



EEG I



Docente: Joana Pires

EEG I

6. Como se realiza um registo de EEG (2^a parte)

Docente: Joana Pires



Conteúdos programáticos

- Preliminares: consulta, requisição e pedido
- Receber o paciente
- Preparação do Exame
- Calibração
- EEG Rotina – provas de activação
- EEG com prova de sono
- Artefactos: Tipos de Artefacto
- Métodos de deteção e rejeição artefactos



EEG de Rotina

- Recomendações para realização de EEG clínico digital:
Standard Committee of the IFCN
- Consiste em procedimentos standard executados sempre que não existem indícios para provas (de activação) especiais
- Definição de protocolo standard contribuiu para a manutenção de indicadores de qualidade



EEG de Rotina

- Utilização de settings de registo standardizados
 - Filtros, sensibilidade, escala de tempo
- Na revisão de EEGs digitais é possível usar settings diferentes da aquisição
- Importante ferramenta de análise e interpretação do EEG



EEG de Rotina

- O protocolo deve incluir:
 - Settings de aquisição (filtros, sensibilidade, velocidade)
 - Tipo/sequência e duração de montagens a usar
 - Provas de activação:
 - Abertura/fecho de olhos
 - Ponderar a realização de estímulos sonoros e tácteis (associados ou não a período de sonolência/ sono)
 - Manobras para teste de ritmos cerebrais (ritmo miu)
 - Procedimentos da Hiperventilação (HPP)
 - Sequência da Estimulação Luminosa Intermitente (ELI)
 - Duração total do registo



EEG de Rotina

- Possibilidade de implementação de procedimentos extra ajustados a cada caso
 - Indicações clínicas do médico assistente
 - Informação recolhida durante a anamnese
 - Alterações/indícios detectados durante a realização do exame
- Vantagens:
 - Registo personalizado
 - Melhoraria da capacidade diagnóstica



EEG de Rotina

Settings de Aquisição

- Sensibilidade: 50, 70 ou $100\mu\text{V}/\text{cm}$

- Velocidade: 30 mm/s

15 mm/s

(existência de actividade periódica; útil na revisão; análise de registos prolongados)

- Filtros:

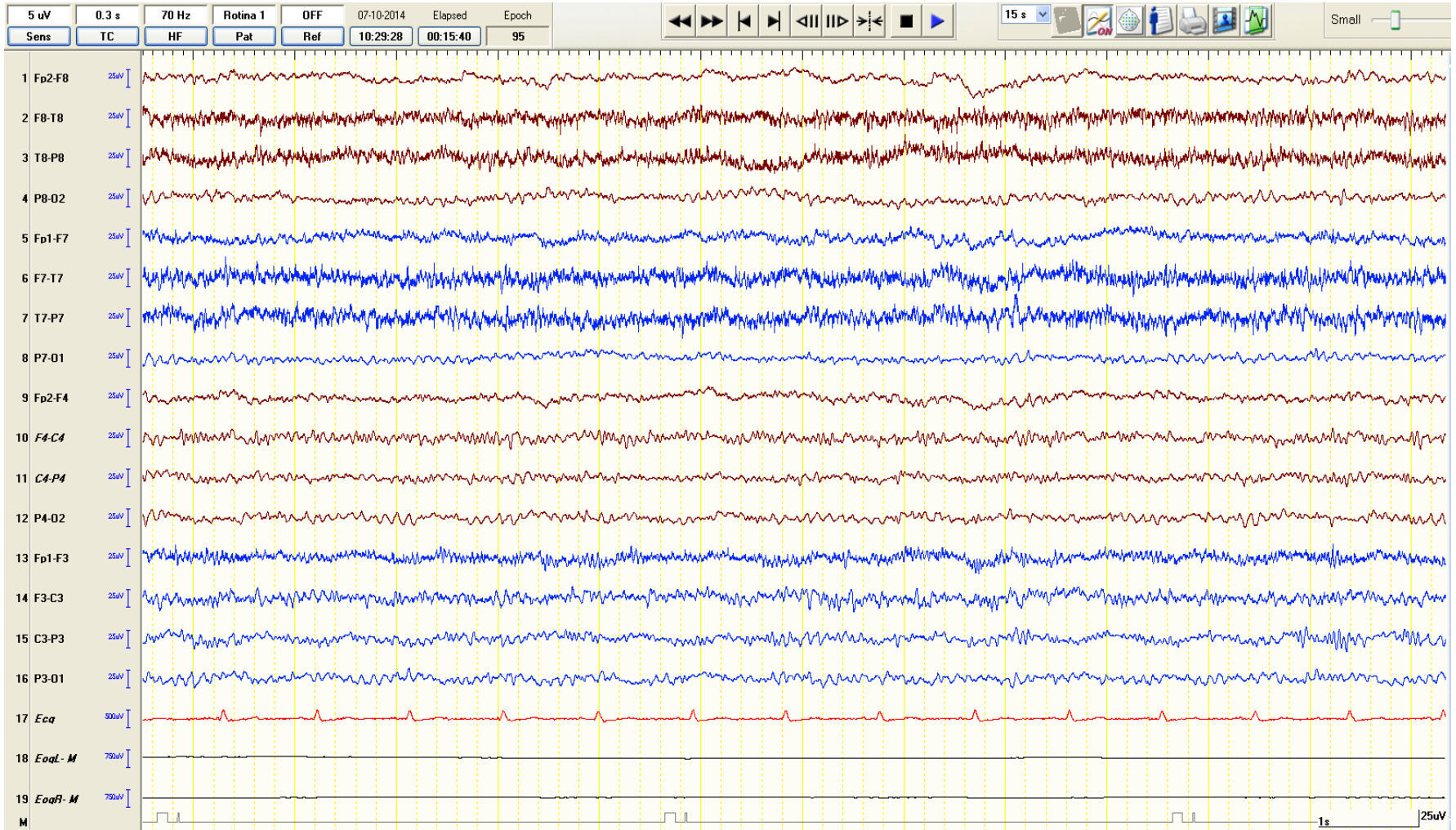
- HF (passa-baixo): 70 Hz (ou superior)

