



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências da Saúde

# **Ceratocone e seu tratamento: Estudo comparativo entre INTACs e anéis Ferrara na melhoria da acuidade visual**

**Diogo Manuel Queirós Inácio**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Medicina**  
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor Manuel Monteiro Pereira  
Co-orientador: Prof. Doutor Miguel Castelo-Branco

Covilhã, Junho de 2011



# DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmã...



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha família, nomeadamente aos meus pais por todos os valores que me transmitiram, tudo aquilo que me proporcionaram e pela oportunidade que me deram de realizar um dos sonhos da minha vida, a eles devo tudo na vida; à minha irmã, sobrinhas, avós e cunhado pelo apoio em todas as circunstâncias da minha vida, fáceis e difíceis, educação e confiança que depositaram em mim.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador e amigo Prof. Doutor Manuel Monteiro Pereira por ter aceite o convite e por toda a sua disponibilidade, acessibilidade e tempo despendidos comigo da melhor forma possível e sempre exigindo o máximo de profissionalismo. É um exemplo a nível profissional que pretenderei seguir.

Agradeço ao Prof. Doutor Miguel Castelo Branco por ter aceite ser o meu co-orientador e ter-se disponibilizado para ajudar sempre que foi necessário e, acima de tudo, por ser uma pessoa com quem tenho o maior prazer de trabalhar.

Gostava de agradecer ao Prof. Doutor Luís Taborda Barata pela sua disponibilidade, por todas as dúvidas que esclareceu e todo o auxílio na decisão dos métodos e tipo de trabalho que optei fazer.

Quero também agradecer ao staff da Clínica Oftalmológica das Antas pela ajuda na recolha de dados.

Como Benjamim Franklin dizia “A felicidade humana geralmente não se consegue com grandes golpes de sorte, que poucas vezes acontecem, mas com pequenas coisas que acontecem todos os dias” e como tal, quero agradecer à minha namorada pelo amor e amizade incondicional e a todos os meus amigos, em especial ao Bruno Morrão e João Moreira que se tornaram na minha família na Covilhã e à Juliana Pinho que me ajudou no tratamento de dados; que me apoiaram e estiveram sempre comigo, dia após dia, transmitindo energia positiva para que cada dia e com “pequenas coisas” contribuíssem para a minha felicidade.

Finalmente, agradeço reconhecidamente a todos aqueles que de uma maneira ou doutra me apoiaram na realização deste projecto e não vêm aqui reconhecidas as suas atitudes.

A todos um MUITO OBRIGADO!



# PREFÁCIO

O orgulho é a consciência (certa ou errada) do nosso próprio mérito, a vaidade, a consciência (certa ou errada) da evidência do nosso próprio mérito para os outros. Um homem pode ser orgulhoso sem ser vaidoso, pode ser ambas as coisas, vaidoso e orgulhoso, pode ser – pois tal é a natureza humana – vaidoso sem ser orgulhoso. É difícil à primeira vista compreender como podemos ter consciência da evidência do nosso mérito para os outros, sem a consciência do nosso próprio mérito. Se a natureza humana fosse racional, não haveria explicação alguma. Contudo, o homem vive a princípio uma vida exterior, e mais tarde uma interior; a noção de efeito precede, na evolução da mente, a noção de causa interior desse mesmo efeito. O homem prefere ser exaltado por aquilo que não é, a ser tido em menor conta por aquilo que é. É a vaidade em acção.

*Fernando Pessoa, in "Da Literatura Européia*

“Nem todos podem tirar um curso superior. Mas todos podem ter respeito, alta escala de valores e as qualidades de espírito que são a verdadeira riqueza de qualquer pessoa.”  
Alfred Montapert



## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O ceratocone é uma doença ocular, não infecciosa, na qual a córnea enfraquece devido a anomalias estruturais e da sua composição. Isso enfraquece a córnea não permitindo que a mesma preserve a sua forma normal contra a pressão intra-ocular no olho e, portanto, há protusão, levando a uma forma cônica e visão distorcida subsequente. Mudanças na estrutura e composição muitas vezes manifestam-se como uma alteração de forma (ou geometria), bem como nas propriedades mecânicas e ópticas. Esta afecção é a distrofia mais comum da córnea, acometendo 50 a 230 pessoas por 100.000 habitantes, e normalmente inicia-se como miopia ou astigmatismo ou ambos, podendo evoluir rapidamente, ou então, levar muitos anos para desenvolver-se. Costuma surgir na adolescência, por volta dos 15 anos de idade e dificilmente desenvolve-se após os 35 anos. Normalmente ocorre assimetricamente, sendo que em 90% dos casos, acomete ambos os olhos; todavia, o diagnóstico da doença no segundo olho ocorre aproximadamente 5 anos após o diagnóstico no primeiro olho. Não parece ter preferência pelo sexo ou etnia.

Este estudo pretende correlacionar os diferentes tipos de ceratocone com as diversas abordagens terapêuticas disponíveis, nomeadamente o tratamento médico e/ou cirúrgico. Passa por fazer uma análise retrospectiva de dois grupos de doentes em que se compara a acuidade visual antes e após dois tipos de tratamento cirúrgico - INTAC e anéis Ferrara.

### OBJECTIVOS:

- 1) Identificar os diferentes tipos de ceratocone.
- 2) Caracterizar as diversas abordagens terapêuticas.
- 3) Comparar a acuidade visual inicial dos doentes com a resultante após o tratamento cirúrgico - INTACs e anéis Ferrara.
- 4) Analisar se há melhoria da acuidade visual com correção pós-operatória.
- 5) Verificar se há alguma diferença, estatisticamente significativa, da acuidade visual com correção, no tratamento do ceratocone, utilizando anéis Ferrara ou INTACs.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Este estudo avaliou 62 olhos de 36 pacientes (22 homens, 14 mulheres) com uma média de idades de 31,42 anos  $\pm$ 11,71(DP) (variação 18-75 anos) com o diagnóstico clínico de ceratocone sendo que em 32 casos (51,6%) recorreu-se a anéis Ferrara, e em 30 casos (48,4%) a INTACs.

**RESULTADOS:** Verificou-se que houve uma melhoria da acuidade visual com correção em média de 5,87/10  $\pm$ 1,67 (DP) (variação 2/10-9/10). Apesar de a melhoria da a. v. c/ c. média no grupo INTAC (6,03/10) ser superior à do grupo Ferrara (5,72/10), esta diferença não é estatisticamente significativa ( $P=0,464$ ). No grupo Ferrara em 28,1% dos casos houve

melhoria de 5/10 de visão e no grupo INTAC em 25% dos casos houve melhoria de 5/10 de visão. De notar que houve melhoria da acuidade visual com correcção, estatisticamente significativa ( $p=0,000$ ), em todos os olhos estudados após intervenção cirúrgica.

**CONCLUSÃO:** Não existem diferenças, estatisticamente significativas, na melhoria da acuidade visual resultante do tratamento cirúrgico com anéis Ferrara ou INTACs.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Ceratocone, anéis INTAC, anéis Ferrara, acuidade visual, ICRS, córnea.

# ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Keratoconus is a non infectious eye disease, that weakens the cornea due to structural abnormalities and their composition. This weakening of the cornea doesn't allow it to maintain its normal shape against the intraocular pressure in the eye and therefore, protrudes, leading to a conical shape and subsequent blurred vision. Changes in structure and composition often manifest as an alteration in shape (or geometry) as well as in the mechanical and optical properties.

This condition is the most common corneal dystrophy, affecting 50 to 230 persons per 100,000 inhabitants, and usually begins as myopia, astigmatism or both, and may progress rapidly, or else take several years to develop. Usually arises in adolescence, around 15 years old and hardly develops after the age of 35. Generally occurs asymmetrically, and in 90% of cases, affects both eyes, however, the diagnosis of the disease in the second eye occurs approximately 5 years after the diagnosis in the first eye. It doesn't seem to have a preference for gender or ethnicity. This study aims to correlate the different types of keratoconus with the different therapeutic approaches available, including medical and surgical treatment. Starts by making a retrospective analysis of two groups of patients comparing the visual acuity before and after two types of surgery - INTACs and Ferrara rings.

## OBJECTIVES:

- 1) Identify the different types of keratoconus.
- 2) Characterize the different therapeutic approaches.
- 3) Compare the initial visual acuity of patients with results after surgical treatment - Ferrara and INTACs rings.
- 4) Consider whether there is an improvement in visual acuity with postoperatively correction.
- 5) Check for any difference, statistically significant, on visual acuity after correction of keratoconus using INTACs or Ferrara rings.

**MATERIALS AND METHODS:** This study evaluated 62 eyes of 36 patients (22 men, 14 women) with a mean age of  $11.71 \pm 31.42$  years (SD) (range 18-75 years) with clinically diagnoses of keratoconus; in 32 cases (51.6%) resorted to Ferrara rings, and in 30 cases (48.4%) to INTACS.

**RESULTS:** We found that there was an improvement in visual acuity with correction on average of  $5.87 / 10 \pm 1.67$  (SD) (range 2/10-9/10). Despite improvements in the a. v. c / c. on average of INTAC group ( $6.03 / 10$ ) is higher than the Ferrara group ( $5.72 / 10$ ), this

difference isn't statistically significant ( $P = 0.464$ ). In 28.1% of cases in the Ferrara group there was improvement in 5/10 vision and in 25% of cases in the INTAC group there was improvement in 5/10 vision. Please note, that there was improvement in visual acuity with correction, statistically significant ( $p = 0.000$ ), in all eyes after surgery.

**CONCLUSION:** There are no differences, statistically significant, in improvement of visual acuity resulting from surgical treatment with INTACs or Ferrara rings.

## KEYWORDS

Keratoconus, INTAC rings, Ferrara rings, visual acuity, ICRS, cornea.

# ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| DEDICATÓRIA .....                           | III  |
| AGRADECIMENTOS .....                        | V    |
| PREFÁCIO .....                              | VII  |
| RESUMO .....                                | VIII |
| ABSTRACT .....                              | XI   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                     | XV   |
| ÍNDICE DE TABELAS .....                     | XVII |
| LISTA DE ACRÓNIMOS .....                    | XIX  |
| 1. INTRODUÇÃO .....                         | 1    |
| 2. OBJECTIVOS .....                         | 3    |
| 2.1. OBJECTIVO GERAL .....                  | 3    |
| 2.2. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS.....            | 3    |
| 3. METODOLOGIA .....                        | 5    |
| 3.1. TIPO DE ESTUDO .....                   | 5    |
| 3.2. POPULAÇÃO EM ESTUDO .....              | 5    |
| 3.3. RECOLHA DE DADOS .....                 | 5    |
| 3.4. VARIÁVEIS .....                        | 5    |
| 3.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE DADOS .....  | 6    |
| 4. CÓRNEA .....                             | 7    |
| 4.1. EMBRIOLOGIA .....                      | 7    |
| 4.2. ANATOMIA .....                         | 9    |
| 4.3. HISTOLOGIA .....                       | 10   |
| 4.4. FISIOLOGIA .....                       | 13   |
| 5. CERATOCONE .....                         | 17   |
| 5.1. DEFINIÇÃO .....                        | 17   |
| 5.1.1. Epidemiologia .....                  | 17   |
| 5.1.2. Etiologia .....                      | 17   |
| 5.2. TIPOS DE CERATOCONE .....              | 18   |
| 5.3. TRATAMENTO .....                       | 19   |
| 5.3.1. Médico .....                         | 19   |
| 5.3.2. Cirúrgico .....                      | 20   |
| 5.3.3. Técnica cirúrgica.....               | 23   |
| 6. RESULTADOS.....                          | 25   |
| 6.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA..... | 25   |

|  |    |
|--|----|
| 6.2.CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONSOANTE O TIPO DE ANEL .....      | 25 |
| 6.2.1. Características demográficas .....                            | 25 |
| 6.2.2. Características clínicas.....                                 | 27 |
| 6.3.CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DA AMOSTRA .....                    | 28 |
| 6.3.1.Características clínicas .....                                 | 28 |
| 7.CONCLUSÃO / PRESPECTIVAS FUTURAS .....                             | 35 |
| 8.REFERÊNCIAS .....  | 37 |
| ANEXOS .....   | 47 |
| ANEXO I - Escala Amsler-Krumeich .....                               | 47 |
| ANEXO II - Ceratografia antes e após cirurgia ao olho esquerdo ..... | 48 |
| ANEXO III - Ceratografia e plano terapêutico de anel INTAC .....     | 50 |
| ANEXO IV- Ceratometria e plano terapêutico de anel Ferrara .....     | 52 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Histologia da córnea.....  | 8  |
| Figura 2: Ceratocone. ....   | 17 |
| Figura 3: Olho normal e olho com ceratocone.....   | 18 |
| Figura 4: Anel INTAC vertical .....  | 20 |
| Figura 6: Olho com anéis INTAC e Ferrara.....  | 21 |
| Figura 5: A- 2 anéis INTAC horizontais; B- 2 anéis INTAC verticais .....                               | 21 |
| Figura 7: A- 2 anéis Ferrara verticais; B- 1 anel Ferrara vertical com depósitos de lipoproteínas..... | 24 |
| Figura 8: Caracterização da amostra.....   | 25 |
| Figura 9: Distribuição etária por anel .....   | 26 |
| Figura 10: Melhoria da acuidade visual c/ correcção da amostra .....                                   | 28 |
| Figura 11: Acuidade visual pré-op c/c. e acuidade visual pós-op c/ c. ....                             | 29 |
| Figura 12: Ceratografia pré-operatória. ....   | 48 |
| Figura 13: Ceratografia pós-operatória. ....   | 49 |
| Figura 14: Ceratografia pré-operatória e plano terapêutico para anel INTAC (OE).....                   | 50 |
| Figura 15: Ceratografia pós-operatória de anel INTAC (OE). ....  | 51 |
| Figura 16: Ceratografia pré-operatória. ....   | 52 |
| Figura 17: Plano terapêutico (OD) e ceratografia pós-operatória (OD) - Anéis Ferrara. ....             | 53 |



## ÍNDICE DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1:Correlação entre o tipo de anel e sexo .....  | 26 |
| Tabela 2: Caracterização segundo a acuidade visual pré-op c/ c. e acuidade visual pós-op c/ c. dos olhos analisados pelo tipo de anel escolhido para terapêutica. .... | 27 |
| Tabela 3: Caracterização segundo a melhoria da acuidade visual dos olhos analisados pelo tipo de anel utilizado no tratamento cirúrgico.....                           | 27 |
| Tabela 4 - Escala Amsler Krumeich .....  | 47 |



## LISTA DE ACRÓNIMOS

|                    |   |
|--------------------|---|
| A. V. PÓS-OP C/ C. | Acuidade visual pós operatória com correcção  |
| A. V. PRÉ-OP C/ C. | Acuidade visual pré operatória com correcção  |
| CXL                | Corneal Collagen Crosslinking with Riboflavin |
| DP                 | Desvio padrão                                 |
| FDA                | Food and Drug Administration                  |
| ICRS               | Intrastromal corneal rings segments           |
| LASIK              | Laser-Assisted in Situ Keratomileusis         |
| m                  | Metro   |
| MAX                | Máximo  |
| MDN                | Mediana                                       |
| MIN                | Mínimo  |
| mm                 | Milímetro                                     |
| nm                 | Nanómetro                                     |
| OD                 | Olho direito                                  |
| OE                 | Olho esquerdo                                 |
| PAS                | Periodic acid-Schiff                          |
| SPSS               | Statistical Package for Social Sciences       |
| µm                 | Micrómetro                                    |



# 1. INTRODUÇÃO

O ceratocone é uma doença ocular, não infecciosa na qual a córnea enfraquece devido a anomalias estruturais e de composição. O ceratocone é uma distrofia ectásica corneana progressiva, caracterizada por um adelgaçamento e protusão da córnea central ou paracentral, que acaba por assumir uma forma cónica. (1)

O ceratocone é uma doença relativamente comum com uma prevalência relatada variando de 50 a 230 por 100.000 habitantes (2) afectando todas as raças e ambos os sexos de igual forma, com um início na puberdade, por volta dos 15 anos, e raramente desenvolve-se após os 35 anos.

Na sua fase leve, o ceratocone é muitas vezes esquecido ou mal diagnosticado como miopia e/ou astigmatismo. Mudanças topográficas são geralmente o primeiro sinal da doença, e a visão não se correlaciona com os padrões encontrados na topografia. (3)

A longa duração e o impacto da deficiência da visão nas funções da vida diária aumentam a importância do ceratocone como doença. Na verdade, estudos demonstraram que o impacto do ceratocone, em indicadores de qualidade de vida, estendem-se para além do esperado relativamente à acuidade visual. (3,4)

De forma a corrigir esta patologia da córnea, existem diversas abordagens terapêuticas, tanto médicas (óculos e lentes de contacto) como cirúrgicas (por ex. anéis Ferrara e INTACs; cross-linking).

