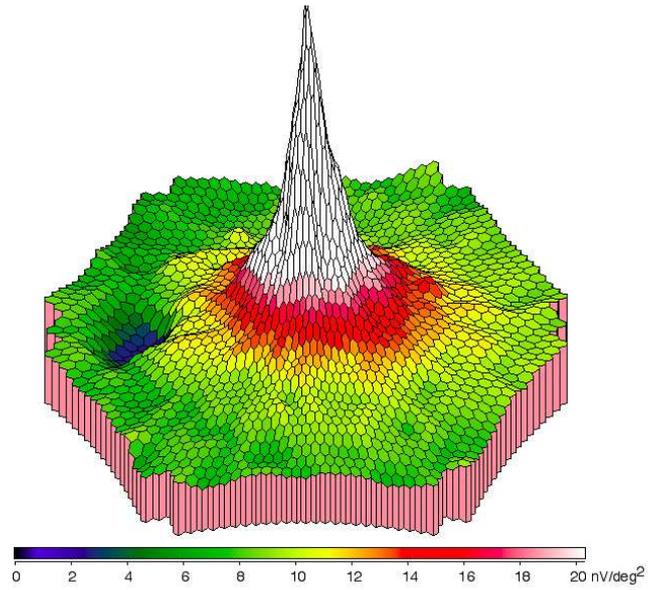


ELABORADO POR:

**Dina do Carmo Drogas**

(Técnica Diagnóstico e Terapêutica de Ortóptica)



# ERG Multifocal

## **Índice**

Introdução	3
ERG Multifocal	4
Protocolo Clínico	5
Estímulo mfERG	7
1.ª Ordem de Kernel	8
2.ª Ordem de Kernel	11
Onda “S”	12
Avaliação dos Resultados do MfERG	12
Aplicações Clínicas	16
Conclusão	24
Bibliografia	25

## Introdução

A compreensão dos resultados obtidos pelo mfERG assim como a sua utilidade são de extrema importância uma vez que este juntamente com outros exames complementares de diagnóstico permitirá o estabelecimento de um diagnóstico, prognóstico e monitorização de uma dada situação clínica. É ainda essencial perceber as estruturas e áreas estudadas por este método, para que durante a prática clínica seja possível a aplicação do sentido crítico e consequente correcta escolha dos exames eletrofisiológicos a utilizar.

Neste documento irão ser abordados vários aspectos acerca do mfERG, tais como uma breve introdução à origem deste e o seu protocolo clínico. É ainda efectuada uma abordagem ao estímulo mfERG, à 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> Ordens de Kernel e Onda "S" assim como à avaliação dos seus resultados. Por último são descritas as principais patologias de aplicação clínica do mfERG.

Para a realização do presente trabalho foi efectuada uma vasta pesquisa bibliográfica, nomeadamente ao nível de livros de Eletrofisiologia da Visão e de artigos científicos, no âmbito do tema.

## ERG Multifocal

O mfERG consiste num exame complementar de diagnóstico que permite a obtenção de um mapa topográfico da actividade bioeléctrica da retina por áreas individualizadas (Hood, D., et al, 2007). Segundo Fernanda Porto (2004) este exame foi desenvolvido por Sutter em 1991, o qual pretendia uma melhor avaliação da resposta dos cones nos 20º – 30º centrais da retina.

Em 2003 foram publicadas pela primeira vez, pela *Sociedade Internacional para Electrofisiologia Clínica da Visão (ISCEV) guidelines* para recolha das respostas eléctricas da retina através do mfERG, as quais serão referidas ao longo deste documento.

Actualmente, o exame padrão para o estudo da condução do estímulo visual através da retina é o ERG *full-field*, o qual permite uma avaliação da função retiniana objectivamente. Contudo, este método apenas permite avaliar a retina como um todo, sendo um método essencial no estudo objectivo da função retiniana. No entanto, não contém respostas de pequenas áreas localizadas individualmente, pois a investigação detalhada da retina, requer a recolha de respostas a estímulos de áreas individualizadas. Assim, lesões retinianas localizadas e/ou em fases iniciais não se conseguem diagnosticar com o ERG *full-field* (Porto, F., 2004).

É ainda importante referir que apesar da densidade de cones ser maior na fóvea, apenas 9% destes fotorreceptores se localizam na mácula (20º centrais), pelo que uma pequena lesão macular isolada pode não ser detectada pelo ERG *full-field* devido às restantes áreas funcionais compensarem a área lesada através das suas respostas eléctricas (Lam, B., 2005).

Como forma de solucionar estas limitações do ERG de campo total foi desenvolvido o mfERG para detecção de disfunções retinianas locais. Este calcula a função retiniana topograficamente sendo obtido um mapa de campo visual através dos sinais bioeléctricos locais.

Segundo Byron Lam (2005) o mfERG é utilizado essencialmente para avaliação da função fotópica da retina. Contudo a realização do mfERG para recolha da função bastonete também é possível, mantendo a adaptação ao

escuro durante a realização do teste. No entanto, este procedimento é difícil devido ao efeito da luz emitida pelo ecrã, que acaba por violar as condições ambientais necessárias. Desta forma, a recolha do mfERG, na prática clínica diária, é realizado em ambiente fotópico para avaliação da função cone, sendo necessário a adaptação à luz durante 15 minutos numa sala bem iluminada antes da realização do exame, para que as respostas sejam estáveis.

Esta consiste numa das suas principais limitações deste exame, contudo também a qualidade das respostas obtidas em indivíduos com baixa visão consiste numa outra limitação, devido à fixação inadequada. É importante ter em conta que a má fixação pode falsear as respostas e conseqüentemente uma interpretação clínica errónea. A fixação pode ser monitorizada durante o exame electrofisiológico utilizando uma câmara externa de vídeo de infravermelhos ou através de duas câmaras colocadas em cada lado do monitor ou ainda através de uma câmara de vídeo de fundo a qual permite controlar a localização do estímulo sobre a retina e, assim, a precisão da fixação. (Lam, B., 2005).

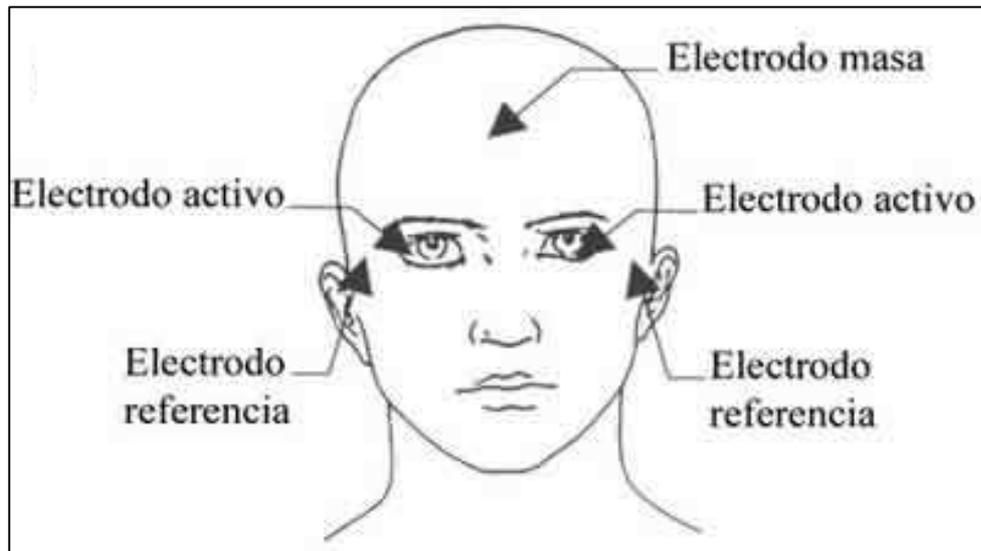
### **Protocolo Clínico**

Segundo Donald Hood *et al* (2007) no que respeita ao protocolo clínico do mfERG, este é similar ao do ERG *full-field*, destacando-se os seguintes parâmetros:

1. As pupilas devem ser dilatadas. O seu diâmetro deverá ser anotado;
2. É necessária uma pré-adaptação ao ambiente fotópico de 15 minutos numa sala bem iluminada;
3. O exame deverá ser realizado numa sala moderadamente iluminada;
4. Os resultados do mfERG não são afectados pela desfocagem moderada da imagem retiniana, contudo a correcção do erro refractivo é recomendada. Devido à cicloplegia, é ainda aconselhado a utilização de uma lente de +3.00D de forma a compensar a ampliação relativa do estímulo, mantendo a distância visual;
5. O indivíduo deverá colocar o queixo sobre a mentoneira e encostar a testa ao suporte de forma a garantir uma posição adequada;
6. O indivíduo deverá olhar para o ponto de fixação que está a meio do monitor, garantindo uma boa fixação, a qual deverá ser monitorizada ao

longo do exame. É importante referir que toda a fiabilidade do exame estará comprometida se não existir um controlo estreito da fixação;

