

# Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa

Ano Lectivo 2009-2010 – 1º semestre



**Curso:** *Cardiopneumologia* 2º Ano 1º Semestre

**Unidade Curricular:** *Estudo do Sistema Nervoso - Componente Teórica*

**Área Científica:** *Neurofisiologia*

**Docentes:** *Joana Pires*

*Lígia Ferreira*

*Rosa Santos*



# Conteúdos Programáticos

- Ritmos cerebrais na vigília (adultos e crianças)
  - R. Normais
  - R. Patológicos
  - Exemplos
- Ritmos cerebrais no sono (adultos e crianças)
  - R. Normais
  - R. Patológicos
  - Exemplos

# RITMOS CEREBRAIS NORMAIS NA VIGILIA

- São influenciados por 3 factores:
  - Variabilidade intra-individual
    - Alterações das características da electrogénese ao longo de um registo
    - Variações das características da electrogénese no mesmo indivíduo em vários registos separados no tempo
  - Variabilidade inter-individual
    - Características individuais de personalidade, QI, sexo, factores genéticos
  - Variabilidade com a idade

# Definições

*Actividade de base* – Ritmo EEG de referência de acordo com a idade e estado de consciência. Nos adultos, em vigília, a actividade de base caracteriza-se nas frequências alfa.

*Época* – unidade de tempo utilizada para análise de EEG (nas PSGs são 30 seg)

*Onda* – Resulta de variações da diferença de potencial entre pares de eléctrodos. De acordo com a duração podem ser lentas (>200 ms) ou abruptas (70-200 ms)

*Ciclo/seg* – O nº de ondas observadas num segundo (Hz)

*Frequência* – Nº de ciclos/segundo.

*Alta voltagem* – Amplitude da onda superior a 50 microvolts



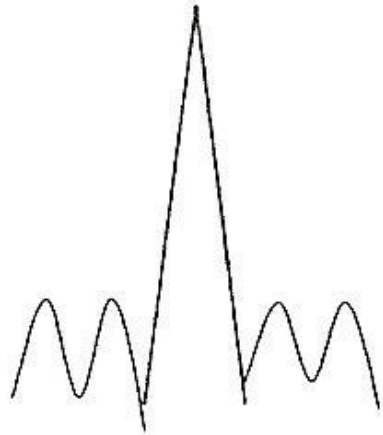
*Baixa voltagem* – Amplitude da onda inferior a 20 microvolts

*Muito baixa voltagem* – Amplitude da onda inferior a 10 microvolts.

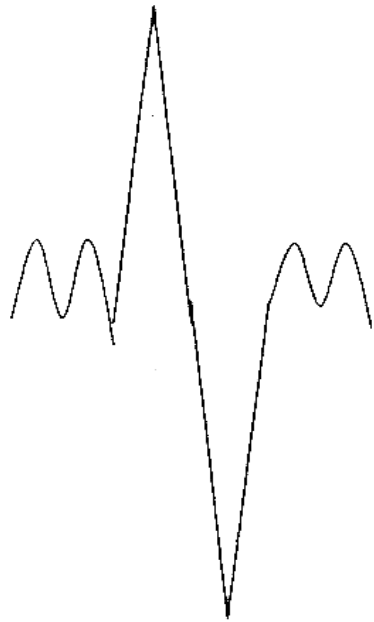
*Actividade monomórfica* – Ritmo repetitivo relativamente á morfologia, amplitude e frequência. Quando há variações é *polimórfica*.

*Actividade rítmica* – Quando a duração das ondas e o intervalo de tempo entre elas é constante. Se tal não acontece diz-se que a actividade é *arrítmica*

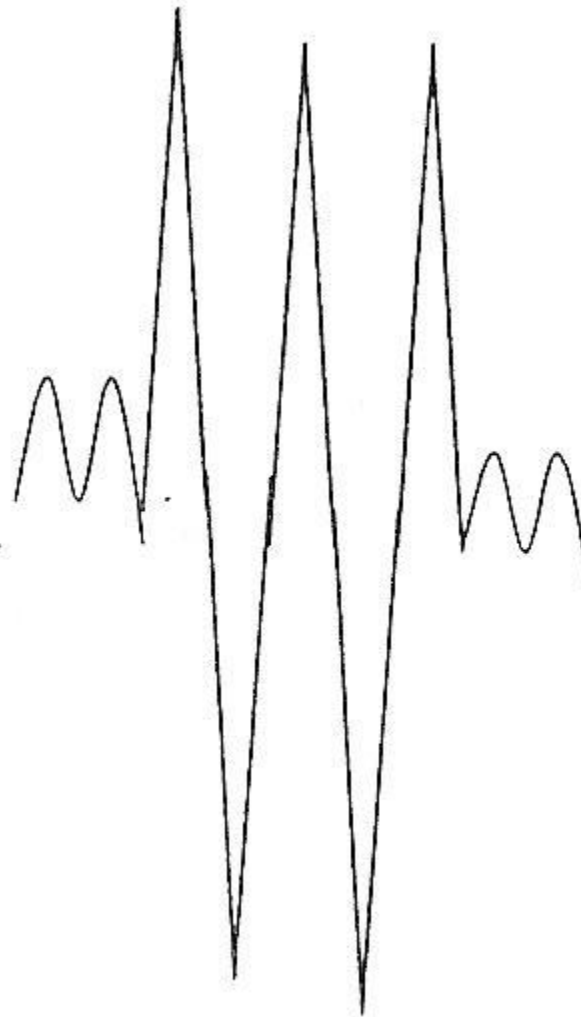
*Monofásico / Bifásico / Polifásico* – uma fase, 2 fases, várias fases em relação á linha de base.