- TC (passa-alto): 0,3 seg ou 0,53Hz

Time constant τ in $\mu\text{s} = 159155 / f_c$ in Hz

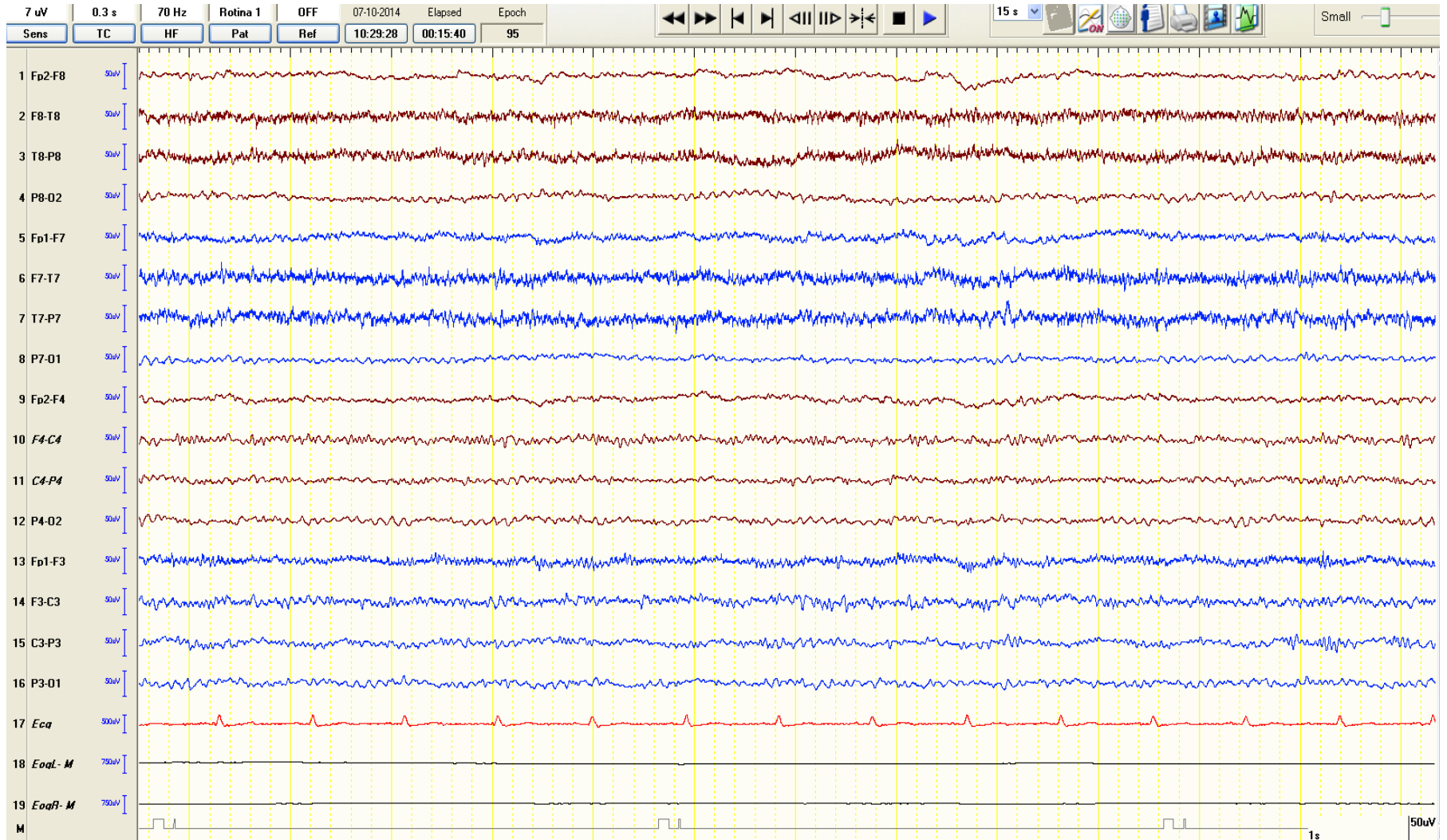


Sensibilidade: $50\mu\text{V}/\text{cm}$



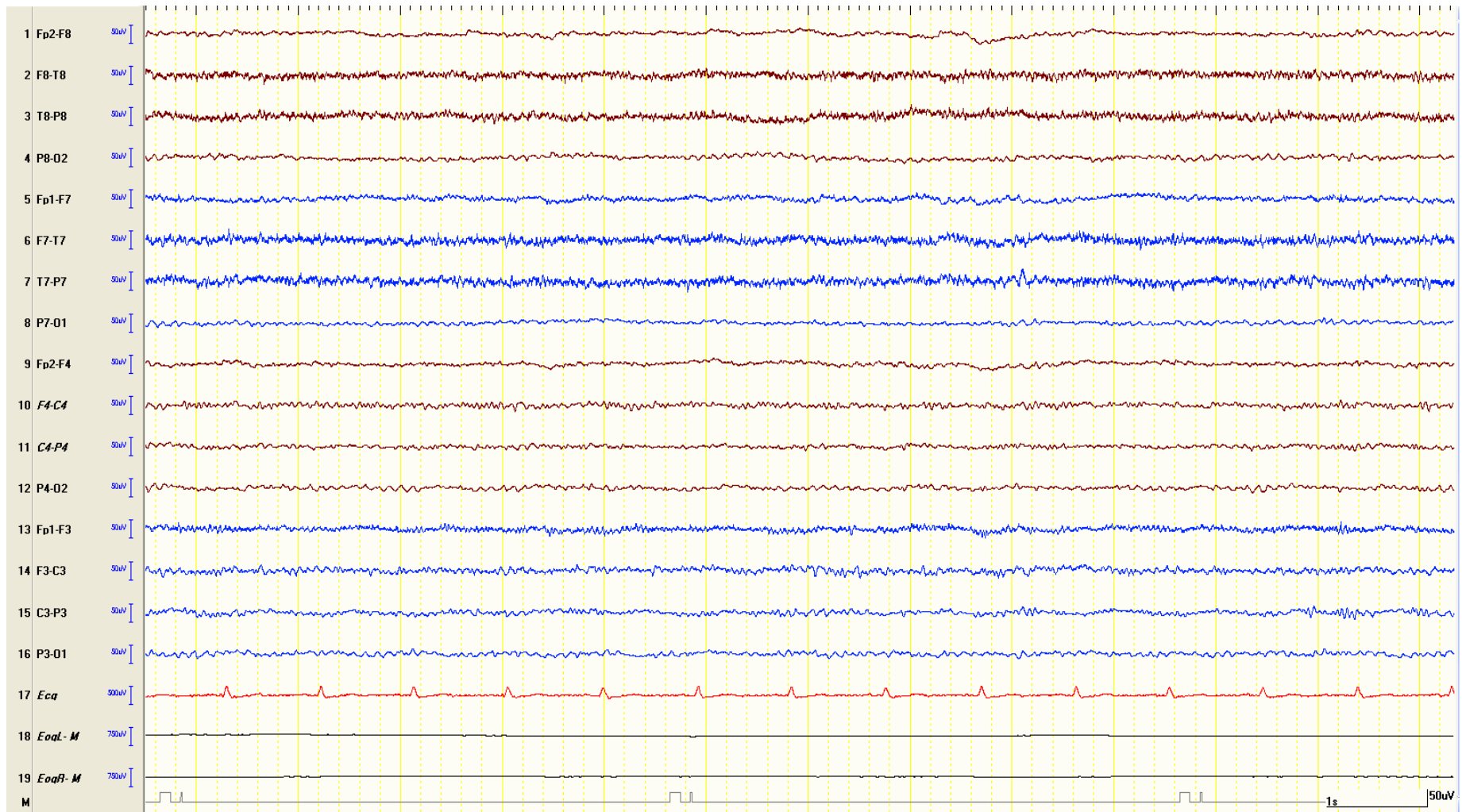


Sensibilidade: $70\mu\text{V}/\text{cm}$



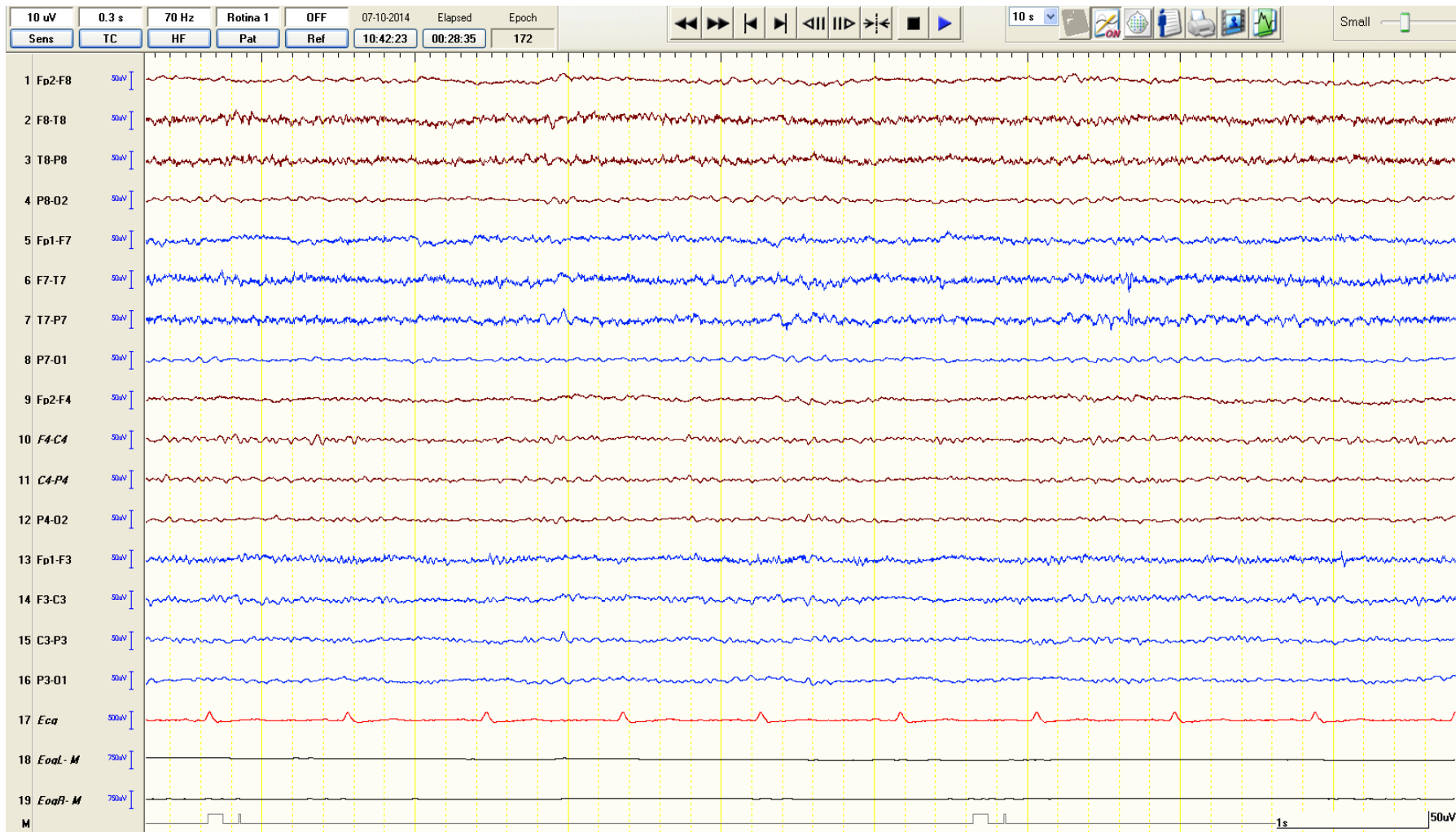


Sensibilidade: $100\mu\text{V}/\text{cm}$



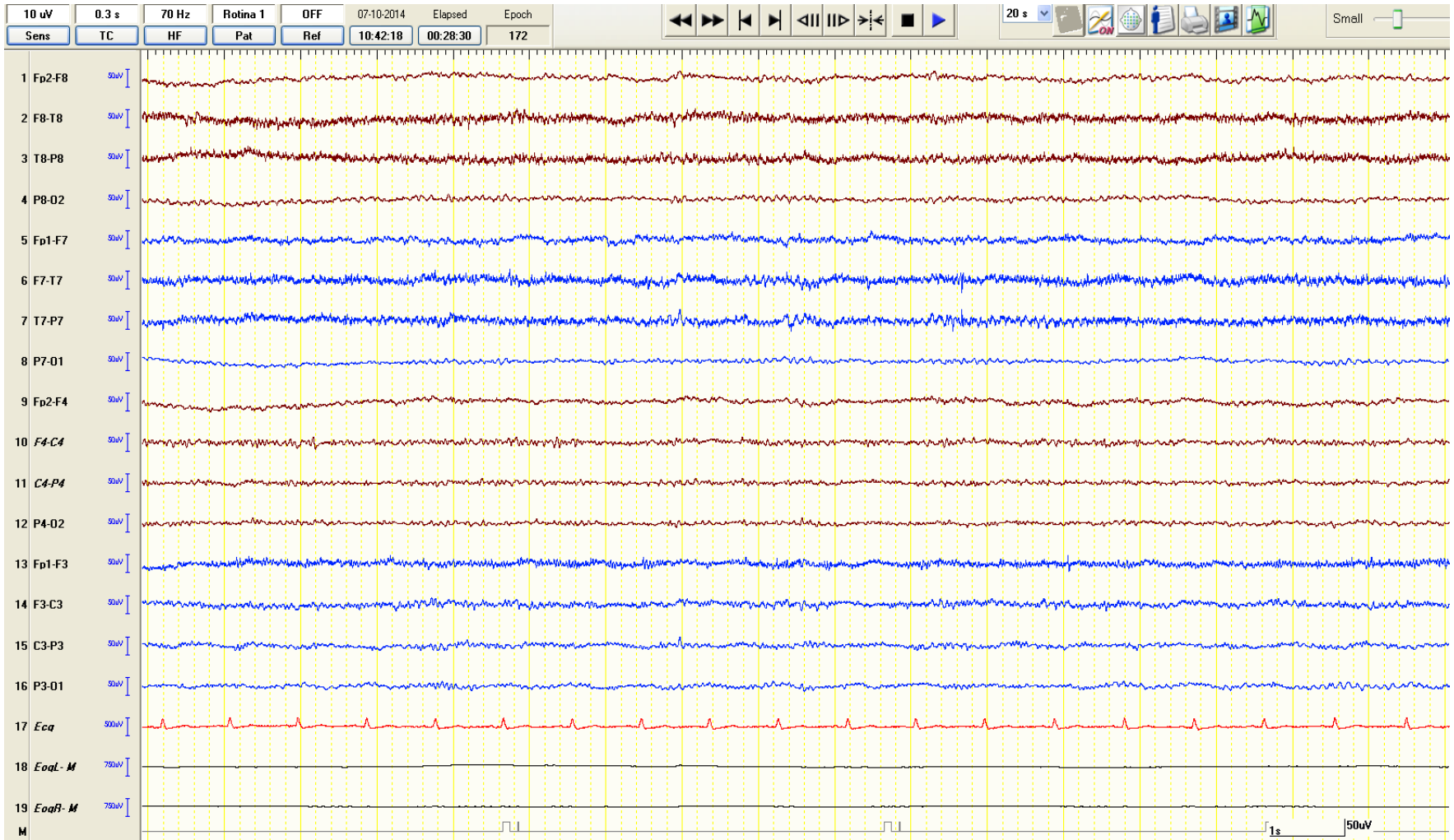


Velocidade: 30 mm/s



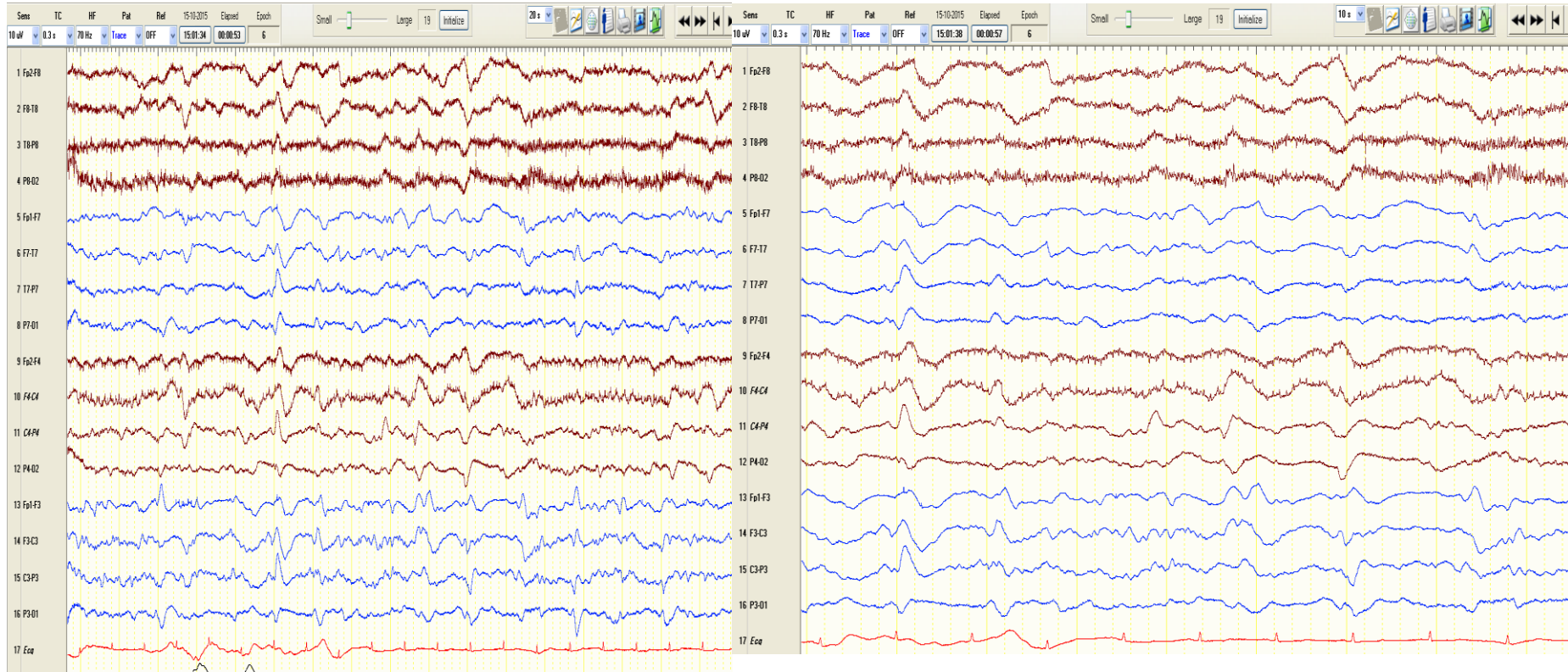


Velocidade: 15 mm/s





Velocidade: 15 vs 30mm/s





EEG de Rotina

Settings de aquisição

Todos os parâmetros poderão ser ajustados de acordo com achados EEG

- Manipulação da sensibilidade conforme potência/amplitude do sinal:
 - Amplitude elevada: aumentar sensibilidade
 - Amplitude baixa: diminuir sensibilidade
- Necessário cautela na interpretação do sinal com alterações de sensibilidade



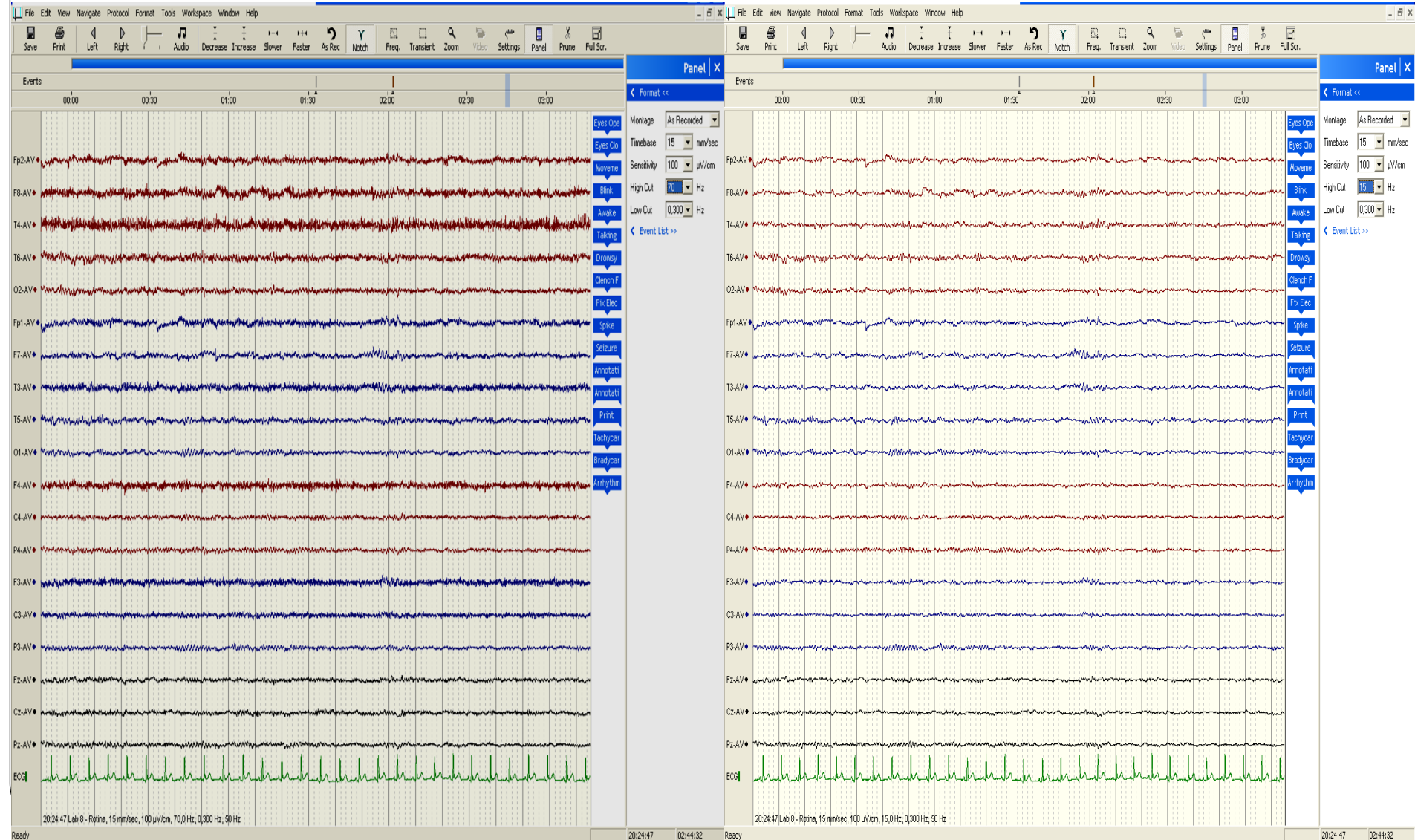
EEG de Rotina

Settings de aquisição

- Manipulação de HF
 - Reduzir quando surgem artefactos musculares



Filtro HF/ Passa-Baixo: 70 vs 15Hz





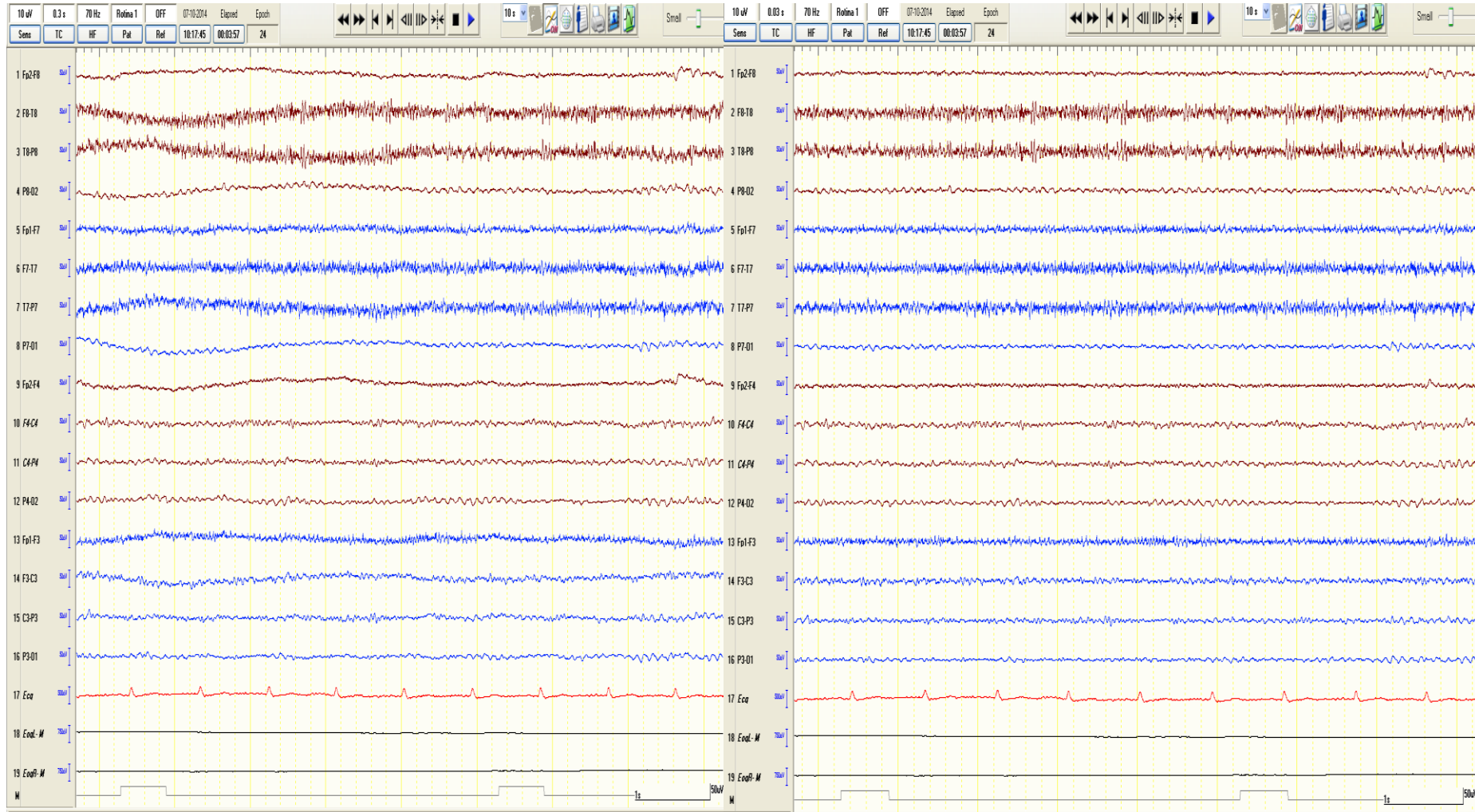
EEG de Rotina

Settings de aquisição

- Manipulação de HF
 - Reduzir quando surgem artefactos musculares
- Manipulação de TC
 - Aumentar quando surgem artefactos de sudação/movimentos oculares



Filtro Passa-Alto



0,3s (0,53Hz)

vs

0,03 s (5,3Hz)



EEG de Rotina

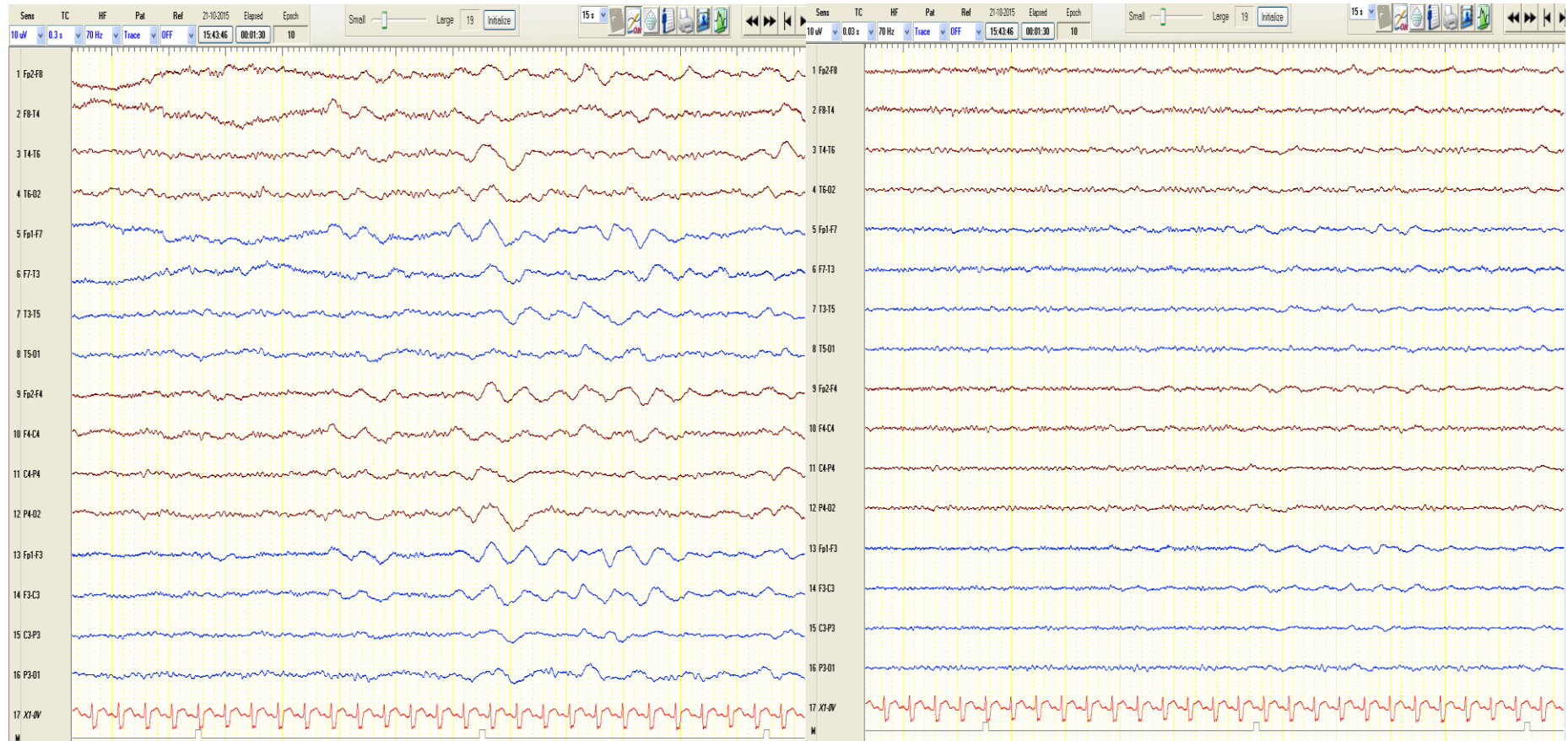
Settings de aquisição

- Manipulação de HF
 - Reduzir quando surgem artefactos musculares
- Manipulação de TC
 - Aumentar quando surgem artefactos de sudação/movimentos oculares

Ferramenta de último recurso: poderá dificultar e comprometer a análise da actividade cerebral



