



# Desenvolvimento de uma Ferramenta para Auxílio ao Diagnóstico de Catarata em Telemedicina

DELET/INF - UFRGS

Prof. Ronaldo Husemann

Prof. Valter Roesler

Dr. Marcelo Negreiros

TELEOFTALMO/RS - UFRGS

Dra. Aline Lutz de Araujo

# Introdução

O programa **Teleoftalmo: Olhar Gaúcho** propõe o uso de telediagnóstico para otimizar o acesso da população ao tratamento oftalmológico. Atualmente o programa avalia de cerca de 1.000 pacientes do SUS por mês em oito unidades remotas.



# Introdução

**Catarata** é a principal causadora de perda de visão (cegueira) em nível mundial, com **51%** de casos.

**Catarata** também é um dos principais fatores que levam à diminuição visual, sendo responsável por **33%** dos casos.

A catarata ocorre pela opacificação do cristalino causando redução da visão em graus variados.



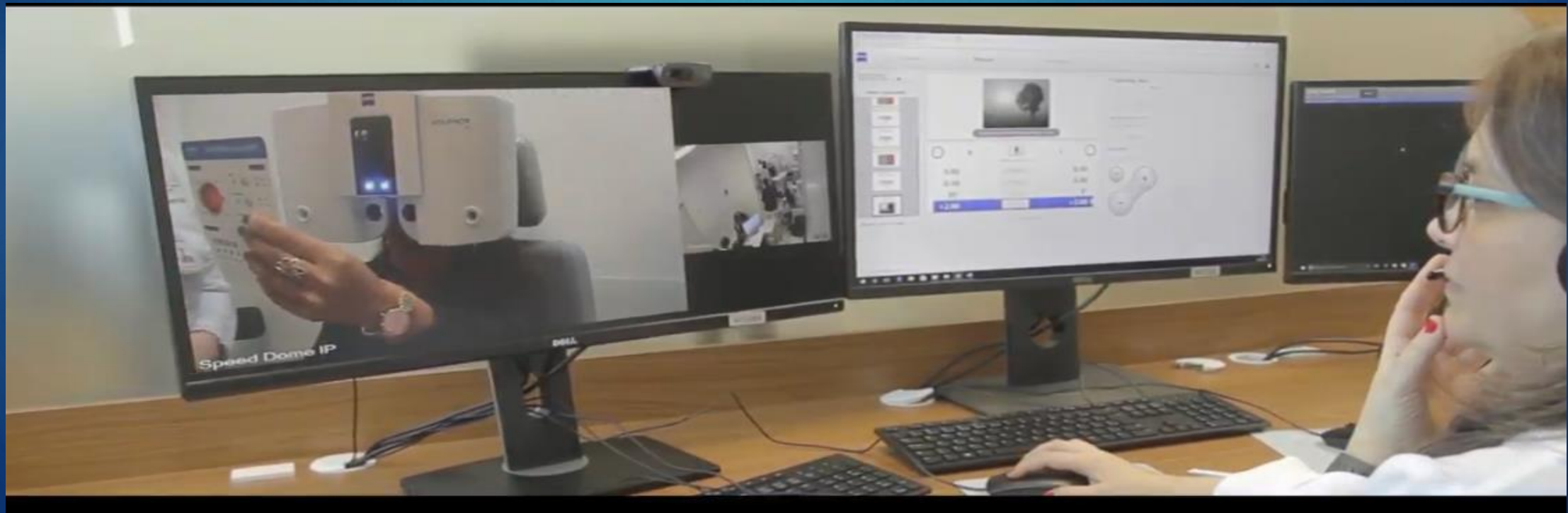
Atividades de diagnóstico têm gerado grandes esforços da classe médica avaliando características fisiológicas de pacientes.

# Visão Geral

4

O projeto propõe uma **ferramenta** que possa ser integrada com a solução de **video colaboração** do **Teleoftalmo-RS**.

Deve-se usar a plataforma de **Inteligência Artificial Azure** da **Microsoft** para processar imagens oftalmológicas e auxiliar no diagnóstico da doença **Catarata**.