**monofásico**



**bifásico**



**multifásico**



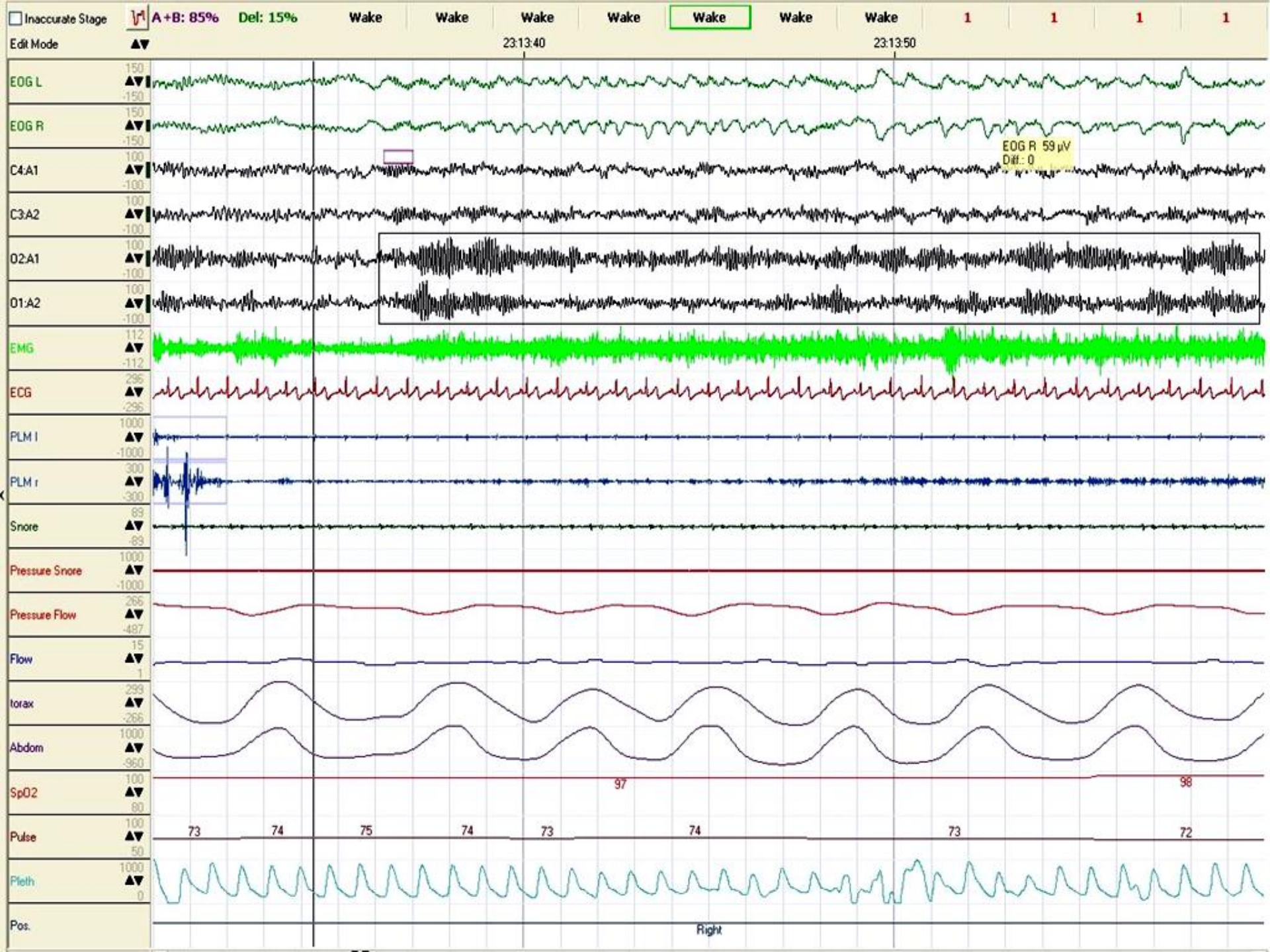
# Vigília

# RITMOS CEREBRAIS NORMAIS NA VIGILIA NO ADULTO

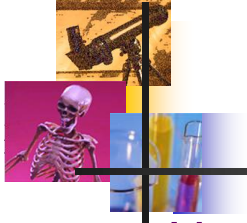


## ■ Ritmo ALFA

- caracteriza o estado de vigília
- frequência 8-13 Hz (ciclos/seg)
- predomina nas regiões posteriores
- amplitude máxima nas derivações occipitais (O1, O2)
- mais evidente com os olhos fechados, inactividade mental, e relaxação.
- atenuado/bloqueado com estímulo de atenção e actividade visual.
- nos adultos jovens a frequência é 10-11 Hz, por volta dos 60 anos diminui para 9 Hz e nos muito idosos é de 8 Hz.
- a amplitude e frequência diminuem com a idade.
- padrões irregulares e abruptos induzidos por drogas (anti-epilépticos, anti-histaminicos, neurolépticos,.....)
- É normal assimetria de amplitude; só se considera patológica quando é igual ou superior a 50%.