Manipulação de Filtros: erros

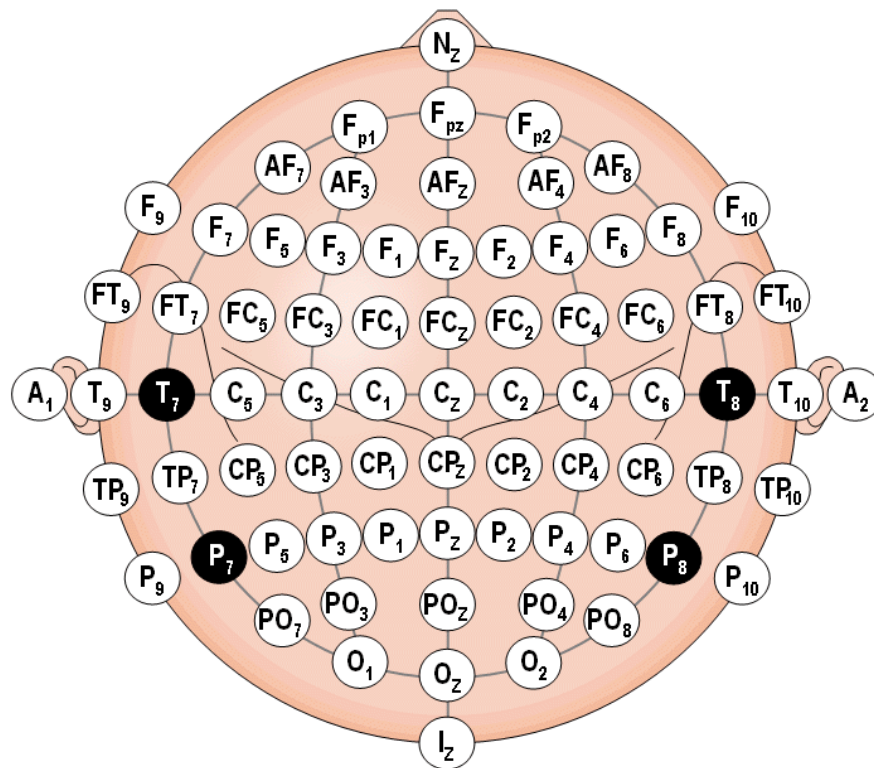
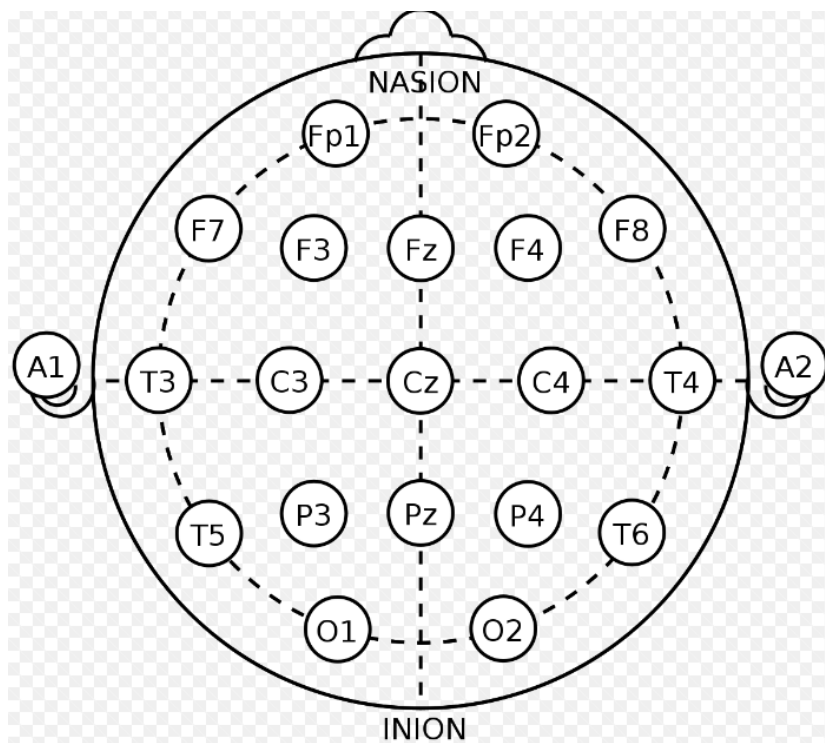




EEG de Rotina

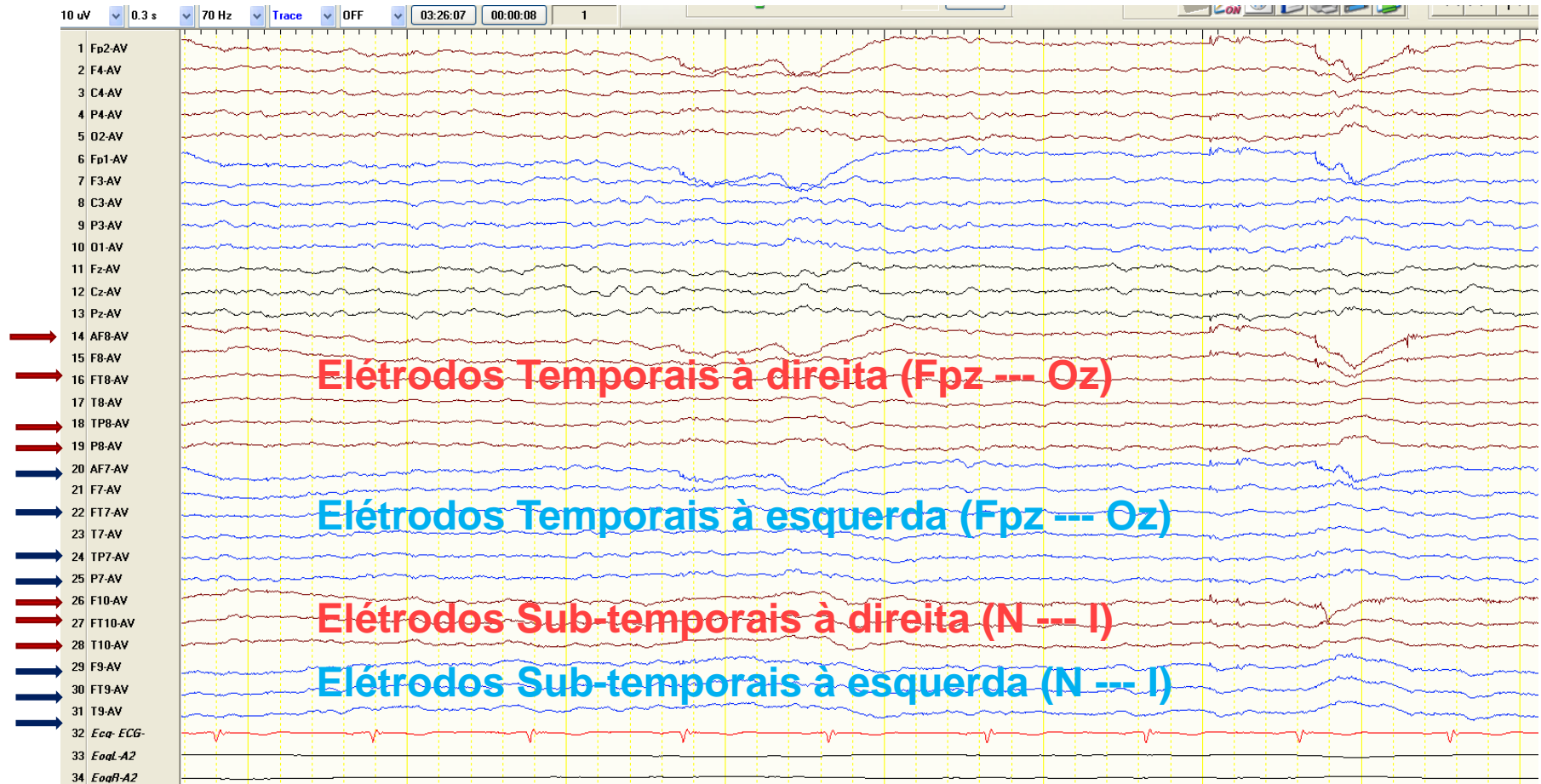
Tipo/sequência e duração de montagens

- Cerca de 21 eléctrodos de registo
- 16 ou mais canais por montagem
- Uso de montagens bipolares (longitudinais e transversais) e montagem monopolar
- Registo simultâneo de ECG
- Registo simultâneo de EOG, EMG (opcionais)
- Sempre que pertinente, acrescentar bilateralmente eléctrodos ao SI 10-20 (segundo SI 10-10)



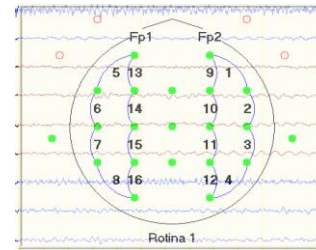


EEG de Rotina – eléctrodos subtemporais

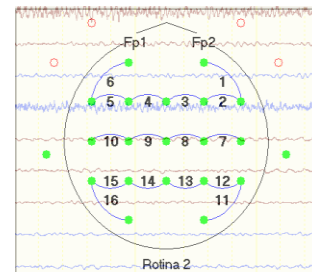


EEG de Rotina

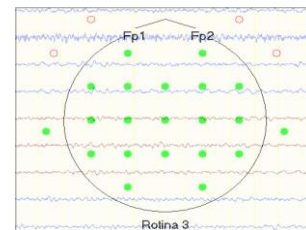
- Sequência das montagens
 - Bipolar Longitudinal



- Bipolar Transversal



- Monopolar





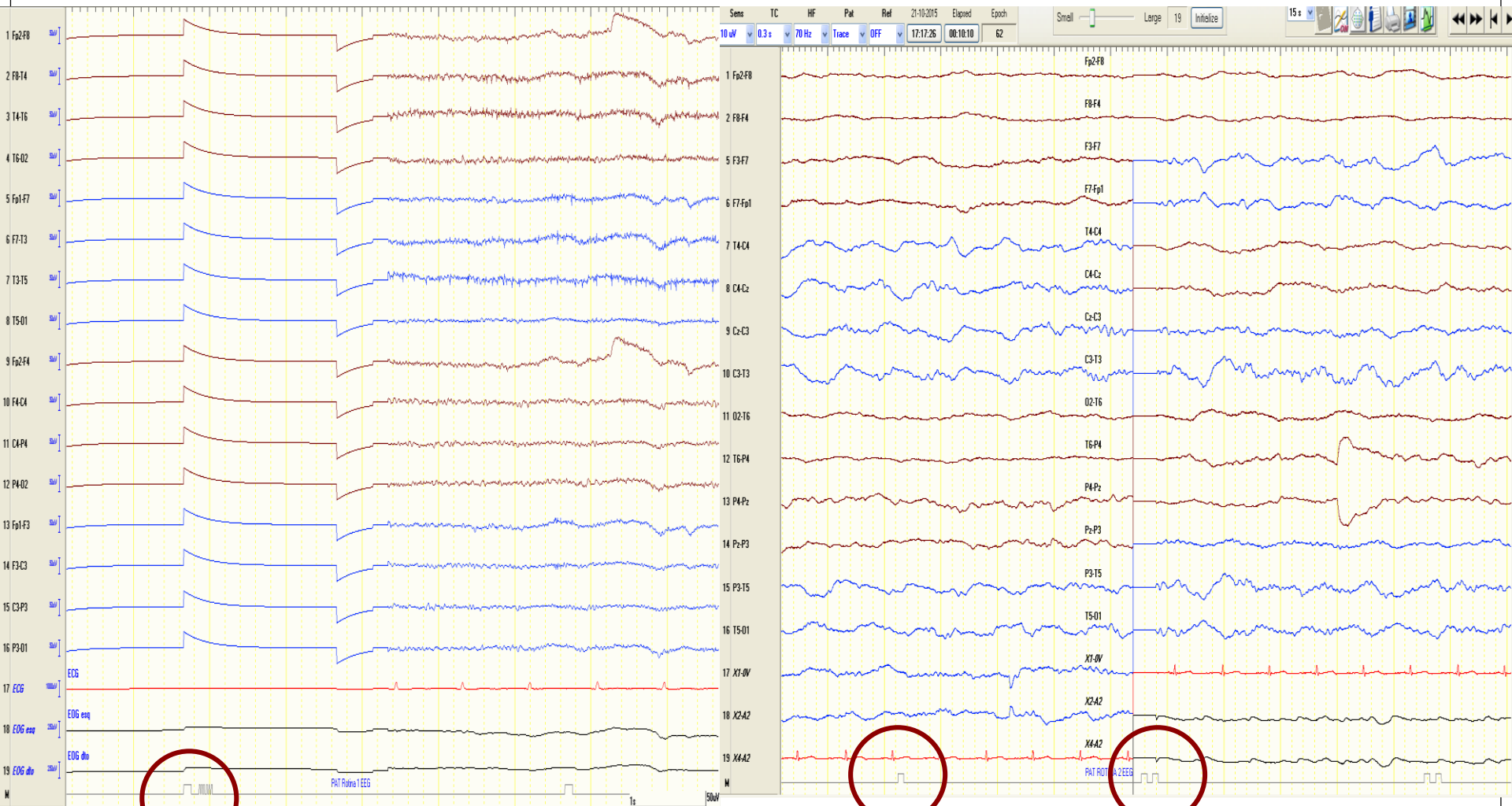
EEG de Rotina

Tipo/sequência e duração de montagens

- No início de cada montagem:
 - Settings de controlo devem estar especificados
 - Nos aparelhos digitais estas anotações surgem automaticamente
 - Nos aparelhos analógicos, o NF/FC deve fazer nota escrita manual
- Duração de montagens
 - Tempo deve ser igualmente repartido entre as 3 montagens usadas
 - Na sonolência/sono poderá ser mais vantajoso usar montagem bipolar transversal durante mais tempo



EEG de Rotina





EEG de Rotina

Duração

- Constitui um importante indicador de qualidade do exame
- Duração mínima aceitável: 20-40 minutos
- Duração standard: 30 minutos
- Registos com maior duração sempre que necessário
 - Flexibilidade para optimizar/facilitar o diagnóstico



EEG de Rotina

Duração

- Necessidade de realização de provas de activação extra
 - Ex.: Suspeita de crises focais discognitivas (Epilepsia lobo temporal) com EEG rotina aparentemente normal prolongar para 45min-1h



Sonolência/Sono

- EEG pediátrico com artefactos musculares/movimento, não limitar o choro



Sonolência/Sono



Provas de Activação

- Fenómenos EEG clinicamente significativos podem ocorrer preferencial/ ou exclusivamente em certas condições:
 - Despertar;
 - Sonolência;
 - Sono;
 - Olhos fechados ou abertos;
 - Hiperpneia;
 - Estimulação Luminosa Intermitente;
 - Etc...
- Importante manipular estas condições durante o exame de modo a potenciar informação relevante



Provas de Activação

- Os procedimentos do EEG de rotina incluem:
 - Prova/Reação de Suspensão: solicitar abertura/fecho de olhos
 - Hiperpneia (HPP) ou Hiperventilação
 - Estimulação Luminosa Intermitente (ELI)
 - Encorajar a sonolência/sono espontâneo ou induzido
 - Provocar despertar (utentes sonolentos/estuporosos)
 - Estimulação externa: sonora e dolorosa (utentes em coma)
 - Outras manobras de activação específicas e direccionadas para os fatores desencadeantes de crises epilépticas

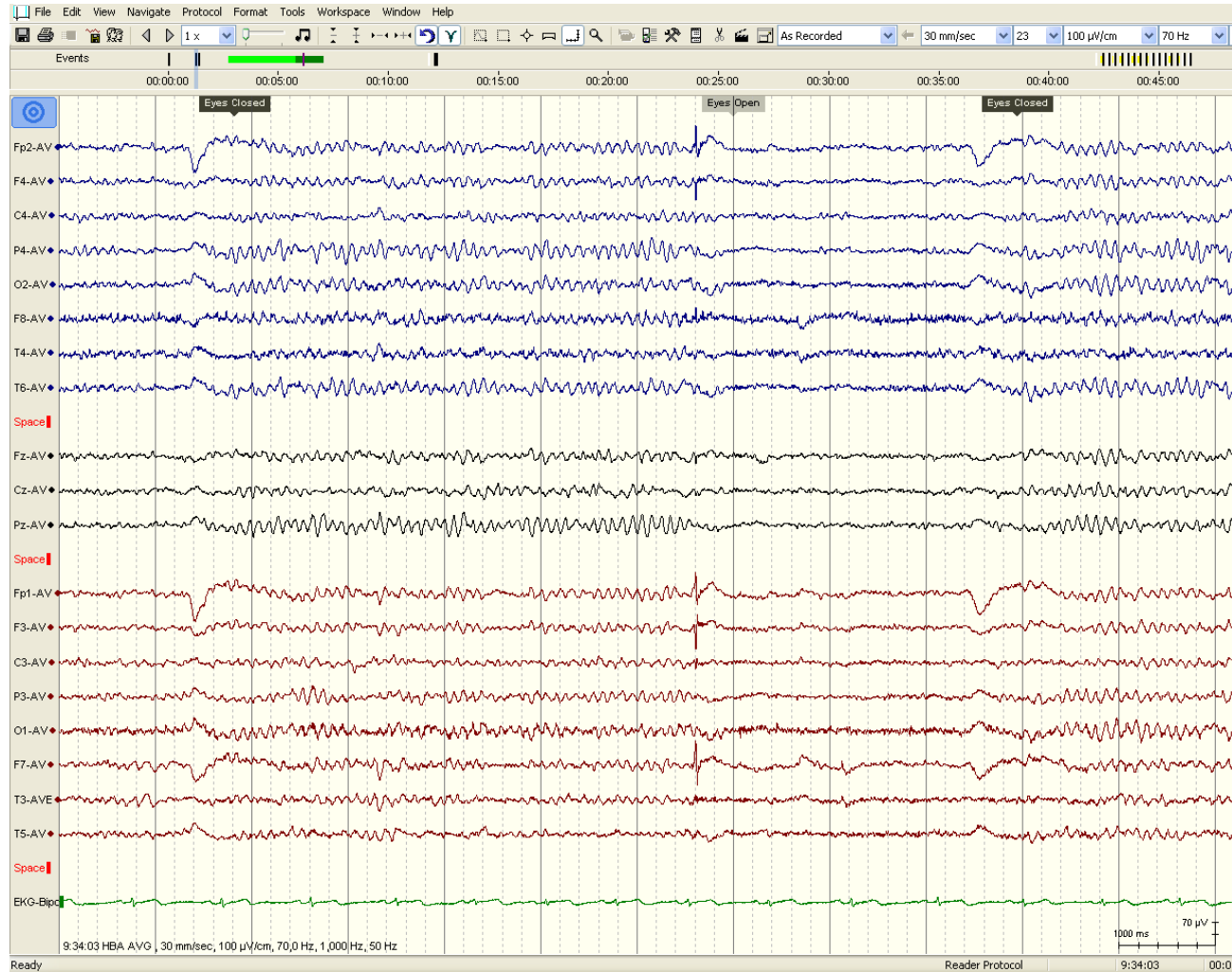


Prova de Suspensão

- Sequência de abertura e fecho de olhos
- Abrir olhos, manter olhos abertos por pelo menos 5 segundos e fechar olhos
- Permite testar a reactividade do ritmo de fundo/base alfa (ritmo posterior dominante nas crianças)
 - Abertura dos olhos: ritmo alfa atenua/desaparece
 - Fecho de olhos: activação do ritmo alfa
- Deve ser feito pelo menos 1x em cada montagem, excepto se se pretende obter registo de sonolência/sono



