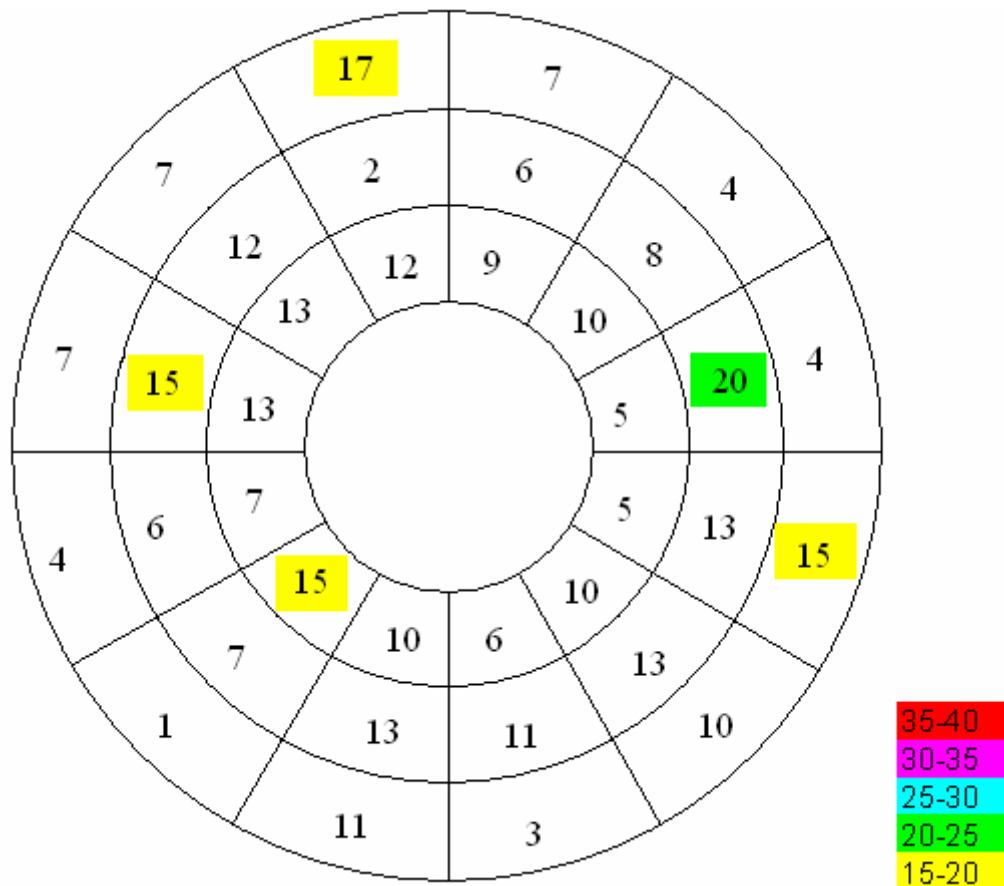


Figura 27: Pontuação de cada setor das íris direitas considerando os 24 voluntários e as seis componentes de cor.

FONTE: Labmetro.

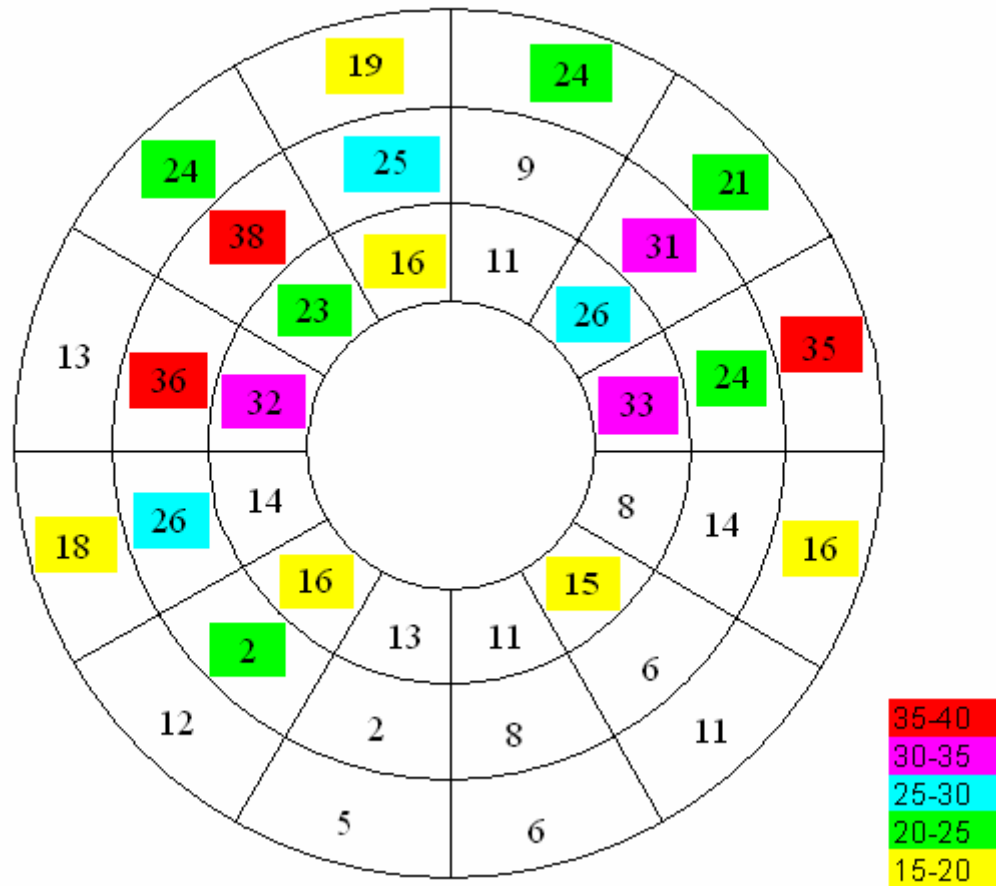


Figura 28: Pontuação de cada setor das íris esquerdas considerando os 24 voluntários e as seis componentes de cor.

FONTE: Labmetro.

Notou-se quantidade significativamente maior de setores com excelente pontuação nas íris esquerdas do que nas direitas. Nas íris esquerdas, as regiões em torno de 2h, 3h, 10h e 11h apresentaram grande concentração de regiões com grande pontuação.

## 5 DISCUSSÃO

O DM é uma doença caracterizada por um estado hiperglicêmico crônico e que se acompanha de complicações agudas e crônicas.<sup>4</sup>

Em nosso país, existe uma prevalência de 7,6% do DM na população com idade entre 30 e 69 anos, e a constatação de que 50% dos diabéticos não sabem que são portadores da doença é uma realidade.<sup>6,7</sup>

No Brasil ainda, verifica-se que a incidência do DM está aumentando, provavelmente pela urbanização, que leva ao sedentarismo e ao acesso a alimentos industrializados, que contém maiores índices de gordura e que favorece o aumento de peso.<sup>8</sup>

A sua alta morbimortalidade leva à importante perda na qualidade de vida. Constitui-se em uma das principais causas de mortalidade, insuficiência renal, doença cardiovascular, amputação de membros e cegueira. Segundo dados da OMS, após 15 anos de evolução da doença, 2% dos diabéticos afetados apresentarão cegueira, enquanto que no mesmo período, 10% serão acometidos de deficiência visual grave, 30 a 45% de algum grau de retinopatia, 10 a 20% de nefropatia, 20 a 35% de neuropatia e 10 a 25% de doença cardiovascular.<sup>4</sup>

Por tudo o que foi descrito, o DM e suas complicações são prioridade em saúde pública. E é evidente que mereceram, e merecem, a atenção que os profissionais da área da saúde em todo o mundo dedicaram, e dedicam, à doença. Isso levou a importantes descobertas para um melhor controle dos níveis glicêmicos e melhor qualidade de vida para os pacientes diabéticos.<sup>1</sup>

Para aqueles pacientes diabéticos que necessitam de um controle regular e diário do nível de glicose no sangue, especialmente os diabéticos tipo 1, foram desenvolvidos equipamentos portáteis para medida da glicemia. Estes aparelhos podem ser classificados em invasivos, semi-invasivos e não-invasivos.<sup>21</sup>

A necessidade de se manter a glicemia dentro dos valores normais deu origem a métodos invasivos (de auto-monitoração), através do glicosímetro, possibilitando medições regulares e permitindo especificações de medidas terapêuticas nas doses certas.<sup>19</sup>

As desvantagens desses dispositivos são os custos relativamente elevados das tiras reagentes e o incômodo causado por freqüentes perfurações no dedo, para a coleta da amostra de sangue.<sup>19</sup>

Buscando minimizar, ou mesmo evitar, o desconforto causado pelos métodos invasivos, muitos esforços estão sendo dedicados para o desenvolvimento de técnicas semi-invasivas e não-invasivas de monitoração da glicemia. Grande parte desses novos métodos ainda está em desenvolvimento ou em fase de avaliação.<sup>19</sup>

Os métodos semi-invasivos utilizam amostras de sangue ou líquido intersticial em volumes muito menores do que os invasivos. A coleta da amostra pode ser feita por sensor implantado sob a pele ou por técnica que a extraia da pele. A determinação da glicemia é feita do mesmo modo que os outros métodos invasivos.<sup>19</sup>

Os sensores implantados sob a pele realizam, automaticamente, várias medições durante o dia. As desvantagens são a necessidade de trocar o sensor periodicamente e problemas com a biocompatibilidade.<sup>19</sup>

Os métodos não-invasivos podem utilizar o sangue, fluido intersticial, suor, saliva, lágrima e líquidos oculares para medir a glicose. As técnicas em desenvolvimento são classificadas como métodos ópticos de medição.<sup>19</sup>

Nos métodos ópticos, um feixe de luz é direcionado para alguma região do corpo, penetrando-a e atingindo uma área de interesse. O espectro da luz refletida é função da espessura, cor e estrutura da pele, do sangue, gordura e de todos os elementos que a luz atravessa.<sup>19</sup>

O nível de glicose pode ser estimado analisando as mudanças do sinal de luz, que, dependendo da técnica, pode modificar o comprimento de onda, o estado da polarização, a refração, a intensidade e outras características do espectro.<sup>19</sup>

A íris apresenta diversas alterações que são características no DM. A vacuolização do epitélio pigmentar é um achado comum e característico em olhos diabéticos. Grandes vacúolos encontram-se presentes nas camadas anterior e posterior do epitélio pigmentar da íris e, em preparações especiais, demonstra-se que o material vacuolar é formado de glicogênio.<sup>17</sup>

Leves defeitos de transiluminação podem ser observados devido ao desprendimento do epitélio pigmentar da íris.<sup>22</sup>

Os vacúolos, que contêm glicogênio, não são específicos do DM e também podem ser encontrados em pacientes com doença de Hurler e doença de Menkes, por exemplo. A células do epitélio pigmentar da íris carregadas de glicogênio são aparentemente frágeis e

podem se degenerar. Elas, então, liberam pigmento para a câmara anterior, de onde ganham acesso para todas as suas estruturas.<sup>16</sup>

Além de se depositar no epitélio pigmentar da íris, o glicogênio também pode ser encontrado no músculo esfíncter da pupila, no músculo dilatador da pupila, nos nervos do olho, no epitélio corneano e na retina.<sup>10</sup>

A *rubeosis iridis* representa uma neoformação vascular, que aparece na superfície anterior da íris. Essa alteração conduz, freqüentemente, ao aparecimento de glaucoma neovascular. Ela é secundária à retinopatia proliferativa e, portanto, um indicador de grave doença do pólo posterior do bulbo ocular.<sup>9,16,17,22,23</sup>

Os neovasos da *rubeosis iridis* são diferenciados do ingurgitamento dos vasos normais da íris, pela sua disposição, pois, enquanto na congestão iridiana, os vasos estromais, de orientação radial, encontram-se dilatados, na *rubeosis iridis*, observam-se neovasos superficiais, dispostos aleatoriamente na face anterior da íris, especialmente na zona pupilar e no seio camerular.<sup>14</sup>

Na lipemia, os vasos sangüíneos da coróide são preenchidos com gorduras.<sup>10</sup>

No trato uveal, podemos ainda encontrar alterações diabéticas na coróide, com oclusão da coriocapilar, espessamento das membranas basais vasculares e arterioesclerose. No corpo ciliar, verifica-se espessamento difuso da membrana basal.<sup>17</sup>

Giuseppe Villani, em 1934, realizou um estudo como contribuição à morfologia das lesões diabéticas visíveis à lâmpada de fenda, da conjuntiva bulbar, córnea, íris, cristalino, humor aquoso e vítreo. Constatou que uma alteração não inflamatória da íris, muito freqüente no DM, era a alteração do epitélio pigmentar. Relatou, ainda, que outros autores como Becker, Kamocki, Deutschmann, Satller e Hess observaram um edema das células pigmentares. Esse fenômeno era acompanhado de infiltração de glicogênio, como também demonstraram Best e Heine, além da formação de vacúolos.<sup>24</sup>

Tsuyoshi Yamashita e Bernard Becker, em 1961, analisaram as evidências de mudanças patológicas, que caracterizam as complicações vasculares que envolvem a espessura e hialinização das membranas basais no DM. Constataram que todos os olhos com iridopatia diabética tinham membrana basal consideravelmente mais espessa e que os vacúolos do epitélio pigmentar da íris preenchiam-se com material que se fixava intensamente com PAS, confirmando, ainda, que o glicogênio era o maior componente do material PAS positivo nos vacúolos do epitélio pigmentar da íris na iridopatia diabética.<sup>25</sup>

Toichiro Kuwabara e David Cogan, em 1961, estudaram a distribuição histoquímica do glicogênio retiniano numa variedade de espécies e sob várias condições. Concluíram que o glicogênio era mais abundante em coelhos e menos em camundongos e entre esses extremos estavam as retinas humanas. Chegaram ainda à conclusão de que a retina era capaz de sintetizar glicogênio *in vitro*, quando incubada em meios ricos em glicose e potássio, mostrando também variação de acordo com as espécies e com as mudanças patológicas.<sup>26</sup>

Vagn Ohrt, em 1968, apresentou uma avaliação clínica da iridopatia diabética, uma mudança não inflamatória da íris, observada em pacientes com DM. Para tanto, foram avaliados 404 diabéticos e 163 indivíduos controle. A investigação foi realizada em três partes. Na primeira, foram estudadas as condições do epitélio pigmentar da íris e foi confirmado que o DM causava maior liberação de pigmentos (além do que ocorre pela idade). Uma porosidade característica do epitélio foi demonstrada como sendo uma manifestação tardia da doença. Na segunda parte, as condições da pupila no DM foram consideradas. Observou-se uma inibição da dilatação pupilar pela instilação de agentes simpaticomiméticos e parassimpaticolíticos nos pacientes diabéticos. A terceira parte incluiu estudos da *rubeosis iridis* diabética. Demonstrou-se que os vasos na íris e câmara anterior não eram presumivelmente vasos neoformados, mas capilares pré-existentes dilatados pela estase, como uma conseqüência da drenagem venosa diminuída. Concluiu-se ser a *rubeosis iridis*, definitivamente, uma manifestação tardia do DM e relacionada à angiopatia diabética.<sup>27</sup>

Myron Yanoff, em 1969, descrevendo achados histopatológicos de olhos removidos de 20 pacientes com DM, inferiu que os vacúolos dentro da degeneração rendilhada de epitélio pigmentar da íris continham glicogênio.<sup>28</sup>

Myron Yanoff, Bens S. Fine e Joseph W. Berkow, em 1970, afirmaram que a vacuolização rendilhada do epitélio pigmentar da íris era um achado histopatológico característico no DM e que o conteúdo das células era atribuído ao glicogênio.<sup>29</sup>

Bens S. Fine, Joseph W. Berkow e Jay A. Helfgott, em 1970, concluíram que, em pacientes com DM, o epitélio pigmentar da íris podia tornar-se vesiculado (vacuolização rendilhada) e esta característica histológica tem sido considerada quase patognomônica de DM. Enfatizaram, ainda, que os vacúolos associados com esta condição continham glicogênio.<sup>30</sup>

M. S. Norn, em 1971, estudou os defeitos da camada pigmentar da íris em olhos normais, através do exame com a lâmpada de fenda. Considerou que um conhecimento de tais



defeitos, em indivíduos normais, era necessário antes de avaliar se defeitos em certos pacientes poderiam ser sinais de condições patológicas (uveíte, glaucoma agudo, trauma, etc), ou simplesmente indicavam um desgaste fisiológico natural determinado pela idade, dentro da zona pupilar da íris. Chegou à conclusão de que os defeitos da camada pigmentar da íris podiam ser classificados em três grupos: um compreendia defeitos pontilhados ou maiores em volta da pupila; o outro abrangia defeitos da franja ou moldura pupilar (*liséré*); e o terceiro grupo compreendia a transparência que se formava inferiormente na íris.<sup>31</sup>

Concluiu que nenhum defeito foi detectado na camada pigmentar da íris próxima à pupila, nem na moldura ou franja pupilar (*liséré*) em indivíduos normais com idade inferior a 45 anos. Defeitos próximos à pupila ou na franja pupilar podiam ser vistos em indivíduos normais após a idade de 45 anos, aumentando em número com o evoluir da idade. Além disso, eles podiam estar limitados a um olho.<sup>31</sup>

Ao contrário das anormalidades acima, os defeitos observados inferiormente na íris de olhos normais eram sempre bilaterais, independiam da idade e diferiam notadamente dos outros dois tipos e, talvez, podiam ser considerados como uma forma abortiva de coloboma congênito.<sup>31</sup>

J. Hvidberg-Hansen, em 1971, examinou o epitélio pigmentar da íris de 4 diabéticos e observou a presença de pigmentos granulares com partículas semelhantes a glicogênio. Concluiu que uma possível correlação entre a vacuolização e o crescente acúmulo de glicogênio, em diabéticos, deveria, sem dúvida, ser considerada.<sup>32</sup>

Morton E. Smith e Peter Glickman, em 1975, afirmaram que a vacuolização do epitélio pigmentar da íris era um achado característico no DM, tendo sido descrito pela primeira vez em 1887. Através de métodos histoquímicos e pela microscopia eletrônica, o material dentro dos vacúolos foi demonstrado como sendo glicogênio.<sup>33</sup>

José Ricardo de Menezes, em 2000, em sua dissertação de mestrado em Metrologia junto à Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, desenvolveu e avaliou, por meio do programa GlucoÍris, um sistema óptico-mecânico e um programa de computador, especialmente elaborados para extrair parâmetros quantitativos associados à coloração e estrutura da íris humana. Tal sistema foi concebido para investigar a possibilidade de determinar, de forma não-invasiva, o nível de glicose no sangue, a partir de imagens da íris. Realizou, finalmente, um estudo de correlação entre variações do nível de glicemia com os parâmetros de cores extraídos das imagens das íris direita e esquerda de um único voluntário

diabético insulino-dependente. Concluiu que havia evidências de que de fato existia uma relação entre a concentração de glicose no sangue e as alterações na coloração e estrutura da íris humana.<sup>21</sup>

Raija Voutilainen-Kaunisto, Leo Niskanen, Matti Uusitupa e Markku Teräsvirta, em 2002, chegaram à conclusão de que, em adição ao afinamento do epitélio pigmentar com vacuolização, a hipóxia, devido à circulação microvascular diminuída da íris, poderia ser responsável pelos defeitos na camada pigmentar da íris, nos pacientes diabéticos tipo 2.<sup>34</sup>

Cesare Quinteiro Pica, em 2002, em sua dissertação de mestrado em Metrologia junto à Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, realizou, por meio do programa GlucoÍris, um estudo com 7 voluntários, 5 diabéticos e 2 não diabéticos, no qual efetuou uma correlação entre as coletas de grupos de imagens de ambas as íris e medições dos valores da glicemia de referência. Os resultados mostraram que, de fato, a cor da imagem das íris sofreu alterações em função das variações do nível de glicose na corrente sanguínea e que ocorreu boa correlação entre a glicemia e a cor das íris, tanto em voluntários diabéticos como nos não diabéticos.<sup>19</sup>

Daniel K. Roberts, em 2003, afirmou que a fotografia infravermelha era o método clínico mais sensível para detectar e registrar a transiluminação da íris e que condições oculares como iridociclite heterocrômica de Fuchs, síndrome da dispersão pigmentar e glaucoma pigmentar, poderiam ser avaliadas com a fotografia infravermelha. Outras condições que poderiam alterar a translucidez da íris e também servir para estudo com fotografia infravermelha incluíam o albinismo e a vacuolização do epitélio pigmentar da íris em pacientes diabéticos.<sup>35</sup>

Considerando todas as alterações iridianas anteriormente descritas, presentes nos voluntários e tendo conhecimento que as mesmas podem interferir nos métodos ópticos de medição, alterando a luz refletida, quer pelas modificações teciduais ou pelo nível da glicose (por modificação no comprimento de onda, estado de polarização, refração, intensidade luminosa ou outras características do espectro luminoso, por exemplo), pudemos constatar em nosso estudo que não houve relação significativa entre a idade dos voluntários e a intensidade da correlação com que as cores da íris de ambos os olhos variaram com a glicemia. Em outras palavras, o fenômeno ocorreu de forma indistinta para qualquer idade do voluntário.

Também não houve relação significativa entre o tempo que o voluntário apresentava DM e a intensidade da correlação com que as cores da íris de ambos os olhos variaram com a

glicemia. Ou seja, o fenômeno ocorreu de forma indistinta em voluntários diabéticos e não diabéticos.