- **Variantes do Alfa (Alfa variante)**

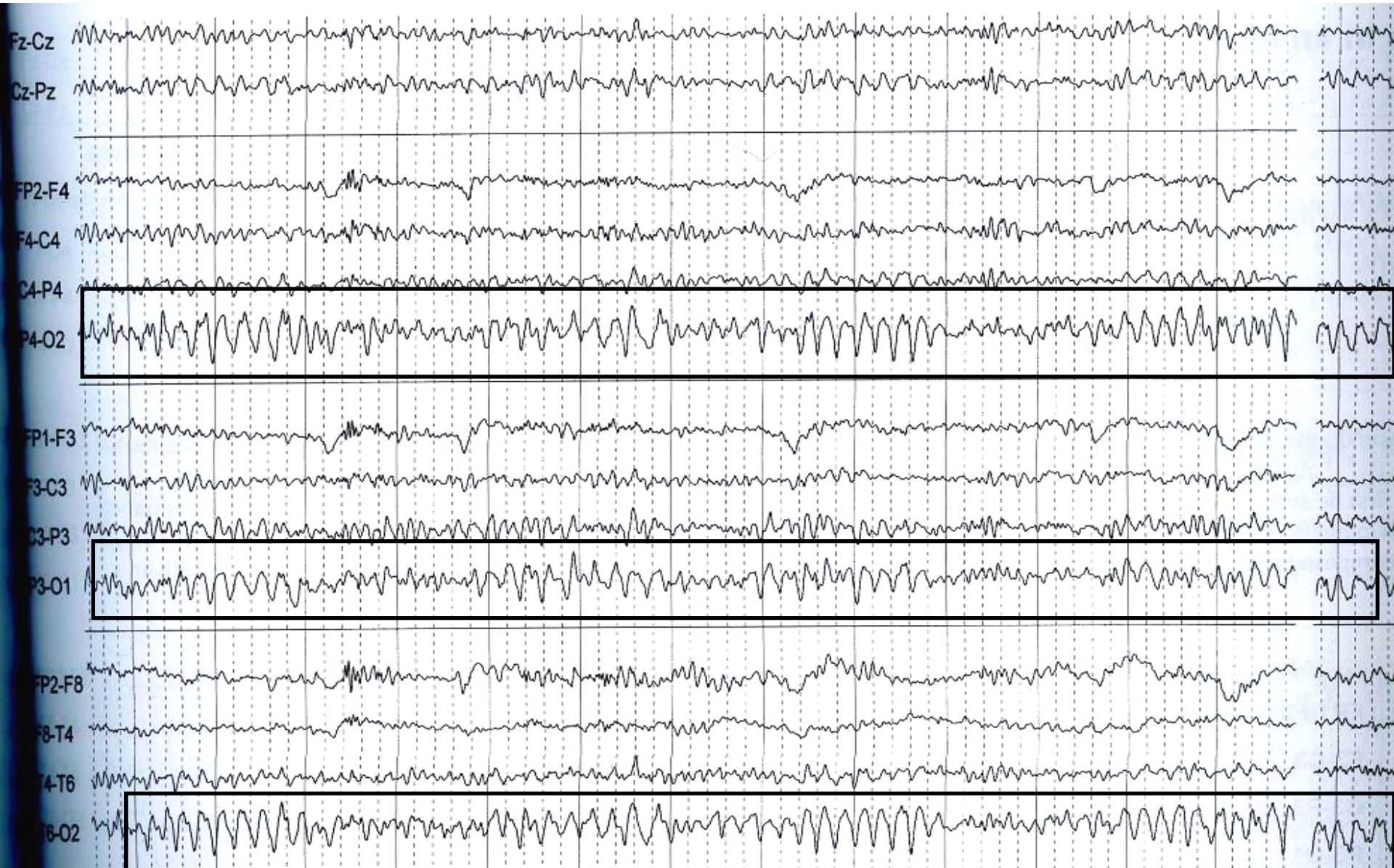
- Ritmos que são observados predominantemente nas regiões posteriores, que diferem relativamente à frequência mas que se assemelham ao Alfa relativamente à reactividade (ritmos teta e beta)