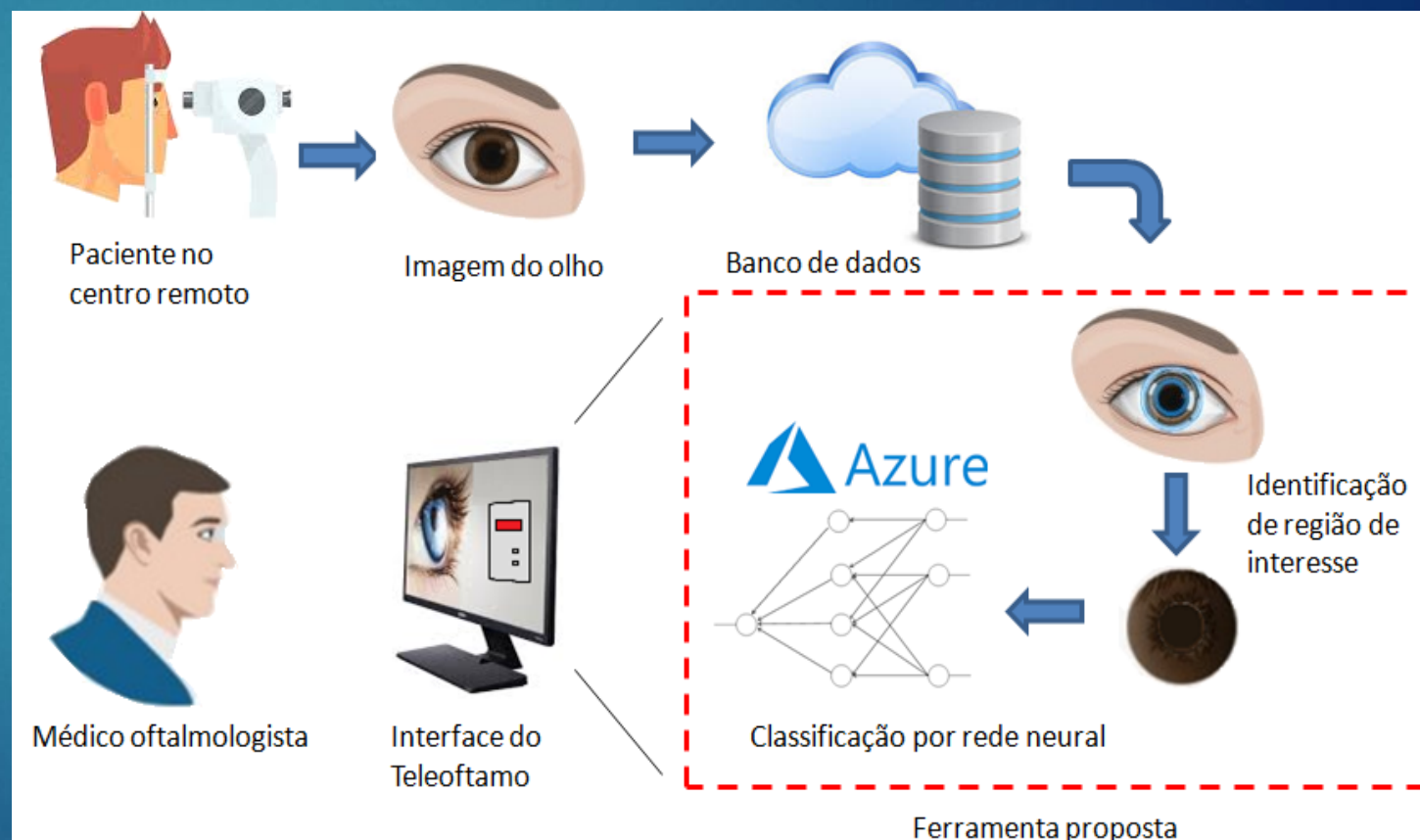


# Objetivo

5

## Sistema de IA para Diagnóstico de Catarata do TeleOftalmo

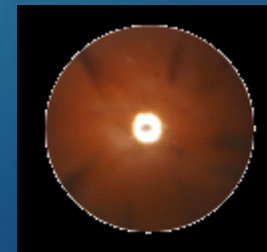
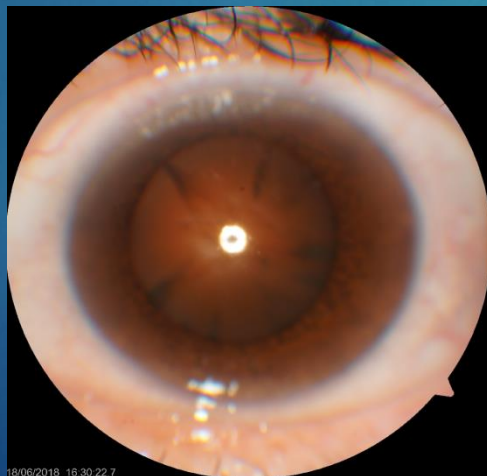
Ferramenta de apoio que faz acesso das imagens adquiridas e baseado nestas fornece um indicativo quanto à presença de catarata no paciente.



# Organização

O projeto se dividiu em duas etapas :

Etapa 1 - **identificação de parte de interesse da imagem**: busca isolar regiões relevantes da imagem e eliminar da análise detalhes da córnea, cílios e cor da pele que são irrelevantes para o diagnóstico da doença catarata.



Etapa 2- **classificação da doença**: A segunda etapa tem a função de mensurar a opacidade no cristalino (pupila).

Para tanto usou técnicas de aprendizagem profunda (*deep learning*) baseadas em redes neurais. Sua implementação foi feita usando a plataforma *Azure* da Microsoft.

Para o treinamento se contou com o apoio da equipe do Teleoftalmo-RS e com uma base de dados de exames oftalmológicos com aproximadamente 5000 imagens laudadas.

# Base de Dados (UPOL)

**Base de dados disponível *online*.**

## UPOL IRIS DATABASE

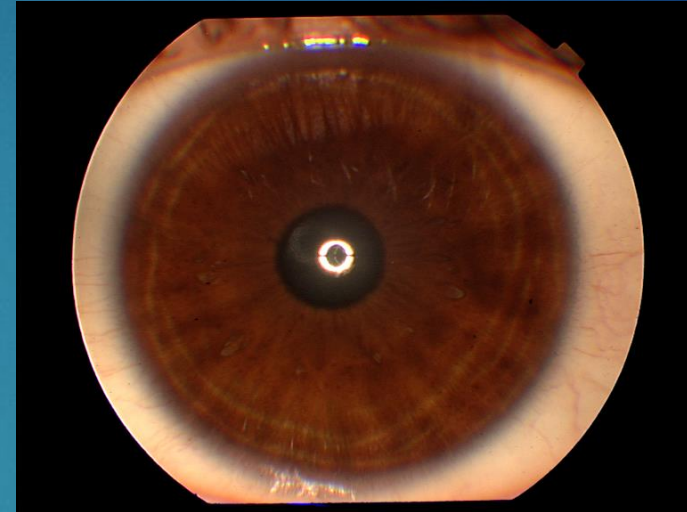
<http://phoenix.inf.upol.cz/iris/>

Imagens: 3 x 128 iris (3x64 olho esquerdo e 3x64 olho direito).

As imagens são 24 bits coloridas, 576x768 pixels, em formato PNG.

As imagens foram obtidas usando o retinógrafo TOPCON TRC50IA e uma câmera SONY DXC-950P 3CCD.