Prova de Suspensão



Hiperpneia

- Objetivo: potenciar aparecimento/aumento de várias alterações no EEG



Fisiologia da Respiração

- A frequência da respiração controlada por mecanismos homeostáticos (manutenção dos níveis de CO_2 a 40mmHg)
- Níveis CO_2 elevados \rightarrow ventilação aumentada \rightarrow remoção gasosa mais rápida para repor valores normais



Hiperpneia

Efeitos Fisiológicos da HPP

- Respiração regulada por receptores sensitivos do CO_2 localizados no tronco cerebral
- Possível sobrepor este sistema de controlo por movimentos respiratórios voluntários mais rápidos e profundos → queda dos níveis CO_2 (hipocapnia)
- CO_2 reage com a água corporal produzindo líquidos mais alcalinos (pode alterar o funcionamento cerebral)



Hiperpneia

Hipocapnia



Constricção de pequenas artérias



Vasos periféricos dilatam (diminuição pressão
sanguínea)



Fluxo sanguíneo cerebral diminuído



Hiperpneia

Fluxo sanguíneo cerebral diminuído



Remoção de CO₂ nos tecidos
cerebrais mais lenta
(reposição CO₂)



**Redução de O₂ e glicose no
cérebro**



**Explicação Clássica para
as alterações no EEG**

- Existem outras teorias o efeito da HPP no EEG



Hiperpneia

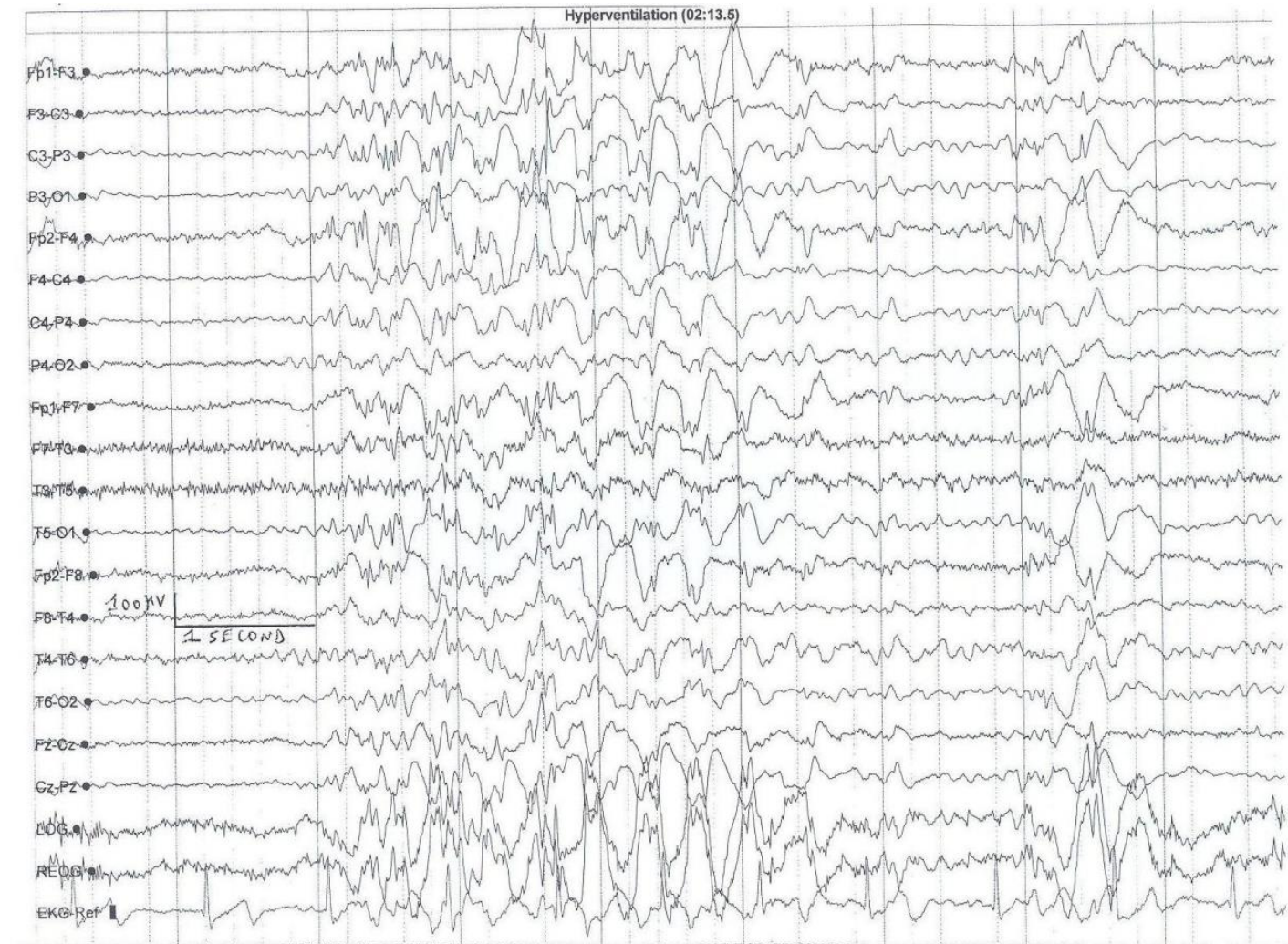
- Alterações no EEG em sujeitos normais
 - Relacionadas com a magnitude da queda do CO_2
 - Quedas de 15mmHg de CO_2
 - Aparecimento de ondas delta (lentas) frontais



Hiperpneia



Hiperpneia





Hiperpneia

Procedimentos

- Prova de ventilação forçada, vigorosa e contínua
- Duração de 3 minutos
- Seguido de período de 2 minutos de repouso e recuperação
- Realizar a prova de olhos fechados



Hiperpneia

Procedimentos

- Assegurar o conforto do utente antes da realização da prova
- Instruções para “respirar fundo e seguido”
 - Demonstração de respiração vigorosa pelo NF/FC pode ser útil
- A realização da prova com fraco esforço pode comprometer os resultados esperados
- Necessários vários incentivos ao longo da prova (mesmo que desempenhado com bom esforço)
- Ponderar prolongamento da prova, se o esforço tiver sido baixo

Hiperpneia

Procedimentos



- Crianças/ Atraso de desenvolvimento
 - Uso de técnicas alternativas para incentivar a realização da prova
 - “Fazer de conta que esteve a correr e agora está muito cansado”
 - Soprar contra lenço/papel/moinho de vento
 - Pedir colaboração dos pais: “jogo para ver quem (filho ou pai) sopra durante mais tempo sem parar ou mantém o moinho de vento sempre a girar”



Hiperpneia





Hiperpneia

- O NF/FC deverá estar preparado para:
 - Detectar sintomas que resultam da HPP
 - Lidar com manifestações como:
 - Stress
 - Ansiedade
 - Tremor
 - Manter a hiperventilação mesmo após solicitação para parar
 - Ocorrência de crises epiléticas desencadeadas pela HPP (crises de ausências nas crianças)
 - Ocorrência de crises psicogénicas por sugestão
 - Fazer anotações imediatas sempre que necessário enquanto procede com a prova



Hiperpneia





Hiperpneia

Contra-Indicações:

- Idade superior a 65 anos
- Doença respiratória
- Doença cardiovascular
- Pressão intracraniana aumentada
- Doença cerebrovascular
- AVC/AIT recente

Nota: Considerar estas hipóteses mesma que ainda sejam suspeitas diagnósticas




ELI

Procedimentos:

- Emissão de estímulo luminoso, em intervalos regulares;
- Duração de cada estimulação: 10 segundos
- Sequência de frequências (Hz) crescente seguida de decrescente:
 - Exemplos:
 - 2-4-6-8-10-12-14-16-18-20-22-(...)-30-28-26-24-(...)-2Hz
 - 2-4-6-8-10-12-14-16-18-20-22-(...)-30-29-27-25-(...)-1Hz
 - 2-4-6-8-10-12-14-16-18-20-25-(...)-30-25-20-18-(...)-2Hz

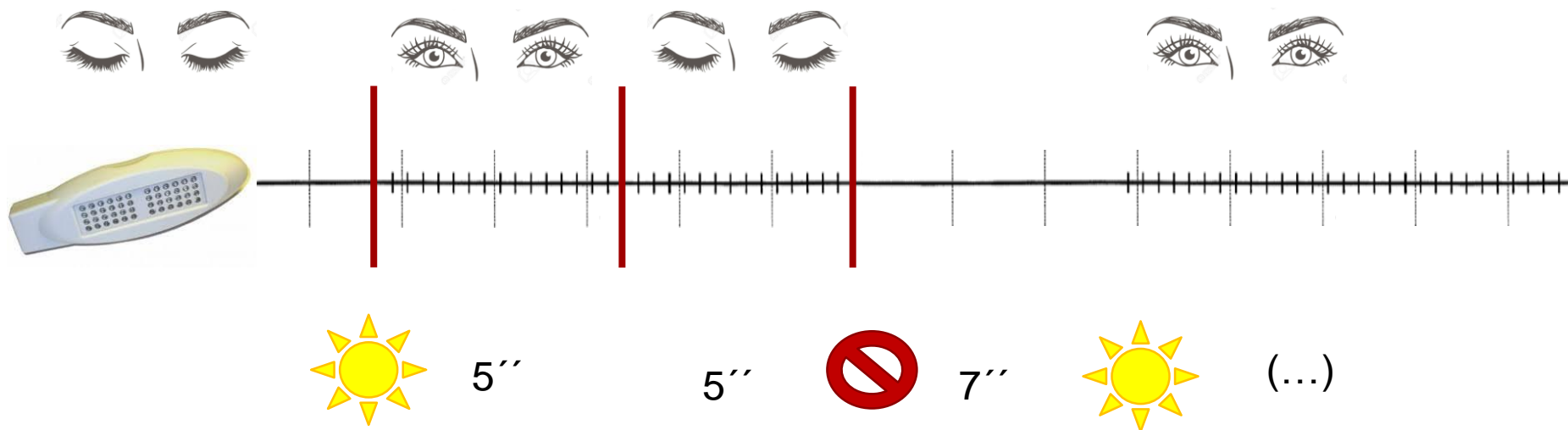


ELI

Categoria	Característica	Recomendação
Estímulo Luminoso 	Brilho (Luminância) Frequência (Hz) Distância ao estroboscópio Ângulo do campo visual estimulado	- Até 100 nits/flash - 2-4-6-...-30-29-27-... - 30cm do nasion à lâmpada - 13°
Paciente	Posição Direção Condição dos olhos	- Sentado ou reclinado num ângulo que permita observação da fixação, comportamento e estado de consciência - Olhar em frente, fixando o centro da lâmpada - Abertos (5seg) – fechados (5seg+7seg), repetidamente
Ambiente Circundante	Luminosidade da sala	- Apenas a suficiente para observar o paciente



ELI





ELI

- Importante ferramenta no:
 - Diagnóstico de epilepsias fotossensíveis
 - Potenciar aparecimento de alterações no EEG em doentes epilépticos
- Pode induzir crises epilépticas (probabilidade reduzida)
- A sua realização deve ser ponderada em certas situações
 - Ex.: Estado de Mal Epiéptico



ELI

- Deve ser imediatamente terminada assim que se observem alterações epileptiformes (descargas epileptiformes)
- Definição da banda fotossensível:
 - Limite mínimo: Frequência na qual se evidencia presença de descargas epileptiformes
 - Após suspensão da prova, reiniciar pela frequência máxima (ex.: 30Hz) em sequência descendente
 - Limite máximo: Frequência na qual se evidenciam novamente as descargas epileptiformes





ELI

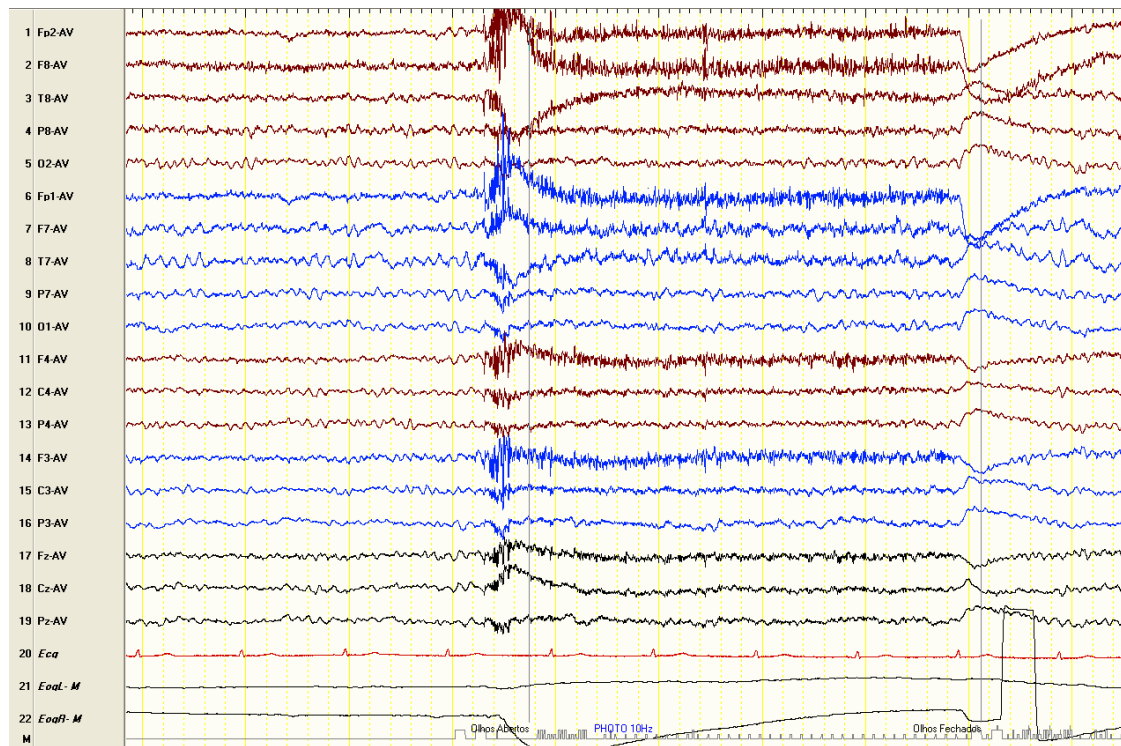
Especificações

- O fotoestimulador deve permitir emissão manual de estímulos luminosos (flashes)
- Frequência flashes: 1-60Hz
 - 50Hz (Europa) e 60Hz (USA): importantes ferramentas na investigação de crises induzidas por altas frequências como: TV e jogos computador
- Intensidade: 0.4J/flash

ELI

Especificações

- Marcador de cada trigger num canal no EEG (photomarker)
- Útil na análise da resposta ao flash (sincronização)





ELI

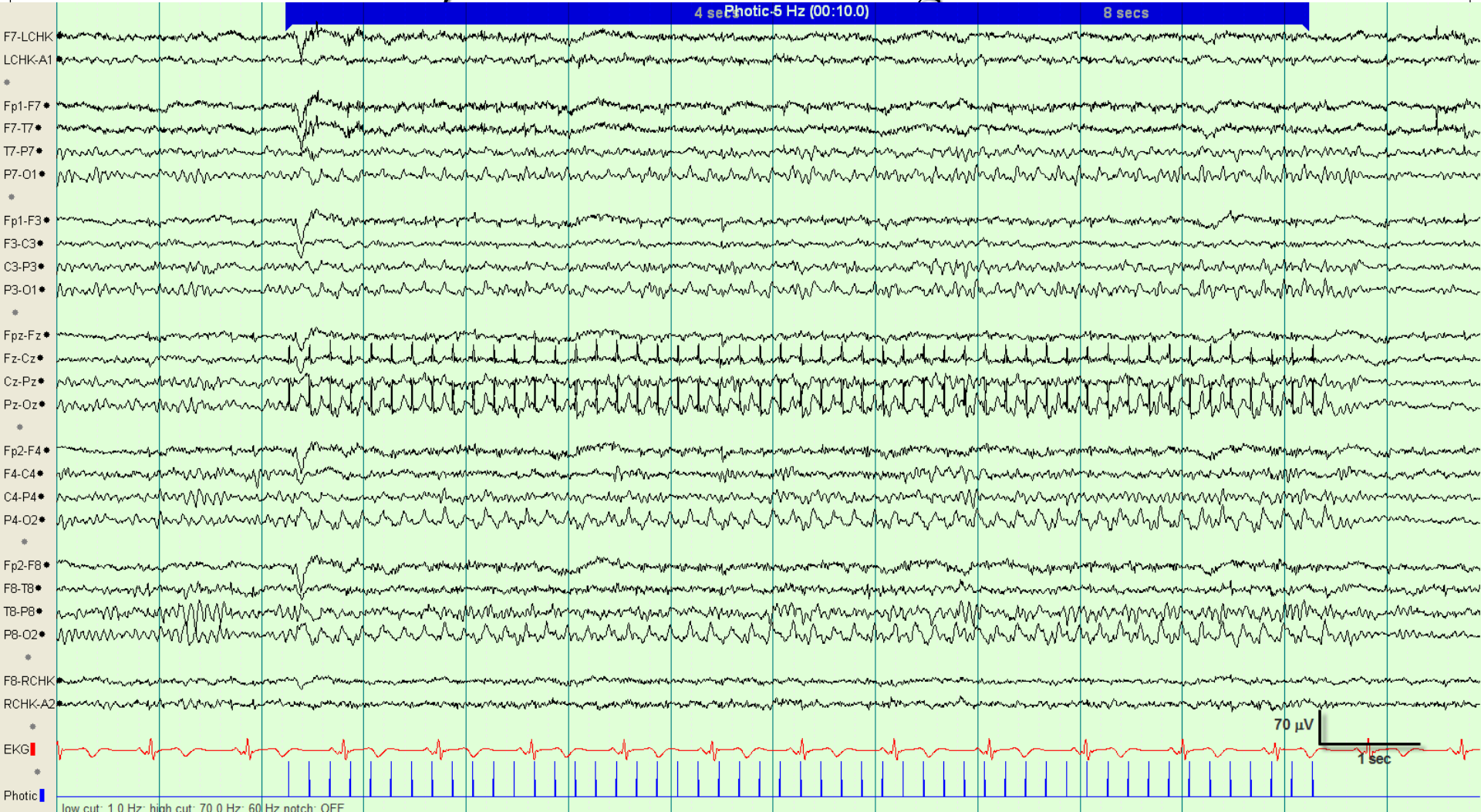
Efeitos em sujeitos saudáveis

- Estímulos de 1-3Hz produzem potencial evocado visual (por vezes só é visualizado com cálculo de média)
- Nas frequências mais altas, pode ser observado resposta rítmica nas derivações posteriores: driving fótico
 - Máxima amplitude perto das frequências do ritmo alfa (8-11Hz)
 - Ritmo bilateral e simétrico (admite-se diferenças amplitude até 50% em sujeitos saudáveis)
 - Se assimétrico é indício de anomalia patológica