Constatamos, também, que a grande maioria dos setores das íris analisadas de ambos os olhos apresentou uma correlação entre -0,7 e 0,7. O coeficiente de correlação linear é um número que varia entre -1,0 e +1,0, passando por todos os valores intermediários. Quando o seu valor é +1,0, ocorre uma correlação perfeita entre o nível de glicemia e a componente da cor, isto é, quando o nível da glicemia aumenta, a componente da cor aumenta de forma perfeitamente proporcional. Quando o valor do coeficiente de correlação é igual a -1,0, também há correlação linear perfeita, porém inversa, o que representa que o aumento do nível da glicemia provoca redução perfeitamente proporcional na componente da cor. Quando o coeficiente de correlação é igual a 0,0, não existe nenhum tipo de correlação linear entre o nível de glicemia e a componente de cor. A identificação de regiões de interesse que apresentam coeficientes de correlação linear, cujo valor absoluto se situa na faixa de 0,7 a 1,0, representa excelentes resultados, não importando se são valores positivos ou negativos.

Assim sendo, os resultados obtidos em nosso estudo tiveram valores significativos, mostrando correlações importantes entre o nível de glicemia e a componente de cor, pois existiram alguns setores da íris em que a correlação foi grande.

Não encontramos uma única região da íris que respondesse sempre da mesma forma para diferentes voluntários, havendo variações de cor para cor e de voluntário para voluntário.

No grupo analisado, nas íris direitas, as correlações positivas foram frequentemente mais intensas e, nas íris esquerdas, as correlações negativas foram frequentemente mais intensas.

Dos 24 voluntários avaliados, 23 (96%), mostraram, em pelo menos um setor da íris, correlação mais intensa que 0,7, confirmando que os níveis glicêmicos influenciaram a coloração da íris (Tabela 9).

As regiões entre 2h, 3h, 10h e 11h apresentaram maior ocorrência de correlação significativa.

O presente trabalho serviu como contribuição para o desenvolvimento de um sistema de medição da glicemia, a partir de imagens da íris humana, de uma forma não invasiva e os estudos mostraram que a referida medição pode ser possível.

Com os resultados obtidos, tornou-se evidente que os sistemas mecânico, óptico-eletrônico e o programa de processamento de imagens e extração de parâmetros responderam adequadamente aos propósitos traçados na metodologia da pesquisa.

No entanto, para que a glicemia possa ser medida a partir de imagens da íris humana com a confiabilidade necessária, melhores condições técnicas precisarão ser alcançadas e, como forma de aprimoramento dos futuros trabalhos de pesquisa, uma câmera fotográfica de melhor qualidade, estudos em voluntários envolvendo o menor número possível de variáveis e o desenvolvimento de algoritmos com redes neurais treinadas para estimar a glicemia a partir de um conjunto de parâmetros predeterminados levarão a resultados cada vez mais fidedignos.

O resultado final esperado será o desenvolvimento de um dispositivo portátil de monitoração da glicemia, abrindo-se, assim, a possibilidade de que, no futuro, pacientes diabéticos possam realizar a medida da glicemia de uma forma não invasiva, menos dispendiosa, mais simples e indolor.

## **6 CONCLUSÃO**

A análise dos resultados obtidos, após os procedimentos realizados de acordo com o protocolo e a metodologia utilizados, permitiu-nos concluir que existe correlação entre a glicemia e a coloração das íris humanas, em voluntários diabéticos e não diabéticos.

Dessa forma, abrem-se novos caminhos e as pesquisas envolvendo o tema deverão prosseguir, para que se consiga desenvolver um dispositivo fotográfico digital portátil, aliado a um programa de processamento de imagens e que, de uma forma não invasiva, seja possível quantificar a glicemia, através da coloração das íris humanas.

## 7 REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Diabetes. Primeiros relatos [capturado 2004 nov 23]. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/aprendendo/historia/historiaprimeiros.php>.
2. Sociedade Brasileira de Diabetes. A descoberta da insulina: certeza de dias melhores [capturado 2004 nov 23]. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/aprendendo/historia/descobertainsulina.php>.
3. Sociedade Brasileira de Diabetes. Dia mundial do diabetes: história e conceituação [capturado 2004 dez 12]. Disponível em: [http://www.diabetes.org.br/imprensa/dia\\_mundial/historico.php](http://www.diabetes.org.br/imprensa/dia_mundial/historico.php).
4. Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde. Avaliação do plano de reorganização da atenção à hipertensão e ao *diabetes mellitus* no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 64p.: il.color.-(série c. Projetos, Programas e Relatórios).
5. Sociedade Brasileira de Diabetes. Estatísticas mundiais do diabetes [capturado 2004 dez 12]. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/imprensa/estatisticas/atlas2000.php>.
6. Sociedade Brasileira de Diabetes. Dados sobre *diabetes mellitus* no Brasil [capturado 2004 dez 08]. Disponível em: <http://diabetes.org.br/imprensa/estatistica/index.php>.
7. Sociedade Brasileira de Diabetes. Estatísticas do diabetes no Brasil [capturado 2004 dez 08]. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/imprensa/estatistica/numerosnobrasil.php>.
8. Sociedade Brasileira de Diabetes. Dia mundial do diabetes: SBD e a campanha do dia mundial [capturado 2004 dez 12]. Disponível em [http://www.diabetes.org.br/imprensa/dia\\_mundial/sbd\\_diamundial.php](http://www.diabetes.org.br/imprensa/dia_mundial/sbd_diamundial.php).
9. Scheie HG, Albert DM. Oftalmologia de Adler. 1ª ed. Cidade do México: Nueva Editorial Interamericana; 1972.
10. Sommers IG. Histology and histopathology of the eye and its anexa. Londres: William Heinemann Medical Books Ltd; 1949.
11. Hogan MJ, Alvarado JA, Weddell JE. Histology of the human eye. Filadelfia: WB Saunders Company; 1971.
12. Moses RA. Fisiologia del ojo de Adler. Cidade do México: Editorial Médica Panamericana, 1984.

13. Warwick R. Eugene Wolff's Anatomy of the eye and orbit. 17<sup>a</sup> ed. Filadelfia: WB Saunders Company; 1976.
14. Oréfice F, Bonfioli AA, Boratto LM. Biomicroscopia e gonioscopia. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2001.
15. Vaughan D, Asbury T, Cook R. Oftalmologia general. 3<sup>a</sup> ed. Cidade do México: El Manual Moderno; 1973.
16. Mausolf FA. The eye and sistemic disease. Saint Louis: The CV Mosby Company; 1975.
17. Yanoff M, Fine BS. Patologia ocular. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda; 1991.
18. Yamane R. Semiologia ocular. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003.
19. Pica CQ. Aperfeiçoamento e avaliação de sistema para quantificação da glicemia através de análises de imagens da íris humana [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.
20. Codes VM. Metodologia para correção de cores de imagens digitais de íris humanas [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
21. Menezes JR. Desenvolvimento e avaliação preliminar de um sistema para quantificação da glicose no sangue por meio de imagens da íris humana [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2000.
22. Kanski JJ, Nischal KK. Oftalmologia - sinais clínicos e diagnósticos diferenciais. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Manole, 2000.
23. Badia JA. Alteraciones oculares em la diabetes. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1975.
24. Villani G. Biomicroscopia dell'occhio diabético. Ann Ottal; 1934:881-909.
25. Yamashita T, Becker B. The basement membrane in the human diabetic eye. Diabetes 1961 Mai-Jun;10(3):167-74.
26. Kuwabara T, Cogan D. Retinal glycogen. Arch Ophthalmol 1961 Jun;66:96-104.
27. Ohrt V. Diabetic iridopathy. Dan Med Bull 1968 Out;15(8):244-48.
28. Yanoff M. Ocular pathology of *diabetes mellitus*. Am J Ophthalmol 1969 Jan;67(1):21-38.
29. Yanoff M, Fine BS, Berkow JW. Diabetic lacy vacuolation of iris pigment epithelium. Am J Ophthalmol 1970 Fev;69(2):201-10.

30. Fine BS, Berkow JW, Helfgott JA. Diabetic lacy vacuolation of iris pigment epithelium. *Am J Ophthalmol* 1970 Fev;69(2):197-201.
31. Norn MS. Iris pigment defects in normals. *Acta Ophthalmol* 1971;49:887-94.
32. Hvidberg-Hansen J. Pigment granules in iris pigment epithelium of diabetics. *Acta Ophthalmol* 1971:68-75.
33. Smith ME, Glickman P. Diabetic vacuolation of the iris pigment epithelium. *Am J Ophthalmol* 1975 Maio;79(5):875-77.
34. Voutilainen-Kaunisto R, Niskanen L, Uusitupa M, Teräsvirta M. Íris transluminance in type 2 diabetes. *Acta Ophthalmol Scand* 2002;80:64-8.
35. Roberts DK. Digital infrared photography assists in the detection of iris and ciliary body cists. *J Glaucoma* 2003;12(3):288-91.
36. Gonzalez RC, Woods RE. *Processamento de imagens digitais*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2000.
37. Marques OF, Vieira HN. *Processamento digital de imagens*. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 1999.
38. Thiel R. *Atlas de patologia ocular*. 1ª ed. Barcelona: Salvat Editores SA, 1964.



# **NORMAS ADOTADAS**

## **Ficha catalográfica** (descritores)

BIREME – Centro Latino-Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde.

DeCs – Descritores em Ciências da Saúde: lista alfabética. 2ª ed – Rev Amp São Paulo: BIREME, 1992. 111p.

## **Relatório**

Normas para elaboração de Dissertação do Curso de Mestrado em Ciências Médicas. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Mestrado em Ciências Médicas. Florianópolis – SC, 2001.

D'Acampora AJ. Investigação experimental – do planejamento à redação final. Florianópolis: Papa Livro, 2001.

## **Referências:**

Normas do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (Vancouver). International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Ann Inter Med 1997; 126: 36-47.

D'Acampora AJ. Investigação experimental – do planejamento à redação final. Florianópolis: Papa Livro, 2001.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 1

### INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO PARA PESQUISA

Meu nome é Laércio Braz Ghisi e estou desenvolvendo a pesquisa **“Diagnóstico do diabetes mellitus através do exame da íris”**, a partir da qual vou elaborar a minha Dissertação de Mestrado em Ciências Médicas, na Universidade Federal de Santa Catarina. O objetivo da pesquisa é avaliar a íris de pacientes diabéticos e analisar como é o seu comportamento nos indivíduos portadores desta doença.

Serão realizadas várias fotografias de alta resolução das íris, sendo os dados armazenados na memória da máquina fotográfica digital e, após, analisados num micro-computador. O procedimento não causa nenhum risco ao paciente, somente um leve desconforto. Se você tiver alguma dúvida em relação ao estudo ou não quiser fazer parte do mesmo, pode entrar em contato pelo telefone (048) – 222-8112. Se você estiver de acordo em participar, posso garantir que as informações fornecidas e o material coletado serão confidenciais e só serão utilizados neste trabalho.

Assinatura..... Orientador .....

### CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu, ....., fui esclarecido sobre a pesquisa **“Diagnóstico do diabetes mellitus através do exame da íris”** e concordo que meus dados sejam utilizados na realização da mesma.

Florianópolis (SC), ..... de ..... de 2.003.

Assinatura ..... RG .....

**APÊNDICE 2:****PROTOCOLO DE PESQUISA**

---

Nome

---

Número do Prontuário

Data de nascimento

Sexo

Cor

Procedência

Profissão

Diabetes

Doenças associadas

Medicações em uso

Glicemia capilar

Glicemia venosa

---

**APÊNDICE 3:****BASE DE DADOS**

VARIÁVEIS: Número do prontuário, data de nascimento, sexo, cor, procedência, profissão, diabetes, doenças associadas, medicações em uso, glicemia capilar, glicemia venosa e processamento digital das imagens das íris.

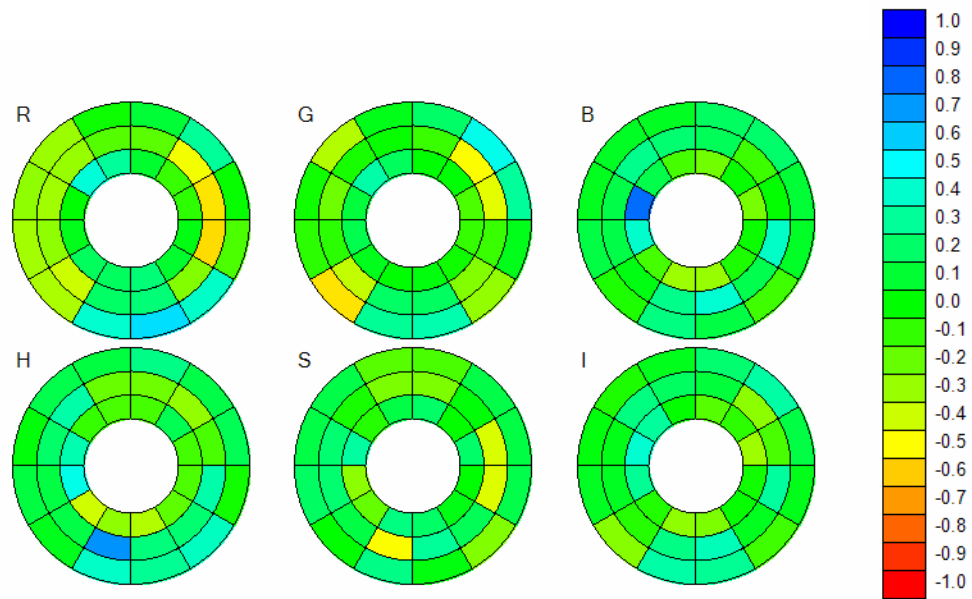
**PRONTUÁRIO NÚMERO 1:**

- Data de nascimento: 17/01/1970
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Administrativa
- Diabética: Não
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Exame oftalmológico: O.D.= Miopia e astigmatismo / O.E.= Miopia (20/20 A.O.)  
Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 77                                | NÃO          |                                  |
| 17/06/2003             | 70                                | SIM          |                                  |
| 01/07/2003             | 121                               | NÃO          |                                  |
| 08/07/2003             | 84                                | SIM          |                                  |
| 15/07/2003             | 75                                | SIM          |                                  |
| 22/07/2003             | 80                                | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 76                                | SIM          |                                  |
| 05/08/2003             | 120                               | NÃO          |                                  |
| 12/08/2003             | 77                                | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 65                                | NÃO          | 85                               |

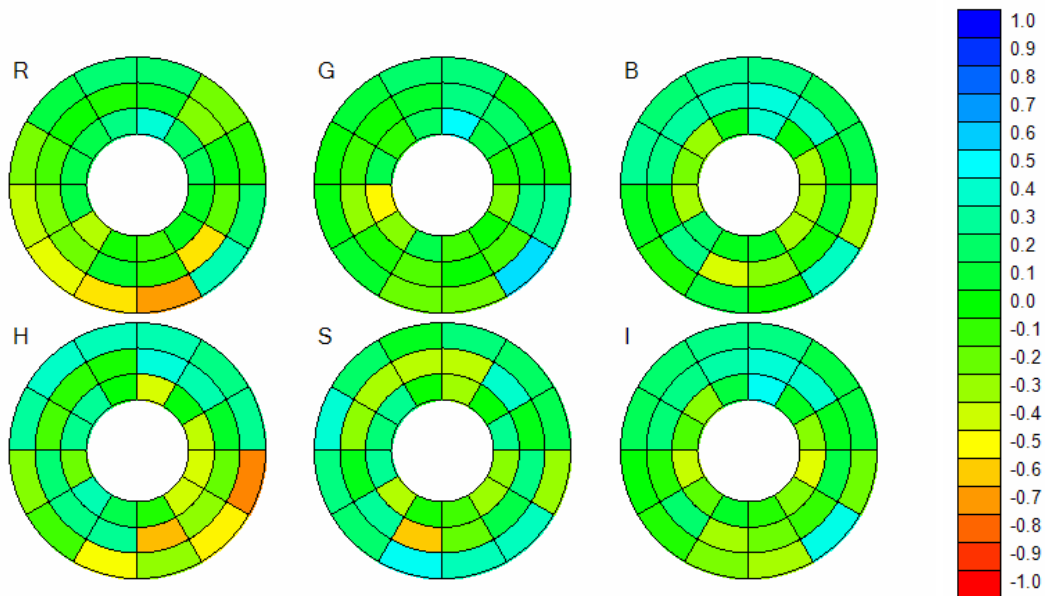
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R4Co</b> | <b>-0.568</b> | <b>B10Pu</b> | <b>0.786</b> | <b>0.248</b> | <b>0.187</b> | <b>0.183</b> | <b>0.227</b> | <b>0.185</b> | <b>0.176</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H4Ci</b> | <b>-0.739</b> | <b>G5Ci</b> | <b>0.561</b> | <b>0.214</b> | <b>0.166</b> | <b>0.215</b> | <b>0.288</b> | <b>0.252</b> | <b>0.220</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 2:**

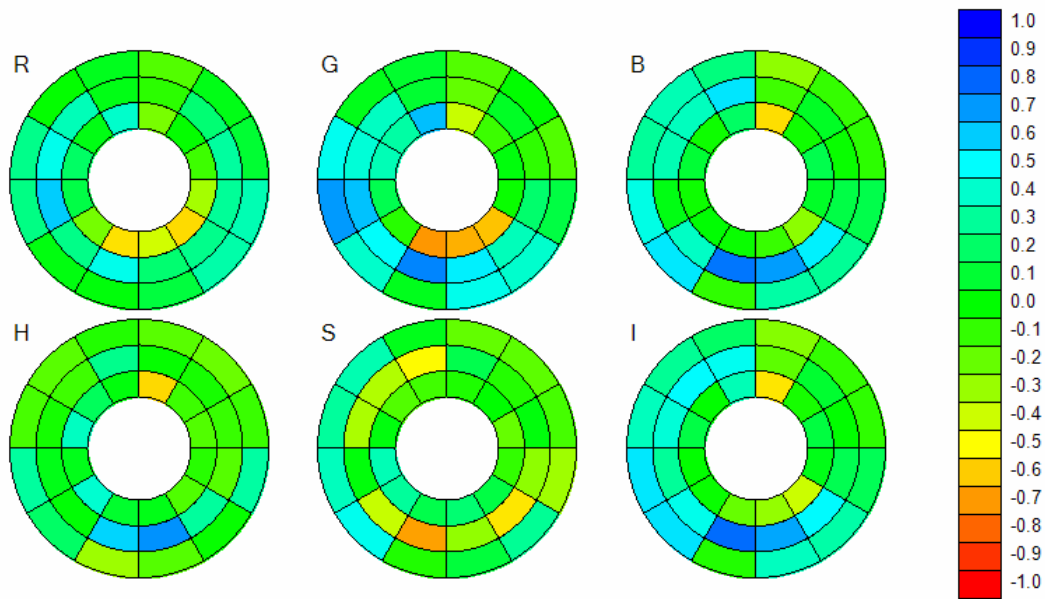
- Data de nascimento: 23/09/1948
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: São José
- Profissão: Policial rodoviário (aposentado)
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 5 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Metformin 500 3x, Diamicon- 1 antes café
  - H.A.S: Vasopril Plus 20-12.5 mg- 1 antes café, Atenolol 50 mg 1 no café.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 08/07/2003             | 175                               | SIM          |                                  |
| 15/07/2003             | 122                               | SIM          |                                  |
| 22/07/2003             | 111                               | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 192                               | SIM          |                                  |
| 12/08/2003             | 126                               | SIM          |                                  |
| 19/08/2003             | 124                               | SIM          | 132                              |
| 26/08/2003             | 167                               | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 109                               | SIM          |                                  |
| 09/09/2003             | 90                                | SIM          |                                  |
| 23/09/2003             | 213                               | NAO          |                                  |

“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

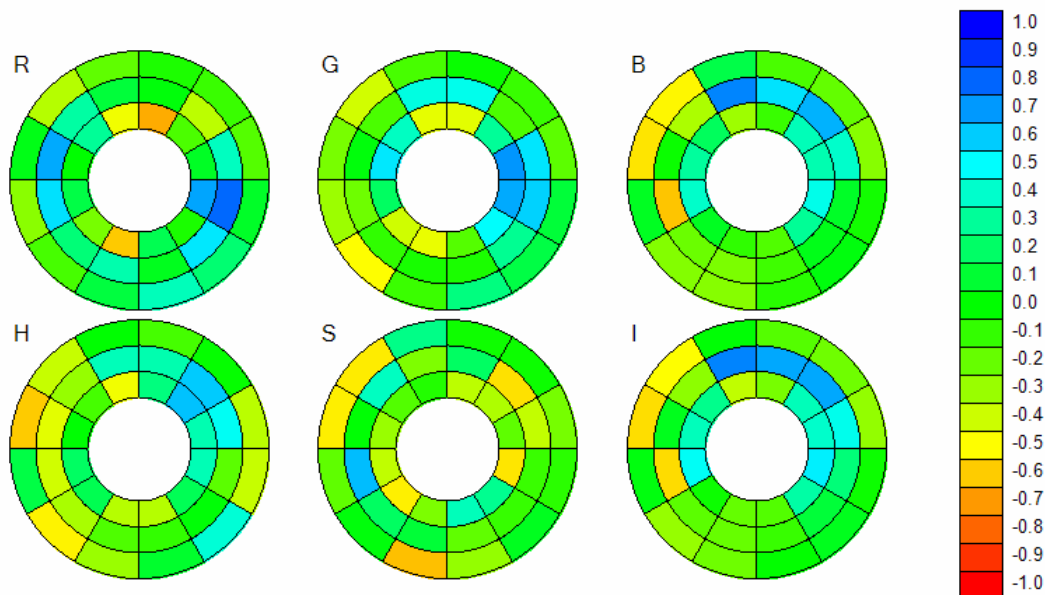


### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>G7Pu</b> | <b>-0.704</b> | <b>I7Co</b> | <b>0.788</b> | <b>0.239</b> | <b>0.316</b> | <b>0.246</b> | <b>0.191</b> | <b>0.231</b> | <b>0.280</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R1Pu</b> | <b>-0.662</b> | <b>R4Co</b> | <b>0.796</b> | <b>0.279</b> | <b>0.299</b> | <b>0.268</b> | <b>0.292</b> | <b>0.271</b> | <b>0.289</b> |