- **Ritmo Miu**

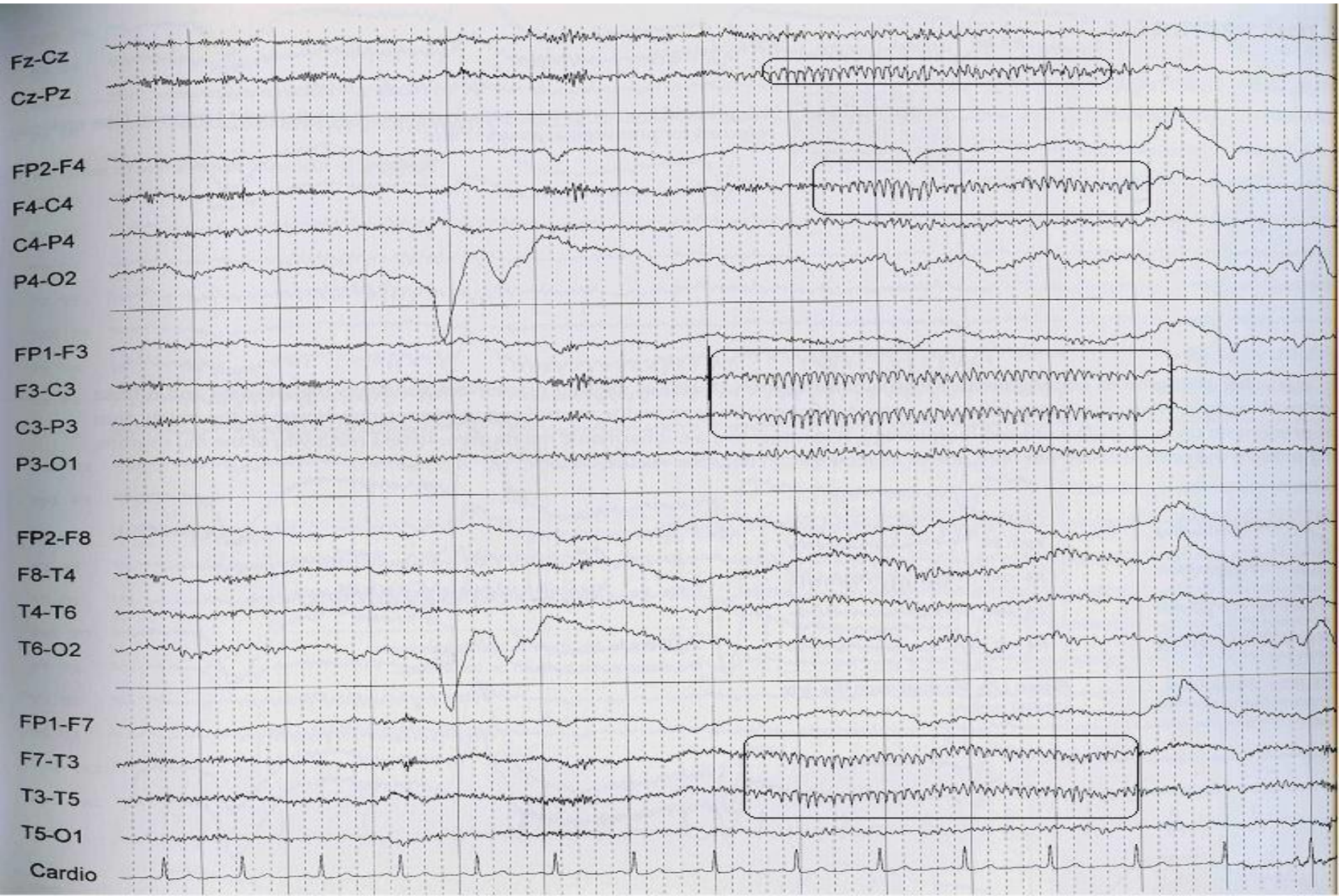
- Frequência 7-11 Hz, localização central (C3, C4) ou centro-parietal (P3, P4). Está relacionado com o movimento podendo ser bloqueado/atenuado com movimento contralateral (ex: fechar a mão)

- **Ondas lenta temporais posteriores** – podem surgir em jovens adultos, constituídas por variantes do alfa ou mesmo ondas delta isoladas.

