

# Ângulos visuais: Artigo sobre a importância para o Implante de Lentes Intraoculares Multifocais

## *Visual angles: Article on the importance of Multifocal Intraocular Lenses Implantation*

Abrahão Rocha Lucena<sup>1</sup>, Davyson Sampaio Braga<sup>2</sup>, Daniel Rocha Lucena<sup>3</sup>, Sabine Lucena Martins Ferreira<sup>4</sup>, Ana Lindaura Callou Augusto<sup>5</sup>

### RESUMO

**Objetivos:** Medir o ângulo lâmbda (AL) em indivíduos no pré-operatório de facectomias, correlacionando a sua presença com o comprimento axial e o esférico dos olhos. Sugerir condutas para o implante de LIO multifocal de acordo com a presença do ângulo lâmbda. **Métodos:** Estudo transversal em 128 olhos de 74 indivíduos candidatas à cirurgia de catarata para registrar a equivalente presença do ângulo lâmbda. **Resultados:** Avaliando o ângulo lâmbda observou-se uma correlação positiva ( $r = 0,559 / p = 0,000$ ) para o tamanho desse ângulo comparando-se os dois olhos. Não houve correlação entre o tamanho do ângulo lâmbda e o equivalente esférico no olho direito ( $r = -0,027 / p = 0,840$ ), mas foi verificada correlação positiva para o olho esquerdo ( $r = 0,313 / p = 0,013$ ). A presença da hipermetropia correlacionou com os comprimentos axiais pequenos, assim como a miopia com os grandes. Observou-se correlação negativa entre o tamanho do ângulo lâmbda e o comprimento axial para os dois olhos, sendo de  $r = -0,249$  para o olho direito ( $p = 0,042$ ) e  $r = -0,281$  para o olho esquerdo ( $p = 0,018$ ). **Conclusões:** Houve correlação entre a presença de ângulo lâmbda maior e comprimentos axiais menores para os dois olhos. Para o equivalente esférico hipermetrope houve correlação com a presença de um ângulo lâmbda maior apenas para o olho esquerdo. Esse trabalho sugere parcimônia nos implantes de LIO multifocal na presença de ângulo lâmbda significativo, baseado na teoria que a presença desse ângulo é reguladora do equilíbrio entre as aberrações da superfície corneana versus cristalíneas.

**Descritores:** Ângulo lâmbda; Equivalente esférico; Comprimento axial do olho; Lentes intraoculares multifocais

### ABSTRACT

**Objectives:** To measure the labral angle (LA) in individuals in the preoperative period of facectomies, correlating their presence with axial length and spherical equivalent of the eyes. Suggest conduits for the implantation of multifocal IOL according to the presence of the lambda angle. **Methods:** A cross-sectional study of 128 eyes of 74 individuals who were candidates for cataract surgery to record the presence of the lambda angle. **Results:** A positive correlation ( $r = 0.559 / p = 0.000$ ) was observed for the angle of this angle by comparing the two eyes. There was no correlation between the size of the lambda angle and the spherical equivalent in the right eye ( $r = -0.027 / p = 0.840$ ), but a positive correlation was observed for the left eye ( $r = 0.313 / p = 0.013$ ). The presence of hyperopia correlated with small axial lengths, as did myopia with large ones. There was a negative correlation between the angle of the tongue and the axial length of the two eyes, with  $r = -0.249$  for the right eye ( $p = 0.042$ ) and  $r = 0.281$  for the left eye ( $p = 0.018$ ). **Conclusions:** There was a correlation between the presence of a larger lambda angle and smaller axial lengths for both eyes. For the spherical hypermetrope equivalent, there was a correlation with the presence of a larger blunt angle only for the left eye. This work suggests parsimony in multifocal IOL implants in the presence of a significant lamella angle, based on the theory that the presence of this angle regulates the balance between corneal versus crystalline surface aberrations.

**Keywords:** Lambda angle; Spherical equivalent; Axial length, eye; Multifocal intraocular lenses

<sup>1</sup> Setor Catarata e Refrativa a LASER, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>2</sup> Setor de Catarata e Retina, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>3</sup> Setor de Retina, Vítreo e Uveítes, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>4</sup> Setor de Catarata, Centro Avançado de Retina e Catarata, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>5</sup> Programa de Residência em Oftalmologia, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

\*Instituição: Escola Cearense de Oftalmologia

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Recebido para publicação em 23/06/2018 - Aceito para publicação em 22/08/2018.