ELI

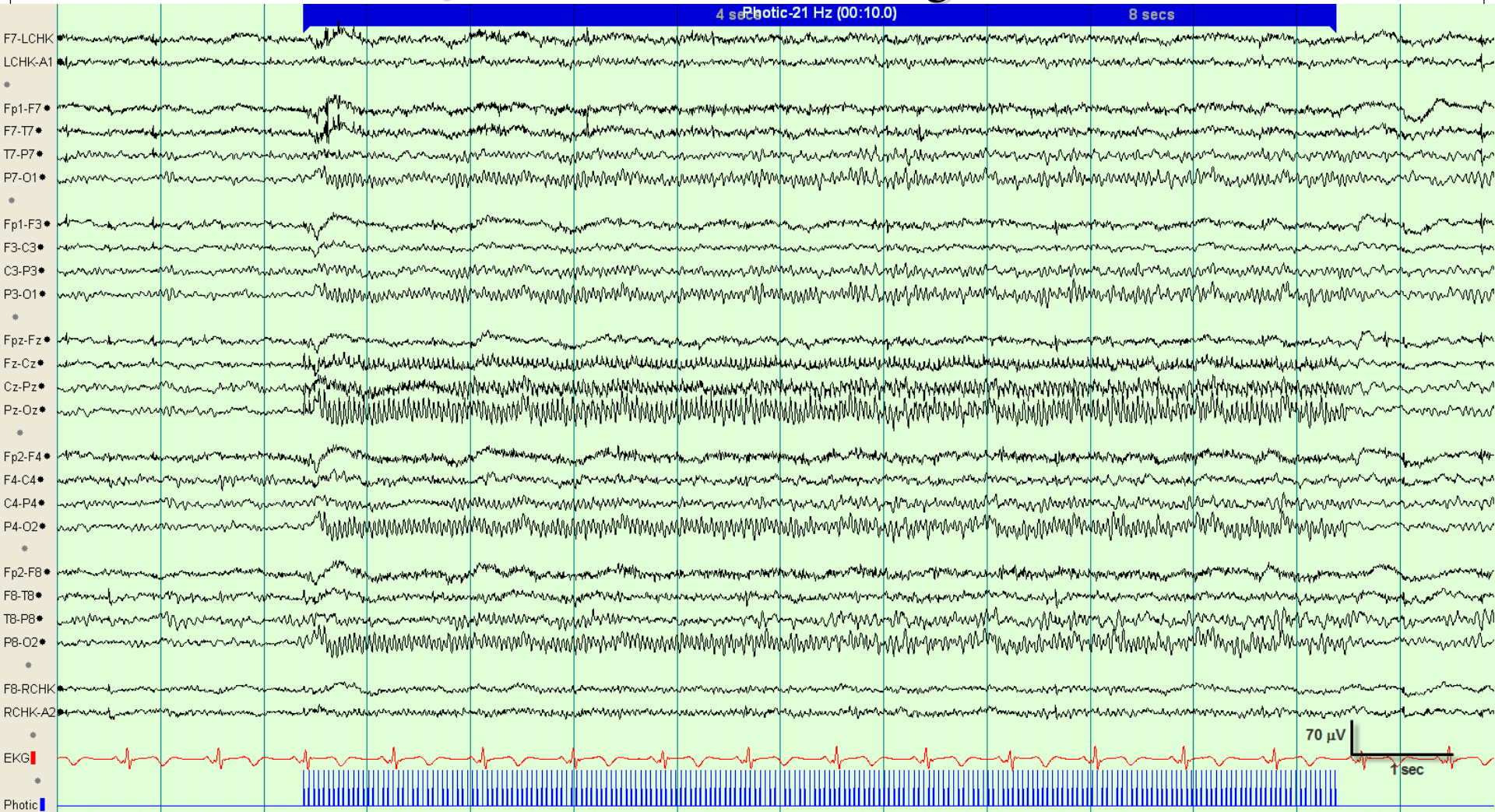
Efeitos em sujeitos saudáveis: Driving fótico





ELI

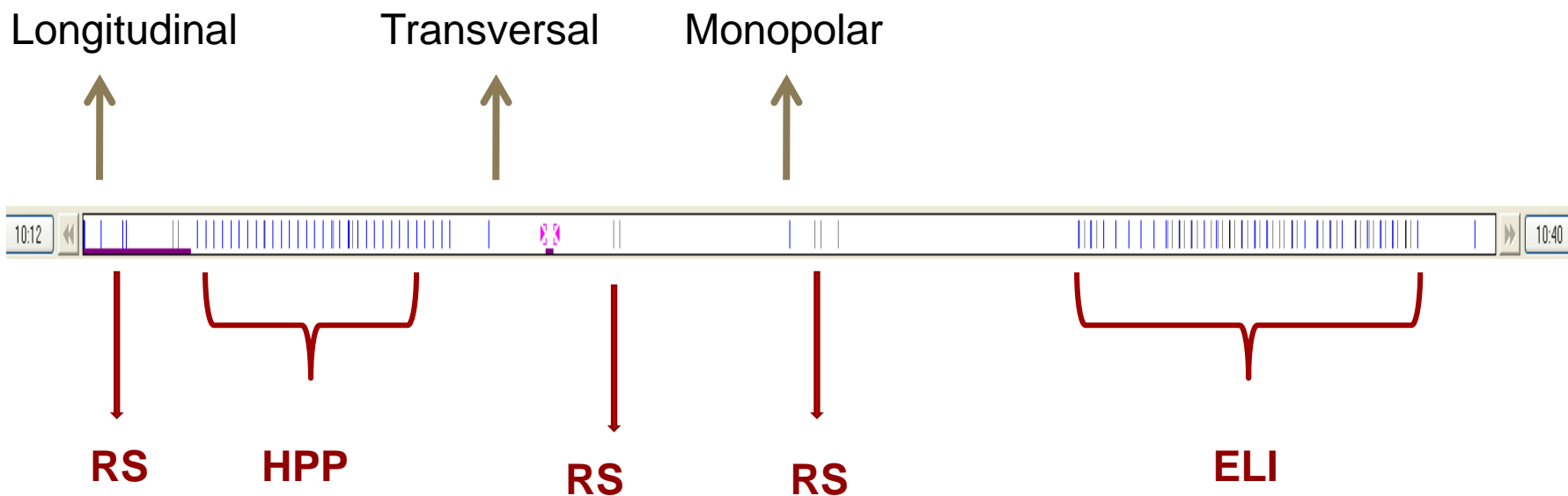
Efeitos em sujeitos saudáveis: Driving fótico





EEG de Rotina

Sequência de Procedimentos



Duração: 30 minutos



EEG com Prova de Sono

- Sonolência/Sono é uma importante ferramenta de activação no EEG
- Certas alterações só são observadas nestes estados
 - Estas alterações podem auxiliar a definição do estadio de certas condições (ex.: Doença de Creutzfeldt-Jacob)
- Na Epilepsia pode:
 - Potenciar o aparecimento de alterações focais
 - Levar ao aparecimento de focos que não se observam na vigília
 - Alterar a morfologia de actividade epileptiforme generalizada
 - Importante valor no protocolo de Cirurgia da Epilepsia (papel localizador)



EEG com Prova de Sono

- Sono espontâneo vs induzido (ex.: atarax, hidrato de cloral)
- Vantagens e desvantagens:



- Limitações do adormecimento em idade pediátrica/atraso de desenvolvimento
- Melhor gestão do tempo
- Adormecimento quase garantido

- Recusa de sedativos
- Contra-indicações do uso de sedativos
- Interação com outros fármacos
- Manutenção de estado de consciência alterado
- Necessidade de acompanhamento médico
- Possibilidade de danos físicos após sair do Laboratório
- Alterações induzidas no EEG – aumento actividade rápida



EEG com Prova de Sono

Protocolo

- Privação de sono
 - Na noite anterior deitar à hora habitual
 - Acordar às 4h da manhã
 - Não dormir mais até iniciar o registo
- Criar ambiente propício ao sono
 - Conforto, tapar com lençol/cobertor
 - Temperatura agradável
 - Diminuição luminosidade da sala
 - Evitar ruído circundante
- Indução: administração do fármaco no início do exame



EEG com Prova de Sono

Sequência de Procedimentos

Longitudinal



Transversal



Monopolar



HPP

RS



Sonolência/Sono

RS



ELI

Duração: 60 minutos



Artefactos

- Qualquer distribuição anómala da actividade registada deve ser considerada, em 1º lugar, artefacto
- Até prova em contrário
- Exemplo: se detectada assimetria da actividade de base
 - Verificar filtros e sensibilidade dos canais
 - Re-calibrar
 - Verificar impedâncias, posição eléctrodos e ligações à headbox
 - Verificar persistência de assimetrias em montagens bipolares e monopulares



Artefactos

- Consiste em ruído eléctrico não cerebral sobreposto aos ritmos cerebrais
- Podem ser:
 - FISIOLÓGICOS
 - NÃO FISIOLÓGICOS



Artefactos

- Artefactos Fisiológicos
 - Movimento (ex: mov. corporal, embalo)
 - Potenciais bioeléctricos (ex: atividade muscular, mov. oculares, pestanejo, mastigação, soluço, respiratório, ECG, pulso)
 - Variações na resistência da pele (sudação)
- Artefactos não Fisiológicos
 - Interferência eléctrica externa (ex: estática, 50Hz)
 - Falhas no equipamento ou acessórios
 - Deficiente fixação dos eléctrodos
 - Impedâncias altas (sup a 10 KOhm)



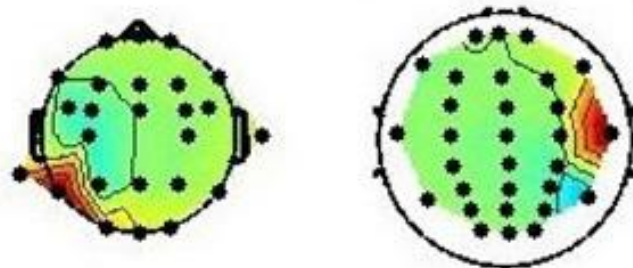
Artefactos

- Muscular – aparece sobretudo nas áreas frontais e temporais. Relacionado com estados de tensão, ansiedade dor e desconforto.
- Tremor da cabeça – mais evidente nas regiões posteriores, ondas lentas rítmicas com frequência de 5 Hz.
- Tremor mandibular – mais evidente nas regiões temporais, ondas teta a 5-6 Hz.
- Tremor Parkinsónico – predomina nas regiões occipitais, ondas teta a 4-5 Hz, habitualmente associada com discinésias.



Artefactos

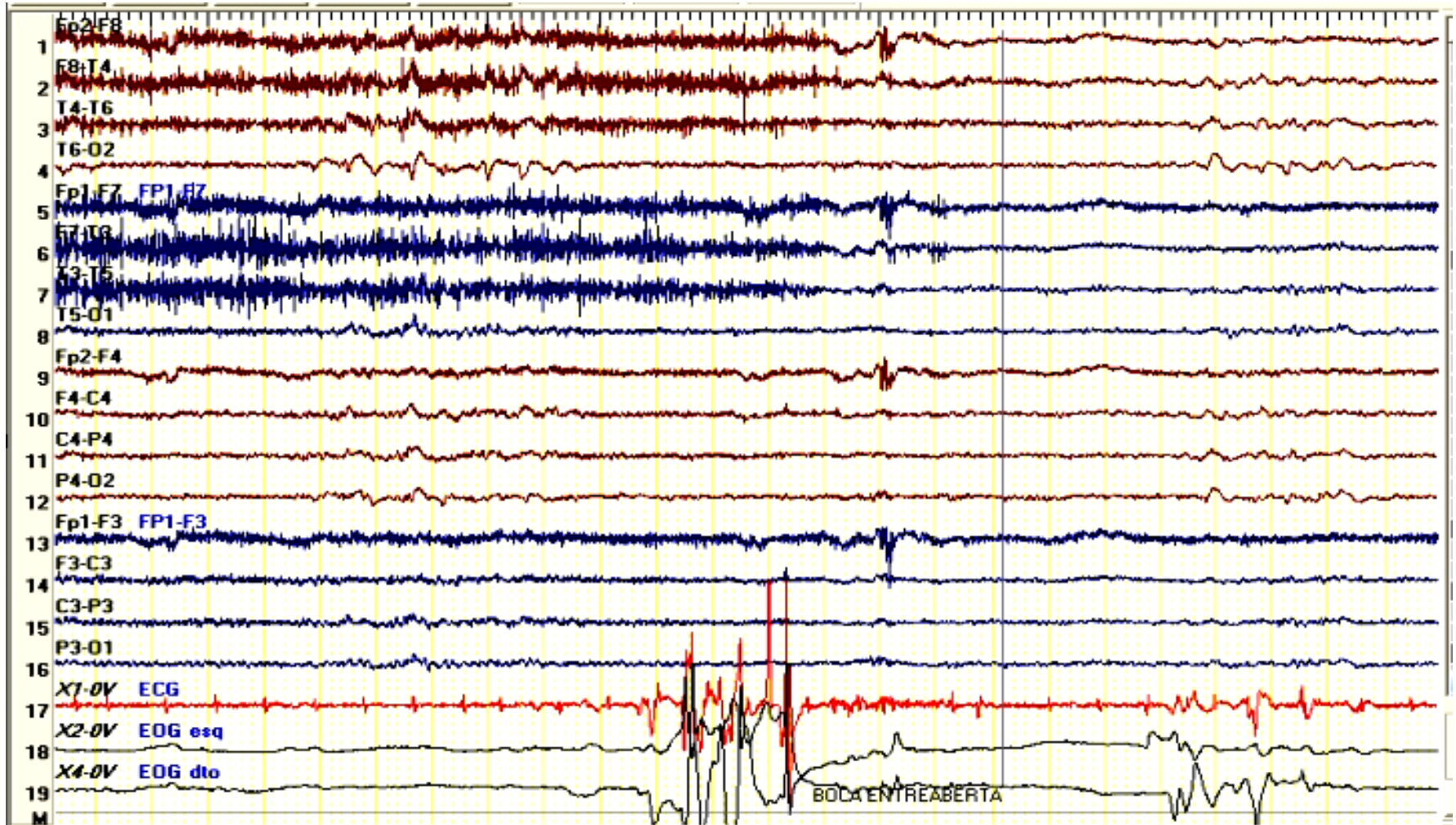
**Muscle
activity**



Thea Radüntz et al 2017 J. Neural Eng.