7. A recolha das respostas eléctricas é efectuada em monocular;
8. Colocação dos eléctrodos como ilustra a figura.



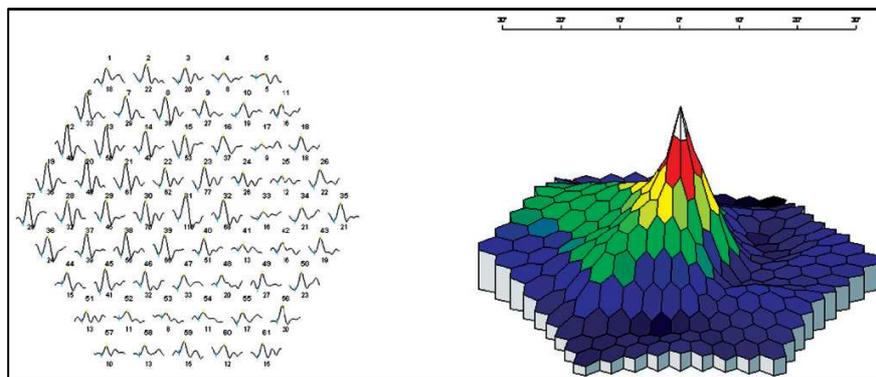
**Fig. 1** Colocação de Eléctrodos no MfERG

Fonte: <http://www.oftalmo.com/seo/archivos/maquetas/C/22356C5C-A8C7-5588-CBFD-00004A21C90C/f04-02.jpg>

Podem ser utilizados diferentes tipos de eléctrodos, tais como os Burian-Allen, os quais proporcionam respostas estáveis com baixa interferência de ruído. Os eléctrodos DTL (Dawson-Trick-Litzkow) são actualmente os mais utilizados, pois são mais confortáveis que os anteriores, apesar de proporcionarem sinais de menor amplitude. De qualquer forma, é importante ter em conta que existem sempre diferenças que deverão ser esperadas quando se utilizam eléctrodos diferentes em exames seguidos, nomeadamente a nível da amplitude das ondas (Lam, B., 2005).

É importante referir que, segundo um estudo de *Maria Oyamada et al* (2007) os principais factores que podem causar erros na interpretação dos resultados são: fixação excêntrica, movimento dos olhos, contracção do orbicular, contracção da musculatura cervical, correção inadequada, não-transparência do eléctrodo corneano, descentralização do eléctrodo, descentralização do suporte da lente correctora, distância inadequada

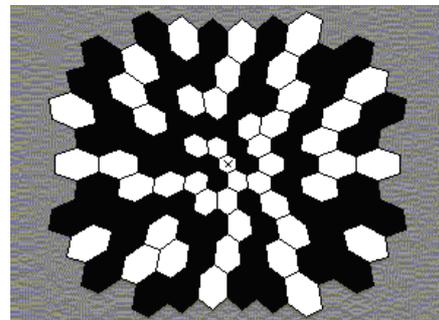
paciente-monitor em pacientes com alta ametropia, altura inadequada dos olhos relativamente ao centro da tela, ruído na rede eléctrica e de campo electromagnético e impedâncias elevadas. Também a utilização excessiva de filtros para remoção de ruídos dos registos obtidos, pode interferir na análise dos resultados obtidos.



**Fig. 2** Sombra localizada devido a descentralização do eléctrodo  
(Fonte: Oyamada, M.K. et al, p.715)

### **Estímulo mfERG**

O estímulo utilizado consiste num padrão de hexágonos que se encaixam como um *puzzle*, sendo que o seu tamanho aumenta com a excentricidade da retina, ou seja, inversamente à densidade dos cones, de forma a produzir aproximadamente a mesma resposta em toda a retina em indivíduos normais.



**Fig. 3** Estímulo padrão hexagonal de 103 elementos  
(Fonte: Porto, F.B.O., p.32)

O estímulo apresentado é um estímulo *flicker* uma vez que cada hexágono, alterna entre preto e branco através de uma sequência pseudo-randomizada com o máximo comprimento de onda designada de “sequência-m”, em que existe 50% de probabilidade de cada elemento hexagonal passar para preto ou branco. A sequência é igual para cada hexágono, contudo o início da estimulação é diferente para cada elemento.

De forma a manter iguais níveis de luminância ao longo de todo o exame, garantindo assim o mesmo nível de adaptação à luz pela retina,

aproximadamente metade do número total dos hexágonos é branco e a outra metade preto.

O número de hexágonos para o estímulo multifocal varia entre 61 a 241. O baixo número de hexágonos requer um curto espaço de tempo de recolha das respostas e produz menor ruído, mas diminui a resolução espacial. Por outro lado um grande número de hexágonos exige um maior tempo de realização do exame e produz maior ruído, mas aumenta a resolução espacial. (Lam, B., 2005).

Segundo *Donald Hood et al* (2007) deverão ser utilizados 61 ou 103 elementos hexagonais, sendo necessário 4 minutos de estimulação para 61 hexágonos e 8 minutos para 103 hexágonos. O padrão de estimulação deverá subtender 20° a 30° do ângulo visual. A estimulação com 61 elementos durante 4 minutos é um método de fácil realização para o paciente e permite uma adequada análise da função macular. Contudo a estimulação com 103 elementos durante 8 minutos é mais sensível para a avaliação da função foveolar e mapeamento de defeitos retinianos. A utilização de hexágonos de tamanho muito reduzidos (241 elementos) poderá ser relevante para avaliação de patologias com defeitos irregulares de pequenas dimensões.

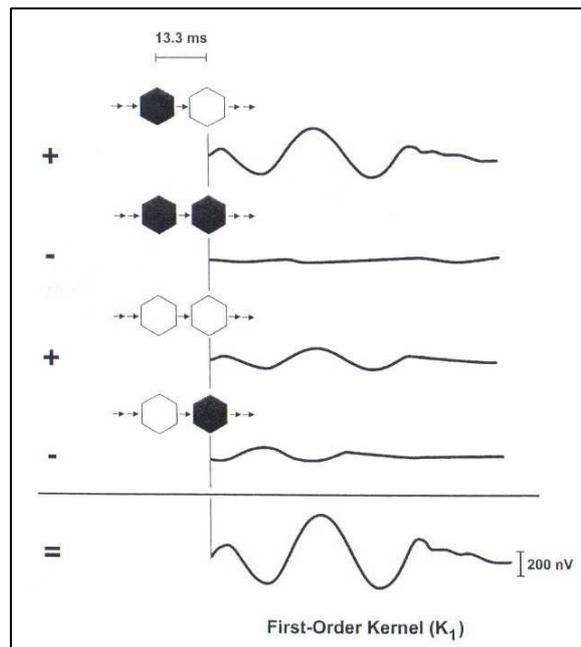
Segundo *Fernando Porto* (2004), com um padrão de 103 hexágonos, as sete respostas centrais correspondem aos 5° centrais, e as dezanove respostas centrais aos 7° centrais.

A estimulação do mfERG deverá ser efectuada num monitor de computador de CRT (*Cathode ray tube*), ou projectores LCD (*Liquid crystal display*) ou LED (*Light emitting diodes*) (Hood, D., 2007).

### **1.ª Ordem de Kernel**

No mfERG, os sinais retinianos locais são calculados matematicamente pela correlação do sinal contínuo recolhido com as fases on-off de cada hexágono. As ondas obtidas não são respostas directas dos sinais recolhidos, mas sim resultados de cálculos matemáticos. Desta forma, nas respostas de primeira ordem, por cada hexágono é efectuada um cálculo em que são somadas todas as respostas na sequência do aparecimento de um elemento branco subtraindo-se, em seguida, todas as respostas na sequência de um

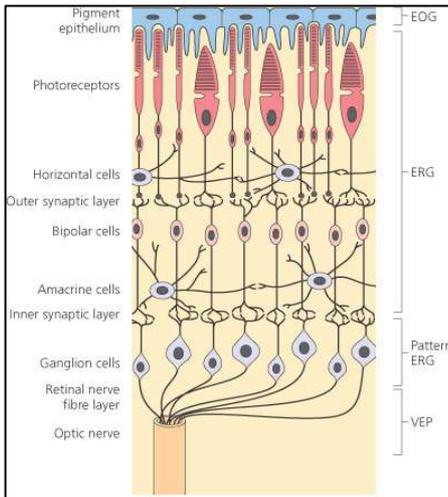
elemento preto. Neste sentido, a resposta de um único hexágono é somada e isolada, derivando da *sequência m* (Lam, B., 2005).