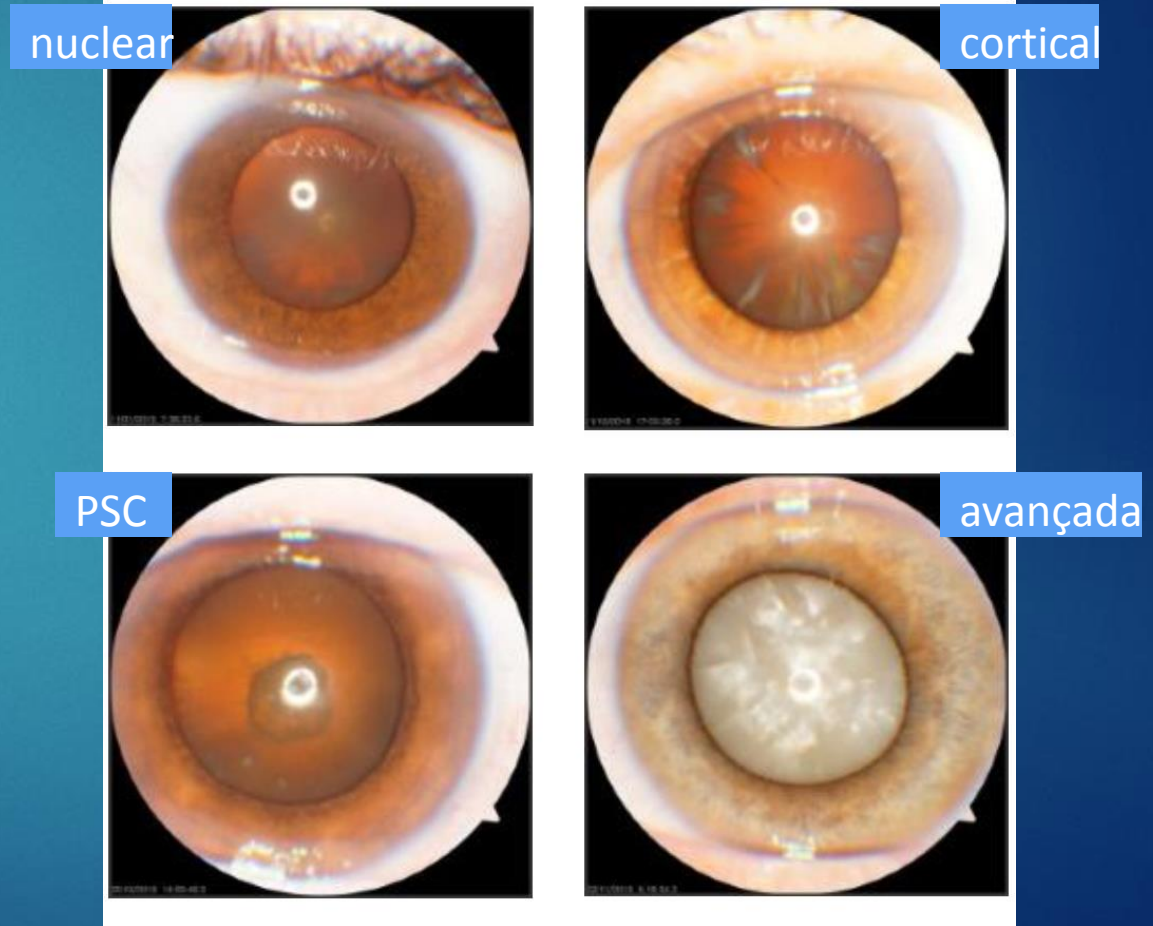
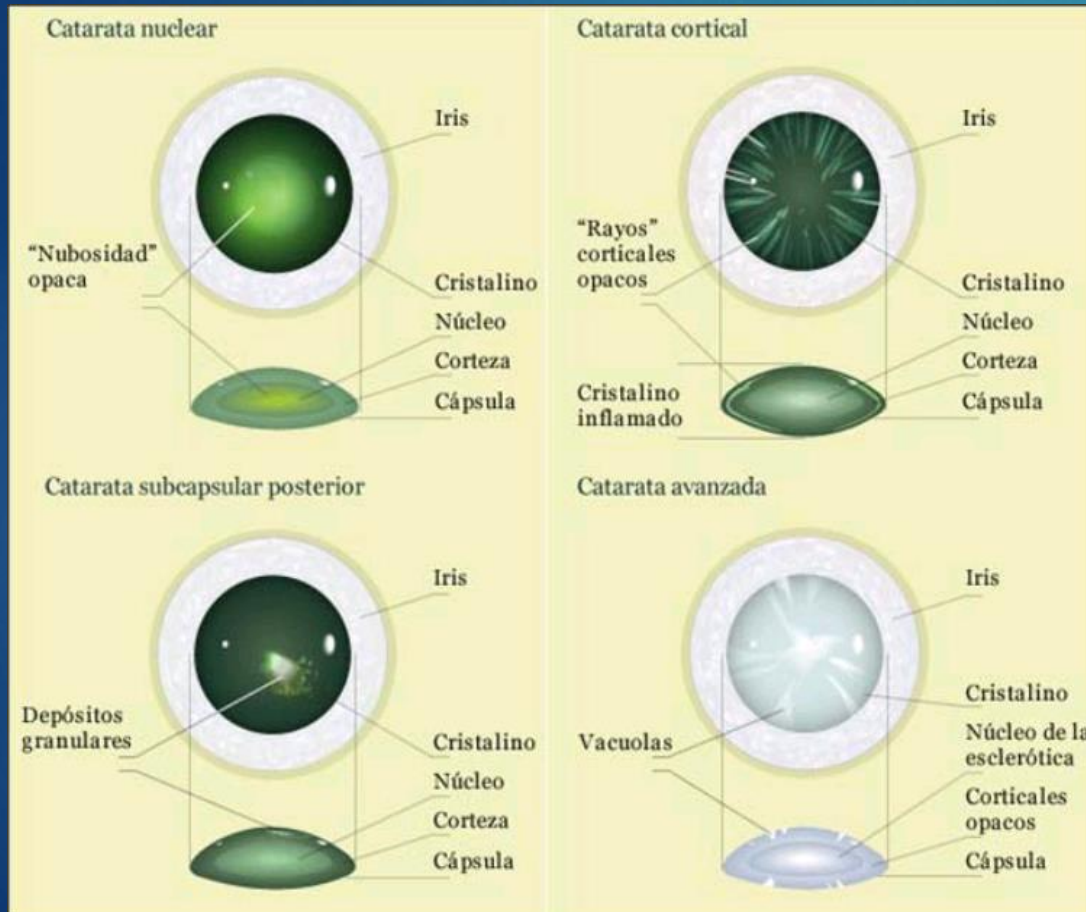
Sem pupila dilatada, base para reconhecimento de íris com luz visível.





# Base de Dados (Teleoftalmo)

## Banco de imagens para pesquisa baseado nas imagens do Teleoftalmo



# Base de Dados (Teleoftalmo)

10

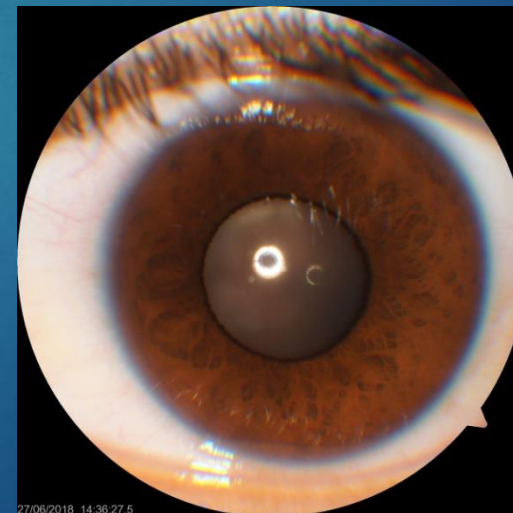
Base de dados desenvolvida durante este projeto.

## Teleoftalmo DATABASE

As imagens são 24 bits coloridas, pelo menos 2448x2448 pixels, em formato JPG.

As imagens foram obtidas usando o retinógrafo Zeiss Visucam 224, com ângulo de 30°, flash 6, e foco manual na íris.