Não havendo grandes informações comparativas sobre dois dos tratamentos possíveis para esta patologia (anéis Ferrara e INTACs), este estudo torna-se numa grande ferramenta de estudo e de investigação que, posteriormente, pode ser alargado e mais pormenorizado.

Então, neste estudo dividiu-se a amostra em dois grupos consoante o tratamento cirúrgico de que foram alvo (anéis Ferrara ou INTACs), de forma a verificar se o tipo de anel utilizado no tratamento do ceratocone têm resultados diferentes relativamente à melhoria da acuidade visual com correcção.

Os principais objectivos deste estudo passam por identificar os diferentes tipos de ceratocone; caracterizar as diversas abordagens terapêuticas; comparar a acuidade visual inicial dos doentes com a resultante após o tratamento cirúrgico nos dois grupos; analisar se há melhoria da acuidade visual com correcção pós-operatória e apurar a hipótese de se verificarem resultados diferentes, na melhoria da acuidade visual com correcção, entre os dois tipos de tratamento cirúrgico estudados (anéis Ferrara e INTACs).



## 2.OBJECTIVOS

### 2.1.OBJECTIVO GERAL

Este estudo pretende correlacionar os diferentes tipos de ceratocone com as diversas abordagens terapêuticas disponíveis, nomeadamente o tratamento médico e/ou cirúrgico, em que se compara a acuidade visual corrigida antes e após dois tipos de tratamento cirúrgico - INTACs e anéis Ferrara.

**Hipótese:** Será que o tipo de tratamento cirúrgico (anéis INTAC ou Ferrara) tem resultados significativamente diferentes no que diz respeito à melhoria da acuidade visual?

### 2.2.OBJECTIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os diferentes tipos de ceratocone.
- Caracterizar as diversas abordagens terapêuticas.
- Comparar a acuidade visual inicial dos doentes com a resultante após o tratamento cirúrgico - INTACs e anéis FERRARA.
- Analisar se há melhoria da acuidade visual com correcção pós-operatória.
- Verificar se há alguma diferença, estatisticamente significativa, da acuidade visual com correcção, no tratamento do ceratocone, utilizando anéis Ferrara ou INTACs.



## **3.METODOLOGIA**

### **3.1.TIPO DE ESTUDO**

O estudo realizado foi do tipo observacional em que o investigador se limita a observar e medir as variáveis definidas no estudo sem qualquer tipo de experimentação.

Relativamente à direccionalidade tratou-se de um estudo coorte (retrospectivo) uma vez que todas as informações sobre o tratamento e os resultados do mesmo ocorreram antes de se iniciar o estudo.

### **3.2.POPULAÇÃO EM ESTUDO**

A população em estudo inclui doentes com o diagnóstico de ceratocone submetidos a terapêutica cirúrgica/médica numa clínica oftalmológica privada desde 2005 até Maio de 2011. A falta de dados do processo clínico foi utilizada como factor de exclusão do estudo.

O diagnóstico de ceratocone foi baseado nas topografias corneanas e observação na lâmpada de Fenda.

A população em estudo foi dividida em dois grupos distintos (anéis Ferrara e INTAC), de acordo com o tipo de tratamento cirúrgico de que foram alvo.

### **3.3.RECOLHA DE DADOS**

Os dados relativos aos pacientes incluídos nestes estudo foram obtidos através da consulta dos seus processos clínicos que, posteriormente, foram inseridos numa base de dados em Microsoft Office Excel 2007 criada para o efeito.

### **3.4.VARIÁVEIS**

Para efectuar-se este estudo foram utilizados dois tipos de variáveis: quantitativas e qualitativas.

As variáveis quantitativas consistem em: idade, acuidade visual pré operatória com correcção (A.V.Pré-op c/ c.), acuidade visual pós operatória com correcção (A.V.Pós-op c/ c.) e melhoria da acuidade visual.

As variáveis qualitativas consistem em: sexo, olho direito (OD), olho esquerdo (OE) e tipo de anel (Ferrara ou INTAC).

### 3.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE DADOS

Para descrever os participantes do estudo foram aplicadas metodologias de análise descritiva, nomeadamente, gráficos e medida sumário, apropriadas. As variáveis categóricas foram descritas através de frequências absolutas (n) e relativas (%). As variáveis contínuas foram descritas utilizando a média e o desvio padrão ou mediana e mínimos e máximos consoante a distribuição destas seja simétrica (normalmente distribuída) ou assimétrica, respectivamente.

Foi usado o teste de independência do Qui-Quadrado para analisar a associação entre variáveis categóricas.

Usou-se o teste de t-Student para comparação de médias entre dois grupos para testar hipóteses relativas a variáveis contínuas quando as variáveis são normalmente distribuídas, como se verificou na melhoria da acuidade visual para cada tipo de anel, e o teste de Mann-Whitney U para comparar a distribuição de uma variável contínua em dois grupos, quando as variáveis têm distribuição assimétrica, ou seja, não são normalmente distribuídas, que foi utilizado para analisar a acuidade visual pré e pós operatório nos dois grupos de tipos de anel.

Ainda se utilizou o teste de Wilcoxon, que é um teste de hipótese estatística não paramétrico utilizado para comparar variáveis emparelhadas, para verificar se havia melhoria da acuidade visual nos olhos ao longo do tempo, isto é, se a acuidade visual com correção após intervenção cirúrgica/médica é superior à pré intervenção.

O nível de significância utilizado para todos os teste de hipóteses foi de 0,05. Todos os dados foram inseridos numa base de dados do SPSS® v.18.0 sendo, posteriormente, analisados.

## 4. CÓRNEA

### 4.1 EMBRIOLOGIA

A formação da córnea é o resultado do último grande processo indutivo que tem lugar durante o desenvolvimento do olho e na qual a vesícula lenticular actua sobre a ectoderme que cobre a sua superfície. (5)

O resultado desta indução é transformação da ectoderme típica, com uma estrutura transparente, constituída por uma camada basal de células cúbicas e uma periderme superficial em várias camadas com uma matriz extracelular complexa e células de várias fontes.

A influência indutiva do cristalino estimula uma mudança nas células ectodérmicas basais aumentando a sua altura, em grande parte como resultado do desenvolvimento de organelos secretores (aparelho de Golgi) nas suas extremidades basais.

Conforme essas alterações forem concluídas, as células começam a secretar colagénio Tipo I, II e IX, para formar o estroma primário da córnea.

Do estroma primário as células da crista neural situadas em torno da cúpula óptima migram em direcção central entre este e a cápsula do cristalino.

Apesar da morfologia destas células durante a migração ser mesenquimatosa, quando terminaram a sua diferenciação transformam-se num epitélio cubóide chamado endotélio corneano.

Neste ponto, a córnea primitiva é constituída por um epitélio, um estroma primário ainda acelular e um endotélio interno.

Depois do endotélio corneano ter formado uma camada continua, as suas células sintetizam ácido hialurónico e segregam-no até ao estroma primário. Devido às suas pronunciadas características hidrofílicas, o ácido hialurónico faz com que o estroma primário edemacie muito (6)

Isto cria o substrato adequado para a segunda onda de migração celular na córnea em desenvolvimento.

Estas células, também derivadas da crista neural, são de natureza fibroblástica; migram e proliferam em áreas ricas de ácido hialurónico localizadas entre as camadas de colagénio do estroma corneano primário.

A fase de migração de células do estroma corneano primário cessa quando estas células começam a produzir a enzima hialuronidase, que cataboliza grande parte do ácido hialurónico existente no estroma primário. Com a eliminação desse ácido, diminui a espessura

da córnea. Uma vez que os fibroblastos migratórios se instalaram, considera-se que o estroma primário se torna em estroma corneano secundário.

Os fibroblastos do estroma secundário contribuem para a organização da córnea mediante a síntese de fibras de colagénio na matriz do estroma. Não obstante, tanto as células epiteliais como as endoteliais continuam a secretar grandes extractos de matriz acelular.

Essas secreções originam as cinco camadas que compõem a córnea madura, ou seja, de fora para dentro: epitélio, membrana de Bowman, estroma secundário celular, membrana de Descemet e endotélio corneano (Figura 1).

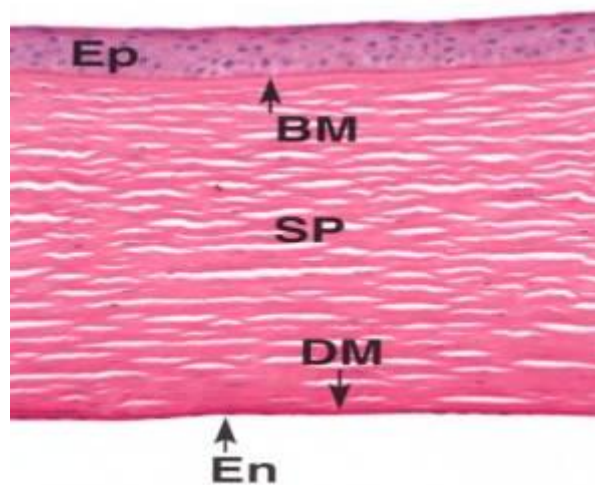


Figura 1: Histologia da córnea. Ep- Epitélio; BM- Membrana de Bowman; SP- Substância própria/Estroma; DM- Membrana de Descemet; En- Endotélio. Adaptado de (7).

As mudanças finais do desenvolvimento da córnea incluem a formação de uma zona transparente desprovida de distorções ópticas através da qual a luz entra no globo ocular. Esta característica de "transparência", ou seja, a maior capacidade de transmissão da luz que aumenta de 40% para 100% é obtido através da remoção de quase toda a água do estroma secundário; a desidratação inicial da córnea é o resultado da degradação de ácido hialurónico que, como indicado anteriormente, é hidrofílico.

A segunda etapa da eliminação aquosa é mediada pela tiroxina que é libertada no sangue pela glândula tiróide em desenvolvimento. Esta hormona actua sobre o endotélio corneano fazendo bombear sódio desde o estroma secundário até à câmara anterior; as moléculas de água seguem aos iões de sódio conseguindo uma forma eficaz de desidratação do estroma corneano. A função da glândula tiróide neste processo é demonstrada de duas formas: quando se transplanta tiróides relativamente desenvolvidas nas membranas extraembrionárias de embriões de galinha jovens e se permite que a hormona tireoideia atinja a circulação embrionária através dos vasos sanguíneos que nutrem as membranas

(membrana corioalantóide), ocorre a desidratação prematura da córnea. (8) Por outro lado, a aplicação de inibidores da tiróide atrasam o processo de transparência da córnea.

Outro evento tardio na córnea é uma pronunciada mudança na sua “curvatura” em relação a todo o globo ocular. Esta mudança morfológica, que compreende numerosas modificações mecânicas incluindo a pressão do fluido intra-ocular, (9) permite que as dioptrias oculares ou lente do olho composta por três sistemas ópticos unidos (córnea, cristalino e vitreo) foque os raios luminosos perfeitamente na retina. Se se desenvolverem irregularidades na curvatura da córnea durante a sua morfogênese final aparece o transtorno refractivo denominado astigmatismo que causa distorções na visão. (10)

## 4.2 ANATOMIA

A córnea é uma “janela” transparente em forma de cúpula que cobre a parte frontal do olho, apenas na zona da Íris. É uma superfície de refração poderosa, fornecendo 2/3 do poder dióptrico do olho. A córnea é mais curva que o olho e protusa anteriormente.

Como não existem vasos sanguíneos na córnea, exceptuando nas suas margens, normalmente é clara e tem uma superfície brilhante. A córnea é extremamente sensível - há mais terminações nervosas da córnea do que em qualquer outra parte do corpo. A córnea adulta tem apenas cerca de  $0,5 \times 10^{-3}$  m (0,5 mm) de espessura e é composta por cinco camadas: o epitélio, membrana de Bowman, o estroma, membrana de Descemet e o endotélio.

- O epitélio é a camada de células que cobrem a superfície da córnea. Tem apenas cerca de 5-6 camadas de células de espessura e regenera rapidamente quando a córnea é lesada, numa semana todo o epitélio pode ser regenerado. Se a lesão penetra mais profundamente na córnea, pode deixar uma cicatriz. Cicatrizes deixam áreas opacas, causando perda da sua transparência e brilho nas áreas lesadas.
- Membrana de Bowman é uma zona acelular que é limitada na face anterior pela membrana basal do epitélio. A face posterior é formada por fibras de colagénio que se misturam com o estroma de forma imperceptível. Como esta camada é muito dura e difícil de penetrar, protege a córnea de lesões funcionando como barreira contra a invasão de microorganismos e células tumorais.
- O estroma é a camada mais espessa (90%) e fica logo abaixo da Membrana de Bowman. É composto principalmente por fibras de colagénio minúsculas que correm paralelas umas às outras, células do estroma e substância fundamental que é rica em polissacarídeos. Esta disposição especial das fibras de colagénio da córnea é responsável pela sua transparência. Células do estroma (queratócitos), que produzem

estas fibras de colagénio, não têm a capacidade de reproduzir ou sentir dor. A principal função do Estroma é dar forma (de cúpula) e resistência à córnea.

- Membrana de Descemet é uma membrana cuticular que cobre a porção posterior do estroma e a anterior do endotélio. Pode ser facilmente separada do estroma, regenerando-se rapidamente logo após o trauma. A linha de Schwalbe, marca o término da membrana de Descemet a nível do ângulo iridocorneal.
- O endotélio situa-se exactamente por baixo da Membrana de Descemet e possui apenas uma camada de células. Esta camada bombeia água da córnea, característica principal desta camada, que permite a transparência. Em caso de doença ou lesão estas células não regeneram.

Minúsculos vasos no bordo externo da córnea fornecem a nutrição tanto de nutrientes como de oxigénio, juntamente com o humor aquoso e lágrimas.

O facto da Córnea ser avascular e não existirem vasos que possam romper, significa que pequenas lesões na córnea podem curar com facilidade. Esta característica da córnea é o que faz a cirurgia ocular a laser ser tão bem sucedida. No entanto, a inflamação ou irritação destes vasos periféricos podem causar alterações na visão. (11)

### 4.3 HISTOLOGIA

A córnea é formada por cinco camadas: epitélio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet e endotélio.

O epitélio é um epitélio escamoso estratificado não queratinizado. É composto por cerca de cinco a seis camadas celulares e é formado por três tipos de células: superficiais planas, poligonais alares e basais colunares.

As células superficiais ou apicais ou escamosas constituem dois estratos; ao microscópio electrónico observam-se células epiteliais planas e hexagonais unidas entre si através de limites celulares rectos. (12,13) Existem uniões estreitas ao longo das extremidades laterais de cada célula que exerce uma função de barreira anatómica à passagem de substâncias para o espaço intercelular. Estas células apresentam microvilosidades inseridas no fluido protector constituído por lípidos e glicoproteínas. (14)

A camada de células alares ou intermédias têm uma profundidade de três estratos e quanto mais superficial for a célula mais plana é. O núcleo destas células é paralelo à superfície (15) e existe um grande número de interdigitações entre as células alares e as uniões desmossómicas. Há ainda uma extensa rede de tenofilamentos que mantêm a forma celular.

As células basais são mais profundas e organizam-se num estrato apenas. Estão rodeadas na sua superfície anterior por núcleos ovais que se dispõem perpendicularmente à superfície. São células mitoticamente activas e suas células filhas produzidas diferenciam-se em células alares deslocando-se anteriormente. Também contêm conjuntos de tenofilamentos que mantêm a morfologia celular; existem filamentos de actina que podem desempenhar um papel na migração celular, como se sucede na reparação de uma ferida. (16)

O epitélio anterior da córnea renova-se a cada sete dias e abaixo dele e da sua membrana basal observa-se uma camada homogénea e relativamente espessa constituída por finas fibras de colagénio cruzadas em todas as direcções que formam a Membrana de Bowman. (14)

A membrana de Bowman tem cerca de  $8 \times 10^{-6}$  m (8  $\mu$ m) de espessura e as suas fibras de colagénio têm um diâmetro de  $18 \times 10^{-9}$  m (18 nm) encontrando-se aleatoriamente distribuídas. Esta membrana acaba abruptamente no limbus, junção da córnea com a esclera sendo limitada anteriormente pela membrana basal epitelial e posteriormente pelo estroma. Membrana de Bowman fornece força à córnea e forma uma barreira às infecções. No entanto, ela não se regenera e se for lesada, forma uma cicatriz opaca que pode prejudicar a visão. (17)

O estroma constitui 90% na espessura da córnea. Pode ser chamado por substancia própria sendo composto por cerca de sessenta finas lamelas. Cada lamela consiste em feixes paralelos de fibras de colagénio. Entre as lamelas há camadas finas quase completas de fibroblastos delgados e achatados. As fibrilas medem cerca de  $23 \times 10^{-9}$  m (23 nm) de diâmetro e quase 0,01 m (1 cm) de comprimento. As fibras de colagénio em cada lamela estão dispostas aproximadamente em ângulo recto com as lamelas adjacentes. Esta contém proteoglicanos corneanos, sulfato de glicosaminoglicanos (ligados covalentemente a proteínas). Acredita-se que o espaçamento uniforme das fibras de colagénio e lamelar, assim como a matriz ortogonal das lamelas, sejam responsáveis pela transparência da córnea. Os proteoglicanos juntamente com o colagénio tipo V, regulam o preciso diâmetro e espaçamento das fibras de colagénio. Edema da córnea ou lesões no epitélio ou endotélio rompem esta matriz e leva à translucência ou opacidade da cornea. (17) A córnea normal não contém vasos nem pigmentos e, com frequência, também se observam leucócitos, principalmente linfócitos, que migram para o estroma corneano. (14,17)

De notar que, a célula do estroma é o queratócito, que tem uma forma achatada, e que as fibras de colagénio representam 80% do peso da córnea, a substancia fundamental 15% e os elementos celulares 5%.

