

## INTRODUÇÃO

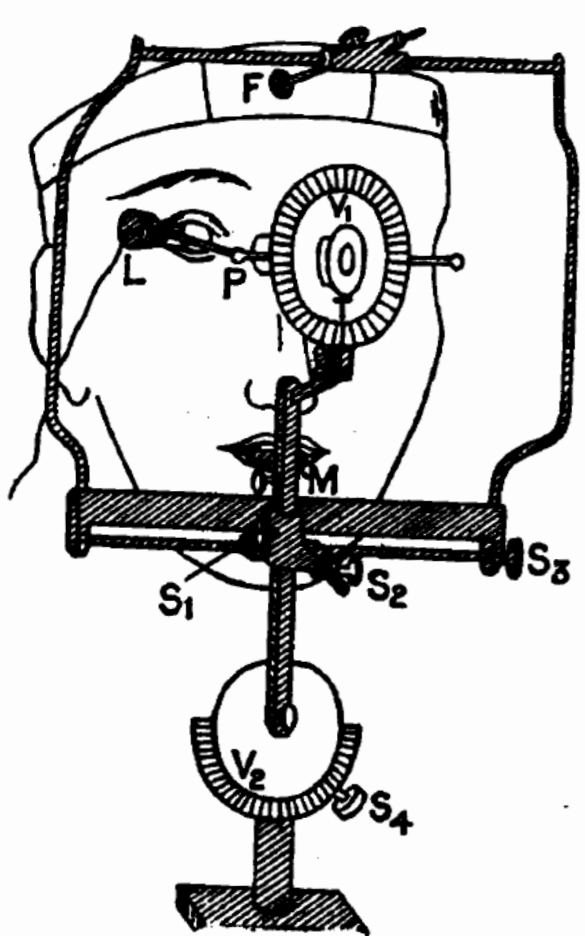
Rastreadores de olhos (*eye trackers*) são equipamentos utilizados para mensurar as movimentações oculares. Possuem aplicações clínicas, acadêmicas e ocupacionais diversas por possibilitarem uma análise dos movimentos sacádicos, das fixações, das regressões, da sincronia binocular e do tempo de cada movimento. Esses parâmetros refletem a integridade de diferentes componentes do sistema nervoso central.

Diversas soluções tecnológicas para rastreamento ocular foram propostas desde o Século XIX, havendo equipamentos ópticos, mecânicos, elétricos e fotográficos.

## OBJETIVO

Investigar o histórico do desenvolvimento de rastreadores oculares desde o final do século XIX.