**Fig. 4** Representação Esquemática da origem da 1.<sup>a</sup> Ordem de Kernel  
(Fonte: Lam, B., p.76)

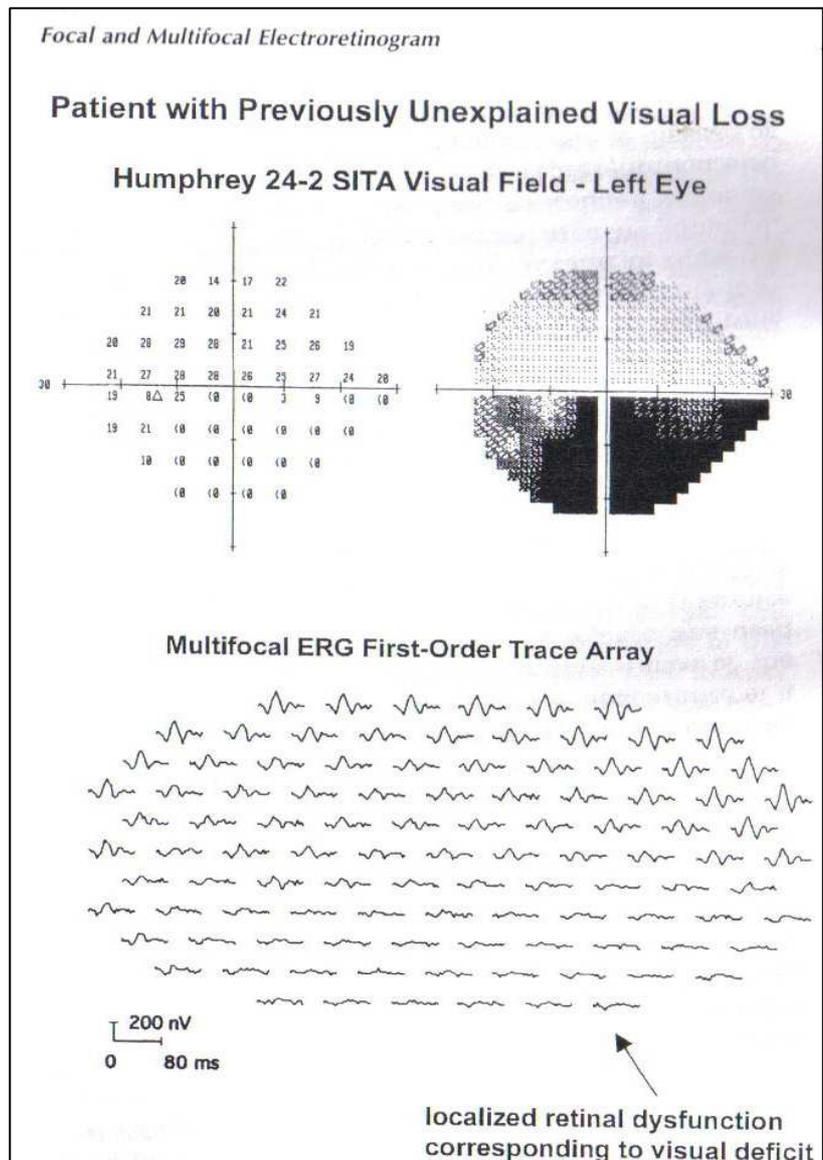
A onda típica do mfERG consiste numa onda bifásica com uma deflexão inicial negativa seguida de um pico positivo. Posteriormente, segue-se a este uma segunda deflexão negativa. Estes três picos são denominados de N1, P1 e N2 respectivamente.

É ainda importante referir que N1 abrange as respostas das principais células que contribuem para a *onda a* do ERG *full-field*, assim como P1 inclui respostas de células que contribuem para a *onda b* e POS (Potenciais Oscilatórios) do ERG convencional. Porém elas não são exactamente equivalentes às respostas fotópicas do mesmo devido à frequência de estimulação superior no mfERG, pelo que não podem ter igual designação (Hood, D., et al, 2007).

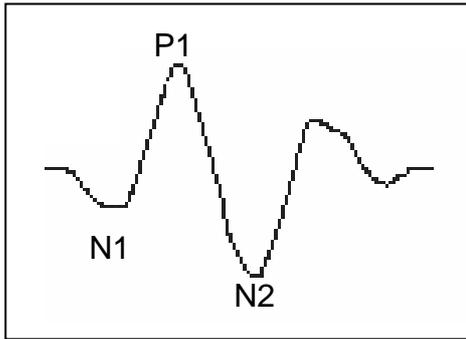


**Fig. 5** Camadas da retina responsáveis pelas respostas electrofisiológicas  
Fonte: Spalton, J. (2006).

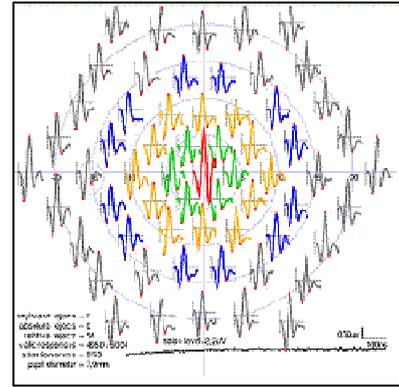
Assim, tal como a *onda a*, a onda N1 reflecte a actividade dos cones e das células bipolares-OFF (hiperpolarização), e a onda P1 reflecte a despolarização das células bipolares-ON, tal como a *onda b*. Para a 1.<sup>a</sup> Ordem de Kernel também contribuem as células ganglionares e a cabeça do nervo óptico, contudo, este contributo é bastante reduzido, pelo que são desprezadas. De referir que a onda N2 normalmente não é utilizada na prática clínica como meio de diagnóstico (Lam, B., 2005).



**Fig. 6** Resultado do MfERG de um indivíduo com defeito de campo inferior inexplicado  
(Fonte: Lam, B., p.77)



**Fig. 7** Diagrama da resposta do mfERG com designação das principais ondas:  
1.<sup>a</sup> Ordem de Kernel  
(Fonte: Hood, D. et al, p.7)

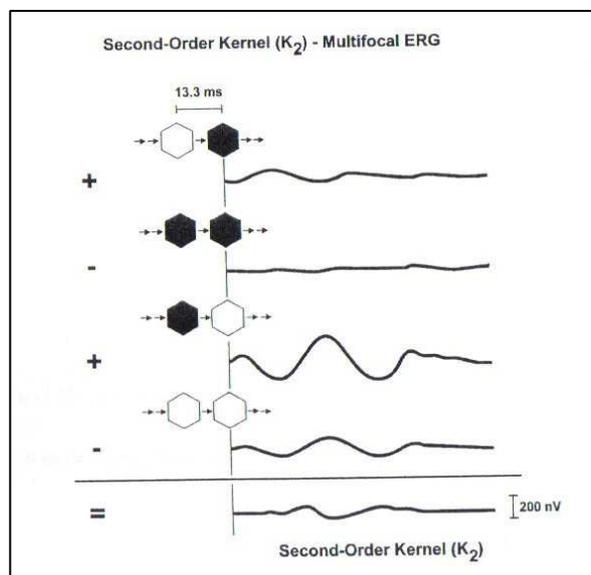


**Fig. 8** Diagrama das respostas locais da 1.<sup>a</sup> Ordem de Kernel do mfERG.  
(Fonte: Hood, D. et al, p.7)

## 2.<sup>a</sup> Ordem de Kernel

Esta consiste numa derivação matemática, estando correlacionada com a resposta eléctrica ERG pattern.

A resposta de segunda ordem calcula o efeito dos sucessivos “flash’s” em cada elemento hexagonal. Desta forma, são somadas todas as respostas às sequências de branco para preto ou de preto para branco e são subtraídas todas as respostas eléctricas às sequências em que não ocorreu alteração na cor do estímulo hexagonal.



**Fig. 9** Representação Esquemática da origem da 2.<sup>a</sup> Ordem de Kernel  
(Fonte: Lam, B., p.82)

A resposta de segunda ordem é similar à resposta de primeira ordem, delineando-se igualmente a onda N1 e P1. Contudo a amplitude da resposta de segunda ordem é menor que a resposta de primeira ordem, sendo o tempo de

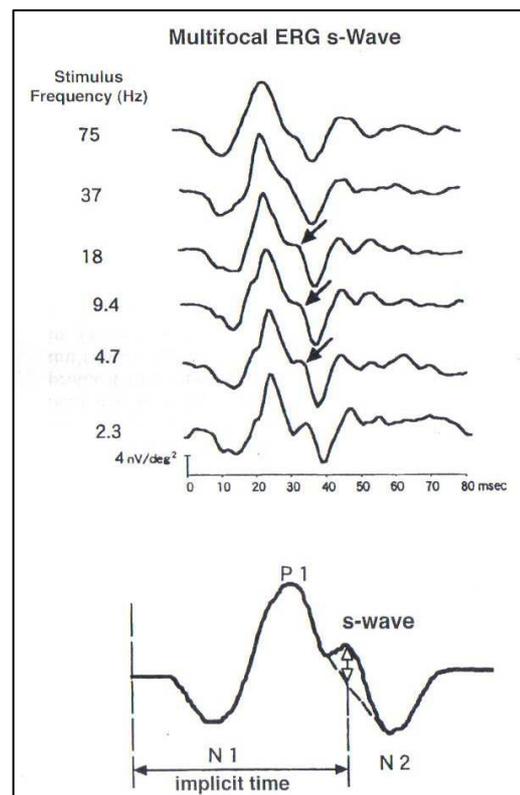
culminação de cada elemento mais longo que a resposta de primeira ordem. É de facto a Primeira Ordem de Kernel que dá origem à resposta de segunda ordem sendo por isso denominada de “Componente Induzida”.