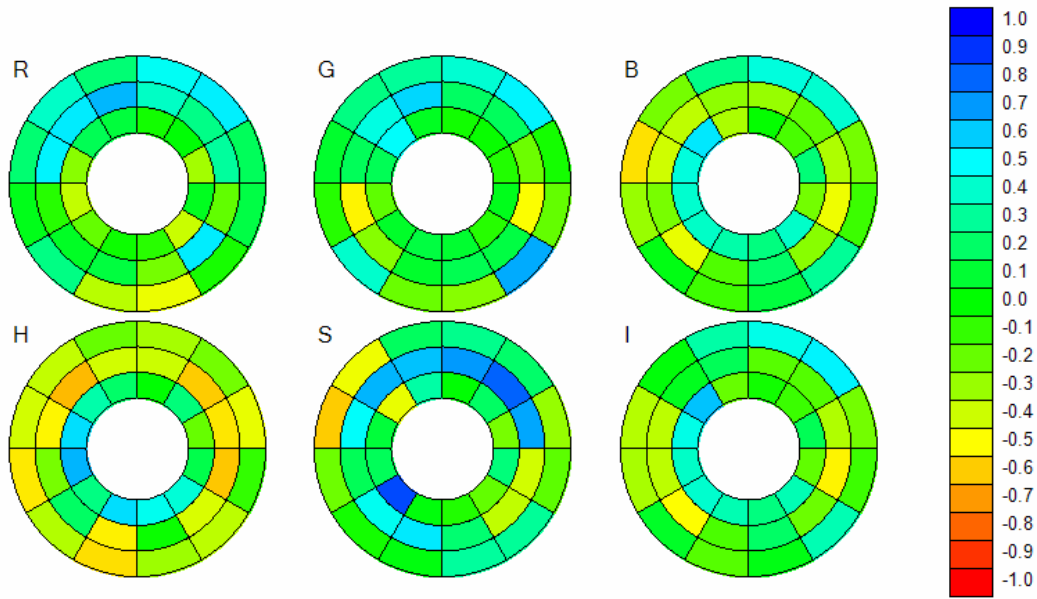
**PRONTUÁRIO NÚMERO 3:**

- Data de nascimento: 10/10/1957
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Cozinheiro
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 10 anos
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Insulina NPH e Regular
- Exame oftalmológico: A.O.= presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia O.D.= pinguécua / O.E.= pterígio nasal / Fundo de olho A.O.= retinopatia diabética não proliferativa moderada + marcas de laser / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 158                               | X            |                                  |
| 17/06/2003             | 247                               | X            |                                  |
| 01/07/2003             | 189                               | X            |                                  |
| 08/07/2003             | 77                                | NÃO          |                                  |
| 15/07/2003             | 130                               | NAO          |                                  |
| 22/07/2003             | 76                                | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 89                                | NÃO          |                                  |
| 05/08/2003             | 159                               | NÃO          |                                  |
| 12/08/2003             | 145                               | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 221                               | NAO          | 241                              |

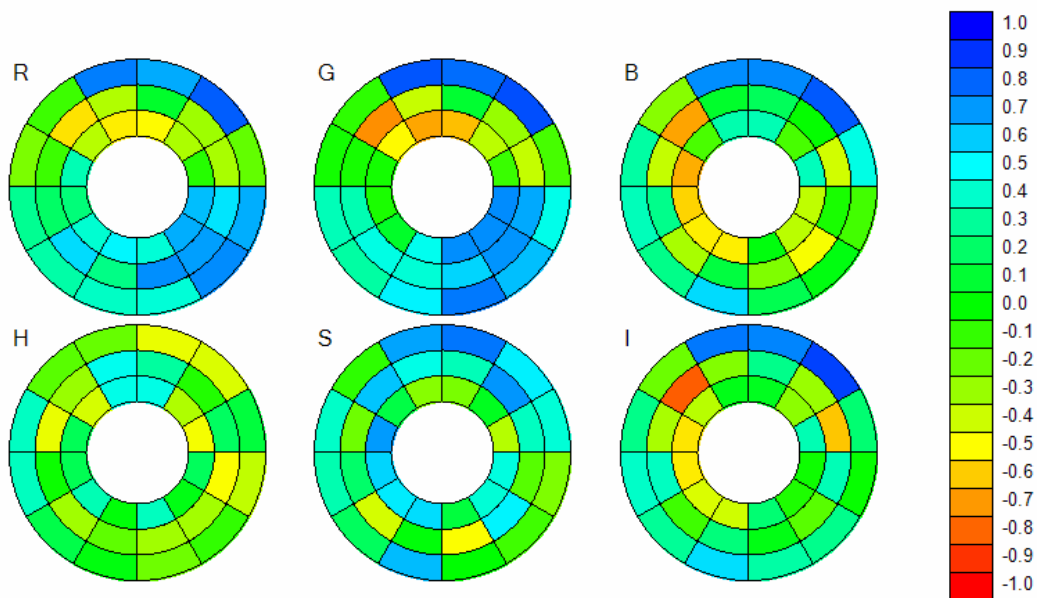
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H11Co</b> | <b>-0.635</b> | <b>S8Pu</b> | <b>0.856</b> | <b>0.258</b> | <b>0.231</b> | <b>0.292</b> | <b>0.372</b> | <b>0.337</b> | <b>0.271</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>I11Co</b> | <b>-0.816</b> | <b>I2Ci</b> | <b>0.871</b> | <b>0.427</b> | <b>0.444</b> | <b>0.348</b> | <b>0.275</b> | <b>0.372</b> | <b>0.338</b> |

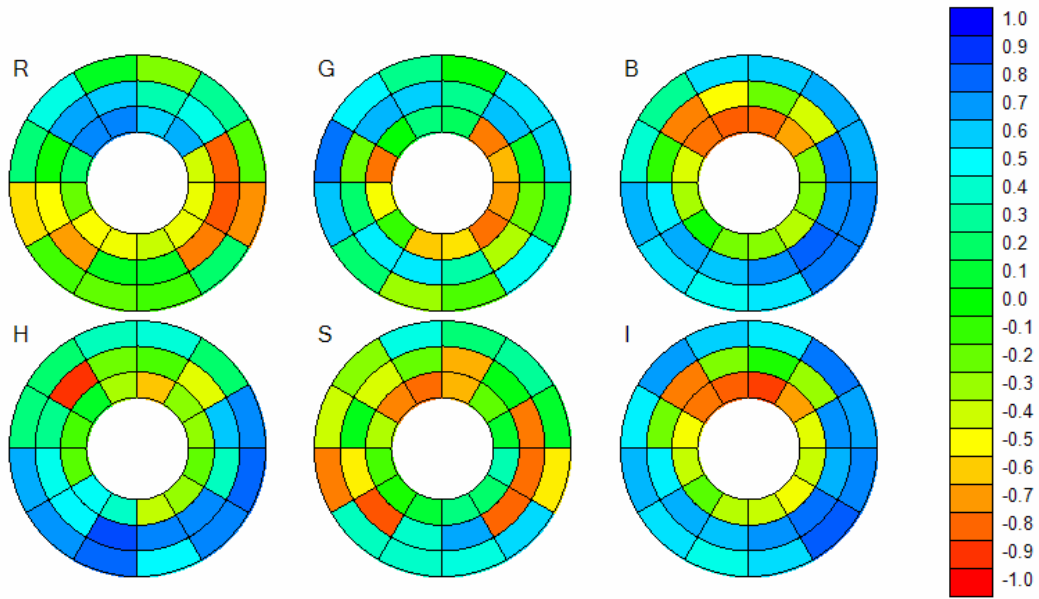
**PRONTUÁRIO NÚMERO 4:**

- Data de nascimento: 16/04/1956
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Gerente de locadora
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 10 anos
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Glifage 500 3x ao dia, após refeições.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (O.D.= <20/400 / O.E.= 20/20 e J1 O.E.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho: O.D.= placa cicatricial de coriorretinite macular / O.E.= sp / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 01/07/2003             | 298                               | NÃO          |                                  |
| 08/07/2003             | 256                               | SIM          |                                  |
| 15/07/2003             | 245                               | SIM          |                                  |
| 22/07/2003             | 256                               | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 295                               | SIM          |                                  |
| 05/08/2003             | 269                               | SIM          |                                  |
| 12/08/2003             | 229                               | SIM          |                                  |
| 19/08/2003             | 176                               | SIM          | 187                              |
| 26/08/2003             | 117                               | SIM          |                                  |
| 02/09/2003             | 170                               | SIM          |                                  |
| 09/09/2003             | 136                               | SIM          |                                  |

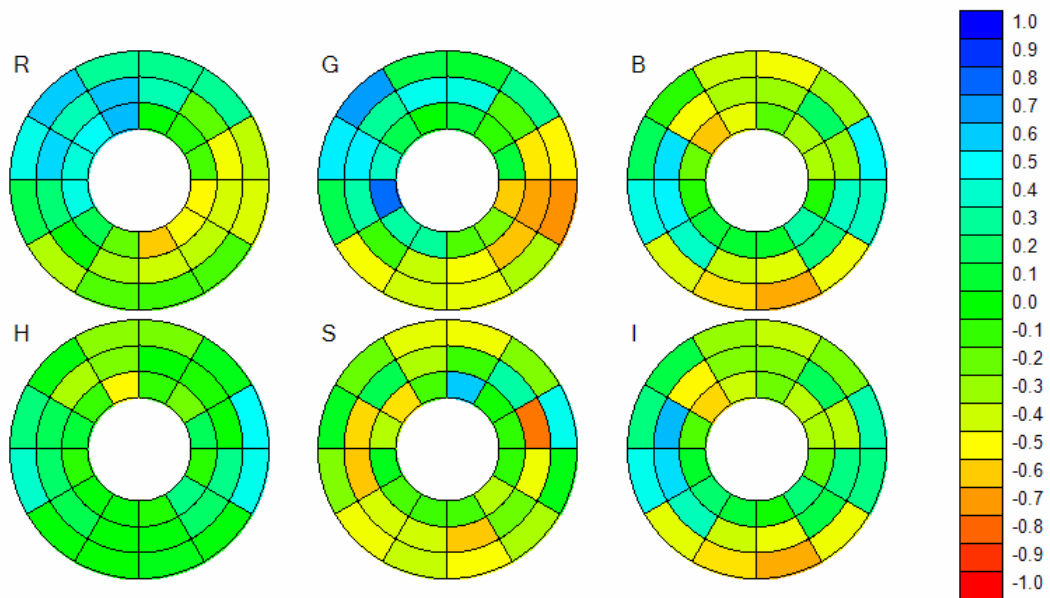
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H11Co</b> | <b>-0.900</b> | <b>H7Co</b> | <b>0.854</b> | <b>0.416</b> | <b>0.417</b> | <b>0.523</b> | <b>0.452</b> | <b>0.411</b> | <b>0.556</b> |

### Íris Esquerda



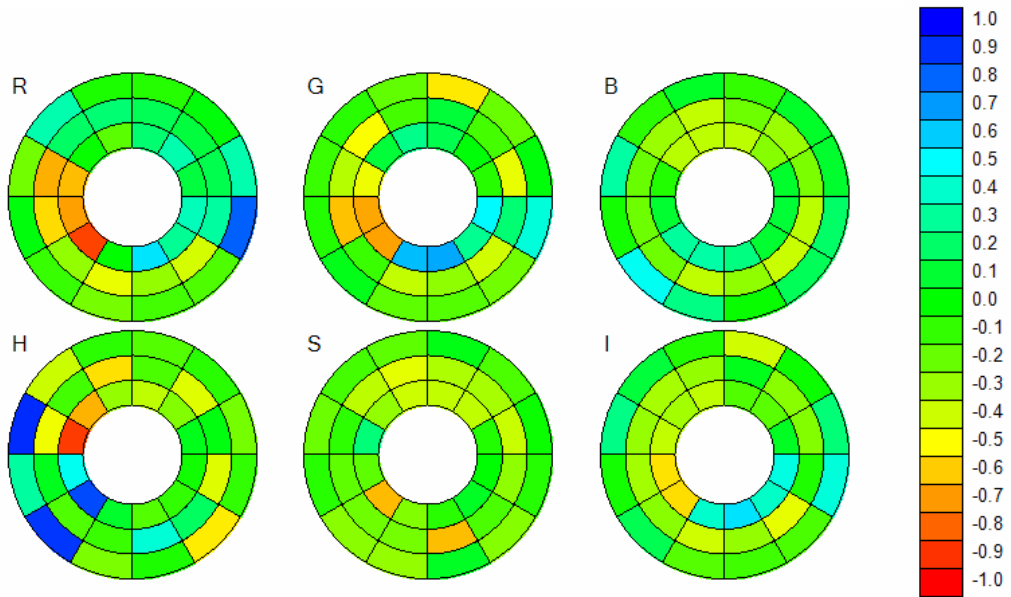
| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S3Co</b> | <b>-0.769</b> | <b>G9Pu</b> | <b>0.787</b> | <b>0.337</b> | <b>0.364</b> | <b>0.340</b> | <b>0.158</b> | <b>0.321</b> | <b>0.326</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 5:**

- Data de nascimento: 15/08/1942
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Vendedor
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 2 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica) + hipercolesterolemia
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Glucoformin 850 1 cpr após almoço e 1 cpr após jantar.
  - HAS: Diovan 160 mg 1 cpr no café / Lasix meio cpr café e meio cpr à tarde / Aspirina 100 mg 2 cpr após almoço.
  - Hipercolesterolemia: Provastatina 10 mg 1 cpr após jantar.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

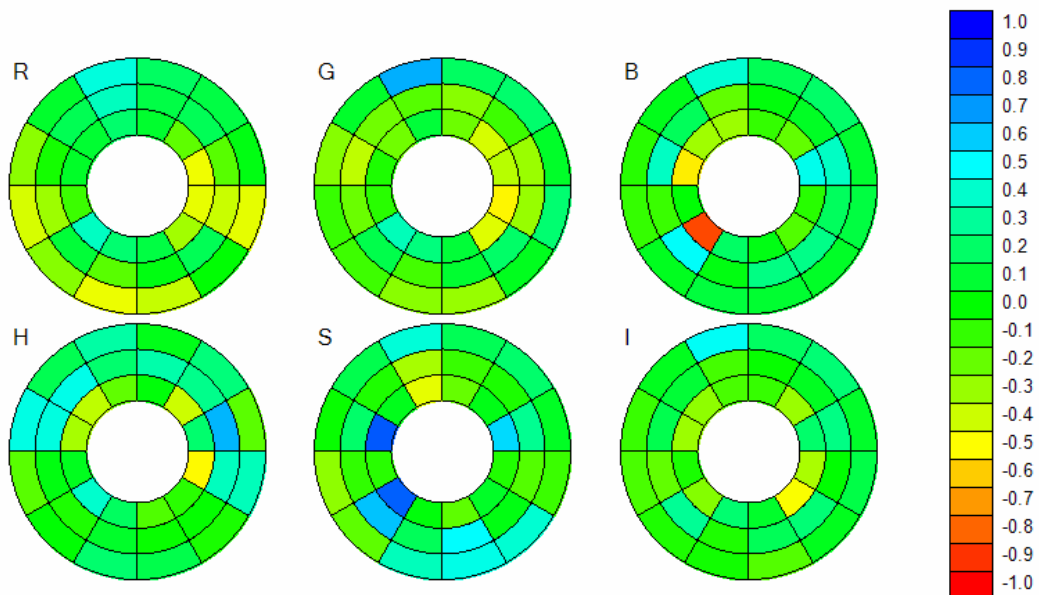
| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 12/08/2003             | 104                               | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 104                               | NÃO          | 104                              |
| 26/08/2003             | 95                                | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003             | 129                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003             | 101                               | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003             | 110                               | NÃO          |                                  |
| 07/10/2003             | 97                                | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003             | 98                                | NÃO          |                                  |
| 21/10/2003             | 93                                | NÃO          |                                  |
| 04/11/2003             | 123                               | NÃO          |                                  |

### Íris Direita



| Pos mín      | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H10Pu</b> | <b>-0.883</b> | <b>H10Ci</b> | <b>0.915</b> | <b>0.296</b> | <b>0.292</b> | <b>0.226</b> | <b>0.316</b> | <b>0.233</b> | <b>0.274</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>B8Pu</b> | <b>-0.857</b> | <b>S10Pu</b> | <b>0.826</b> | <b>0.227</b> | <b>0.229</b> | <b>0.206</b> | <b>0.228</b> | <b>0.246</b> | <b>0.173</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 6:**

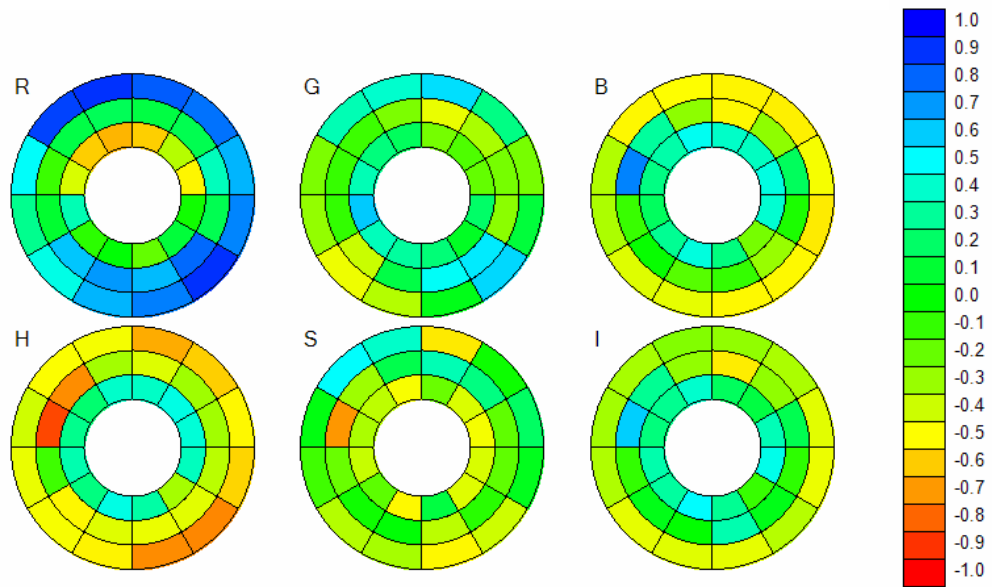
- Data de nascimento: 30/11/1926
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Professor
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 11 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Diamicon 1 cpr antes café / Prandin 1 cpr antes café / Micoformina 850 1 cpr após jantar.
  - HAS: Captopril 1 cpr antes almoço
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia A.O.= catarata incipiente / Fundo de olho: A.O.= retinopatia diabética não proliferativa moderada + marcas de laser / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|--------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003         | 406/457                           | X            |                                  |
| 17/06/2003         | 260                               | X            |                                  |
| 01/07/2003         | 222                               | SIM          |                                  |
| 08/07/2003         | 248                               | SIM          |                                  |
| 15/07/2003         | 187                               | SIM          |                                  |
| 22/07/2003         | 243                               | SIM          |                                  |
| 29/07/2003         | 235                               | SIM          |                                  |
| 05/08/2003         | 223                               | NÃO          |                                  |
| 12/08/2003         | 258                               | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003         | 208                               | NAO          | 228                              |

“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

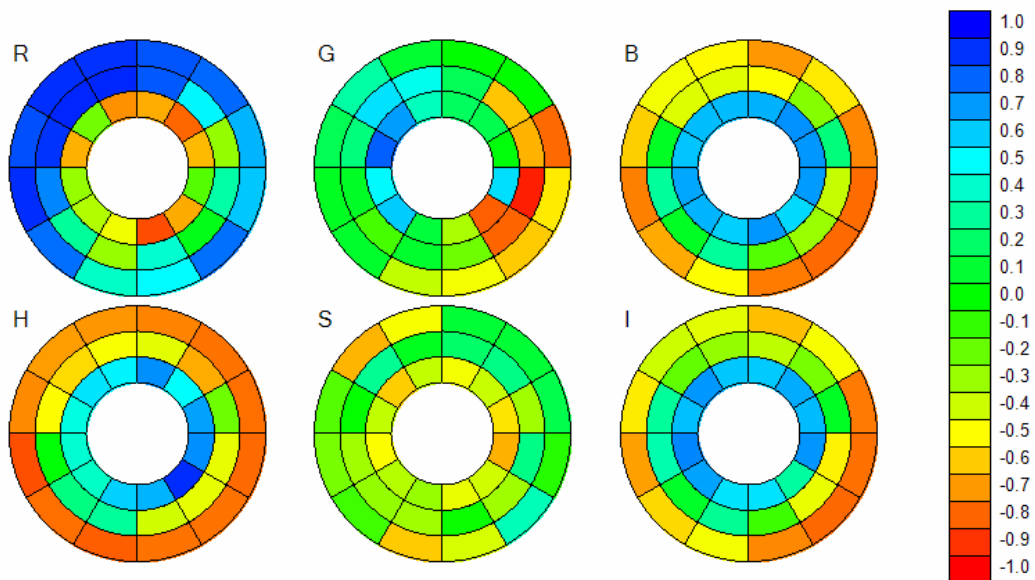


### Íris Direita



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H10Co</b> | <b>-0.859</b> | <b>R5Ci</b> | <b>0.905</b> | <b>0.452</b> | <b>0.291</b> | <b>0.356</b> | <b>0.450</b> | <b>0.297</b> | <b>0.302</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>G4Co</b> | <b>-0.938</b> | <b>R11Co</b> | <b>0.926</b> | <b>0.608</b> | <b>0.380</b> | <b>0.531</b> | <b>0.585</b> | <b>0.321</b> | <b>0.499</b> |