Geralmente obtidas sob dilatação pupilar.

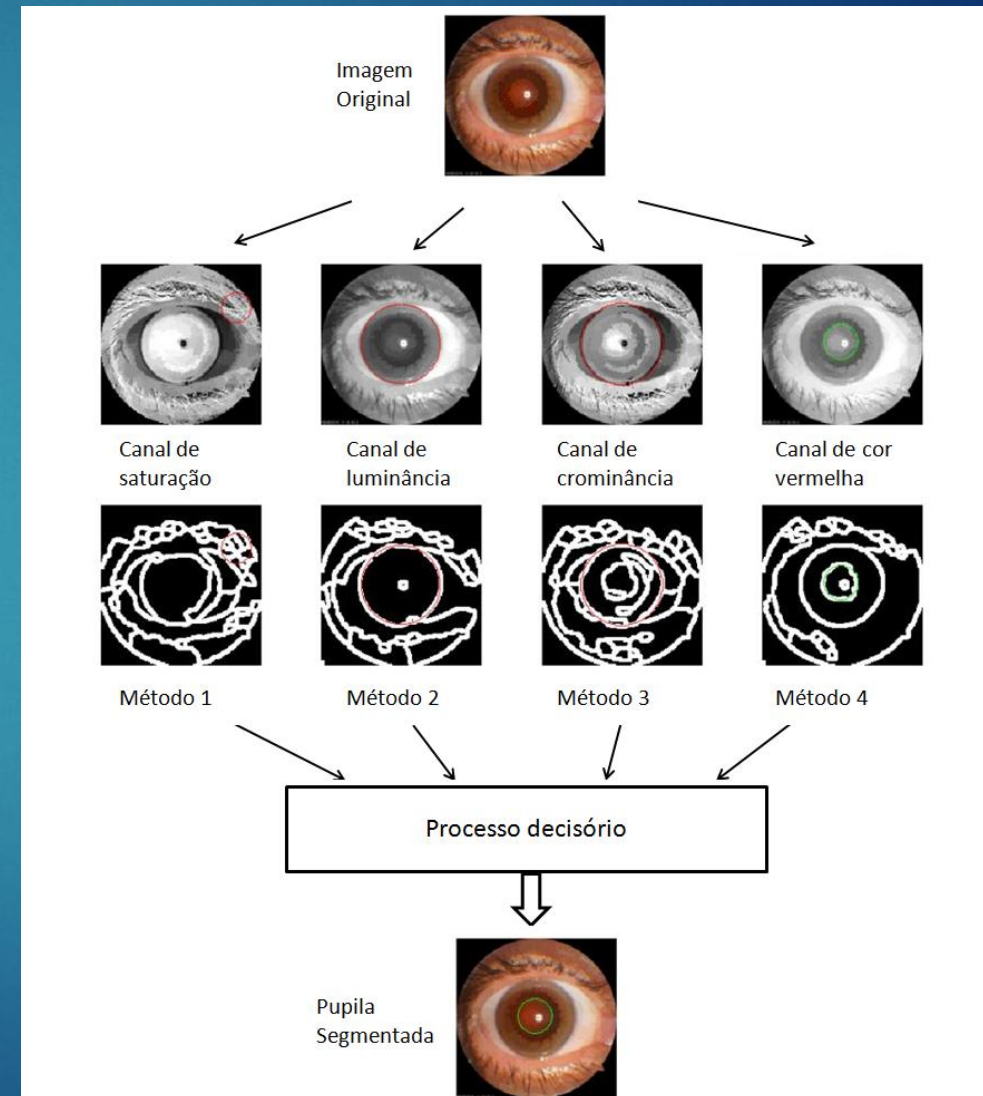


# Metodologia de Detecção de Pupila

11

## Técnicas usadas

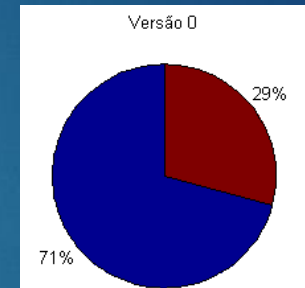
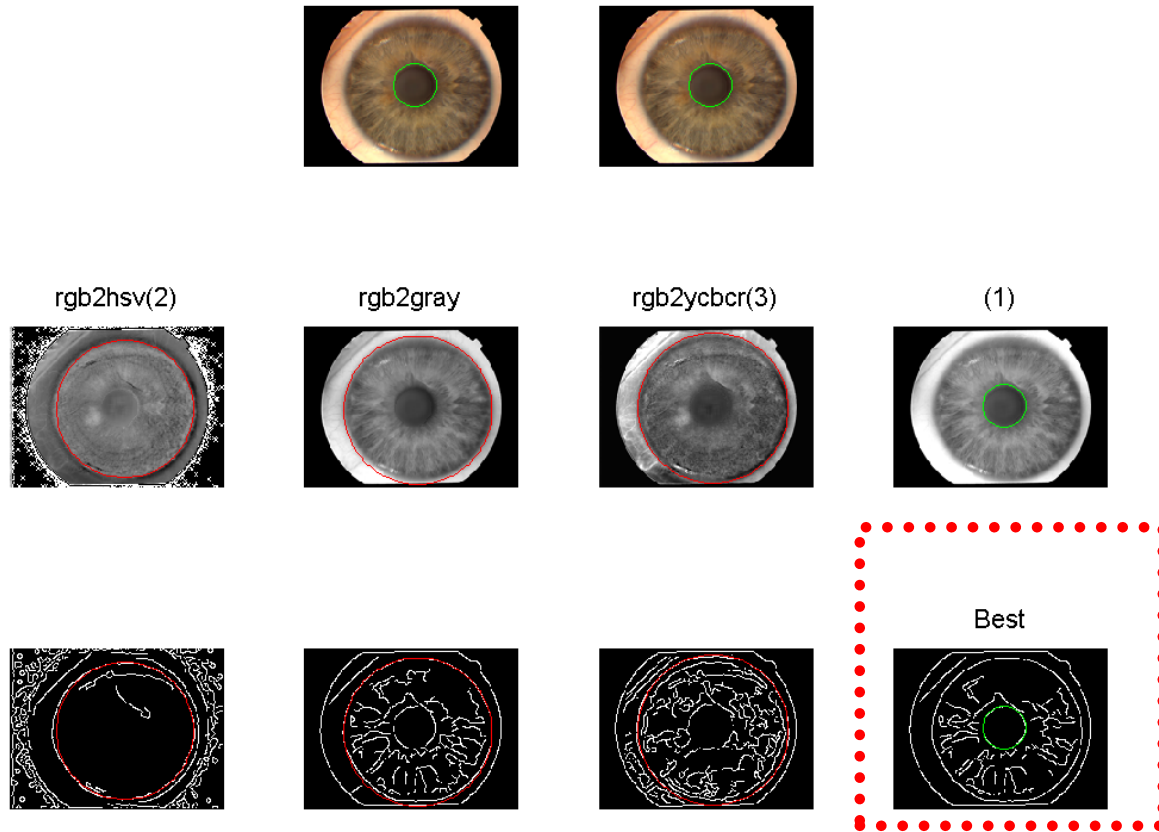
- Redimensionamento
  - 150x150 pixels
- Transformações de espaço de cores
  - RGB (canal R)
  - HSV (canal S)
  - YCbCr (canais Y e Cr)
- Detecção de borda (Canny)
- Transformada Circular de Hough
- Processo decisório
  - Proximidade do centro
  - Raio do círculo
  - Círculo contido em borda detectada