A resposta de segunda ordem esta relacionada com a actividade da retina interna e das células ganglionares. Contudo, segundo *Byron Lam* (2005) uma experiência recente em macacos revela que a resposta de segunda ordem se encontra reduzida mas não ausente com a administração de tetrodotoxina, que elimina os potenciais gerados pelas células ganglionares e talvez de algumas células amácrinas.

A sua utilidade clínica ainda continua a ser objecto de estudo, considerando-se que a sua utilidade esteja relacionada com o diagnóstico de patologias que envolvem as células ganglionares (*Lam, B., 2005*).

### **Onda “S”**

Segundo *Byron Lam* (2005) a onda “s” consiste num pico eminente na linha descendente de P1 na resposta de 1.<sup>a</sup> ordem, e surge quando a frequência de estimulação diminui dos 75Hz para os 18Hz ou menos. Esta onda tem igualmente origem na actividade neural das células ganglionares.



**Fig. 10** Onda-S  
(Fonte: *Lam, B., p.86*)

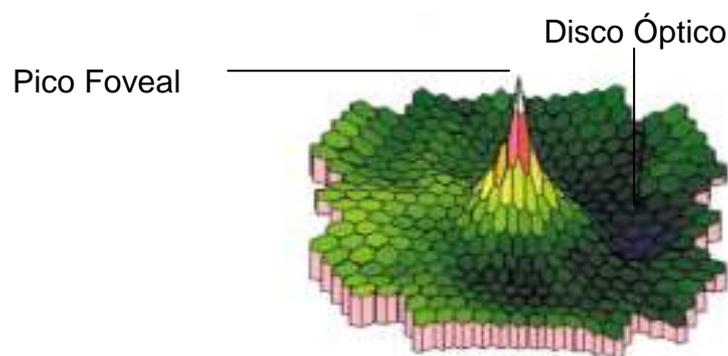
### **Avaliação dos Resultados do MfERG**

De acordo com *Byron Lam* (2005) o traçado obtido referente à resposta de 1.<sup>a</sup> Ordem consiste na verdadeira representação do cálculo topográfico das

respostas eléctricas locais, sendo assim possível a avaliação directa das amplitudes e tempos de culminação de N1 e P1 de cada área individualmente. A amplitude de N1 e P1 por cada elemento hexagonal é similar, mas decresce um pouco com a excentricidade, sendo maior na área foveal onde existe maior densidade de cones. O tempo de culminação de P1 é mais curto na zona da mácula.

Na avaliação das respostas da 1.<sup>a</sup> Ordem de Kernel a amplitude de N1 é medida desde a linha base até à base da depressão de N1 e a amplitude de P1 desde a linha da depressão de N1 até ao pico de P1. O tempo de culminação de N1 e P1 é medido desde o início da estimulação até ao pico de cada uma das ondas. A ISCEV alerta que cada laboratório deverá estabelecer os seus dados normativos (*Hood, D. et al, 2007*).

Quanto ao resultado do exame em três dimensões o seu maior auxílio é na visualização de escotomas. Com este resultado em 3D é possível visualizar facilmente a área correspondente à fóvea pela existência de um pico central assim como aquela correspondente ao disco óptico pela deflexão escura existente na periferia. A análise deste resultado é também efectuada por um sistema de cores, o qual permite também a avaliação do mapa em 2D.

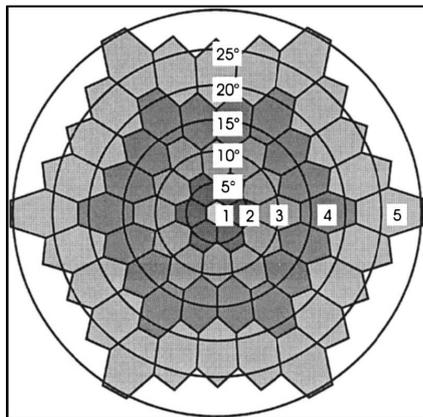


**Fig. 11** Resultado em 3D do mfERG  
(Fonte: *Barber, C. et al, p.2*)

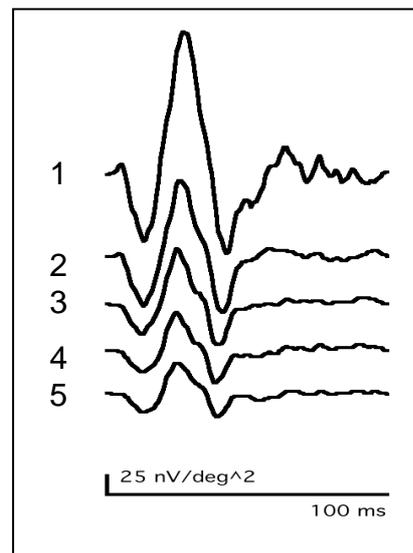
No que diz respeito ao mapa em 2D e 3D é necessário ter um cuidado especial uma vez que podem induzir a erro. A interpretação errónea pode vir na sequência da obtenção do pico central (zona branca/verde) devido à presença de ruído quando na realidade existem alterações maculares locais. Um outro factor diz respeito ao número reduzido de estímulos, o qual pode diminuir o

tamanho do pico central e abolir a visualização do local correspondente ao disco óptico, pelo que também este parâmetro merece uma atenção especial.

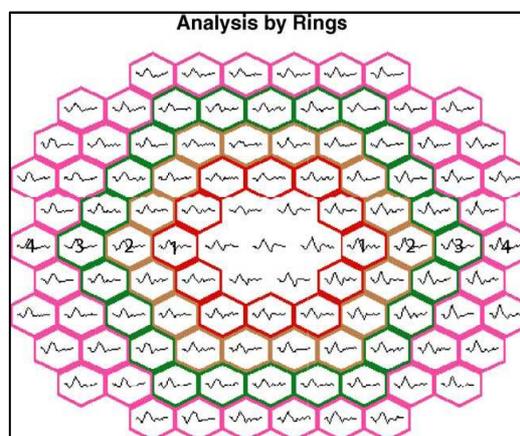
Um outro esquema de obtenção dos resultados diz respeito à soma das respostas da 1.<sup>a</sup> ordem de Kernel dos hexágonos dos anéis concêntricos da mesma excentricidade. Também neste esquema a densidade da resposta é mais elevada na fóvea devido à alta densidade de cones. O resumo das respostas aumenta com a excentricidade dos anéis, como resposta a uma área da retina progressivamente mais larga que vai sendo resumida. Este esquema tem especial interesse para avaliar as respostas respeitantes à excentricidade desde a área de fixação, mas acaba por mascarar escotomas isolados excepto se este for na área foveal (Lam, B., 2005).