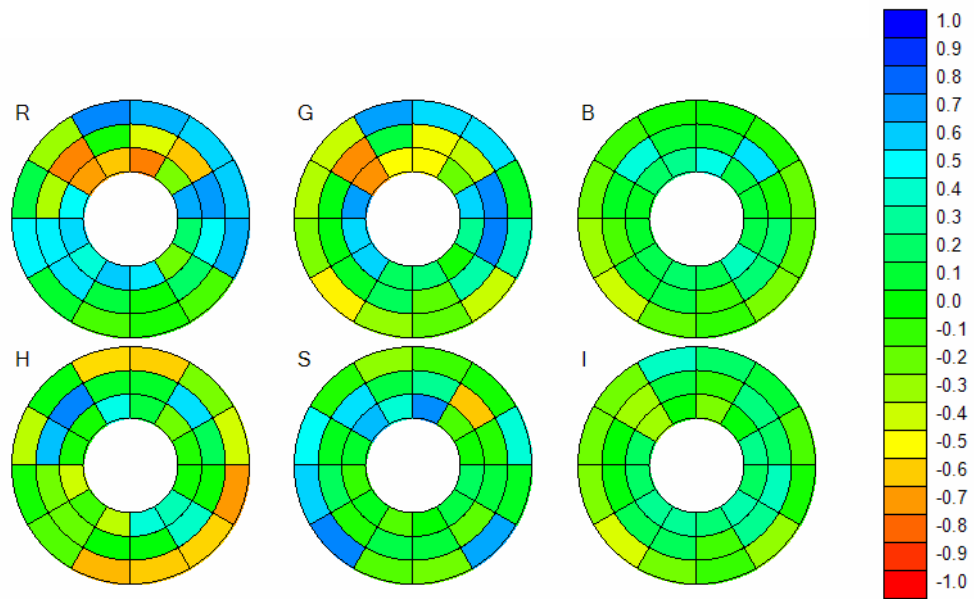
**PRONTUÁRIO NÚMERO 7:**

- Data de nascimento: 27/12/1949
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Costureira
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 18 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica).
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Daonil meio cpr pela manhã e meio cpr à noite / Glifage 500 1 cpr 3 x ao dia.
  - HAS: Atenolol 50 mg 1 x pela manhã / Sustrate 1 cpr pela manhã e 1 cpr à noite / AAS 100 mg 2 cpr após almoço.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| DATA COLETA | GLICEMIA<br>CAPILAR (mg%) | JEJUM | GLICEMIA<br>VENOSA (mg%) |
|-------------|---------------------------|-------|--------------------------|
| 01/07/2003  | 127                       | NÃO   |                          |
| 08/07/2003  | 141                       | NÃO   |                          |
| 15/07/2003  | 107                       | SIM   |                          |
| 22/07/2003  | 135                       | X     |                          |
| 29/07/2003  | 160                       | NÃO   |                          |
| 05/08/2003  | 168                       | NÃO   |                          |
| 12/08/2003  | 176                       | NÃO   |                          |
| 19/08/2003  | 158                       | NÃO   | 172                      |
| 26/08/2003  | 219                       | NÃO   |                          |
| 02/09/2003  | 238                       | NÃO   |                          |

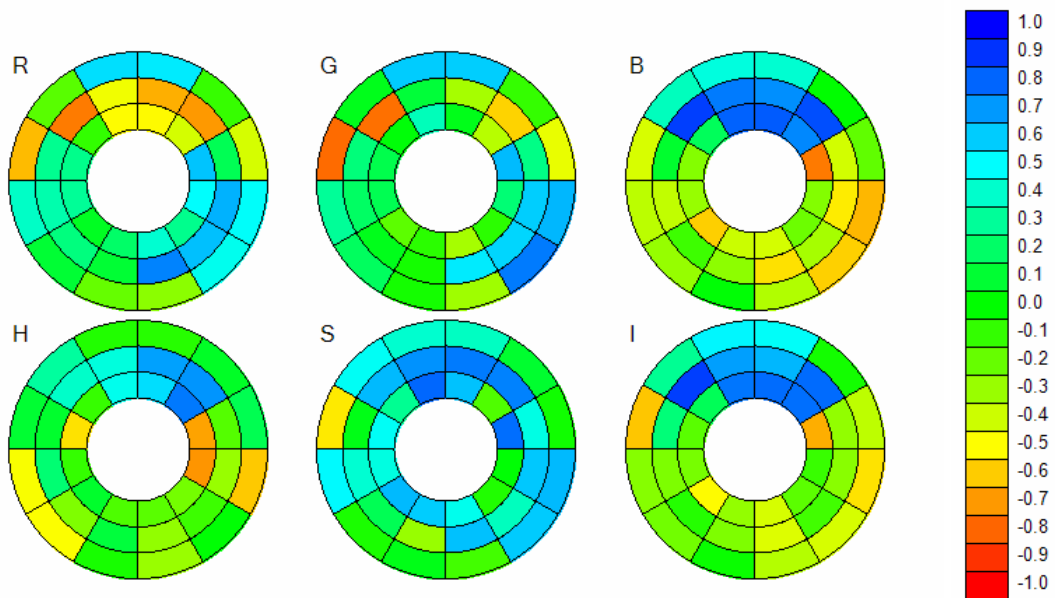
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R1Pu</b> | <b>-0.750</b> | <b>G4Co</b> | <b>0.745</b> | <b>0.425</b> | <b>0.378</b> | <b>0.180</b> | <b>0.294</b> | <b>0.249</b> | <b>0.201</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín      | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>G10Ci</b> | <b>-0.790</b> | <b>B11Co</b> | <b>0.877</b> | <b>0.396</b> | <b>0.327</b> | <b>0.437</b> | <b>0.308</b> | <b>0.418</b> | <b>0.393</b> |

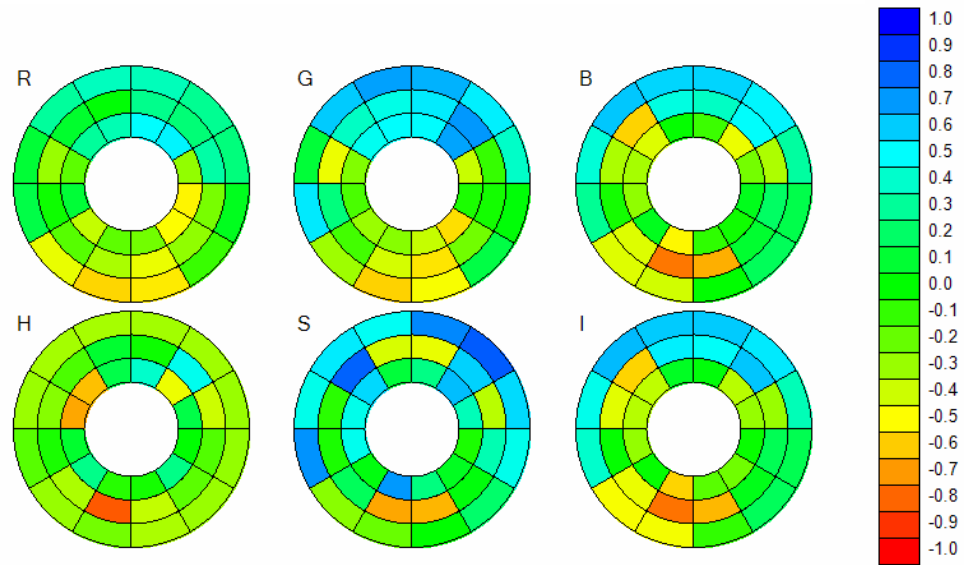
**PRONTUÁRIO NÚMERO 8:**

- Data de nascimento: 06/09/1943
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Impressor (aposentado)
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 8 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica) + hipercolesterolemia
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Neo Metmorfin 850 mg após refeições / Clibenclamida 5 mg antes café e antes jantar.
  - HAS: Captopril 25 mg 1 cpr antes café e 1 antes jantar / AAS 100 mg – 1 cpr/dia
  - Hipercolesterolemia: Sinvastatina 10 mg ao deitar.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia A.O.= catarata incipiente / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| DATA COLETA | GLICEMIA<br>CAPILAR (mg%) | JEJUM | GLICEMIA<br>VENOSA (mg%) |
|-------------|---------------------------|-------|--------------------------|
| 10/06/2003  | 138                       | X     |                          |
| 17/06/2003  | 133                       | X     |                          |
| 01/07/2003  | 122                       | NÃO   |                          |
| 08/07/2003  | 108                       | SIM   |                          |
| 22/07/2003  | 124                       | NÃO   |                          |
| 29/07/2003  | 125                       | SIM   |                          |
| 05/08/2003  | 120                       | SIM   |                          |
| 12/08/2003  | 121                       | NÃO   |                          |
| 19/08/2003  | 151                       | SIM   | 155                      |
| 26/08/2003  | 124                       | NÃO   |                          |

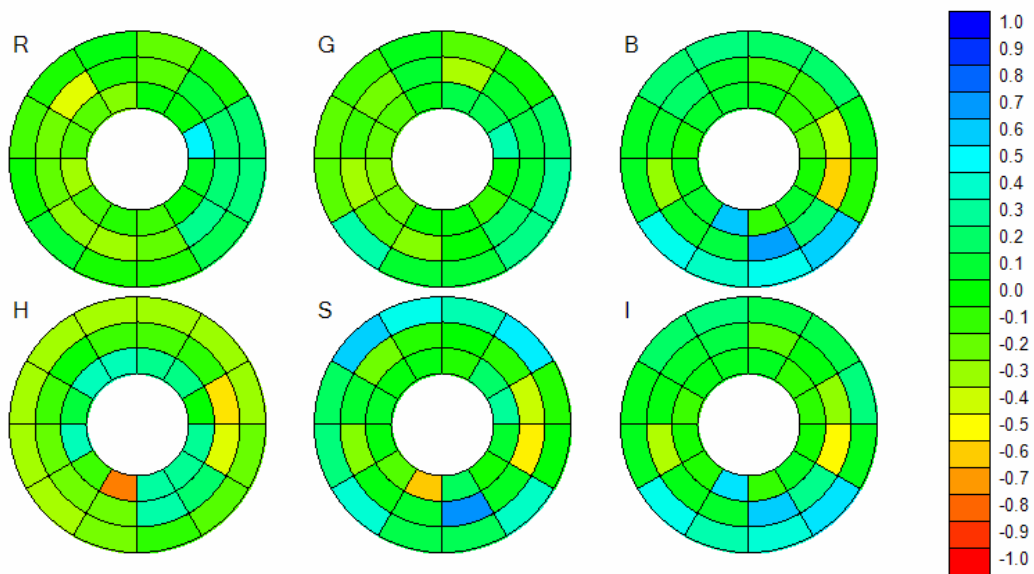
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H7Co</b> | <b>-0.825</b> | <b>S2Ci</b> | <b>0.820</b> | <b>0.288</b> | <b>0.383</b> | <b>0.330</b> | <b>0.279</b> | <b>0.390</b> | <b>0.356</b> |

### Íris Esquerda



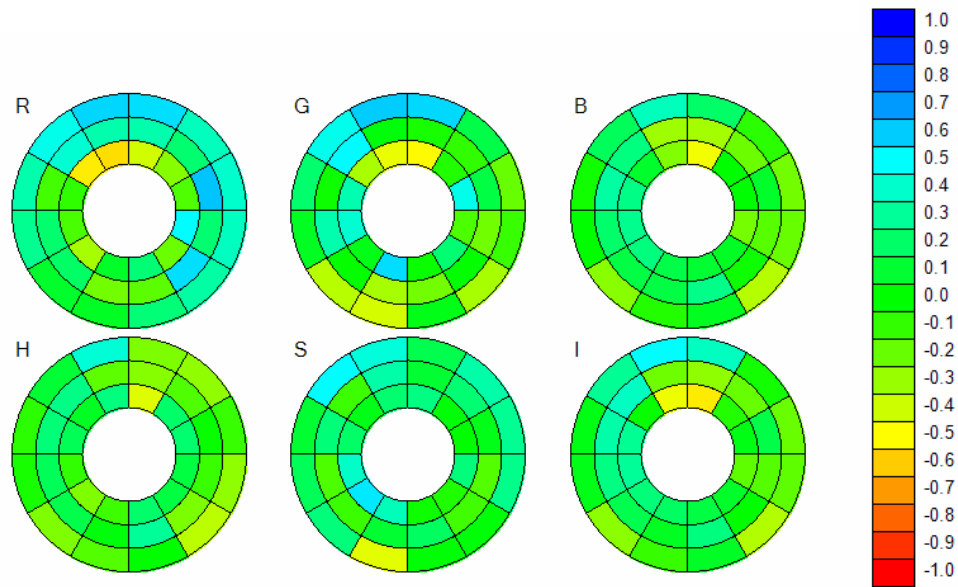
| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H7Pu</b> | <b>-0.751</b> | <b>S6Co</b> | <b>0.713</b> | <b>0.159</b> | <b>0.155</b> | <b>0.206</b> | <b>0.260</b> | <b>0.218</b> | <b>0.186</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 9:**

- Data de nascimento: 27/03/1958
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: São José
- Profissão: Funcionário público
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 16 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Insulina NPH antes café.
  - HAS: Aploc Plus 1 cpr pela manhã.
  - Complexo B 1 cpr pela manhã.
- Exame oftalmológico: A.O.= miopia, astigmatismo e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) /  
Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho A.O.= retinopatia diabética não proliferativa  
inicial / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

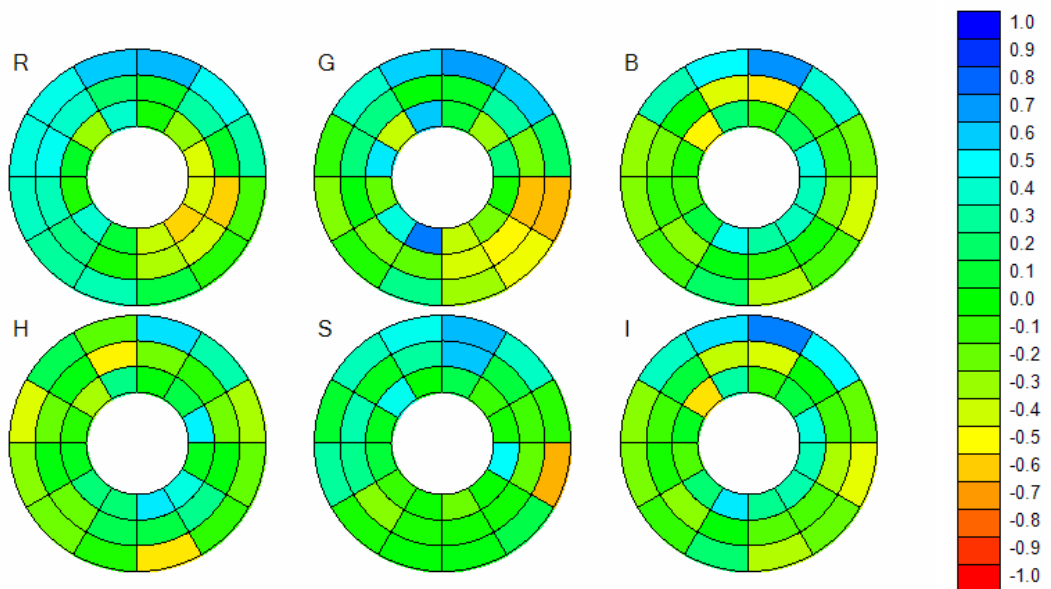
| <b>DATA COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|--------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 26/08/2003         | 345                               | NÃO          | 409                              |
| 02/09/2003         | 269                               | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003         | 299                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003         | 199                               | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003         | 87                                | NÃO          |                                  |
| 07/10/2003         | 113                               | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003         | 249                               | NÃO          |                                  |
| 21/10/2003         | 168                               | NÃO          |                                  |
| 04/11/2003         | 136                               | NÃO          |                                  |

### Íris Direita



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R12Pu</b> | <b>-0.566</b> | <b>R3Co</b> | <b>0.614</b> | <b>0.313</b> | <b>0.252</b> | <b>0.185</b> | <b>0.188</b> | <b>0.202</b> | <b>0.208</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S4Ci</b> | <b>-0.651</b> | <b>G7Pu</b> | <b>0.760</b> | <b>0.315</b> | <b>0.329</b> | <b>0.259</b> | <b>0.232</b> | <b>0.205</b> | <b>0.272</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 10:**

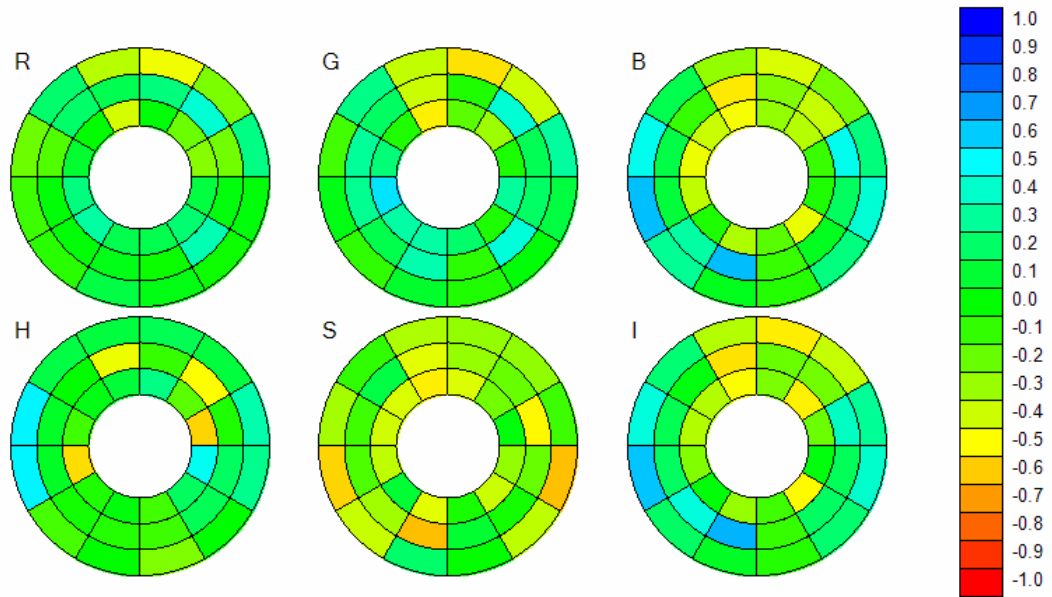
- Data de nascimento: 10/01/1942
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Auditor de finanças (aposentado)
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 15 anos
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Diamicron MR8 1 cpr antes café / Staform 10 minutos antes almoço e 10 minutos antes jantar.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia e presbiopia (O.D.=20/20 / O.E.= <20/400 e J1 O.D.) / Biomicroscopia A.O.= catarata incipiente / Fundo de olho O.D.= oclusão de ramo da veia central da retina (temporal superior) + marcas de laser / O.E.= sp / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|--------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 01/07/2003         | 406                               | X            |                                  |
| 08/07/2003         | 294                               | NÃO          |                                  |
| 15/07/2003         | 415                               | NÃO          |                                  |
| 22/07/2003         | 347                               | NÃO          |                                  |
| 29/07/2003         | 335                               | NÃO          |                                  |
| 05/08/2003         | 254                               | SIM          |                                  |
| 12/08/2003         | 260                               | SIM          |                                  |
| 19/08/2003         | 229                               | SIM          | 274                              |
| 26/08/2003         | 248                               | SIM          |                                  |
| 02/09/2003         | 217                               | SIM          |                                  |

“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

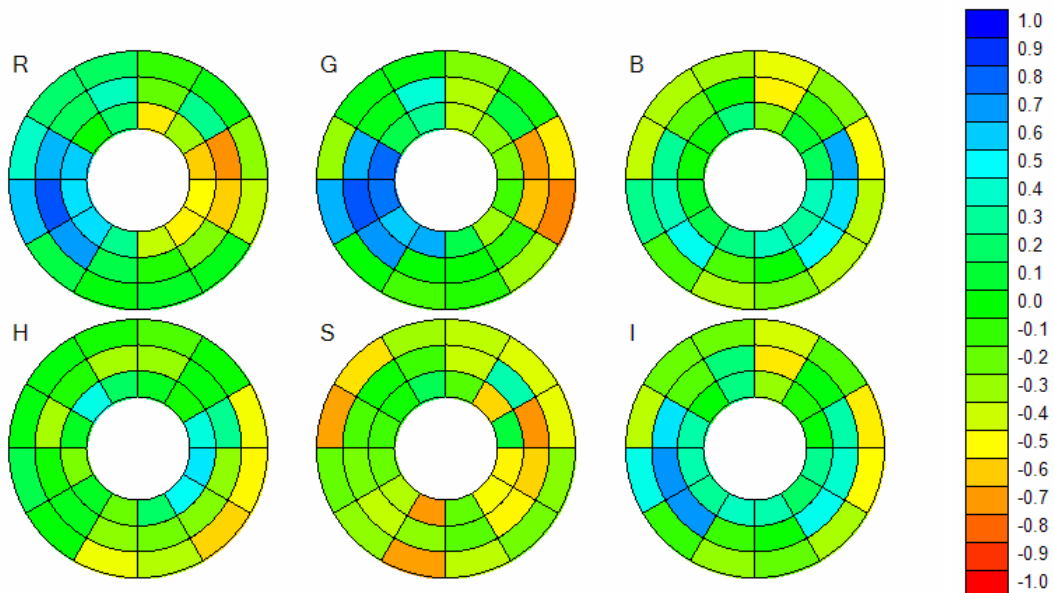


### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S7Co</b> | <b>-0.625</b> | <b>I7Co</b> | <b>0.647</b> | <b>0.175</b> | <b>0.240</b> | <b>0.289</b> | <b>0.200</b> | <b>0.290</b> | <b>0.292</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>G4Ci</b> | <b>-0.738</b> | <b>R9Co</b> | <b>0.839</b> | <b>0.347</b> | <b>0.340</b> | <b>0.279</b> | <b>0.229</b> | <b>0.342</b> | <b>0.300</b> |