# Alfa Variante



# Ritmo miu



# Ondas lentas temporais posteriores

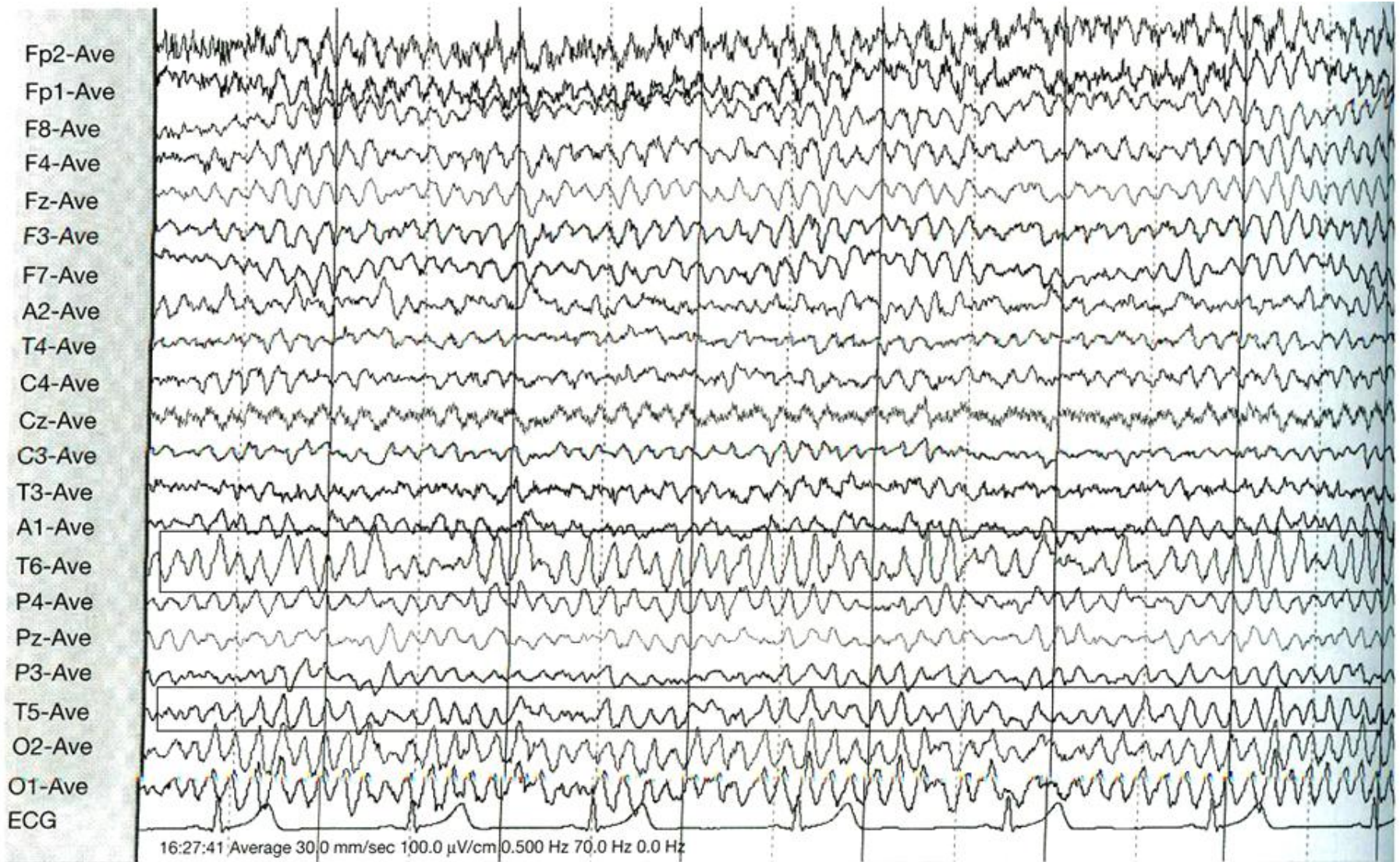
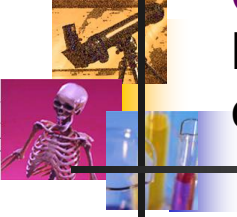


Fig. 7.18 Posterior slow waves in 17-year-old volunteer. Note how admixture of alpha and slower activity gives a spiky appearance



**Ondas Lambda** – Em vigília são características das regiões occipitais, habitualmente bilaterais, amplitude inferior a 50 microvolts. Desaparecem quando se fixa o olhar num ponto.

---