**Fig. 13** Registo do mfERG em anéis concêntricos  
(Fonte: Kretschmann, U. et al, p. 2)

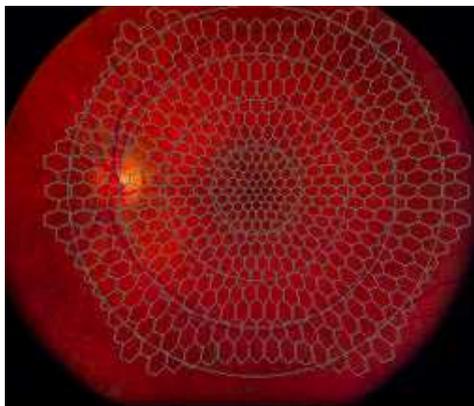


**Fig. 12** Respostas relativas à 1.<sup>a</sup> Ordem de Kernel organizadas por anéis  
(Fonte: Kretschmann, U. et al, p. 2)

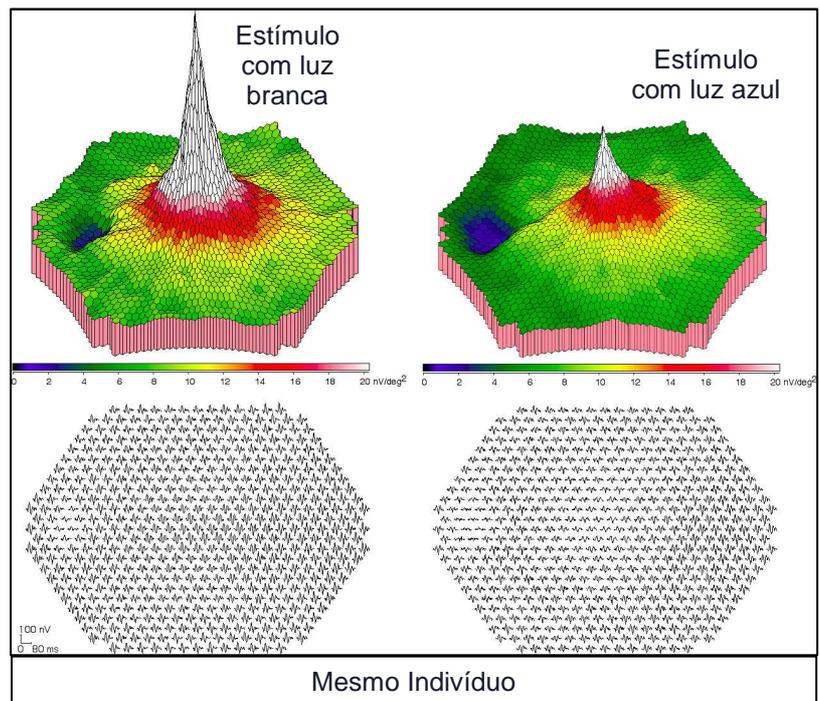


**Fig. 14** Resposta mfERG agrupada em anéis concêntricos  
(Fonte: Greenstein, V.C. et al, p.2869)

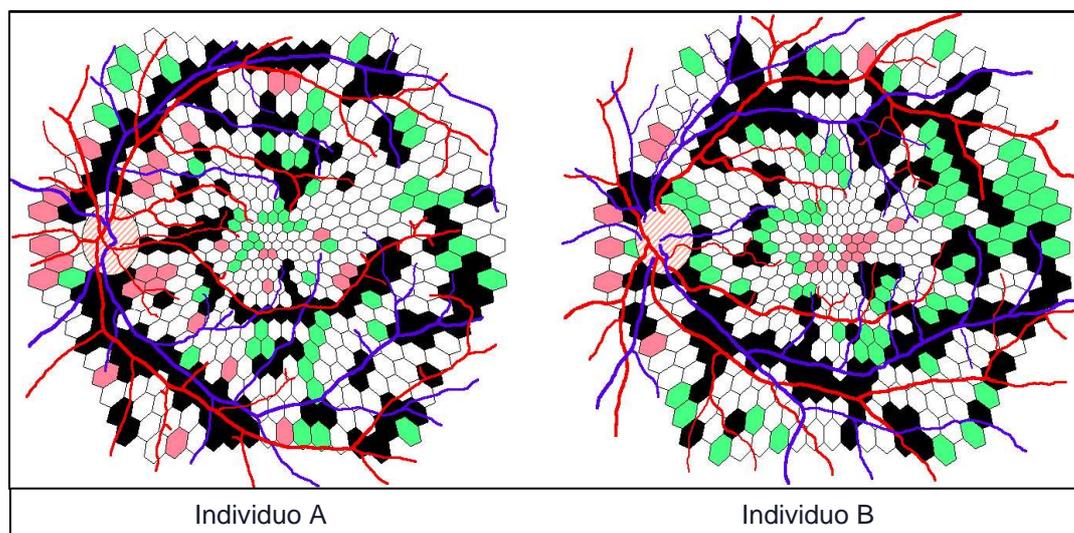
Em 2002, Charlotte *Poloschek et al* realizaram um estudo que pretendia estabelecer uma correlação entre a diminuição das amplitudes das respostas de primeira ordem e a vascularizado retiniana. Para tal utilizaram um estímulo padrão com 509 hexágonos, com luz azul e luz branca e com controlo estreito dos níveis de ruído. Numa primeira fase constataram que o tamanho do pico central no resultado em 3D com o estímulo azul diminuía consideravelmente. Posteriormente concluíram que existia uma correspondência entre as áreas de depressão e a arcada vascular superior e inferior, assim como com alguns vasos pequenos. Constataram ainda que o efeito de absorção da hemoglobina, a qual corresponde aos locais de vasos sanguíneos é mais evidente com luz branca. Contudo, segundo o mesmo estudo, outras depressões locais poderão ser devidas a diferenças fisiológicas da retina.



**Fig. 16** Matriz de 509 hexágonos de estímulo projectado sobre a retina  
(Fonte: Porto, F.B.O., p.32)



**Fig. 15** Resposta do mf ERG em 3D e referente à 1.ª Ordem de Kernel obtidas segundo um protocolo especial.  
(Fonte: Poloschek, C.M. et al, p.581)



**Fig. 17** Local de amplitudes acima do valor médio de SND (1.5) (hexágonos cor-de-rosa) e abaixo do valor médio de SND (1.5) (hexágonos verdes). Hexágonos pretos marcam os locais de depressão coincidentes com locais de vascularização retiniana.  
(Fonte: *Poloschek, C.M. et al*, p.584)

### **Aplicações Clínicas**

No que diz respeito às aplicações do mfERG, segundo *Maluri* (2004) este é utilizado essencialmente em indivíduos que apresentam baixa de acuidade visual e possuem a retina íntegra aquando da sua observação, permitindo assim efectuar a discriminação entre doenças do nervo óptico e da retina.

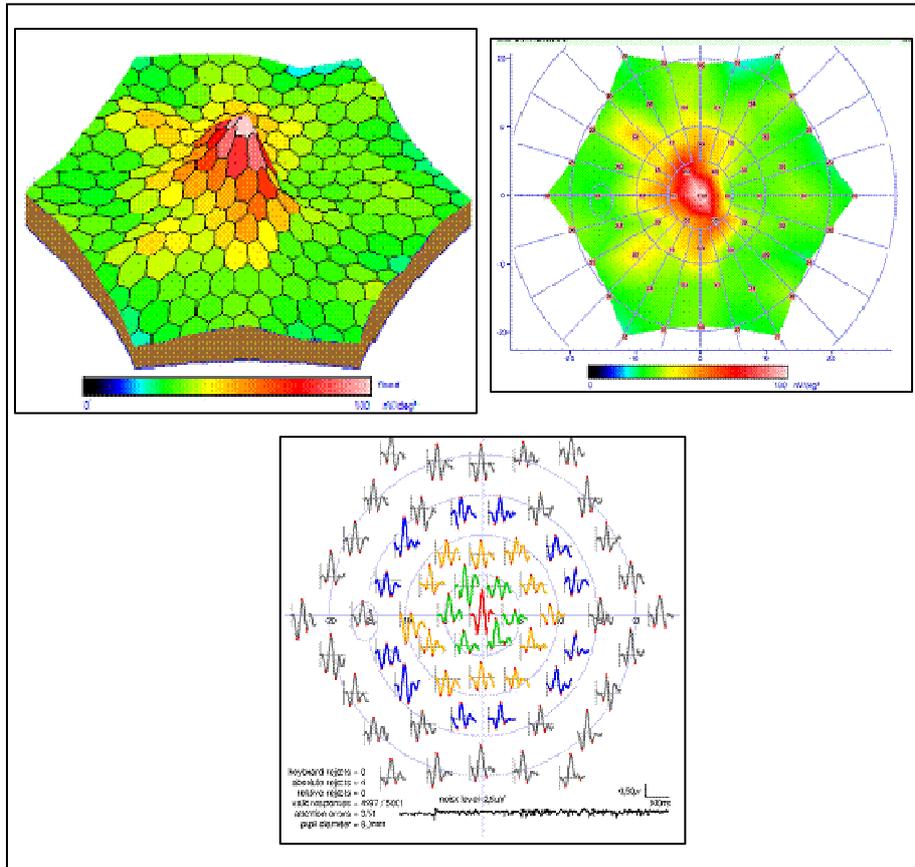
Por outro lado *Ulf Kretschmann et al* (1998) afirma que a mais valia deste exame diz respeito à informação que este disponibiliza acerca do sistema cone, nomeadamente em maculopatias que não causam qualquer alteração no ERG *full-field* fotópico.

De um modo geral quando o mfERG apresenta alterações indica uma disfunção dos cones e/ou células bipolares e permite a localização precisa da área de retina que se encontra lesada, o que permite estabelecer uma correlação com o campo visual.