## INTRODUÇÃO

Os ângulos visuais  $\lambda$  e  $\kappa$  possuem importância clínica quando se trata da centralização cirúrgica da córnea na cirurgia refrativa a LASER<sup>(1)</sup>, mas não são considerados para o implante de lente intraocular (LIO) multifocal.

O ângulo  $\lambda$  é formado entre o eixo pupilar e a linha de visão e o  $\kappa$  é formado entre o eixo pupilar e o eixo visual. O eixo pupilar é uma linha perpendicular à córnea que passa no centro da pupila de entrada.<sup>(2-4)</sup>

A pupila de entrada é a imagem virtual da pupila real que é visualizada quando se observa o olho de um indivíduo, sendo cerca de 14,0% maior que a pupila real e 0,5mm anteriorizada. É ela quem delimita os feixes de raios de luz que entra no olho.<sup>(5)</sup>

A linha de visão (raio chefe) é a primeira parte do caminho do raio de luz e liga o objeto de fixação ao centro da pupila de entrada.<sup>(6,7)</sup> O eixo visual é uma linha que une o objeto de fixação com a fóvea, passando pelo ponto nodal (interseção entre o eixo visual e o eixo óptico) do olho.<sup>(8)</sup>

Como visto, o eixo pupilar e a linha de visão passam invariavelmente pelo centro da pupila de entrada, mas no trajeto até esse ponto suas linhas podem não coincidirem, formando assim o ângulo  $\lambda$ .<sup>(4)</sup>

O ângulo  $\lambda$ , assim como o  $\kappa$ , é posicionado em direção nasal a pupila, diminuindo à medida que o indivíduo cresce, sendo em média de 8,3° ao nascimento e em torno de 5,0° na vida adulta.<sup>(9,10)</sup>

A existência desses ângulos ( $\lambda / \kappa$ ) em alguns indivíduos é justificada como uma inclinação compensatória a fixação do olho em um alvo específico, respondendo à posição excêntrica da fóvea (temporal) em relação ao centro geométrico do eixo pupilar.<sup>(11)</sup> Outra hipótese é que sua presença funciona como uma compensação às aberrações internas do olho, ou seja, um ângulo  $\lambda / \kappa$  significativo gera uma aberração na superfície anterior da córnea, anulando uma aberração do cristalino.<sup>(12)</sup>

## OBJETIVOS

Medir o ângulo  $\lambda$  em indivíduos no pré-operatório de facectomias, correlacionando a sua presença com o comprimento axial e o equivalente esférico dos olhos.

Sugerir condutas para o implante de LIO multifocal de acordo com a presença do ângulo  $\lambda$ .

## MÉTODOS

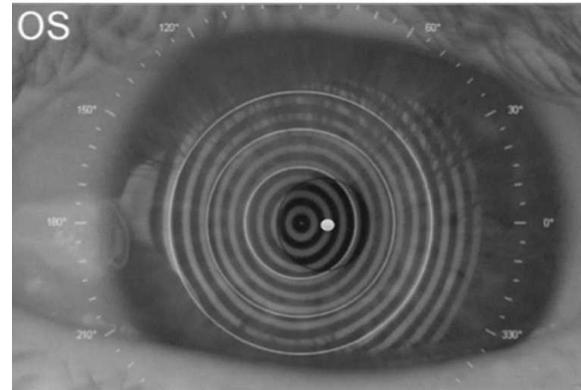
Foi realizado um estudo transversal em 128 olhos de 74 indivíduos candidatos à cirurgia de catarata em um serviço de referência da cidade de Fortaleza-Ceará para registrar a presença do ângulo  $\lambda$ .

Quarenta e um (54,4%) indivíduos eram do sexo feminino e 33 (46,6%) do sexo masculino. A média da idade foi de 65,9 ± 7,8 anos, com mínimo de 42 e máxima de 83 anos. Por ser uma pesquisa realizada através da coleta de dados em prontuários, o termo de fiel depositário foi assinado pelo pesquisador responsável e diretor da instituição.