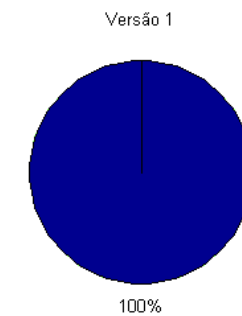
# Resultados de detecção de pupila sobre base UPOL

12

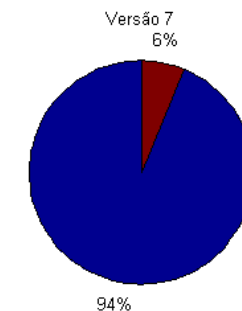
Índice de acerto (evolução)



Versão 0: 71%



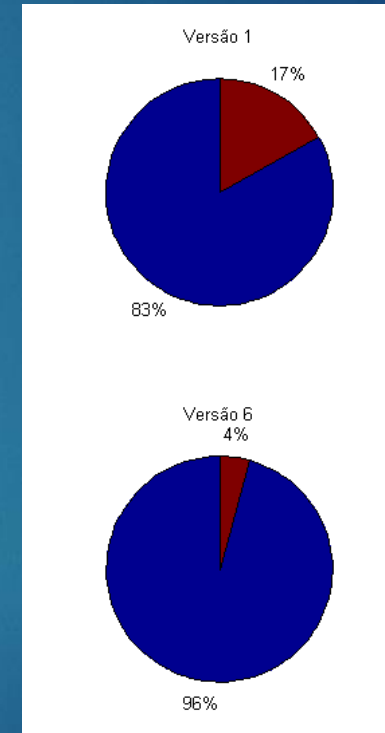
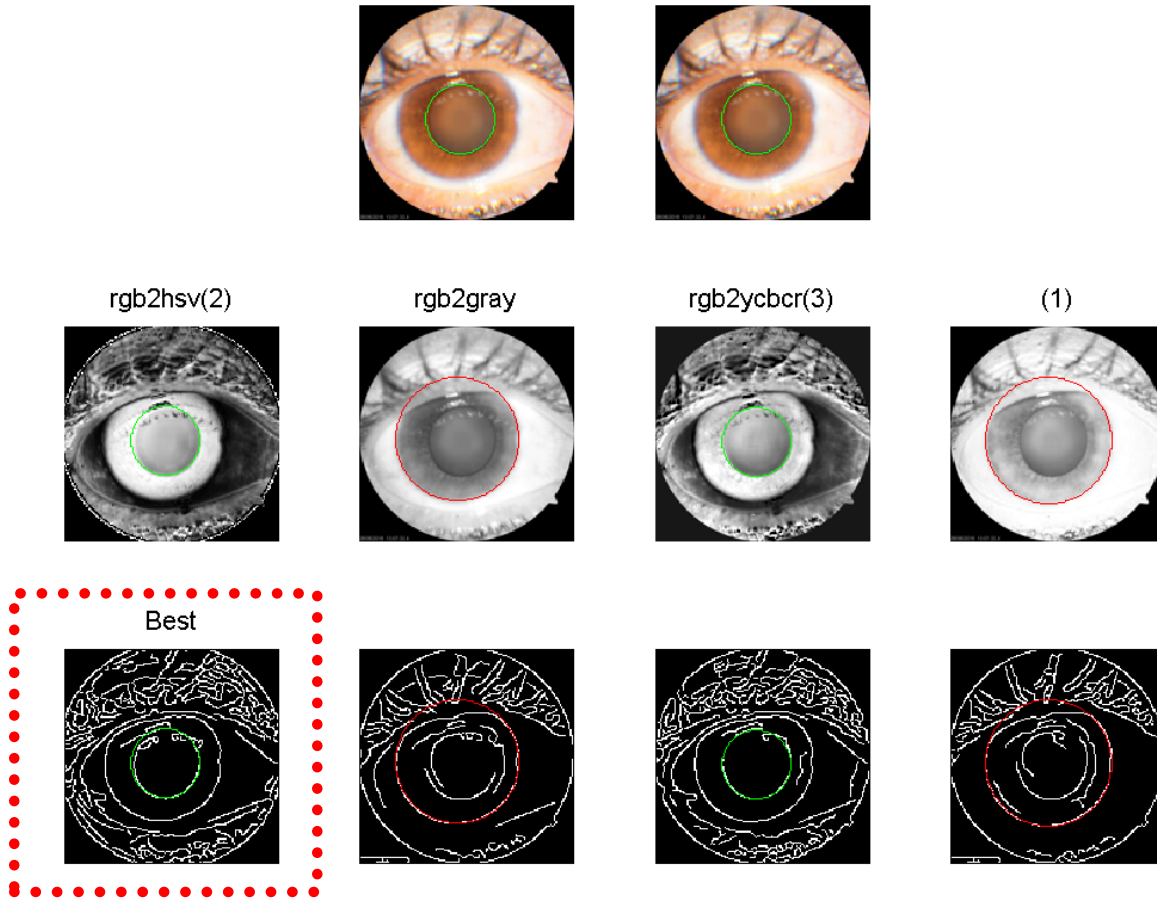
Versão 1: 100%



Versão 6: 94%

# Resultados de detecção de pupila sobre base Teleoftalmo

Índice de acerto (evolução)



Versão 1: 83%

Versão 6: 92%

# Resultados de detecção de pupila sobre base Teleoftalmo

| Grupo | Total | Acertos | Erros | Percentual de Acertos |
|-------|-------|---------|-------|-----------------------|
| 1     | 1161  | 1071    | 90    | 92,2%                 |
| 2     | 1544  | 1380    | 164   | 89,4%                 |
| 3     | 2156  | 1923    | 233   | 89,2%                 |