A Membrana de Descemet, conhecida também como Membrana de Demours, é uma, invulgarmente, espessa membrana basal ( $10 \times 10^{-6}$  m = 10  $\mu$ m) produzida pelo endotélio. É a membrana basal das células endoteliais corneanas que separa o endotélio corneano do estroma corneano adjacente. O anel ou linha de Schwalbe marca o fim da membrana de Descemet. Por microscopia electrónica mostra que a membrana é composta por uma zona

anterior em banda e outra posterior homogénea; a zona anterior produz-se intra-útero, aos 4 meses de gestação, enquanto a parte posterior ocorre após o nascimento e aumenta a sua espessura com a idade. Contém colagénio tipo IV, (18) glicoproteínas laminina, fibronectina que confere uma grande elasticidade e resistência, maior do que as do estroma, perante agressões traumáticas ou inflamatórias. Não captura as cores do tecido elástico, em contrapartida, é fortemente PAS positivo. Periféricamente, aparecem no olho normal espessamentos da membrana de Descemet ou verrucosidades hialinas que são chamados de corpos Hassall-Henle. O seu número aumenta de forma constante com a idade sendo, portanto, um marcador do envelhecimento da membrana de Descemet. A membrana de Descemet estende-se periféricamente sob a esclera como uma teia chamada de ligamento pectíneo. Filamentos do ligamento pectíneo inseridos no músculo ciliar e a esclera podem ajudar a manter a normal curvatura da córnea exercendo uma tensão na membrana de Descemet. Ao contrário da membrana de Bowman, a membrana de Descemet separa-se do estroma com facilidade e rapidamente regenera quando é lesada. (17,18)

O endotélio, que também pode ser denominado de mesotélio, é formado por uma monocamada de células cubóides que formam um mosaico hexagonal que se estende sobre a superfície interna da membrana de Descemet revestindo a superfície corneana que contacta com a câmara anterior. A microscopia electrónica permite observar a superfície plana das células com fronteiras claramente bem delimitadas. As células endoteliais, de forma cubóide e com uma altura aproximada de  $10 \times 10^{-6}$  m (10  $\mu$ m) ao nascimento, aplanam-se com a idade até aos  $4 \times 10^{-6}$  m (4  $\mu$ m) no adulto. Ao contrário do que acontece no epitélio corneano, as células endoteliais não têm actividade mitótica e lesões ou envelhecimento podem resultar num declínio da população celular. Por este motivo, a área lesada é recoberta pelas células vizinhas e não por novas células, o que resulta numa diminuição da densidade e aumento do tamanho ou área celular. A perda endotelial manifesta-se por polimegatismo, (18) pleomorfismo e aumento da poligonalidade, associado a um aumento da permeabilidade. (19) Apesar disso, as células endoteliais podem preservar as suas funções até cerca de uma população de  $500-700 \times 10^{-6}$  células/m<sup>2</sup> (500-700 células/mm<sup>2</sup>). As células endoteliais contêm muitas mitocôndrias, vesículas, retículo endoplasmático liso e rugoso, complexo de golgi e ribossomas livres. Para obter energia, as células apresentam actividade endocítica e estão envolvidos no transporte activo de Na<sup>+</sup> - K<sup>+</sup> activado por ATPases que estão localizadas nas bordas celulares basolaterais das células endoteliais. Ocasionalmente, podem ser observadas microvilosidades que podem indicar alguma patologia. De notar que há resistência à passagem de substâncias intracelularmente devido às interdigitações especializadas das bordas celulares, que aumentam a distância que devem percorrer as substâncias, e às uniões celulares oclusivas, mas apesar disso, pode haver a passagem de grandes moléculas. (20)

## 4.4 FISILOGIA

A córnea quimicamente é um tecido heterogêneo, constituída por 78% de água e o restante por substâncias sólidas como proteínas (colagénio, elastina, etc), lípidos, ácido ascórbico, e diversos sais.

O colagénio é a proteína que se encontra no tecido conjuntivo e é secretado pelos fibroblastos. Estes podem ser alterados por déficits de Vit. C e radiações.

Como foi dito anteriormente, a córnea é hidrofílica graças à presença de mucoproteínas que têm a capacidade de absorver grandes quantidades de água mas que mantêm a propriedade denominada de turgescência que permite manter as concentrações, facto só conseguido com a integridade das membranas celulares, especialmente o endotélio. A água é o principal constituinte da córnea. O epitélio corneano é constituído maioritariamente (70%) por água, o restante é composto por ácidos nucleicos, lípidos, acetilcolina e colinesterase. A água representa 80% do estroma que tem nos seus 20% restantes colagénio e outras proteínas. A Membrana de Descemet é composta por colagénio, glicina e hidroxiprolina e o seu conteúdo em mucopolissacarídeos é menor que no estroma mas o conteúdo em colagénio é mais resistente à colagenase.

O estroma é permeável a substâncias hidrossolúveis ao contrário do epitélio e do endotélio que são permeáveis a substâncias lipossolúveis. Como tal, quando há lesão do epitélio ou do endotélio, há edema da córnea.

O equilíbrio osmótico da córnea é mantido pelas diferentes concentrações de electrólitos em cada camada. O epitélio tem uma elevada concentração de iões potássio, enquanto o estroma é rico em iões de sódio. Os líquidos que rodeiam a córnea (secreção lacrimal, do humor aquoso e o plasma) contêm uma concentração elevada de sódio. As células epiteliais e endoteliais transportam sódio para a lágrima e humor aquoso, respectivamente, mas como a concentração desses iões é maior nesses fluidos que no estroma, estes voltam ao mesmo produzindo equilíbrio osmótico. (21)

A chave da fisiologia da córnea é: função barreira e bomba metabólica no epitélio e endotélio. Uma alteração nestas camadas pode provocar edema corneano com perda ou diminuição da transparência, sendo esta mais significativa quando o endotélio é lesado.

A função de barreira do epitélio controla os fluidos que entram na córnea desde as lágrimas e protege o olho de agressões. Para tal tem que manter as suas capacidades regenerativas. O epitélio utiliza metabolicamente glicose que adquire através do humor aquoso e acumula-o intracelularmente. A sua metabolização é feita 85% pela glicólise anaeróbia e apenas uma pequena parte é feita pelo Ciclo de Krebs devido à pequena quantidade de mitocôndrias existentes.

O epitélio é nutrido de oxigénio directamente da atmosfera. De notar que o epitélio pode sofrer edema nocturno fisiológico pela formação e acúmulo de lactato intracelular que se manifesta clinicamente por halos e redução da sensibilidade ao contraste.

A função barreira do endotélio tem a função de regular o movimento de água e substâncias do humor aquoso para o estroma. Então, há um constante fluxo de glicose, aminoácidos e outros nutrientes pelo humor aquoso que passa para o estroma pelos espaços intercelulares. Estas junções intercelulares são responsáveis pela limitação deste passo visto serem dependentes de cálcio e, como tal, necessitam deste ião no humor aquoso.

Além da função de barreira, o endotélio tem a capacidade de retirar o excesso de líquido do estroma, causado pela passagem constante de humor aquoso para o mesmo, mantendo assim a sua transparência e espessura.

Estas funções de barreira e bomba metabólica mantêm-se com a idade sem sofrer alterações, e isto só é permitido pelo facto da córnea manter a capacidade regenerativa ao longo dos anos.

Todo o complexo corneano visa adquirir a máxima transparência e uma capacidade precisa de refração.

A transparência da córnea é conseguida pela organização estrutural da mesma - espessura mínima ( $500-550 \times 10^{-6} \text{ m} = 500-550 \text{ }\mu\text{m}$ ) e disposição paralela das fibras de colagénio - que permite que a luz passe através dela de forma adequada sem grandes perdas.

Existem várias teorias acerca da transparência da córnea mas a mais aceite é a de Maurice, (22) que no ano de 1957 postulou que as fibras de colagénio formam uma estrutura cristalina ordenada de modo a que as emissões de campos na mesma fase de cada uma das fibras resultaria num fenómeno de interferência destrutiva das ondas dispersas, que limitaria a dispersão total. Enquanto as fibras estão dispostas regularmente, ordenadas e separadas entre si por uma distância menor do que o comprimento de onda da luz, a córnea manter-se-á transparente.

Assim sendo, o raio das fibras corneanas sendo inferiores ao comprimento de onda da luz e mantendo a ordem e a distância entre elas, o comportamento óptico da córnea assemelha-se aos materiais homogéneos e a dispersão que ocorre sofre uma dispersão, permitindo a passagem de cerca de 95% da luz que recebe. A camada corneana de maior absorção de luz é o epitélio, principalmente relativamente aos comprimentos de onda curtos. (23)

A organização das fibras do estroma permite-lhes uma grande quantidade por unidade de volume, característica importante para não só para a transmissão como para a manutenção da sua forma.

Com esta característica, a capacidade de transmissão da luz pela córnea encontra-se compreendida entre os comprimentos de onda da radiação ultravioleta (310 nm) e da radiação infravermelha (2500 nm). Ouvir

A refração é a outra grande propriedade da córnea. Para tal, tem que se manter transparente, curva, lisa e regular e manter as suas capacidades biomecânicas, bioquímicas e fisiológicas. A sua superfície anterior é elíptica, medindo aproximadamente 12,6 mm no meridiano horizontal e, 11,7 mm no vertical. Com uma espessura média de 0,52 mm na região central e de 0,65 mm ou mais, na região periférica. (24)

O poder dióptrico total da córnea é de 42-44 dioptrias que corresponde a 70-80% do poder dióptrico total.

Uma característica importante da superfície anterior é a esferecidade com tendência a reduzir na periferia, o que permite a correção da aberração esférica. A zona central da córnea é a mais envolvida na imagem fóveal e o envolvimento das zonas periféricas é

determinado pela dilatação pupilar. Estas características são fundamentais para a correção das aberrações do sistema óptico do olho. (25)



## 5. CERATOCONE

### 5.1. DEFINIÇÃO

O ceratocone (Figura 2) é uma palavra que tem origem do grego *kerato* - corno, córnea; e *konos* - cone, (24) ou seja, córnea cônica. Consiste numa doença ocular, não infecciosa na qual a córnea enfraquece devido a anomalias estruturais e de composição. O ceratocone é uma distrofia ectásica corneana progressiva, caracterizada por um adelgaçamento e protusão da córnea central ou paracentral, que acaba por assumir uma forma cônica. (26)



Figura 2: Ceratocone. Adaptado de (27)

#### 5.1.1. Epidemiologia

O ceratocone é uma doença relativamente comum com uma prevalência relatada variando de 50 a 230 por 100.000. (28) O ceratocone afecta todas as raças e ambos os sexos igualmente com um início na puberdade, por volta dos 15 anos, e raramente desenvolve-se após os 35 anos.

#### 5.1.2. Etiologia

A etiologia é desconhecida e provavelmente multifactorial. Estudos relataram uma forte associação entre o “coçar os olhos” e o desenvolvimento do ceratocone. (29-33) O uso de lentes de contacto é outra forma de microtrauma corneano associado ao ceratocone. (34)

O padrão de herança não é previsível, embora a evidência mais forte de envolvimento genético é uma alta taxa de concordância em gêmeos monozigóticos. (35) Uma história familiar positiva foi relatada em 6-8% dos casos e a sua prevalência em parentes de primeiro grau é 15-67 vezes superior à da população geral. (36) Além disso, os parentes não afectados de primeiro grau têm uma maior taxa de topografia anormal em comparação com a população em geral. (37)

## 5.2. TIPOS DE CERATOCONE

O ceratocone (Figura3) pode ser classificado conforme a sua curvatura ou de acordo com a forma do cone:

- Baseado na severidade da curvatura:
  - Discreto: < 45 dioptrias em ambos os meridianos.
  - Moderado: entre 45 a 52 dioptrias em ambos os meridianos.
  - Avançado: > 52 dioptrias em ambos os meridianos.
  - Severo: > 62 dioptrias em ambos os meridianos.
- Baseado na forma do cone:
  - Pequeno monte: forma arredondada, com diâmetro pequeno em torno de 5 mm.
  - Oval: geralmente deslocado inferiormente, com diâmetro > 5 mm. É o tipo mais comumente encontrado no exame de topografia corneana.
  - Globoso: quando 75 % da córnea está afectada, possui diâmetro maior que 6 mm. É também chamado ceratoglobos, e é o tipo mais difícil para se adaptar lentes de contacto. (38)

O ceratocone também pode ser classificado segundo a escala Amsler-Krumeich que classifica o ceratocone segundo a severidade, de grau I (leve) até grau IV (severo) (Anexo I).

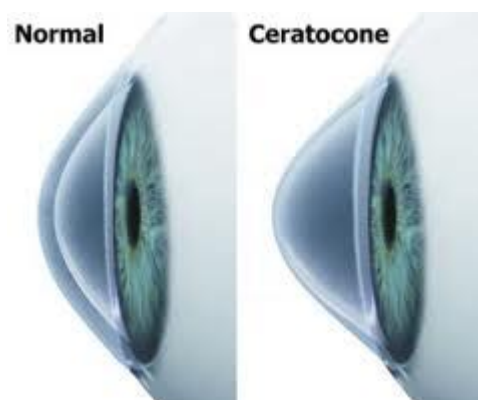


Figura 3: Olho normal e olho com ceratocone.  
Adaptado de (39)

## 5.3. TRATAMENTO

Existem vários tratamentos cirúrgicos e não cirúrgicos disponíveis para o ceratocone e a selecção do tratamento baseia-se no estágio e na progressão da doença. Os métodos de tratamento primário são óculos, lentes de contacto, segmentos intra-estromais corneanos, transplante de córnea, ceratoplastia lamelar anterior profunda e crosslinking.

Alguns tratamentos, tais como lentes de contacto e segmentos intra-estromais (Intrastromal corneal ring segments - ICRS) são projectados para mudar apenas a forma da córnea, enquanto outros, como o cross-linking alteram a estrutura ou composição da córnea. Transplante de córnea e o transplante lamelar anterior profundo não alteram a forma ou estrutura/composição da córnea existente, mas substituem quer a totalidade da córnea quer algumas camadas da córnea com a córnea saudável. Estes tratamentos também são aplicáveis nas ectasias secundárias como complicação grave que ocorre no pós-operatório de cirurgias como LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis), quando realizada de forma inadequada, por exemplo, nos olhos com ceratocone inicial ou córneas finas. (40)

### 5.3.1. Médico

#### 5.3.1.1. ÓCULOS / LENTES DE CONTACTO

Os óculos podem fornecer correcção suficiente durante os estádios mais precoces do ceratocone. No entanto, para etapas posteriores, quando a córnea adquire uma forma anormal, astigmatismo irregular não pode mais ser corrigido e lentes de contacto tornam-se necessárias.