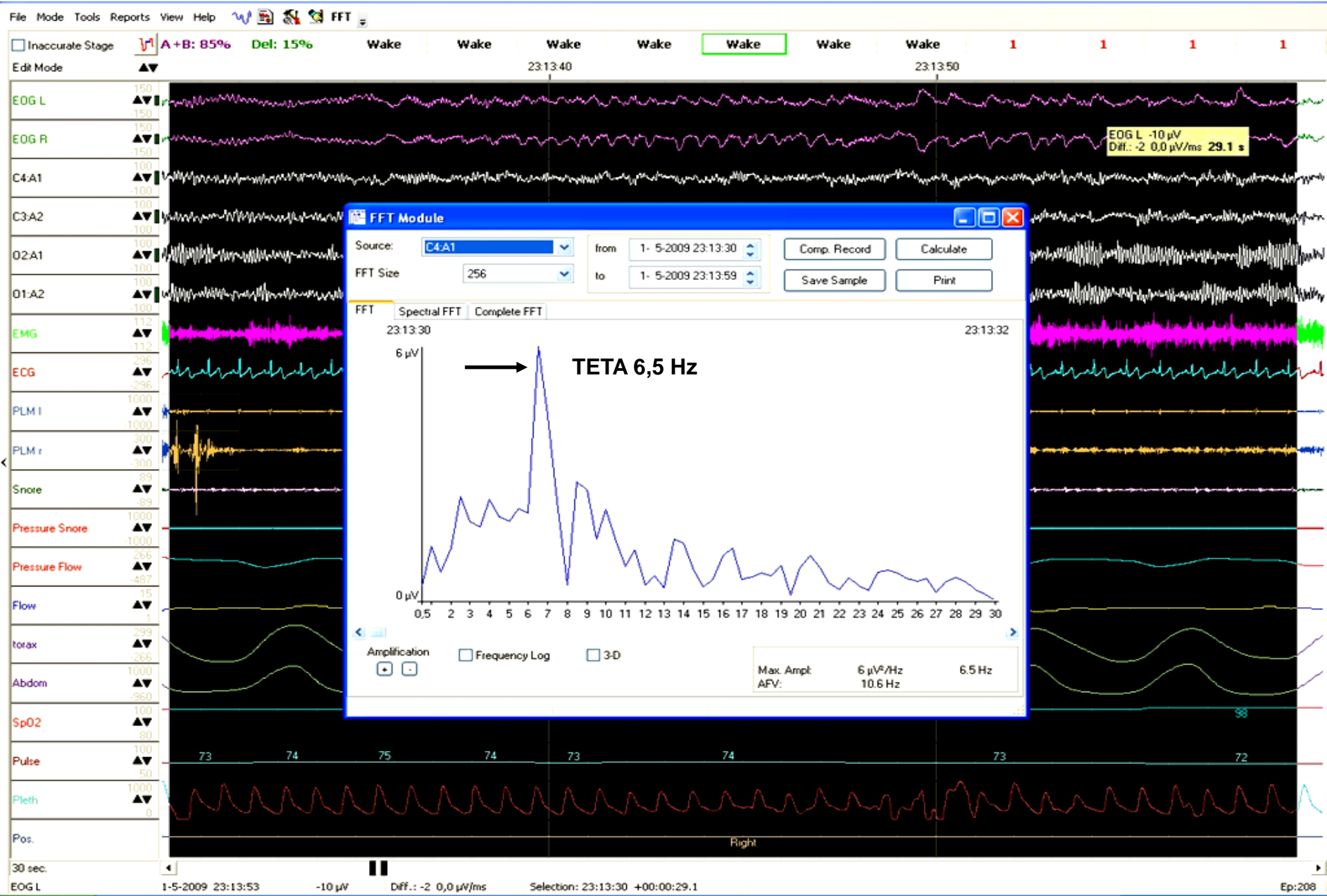
**Ritmo Teta** – Frequência de 4-7 Hz. Apresenta baixa amplitude, irregular, atinge o máximo de amplitude nas regiões temporais posteriores (T5, T6). A incidência e amplitude variam com a idade e estado de consciência. Se acompanhado de diminuição da actividade alfa é um indicador de sonolência e sono ligeiro.