# Classificação da Doença

## Divisão do conjunto de dados

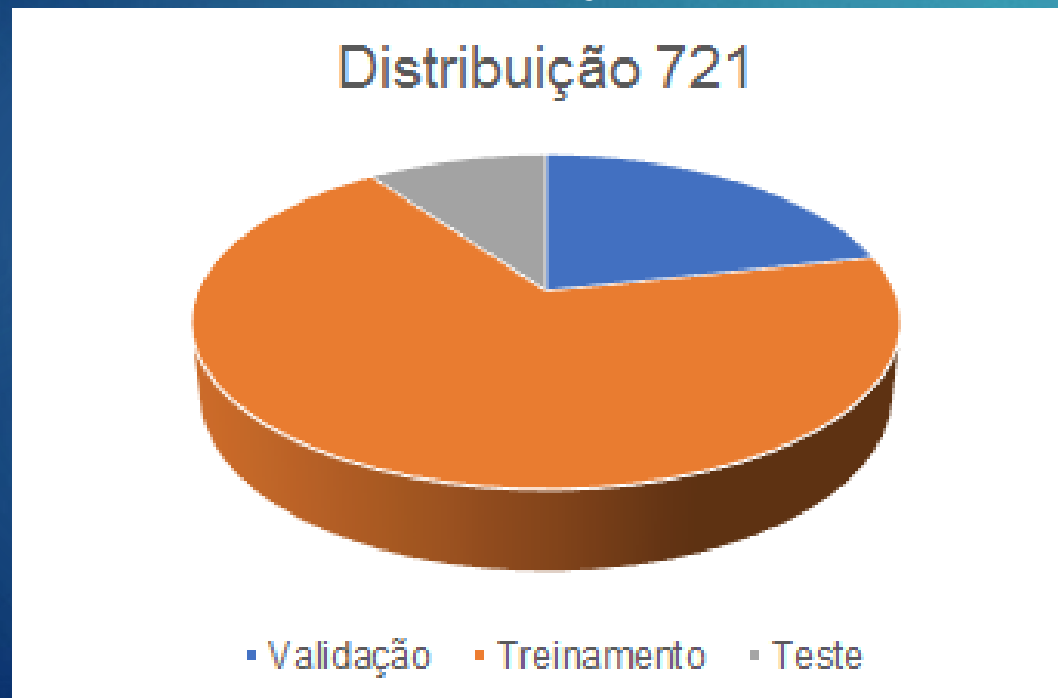
Banco de dados com 2040 imagens laudadas:

1020 com catarata

1020 sem catarata.