Destacam-se então as seguintes patologias para aplicação clínica:

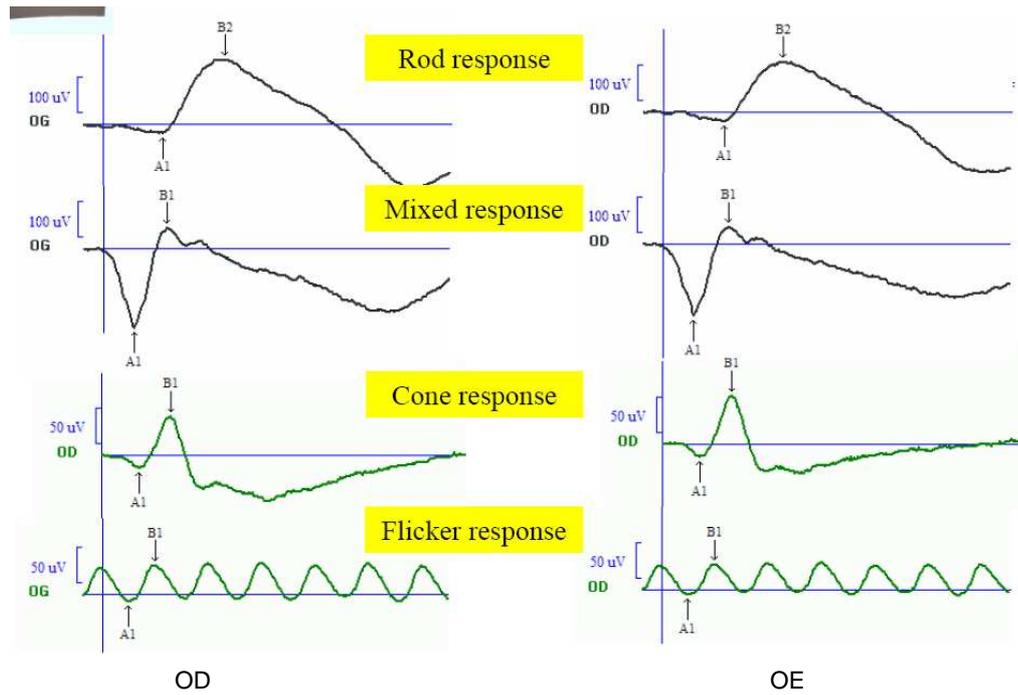
- *Retinopatia tóxica por Cloroquina e/ou Hidroxicloroquina*: No mfERG verifica-se a perda do pico central assim como perdas pericentrais, sendo estas mais frequentes aquando da medicação com hidroxicloroquina. Desta forma o mfERG permite a identificação de pacientes que estão mais predispostos a desenvolver toxicidade retiniana antes das alterações observáveis nos campos

visuais, permitindo a suspensão da medicação ou diminuição da dosagem precocemente, assim como a monitorização da situação clínica, evitando perdas irreversíveis (Maluri,R. et al 2004).

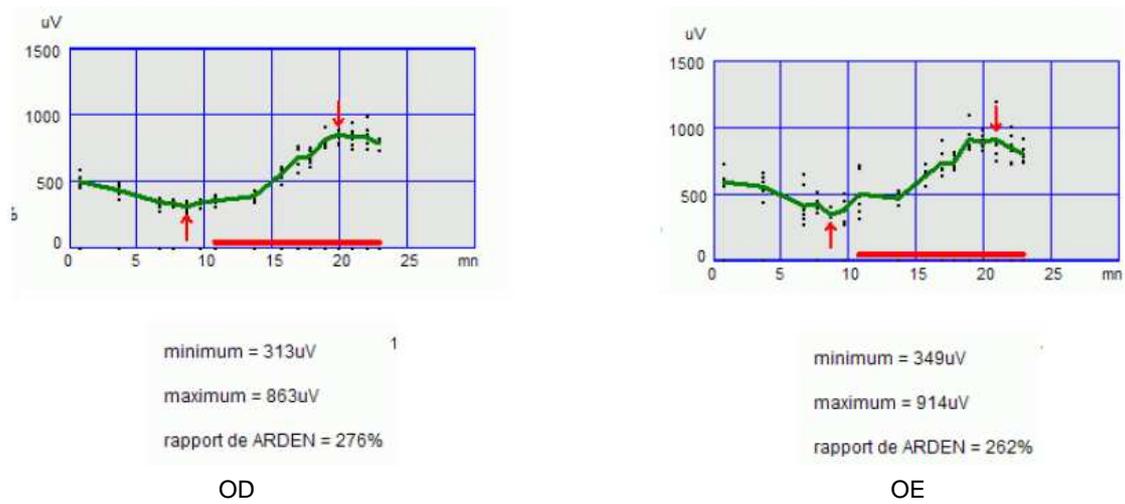


**Fig. 18** Estadio inicial de Retinopatia tóxica por Cloroquina  
(Fonte: Basset, D. et al, p.17-18)

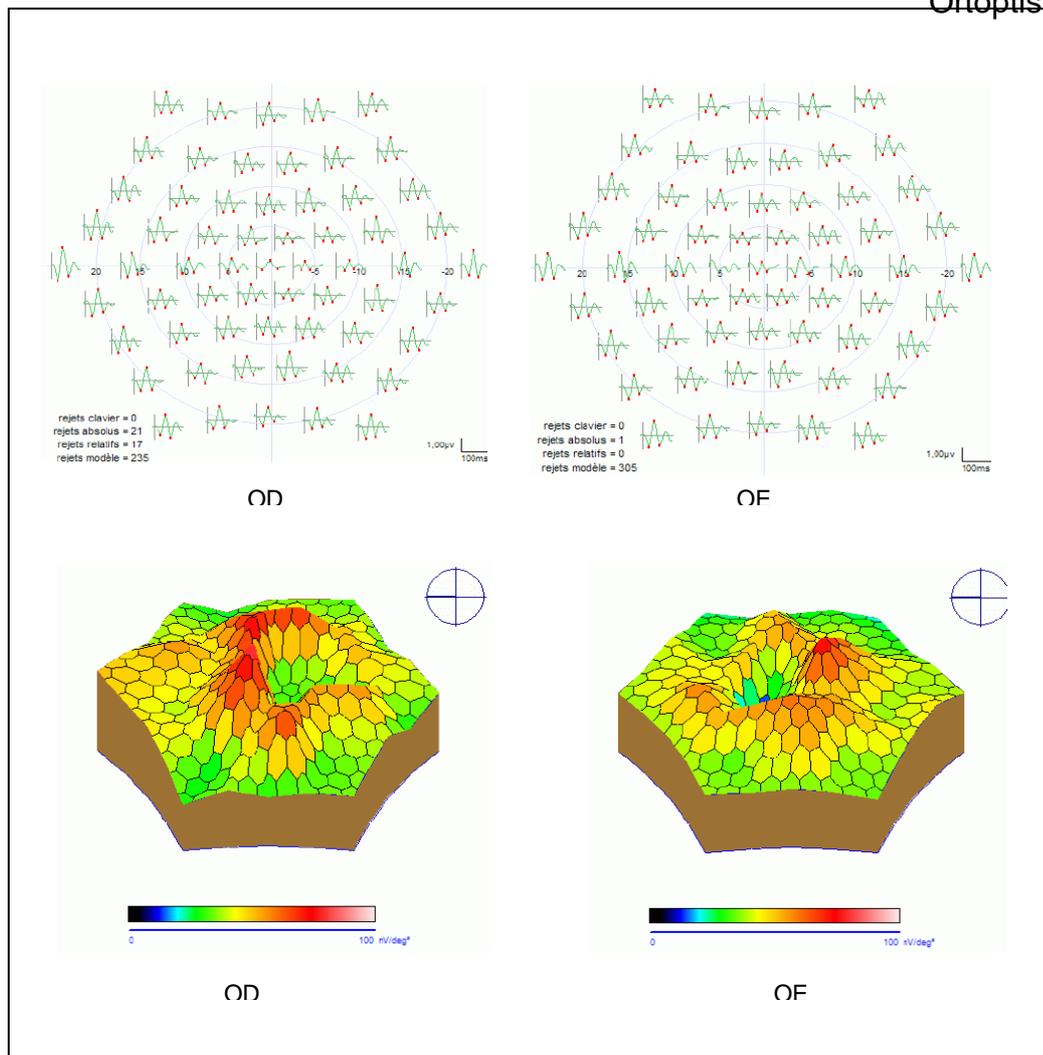
- *Doença de Stargardt*: Na maioria dos casos esta síndrome denota uma aparência normal da fóvea, *fleck's* na média periferia e baixa acuidade visual. Contudo, em algumas situações não são visíveis os *fleck's* e os resultados obtidos no ERG *full-field* não são específicos, dificultando o diagnóstico desta doença. O mfERG evidencia uma diminuição nas respostas centrais e paracentrais, respeitantes aos 1.º, 2.º e 3.º anéis, mesmos nos casos com preservação da visão central. Correlativamente, um mfERG sem alterações permite a exclusão do diagnóstico da Doença de Stargardt (Maluri,R. et al 2004).