As lentes de contacto podem ajustar-se aos olhos de formato anormal proporcionado uma superfície de refração normal e corrigir o astigmatismo irregular. O uso de lentes de contacto é uma das maneiras mais simples de corrigir o ceratocone leve, sendo responsável por aproximadamente 90% de todos os tratamentos. (41)

O tipo de lente de contacto depende da severidade da doença. Nos estádios iniciais, as lentes moles podem ser adequadas. Em fases posteriores, quando a estabilidade biomecânica da córnea diminui, o uso de lentes rígidas gás-permeáveis podem fornecer melhor suporte mecânico. Lentes híbridas são uma opção popular, pois são rígidas no centro e macias nos bordos proporcionando o conforto de uma lente mole. (42)

Apesar das vantagens das lentes de contacto no tratamento do ceratocone, existem algumas complicações associadas. A córnea pode mudar de forma ao longo do tempo,

limitando o período durante o qual a lente mantém boa visão; a lubrificação inadequada e abrasões da córnea podem provocar desconforto da lente e visão distorcida. (43)

### 5.3.2.Cirúrgico

#### 5.3.2.1.ANÉIS CORNEANOS

A implantação de segmentos intra-estromais de anéis corneanos (por ex. INTAC) (Figura 4) é outra opção de tratamento para o ceratocone, que recebeu aprovação da FDA (Food and Drug Administration) em 2004. (44) O segmento de anel é micro-fino, é inserido no estroma profundo da córnea remodelando-a. Corrige córneas íngremes e faz os olhos mais tolerantes ao uso de lentes de contacto. (45)

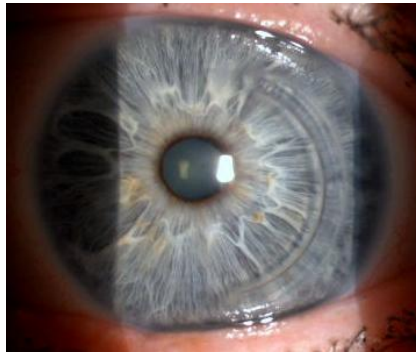


Figura 4: Anel INTAC vertical

Nos últimos anos, os lasers de fentosegundo tornaram-se uma ferramenta útil para realizar incisões na córnea. Devido à sua maior precisão cirúrgica e libertação controlada de energia para regiões específicas dos tecidos. Estes lasers podem, eventualmente, conduzir a uma redução das complicações pós-operatórias. Na maioria dos casos, o INTAC é suficiente para a correcção completa das fases iniciais e leves do ceratocone. Os INTAC (Figura 5) também são bons para os pacientes que são intolerantes a lentes de contacto e que querem evitar um transplante de córnea. Além disso, ele mantém a transparência da zona óptica central. (46)

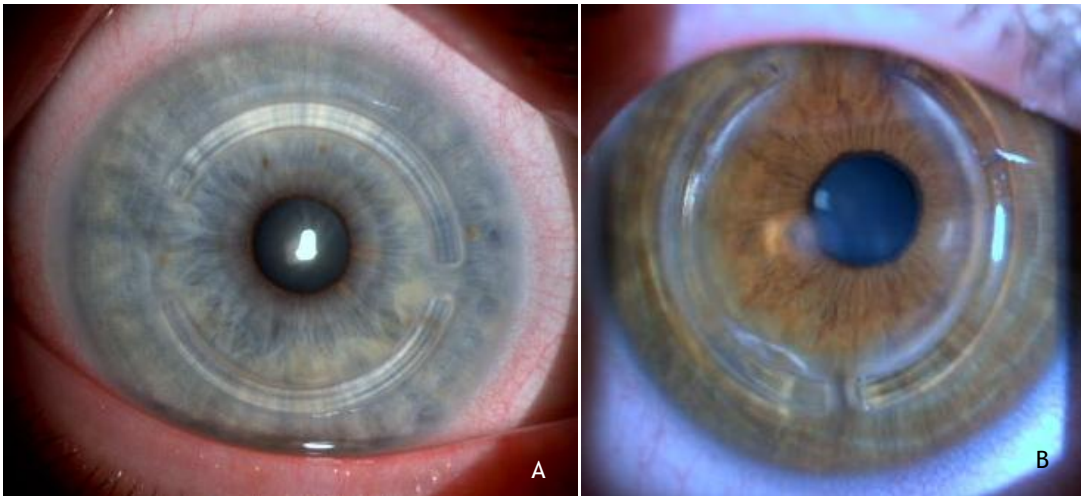


Figura 5: A- 2 anéis INTAC horizontais; B- 2 anéis INTAC verticais

Nos estádios mais avançados de ceratocone, os INTACs já não são suficientes e um transplante de córnea torna-se inevitável. Os INTACs colocados em estádios avançados podem já não serem capazes de corrigir o ceratocone se a doença continuar a progredir. (46)

Outro tipo de anel corneano é o anel Ferrara, que tem algumas diferenças estruturais e técnicas cirúrgicas dos INTACs mas têm a mesma função e o mesmo objectivo na correcção do ceratocone.

De notar que, por vezes, recorre-se aos dois tipos de anéis para tratamento, situação bastante rara que se verifica em pacientes que são operados duas vezes para correcção do ceratocone (Figura 6).

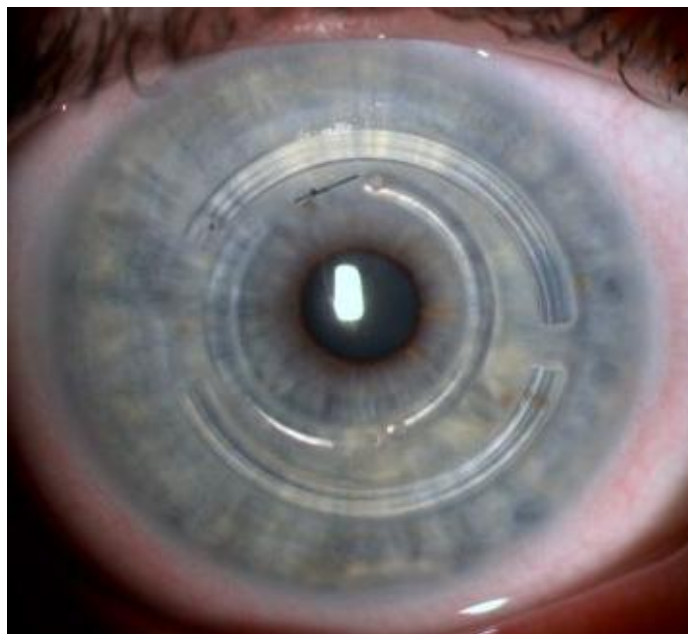


Figura 6: Olho com anéis INTAC e Ferrara

#### 5.3.2.2.CROSS-LINKING

O cross-linking do colagénio com riboflavina e UVA (Corneal Collagen Crosslinking with Riboflavin - CXL) é uma nova técnica de fortalecimento do tecido da córnea, que combina o uso da riboflavina e irradiação UVA. (47)

CXL aumenta as ligações cruzadas de colagénio, que são as naturais "âncoras" no interior da córnea. Estas âncoras são responsáveis pela prevenção da córnea ao abaulamento e de se tornarem íngremes e irregulares.

Durante o CXL, riboflavina, em gotas, satura a córnea, que é activada pela luz ultravioleta. Este processo tem demonstrado, em laboratório e ensaios clínicos, que aumenta a quantidade de ligações cruzadas de colagénio da córnea fortalecendo-a.

A intervenção primária, como CXL deve ser considerada como potencial ampliador da estabilidade biomecânica do tecido da córnea e, assim, adiar a necessidade de ceratoplastia penetrante ou lamelar. (47)

O CXL não é cura para o ceratocone e óculos ou lentes de contacto ainda serão necessários após o tratamento, mas espera-se que possa limitar a deterioração da visão. Este procedimento, desenvolvido na Universidade Técnica de Dresden, na Alemanha tem-se mostrado lento a travar a progressão do ceratocone em estudos publicados na Europa. (48)

#### 5.3.2.3.TRANSPLANTE DE CÓRNEA

Transplante de córnea, também chamado de ceratoplastia penetrante, é uma opção de tratamento padrão para pacientes com ceratocones graves ou aqueles com cicatrizes no centro da córnea. Os resultados dos transplantes de córnea são bons em pacientes com ceratocone, com uma taxa de sucesso de mais de 95% (49-51) que cresce e devido aos avanços em instrumentos como lasers de fentosseundo. No entanto, o resultado deste tratamento não está a par com outros tratamentos bem desenvolvidos (por exemplo, LASIK). As complicações podem incluir a rejeição do enxerto, danos intra-ocular (íris, cristalino), astigmatismo pós-operatório e recidiva do ceratocone. (52,53) No entanto, essas complicações têm sido significativamente reduzidas nos últimos anos devido às melhorias nas técnicas. Após o transplante, os pacientes podem ainda precisar de usar lentes de contacto por causa da miopia ou astigmatismo residual. (54)

### 5.3.3. Técnica cirúrgica

Como em qualquer cirurgia, é necessário realizar alguns exames complementares de diagnóstico pré e pós-operatórios. Muito importante, na correção do ceratocone, é a ceratometria computadorizada que fornece a medida da curvatura da córnea central em dioptrias ou em milímetros, indispensável para avaliar a curvatura da córnea. É um exame que determina a curvatura da córnea na sua região central tendo como bases dois eixos ortogonais entre si em 90°. Identifica ainda, o eixo e o grau do astigmatismo (Anexo II).

Quanto à técnica cirúrgica dos INTACs, depois da realização dos exames complementares de diagnóstico que estão inerentes e da realização do plano terapêutico (Anexo III), este processo envolve a colocação do anel logo abaixo da superfície do olho, na periferia da córnea. O procedimento leva aproximadamente 15 a 20 minutos. Gotas anestésicas tópico são usadas para anestésiar o olho, e um blefarostato é usado para manter o olho aberto durante todo o procedimento para evitar o piscar. Existem três passos básicos para o procedimento:

Etapa 1: Uma incisão, única e pequena, é feita na superfície da córnea. Em vez de usar o corte mecânico, alguns cirurgiões podem usar um laser para fazer a incisão.

Passo 2: Um guia de centragem é colocada sobre a superfície do olho por alguns minutos para ajudar a estabilizar o olho e garantir o alinhamento correcto da inserção INTAC. Durante este tempo, as camadas da córnea são separadas gentilmente numa estreita faixa circular na borda externa onde o INTAC será colocado.

Passo 3: As próteses INTACs são colocadas. Uma vez que essa inserção é concluída, a pequena abertura na córnea é fechada com uma sutura.

Mesmo após o sucesso do procedimento, óculos ou lentes de contacto podem ser necessários.

Como em qualquer procedimento cirúrgico, existem alguns riscos, incluindo a infecção. Alguns pacientes apresentam sintomas visuais, incluindo a dificuldade com visão nocturna, ofuscamento, halos, visão turva e flutuante. (55)

Relativamente à técnica cirúrgica dos anéis Ferrara (Figura 7), depois da realização dos exames complementares como a ceratografia e da realização do plano terapêutico (Anexo IV), esta consiste em: Anestésiar topicamente o olho; colocar um blefarostato para impedir o piscar de olhos; marcar o eixo visual usando o “Gancho de Sinsky” e marcar no reflexo da luz no microscópio; usar o marcador de zona óptica e de eixo, centralizando no eixo visual, para imprimir na córnea os círculos que delimitam a zona de implantação dos segmentos; paquimetria pré ou pós operatória; calibrar a profundidade da incisão; realizar a incisão regulando a lâmina para 80% da espessura corneana mais fina; realizar pré-delaminação para encontrar o plano correcto; realizar “incisão em bolso” com o “Soares Spreader”; colocar guia para abrir a incisão em bolsa; com a espátula Ferrara abrir o túnel intra-estromal; inserir o

anel até que fique distante da incisão e por fim avaliação da colocação na lâmpada de Fenda.  
(56) Esta técnica oferece o benefício de ser reversível e potencialmente substituível, uma vez que não envolve a remoção de tecido ocular. (24)

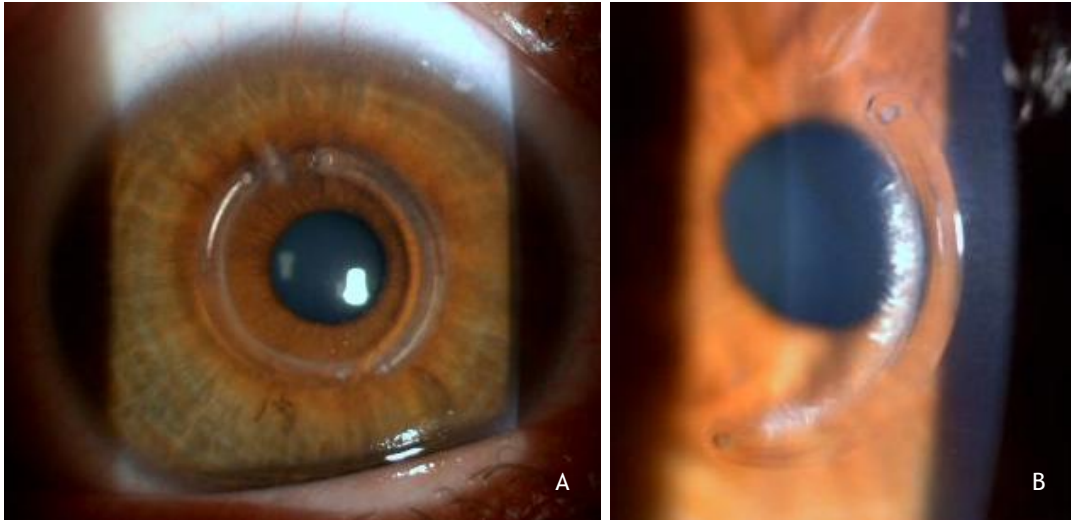


Figura 7: A- 2 anéis Ferrara verticais; B- 1 anel Ferrara vertical com depósitos de lipoproteínas

## 6.RESULTADOS

### 6.1.CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA

Este estudo avaliou 62 olhos (32 direitos, 30 esquerdos) (Figura 8) de 36 pacientes (22 homens, 14 mulheres) com uma média de idades de 31,42 anos  $\pm$ 11,71(DP) (variação 18-75 anos). Quanto ao tipo de tratamento cirúrgico, em 32 casos (51,6%) recorreu-se a anéis P.Ferrara, e em 30 casos (48,4%) a INTACs.

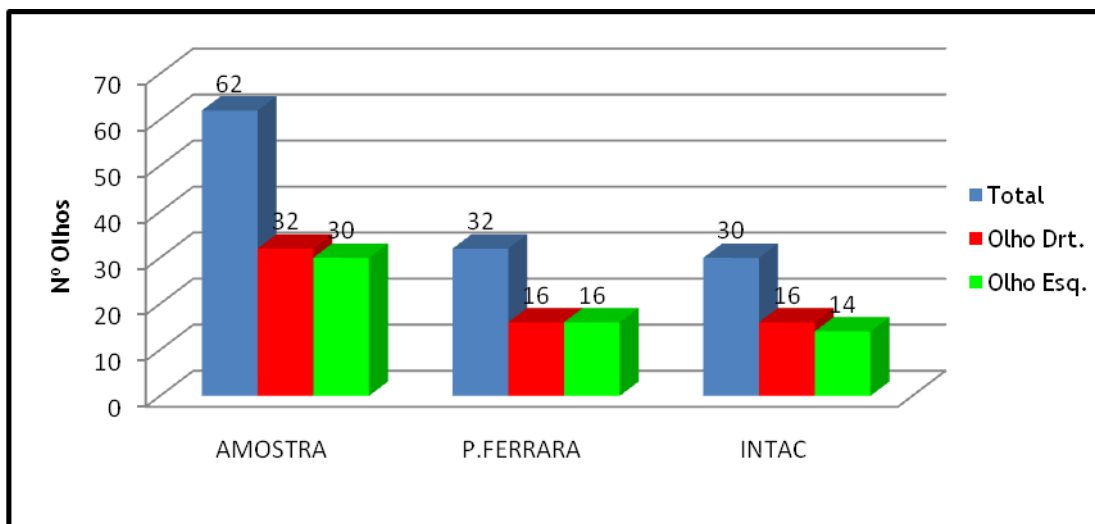


Figura 8: Caracterização da amostra

### 6.2.CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONSOANTE O TIPO DE ANEL

#### 6.2.1. Características demográficas

Para realizar este estudo dividiu-se a amostra (olhos) em dois grupos consoante o tratamento cirúrgico escolhido (anéis Ferrara; INTAC). O grupo P.Ferrara é constituído por 18 pacientes (11 homens, 7 mulheres) com uma média de idades de 30,83 anos  $\pm$  8,47 (DP) (variação 19-51) (Figura 9). O grupo INTAC é composto por 18 pacientes (11 homens, 7 mulheres) com uma média de idades de 32 anos  $\pm$  14,48 (DP) (variação 18-75) (Tabela 1). Sendo a média de idades superior no grupo INTAC mas sem significância ( $P=0,770$ ; teste t-Student), e o sexo entre os grupos serem equivalentes ( $P=1,000$ ; teste Qui-quadrado), podemos comparar estes dois grupos sem qualquer enviesamento de resultados.