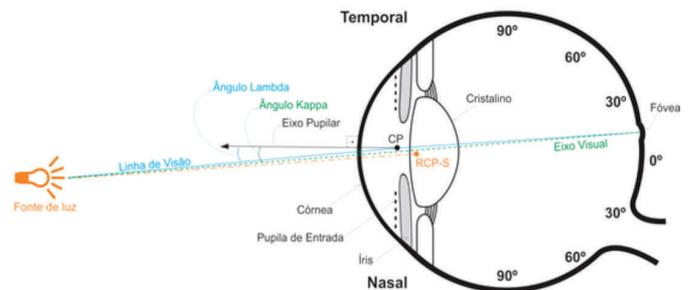
Além do ângulo  $\lambda$ , foram coletados dados sobre comprimento axial (AL) e o equivalente esférico (EE) de cada olho.

Para registro do ângulo  $\lambda$  foi captada imagem da pupila em seu estado natural, evitando assim o deslocamento

do seu centro por colírios midríaticos.<sup>(4)</sup> O aparelho utilizado foi o topógrafo corneano da marca italiana CSO®. Durante a captura da imagem era solicitado que o indivíduo fixasse o olhar, com as pálpebras em máxima abertura, em um ponto de referência central (centro do anel mais interno dos discos de Plácido), possibilitando a medida da distância entre o centro da pupila e o centro desse anel, tendo assim uma boa aproximação do ângulo  $\lambda$ .<sup>(13)</sup> (Figura 1 e 2).



**Figura 1:** Ângulo  $\lambda$ : distância entre o centro pupilar (ponto laranja) e o centro do anel mais interno (vértice corneano) do disco de Plácido.



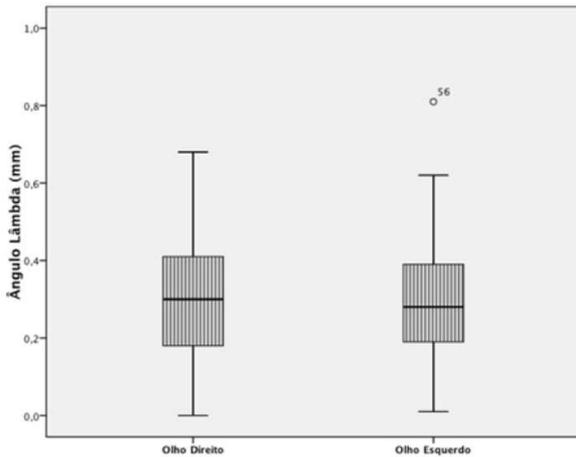
**Figura 2:** Descrição do ângulo  $\lambda$ , ângulo  $\kappa$ , eixo visual, linha de visão, eixo pupilar, centro pupilar (CP) e reflexo corneano de Purkinje- Sanso (RCP-S).

O AL foi medido pelo IOL Master® (Zeiss, Alemanha), sendo coletado nos prontuários dos indivíduos. O EE foi definido considerando a refração pré-operatória.

Foram utilizadas técnicas de estatística descritiva para avaliar as variáveis quantitativas. A correlação de Pearson foi utilizada para estudar ligações entre o tamanho do ângulo  $\lambda$  versus comprimento axial e equivalente esférico. Para os dados que se distribuíram normalmente foi utilizado o teste t de Student para amostra pareada. O programa estatístico utilizado foi o SPSS, pacote estatístico para ciências sociais, versão 21.0.

## RESULTADOS

Avaliando o ângulo  $\lambda$ , encontrou-se no olho direito um valor de +0,30 ± 0,15mm e no olho esquerdo +0,29 ± 0,15mm, não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa (p= 0,713) entre o ângulo  $\lambda$  dos dois olhos. Observou-se uma correlação positiva (r= 0,559 / p= 0,000) para o tamanho desse ângulo comparando-se os dois olhos (Figura 3) equivalente esférico