**Fig. 19** ERG *full-field* de um indivíduo com doença de Stargardt  
(Fonte: Basset, D. et al, p.4)



**Fig. 20** EOG de um indivíduo com doença de Stargardt  
(Fonte: Basset, D. et al, p.5)



**Fig. 21** ERG Multifocal de um indivíduo com doença de Stargardt  
(Fonte: *Basset, D. et al*, p.6-7)

Segundo *Zrenner* (1998), citado por *Fernanda Porto* (2004), os estados precoces de Doença de Stargardt ou Retinopatia por Cloroquina revelam respostas de amplitude reduzida relativas à 1.<sup>a</sup> ordem de Kernel no anel 2<sup>o</sup>-7<sup>o</sup>, deixando uma resposta assinalada na fóvea. Nas maculopatias o mfERG indica não apenas a perda de função central, mas também uma descrição detalhada da extensão da lesão.

- *Degenerescência Macular da Idade (DMI)*: Segundo um estudo de *Jodie Li et al* (2001) foi constatado que o mfERG é sensível a alterações retinianas na pré-DMI (presença de drusens, pigmentação irregular e baixa da acuidade visual média), verificando-se diminuição na amplitude das ondas na resposta

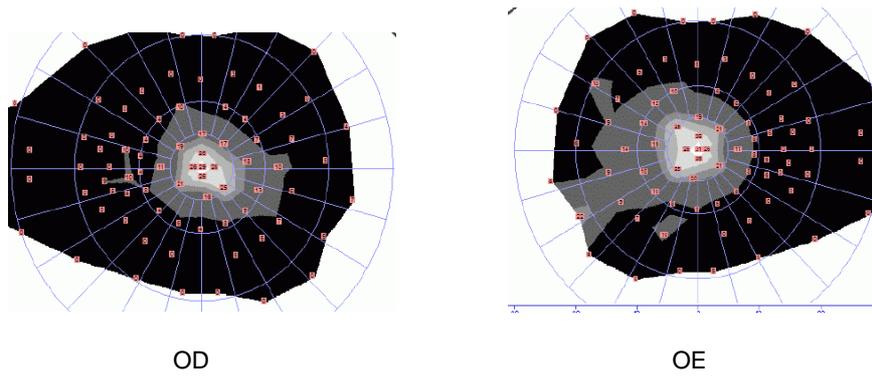
de 1.<sup>a</sup> ordem assim como um prolongamento na sua culminação, na região foveolar.

Segundo um estudo de *Beatrix Feigl* (2006) que utilizou um protocolo diferente para avaliação da função bastonete, o qual se baseou no conhecimento que a DMI se iniciava na zona parafoveolar onde ocorria maior perda de bastonetes, constatou que a DMI precoce afecta a função bastonete que se manifesta nos resultados do mfERG, sendo um óptimo exame no diagnóstico precoce da DMI.

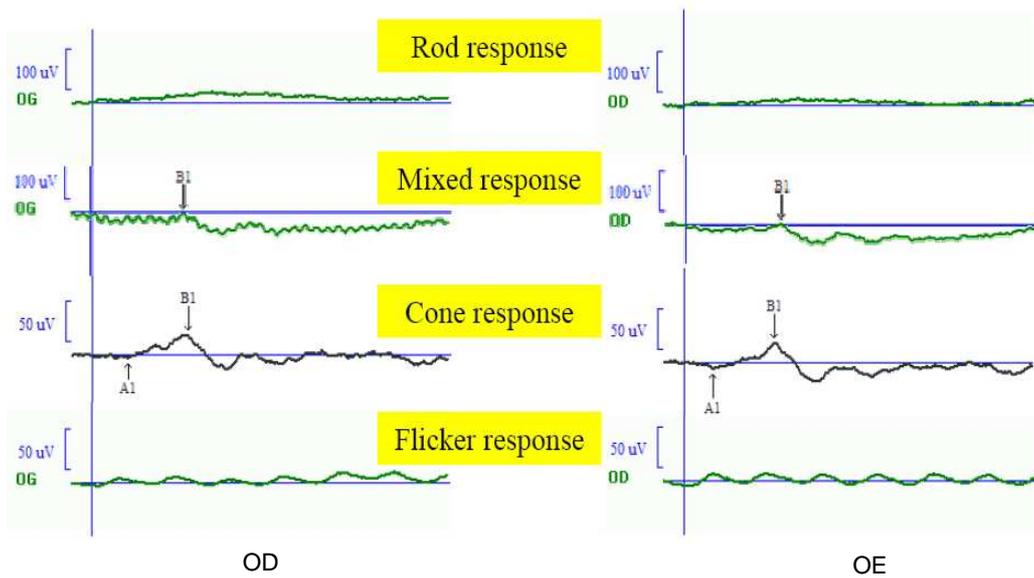
- *Distrofia Macular Oculta/Distrofia Focal dos Cones*: Nesta patologia verifica-se uma perda progressiva de visão inexplicável, visão cromática alterada e normal aparência da fóvea. Também angiografia fluoresceínica e o ERG *full-field* não apresentam quaisquer alterações. Contudo, no mfERG verifica-se uma diminuição das respostas centrais, por vezes bastante acentuadas nos 10º centrais, verificando-se respostas dentro da normalidade na periferia (*Maluri, R. et al 2004*).

- *Descolamentos de Retina*: O mfERG permite registar as respostas eléctricas da retina descolada e colada, podendo ser utilizado para avaliação do resultado funcional após tratamento cirúrgico. Este exame, ao contrário da acuidade visual e campo visual que melhoram logo após um procedimento bem sucedido, mostra a extensão da disfunção retiniana, com amplitudes muito baixas, o que denota a sua sensibilidade a deficit's funcionais residuais (*Porto, F., 2004*).

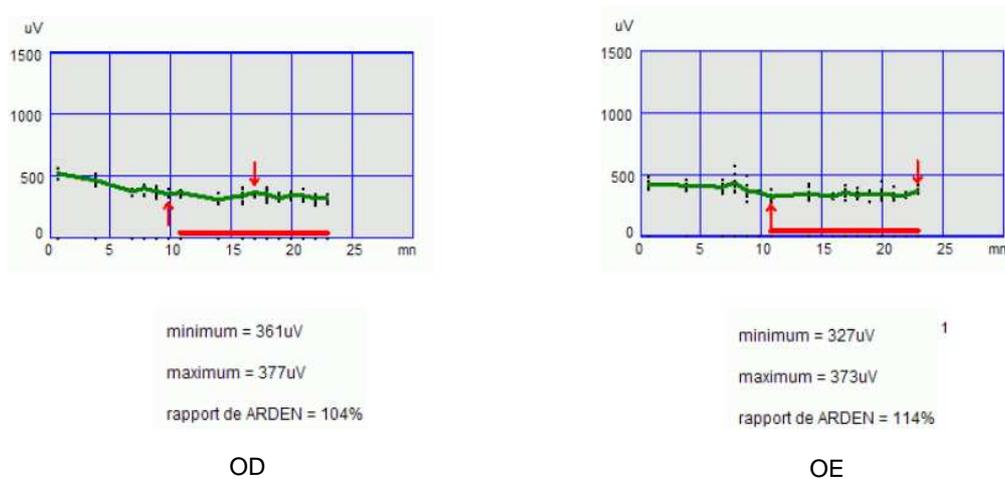
- *Retinopatia Pigmentar (RP)*: Com o ERG *full-field*, nos casos mais avançados de RP, não é possível o registo da actividade eléctrica das células. Contudo, o mfERG permite o registo desta actividade eléctrica, sendo em muitas situações o único exame objectivo possível de ser realizado com significado clínico. Segundo um estudo de *Gränse et al* (2004) foi provado que pequenas respostas eléctricas eram possíveis de ser registadas com o mfERG, permitindo assim a medição da função visual na região macular, normalmente preservada, para posterior prognóstico. Segundo o mesmo estudo este exame e o PEV Multifocal são os únicos métodos objectivos que permitem a avaliação concreta da única área retiniana preservada na RP.