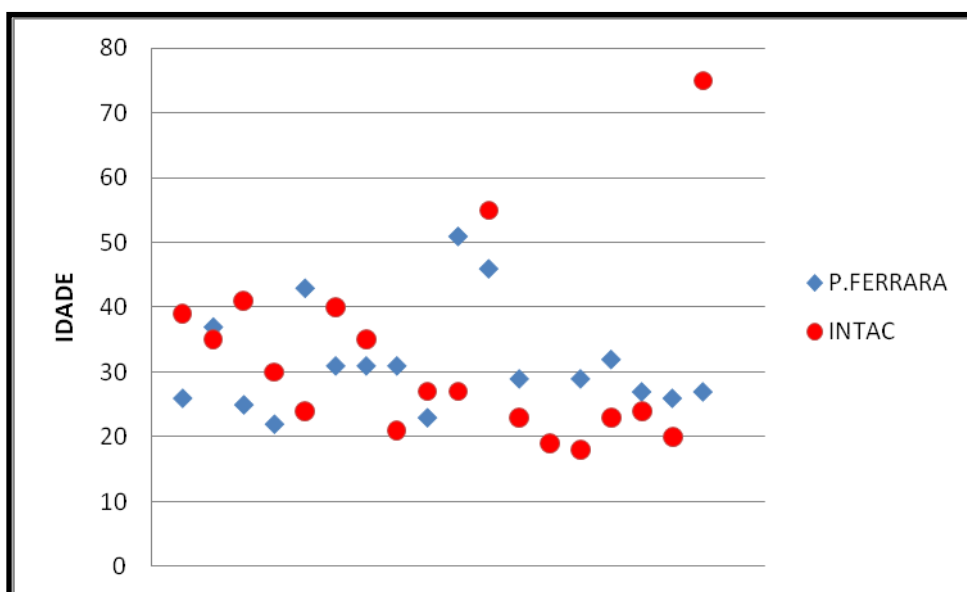


Figura 9: Distribuição etária por anel

Tabela 1: Correlação entre o tipo de anel e sexo

|                |                        | SEXO     |           | Total  |
|----------------|------------------------|----------|-----------|--------|
|                |                        | Feminino | Masculino |        |
| ANEL           | Quantidade             | 7        | 11        | 18     |
|                | <u>INTAC</u><br>% ANEL | 38,9%    | 61,1%     | 100,0% |
|                | % SEXO                 | 50,0%    | 50,0%     | 50,0%  |
|                | % Total                | 19,4%    | 30,6%     | 50,0%  |
| <u>FERRARA</u> | Quantidade             | 7        | 11        | 18     |
|                | % ANEL                 | 38,9%    | 61,1%     | 100,0% |
|                | % SEXO                 | 50,0%    | 50,0%     | 50,0%  |
|                | % Total                | 19,4%    | 30,6%     | 50,0%  |
| Total          | Quantidade             | 14       | 22        | 36     |
|                | % ANEL                 | 38,9%    | 61,1%     | 100,0% |
|                | % SEXO                 | 100,0%   | 100,0%    | 100,0% |
|                | % Total                | 38,9%    | 61,1%     | 100,0% |

Dois anéis corneanos foram implantados em 25 olhos (40,3%) e 1 anel corneano implantado em 37 olhos (59,7%). Não ocorreram complicações intra-operatórias.

### 6.2.2. Características clínicas

Analisando todos os olhos da amostra, relativamente à acuidade visual pré-operatória com correcção verificou-se que as diferenças existentes, entre o grupo INTAC (mdn: 3/10; min-max: 1/10 - 5/10) e o grupo Ferrara (mdn: 3/10; min-max: 1/10 - 5/10), não são estatisticamente significativas ( $P=0,213$ ; teste Mann-Wiitney), e, sendo assim, há validade para comparar os dois grupos de anéis sem enviesamento de resultados. Quanto à acuidade visual pós-operatória com correcção pode-se afirmar que não se encontraram diferenças significativas ( $P=0,461$ ; teste Mann-Wiitney) entre os dois grupos, sendo que o grupo INTAC apresenta mdn: 9/10; min-max: 5/10 - 10/10 e o grupo Ferrara mdn: 9/10; min-max: 3/10 - 10/10 (Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização segundo a acuidade visual pré-op c/ c. e acuidade visual pós-op c/ c. dos olhos analisados pelo tipo de anel escolhido para terapêutica.

|   | Tipo de anel    |         |                          |         |                        |         | P          |
|---|-----------------|---------|--------------------------|---------|------------------------|---------|------------|
|   | Total<br>(n=62) |         | Ferrara<br>(n=32; 51,6%) |         | INTAC<br>(n=30; 48,4%) |         |            |
| Acuidade visual pré-op c/ c., mdn (min-max) | 3/10            | (1- 5)  | 3/10                     | (1- 5)  | 3/10                   | (1- 5)  | 0,213<br>§ |
| Acuidade visual pós-op c/ c., mdn (min-max) | 9/10            | (3- 10) | 9/10                     | (3- 10) | 9/10                   | (5- 10) | 0,461<br>§ |

mdn-mediana; min-mínimo; max-máximo; § - Teste de Mann- Whitney.

Na presença de outros resultados, verifica-se que houve uma melhoria da acuidade visual com correcção em média de  $5,87/10 \pm 1,67$  (DP) (variação 2/10-9/10). Apesar de a melhoria da a. v. c/ c. média no grupo INTAC (6,03/10) ser superior à do grupo Ferrara (5,72/10), esta diferença não é estatisticamente significativa ( $P=0,464$ ; t-Student) (Tabela 3).

Tabela 3: Caracterização segundo a melhoria da acuidade visual dos olhos analisados pelo tipo de anel utilizado no tratamento cirúrgico.

|   | Tipo de anel    |        |                          |        |                        |        | P          |
|---|-----------------|--------|--------------------------|--------|------------------------|--------|------------|
|   | Total<br>(n=62) |        | Ferrara<br>(n=32; 51,6%) |        | INTAC<br>(n=30; 48,4%) |        |            |
| Melhoria da acuidade visual c/ c., média (dp) | 5,87/10         | (1,67) | 5,72/10                  | (1,69) | 6,03/10                | (1,67) | 0,464<br>‡ |

dp-desvio padrão; ‡ - Teste t-Student.

Relativamente à melhoria da acuidade visual com correcção, podemos ainda inferir que no grupo Ferrara em 28,1% dos casos houve melhoria de 5/10 de visão; houve melhoria de 6/10 de visão em 18,75% dos casos; em 18,75% dos casos verificou-se melhoria de 7/10 de visão; em 3,13% dos casos houve melhoria de 2/10 de visão e houve melhoria de 9/10 de visão em 3,13% dos casos.

No grupo INTAC em 25% dos casos houve melhoria de 5/10 de visão; em 21,9% houve melhoria de 6/10 de visão; houve melhoria de 8/10 de visão também em 21,9% dos casos; em 3,3% houve melhoria de 2/10 de visão; verificou-se melhoria de 3/10 de visão em 3,3% dos casos e 9/10 de visão também em 3,3% dos casos. (Figura 10).

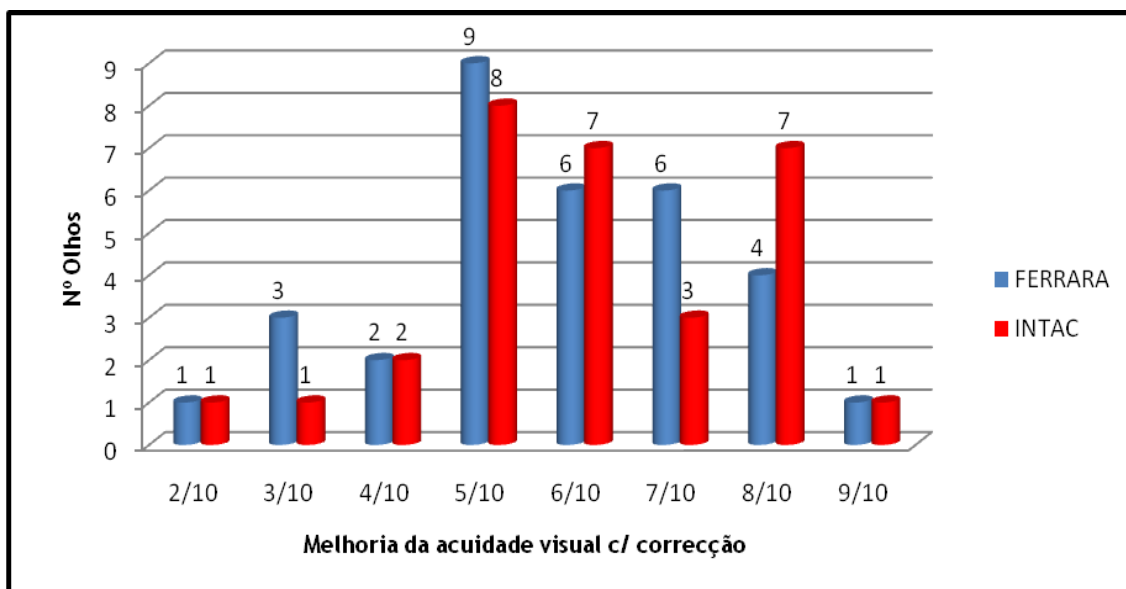


Figura 10: Melhoria da acuidade visual c/ correcção da amostra

## 6.3. CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DA AMOSTRA

### 6.3.1. Características clínicas

Relativamente à melhoria da acuidade visual com correcção na amostra (n=62 olhos) podemos inferir que a mediana no pré-operatório é de 3/10 (min-max: 1/10 - 5/10) e no pós-operatório é de 9/10 (min-max: 3/10 - 10/10). De notar que houve melhoria da acuidade visual com correcção, estatisticamente significativa (p=0,000; teste Wilcoxon), em todos os olhos estudados após intervenção cirúrgica (Figura 11).

Ainda de referir que a melhoria máxima da acuidade visual com correcção, em toda a amostra, foi de 9/10 e a mínima de 2/10.

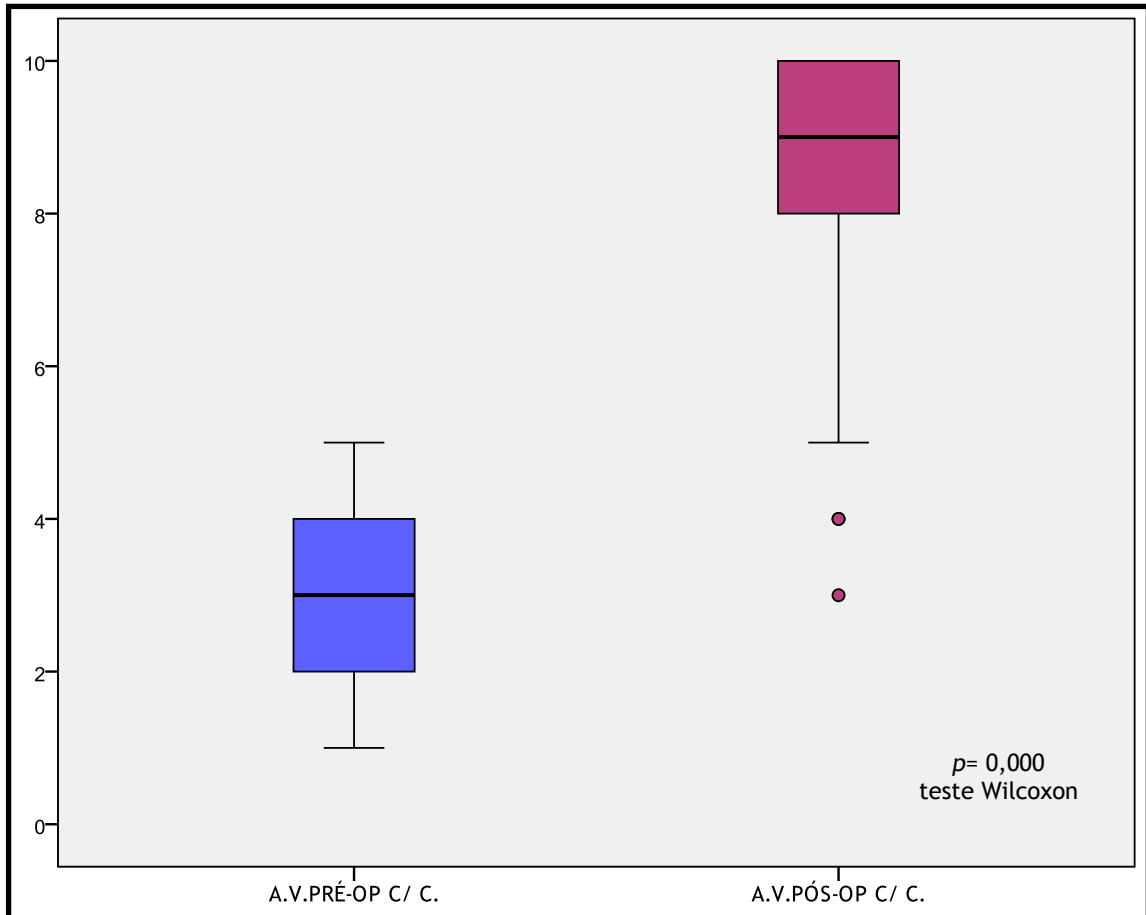


Figura 11: Acuidade visual pré-op c/c. e acuidade visual pós-op c/ c.

● - Outlier moderado: são valores superiores a  $(Q3 + 1,5 \text{ AIQ})$  ou inferiores a  $(Q1 - 1,5 \text{ AIQ})$ , onde  $Q1$  é o primeiro quartil e  $\text{AIQ}$  é a amplitude inter-quartis.



## 7. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O ceratocone é uma doença não-inflamatória com um processo de adelgaçamento progressivo da córnea. É uma doença relativamente comum, de etiologia desconhecida que pode envolver cada uma das camadas da córnea e, muitas vezes leva à alta miopia e astigmatismo. O tratamento tradicional e conservador do ceratocone começa com correcção com óculos e lentes de contacto. Vários tratamentos, novos e mais invasivos, estão disponíveis actualmente, especialmente para pacientes com intolerância às lentes de contacto. ICRS podem ser usados para remodelar a córnea anormal, para melhorar as anomalias topográficas e a acuidade visual. (57)

Os segmentos intra-estromais de anéis corneanos (ICRS) (por ex. INTAC e anéis Ferrara) foram inicialmente desenvolvidos como uma alternativa à correcção da miopia através do aplanamento da córnea central. (58-62) Contudo, este tratamento foi ofuscado pela rápida ascensão da popularidade do laser in situ. Portanto, a tecnologia ICRS foi redireccionada terapêutica na correcção de erros refractivos e das irregularidades nas doenças ectásicas. (63)

Assim sendo, este estudo, patenteia-se com elevado interesse para a sociedade médica, já que pretende verificar possíveis diferenças no tratamento médico/cirúrgico, nomeadamente diferenças entre INTACs e anéis Ferrara, obtendo assim mais informação nesta área, informação esta que poderá ser comparada e relacionada com a já existente que, posteriormente, poderá servir de apoio a futuros estudos neste âmbito.

De notar, que não foi possível calcular o poder da amostra e, como tal, estes resultados podem não ter valor para serem extrapolados para a população portuguesa, europeia ou mundial. Outro factor que pode enviesar resultados é o facto de este estudo ter sido realizado numa instituição privada, que pelos motivos inerentes pode ter influência na constituição da amostra.

Neste estudo foram recolhidos dados de 62 olhos (32 OD, 30 OE), na sua maioria de homens (61%), com uma média de idades dos pacientes de 31,42 anos  $\pm$ 11,71(DP). Em estudos realizados anteriormente, em que se analisaram separadamente o impacto dos INTAC e dos anéis Ferrara, houve variações médias de idade entre 28 e 35 anos. (64-67) Assim sendo, este estudo fica no intervalo de médias de idades dos diversos estudos de revisão. Este enviesamento para o sexo masculino não tem qualquer influência nos resultados do estudo visto estar provado, em diversos estudos científicos, (28-36,64) que o género não tem qualquer influência no diagnóstico ou tratamento do ceratocone. No entanto, há que ter em conta que não se sabe se este estudo tem uma amostra significativa que permita generalizar estes resultados. De referir ainda que, relativamente aos dois grupos de doentes, a

informação foi obtida pela consulta do processo clínico, verificando-se por vezes a ausência de registos e a existência de registos incompletos ou não actualizados podendo condicionar os dados obtidos.

Dois anéis corneanos foram implantados em 25 olhos (40,3%) e 1 anel corneano implantado em 37 olhos (59,7%). Não ocorreram complicações intra-operatórias como se verificou em dissemelhantes estudos, (68,69) mas sabe-se que estas ocorrem durante diversos estudos (70,71) e podem consistir em: defeitos epiteliais, perfurações anterior e posterior durante a criação do túnel, extensão da incisão em direcção ao eixo visual, colocação irregular ou superficial do implante, queratite infecciosa, a descentração, adelgaçamento estromal, exposição do segmento, entre outras.