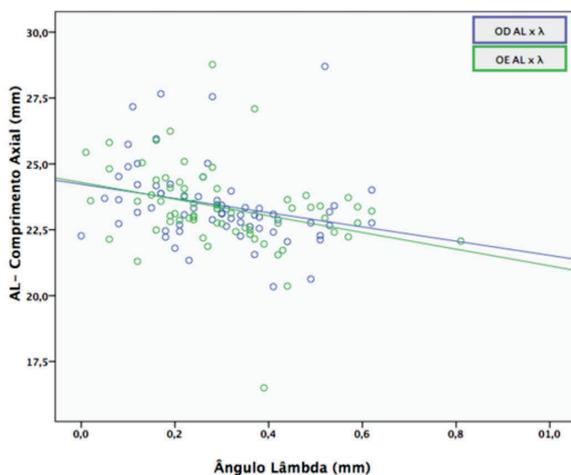


**Figura 3:** Distribuição das medidas do ângulo  $\lambda$  por olho.

(EE) do olho direito foi de  $-0,16 \pm 2,66$  e do olho esquerdo  $+0,04 \pm 2,48$ , não havendo diferença estatisticamente significativa entre os dois olhos ( $p=0,360$ ). Não houve correlação entre o tamanho do ângulo  $\lambda$  e o EE no olho direito ( $r=-0,027 / p=0,840$ ), mas foi verificada correlação positiva entre o tamanho do ângulo  $\lambda$  e o EE para o olho esquerdo ( $r=0,313 / p=0,013$ ).

A presença da hipermetropia se correlacionou com os comprimentos axiais (AL) pequenos, assim como a miopia com os AL grandes, tanto para o olho direito ( $r=-0,667 / p=0,000$ ) como para o esquerdo ( $r=-0,757 / p=0,000$ ).

O AL do olho direito foi de  $23,44 \pm 1,50$ mm e do olho esquerdo  $23,33 \pm 1,62$ mm, não havendo diferença estatisticamente significativa ( $p=0,138$ ) entre o AL dos dois olhos. Observou-se correlação negativa entre o tamanho do ângulo  $\lambda$  e o AL para os dois olhos, sendo de  $r=-0,249$  para o olho direito ( $p=0,042$ ) e  $r=-0,281$  para o olho esquerdo ( $p=0,018$ ), (Figura 4).



**Figura 4:** Correlação do ângulo  $\lambda$  do olho direito e esquerdo versus AL.

## DISCUSSÃO

A literatura sugere que os ângulos  $\lambda$  e kappa ( $\kappa$ ) são praticamente iguais, desde que o ponto de fixação seja suficientemente distante. Conceitualmente os ângulos  $\lambda$  e  $\kappa$  são diferentes, mas são medidos na videoceratografia utilizando os

mesmos pontos de referências: a distância entre o centro da pupila e o vértice corneano.<sup>(10,14,15)</sup> Nessa pesquisa a representação do ângulo  $\lambda$  foi considerada como a formação angular entre o vértice corneano (centro do anel mais interno do disco de Plácido ou reflexo corneano de Purkinge- Sanso) e o eixo pupilar.

Alguns autores são taxativos em dizer que é impossível medir o ângulo  $\kappa$ , devido ao fato do sistema óptico do olho (córnea / cristalino) não ser centralizado, o que inviabilizaria a captação precisa do eixo visual.<sup>(3,16)</sup> Na verdade, algumas considerações devem ser feitas sobre essa afirmativa, pois a linha de visão também é uma medida que tem como ponto de referência aproximada o reflexo corneano de Purkinge- Sanso (RCP-S) ou vértice corneano. Então, por quê o eixo visual também não poderia ter sua medida aproximada através da referência do RCP-S? Observado a figura 2 o RCP-S é mais próximo do eixo visual do que da linha de visão.

A busca da relação do EE com o ângulo  $\lambda$  foi sugerida através de relatos da literatura que indicavam aumento desse ângulo nos hipermetropes e a sua diminuição nos míopes.<sup>(17,18)</sup> Nesse estudo, observando o EE, não foi visto a correlação entre o aumento do  $\lambda$  com o aumento da hipermetropia para o olho direito. Contudo a mesma observação não foi verificada para o olho esquerdo, que apresentou uma correção positiva entre a presença de um  $\lambda$  cada vez maior e o aumento da hipermetropia. A utilização do EE em substituição ao verdadeiro grau esferocilíndrico do indivíduo pode ter prejudicado a correlação da presença do vício de refração e sua relação com o tamanho do ângulo  $\lambda$  no olho direito. Pois, para se chegar a um EE proveniente de uma hipermetropia associada com astigmatismo, se soma o grau negativo do cilindro com o grau positivo da hipermetropia, resultando em um EE com valor relativo menor que o grau esférico original.