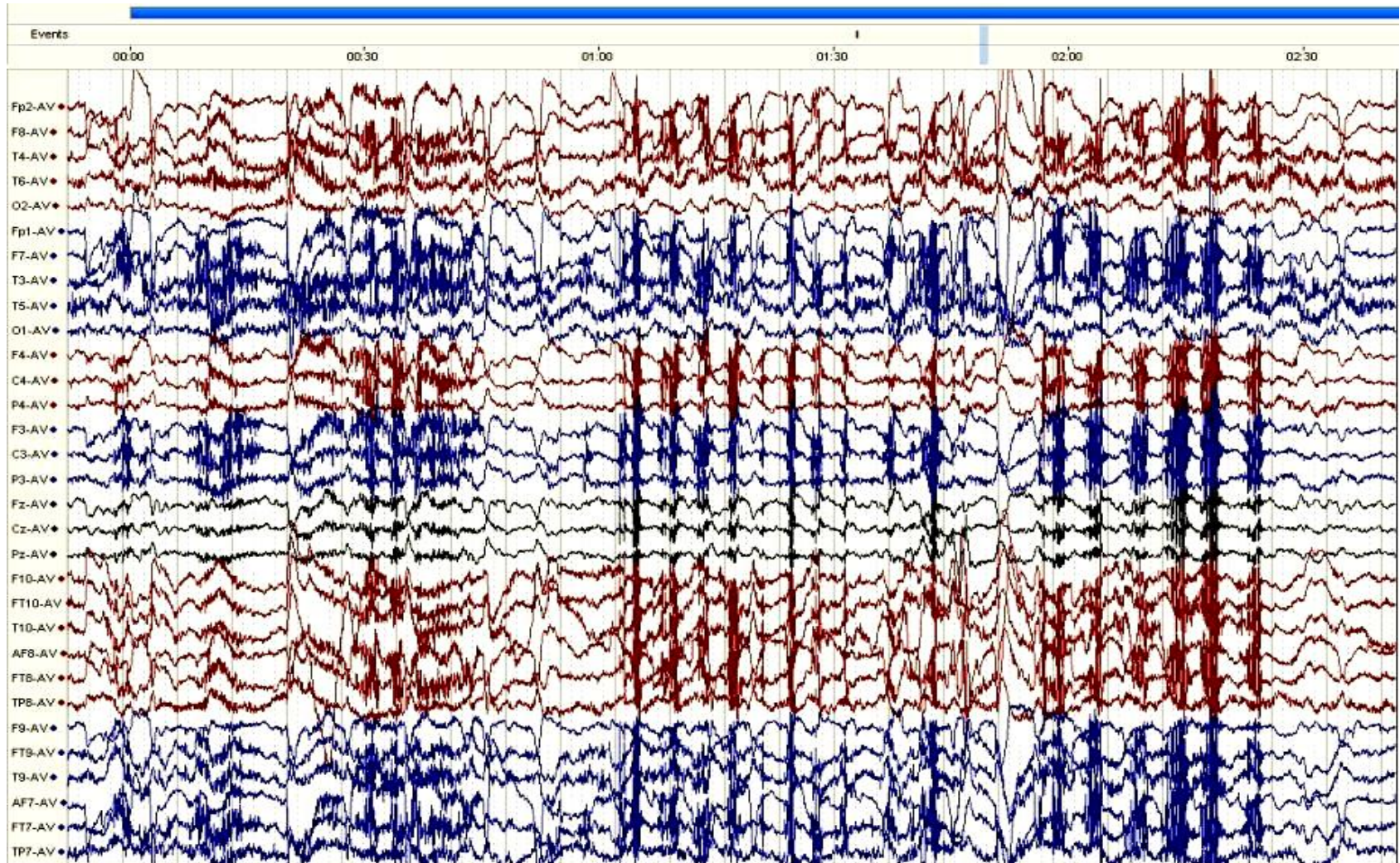


Artefacto Muscular

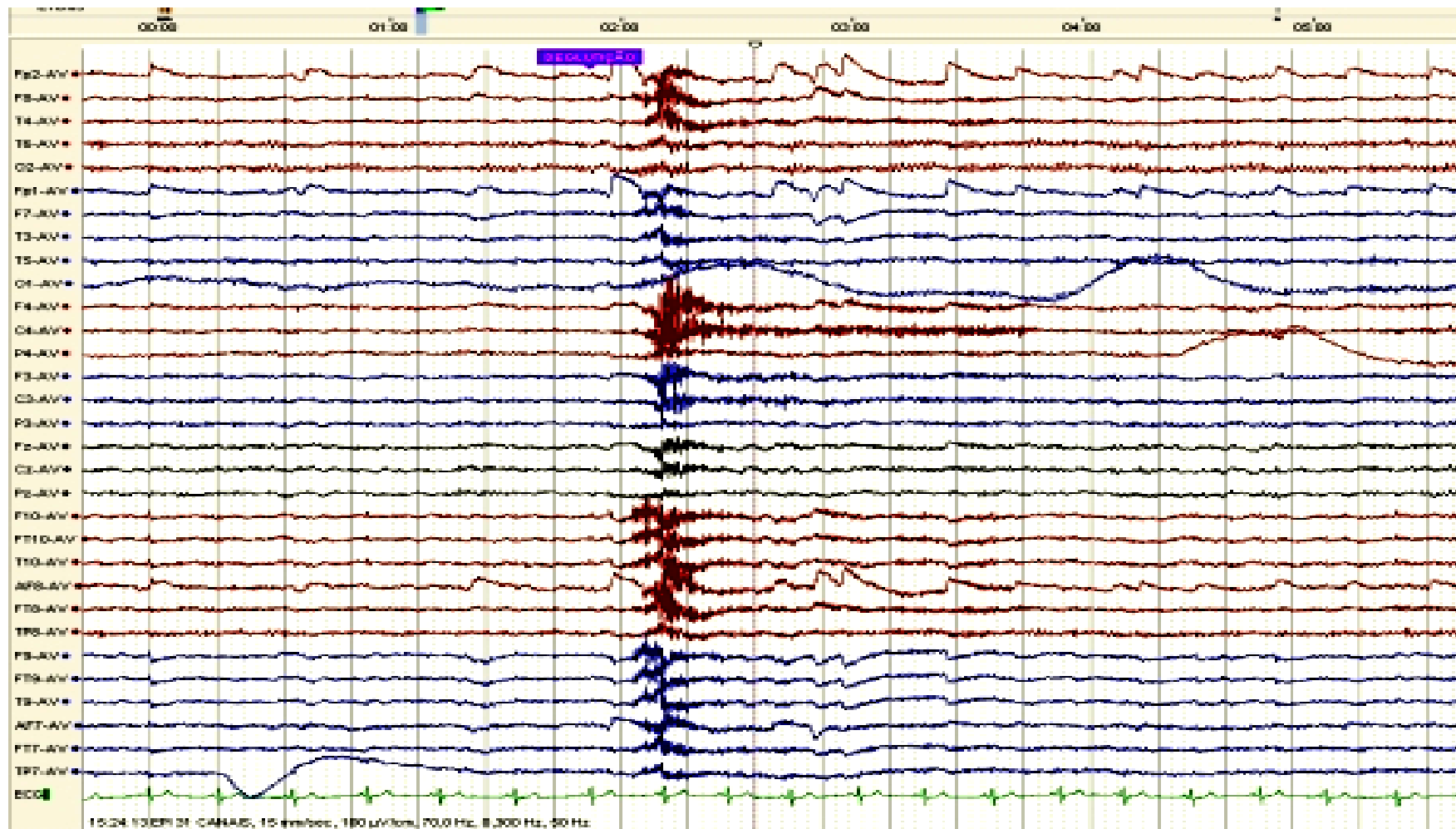




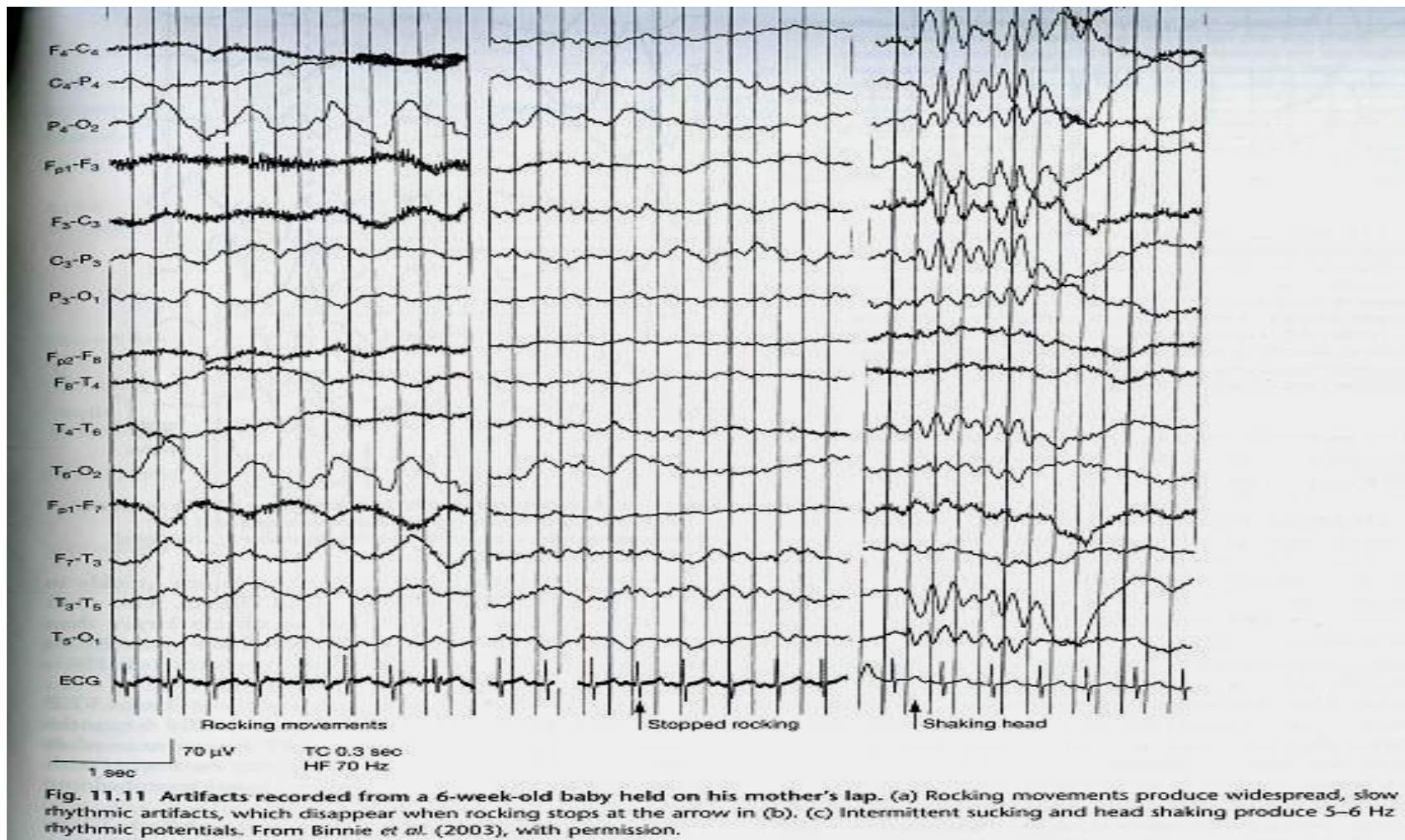
Artefacto Mastigação



Artefacto Deglutição

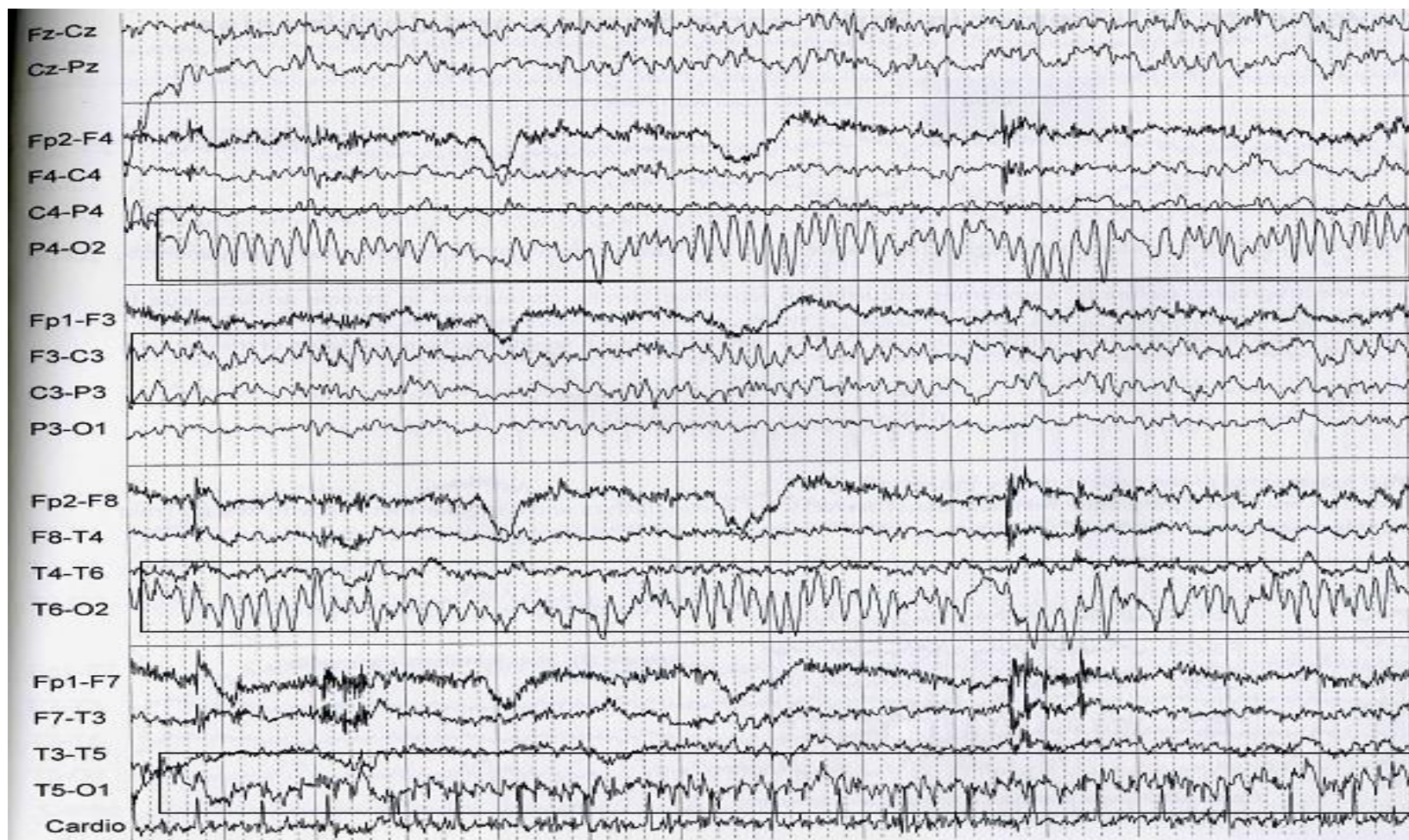


Artefacto abanar a cabeça e chuchar (bebés)



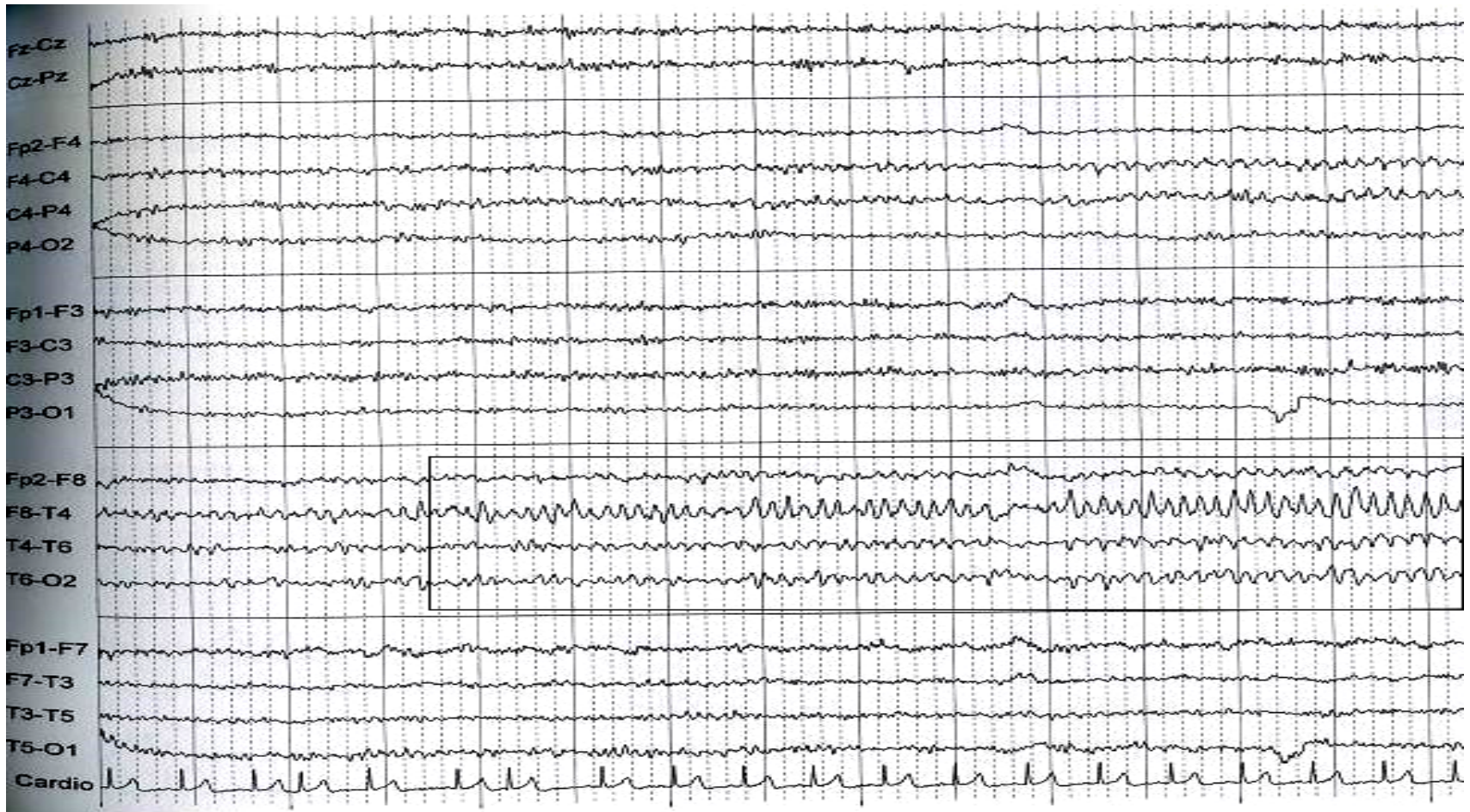


Artefacto Tremor da Cabeça





Artefacto Tremor Mandibular

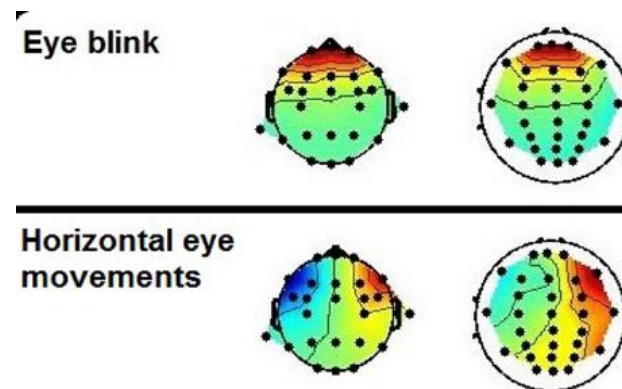


Artefacto parkinsónico e discinésias



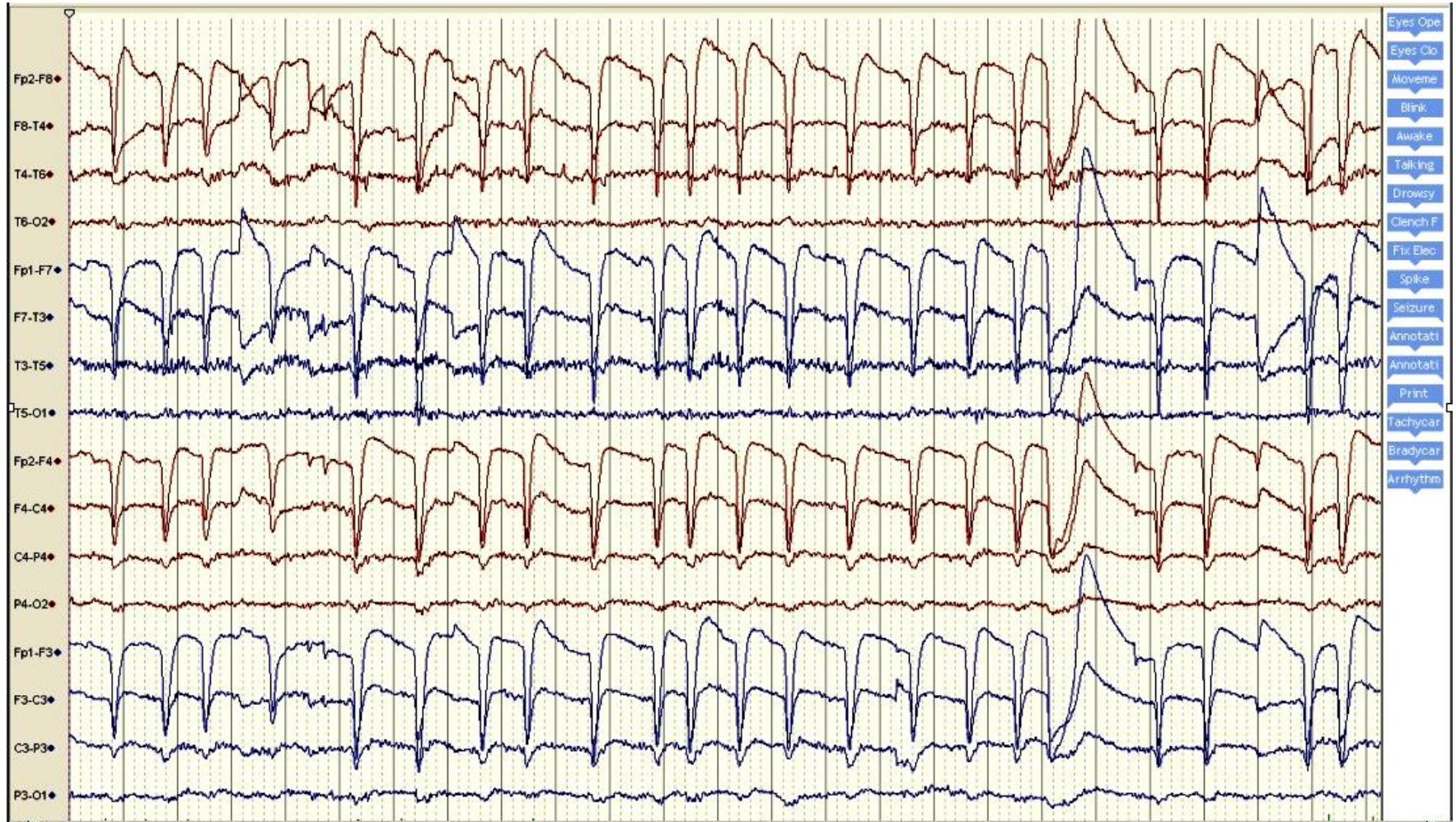
Artefactos

- Movimento Ocular/Pestanejo – relacionado com carga eléctrica diferencial entre a córnea e a região posterior do olho. O seu movimento gera uma diferença de potencial registada no EEG.