Durante o estudo a amostra foi dividida em dois grupos consoante o tipo de anel que foi optado para a cirurgia, tendo estes grupos o mesmo número de pacientes mas diferentes números de olhos avaliados. Apesar de o grupo do anel Ferrara ser ligeiramente maior (51,6% dos olhos analisados) e ter uma média de idades inferior (30,83 anos  $\pm$  8,47 DP) ao do grupo INTAC, que pode ser explicado pela amostra ligeiramente inferior e um dos pacientes ter 75 anos diferindo substancialmente da média e inflacionando-a; estas diferenças não foram estatisticamente significativas, tanto para o sexo ( $P=1,000$ ; teste Qui-quadrado) como para a idade ( $P=0,770$ ; teste t-Student), possibilitando assim, uma comparação dos resultados fidedigna entre os dois grupos.

Em ambos os grupos, analisando todos os olhos, foi avaliado a a. v. c/ c. pré e pós operatória. Relativamente à acuidade visual pré-operatória com correcção verificou-se que as diferenças existentes entre o grupo INTAC (mdn: 3/10; min-max: 1/10 - 5/10) e o grupo Ferrara (mdn: 3/10; min-max: 1/10 - 5/10) não são estatisticamente significativas ( $P=0,213$ ; teste Mann-Wihtney) o que permite comparar os dois grupos com maior veracidade e sentido critico visto a diferença, entre os grupos da a. v. c. c/ pré-op, não influenciar possíveis diferenças nos resultados da a. v. c/ c pós-op dos dois grupos. Esta discrepância de valores pode ser explicado por diversas razões como diferentes tipos de ceratocone e fraca previsibilidade das manifestações das refrações, refrações estas que não foram mensuradas tornando-se assim mais uma limitação a este estudo.

Quanto à acuidade visual pós-operatória com correcção, neste estudo não se verificou qualquer diferença significativa entre os dois grupos ( $P=0,461$ ; teste Mann-Wihtney), apesar de o grupo INTAC apresentar mdn: 9/10, min-max: 5/10 - 10/10 e o grupo Ferrara mdn: 9/10, min-max: 3/10 - 10/10, o que denota que ambos os tratamentos cirúrgicos são bastante eficazes e têm excelentes resultados na correcção do ceratocone e subsequentemente melhoria da acuidade visual com correcção, dados corroborados por diversos artigos. (69, 72-76) Assim, pode-se conjecturar que, após a correcção cirúrgica/médica do ceratocone, a grande maioria dos pacientes ficou com uma acuidade visual com correcção por volta dos 9/10 de visão, que significa uma grande melhoria da mesma resultando em grandes benefícios para os pacientes intervencionados.

De notar ainda que, houve uma melhoria da acuidade visual com correcção em média de 5,87/10  $\pm$ 1,67 (DP). Apesar de a melhoria da a. v. c/ c. média no grupo INTAC (6,03/10) ser superior à do grupo Ferrara (5,72/10), esta diferença não é estatisticamente significativa ( $P=0,464$ ; t-Student), negando assim, a hipótese colocada neste estudo (**Hipótese:** Será que o tipo tratamento cirúrgico (anéis INTAC ou Ferrara) tem resultados significativamente diferentes no que diz respeito à melhoria da acuidade visual?).

Verifica-se uma variabilidade nos valores desta melhoria, em referências indicadas ao longo deste estudo, por várias razões, por exemplo, diferentes variáveis incluídas nos estudos, tamanho das amostras diversificadas, valores de a. v. c/ c. pré-op díspares, entre outras. Então, é necessário ter em conta a limitação destes resultados.

Com um olhar crítico sobre os resultados, verifica-se que 27,4% (INTAC: 25%; Ferrara: 28,1%) dos pacientes melhoraram a sua acuidade visual em 5/10 de visão e em 21% (INTAC: 21,9%; Ferrara: 18,75%) dos casos melhoraram 6/10 de visão enquanto que apenas 3,2% (INTAC: 3,30%; Ferrara: 3,13%) dos pacientes melhoraram 2/10 ou 9/10 de visão. Vários estudos, referenciados ao longo desta análise, apresentam diversas amplitudes de valores quanto à melhoria da acuidade visual com correcção, tal como se verifica neste estudo, o que demonstra que esta melhoria não se trata de um valor isolado, mas sim de um conjunto multifactorial. Uns dos factores que poderão influenciar e servir de factor de confundimento de resultados é o astigmatismo, a miopia, refracções e diferentes severidades de ceratocone. De notar, que dois dos pacientes estudados apenas melhoraram 2/10 de visão depois da intervenção cirúrgica, mas é necessário ter em conta que estes pacientes apresentavam cerca de 1/10 e 5/10 de visão pré-op e após a cirurgia ficaram com 3/10 e 5/10 de visão respectivamente. Este caso é explicado pelas elevadas dioptrias que afectavam a sua visão (cerca de 12D). Um dos factores limitantes à análise destes valores é o facto de depender da a.v.c/c. pré-op.

Vários estudos (63,69,77-92) confirmaram a eficácia e segurança dos ICRS na redução dos erros esferocilíndricos e na curvatura da córnea no ceratocone, a curto e longo prazo, melhorando assim a acuidade visual.

Relativamente a melhoria da a. v. c/ c., neste estudo, verificou-se que em 100% dos olhos houve melhoria, estatisticamente significativa, da mesma após intervenção cirúrgica independentemente de qual dos anéis foi utilizado ( $p=0,000$ ; teste Wilcoxon) vivificando os artigos acima citados e outros diversificados estudos realizados neste âmbito. (46,66,69,70,73,75,94,95)

A grande hipótese deste estudo consistia na possibilidade de os INTACs e os anéis Ferrara apresentarem resultados significativamente diferentes no que toca à melhoria da acuidade visual com correcção após correcção cirúrgica/médica.

Que seja do meu conhecimento, só foi realizado um estudo que compara efectivamente os resultados cirúrgicos entre os anéis analisados neste estudo, INTAC e Ferrara, no entanto, analisa outras variáveis e centraliza-se mais nas diferenças entre as duas

técnicas cirúrgicas na realização do túnel corneano. (76) Assim sendo, não tendo uma referência bibliográfica do meu conhecimento que me permita comparar os resultados objectivamente e tendo em conta todas as limitações a que este estudo está sujeito, pode-se asseverar, perante estes resultados, que no tratamento do ceratocone, a opção pelos anéis INTAC ou pelos anéis Ferrara não diferem significativamente nos seus resultados, ou seja, têm resultados idênticos.

A melhoria da acuidade visual c/ c. nos doentes que foram submetidos à cirurgia com anéis INTACs e anéis Ferrara são reflexo de um diagnóstico, tratamento e acompanhamento dos doentes com ceratocone. Contudo, devido à variabilidade interpessoal na resposta ao tratamento, há uma ampla gama de alternativas cirúrgicas com resultados comprovados no ceratocone, devendo para cada caso ser estudado a melhor alternativa terapêutica, assim como estar atento a possíveis complicações do mesmo.

Os resultados deste estudo podem necessitar de confirmação com amostras mais representativas. O curto período de tempo durante o qual o estudo foi realizado não permitiu incluir doentes provenientes de outras instituições de saúde.

Apesar da hipótese ter sido negada com significância estatística, é desejável um aumento das variáveis de forma a precisar melhor a acuidade visual e tudo a que ela está inerente.

Do ponto de vista metodológico, o estudo consiste num estudo coorte (retrospectivo) do tipo observacional e por isso com a desvantagem de limitar o investigador a observar e medir as variáveis definidas no estudo sem qualquer tipo de experimentação.

Relativamente à adopção de um valor pontual da acuidade visual com correcção, este pode não representar o correcto valor da mesma visto estar sujeitos a erros dos profissionais de saúde que a efectuam bem como as capacidades e limitações dos próprios doentes.

Como já foi referido previamente, não foram obtidos dados de algumas variáveis com eventual efeito de confundimento nos resultados do estudo, entre as quais as complicações, as refrações, a utilização de um ou dois anéis em cada olho, resultados da ceratometria e ceratografia pré e pós cirúrgica, a presença de história familiar de ceratocone, o nível de escolaridade do doente e o estatuto socioeconómico.

Embora existam algumas limitações e possíveis melhoramentos com complementarização deste estudo, do meu conhecimento, este é o primeiro estudo em Portugal avaliando esta hipótese colocada. Então, este estudo desperta um interesse em aprofundar mais esta investigação de forma a ter-mos resultados mais fidedignos e de possível extrapolação à população mundial.

## 7. CONCLUSÃO / PRESPECTIVAS FUTURAS

Relativamente ao estudo em questão, apesar de todas as limitações inerentes, conclui-se que não existem diferenças, estatisticamente significativas, no resultado do tratamento cirúrgico com anéis Ferrara ou INTACs.

Conclui-se ainda que o tratamento com ICRS tem excelentes resultados na melhoria da acuidade visual com e sem correcção óptica. Houve melhoria da visão em 100% dos casos estudados.

A classificação do ceratocone pode ser feita tendo em conta a forma do cone e a severidade da curvatura e ainda por escalas como a de Amsler-Krumeich.

Conclui-se ainda que o tratamento com ICRS tem excelentes resultados na melhoria da acuidade visual com e sem correcção óptica. Houve melhoria da visão em 100% dos casos estudados.

A classificação do ceratocone pode ser feita tendo em conta a forma do cone e a severidade da curvatura e ainda por escalas como a de Amsler-Krumeich.

Quanto às perspectivas futuras, seria bastante interessante aumentar a amostra deste estudo e complementá-lo com novas variáveis que permitissem ampliar conclusões.

Seria uma mais valia para este estudo a inclusão de variáveis tais como: astigmatismo e miopia pré e pós cirúrgico; acuidade visual pré e pós-operatória sem correcção; ceratometrias e aberrações corneanas pré e pós-operatórias; classificação segundo a escala Amsler-Krumeich; entre outras incluindo a opinião do doente. Qualquer uma destas variáveis trariam a este estudo um maior grau de fiabilidade dos seus resultados.

Com a inclusão destas variáveis poder-se-ia: realizar análises vectoriais dos valores de astigmatismo e miopia pré e pós cirúrgicas de forma a eliminar conclusões erradas ou incompletas; comparar também a acuidade visual pré e pós-operatória sem correcção; comparar resultados das ceratometrias e das aberrações corneanas pré e pós-operatórias; comparar todos os resultados do estudo segundo o grau em que foi classificado o ceratocone e retirar dessa classificação possíveis conclusões interessantes; determinar como a configuração estrutural ectásica da córnea é modificada/alterada pelos ICRS; entre outras, que no estudo subsequente poderiam surgir.



## 8. REFERÊNCIAS

- (1) Wilhelmus KR, Huang AJW, Hwang DH, Parrish CM, Stuphin JE. External disease and cornea. Basic and clinical science course. Section 8. San Francisco: American Academy of Ophthalmology. 2000-2001. Pt 7, cap. 16, p.305-8.
- (2) Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293-322.
- (3) Tan B, Baker K, Chen YL, Lewis JW, Shi L, Swartz T, Wang M. How keratoconus influences optical performance of the eye. *Journal of Vision* 2008 Feb 28;8(2):13.1-10.
- (4) Kymes S. M., Walline J. J., Zadnik K., Gordon M. O. Quality of life in keratoconus. *American Journal of Ophthalmology* 2004 138, 527-535.
- (5) Cvekl A, Piatigorsky J. Lens development and crystalline gene expression: many roles for Pax-6. *BioEssays* 1996; 18: 621-630.
- (6) Toole BP, Trelstad RL. Hyaluronate production and removal during corneal development in the chick. *Dev Biol* 1971; 26: 28-35.
- (7) Young B, Heath JW. *Weathers: Functional Histology*. Fourth edition. Sidney: Churchill Livingstone;2000.
- (8) Hay ED. Development of the vertebrate cornea. *Int Rev Cytol* 1980; 63: 263-322.
- (9) Coulombre AJ, Coulombre JL. The role of intraocular pressure in the development of the chick eye. III. Ciliary body. *Am J Ophthalmol* 1957; 44: 85-92.
- (10) Coulombre JL, Coulombre AJ. Lens development: fiber elongation and lens orientation. *Science* 1963; 142: 1489-1490.
- (11) St. Luke's Cataract & Laser Institute [online]. 2010 [accessed Mar 2011]; Available at URL:<http://www.stlukeseye.com/anatomy/cornea.html>

- (12)Harding CV, et al. A comparative study of corneal epithelial cell surfaces utilizing the scanning electron microscope. *Invest Ophthalmol* 1974; 13: 906.
- (13)Hoffman F. The surface of epithelial cells of the cornea under the scanning electron microscope. *Ophthalmol Res* 1972; 3: 207.
- (14)Junqueira LC, Carneiro J. *Histologia básica*. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999 p. 392-397.
- (15)Pfister RR. The normal surface of corneal epithelium scanning electron microscopic study. *Invest Ophthalmol* 1973; 12: 654.
- (16)Gipson IL, Anderson RA. Actin filaments in normal and migrating corneal epithelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1977; 16: 161.
- (17)Ross MH, Romrell LJ, Kaye GI. *Histology: a text and atlas*. 3<sup>rd</sup> ed. USA: Wolters Kluwer company; 1995 p. 744-748.
- (18)Newsome DA, et al. Detection of specific collagen types in normal and keratoconus corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981; 20: 738.
- (19)Waring GO, Bourne BM, Edelhauser HF, et al. The corneal endothelium: normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology* 1982; 89: 531-590.
- (20)Kreutziger GO. Lateral membrane morphology and gap junction structure in rabbit corneal endothelium. *Exp Eye Res* 1986; 23:285.
- (21)Green K. Physiology and biophysics of the cornea transport permeability and hydration characteristics. *Cryobiology* 1986; 23/6: 565.
- (22)Maurice DM. The structure and transparency of the cornea. *J Physiol* 1957; 136:263-286.
- (23)McMenamin PG, Steele C, McGhee CNJ. Cornea: anatomy, physiology and healing. En: McGhee CNJ (ed.). *Excimer lasers in Ophthalmology*. London: Martin Dunitz, 1997; 41-63.
- (24)Wikipédia [online]. 2011 Apr 22 [accessed May 2011]; Available at URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ceratocone>.

- (25)Derrington A. El proceso visual. En: Artigas JM, Capilla P, Felipe A, Pujol J (eds.). *Optica fisiológica Psicofísica de la visión*. Madrid: Interamericana McGraw-Hill, 1995; 1-39
- (26)Wilhelmus KR, Huang AJW, Hwang DH, Parrish CM, Stuphin JE. External disease and cornea. Basic and clinical science course. Section 8. San Francisco: American Academy of Ophthalmology. 2000-2001. Pt 7, cap. 16, p.305-8.
- (27)Tudo sobre ceratocone [online]. Mar 2011 [accessed May 2011]; available at URL:<http://blig.ig.com.br/ceratocone/2011/03/31/o-que-e-ceratocone/>
- (28)Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293-322.
- (29)Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297-319.
- (30)McMonnies CW. Abnormal rubbing and keratectasia. *Eye Cont Lens* 2007;33:265-71.
- (31)Bawazeer AM, Hodge WG, Lorimer B. Atopy and keratoconus: A multivariate analysis. *Br J Ophthalmol* 2000;84:834-6.
- (32)Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, Everett DF, Jameson M, McMahon TT, et al. Baseline findings in the collaborative longitudinal evaluation of keratoconus (CLEK) study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2537-46.
- (33)Weed KH, MacEwen CJ, Giles T, Low J, McGhee CN. The Dundee University Scottish Keratoconus study: Demographics, corneal signs, associated diseases, and eye rubbing. *Eye* 2008;22:534-41.
- (34)Macasai MS, Varley GA, Krachmer JH. Development of keratoconus after contact lens wear: Patient characteristics. *Arch Ophthalmol* 1990;108:534-8.
- (35)Edwards M, McGhee CN, Dean S. The genetics of keratoconus. *Clin Exp Ophthalmol* 2001;29:345-51.
- (36)Wang Y, Rabinowitz YS, Rotter JI, Yang H. Genetic epidemiological study of keratoconus: Evidence for major gene determination. *Am J Med Genet* 2000;93:403-9.
- (37)Rabinowitz YS, Garbus J, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in family members of patients with keratoconus. *Arch Ophthalmol* 1990;108:365-71.