Analisando o comprimento axial (AL) do olho, a literatura mostra que quanto menor o seu valor, maior a separação angular entre a fóvea e a intersecção do eixo pupilar, gerando um ângulo  $\lambda / \kappa$  maior.<sup>(19)</sup> Nesse estudo se observou tal achado através da medida do AL verificou-se que enquanto o ângulo  $\lambda$  aumentava, o AL diminuía, havendo uma correlação negativa tanto para olho direito como para o olho esquerdo.

Os achados relativos ao EE e ao AL sugerem um perfil para indicação do implante da LIO multifocal. Atualmente a barreira do astigmatismo regular já foi vencida com as LIOs multifocais tóricas. Assim, assegurando-se que o saco cristalino está alinhado com o eixo pupilar e, levando em consideração a presença do ângulo  $\lambda$  significativo, maior que  $0,25$ mm<sup>(1)</sup>, sugerido como um gerador de aberrações da superfície corneana e sua maior frequência nos indivíduos com AL menor, seria um contrassenso o implante da LIO multifocal nesses indivíduos.

Ponderando que os dois ângulos  $\lambda$  e  $\kappa$  são praticamente idênticos, evitando-se apenas os conflitos de classificação da literatura,<sup>(14,20)</sup> pode-se considerar um fato de relevância no trajeto da frente de onda no pseudofácico: seguindo a linha de visão, na presença de um ângulo  $\lambda$  insignificante, a imagem seguiria para o centro da pupila de entrada, onde a LIO multifocal, “perfeitamente centrada”, permitiria a passagem dessa frente de onda pelo centro do anel difrativo mais interno ou muito próximo disso, sem prejuízos visuais ao indivíduo. Já na presença de um ângulo  $\lambda$  significativo a frente de onda gerada seria aberrada<sup>(12)</sup> e, mesmo com seu trajeto atingindo o centro do anel difrativo mais interno, ocasionaria prejuízos na qualidade de visão.

No estudo da aberrometria atual, a frente de onda é medida em relação a linha de visão. Logo, os eixos ópticos da córnea e

do cristalino deveriam coincidir com a linha de visão, a fim de minimizarem as aberrações. Porém, na maioria dos casos, isso não ocorre.<sup>(21)</sup> A superfície anterior da córnea, enquanto parte óptica mais importante na determinação do poder de refração e das aberrações de frente de onda do olho, é geralmente descentrada e inclinada em relação à linha de visão. Na presença de um ângulo  $\lambda$  importante o desempenho óptico da córnea anterior, em relação à linha de visão, gera uma imagem excêntrica a um alvo visual e, por conseguinte, produz aberrações assimétricas.<sup>(22)</sup>

Por último, mas não menos importante, a presença do ângulo  $\lambda / k$  em alguns indivíduos é justificada como uma compensação às aberrações internas do olho, ou seja, existem aberrações na superfície anterior da córnea para neutralizar as aberrações cristalinianas.<sup>(12)</sup> Com a retirada do cristalino na cirurgia de catarata haveria o desequilíbrio desse “balanço”. Ainda mais, se o implante da LIO for multifocal, a aberração corneana natural gerada pela presença do ângulo  $\lambda$  irá induzir baixa na qualidade visual, principalmente nas lentes que possuem um pequeno diâmetro do anel difrativo mais interno.

Trabalhos futuros devem ser direcionados para verificação da correlação entre a presença do valor do ângulo  $\lambda$  e a quantificação de aberrações corneanas significativas.

## CONCLUSÃO

Houve correlação entre a presença de um ângulo  $\lambda$  maior e o comprimento axial menores para os dois olhos. Para o equivalente esférico hipermetrópe houve correlação com a presença de um maior ângulo  $\lambda$  apenas para o olho esquerdo.

Este trabalho sugere parcimônia nos implantes de LIO multifocal na presença de ângulo  $\lambda$  significativo, baseado na teoria que a presença desse ângulo é reguladora do equilíbrio entre as aberrações da superfície corneana versus cristalino.