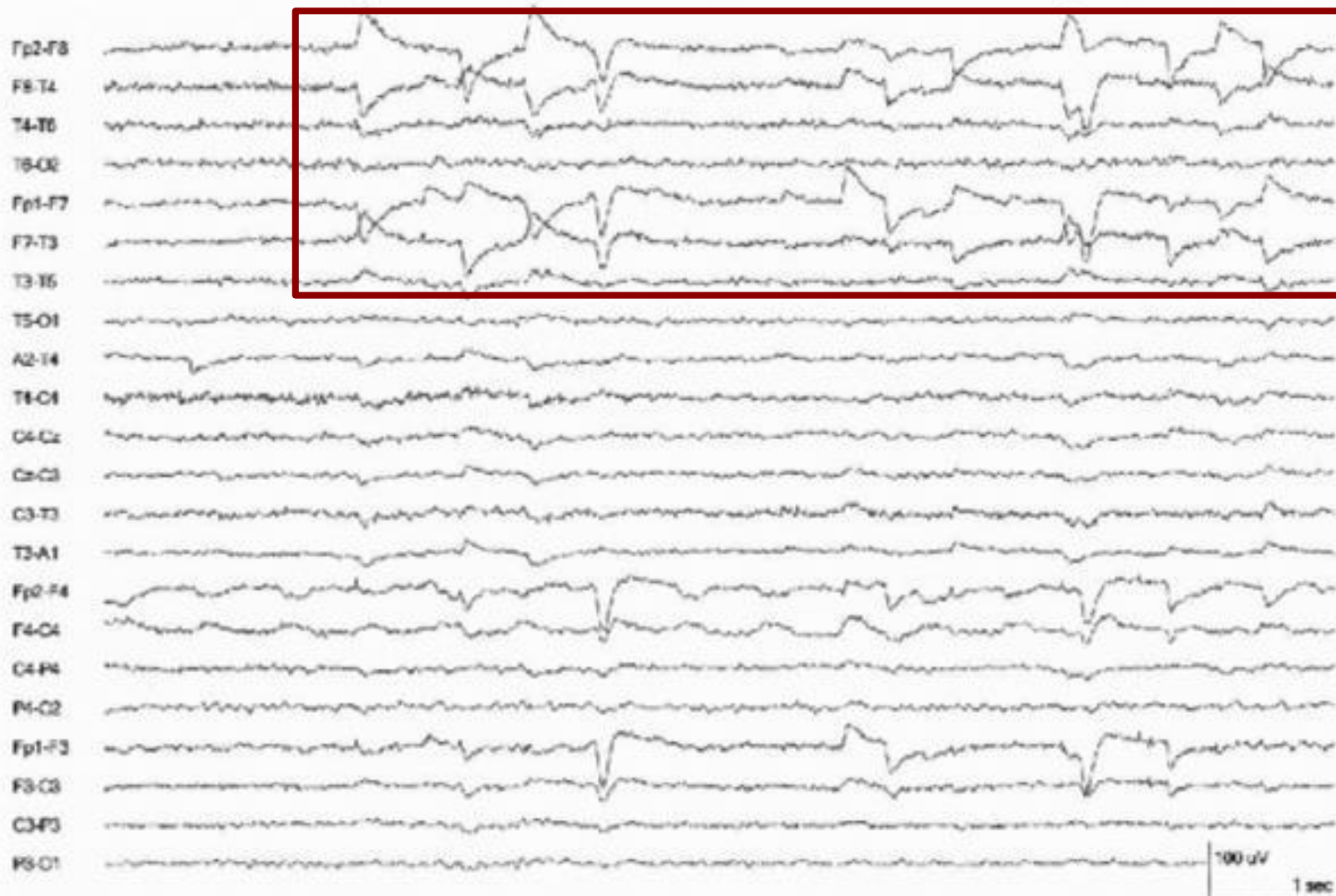




Artefacto Pestanejo

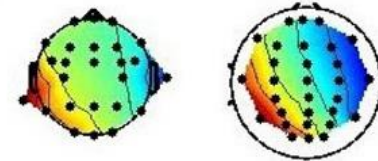


Artefacto de Movimentos oculares



Artefactos

Heartbeat



Thea Radüntz et al 2017 J. Neural Eng.

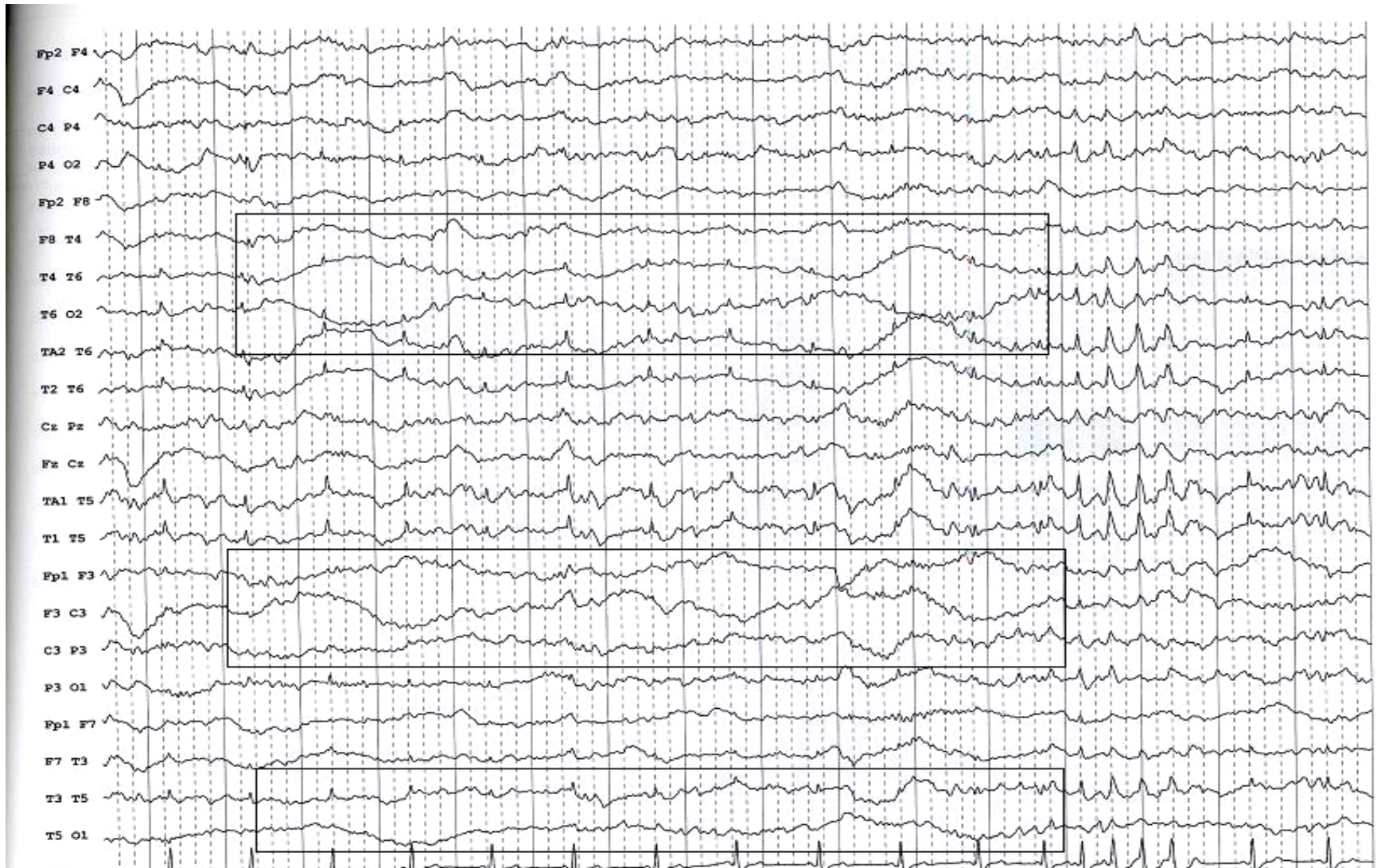
- ECG – relacionado com a condutibilidade dos potenciais provocados pelos batimentos cardíacos, através do corpo até ao escalpe. Pode ser confundido com pontas epilépticas. Muito frequente em indivíduos baixos, obesos, pescoço curto e largo.
- Pacemaker – impossível de eliminar, aparenta uma onda pontiaguda rápida.
- Pulso – quando o eletrodo está colocado sobre uma artéria superficial, mais frequente nas áreas frontais e temporais. Também pode surgir em locais de craniotomia.



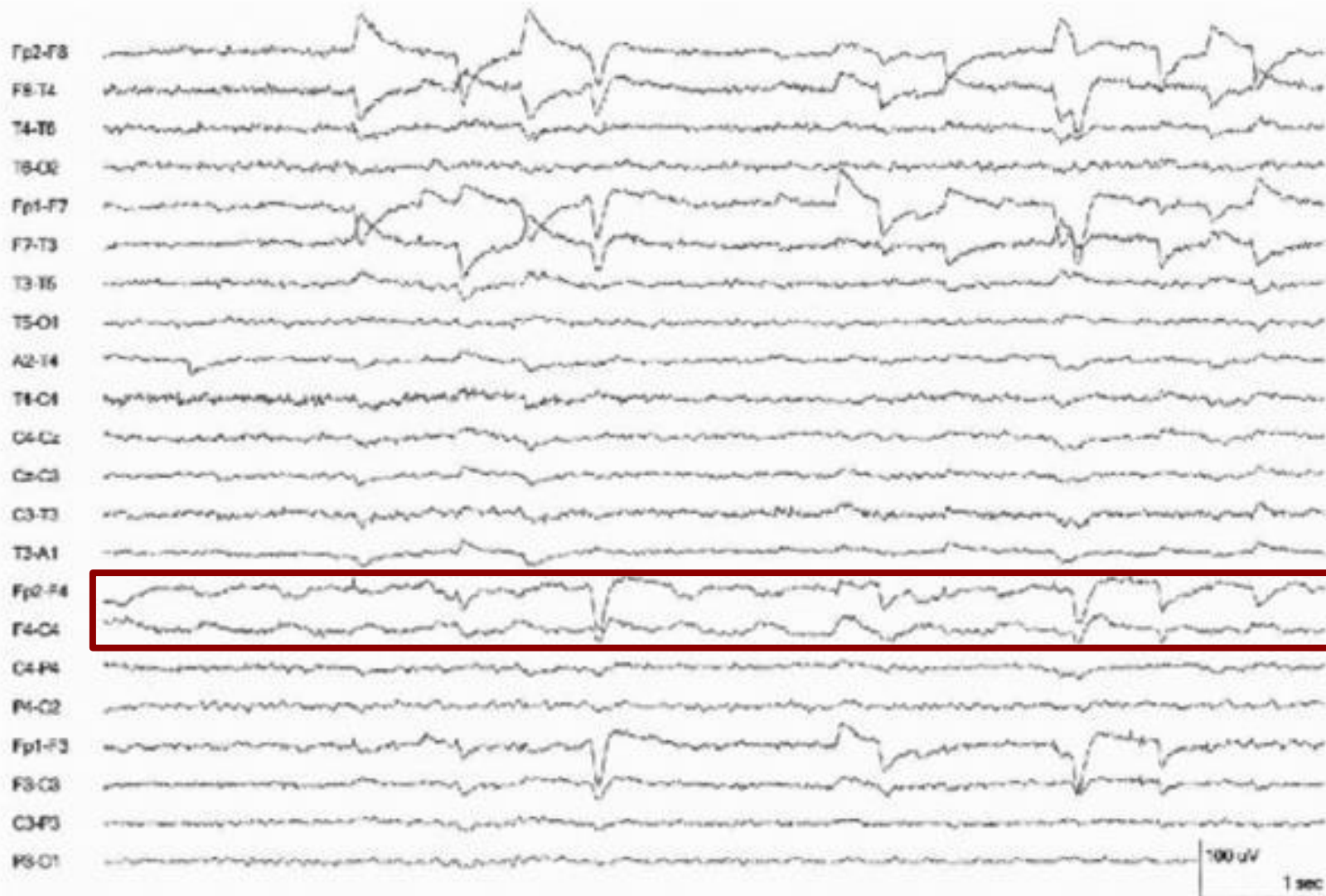
Artefactos

- Sudação – ondas lentas com mais de 2 seg de duração. Surge em mais do que 1 canal, generalizada ou lateralizada.
- Respiratório – ondas lentas coincidentes com os mov. respiratórios e de igual frequência. Frequentemente relacionado com efeito posicional.
- Soluço – mais frequente em bebés e crianças pequenas. Pode assemelhar-se a actividade epiléptica.