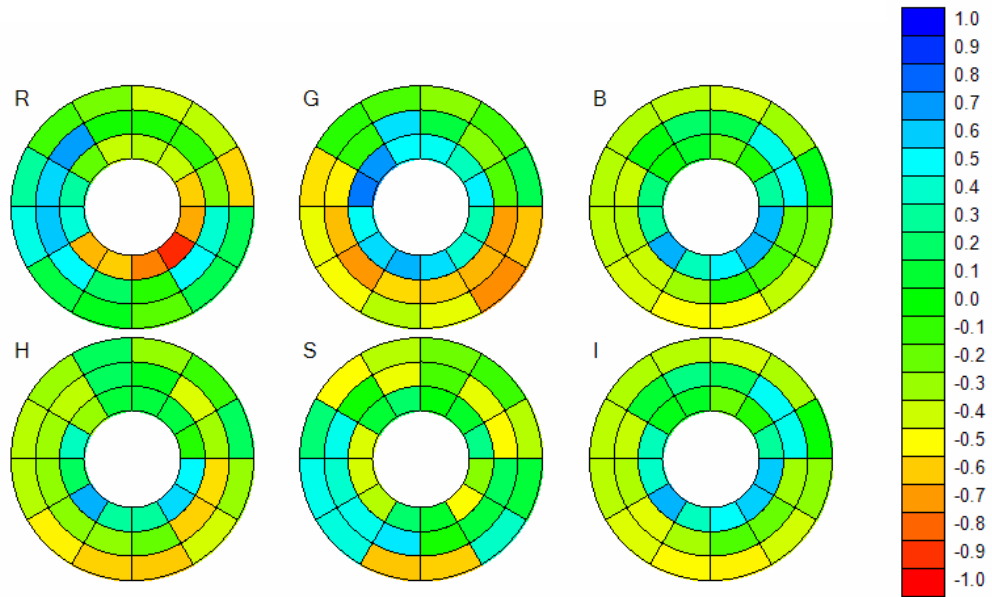
**PRONTUÁRIO NÚMERO 11:**

- Data de nascimento: 02/06/1981
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Palhoça
- Profissão: Recepcionista
- Diabética: Não
- Apresenta outras enfermidades?: Arritmia cardíaca (taquicardia).
- Tratamentos que realiza:
  - Arritmia cardíaca: Seloken 100 mg 1 cpr de 12/12 horas
- Exame oftalmológico: A.O.= emetropia (20/20 A.O.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| DATA COLETA | GLICEMIA<br>CAPILAR (mg%) | JEJUM | GLICEMIA<br>VENOSA (mg%) |
|-------------|---------------------------|-------|--------------------------|
| 10/06/2003  | 78                        | X     |                          |
| 17/06/2003  | 133                       | X     |                          |
| 01/07/2003  | 127                       | NÃO   |                          |
| 08/07/2003  | 87                        | SIM   |                          |
| 15/07/2003  | 86                        | SIM   |                          |
| 22/07/2003  | 86                        | X     |                          |
| 29/07/2003  | 78                        | SIM   |                          |
| 05/08/2003  | 85                        | X     |                          |
| 19/08/2003  | 85                        | SIM   | 94                       |
| 26/08/2003  | 124                       | NÃO   |                          |

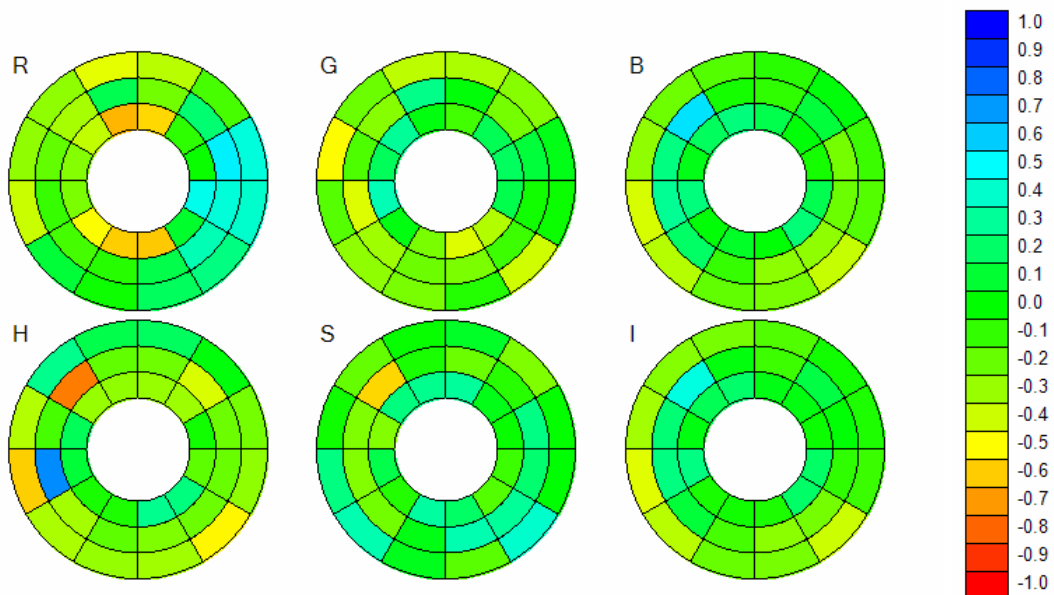
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R5Pu</b> | <b>-0.918</b> | <b>G10Pu</b> | <b>0.762</b> | <b>0.371</b> | <b>0.453</b> | <b>0.315</b> | <b>0.324</b> | <b>0.308</b> | <b>0.337</b> |

### Íris Esquerda



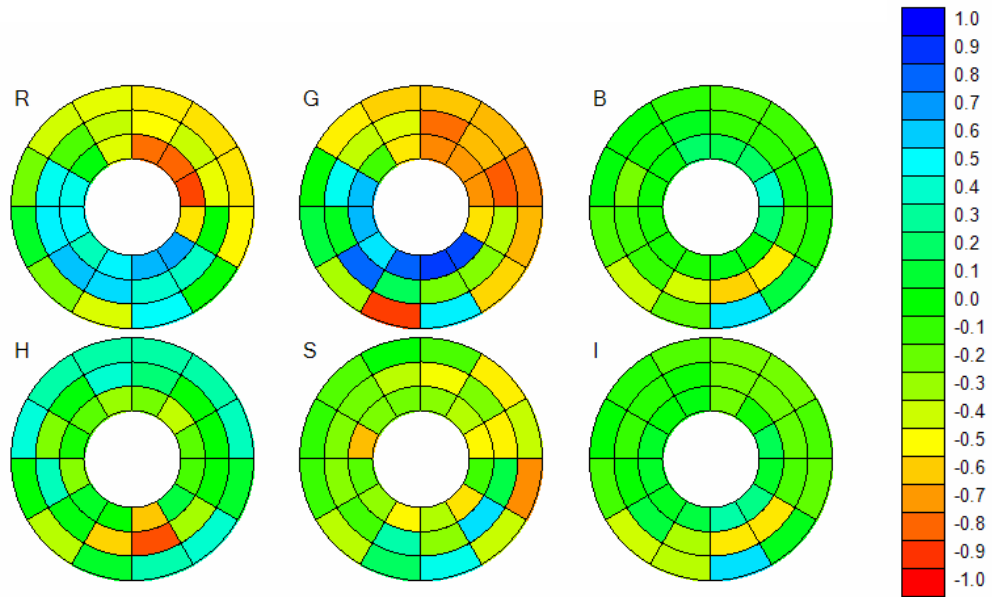
| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H11Co</b> | <b>-0.754</b> | <b>H9Co</b> | <b>0.725</b> | <b>0.296</b> | <b>0.218</b> | <b>0.186</b> | <b>0.270</b> | <b>0.189</b> | <b>0.172</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 12:**

- Data de nascimento: 03/02/1952
- Sexo: Masculino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Médico
- Diabético: Não
- Apresenta outras enfermidades?: Enxaqueca
- Tratamentos que realiza:
  - Enxaqueca: Depakote 250 1 x pela manhã e Pamelor 25 mg 1 cpr ao deitar.
- Exame oftalmológico: A.O.= miopia e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia O.D.= normal / O.E.= pingüecula. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

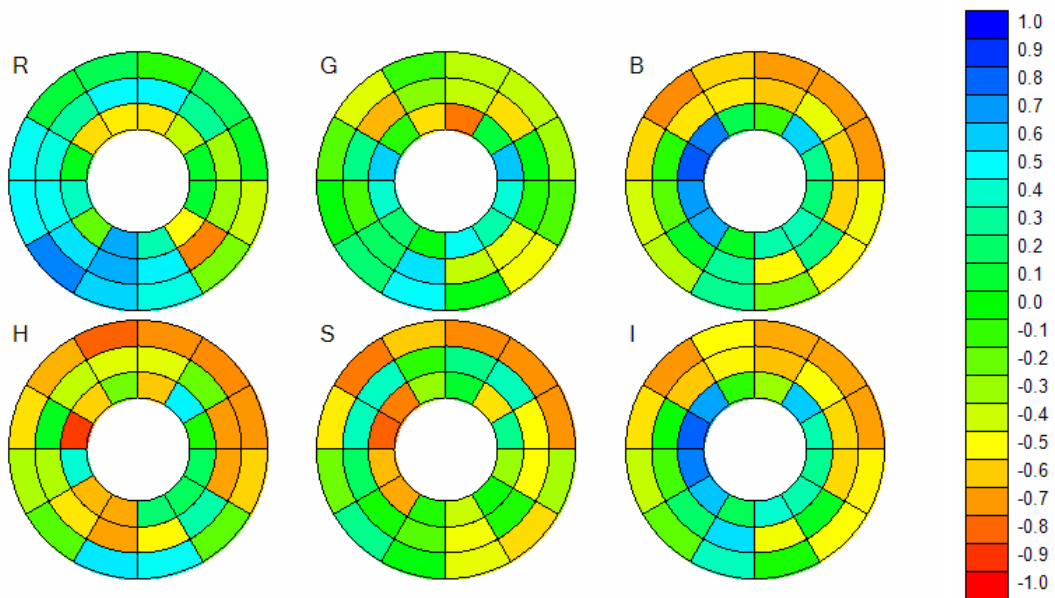
| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 107                               | NÃO          |                                  |
| 17/06/2003             | 113                               | NÃO          |                                  |
| 01/07/2003             | 104                               | NÃO          |                                  |
| 08/07/2003             | 107                               | NÃO          |                                  |
| 15/07/2003             | 115                               | NÃO          |                                  |
| 29/07/2003             | 91                                | NÃO          |                                  |
| 05/08/2003             | 93                                | NÃO          |                                  |
| 12/08/2003             | 88                                | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 87                                | NÃO          | 82                               |
| 26/08/2003             | 85                                | NÃO          |                                  |

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>G7Ci</b> | <b>-0.880</b> | <b>G6Pu</b> | <b>0.886</b> | <b>0.443</b> | <b>0.536</b> | <b>0.156</b> | <b>0.248</b> | <b>0.321</b> | <b>0.180</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín      | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H10Pu</b> | <b>-0.880</b> | <b>B10Pu</b> | <b>0.829</b> | <b>0.387</b> | <b>0.325</b> | <b>0.444</b> | <b>0.471</b> | <b>0.393</b> | <b>0.444</b> |

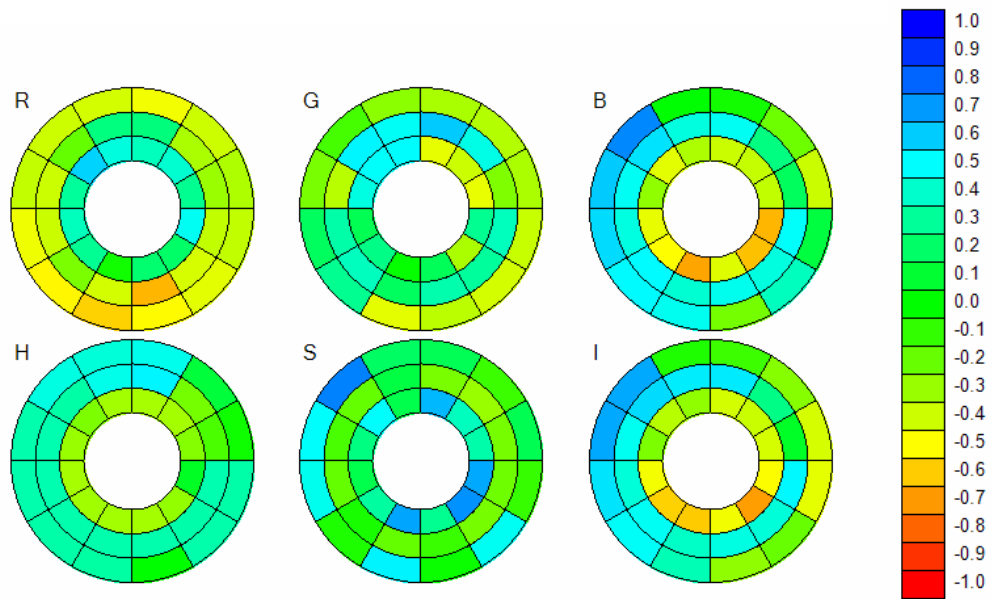
**PRONTUÁRIO NÚMERO 13:**

- Data de nascimento: 24/03/1968
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Instrumentadora cirúrgica
- Diabética: Não
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Exame oftalmológico: A.O.= emetropia (20/20 A.O.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 104                               | X            |                                  |
| 17/06/2003             | 103                               | X            |                                  |
| 01/07/2003             | 113                               | NÃO          |                                  |
| 08/07/2003             | 130                               | NÃO          |                                  |
| 15/07/2003             | 89                                | SIM          |                                  |
| 22/07/2003             | 121                               | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 97                                | NÃO          |                                  |
| 05/08/2003             | 85                                | X            |                                  |
| 12/08/2003             | 89                                | SIM          |                                  |
| 19/08/2003             | 145                               | X            | 151                              |

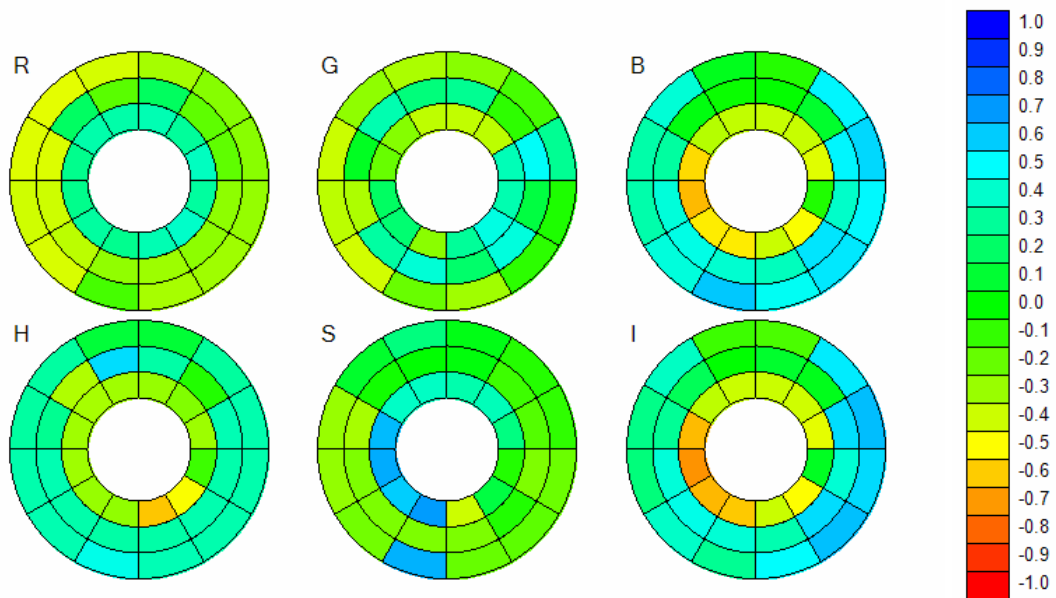
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>I5Pu</b> | <b>-0.689</b> | <b>S11Ci</b> | <b>0.744</b> | <b>0.376</b> | <b>0.342</b> | <b>0.416</b> | <b>0.305</b> | <b>0.301</b> | <b>0.420</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>I9Pu</b> | <b>-0.710</b> | <b>S7Pu</b> | <b>0.694</b> | <b>0.313</b> | <b>0.285</b> | <b>0.379</b> | <b>0.322</b> | <b>0.263</b> | <b>0.391</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 14:**

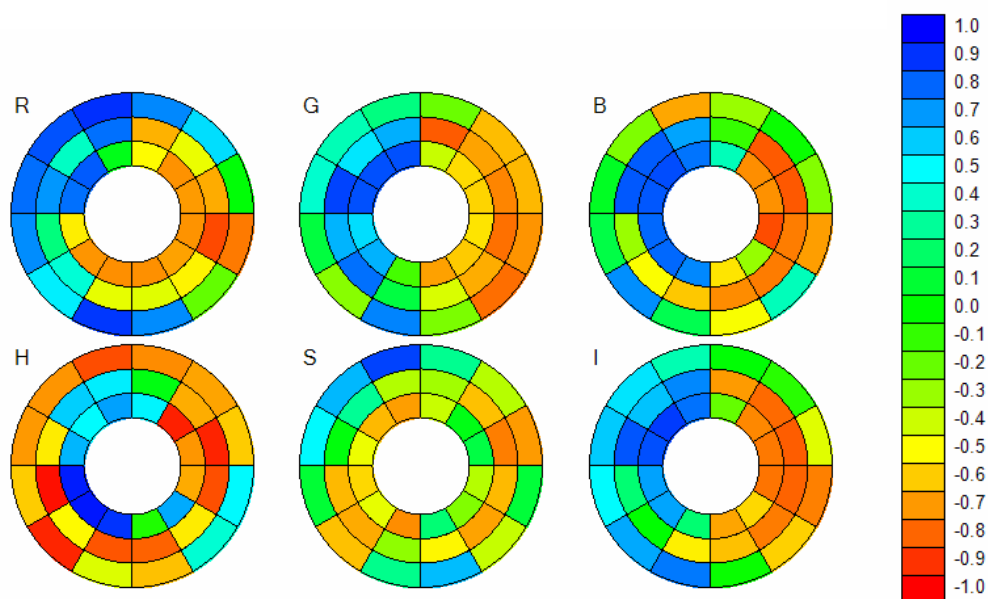
- Data de nascimento: 12/07/1952
- Sexo: Feminino
- Cor: Preta
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Telefonista
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há quase 2 anos
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Insulina - Novolin N / Glifage 500 1 cpr após café, após almoço e após jantar.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) /  
Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 270                               | X            |                                  |
| 17/06/2003             | 295                               | X            |                                  |
| 01/07/2003             | 102                               | SIM          |                                  |
| 29/07/2003             | 87                                | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 146                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003             | 94                                | NÃO          |                                  |
| 26/09/2003             | 81                                | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003             | 123                               | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003             | 127                               | NÃO          |                                  |

“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

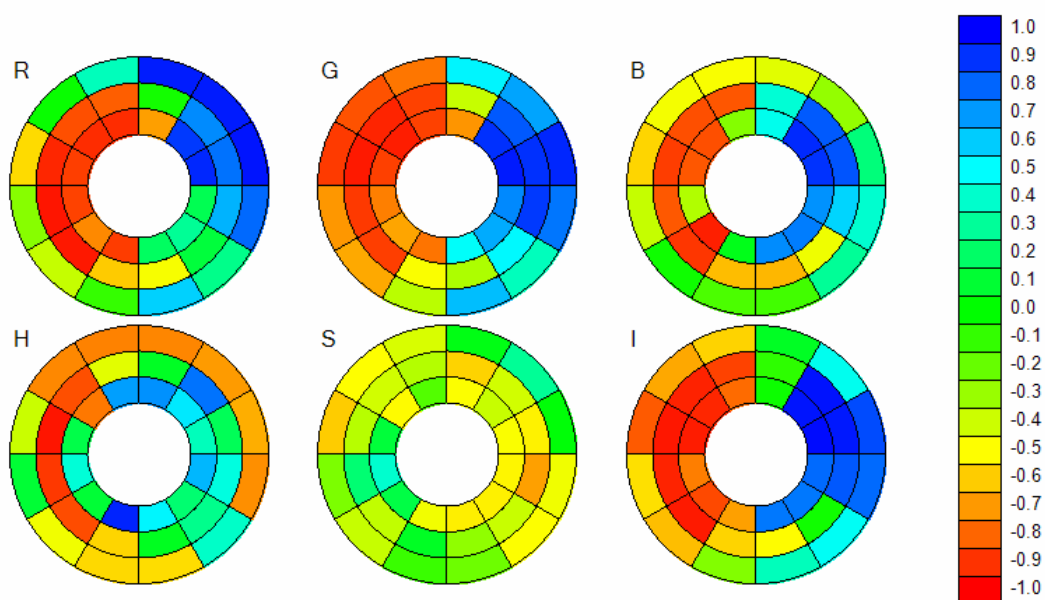


### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H9Co</b> | <b>-0.970</b> | <b>H8Pu</b> | <b>0.956</b> | <b>0.607</b> | <b>0.565</b> | <b>0.558</b> | <b>0.659</b> | <b>0.450</b> | <b>0.570</b> |