## REFERÊNCIAS

- Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ. Coaxially sighted corneal light reflex versus entrance pupil center centration of moderate to high hyperopic corneal ablations in eyes with small and large angle kappa. *J Refract Surg.* 2013;29(8):518–25.
- Inagaki Y. The rapid change of corneal curvature in the neonatal period and infancy. *Arch Ophthalmol.* 1986;104(7):1026–7.
- Lancaster WB. Terminology in ocular motility and allied subjects. *Am J Ophthalmol.* 1943;26(2):122–32.
- Uozato H, Guyton DL. Centering corneal surgical procedures. *Am J Ophthalmol.* 1987;103(3 Pt 1):264–75.
- Bennett AG, Francis JL. The eye as an optical system. In: Davson H, editor. *The Eye.* New York: Academic Press; 1962. Vol. 4, p. 101.
- Atchison DA, Smith G. *Optics of the human eye.* Oxford: Butterworth Heinemann; 2000. p. 21.
- Fry GA. *Geometrical optics.* Philadelphia, Chilton; 1969. p. 110.
- Pande M, Hillman JS. Optical zone centration in keratorefractive surgery. Entrance pupil center, visual axis, coaxially sighted corneal reflex, or geometric corneal center? *Ophthalmology.* 1993;100(8):1230–7.
- Riddell PM, Hainline L, Abramov I. Calibration of the Hirschberg test in human infants. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35(2):538–43.
- Barry JC, Effert R, Kaupp A. Objective measurement of small angles of strabismus in infants and children with photographic reflection pattern evaluation. *Ophthalmology.* 1992;99(3):320–8.
- Braaf B, van de Watering TC, Spruijt K, van der Heijde RG, Sicam VA. Calculating Angle Lambda (  $\lambda$  ) Using Zernike Tilt Measurements in Specular Reflection Corneal Topography. *J Optom.* 2009;2(4):207–14.
- Artal P, Benito A, Tabernero J. The human eye is an example of robust optical design. *J Vis.* 2006;6(1):1–7.
- Mandell RB. Locating the corneal sighting center from videokeratography. *J Refract Surg.* 1995;11(4):253–9.
- Le Grand Y, El Hage SG. *Physiological optics.* Berlin: Springer Verlag; 1980.
- Scott WE, Mash AJ. Kappa angle measures of strabismic and nonstrabismic individuals. *Arch Ophthalmol.* 1973;89(1):18–20.
- Uozato H, Makino H, Saishin M, Nakao S. Measurement of visual axis using a laser beam. In: Breinin GM, Siegel IM, editors. *Advances in Diagnostic Visual Optics.* Berlin: Springer-Verlag; 1983. p. 22.
- Nepomuceno RL, Boxer BS, Wachler, Kim JM, Scruggs R, Sato M. Laser in situ keratomileusis for hyperopia with the LADARVision 4000 with centration on the coaxially sighted corneal light reflex. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(6):1281–6.
- Bueeler M, Iseli HP, Jankov M, Mrochen M. Treatment-induced shifts of ocular reference axes used for measurement centration. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(10):1986–94.
- Basmak H, Sahin A, Nilgun Yildirim, Papakostas TD, Kanellopoulos AJ. Measurement of angle Kappa with Synoptophore and Orbscan II in a normal population. *J Refract Surg.* 2006 23(5):456–60.
- Tabernero J, Benito A, Alcón E, Artal P. Mechanism of compensation of aberrations in the human eye. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2007;24(10):3274–83.
- Thibos LN, Applegate RA, Schwiegerling JT, Webb R.; VSIA Standards Taskforce Members. Standards for reporting the optical aberrations of eye. *J Refract Surg.* 2000;18:S652–S660.
- Guirao A, Artal P. Off-axis monochromatic aberrations estimated from double pass measurements in the human eye. *Vision Res.* 1999;39(2):207–17.

### Autor correspondente:

Escola Cearense de Oftalmologia, Av Oliveira Paiva 1599  
Cidade dos Funcionários, CEP: 60822-131, Fortaleza, CE, Brasil.  
Tel (85) 3271-2501/ (88) 996090791  
E-mail: aninhacallou@gmail.com