- (38)Queiroz Neto L. Ceratocone [online]. 2003 Jun [accessed May 2011]; Available at URL: <http://www.drqueirozneto.com.br/artigos.asp>
- (39)Iso olhos [online]. 2011 [accessed May 2011]; available at URL:<http://www.isoolhos.com.br/ceratocone/>
- (40)Randleman JB, Russell B, Ward MA, Thompson KP, Stulting, R.D., 2003. Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 110, 267-275.
- (41)Buxton JN, 1978. Contact lenses in keratoconus. *Contact & Intraocular Lens Medical Journal* 4, 74-85.
- (42)Tsubota K, Mashima Y, Murata H, Yamada M, 1994. A piggyback contact-lens for the correction of irregular astigmatism in keratoconus. *Ophthalmology* 101, 134-139.
- (43)Bergmanson JPG, Chu LWF, 1982. Contact lens-induced corneal epithelial injury. *American Journal of Optometry and Physiological Optics* 59, 500-506.
- (44) Rabinowitz YS, 2006. Intacs for keratoconus. *International Ophthalmology Clinics* 46, 91-103.
- (45)Rabinowitz YS, 2007. Intacs for keratoconus. *Current Opinion in Ophthalmology* 18, 279-283.
- (46)Shetty R, Narayana KM, Mathew K, Anand D, Mhaske P, Shetty BK. *Indian J Ophthalmol.* 2009 Mar-Apr;57(2):115-9
- (47)Spoerl E, Huhle M, Seiler T. Induction of cross-links in corneal tissue. *Exp Eye Res.* 1998;66:97-103.
- (48)National Keratoconus Foundation [online]. 2011? [accessed May 2011]; Available at URL:<http://www.nkcf.org/treatment-options/corneal-crosslinking.html>
- (49)Beckingsale P, Mavrikakis I, Al-Yousuf N, Mavrikakis E, Daya SM. Penetrating keratoplasty: outcomes from a corneal unit compared to national data, *British Journal of Ophthalmology* 90 (2006), pp. 728-731.
- (50)Thompson RW, Price MO, Bowers PJ, Price FW. Long-term graft survival after penetrating keratoplasty, *Ophthalmology* 110 (2003), pp. 1396-1402.

- (51) Tan DTH, Anshu A, Mehta JS. Paradigm shifts in corneal transplantation, *Annals Academy of Medicine Singapore* 38 (2009), pp. 332-339.
- (52) Alldredge OC, Krachmer JH. Clinical types of corneal transplant rejection—their manifestations, frequency, preoperative correlates, and treatment, *Archives of Ophthalmology* 99 (1981), pp. 599-604.
- (53) Vail A, Gore SM, Bradley BA, Easty DL, Rogers CA, Armitage WJ, Conclusions of the corneal transplant follow up study, *British Journal of Ophthalmology* 81 (1997), pp. 631-636.
- (54) Ambekar R, Toussaint KC Jr, Wagoner Johnson A. The effect of keratoconus on the structural, mechanical, and optical properties of the cornea. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2011 Apr;4(3):223-36. Epub 2010 Oct 7.
- (55) Keratoconus Foundation [online]. 2011? [accessed May 2011]; Available at URL:<http://www.nkcf.org/treatment-options/intacs.html>
- (56) Ferrara Ophtalmics [online]. 2011 Feb 5 [accessed May 2011]; Available at URL:<http://www.ferrararing.com.br/ferrararing/htms/index.asp>
- (57) Espandar L, Meyer J. Keratoconus: Overview and update on treatment. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2010;17:15-20.
- (58) Rapuano CJ, Sugar A, Koch DD, Agapitos PJ, Culbertson WW, De Luise VT, et al, editors. Intraströmical corneal ring segments for low myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology (Ophthalmic Technology Assessment), *Ophthalmology* 108 (2001), pp. 1922-1928.
- (59) Asbell PA, Uçakhan ÖÖ. Long-term follow-up of Intacs from a single center, *J Cataract Refract Surg* 27 (2001), pp. 1456-1468.
- (60) Schanzlin DJ, Abbott RL, Asbell PA, Assil KK, Burriss TE, Durrie DS, et al, editors. Two-year outcomes of intraströmical corneal ring segments for the correction of myopia, *Ophthalmology* 108 (2001), pp. 1688-1694.

- (61)Ruckhofer J, Stoiber J, Alzner E, Grabner G. One year results of European multicenter study of intrastromal corneal ring segments. Part 1: refractive outcomes; the Multicenter European Corneal Correction Assessment Study Group, J Cataract Refract Surg 27 (2001), pp. 277-286.
- (62)Nosé W, Neves RA, Burriss TE, Schanzlin DJ, Belfort Jr. R. Intrastromal corneal ring: 12-month sighted myopic eyes, J Refract Surg 12 (1996), pp. 20-28.
- (63)Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings, J Cataract Refract Surg 26 (2000), pp. 1117-1122.
- (64)Boxer-Wachler BS, Christie JP, Chandra NS, et al, editors. Intacs for keratoconus. Ophthalmology. 2003;110:1031-1040
- (65)Siganos CS, Kymionis GD, Kartakis N, et al. Management of keratoconus with Intacs. Am J Ophthalmol. 2003;135:64-70
- (66)Siqueira MAV, Polo J, Gomes MB, Moreira H. Asymmetric intrastromal corneal ring for the treatment of keratoconus. Arq. Bras. Oftalmol. [serial on the Internet]. 2010 Oct [cited 2011 May 26]; 73(5): 454-458. Available from URL:[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000427492010000500013&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000427492010000500013&lng=en).
- (67)Siganos D, Ferrara P, Chatzinikolas K, et al. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. J Cataract Refract Surg. 2002;28:1947-1951.
- (68)Shetty R, Narayana KM, Mathew K, Anand D, Mhaske P, Shetty BK. Indian J Ophthalmol. 2009 Mar-Apr;57(2):110-9
- (69)Piñero DP, Alió JL, Teus MA, Barraquer RI, Ralph M, Jiménez R. Modification and refinement of astigmatism in keratoconic eyes with intrastromal corneal ring segments. Journal of Cataract & Refractive Surgery, Volume 36, Issue 9, September 2010, Pages 1562-1572.
- (70)Kanellopoulos AJ, Pe LH, Perry HD, Donnenfeld Ed. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: Efficacy and complications. Cornea. 2006;25:29-33.
- (71)Ertan A, Colin J. Intracorneal rings for keratoconus and keratectasia. J Cataract Refract Surg. 2007;33:1303-14.

- (72)Siganos D, Ferrara P, Chatzinikolas K, et al. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28:1942-1955.
- (73)Schanzlin DJ. Studies of intrastromal corneal ring segments for the correction of low to moderate refractive errors. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1999;47:815-890.
- (74)Rodríguez LA, Villegas AE, Porrás D, Benavides MA, Molina J. Treatment of six cases of advanced ectasia after LASIK with 6-mm Intacs SK. *J Refract Surg* 2009;2:1-4
- (75)Espandar L, Meyer J. Keratoconus: Overview and update on treatment. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2010;17:15-20
- (76)Piñero DP, Alió JL, El Kady B, Coskunseven E, Morbelli H, Uceda- Montanes A, et al. Refractive and aberrometric outcomes of intracorneal ring segments for keratoconus: Mechanical versus femtosecond-assisted procedures. *Ophthalmology* 2009;116:1675-87.
- (77)Coskunseven E, Kymionis GD, Tsiklis NS, Atun S, Arslan E, Jankov MR, Pallikaris IG. One-year results of intrastromal corneal ring segment implantation (KeraRing) using femtosecond laser in patients with keratoconus, *Am J Ophthalmol* 145 (2008), pp. 775-779.
- (78)Shetty R, Kurian M, Anand D, Mhaske P, Narayana KM, Shetty BK. Intacs in advanced keratoconus, *Cornea* 27 (2008), pp. 1022-1029.
- (79)Ertan A, Ozkilib E. Effect of age on outcomes in patients with keratoconus treated by Intacs using a femtosecond laser, *J Refract Surg* 24 (2008), pp. 690-695.
- (80)Ertan A, Kamburoğlu G. Intacs implantation using femtosecond laser for management of keratoconus: comparison of 306 cases in different stages, *J Cataract Refract Surg* 34 (2008), pp. 1521-1526.
- (81)Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction, *Ophthalmology* 114 (2007), pp. 1643-1652.
- (82)Zare MA, Hashemi H, Salari MR. Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: safety and efficacy, *J Cataract Refract Surg* 33 (2007), pp. 1886-1891.

- (83)Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, Anastasakis A, Yoo SH, Pallikaris AI, et al. Long-term follow-up of Intacs in keratoconus, *Am J Ophthalmol* 143 (2007), pp. 236-244.
- (84)Alió JL, Shabayek MH, Artola A. Intracorneal ring segments for keratoconus correction: long-term follow-up, *J Cataract Refract Surg* 32 (2006), pp. 978-985.
- (85)Alió JL, Shabayek MH, Belda JI, Correas P, Feijoo E. Analysis of results related to good and bad outcomes of Intacs implantation for keratoconus correction, *J Cataract Refract Surg* 32 (2006), pp. 756-761.
- (86)Ertan A, Kamburoğlu G, Bahadır M. Intacs insertion with the femtosecond laser for the management of keratoconus; one-year results, *J Cataract Refract Surg* 32 (2006), pp. 2039-2042.
- (87)Colin J. European clinical evaluation: use of Intacs for the treatment of keratoconus, *J Cataract Refract Surg* 32 (2006), pp. 747-755.
- (88)Kanellopoulos AJ, Pe LH, Perry HD, Donnenfeld ED. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus; efficacy and complications, *Cornea* 25 (2006), pp. 27-33.
- (89)Hellstedt T, Mäkelä J, Uusitalo R, Emre S. Treating keratoconus with Intacs corneal ring segments, *J Refract Surg* 21 (2005), pp. 236-246.
- (90)Alió JL, Artola A, Hassanein A, Haroun H, Galal A. One or 2 Intacs segments for the correction of keratoconus, *J Cataract Refract Surg* 31 (2005), pp. 943-953.
- (91)Kwitko S, Severo NS. Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus, *J Cataract Refract Surg* 30 (2004), pp. 812-820.
- (92)Miranda D, Sartori M, Francesconi C, Allemann N, Ferrara P, Campos M. Ferrara intrastromal corneal ring segments for severe keratoconus, *J Refract Surg* 19 (2003), pp. 645-653.
- (93)Piñero DP, Alio JL, El Kady B, Coskunseven E, Morbelli H, Uceda- Montanes A, et al. Refractive and aberrometric outcomes of intracorneal ring segments for keratoconus: Mechanical versus femtosecond-assisted procedures. *Ophthalmology* 2009;116:1675-87.
- (94)Rabinowitz YS. Intacs for keratoconus. *Curr Opin Ophthalmol.* 2007;18:279-83.

- (95)Tunc Z, Deveci N, Sener B, Bahcecioglu H. Corneal ring segments (INTACS) for the treatment of asymmetrical astigmatism of the keratoconus - Follow-up after 2 years. J Fr Ophtalmol 2003. Oct;26(8):824-30.



# ANEXOS

## ANEXO I - Escala Amsler-Krumeich

Tabela 4 - Escala Amsler Krumeich\*

|           |   |
|-----------|---|
| Stage I   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eccentric steeping</li> <li>• Myopia and astigmatism &lt; 5.00 D</li> <li>• Mean central K readings &lt; 48.00 D</li> </ul>  |
| Stage II  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myopia and astigmatism from 5.00 to 8.00 D</li> <li>• Mean central K readings &lt; 53.00 D</li> <li>• Absence of scarring</li> <li>• Minimum corneal thickness &gt;400 µm.</li> </ul>    |
| Stage III | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myopia and astigmatism from 8.00 to 10.00 D</li> <li>• Mean central K readings &gt;53.00 D</li> <li>• Absence of scarring</li> <li>• Minimum corneal thickness 300 to 400 µm.</li> </ul> |
| Stage IV  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refraction not measurable</li> <li>• Mean central K readings &gt;55.00 D</li> <li>• Central corneal scarring</li> <li>• Minimum corneal thickness 200 µm</li> </ul>                      |

\*Adaptado de: Alió J, Shabayek MH. Corneal Higher Order Aberrations: A Method to Grade Keratoconus. J Refract Surg. 2006 Jun;22(6):539-45

## ANEXO II - Ceratografia antes e após cirurgia ao olho esquerdo

[OD (Right) Data]  
 <Ref Data>  
 N.A.

<Kerato Data>

|     | D        | MM   | A   |
|-----|----------|------|-----|
| H   | : 46.00  | 7.32 | 174 |
| V   | : 49.50  | 6.83 | 84  |
| Ave | : 47.62  | 7.08 |     |
| CYL | : - 3.50 |      | 174 |

<Peripheral Data>

N.A.

[OS (Left) Data]  
 <Ref Data>  
 N.A.

<Kerato Data>

|     | D        | MM   | A   |
|-----|----------|------|-----|
| H   | : 51.00  | 6.62 | 165 |
| V   | : 56.75  | 5.95 | 75  |
| Ave | : 53.62  | 6.29 |     |
| CYL | : - 5.75 |      | 165 |

<Peripheral Data>

N.A.

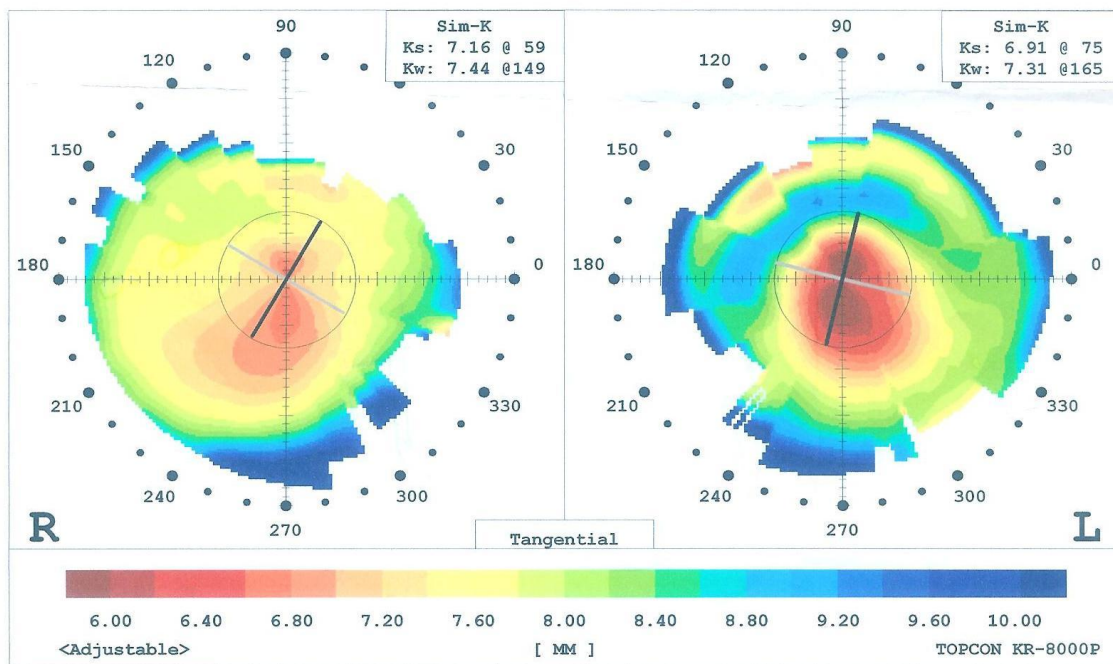


Figura 12: Ceratografia pré-operatória.

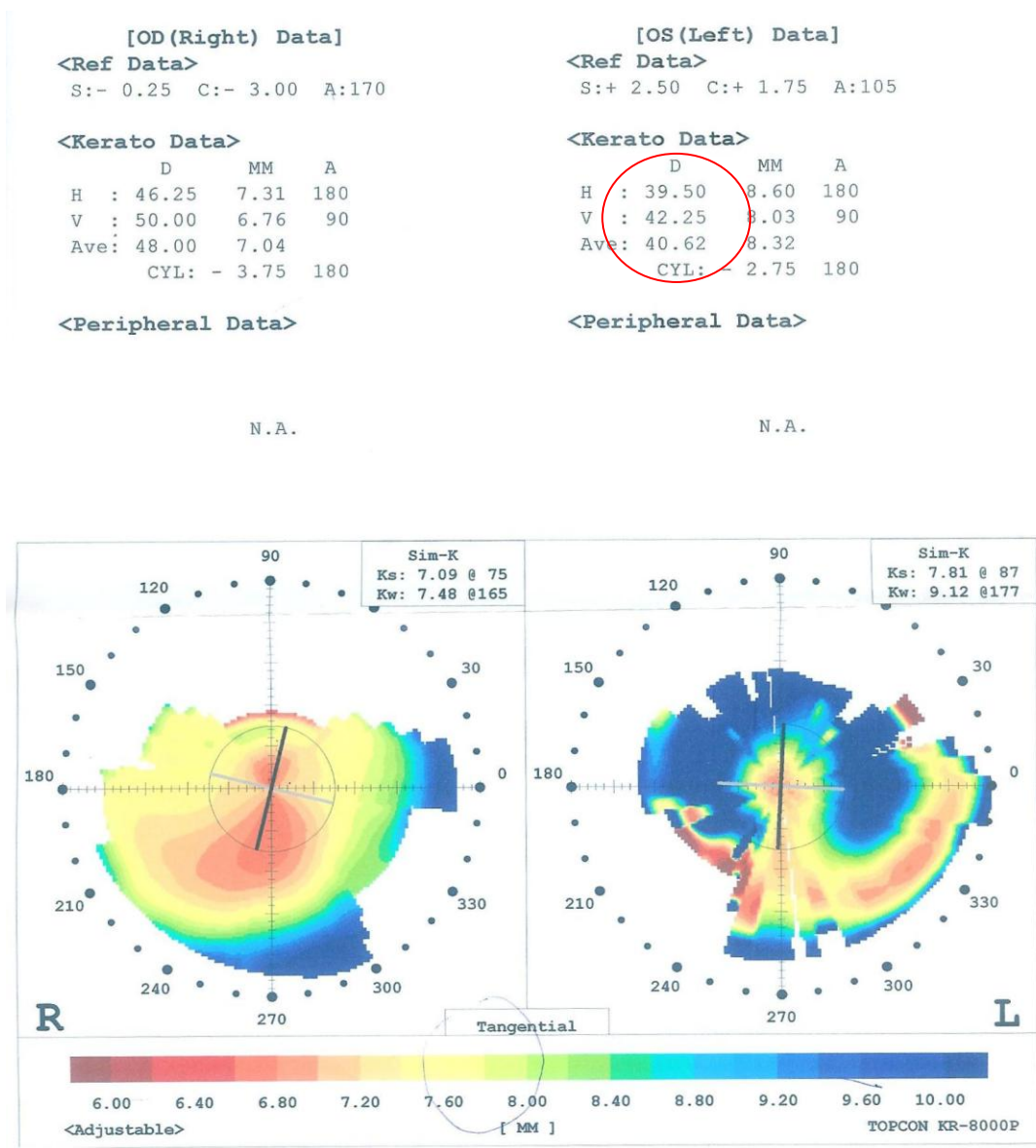


Figura 13: Ceratografia pós-operatória.