### Íris Esquerda



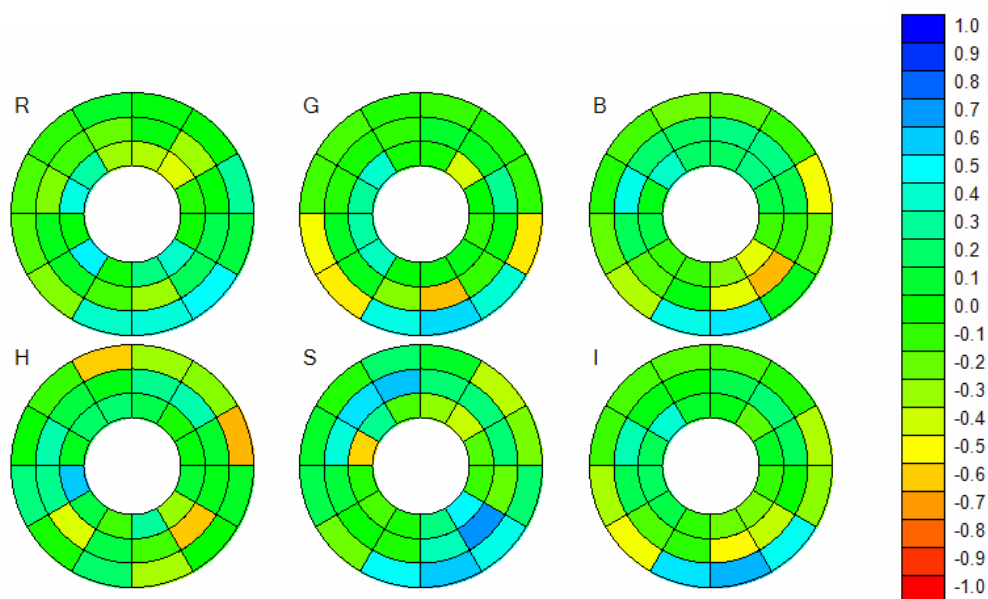
| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R9Co</b> | <b>-0.958</b> | <b>I3Pu</b> | <b>0.978</b> | <b>0.623</b> | <b>0.731</b> | <b>0.565</b> | <b>0.533</b> | <b>0.368</b> | <b>0.677</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 15:**

- Data de nascimento: 23/05/1952
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Costureira (aposentada)
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 10 anos
- Apresenta outras enfermidades?: Hipercolesterolemia
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Glifage 500 antes café e antes jantar
  - Hipercolesterolemia: Sinvalip 20 1 cpr após jantar.
- Exame oftalmológico: A.O.= astigmatismo e presbiopia (20/20 e J1 A.O.) / Biomicroscopia normal A.O. / Fundo de olho normal A.O. / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

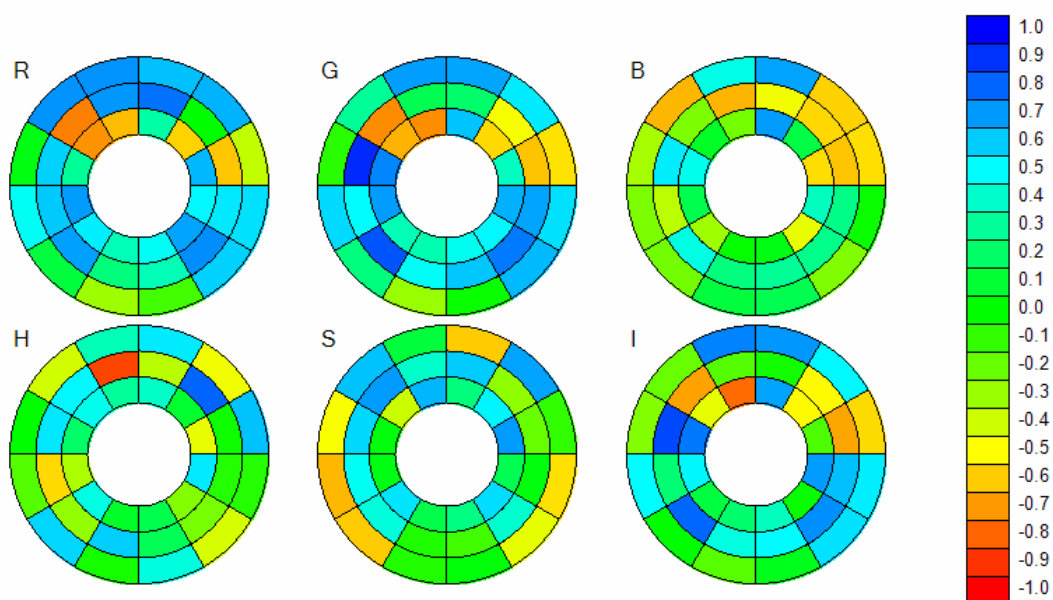
| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 19/08/2003             | 151                               | NÃO          | 162                              |
| 26/08/2003             | 195                               | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 119                               | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003             | 126                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003             | 117                               | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003             | 158                               | NÃO          |                                  |
| 07/10//2003            | 190                               | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003             | 123                               | NÃO          |                                  |
| 21/10//2003            | 133                               | NÃO          |                                  |
| 04/11/2003             | 104                               | NÃO          |                                  |

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H3Ci</b> | <b>-0.640</b> | <b>S5Co</b> | <b>0.712</b> | <b>0.207</b> | <b>0.205</b> | <b>0.233</b> | <b>0.220</b> | <b>0.274</b> | <b>0.218</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín      | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H12Co</b> | <b>-0.864</b> | <b>G10Co</b> | <b>0.919</b> | <b>0.509</b> | <b>0.524</b> | <b>0.354</b> | <b>0.357</b> | <b>0.374</b> | <b>0.453</b> |

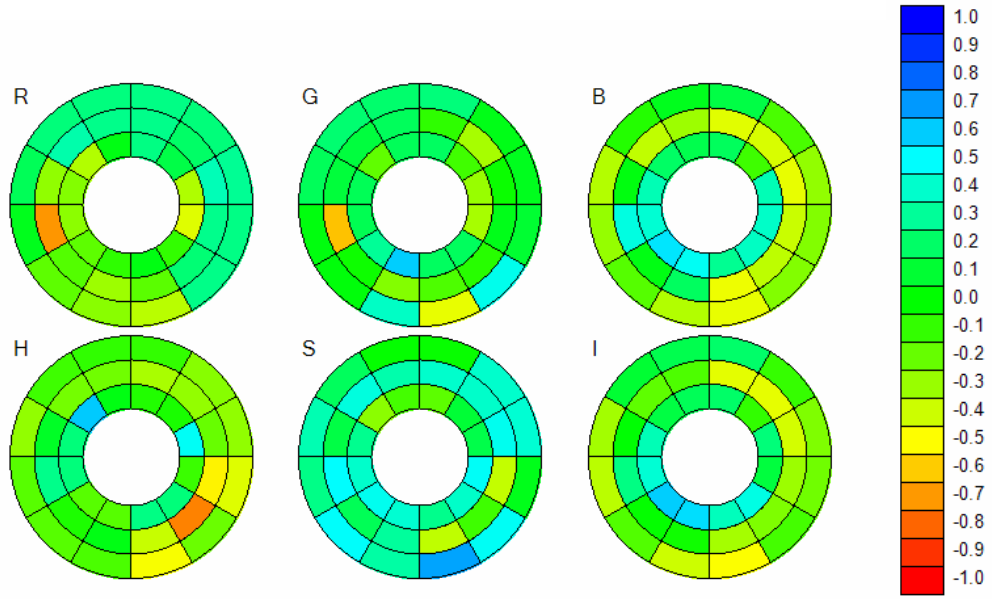
**PRONTUÁRIO NÚMERO 16:**

- Data de nascimento: 27/10/1942
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: São José
- Profissão: Aposentada
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 17 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica), hipercolesterolemia e osteoporose
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Insulina NPH e R / Glicoformin 500 mg 1 cpr antes café e 1 cpr antes jantar
  - HAS: Zestril 5 mg 1 cpr antes café.
  - Hipercolesterolemia: Prevastatina 1 cpr após jantar
  - Osteoporose: Kaotrac
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia e presbiopia (A.O.= 20/20 e J1) /  
Biomicroscopia A.O.= sp / Fundo de olho A.O.= sp / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 190                               | X            |                                  |
| 17/06/2003             | 298                               | X            |                                  |
| 01/07/2003             | 114                               | X            |                                  |
| 08/07/2003             | 122                               | SIM          |                                  |
| 15/07/2003             | 146                               | SIM          |                                  |
| 29/07/2003             | 169                               | X            |                                  |
| 05/08/2003             | 139                               | X            |                                  |
| 12/08/2003             | 125                               | X            |                                  |
| 19/08/2003             | 193                               | NÃO          | 193                              |
| 26/08/2003             | 112                               | SIM          |                                  |

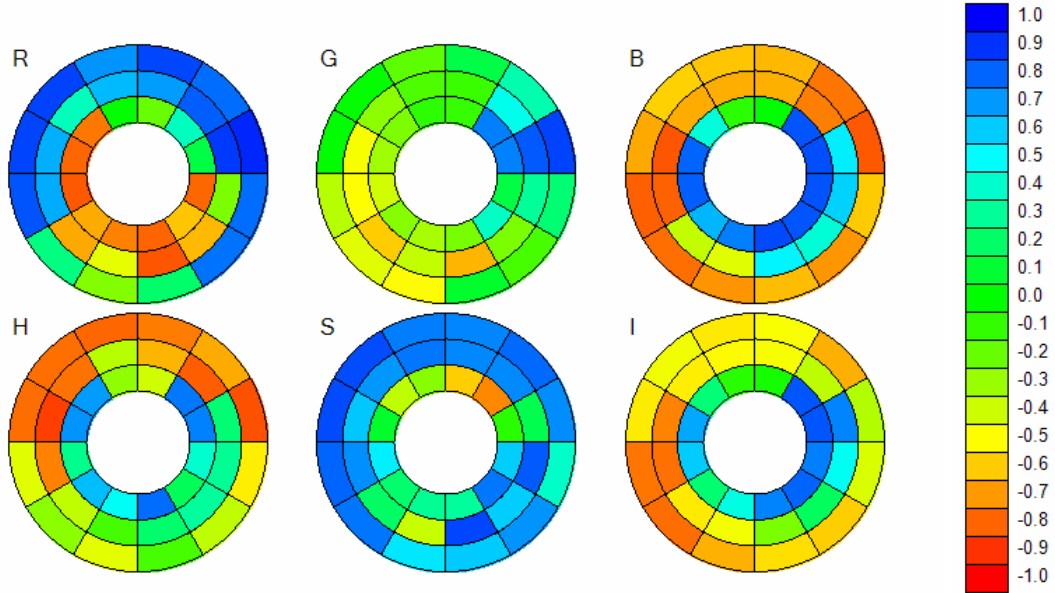
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H5Co</b> | <b>-0.743</b> | <b>S6Ci</b> | <b>0.678</b> | <b>0.249</b> | <b>0.204</b> | <b>0.296</b> | <b>0.245</b> | <b>0.313</b> | <b>0.263</b> |

Íris Esquerda



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H10Co</b> | <b>-0.876</b> | <b>R3Ci</b> | <b>0.924</b> | <b>0.622</b> | <b>0.341</b> | <b>0.647</b> | <b>0.526</b> | <b>0.573</b> | <b>0.532</b> |

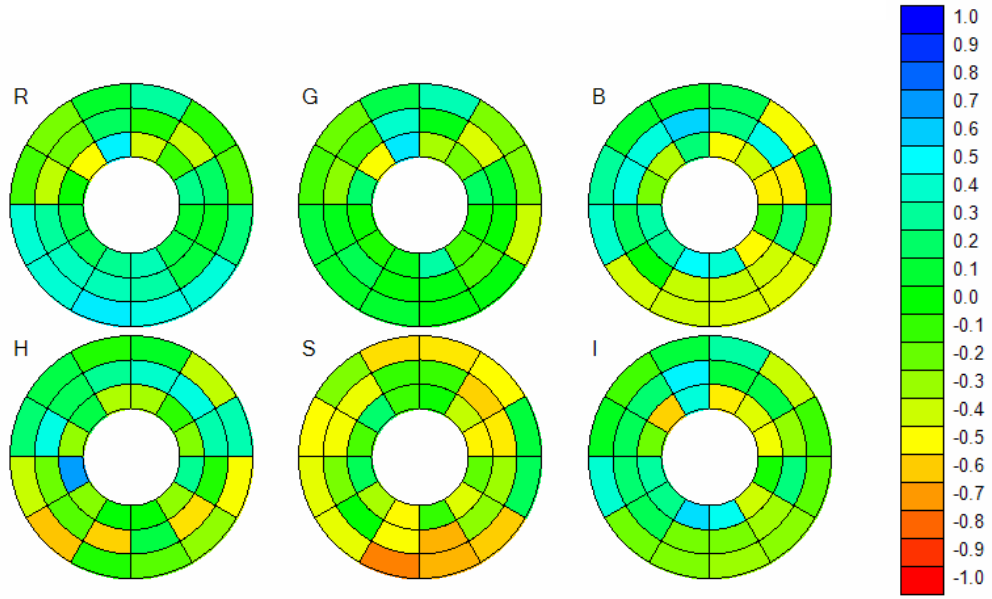
**PRONTUÁRIO NÚMERO 17:**

- Data de nascimento: 13/02/1940
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Auxiliar de lavanderia
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 15 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Gluformin 850 1 cpr após café e após jantar / Daonil 1 x à noite
  - HAS: Analapril 10 mg 1 cpr pela manhã
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (A.O.= 20/20p e J1) / Biomicroscopia A.O.= catarata incipiente / Fundo de olho A.O.= sp / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 170                               | X            |                                  |
| 17/06/2003             | 130                               | X            |                                  |
| 01/07/2003             | 162                               | SIM          |                                  |
| 08/07/2003             | 154                               | NÃO          |                                  |
| 15/07/2003             | 187                               | NAO          |                                  |
| 22/07/2003             | 235                               | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 152                               | SIM          |                                  |
| 05/08/2003             | 197                               | SIM          |                                  |
| 19/08/2003             | 146                               | SIM          | 150                              |
| 26/08/2003             | 100                               | SIM          |                                  |

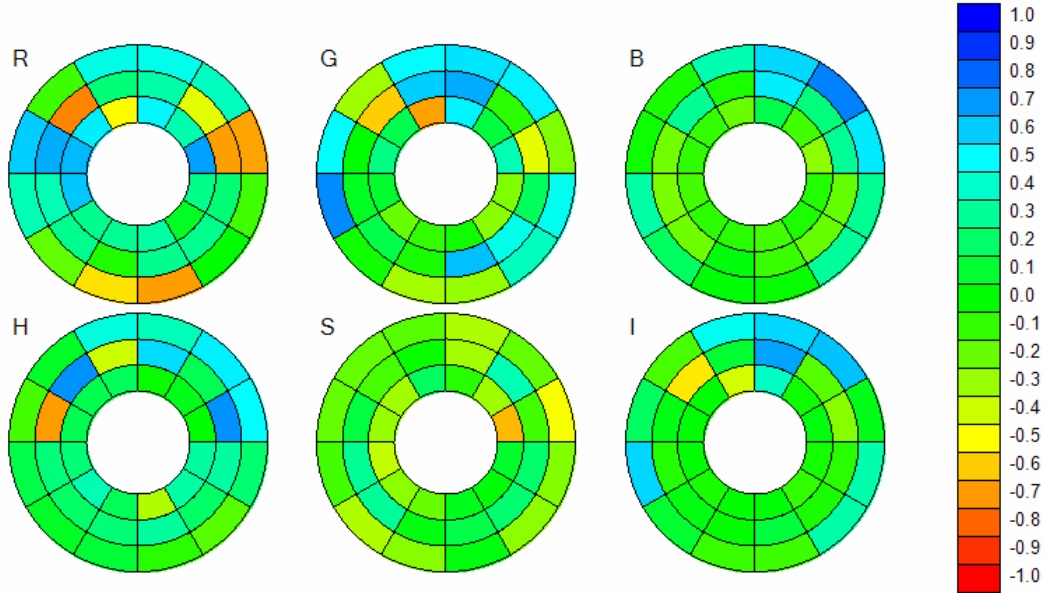
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

**Íris Direita**



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S7Ci</b> | <b>-0.746</b> | <b>H9Pu</b> | <b>0.690</b> | <b>0.262</b> | <b>0.177</b> | <b>0.338</b> | <b>0.278</b> | <b>0.358</b> | <b>0.288</b> |

**Íris Esquerda**



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R11Co</b> | <b>-0.738</b> | <b>B2Ci</b> | <b>0.747</b> | <b>0.395</b> | <b>0.328</b> | <b>0.209</b> | <b>0.274</b> | <b>0.223</b> | <b>0.191</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 18:**

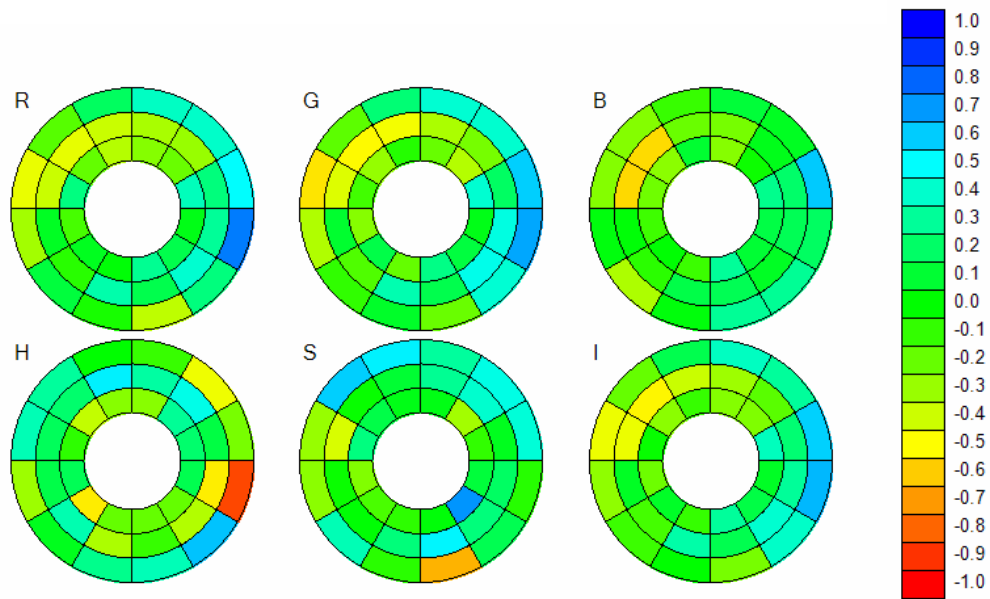
- Data de nascimento: 30/03/1969
- Sexo: Feminino
- Cor: Preta
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Atendente de Enfermagem
- Diabética: Não
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Exame oftalmológico: A.O.= emetropia (A.O.= 20/20) / Biomicroscopia A.O.= melanose conjuntival / Fundo de olho A.O.= sp / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 10/06/2003             | 88                                | X            |                                  |
| 17/06/2003             | 75                                | X            |                                  |
| 08/07/2003             | 101                               | NÃO          |                                  |
| 15/07/2003             | 81                                | SIM          |                                  |
| 22/07/2003             | 103                               | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 105                               | NÃO          |                                  |
| 05/08/2003             | 93                                | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 107                               | NÃO          | 93                               |
| 26/08/2003             | 78                                | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 76                                | SIM          |                                  |

“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

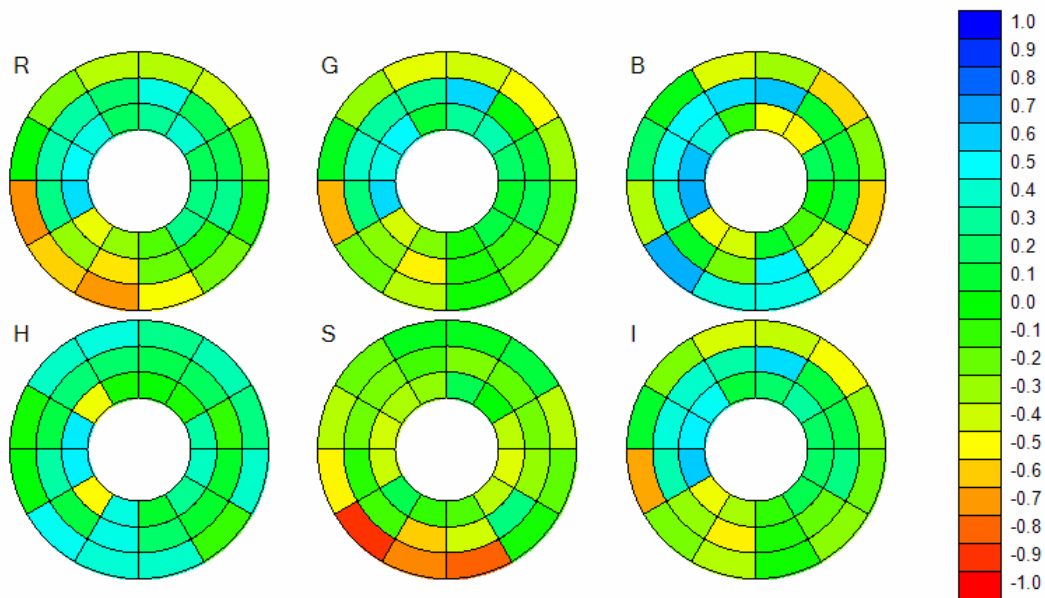


### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H4Ci</b> | <b>-0.860</b> | <b>R4Ci</b> | <b>0.755</b> | <b>0.271</b> | <b>0.292</b> | <b>0.195</b> | <b>0.293</b> | <b>0.248</b> | <b>0.262</b> |