## PRIMEIRAS TECNOLOGIAS

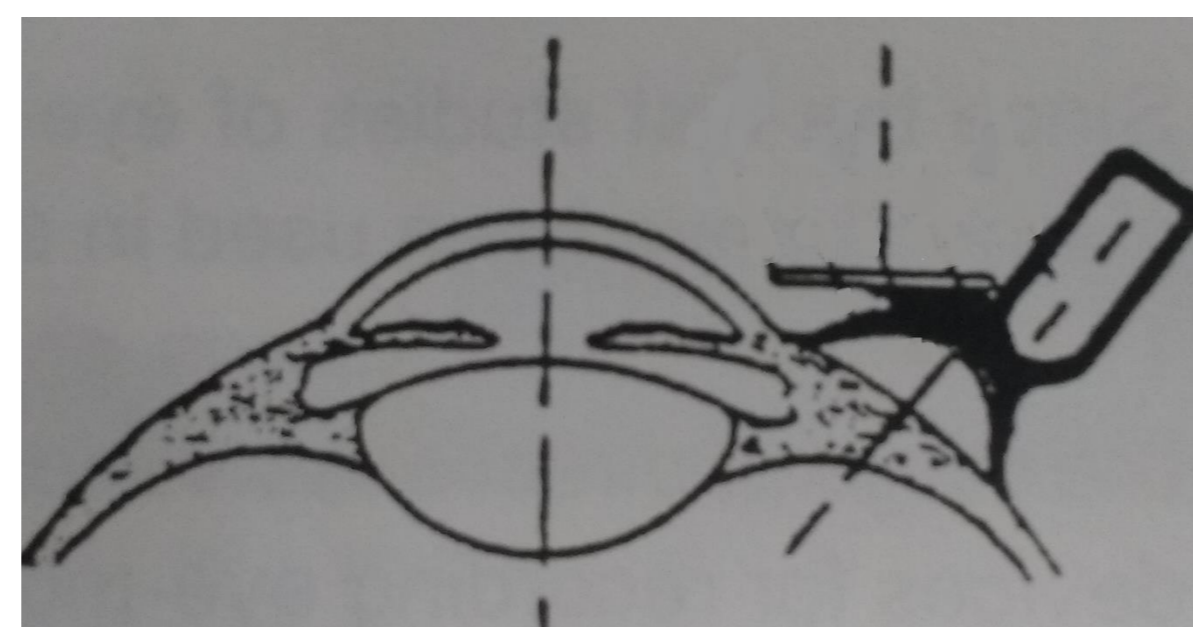


### LENTE DE AUMENTO (1,2,9)

- $\cong$  1890
- Lentes de aumento como telescópios e microscópios, acopladas a um suporte para a cabeça
- Proporcionavam uma maior nitidez e facilitavam a contagem dos movimentos oculares

### DISPOSITIVOS MECÂNICOS (13)

- $\cong$  1900
- Contato direto com os olhos por meio de cápsulas pneumáticas ou copos de alumínio, marfim ou borracha
- Fios acoplados às cápsulas e copos acionam caneta registradora quando há movimento dos olhos
- Em outra configuração, espelhos acoplados aos copos indicam posição dos olhos refletindo feixes luminosos

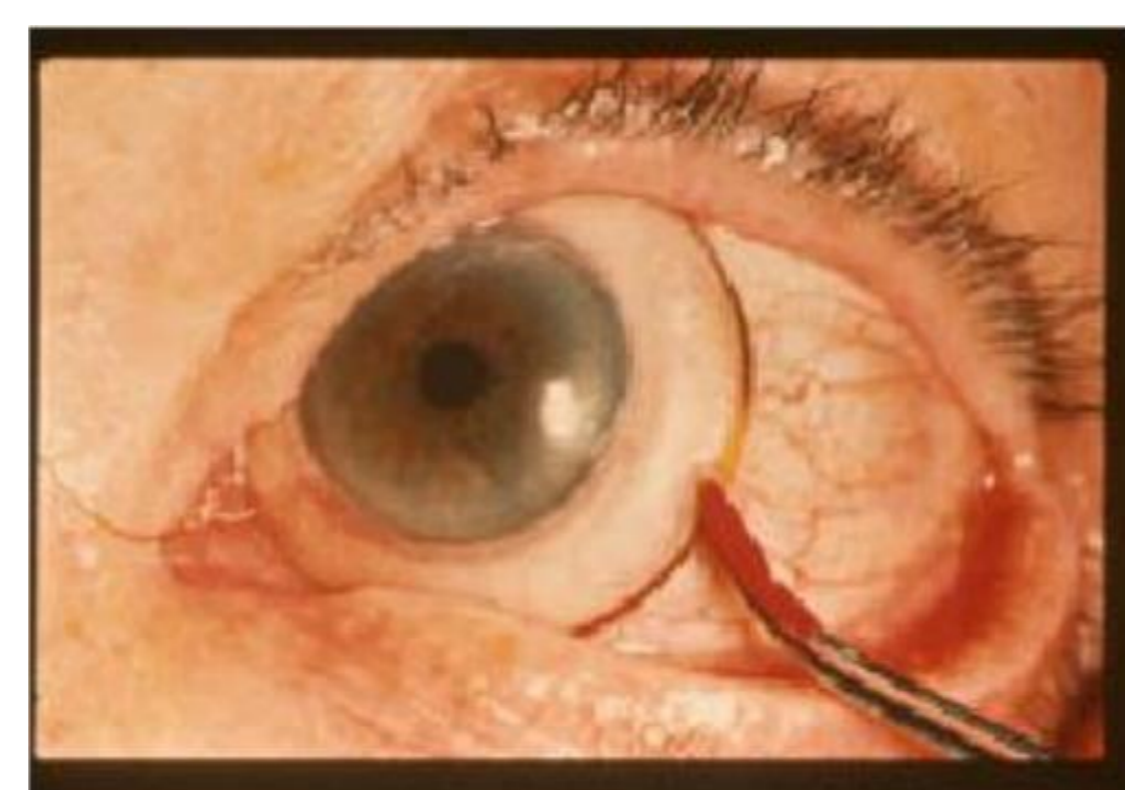


### ELETRO-OCULOGRAFIA (4)

- $\cong$  1950
- Um sinal elétrico contínuo, proveniente da diferença de potencial elétrico gerada durante a contração dos nervos oculares, é medido a partir de eletrodos posicionados ao redor dos olhos
- O sinal é amplificado e processado para que indique a posição momentânea dos olhos