## ANEXO III - Ceratografia e plano terapêutico de anel INTAC

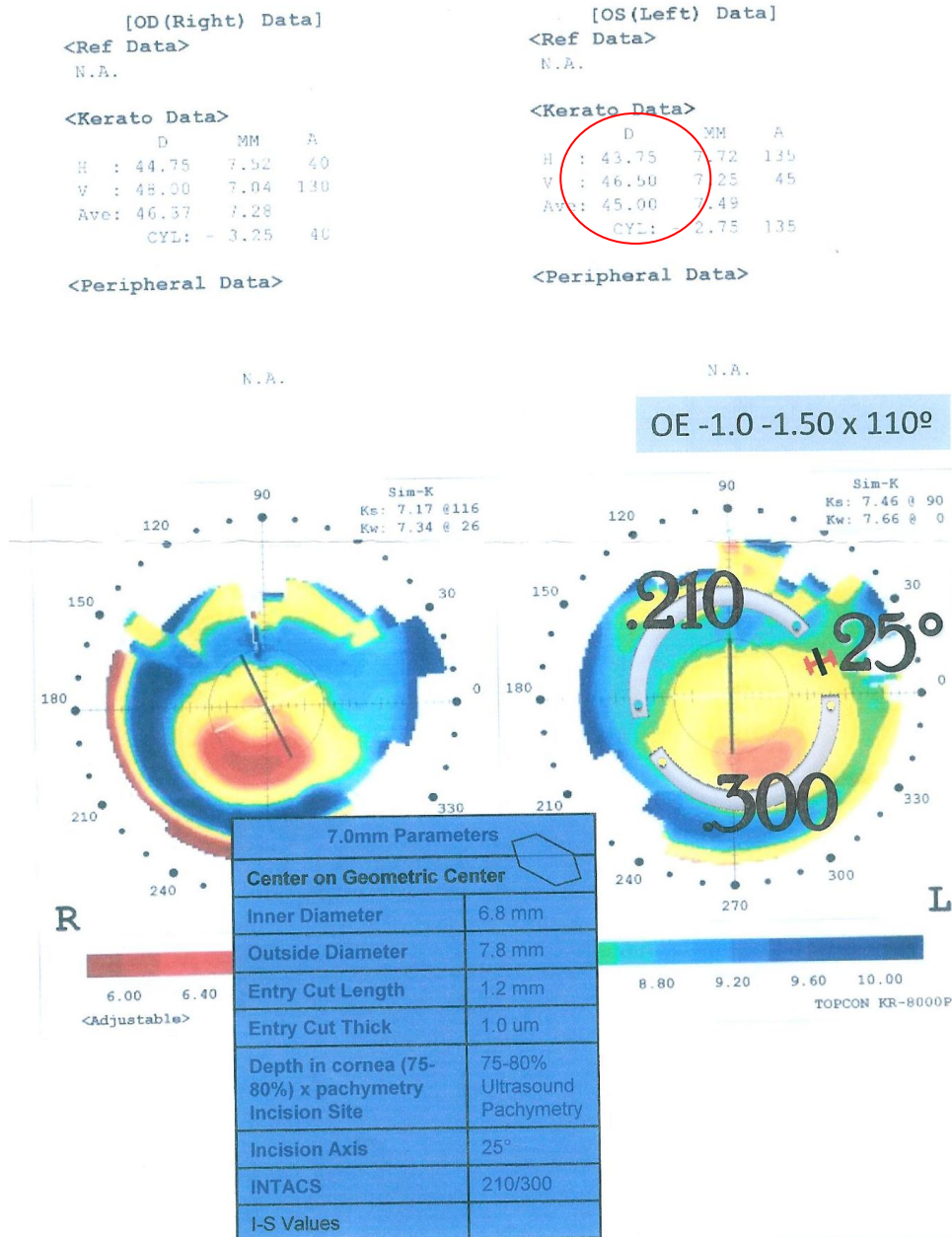


Figura 14: Ceratografia pré-operatória e plano terapêutico para anel INTAC (OE).

[OD(Right) Data]

<Ref Data>

N.A.

<Kerato Data>

|      | D       | MM   | A   |
|------|---------|------|-----|
| H    | : 45.25 | 7.48 | 40  |
| V    | : 48.25 | 6.99 | 130 |
| Ave: | 46.62   | 7.24 |     |
| CYL: | - 3.00  | 40   |     |

<Peripheral Data>

N.A.

[OS(Left) Data]

<Ref Data>

N.A.

<Kerato Data>

|      | D       | MM   | A   |
|------|---------|------|-----|
| H    | : 43.50 | 7.74 | 140 |
| V    | : 45.50 | 7.42 | 50  |
| Ave: | 44.50   | 7.58 |     |
| CYL: | - 2.00  | 140  |     |

<Peripheral Data>

N.A.

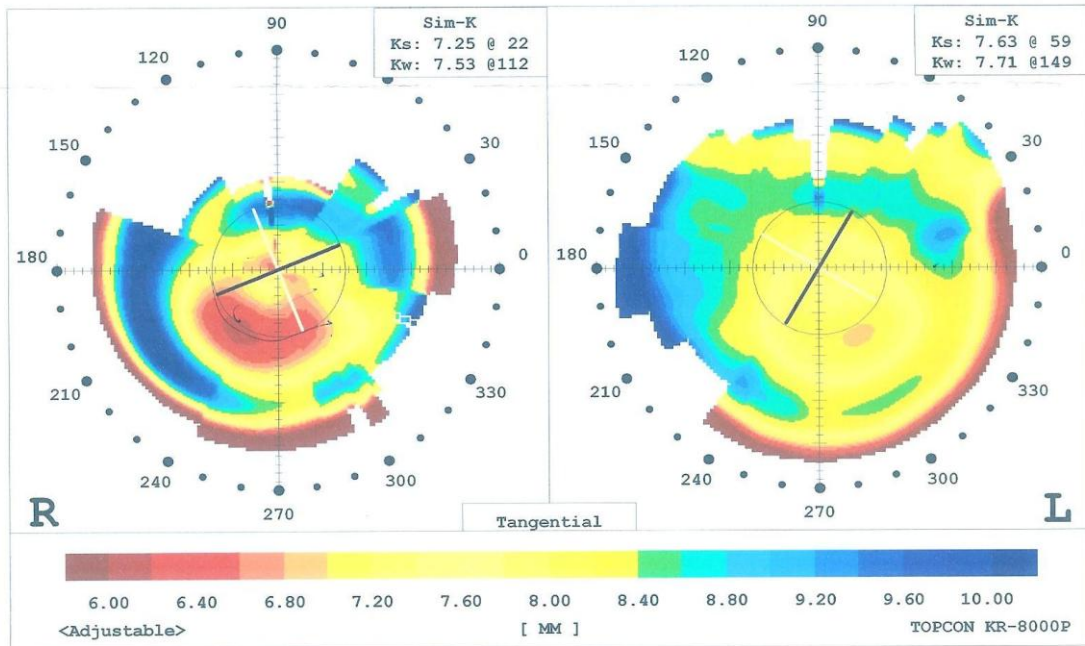


Figura 15: Ceratografia pós-operatória de anel INTAC (OE).

## ANEXO IV- Ceratometria e plano terapêutico de anel Ferrara

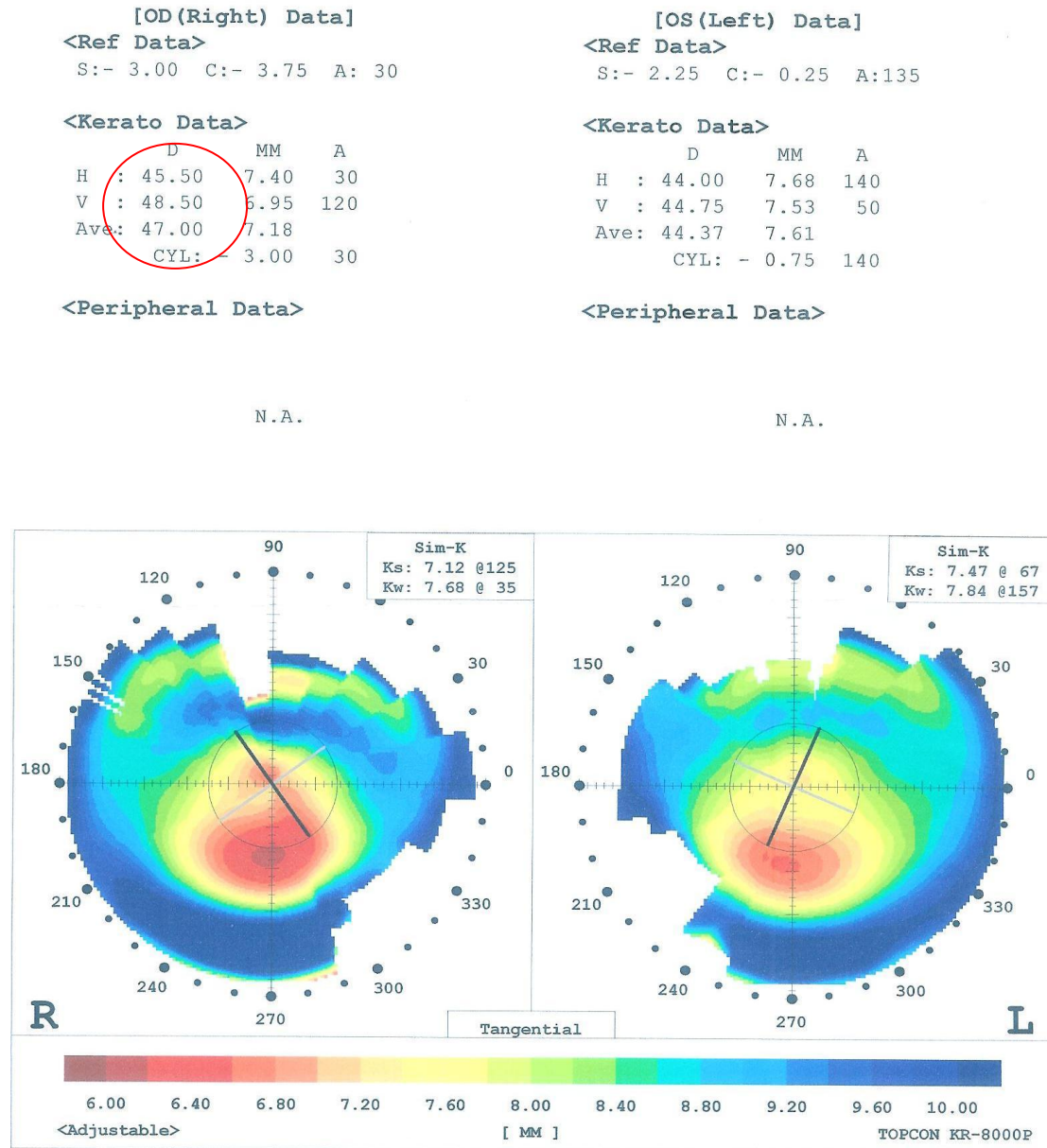


Figura 16: Ceratografia pré-operatória.

| KERATOMETRY                    |          |         | Power   | Axis  |
|--------------------------------|----------|---------|---|-------|
| K1                             |          |         | 48,50 D   | 120 ° |
| K2                             |          |         | 45,50 D   | 30 °  |
| Ectasic area distribution type |          |         |   |       |
| Type 2                         |          | 25%/75% | Almost all of the ectasic area (75%) is restricted in a corneal half. |       |
| REFRACTION                     |          |         | PACHYMETRY  |       |
| Spheric                        | Cylinder | Axis    | (at the exact incision site)  |       |
| -3,00                          | -3,75    | 30 °    | 500 µm  |       |

| Results report  |             |  |                    |
|---|-------------|--|--------------------|
| <small>Warning</small> this is only a general guide. You've to look closely at this eye individual characteristics. |             |  |                    |
| (0/20) use only 1 segment: AF5.160/20   |             |  |                    |
| Best corneal meridian to the incision: 120 °<br>The correct incision depth: 400 µm                                  |             |  |                    |
|   | Pre op data |  | Post op prediction |
| Km  | 47 D        |  | 45.62 D            |
| Sph.Eq.   | -4.875 D    |  | -3.495 D           |

[OD (Right) Data]  
 <Ref Data>  
 S:- 0.25 C:- 3.75 A: 75  
 <Kerato Data>  

|     | D     | MM   | A   |
|-----|-------|------|-----|
| H   | 45.50 | 7.40 | 170 |
| V   | 43.25 | 7.81 | 80  |
| Ave | 44.37 | 7.61 |     |
| CYL | -     | 2.25 | 80  |

 <Peripheral Data>

[OS (Left) Data]  
 <Ref Data>  
 S:- 1.75 C:- 0.50 A: 85  
 <Kerato Data>  

|     | D     | MM   | A   |
|-----|-------|------|-----|
| H   | 45.25 | 7.44 | 45  |
| V   | 44.25 | 7.62 | 135 |
| Ave | 44.87 | 7.53 |     |
| CYL | -     | 1.00 | 135 |

 <Peripheral Data>

N.A.

N.A.

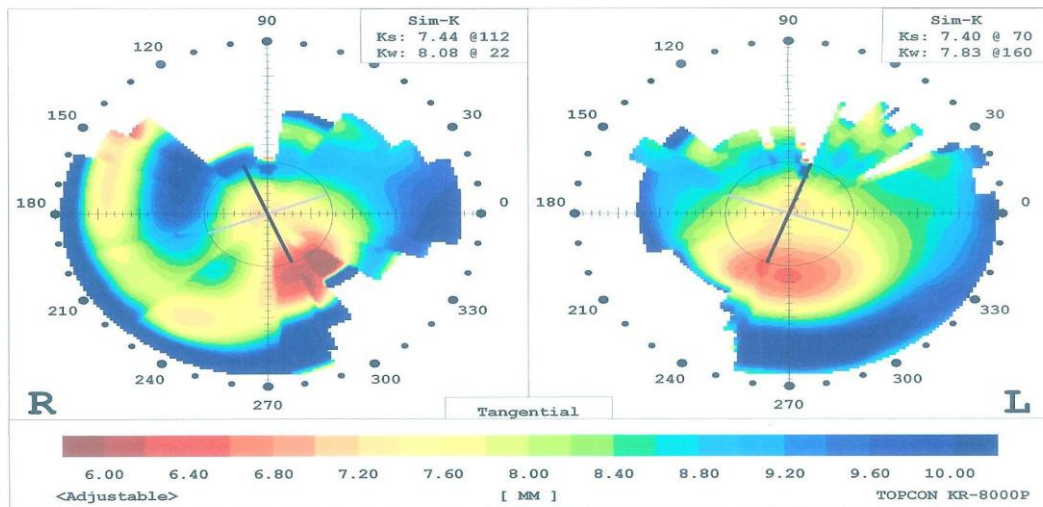


Figura 17: Plano terapêutico (OD) e ceratografia pós-operatória (OD) - Anéis Ferrara.