### Íris Esquerda



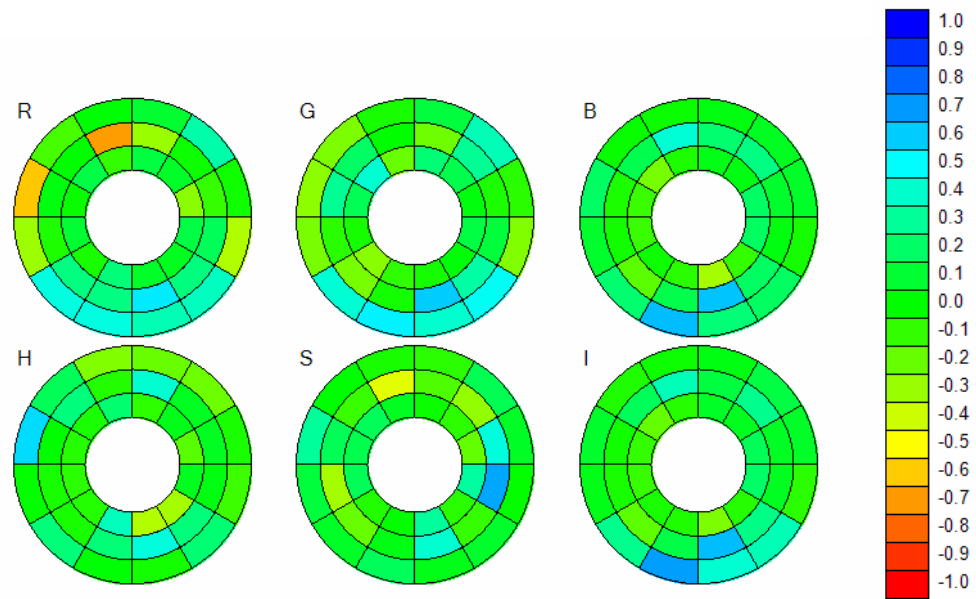
| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S8Ci</b> | <b>-0.901</b> | <b>B9Pu</b> | <b>0.654</b> | <b>0.322</b> | <b>0.278</b> | <b>0.357</b> | <b>0.263</b> | <b>0.290</b> | <b>0.305</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 19:**

- Data de nascimento: 28/09/1943
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Telefonista (aposentada)
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 5 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Insulina NPH e R / Glicoformin 500 mg 1 cpr pela manhã e à noite
  - HAS: Metil Dopa 500 mg 1 cpr pela manhã e 1 cpr à tarde / Natrilix 1 cpr pela manhã / Presotec 1 cpr pela manhã e 1 cpr à noite / AAS infantil 1 cpr após almoço.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (O.D.= 20/40p / O.E.= 20/20p e J1 O.E.) / Biomicroscopia A.O.= catarata (D>E) / Fundo de olho A.O.= retinopatia diabética não proliferativa severa / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

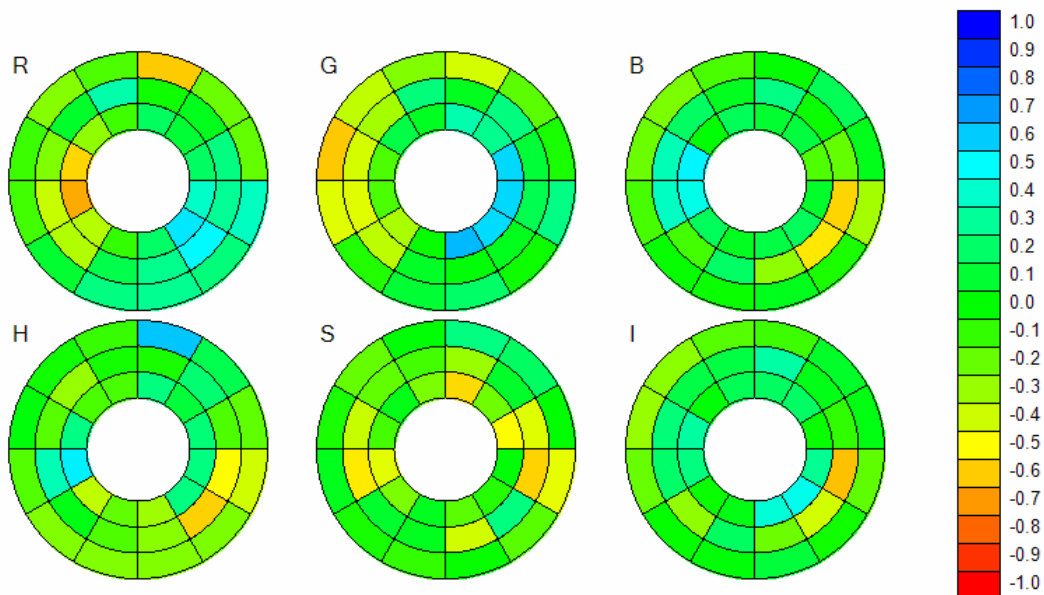
| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 19/08/2003             | 272                               | NÃO          | 273                              |
| 26/08/2003             | 180                               | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 129                               | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003             | 247                               | NAO          |                                  |
| 23/09/2003             | 211                               | SIM          |                                  |
| 30/09/2003             | 218                               | NÃO          |                                  |
| 07/10/2003             | 283                               | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003             | 197                               | NÃO          |                                  |
| 21/10/2003             | 188                               | NÃO          |                                  |
| 04/11/2003             | 172                               | NAO          |                                  |

### Íris Direita



| Pos mín      | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R12Co</b> | <b>-0.692</b> | <b>I7Ci</b> | <b>0.688</b> | <b>0.210</b> | <b>0.213</b> | <b>0.158</b> | <b>0.164</b> | <b>0.172</b> | <b>0.169</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R9Pu</b> | <b>-0.664</b> | <b>G6Pu</b> | <b>0.635</b> | <b>0.267</b> | <b>0.259</b> | <b>0.189</b> | <b>0.238</b> | <b>0.215</b> | <b>0.189</b> |

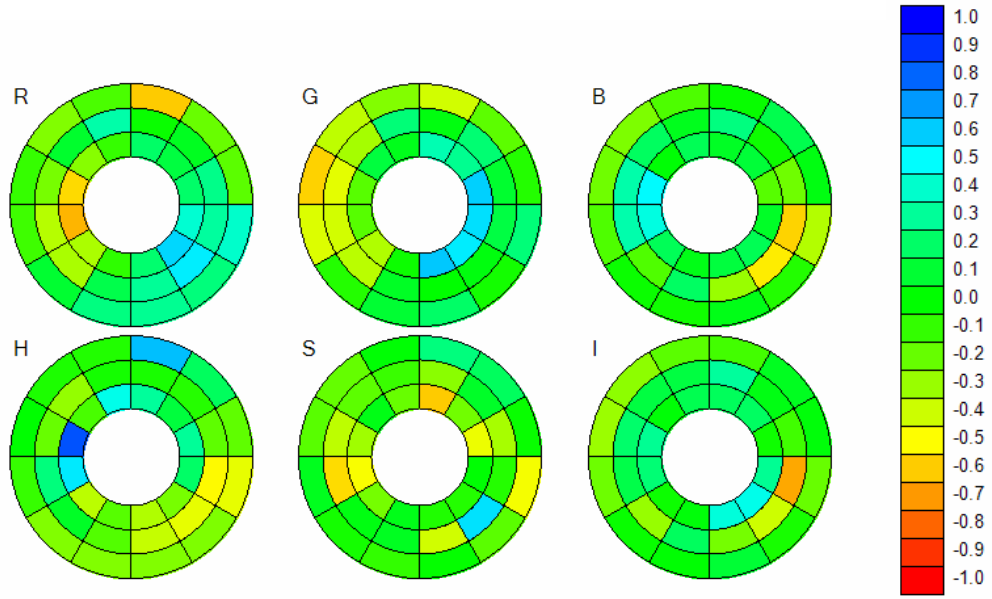
**PRONTUÁRIO NÚMERO 20:**

- Data de nascimento: 02/10/1935
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Do lar
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 3 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Clamiben 5 mg 1 cpr às 11 hs
  - HAS: Hidroclorotiazida 50 mg 1 cpr após café
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (O.D. = 20/40P / O.E.= PL e J3) / Biomicroscopia O.D.= pterígio nasal II + catarata / O.E.= pterígio nasal III + catarata / Fundo de olho O.D.= venodilatação, tortuosidades vasculares / O.E.= inviável / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 22/07/2003             | 60                                | X            |                                  |
| 05/08/2003             | 87                                | NAO          |                                  |
| 12/08/2003             | 77                                | NAO          |                                  |
| 19/08/2003             | 77                                | NAO          | 86                               |
| 26/08/2003             | 65                                | X            |                                  |
| 02/09/2003             | 67                                | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003             | 104                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003             | 121                               | NÃO          |                                  |
| 07/10/2003             | 119                               | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003             | 109                               | NÃO          |                                  |

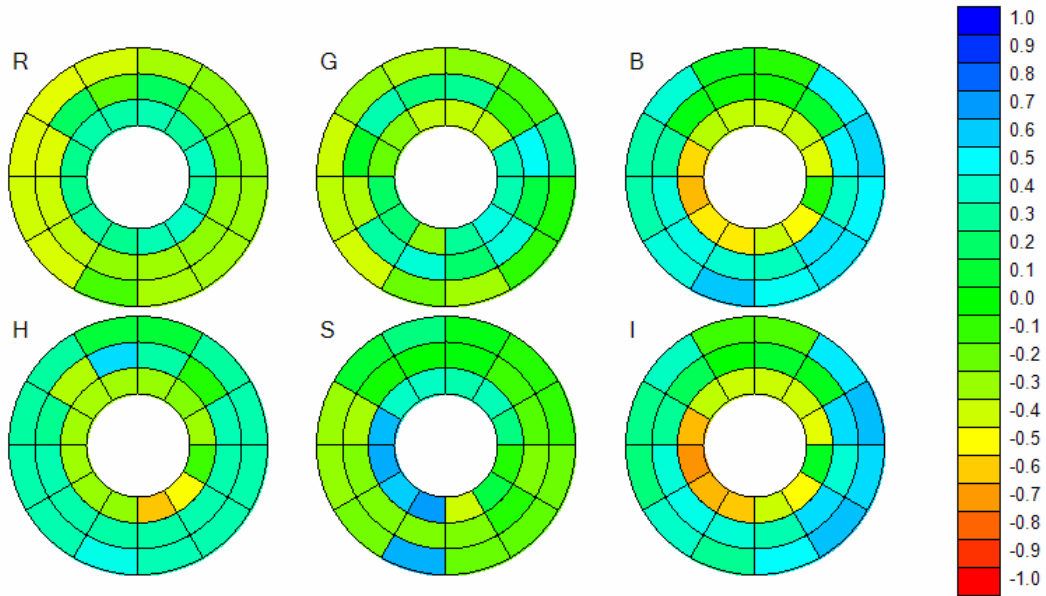
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

**Íris Direita**



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>I4Co</b> | <b>-0.669</b> | <b>H10Pu</b> | <b>0.838</b> | <b>0.267</b> | <b>0.254</b> | <b>0.187</b> | <b>0.261</b> | <b>0.208</b> | <b>0.187</b> |

**Íris Esquerda**



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>I9Pu</b> | <b>-0.710</b> | <b>S7Pu</b> | <b>0.694</b> | <b>0.313</b> | <b>0.285</b> | <b>0.379</b> | <b>0.322</b> | <b>0.263</b> | <b>0.391</b> |

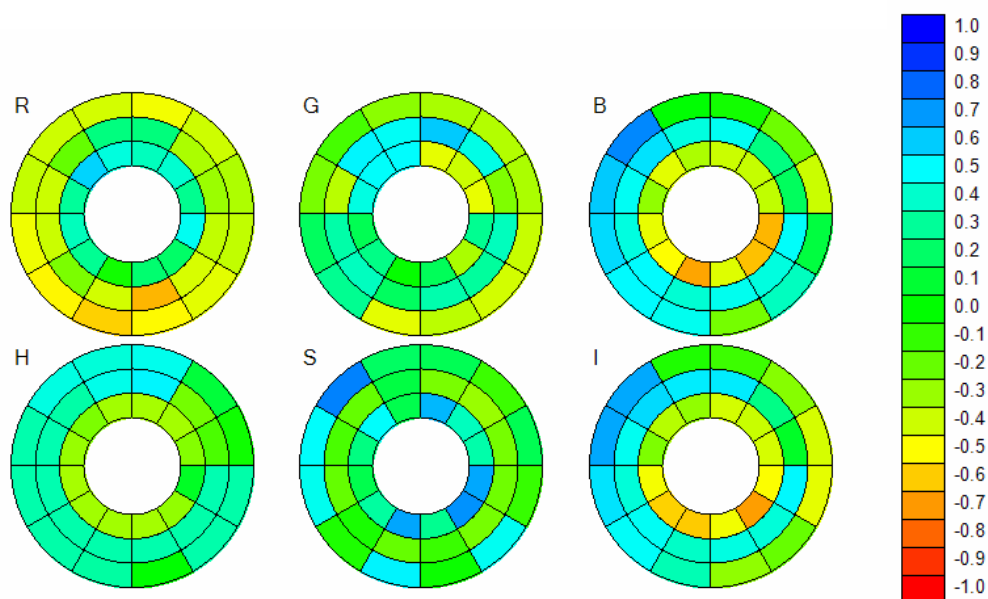
**PRONTUÁRIO NÚMERO 21:**

- Data de nascimento: 27/03/1948
- Sexo: Masculino
- Cor: Preta
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Funcionário público
- Diabético: Sim
- Diabético há quanto tempo?: Há 22 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Glifage 1 mg 1 cpr antes café / Diamicron 1 cpr antes café
  - HAS: Analapril 10 mg 1 cpr após café
- Exame oftalmológico: A.O.= emetropia e presbiopia (A.O.= 20/20 e J1) / Biomicroscopia A.O.= sp / Fundo de olho A.O.= retinopatia diabética não proliferativa inicial / Tonometria normal A.O.
- Taxas de glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 17/06/2003             | 242                               | X            |                                  |
| 01/07/2003             | 186                               | SIM          |                                  |
| 08/07/2003             | 154                               | SIM          |                                  |
| 15/07/2003             | 171                               | SIM          |                                  |
| 22/07/2003             | 93                                | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 163                               | SIM          |                                  |
| 12/08/2003             | 201                               | SIM          |                                  |
| 19/08/2003             | 173                               | SIM          | 189                              |
| 26/08/2003             | 227                               | SIM          |                                  |
| 09/09/2003             | 201                               | NAO          |                                  |
| 07/10/2003             | 155                               | NAO          |                                  |

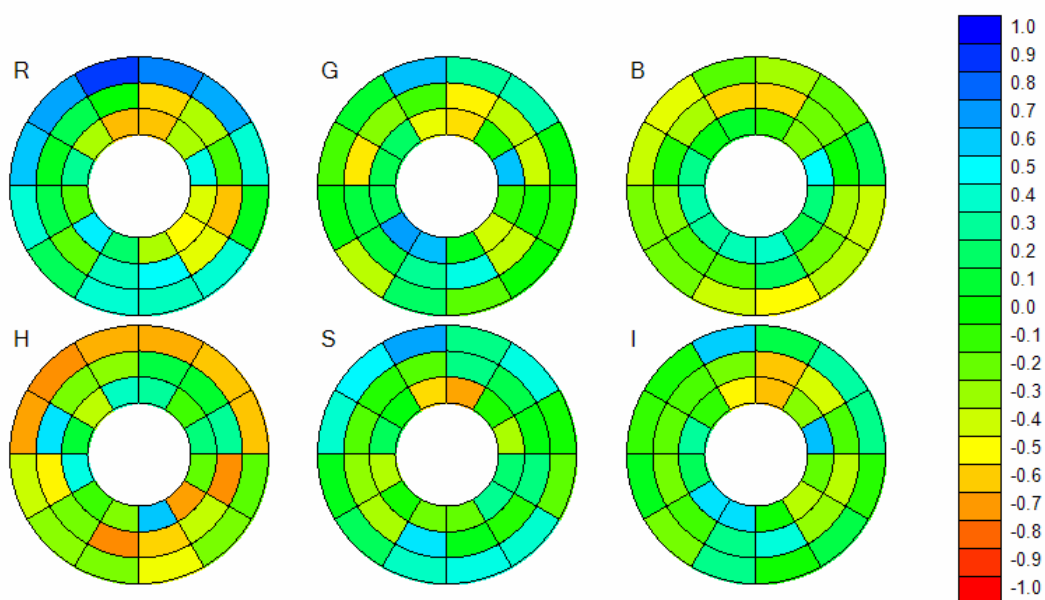
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>I5Pu</b> | <b>-0.689</b> | <b>S11Ci</b> | <b>0.744</b> | <b>0.376</b> | <b>0.342</b> | <b>0.416</b> | <b>0.305</b> | <b>0.301</b> | <b>0.420</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>H7Co</b> | <b>-0.727</b> | <b>R12Ci</b> | <b>0.886</b> | <b>0.394</b> | <b>0.277</b> | <b>0.271</b> | <b>0.396</b> | <b>0.262</b> | <b>0.277</b> |

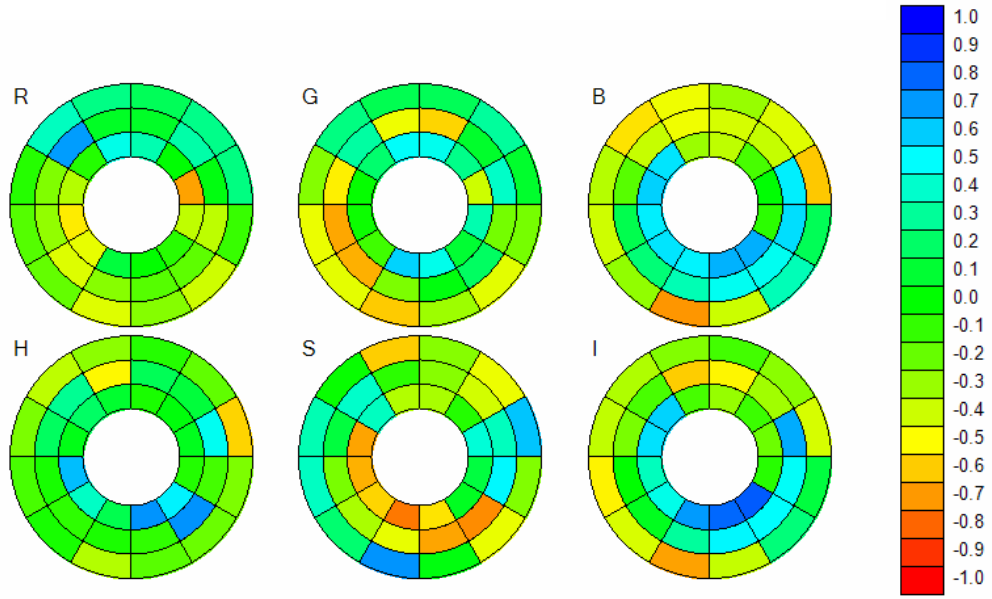
**PRONTUÁRIO NÚMERO 22:**

- Data de nascimento: 06/01/1965
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Faxineira
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 11 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica) + hipercolesterolemia
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Metformina 850 1 cpr café, almoço e jantar
  - HAS: Diovan 80 mg 2 cpr após café / Hidroclorotiazida 50 mg 1 cpr após café / Aspirina 100 mg 2 cpr após almoço
  - Hipercolesterolemia: Sinvastatina 20 mg 1 cpr após jantar
- Exame oftalmológico: A.O.= emetropia (A.O.= 20/20 e J1) / Biomicroscopia A.O.= sp / Fundo de olho A.O.= sp / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 12/08/2003             | 147                               | NAO          |                                  |
| 19/08/2003             | 151                               | NÃO          | 137                              |
| 02/09/2003             | 125                               | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003             | 138                               | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003             | 159                               | NÃO          |                                  |
| 07/10/2003             | 125                               | SIM          |                                  |
| 14/10/2003             | 131                               | SIM          |                                  |
| 21/10/2003             | 118                               | SIM          |                                  |
| 04/11/2003             | 83                                | SIM          |                                  |