### BOBINA OCULAR ESCLERAL (10)

- $\cong$  1960
- Bobina eletromagnética feita de um fino fio de cobre inserida em um substrato gelatinoso
- Ao mover os olhos, a deformação do campo magnético na bobina gera um sinal correspondente à posição deles



### VIDEO-OCULOGRAFIA (6)

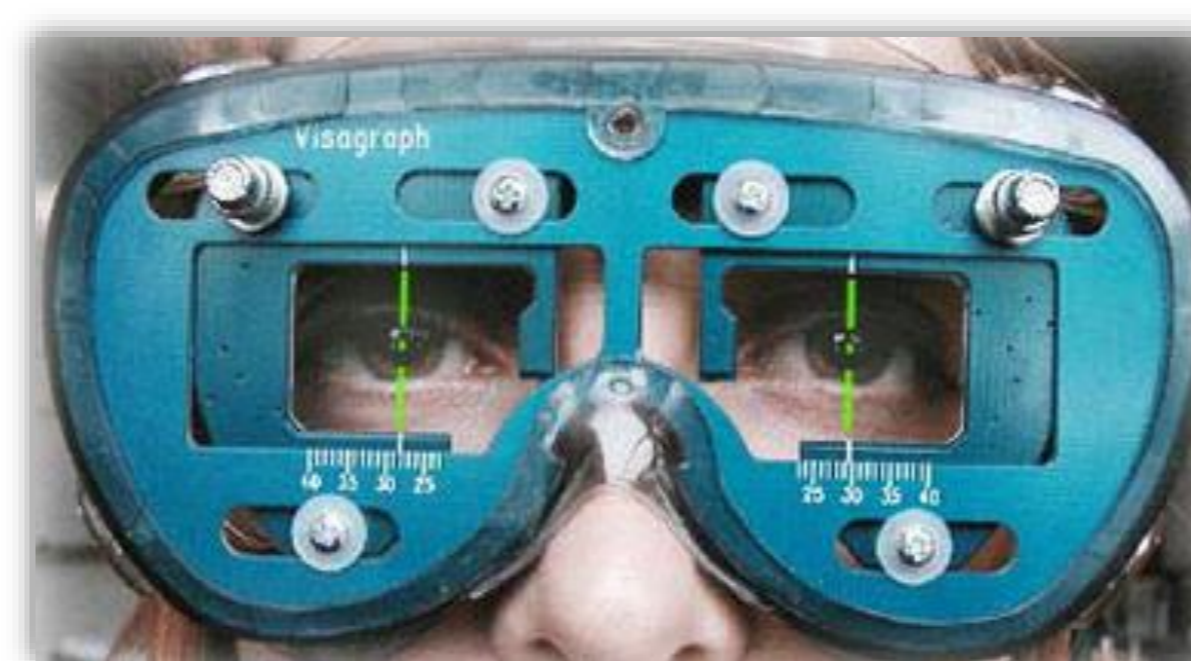
- $\cong$  1970
- Registro dos movimentos dos olhos em imagens analógicas
- Imagens obtidas pela reação química na película celuloide de filme fotográfico quando em contato com a luz visível que atravessa as lentes da câmera



## TECNOLOGIAS COM INFRAVERMELHO

Com o advento dos computadores e a modernização dos sistemas microeletrônicos, a partir de 1970, houve um expressivo aperfeiçoamento nos sistemas de captura dos movimentos oculares, permitindo que as medições fossem mais precisas e que grandes quantidades de dados passassem a ser coletadas e processadas em poucos minutos (11).