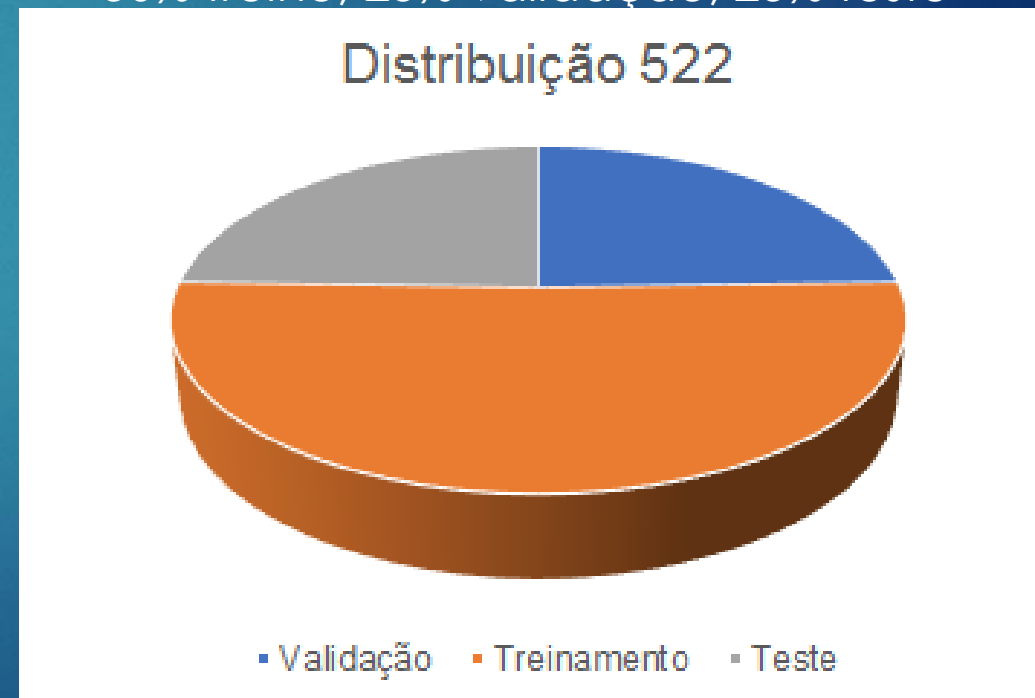
### Distribuição 721

70% treino, 20% validação, 10% teste



### Distribuição 522

50% treino, 25% validação, 25% teste

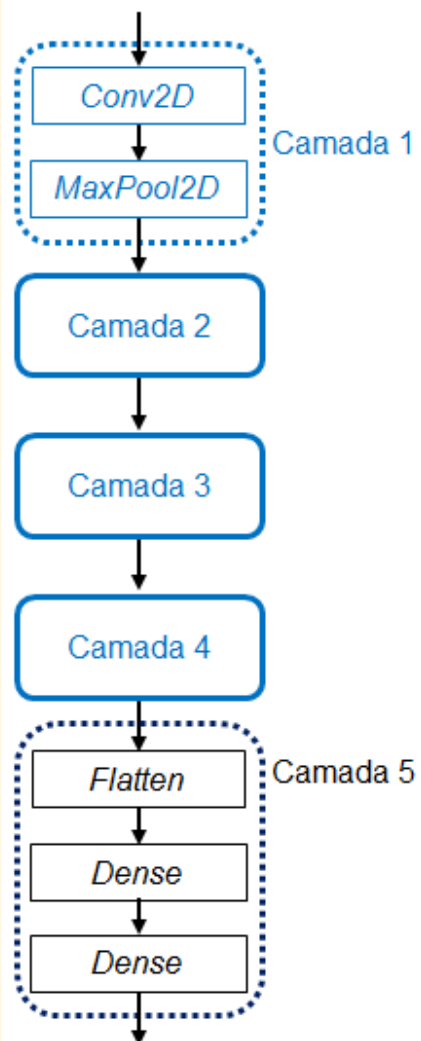


# Classificação da Doença

## Arquitetura da rede CNN

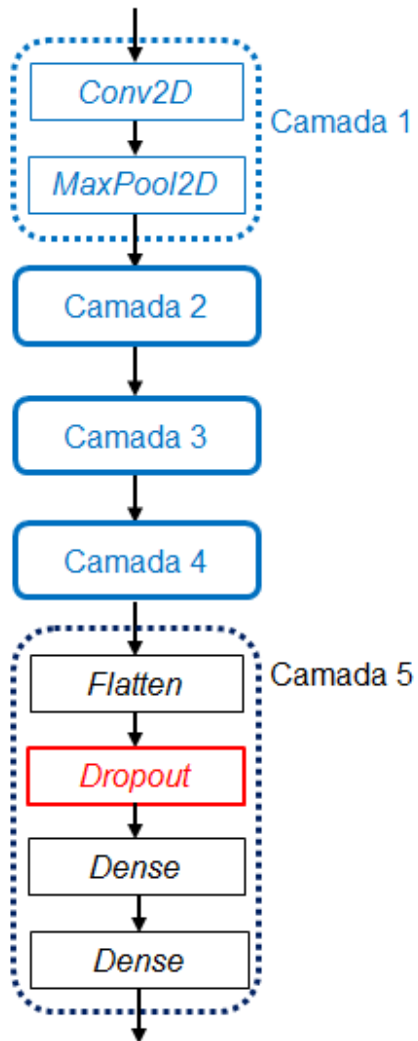
16

**Padrão**



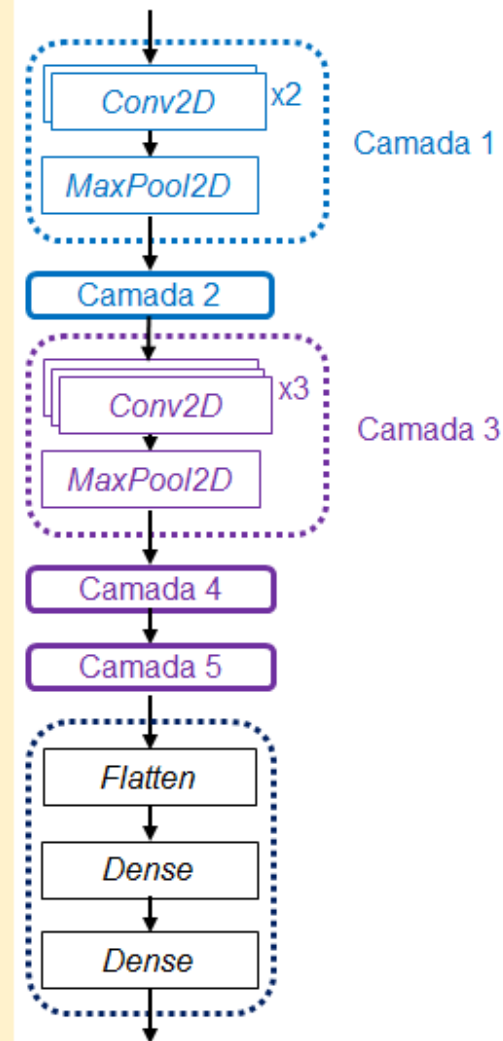
" com catarata" ou  
"sem catarata"

**Padrão com *dropout***



" com catarata" ou  
"sem catarata"

**Pré-treinada  
VGG16**



" com catarata" ou  
"sem catarata"

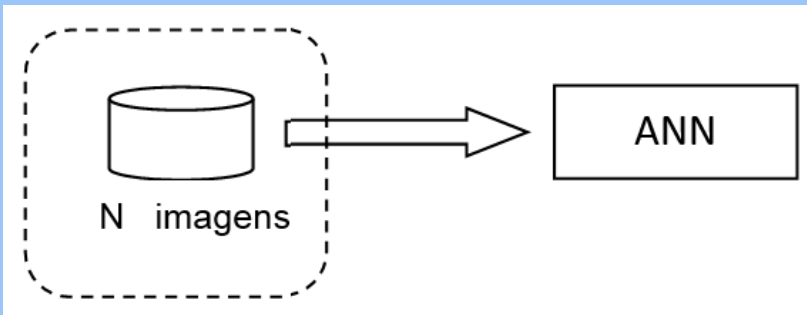


# Classificação da Doença

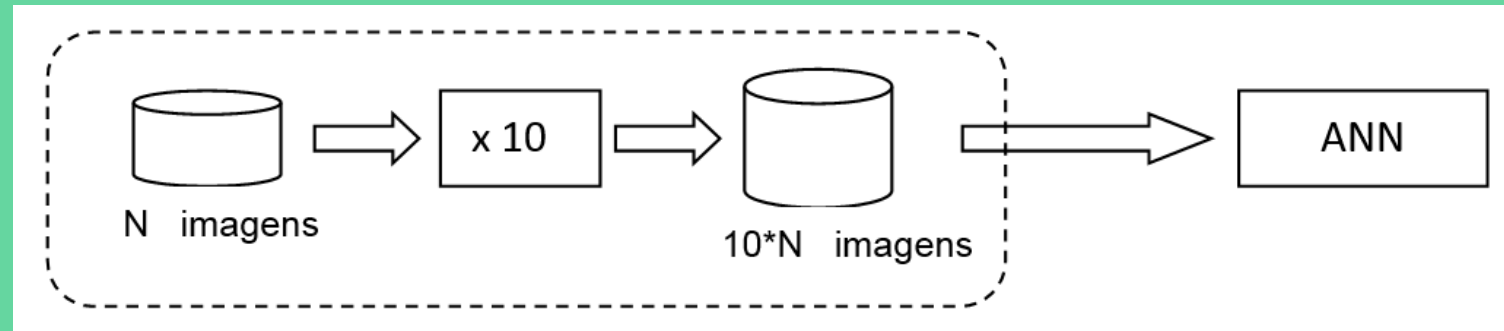
## Aumento artificial da base de imagens