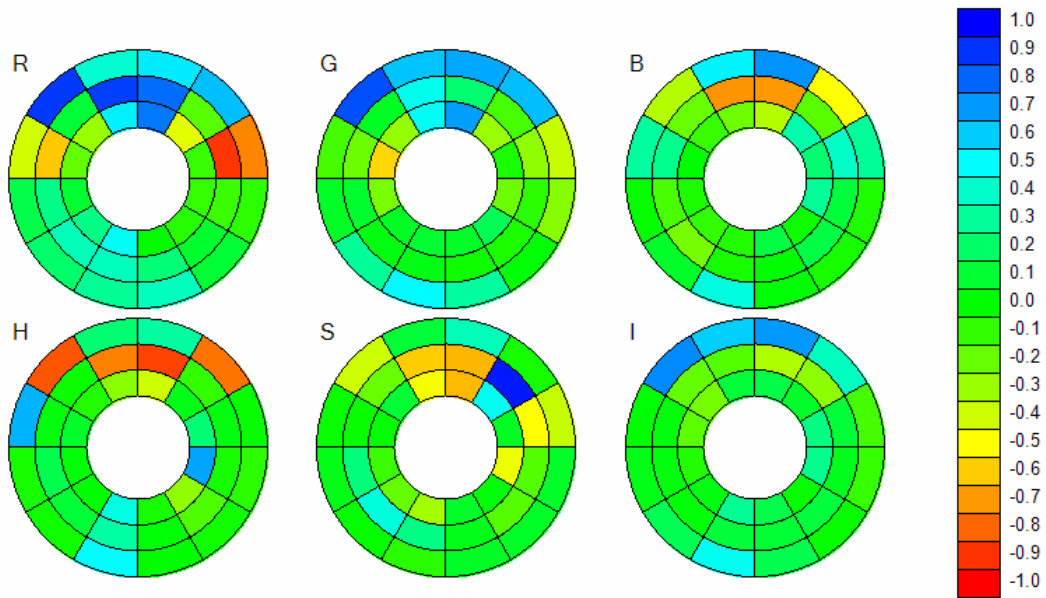


**Íris Direita**



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S7Pu</b> | <b>-0.763</b> | <b>I5Pu</b> | <b>0.820</b> | <b>0.268</b> | <b>0.323</b> | <b>0.406</b> | <b>0.242</b> | <b>0.387</b> | <b>0.379</b> |

**Íris Esquerda**



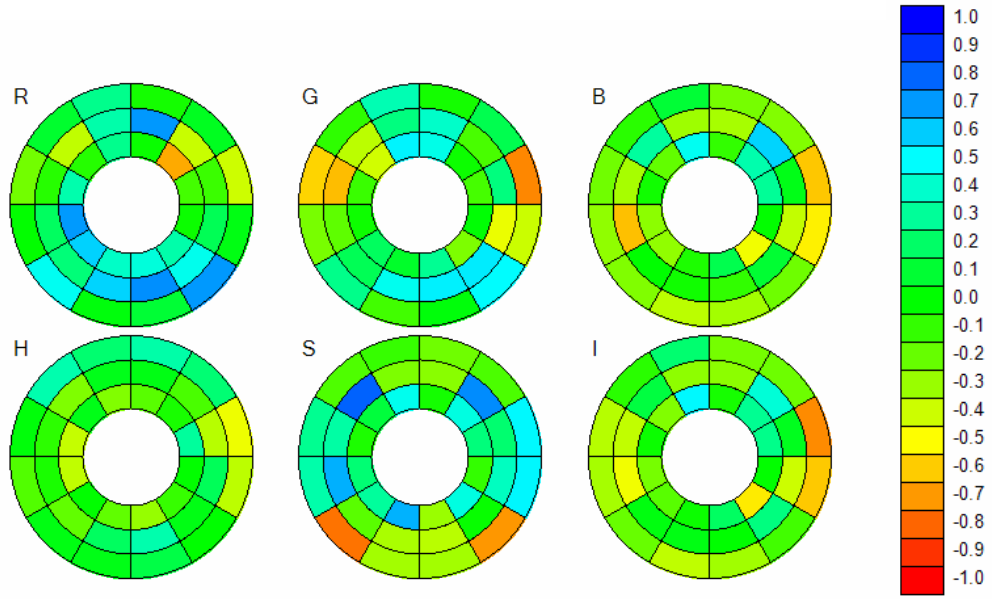
| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>R3Co</b> | <b>-0.892</b> | <b>S2Co</b> | <b>0.951</b> | <b>0.363</b> | <b>0.270</b> | <b>0.232</b> | <b>0.240</b> | <b>0.247</b> | <b>0.191</b> |

**PRONTUÁRIO NÚMERO 23:**

- Data de nascimento: 17/01/1958
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Escriturária
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 20 anos
- Apresenta outras enfermidades?: HAS (hipertensão arterial sistêmica)
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Insulina NPH e R
  - HAS: Captopril 0.25 mg 1 cpr pela manhã e à noite / Furosemida 1 cpr pela manhã / AAS infantil 1 cpr após almoço
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (A.O.= 20/20p e J1) / Biomicroscopia A.O.= catarata / Fundo de olho A.O.= retinopatia diabética não proliferativa inicial / Tonometria normal A.O.
- Taxas glicemia capilar:

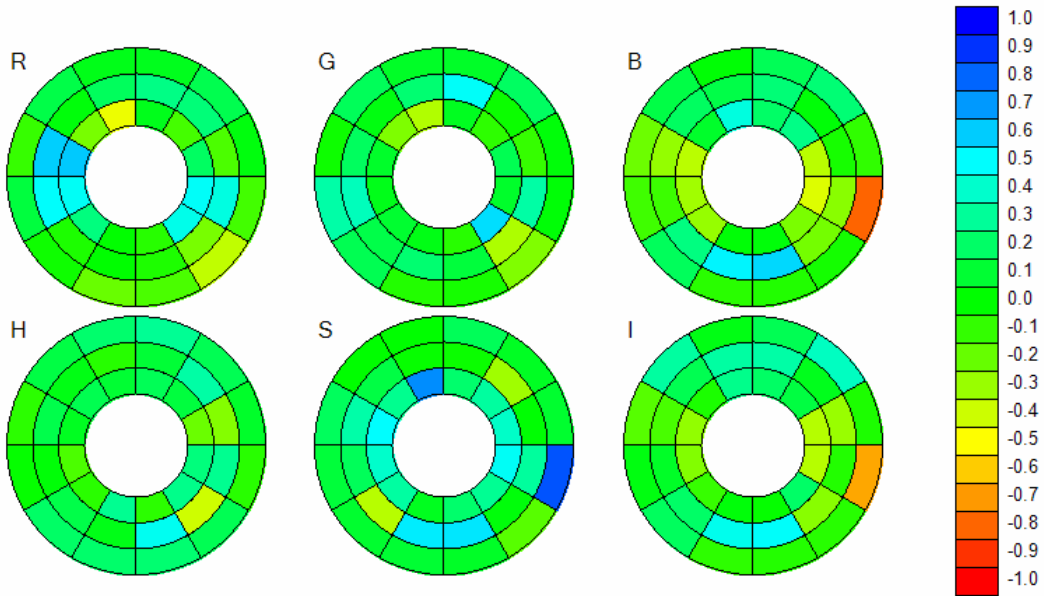
| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 12/08/2003             | 220                               | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 286                               | NÃO          | 305                              |
| 26/08/2003             | 66                                | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 147                               | NÃO          |                                  |
| 09/09/2003             | 200                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003             | 98                                | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003             | 52                                | NÃO          |                                  |
| 07/10/2003             | 57                                | NÃO          |                                  |
| 14/10/2003             | 125                               | NÃO          |                                  |
| 21/10/2003             | 276                               | NAO          |                                  |

**Íris Direita**



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>S8Ci</b> | <b>-0.773</b> | <b>S11Co</b> | <b>0.806</b> | <b>0.299</b> | <b>0.289</b> | <b>0.258</b> | <b>0.179</b> | <b>0.341</b> | <b>0.252</b> |

**Íris Esquerda**



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>B4Ci</b> | <b>-0.802</b> | <b>S4Ci</b> | <b>0.835</b> | <b>0.215</b> | <b>0.164</b> | <b>0.224</b> | <b>0.170</b> | <b>0.246</b> | <b>0.205</b> |

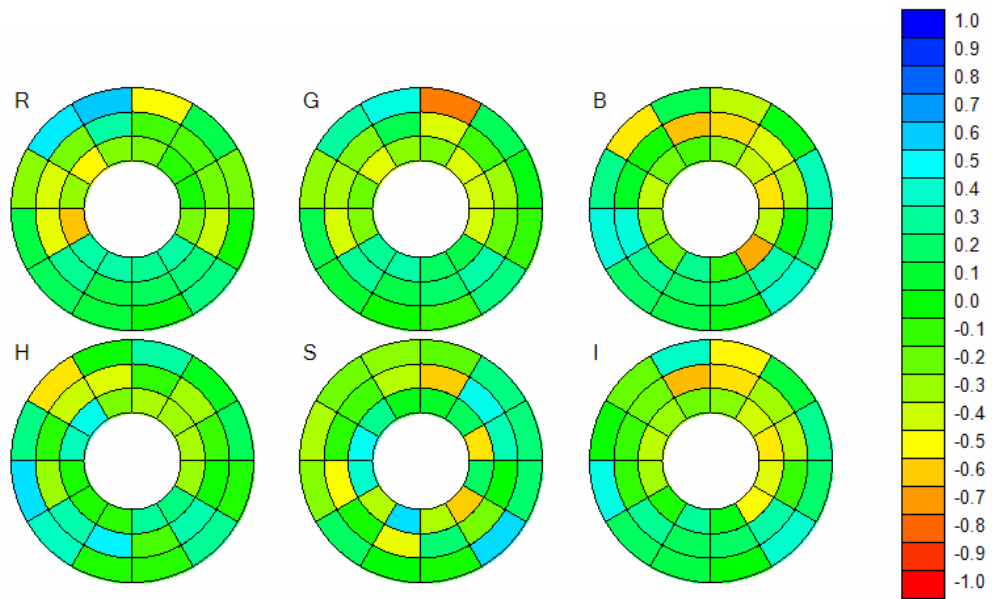
**PRONTUÁRIO NÚMERO 24:**

- Data de nascimento: 04/07/1952
- Sexo: Feminino
- Cor: Branca
- Procedência: Florianópolis
- Profissão: Serviços gerais (aposentada)
- Diabética: Sim
- Diabética há quanto tempo?: Há 6 anos
- Apresenta outras enfermidades?: Não
- Tratamentos que realiza:
  - Diabetes: Glibenclamida 1 cpr café, almoço e jantar / metformina 850 1 cpr antes café e 1 cpr antes jantar / AAS 100 mg 1 cpr após almoço.
- Exame oftalmológico: A.O.= hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (O.D.= 20/20 / O.E.= 30P e J1) / Biomicroscopia O.D.= pterígio nasal II / O.E.= cicatriz limbar às 9 horas com desvio pupilar na mesma direção / Fundo de olho A.O.= sp / Tonometria normal A.O.
- OBS.: Operou olho esquerdo aos 10 anos de idade, por traumatismo perforante.
- Taxas glicemia capilar:

| <b>DATA<br/>COLETA</b> | <b>GLICEMIA<br/>CAPILAR (mg%)</b> | <b>JEJUM</b> | <b>GLICEMIA<br/>VENOSA (mg%)</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 22/07/2003             | 351                               | X            |                                  |
| 29/07/2003             | 361                               | NÃO          |                                  |
| 05/08/2003             | 325                               | NÃO          |                                  |
| 12/08/2003             | 289                               | NÃO          |                                  |
| 19/08/2003             | 212                               | NÃO          | 248                              |
| 26/08/2003             | 345                               | NÃO          |                                  |
| 02/09/2003             | 121                               | SIM          |                                  |
| 09/09/2003             | 326                               | NÃO          |                                  |
| 23/09/2003             | 176                               | NÃO          |                                  |
| 30/09/2003             | 150                               | SIM          |                                  |

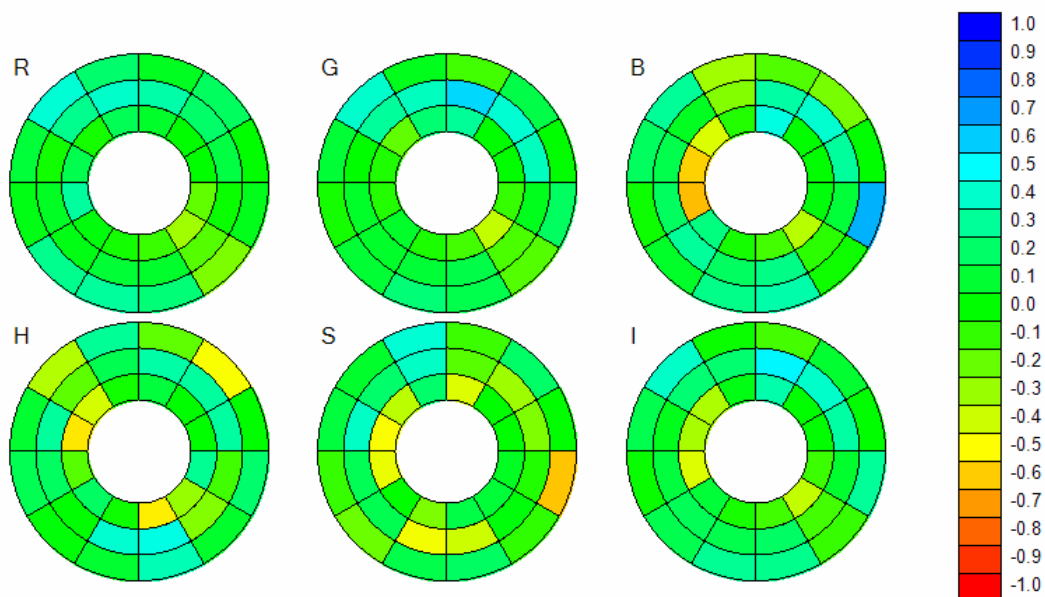
“ X ” = NÃO PERGUNTADO.

### Íris Direita



| Pos mín     | mín           | Pos máx      | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>G1Ci</b> | <b>-0.755</b> | <b>R12Ci</b> | <b>0.606</b> | <b>0.268</b> | <b>0.266</b> | <b>0.291</b> | <b>0.250</b> | <b>0.286</b> | <b>0.279</b> |

### Íris Esquerda



| Pos mín     | mín           | Pos máx     | máx          | R med        | G med        | B med        | H med        | S med        | I med        |
|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>B9Pu</b> | <b>-0.629</b> | <b>B4Ci</b> | <b>0.652</b> | <b>0.152</b> | <b>0.166</b> | <b>0.228</b> | <b>0.223</b> | <b>0.218</b> | <b>0.189</b> |

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## PARECERES DOS COMITÊS DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS



MINISTÉRIO DA SAÚDE  
Conselho Nacional de Saúde  
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

## FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| Projeto de Pesquisa:<br><b>Sistema Óptico para Monitoração de Glicemia Através da Imagem da Íris Humana</b>  |  |  |   |
| 2. Área de Conhecimento (Ver relação no verso)<br>ENGENHARIA BIOMÉDICA   |  | 3. Código:<br>3.13   | 4. Nível: (Só áreas do conhecimento 2 a 4)<br>(D) Diagnóstico |
| 5. Área(s) Temática(s) Especial (s) (Ver fluxograma no verso)<br>Novos Equip, insumos e dispositivos   |  | 6. Código(s):<br>I.4   | 7. Fase: (Só área temática 3) I( ) II( )<br>III( ) IV( )      |
| 8. Unitermos: (3 opções)   |  |  |   |
| SUJEITOS DA PESQUISA   |  |  |   |
| 9. Número de sujeitos<br>No Centro: 65 Total: 65   |  | 10. Grupos Especiais: <18 anos( ) Portador de Deficiência Mental ( ) Embrião/Feto ( ) Relação de Dependência (Estudantes, Militares, presidiários, etc. ) ( ) Outros ( ) Não se aplica (X) |   |
| PESQUISADOR RESPONSÁVEL  |  |  |   |
| 11. Nome:<br>Armando Albertazzi Gonçalves Jr.  |  |  |   |
| 12. Identidade:<br>1.529.925   |  | 13. CPF.:<br>232.495.015-49  |   |
| 14. Nacionalidade:<br>Brasileiro   |  | 15. Profissão:<br>Engenheiro Mecânico  |   |
| 16. Maior Titulação:<br>Doutor   |  | 17. Cargo<br>Prof. Adjunto IV  |   |
| 18. Instituição a que pertence:<br>Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC   |  | 19. Endereço (Rua, n.º):<br>Campus Universitário - Trindade  |   |
| 20. CEP:<br>88040-970  |  | 21. Cidade:<br>Florianópolis   |   |
| 22. U.F.<br>SC   |  | 23. Fone:<br>(48) 239-2031   |   |
| 24. Fax:<br>(48) 239-2009  |  | 25. E-mail:<br>albertazzi@labmetro.ufsc.br   |   |
| Termo de Compromisso:<br>Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas Complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima |  |  |   |
| Data: 26/06/02   |  | <br>Assinatura   |   |
| INSTITUIÇÃO ONDE SERÁ REALIZADO  |  |  |   |
| 26. Nome:<br>Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC   |  | 29. Endereço (Rua, n.º):<br>Campus Universitário - Trindade  |   |
| 27. Unidade/Orgão:<br>EMC/Laboratório de Metrologia e Automatização  |  | 30. CEP:<br>88040-970  |   |
| 28. Participação Estrangeira: Sim ( ) Não (X)  |  | 31. Cidade:<br>Florianópolis   |   |
| 32. U.F.<br>SC   |  | 33. Fone:<br>48 239 2030   |   |
| 34. Fax:<br>(48) 239-2009  |  | 35. Projeto Multicêntrico: Sim ( ) Não (X) Nacional (X) Internacional ( ) (Anexar a lista de todos os Centros Participantes no Brasil)   |   |
| Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas Complementares e com esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.   |  |  |   |
| Nome: Antônio Fábio Carvalho da Silva  |  | Cargo: _____   |   |
| Data: 27/06/2002   |  | <br>Prof. Antônio Fábio Carvalho da Silva, Dr. Eng.<br>Chefe do Departamento de Engenharia Mecânica<br>CBMTec - Centro Tecnológico UFSC<br>Assinatura                                      |   |
| PATROCINADOR   |  |  |   |
| 36. Nome:  |  | 39. Endereço:  |   |
| 37. Responsável:   |  | 40. CEP:   |   |
| 38. Cargo/Função   |  | 41. Cidade:  |   |
| 42. U.F.   |  | 43. Fone:  |   |
| 44. Fax:   |  | 45. Data de Entrada:   |   |
| 46. Registro no CEP:   |  | 47. Conclusão: Aprovado (X) Não Aprovado ( )   |   |
| 48. Não Aprovado ( )   |  | Data: 29/10/02   |   |
| 49. Relatório(s) do Pesquisador responsável previsto(s) para:  |  | Data: / /  |   |
| Encaminho a CONEP:   |  | 53. Coordenador/ Nome  |   |
| 50. Os dados acima para registro (X) 51. O projeto para apreciação ( )   |  | <br>Prof. Vera Lúcia Bosco<br>Coordenadora do CEP/UFSC<br>Assinatura   |   |
| 52. Data: 29/07/02   |  | Anexar o parecer consubstanciado   |   |
| COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA - CONEP   |  |  |   |
| 54. Nº Expediente:   |  | 56. Data Recebimento:  |   |
| 55. Processo:  |  | 57. Registro no CONEP:   |   |
| 58. Observações:   |  |  |   |



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

PARECER CONSUBSTANCIADO

Projeto 128/02: **Sistema Óptico para Monitoração de Glicemia através de imagem da Íris Humana.**

Pesquisadora Responsável: PhD Dr Armando Albertazzi Gonçalves Junior

Participantes: Sandra R da Costa, Vera M de Cades, Jose R Menezes e Jefferson LB Marques

Local da Pesquisa: HU – UFSC, Comunidade e laboratório de Metrologia e Automação – LABMETRO – UFSC

Objetivo Geral: Desenvolver a tecnologia para criar um aparelho não invasivo para medir o nível de glicemia a partir de imagens da íris humana. Permitindo assim a medição de glicemia sem dor e sem precisar de material de consumo, reduzindo os custos para os usuários.

Objetivos Específicos: Serão realizados testes com 60 voluntários diabéticos e 5 não-diabéticos.

Metodologia: Para os diabéticos será medida a glicemia com auxílio de um glicosímetro convencional e em seguida, o registro digital de foto de ambas íris. Para os não-diabéticos será feita uma indução de glicemia por meio de ingestão de substâncias ricas em glicose. Cerca de 6 medições num espaço de uma hora para registrar a curva glicêmica.

Em ambos os casos, serão analisadas as íris, de cores variadas, pertencentes a indivíduos de ambos sexos, estratificados por idade, etnia, tipo de diabetes, usuários de algum medicamento ou não

Parecer: estando o projeto de acordo com as resoluções deste CEP, somos de parecer favorável à sua aprovação.

Parecer do CEPESH:

- aprovado  
 reprovado  
 com pendência (detalhes pendência)\*  
 retirado  
 aprovado e encaminhado ao CONEP

Informamos que o parecer dos relatores foi aprovado por unanimidade, em reunião deste Comitê na data de 29/07/2002

Florianópolis, 29 de julho de 2002.

*Vera Lúcia Bosco*

Profa Vera Lúcia Bosco  
Coordenadora



**COMISSÃO DE ÉTICA MÉDICA DO HOSPITAL GOVERNADOR**  
**CELSO RAMOS**

**Parecer**

**Projeto de Pesquisa:** “Sistema óptico para monitoração de glicemia através de imagens da Íris humana”.

**Pesquisador Responsável:** Dr. Laércio Braz Ghisi.

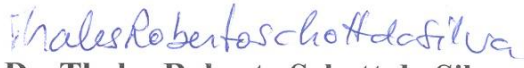
**Instituição:** Hospital Governador Celso Ramos

**Parecer:** Aprovado.

**Justificativa:** O projeto é bem descrito e fundamentado, contendo as etapas necessárias, inclusive orçamento e recursos, pois se trata de uma pesquisa de valores consideráveis. O tema é relevante e o postulante conhecedor do assunto. O parecer é pela aprovação do presente projeto, ratificando a prévia aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, datado de 29 de julho de 2002.

Florianópolis, 04 de Junho de 2003.

  
**Dr. Syriaco Atherino Kotzias**  
Presidente da Comissão de Ética  
do HGCR

  
**Dr. Thales Roberto Schott da Silva**  
Membro Efetivo da Comissão de Ética  
do HGCR