Os equipamentos mais modernos e atualmente mais utilizados se baseiam no rastreamento do reflexo corneal e na detecção da pupila em vídeo. Nessa abordagem, os olhos são iluminados com dispositivos emissores de luz infravermelha, criando reflexões fortes no fundo da retina e reflexos de Purkinje. A região da pupila e os reflexos de Purkinje detectados são gravados em vídeo, o qual é processado por um programa que executa um algoritmo de visão computacional (7,8,10).



### RASTREADORES MONTADOS EM ÓCULOS (3)

- Montado em um par de óculos
- Sensores infravermelhos para detectar movimentos
- Em outra configuração, câmera para filmar o campo de visão e outras duas câmeras para o registro de cada um dos olhos

### RASTREADORES REMOTOS (3)

- Não são fixados à cabeça ou têm contato direto com a pessoa analisada, sendo acoplados a um monitor ou a um plano
- Registram os movimentos dos olhos ao observarem uma imagem ou cena na tela



### RASTREADORES COM SISTEMA DE PRECISÃO DE POSICIONAMENTO DE CABEÇA (3)

- Integrados a um suporte de precisão sobre o qual o queixo é apoiado
- Evita que a cabeça se movimente durante o teste e tornando a aquisição de dados mais acurada

### RASTREADORES INTEGRADOS A APARELHOS DE MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM (12)

- Podem trabalhar em conjunto com aparelhos de imagem por ressonância magnética, de magnetoencefalografia e de eletroencefalografia
- Ampliam o leque de informações obtidas por esses equipamentos de exame



### REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE CENA (5)

- Dados brutos obtidos pelos rastreadores podem ser dispostos em representações gráficas com pontos de fixação e sacadas
- Auxiliam a interpretação do estado cognitivo do paciente

## Conclusão

Já houve uma expressiva evolução nas técnicas de medição dos movimentos oculares para a análise de diferentes situações e estímulos visuais. As informações providas dessas pesquisas são úteis não apenas ao entendimento da visão, mas também das consequências de diversas deficiências e ao desenvolvimento de interfaces entre pessoas e sistemas artificiais.

## Referências

1. BARANY, R. "Apparat zur Messung der Rollbewegungen des Auges", Zeitschr. F. Sinnesphysiol., 45, 1910, p.59
2. GEORGE, E. J.; FOREN, J. A.; LOWELL, J. W., "Study of the Ocular Movements in the Horizontal Plane", American Journal of Ophthalmology, 6, 1923, pp. 833-838
3. GOLL-LÖCKE, V. Eye-Tracking - Grundlagen, Technologien und Anwendungsgebiete. GRIN Verlag, 2009
4. HEIDE, W. et al. Electrooculography: technical standards and applications. Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl., v. 52, p. 223-240, 1999.
5. HILDEBRANDT, L. Eye Tracking Systeme für Usability Tests (2007) - URL public.fth-berlin.de/~petrasch/ Acesso em 14/02/2009, usability/media/archiv/2007-04\_SIG\_SU\_Hildebrandt\_EyetrackingfuerUsabilityAnwendungen.pdf.
6. HUNZIKER, H. Visuelle Informationsaufnahme und Intelligenz: Eine Untersuchung über die Augenfixationen beim Problemlösen. Schweizerische Zeitschrift für Psychologie und ihre Anwendungen, v. 29, 1970.
7. KLETTEL, R. Concise computer vision. Springer, London, 2014.
8. MORIMOTO, C.H.; MIMICA, M.R.M. Eye gaze tracking techniques for interactive applications. Computer vision and image understanding, v. 98, n. 1, p. 4-24, 2005.
9. MORSE, W. C., "Comparisons of the Eye Movements of Fifth and Seventh Grade Pupils Reading Materials of Corresponding Difficulty", Studies in the Psychology of Reading, Monographs in Education, No. 4 Ann Arbor: University of Michigan Press, 1951, pp. 3-64.
10. RAKOCZL, M.G. Analysis of eye movement in the context of e-learning - Recommendations for Eye efficient User Interfaces, Technische Universität Wien (thesis), 2014
11. RAYNER, K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. Psychological bulletin, v. 124, n. 3, p. 372, 1998.
12. SMI SMI Eye Tracking from Science to Your Application. Disponível em: <https://www.smivision.com/eye-tracking/product/view2k-high-performance-eye-tracking-platform/> Acesso em 25 de abril de 2017.
13. YARBUS, A. L., Eye Movements and Vision. New York: Plenum Press, 1967.