Artefactos Sudação e ECG

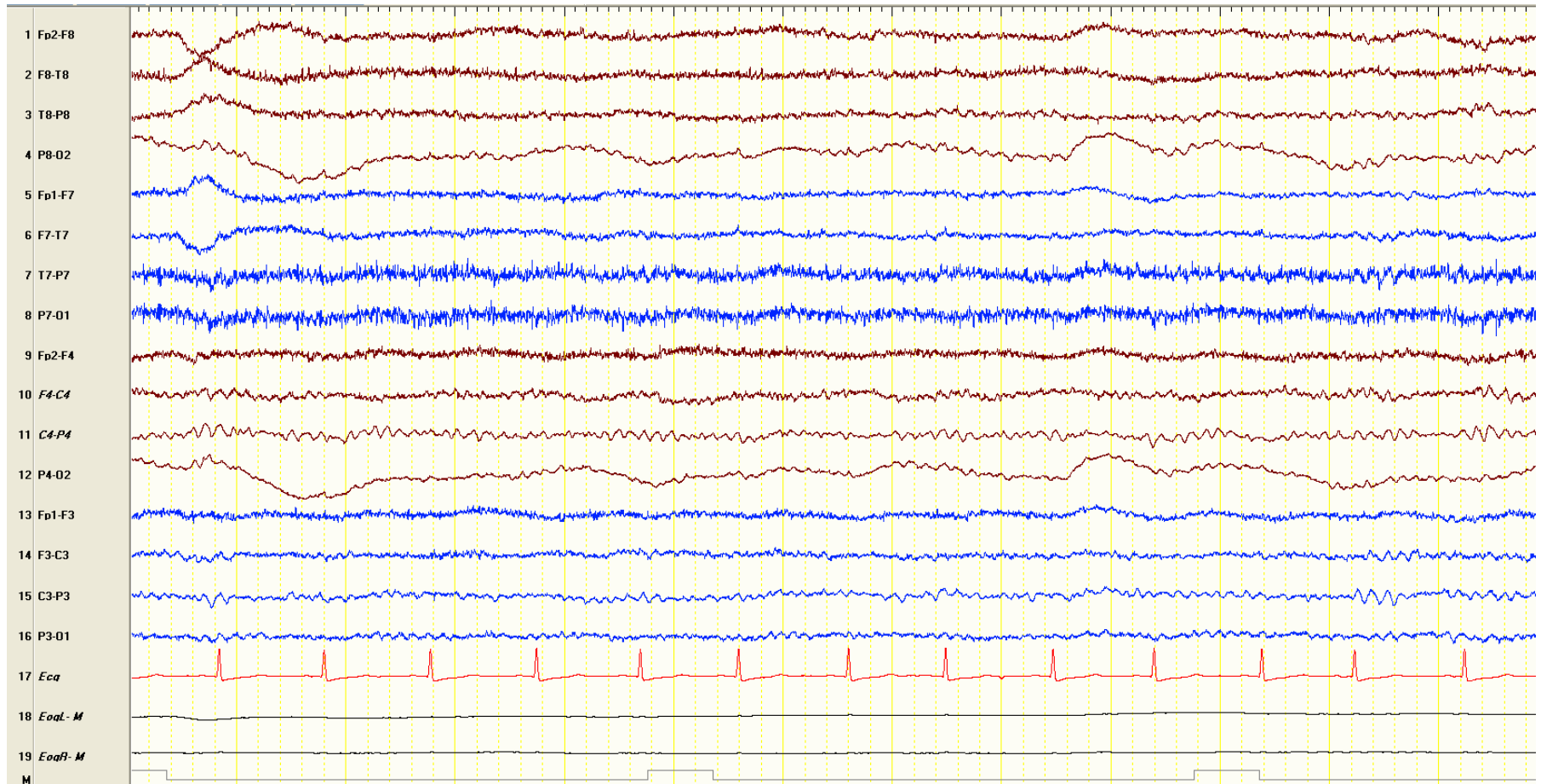


Artefacto de Pulso



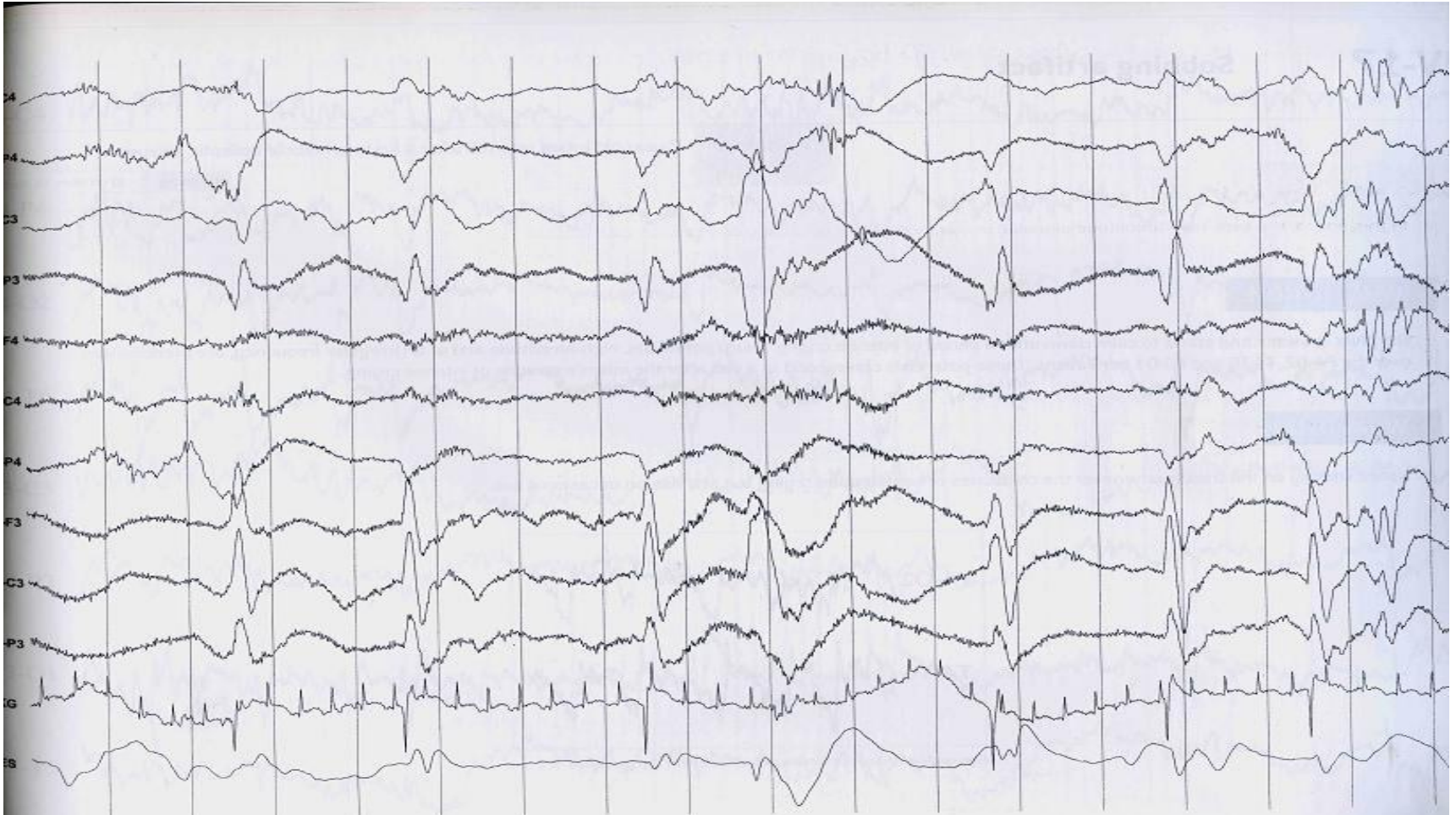


Artefacto Respiratório



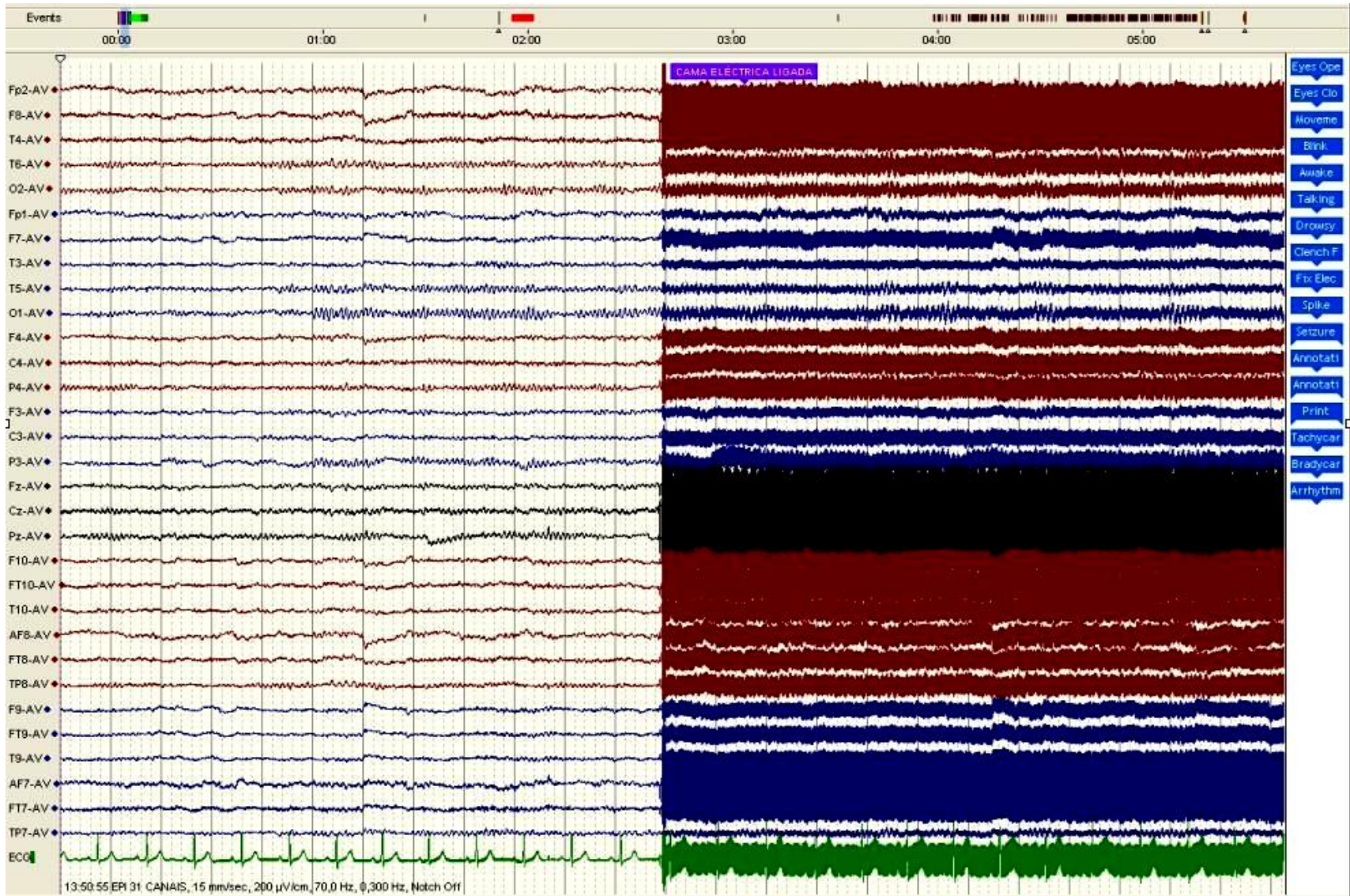


Artefactos Solução (Crianças)



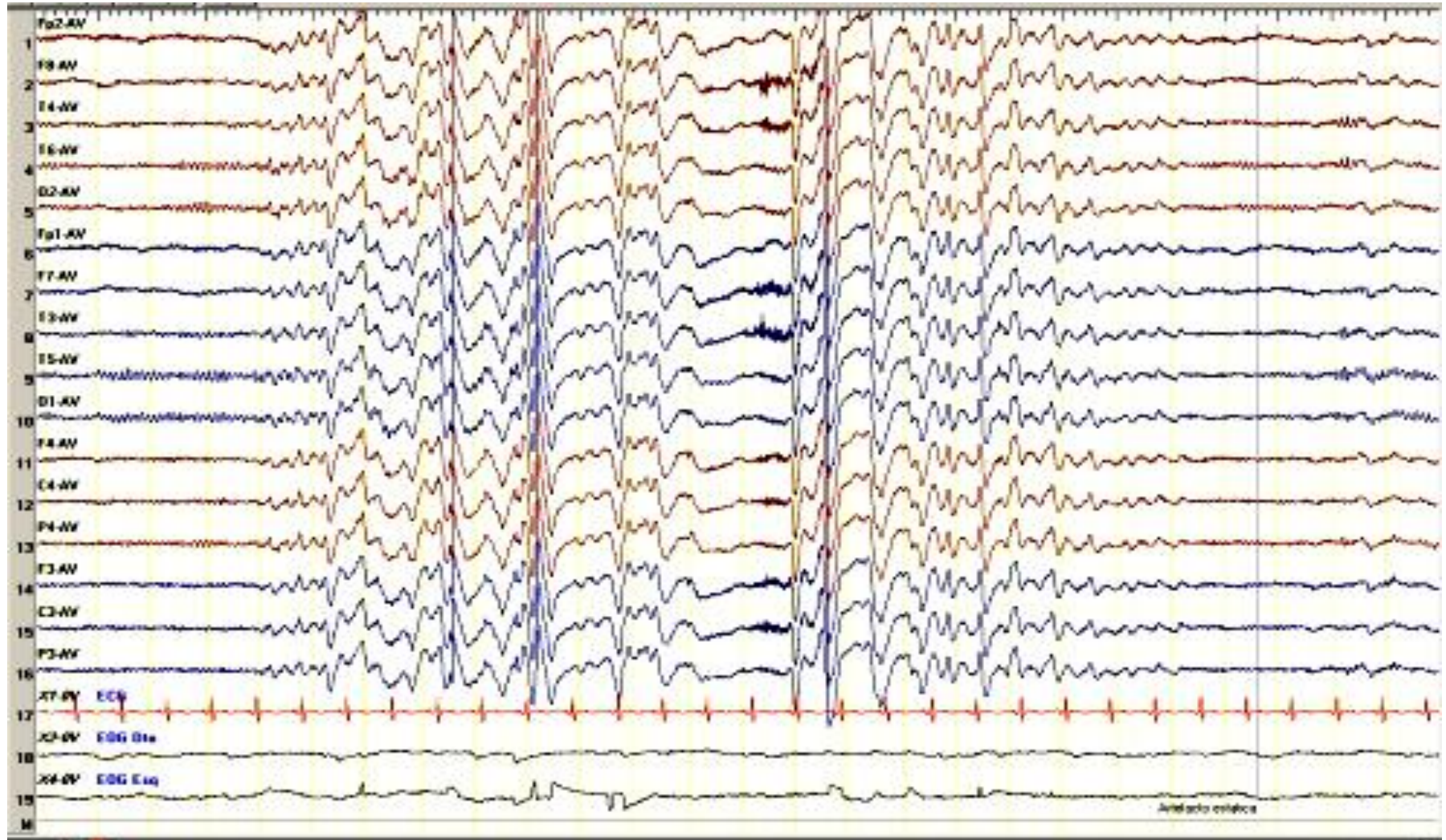


Artefacto Corrente Elétrica (50 Hz)





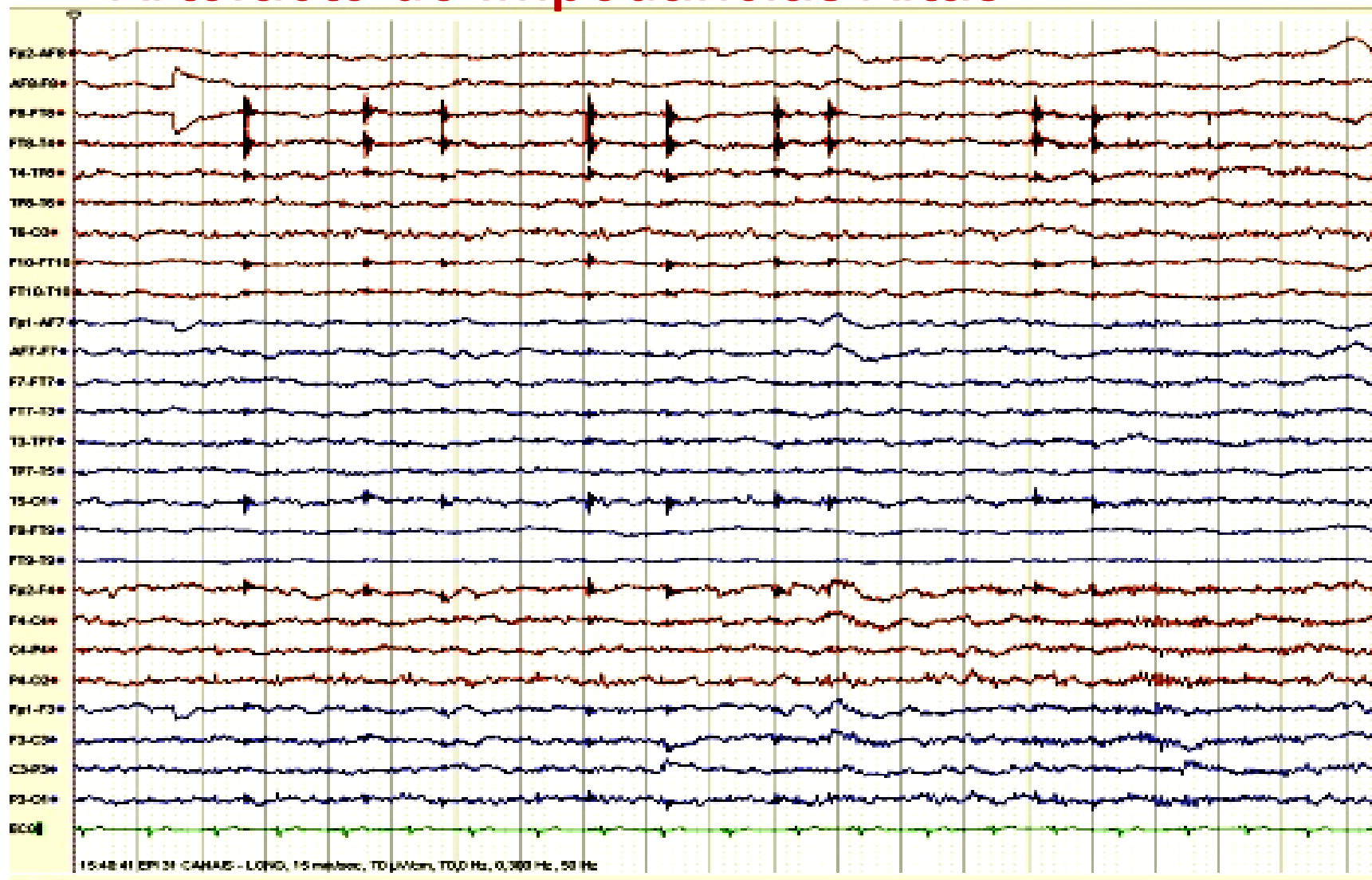
Artefacto de Estática



Artefacto de Telemóvel

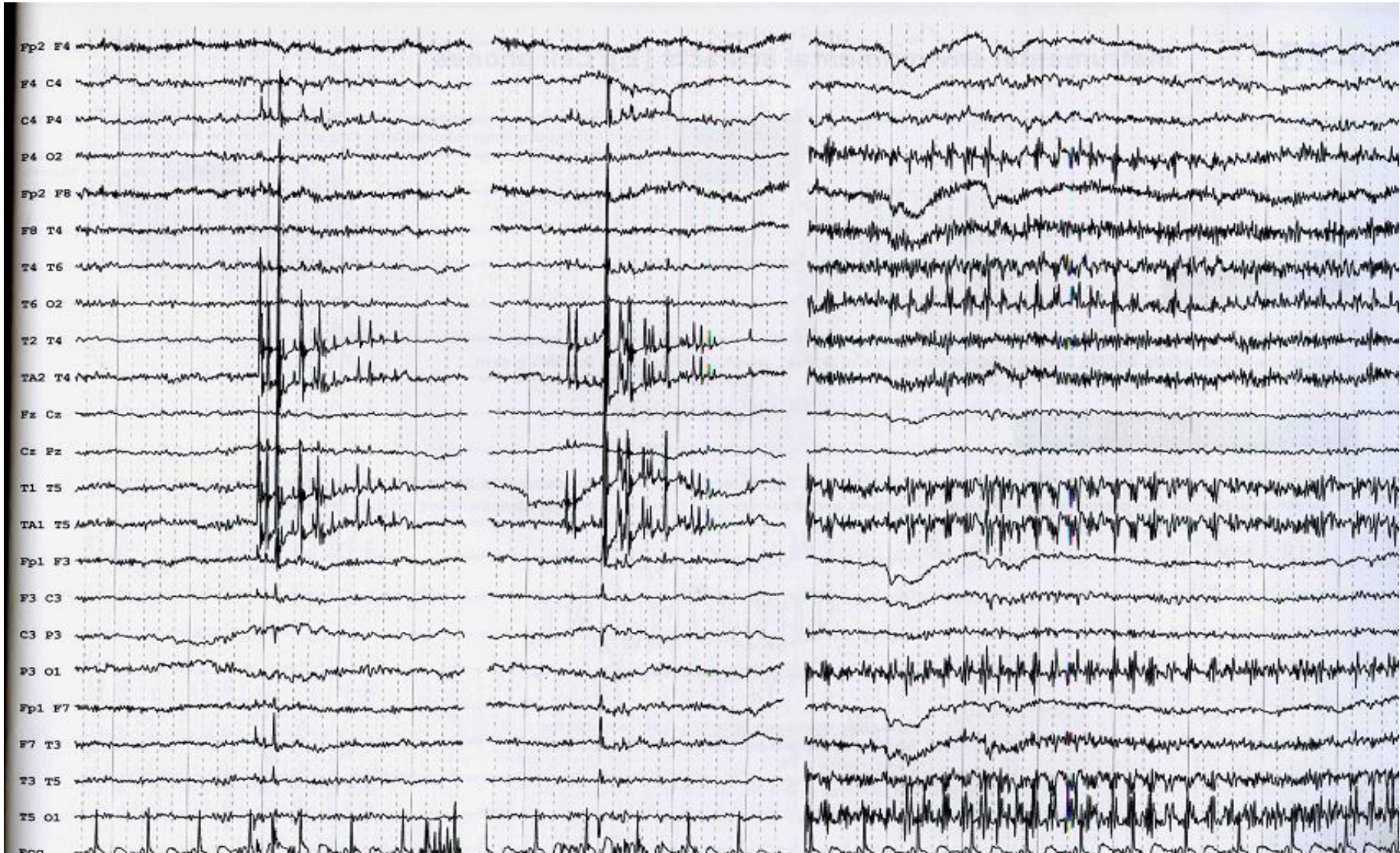


Artefacto de Impedâncias Altas





Artefactos: equipamentos elétricos junto paciente





Métodos de deteção e rejeição artefactos

Deteção

- Observação contínua do registo (vídeo é útil)
 - Determinar a relação entre determinado acontecimento e a geração de artefacto
- Registo combinado de geradores de artefacto
 - ECG, EOG, EMG
- Eliminar a causa (artefacto desaparece)
- Reprodutibilidade (ex.: ligar e desligar a cama da corrente: teste do artefacto de 50Hz)



Métodos de deteção e rejeição artefactos

Rejeição de artefactos

- Aplicação de filtros
- Técnicas de subtração do sinal artefactual
 - Sistemas inteligentes treinados para detectar artefactos
 - Subtração do sinal detectado aos canais de EEG
 - Domínio do tempo, frequência e combinação dos dois

Uso cauteloso



Métodos de deteção e rejeição artefactos

Rejeição de artefactos: Métodos automatizados

Automated EEG artifact elimination by applying machine learning algorithms to ICA-based features

To cite this article: Thea Radüntz *et al* 2017 *J. Neural Eng.* **14** 046004

FASTER: Fully Automated Statistical Thresholding for EEG artifact Rejection[☆]

H. Nolan¹, R. Whelan^{*,1}, R.B. Reilly

Journal of Neuroscience Methods 192 (2010) 152–162

Trinity Center for Bioengineering, Trinity College Dublin, Ireland

Computational Neuroscience

Journal of Neuroscience Methods 243 (2015) 84–93

EEG artifact elimination by extraction of ICA-component features using image processing algorithms

T. Radüntz^{a,*}, J. Scouten^a, O. Hochmuth^b, B. Meffert^b

^a Federal Institute for Occupational Safety and Health, Mental Health and Cognitive Capacity, Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin, Germany

^b Humboldt-Universität zu Berlin, Department of Computer Science, Rudower Chaussee 25, 12489 Berlin, Germany



Métodos de deteção e rejeição artefactos

Rejeição de artefactos: Métodos automatizados