17

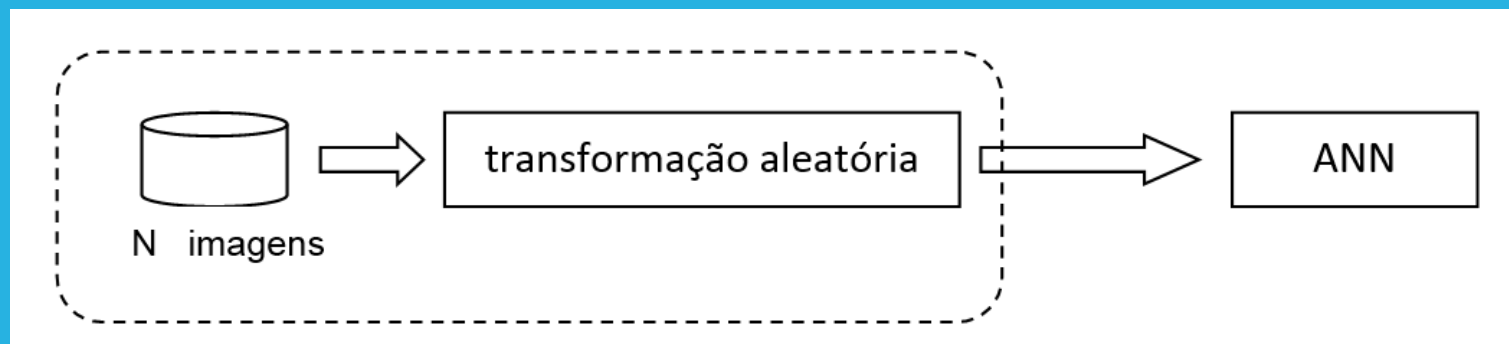
### Sem aumento



### Aumento *Offline*



### Aumento *Online*

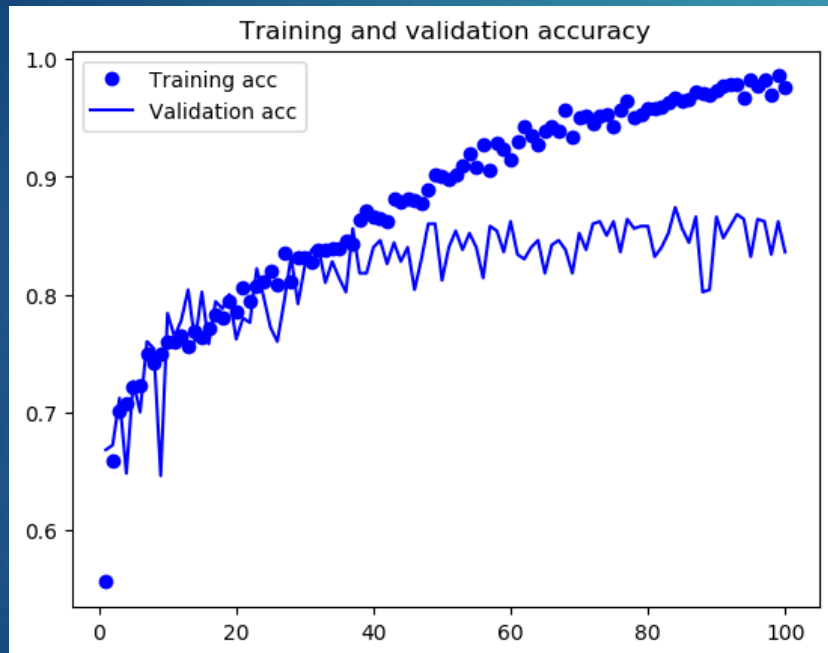


# Classificação da Doença

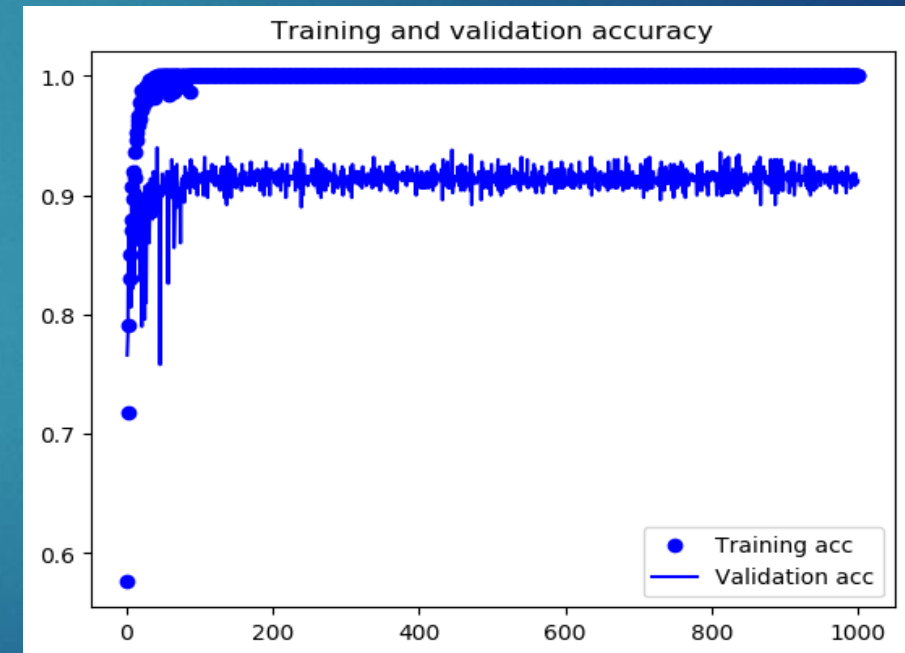
## Número de épocas de treinamento

18

100 épocas



1000 épocas



# Classificação da Doença

## Resultados

19

| Imagem        | Distribuição | Arquitetura              | Épocas      | Aumento        | Imagens/<br>Época | Erros         | Taxa<br>Acerto (%) |
|---------------|--------------|--------------------------|-------------|----------------|-------------------|---------------|--------------------|
| <b>Pupila</b> | <b>50%</b>   | <b>pré-<br/>treinada</b> | <b>1000</b> | <b>nenhum</b>  | <b>1040</b>       | <b>45/500</b> | <b>91,0</b>        |
| Pupila        | 70%          | pré-<br>treinada         | 100         | <i>offline</i> | 14000             | 23/200        | 88,5               |
| Olho inteiro  | 70%          | pré-<br>treinada         | 100         | <i>online</i>  | 1400              | 27/200        | 86,5               |
| Olho inteiro  | 50%          | pré-<br>treinada         | 100         | <i>offline</i> | 10400             | 61/500        | 87,8               |

**Melhor resultado**

Após dezenas de treinamentos se chegou ao melhor resultado de 91%.

# Oportunidades

- Projeto demonstrou viabilidade da aplicação.
- Informações adicionais podem ser passadas à rede para melhorar a taxa de acertos, como a idade do paciente e imagens adicionais de outros exames.
- Análise de erros está sendo feita com equipe de oftalmologistas.
- Objetivo final é integração com o sistema do Teleoftalmo como ferramenta de auxílio ao diagnóstico.

# Obrigado!

Prof. Ronaldo Husemann

ronaldo.husemann@ufrgs.br