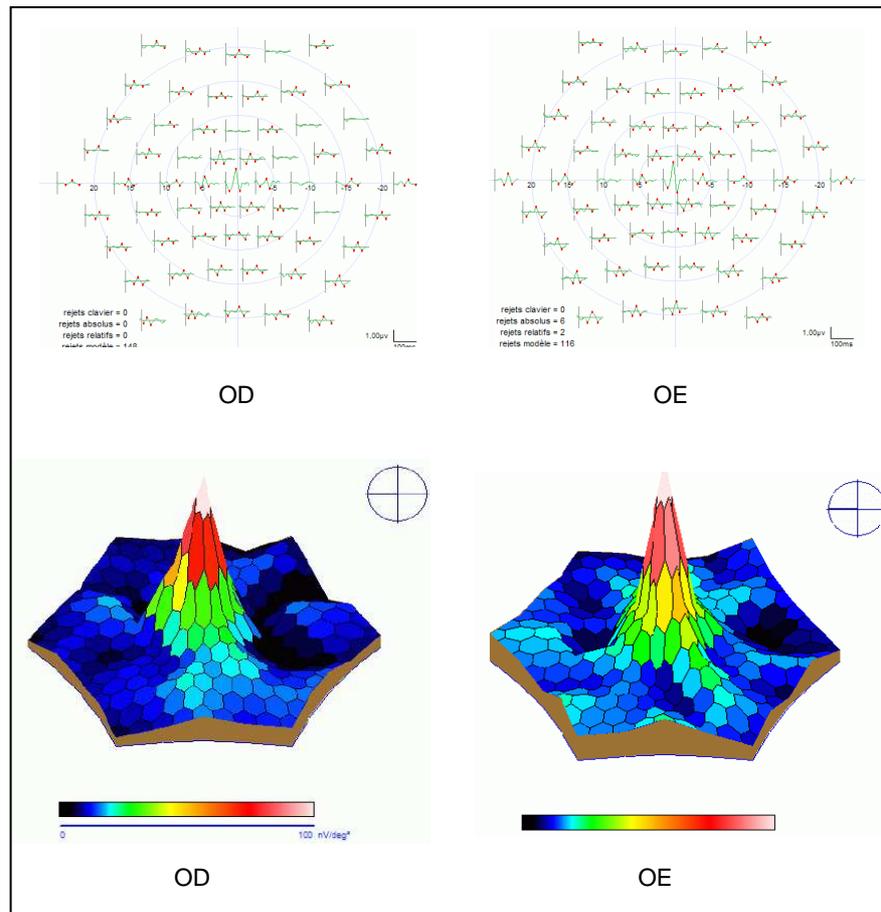
**Fig. 22** Campos Visuais de um indivíduo com Retinopatia Pigmentar  
(Fonte: *Basset, D. et al*, p.9)



**Fig. 23** ERG *full-field* de um indivíduo com Retinopatia Pigmentar  
(Fonte: *Basset, D. et al*, p.10)



**Fig. 24** EOG de um indivíduo com Retinopatia Pigmentar  
(Fonte: *Basset, D. et al*, p.11)



**Fig. 25** ERG Multifocal de um individuo com Retinopatia Pigmentar  
(Fonte: *Basset, D. et al*, p.12-13)

- *Retinopatia Diabética (RD)*: Segundo *Palmowsky* (1997) citado por *Fernanda Porto* (2004), as amplitudes das respostas de 2.<sup>a</sup> ordem são significativamente inferiores e há um prolongamento dos tempos de culminação. As alterações que possam ocorrer no mfERG antes do aparecimento de RD diagnosticável clinicamente, correspondem a alterações da retina interna e ocorrem anteriormente às lesões da retina externa.

- *Glaucoma*: o mfERG não reflecte a perda localizada de células ganglionares (*Klistorner, A., et al, 2004*). Contudo, segundo um estudo de *Nitta Junfuku et al* (2005) existe uma correlação significativa entre a amplitude da onda “s” e o valor do desvio padrão do campo visual assim como com a espessura da camada de fibras nervosas em olhos glaucomatosos. Um estudo de *Ken-ichi Murai* (2004) revela que a determinação da amplitude da onda “s”

poderá ser um indicador objectivo da afecção das células ganglionares da retina pelo glaucoma.

## Conclusão

Após a elaboração deste documento é possível concluir que o mfERG consiste num exame ainda em desenvolvimento, tendo-se revelado um método eletrofisiológico essencial no diagnóstico precoce de determinadas patologias.

Os artigos estudados revelam a importância do mfERG na detecção precoce da DMI e da RD. Também a nível do glaucoma se tem vindo a descobrir os contributos deste método de diagnóstico. Quanto à RP, verifica-se que este método consiste em muitas situações o único método objectivo que permite a aquisição de resultados mensuráveis. Contudo, o mfERG deve ser estudado em conjunto com outros exames complementares de diagnóstico pois existem patologias que não possuem traçados característicos.

Na prática, o mfERG é bastante útil pois apresenta maior sensibilidade em relação ao ERG convencional no diagnóstico de patologias retinianas, essencialmente maculares.

A reprodutibilidade do mfERG torna-o num exame objectivo capaz de monitorizar a função visual durante a evolução de determinadas patologias como em situações de descolamentos de retina.

## Bibliografia

Barber, C. (2002). The multifocal technique: a new era in clinical electrophysiology of vision. *Focus – Occasional Update from the royal college of ophthalmologists*. **21**.

Feigl, B., et al (2006). *The rod-Mediated Multifocal Electroretinogram in Aging and in Early Age-Related Maculopathy*. Acedido em: 24 de Março de 2008, em: [www.ingentaconnect.com/content/tandf/ceyr/2006/00000031/F0020007/art00009?crawler=true](http://www.ingentaconnect.com/content/tandf/ceyr/2006/00000031/F0020007/art00009?crawler=true)

Basset, D., Defoort S., Hache, J. (s.d.). *Multifocal E.R.G. – Comparison with clinical and other functional exams*. University Medical Center, Lille, France.

Gränse, L., Ponjavic, V., Andréasson, S. (2004). Full-Field ERG, multifocal ERG and multifocal VEP in patients with retinitis pigmentosa and residual central visual fields. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. **82**: 701-706.

Greenstein, V.C., Holopigian, K., Seiple, W., Carr, R.E., Hood, D.C. (2004). Atypical multifocal ERG responses in patients with diseases affecting the photoreceptors. *Vision Research*. **44**: 2867-2874.

Hood, D., Bach, M., Brigell, M., Keatink, D., Kondo, M., Lyons, J. S., Palmowsky-Wolfe, A.M. (2007). *ISCEV Guidelines for clinical Multifocal electroretinography*. Acedido em: 17 de Março de 2008, em: [www.iscev.org](http://www.iscev.org)

Klistorner, A.I., Graham, S.L., Martins, A. (2004). *Multifocal Pattern Electroretinogram does not demonstrate localised field defects in glaucoma*. Acedido em: 21 de Março de 2008, em: <http://www.springerlink.com/content/x12q70v63516k526/?p=409a6e78c6e24a03a9d38d25ee0b1c70&pi=0>

Kretschmann, U., Seeliger, M., Ruether, K., Usui, T., Zrenner, E. (1998). Spatial cone activity distribution in diseases of the posterior pole determined by multifocal electroretinography. *Vision Research*. **38**: 3817-3828.

Lam, B. (2005). *Electrophysiology of Vision - Clinical Testing and Applications*. Taylor&Francis. USA.

Li, J., Tso, M.O.M., Lam, T.T. (2001). Reduced amplitude and delayed latency in foveal response of multifocal electroretinogram in early age related macular degeneration. *Br J Ophthalmol*. **85**: 287-290.

Maluri, R., Bleau, L. (2004). Multifocal ERG In Praticce. *Review of Ophthalmology*. **December**: 42-43.

Murai, K., Tazawa, Y., Kobayashi, M., Hayasaka, A. (2004). *Amplitude of the s-Wave of Multifocal Electroretinograms Can Indicate Local Retinal Sensitivity in Glaucomatous Eyes*. Acedido em: 28 de Março de 2008, em: <http://www.springerlink.com/content/7kf4udkxe0992ywx/?p=fa96e058cb4a4c6783d1ee66367aa5e0&pi=13>

Nitta, J., Tazawa, Y., Murai, K., Egawa, I., Nabeshima, T., Endo, T., Tanaka, M., Machida, S. (2005). *Relationship Between the s-wave Amplitude of the Multifocal Electroretinogram and the Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Glaucomatous Eyes*. Acedido em: 17 de Março de 2008, em: <http://www.springerlink.com/content/y6321n324606373x/?p=63c9cdeacbf34200a2f2c6587734f7e0&pi=20>

Oyamada, M.K., Dotto, P.F., Abdalla, M. (2007). Fatores técnicos intervenientes na realização do exame de Electrorretinograma Multifocal (ERGmf). *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. **70** (4): 713-717.

Poloschek, C.M., Sutter, E.E. (2002). The fine structure of Multifocal ERG topographies. *Journal of Vision*. **2**: 577-587.

Porto, F.B.O. (2004). *Electrorretinografia Multifocal na Retinose Pigmentaria*. Tese de Doutorado em Medicina. Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 174pp.

Spalton, D.J., Hitchings, R.A., Hunter, P.A. (2005). *Atlas de Oftalmologia Clínica*. 3ª edição, Mosby – Elsevier. São Paulo.