**Ritmo Beta** – Frequência a 13-22 Hz. Predomina nas regiões fronto-centrais (F3-Fz-F4-C3-Cz-C4), e tem baixa amplitude (inferior a 30 microvolts). Algumas drogas como barbitúricos e BZD provocam aumento de amplitude, podendo também ser observado em indivíduos que não consomem. Frequentemente é assimétrica

# Ondas Lambda



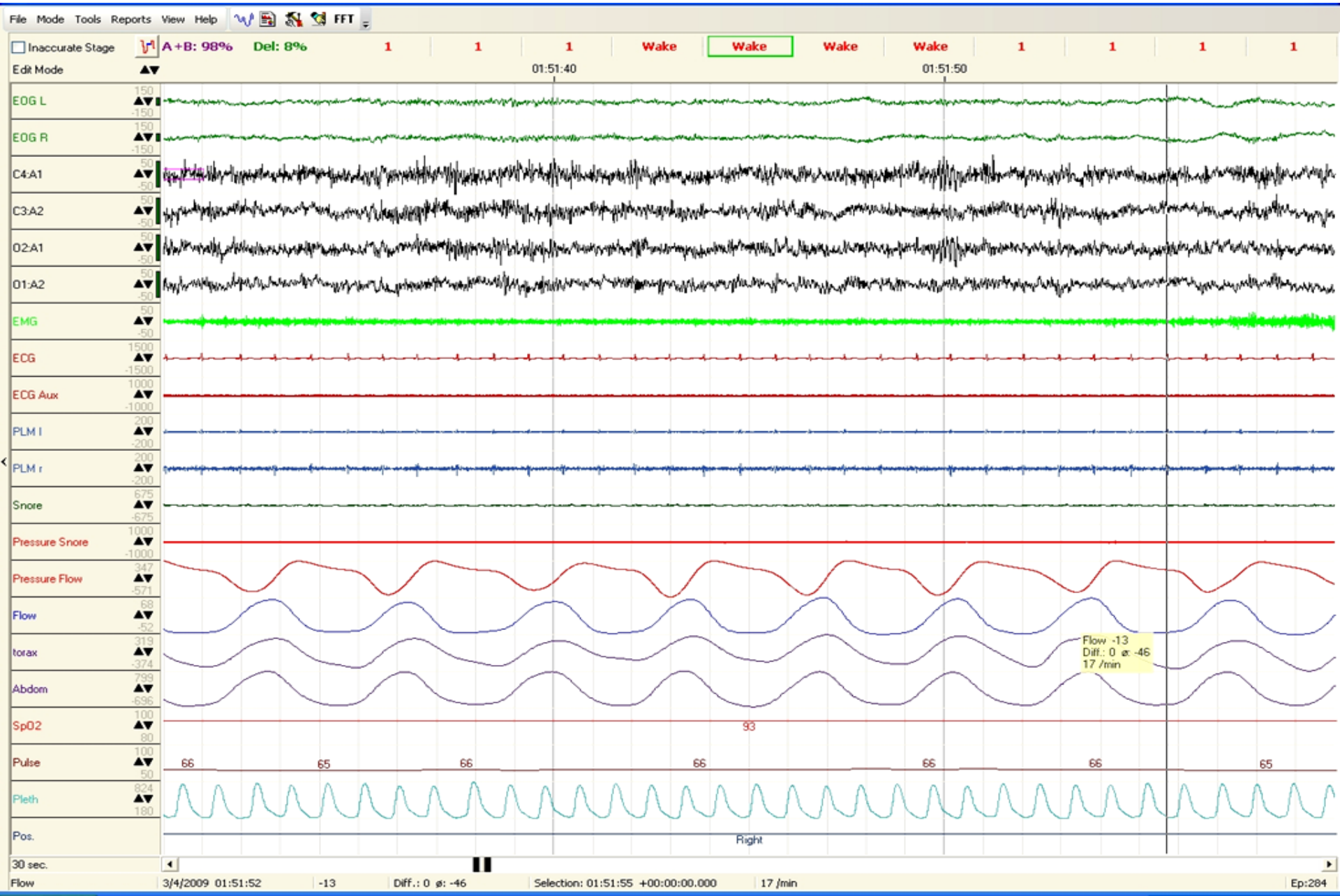
# Ritmo Theta



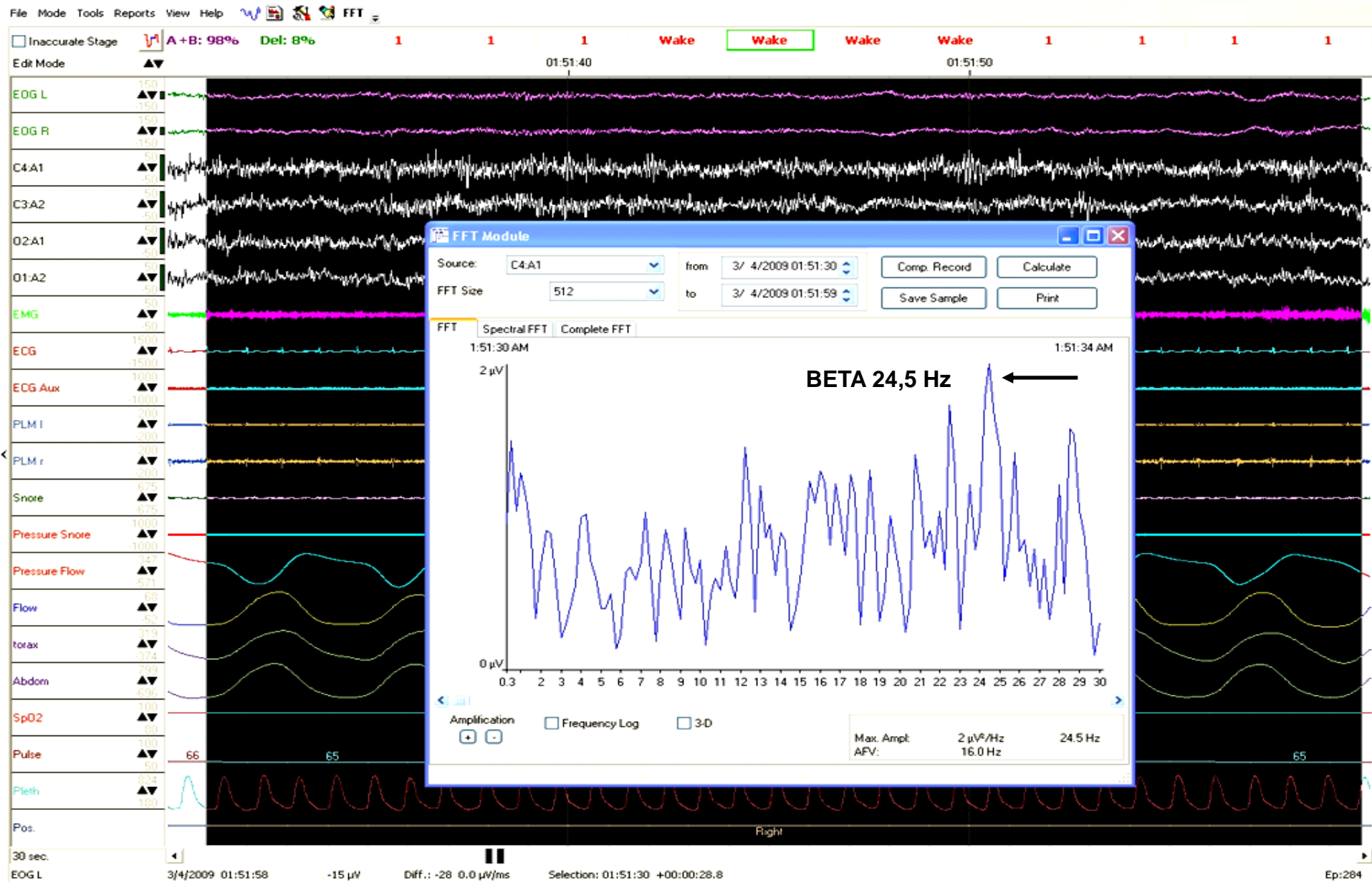
# Ritmo Beta




# Ritmo Beta



# Ritmo Beta



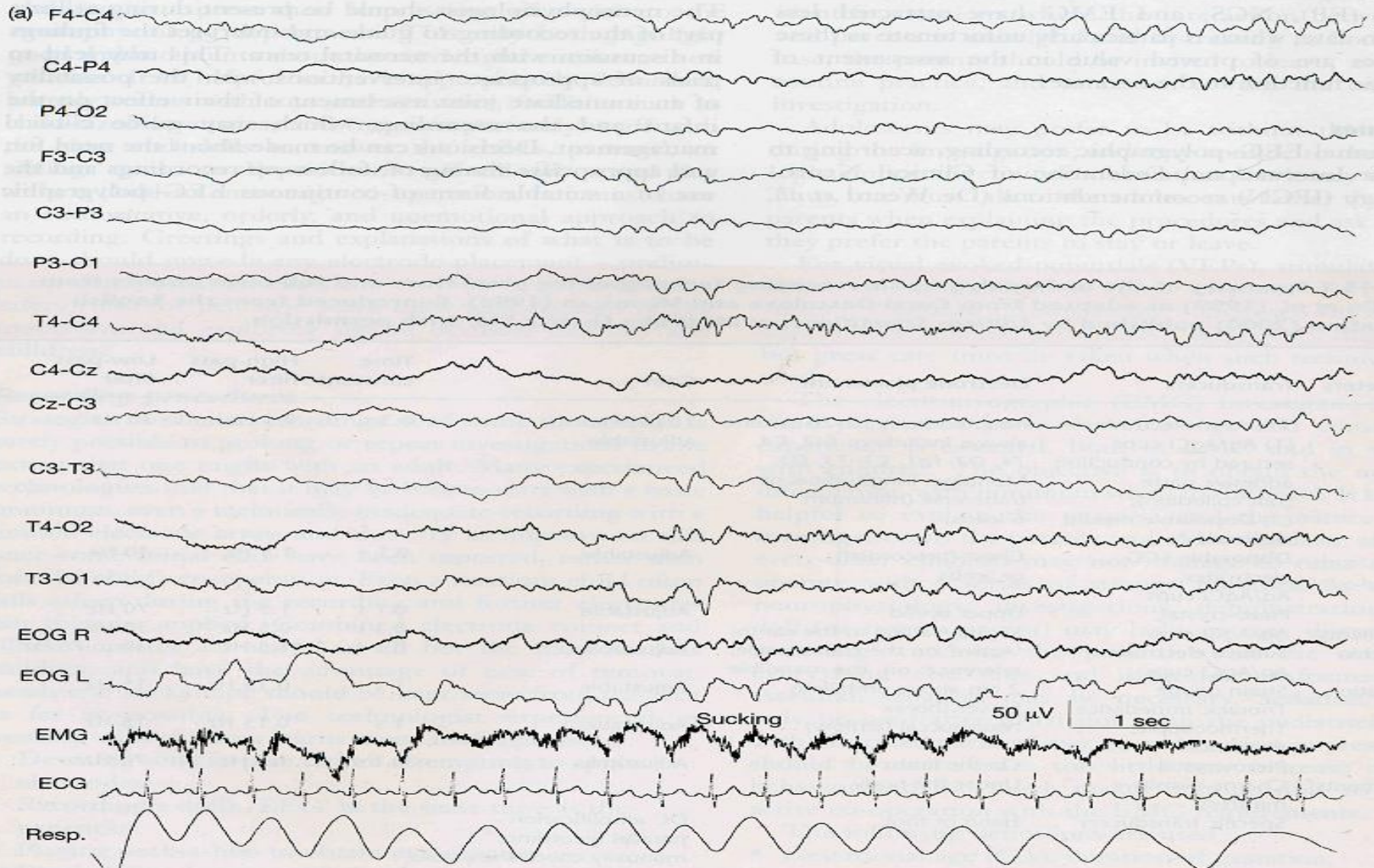
# RITMOS CEREBRAIS NORMAIS NA VIGILIA NA CRIANÇA

- 
- Nas crianças a frequência dos ritmos aumenta com a maturação enquanto que a amplitude diminui.
  - Não existe ritmo alfa antes dos 3 anos.
  - Até aos 2 meses: actividade delta irregular, frequência 2-3,5 Hz, média a grande amplitude (50-100 microvolts)
  - Aos 6 meses predominam as frequências a 5 Hz, dos 9-18 meses freq. 6-7 Hz.
  - Ao atingir-se o 1º ano a actividade teta que predomina nas regiões centrais, migra para as regiões posteriores, com aumento da frequência.

# RITMOS CEREBRAIS NORMAIS NA VIGILIA NA CRIANÇA

- Aos 2 anos predominam as frequências de 6 a 7 Hz.
- Dos 3 aos 5 anos observa-se um ritmo alfa posterior, imaturo, 7-8 Hz, de grande amplitude, mais evidente no hemisfério não dominante. Presença de ondas lentas posteriores, actividade teta rítmica nas regiões anteriores e ritmos miu
- Aos 7 anos a frequência atinge 9 Hz. A actividade teta torna-se predominante nas regiões temporais posteriores.
- Aos 12 anos predominam 2 padrões:
  - Ondas lentas temporais posteriores
  - Variantes lentas do alfa
- Nos adolescentes ritmos beta frontais e baixa amplitude

# EEG – 1 Semana

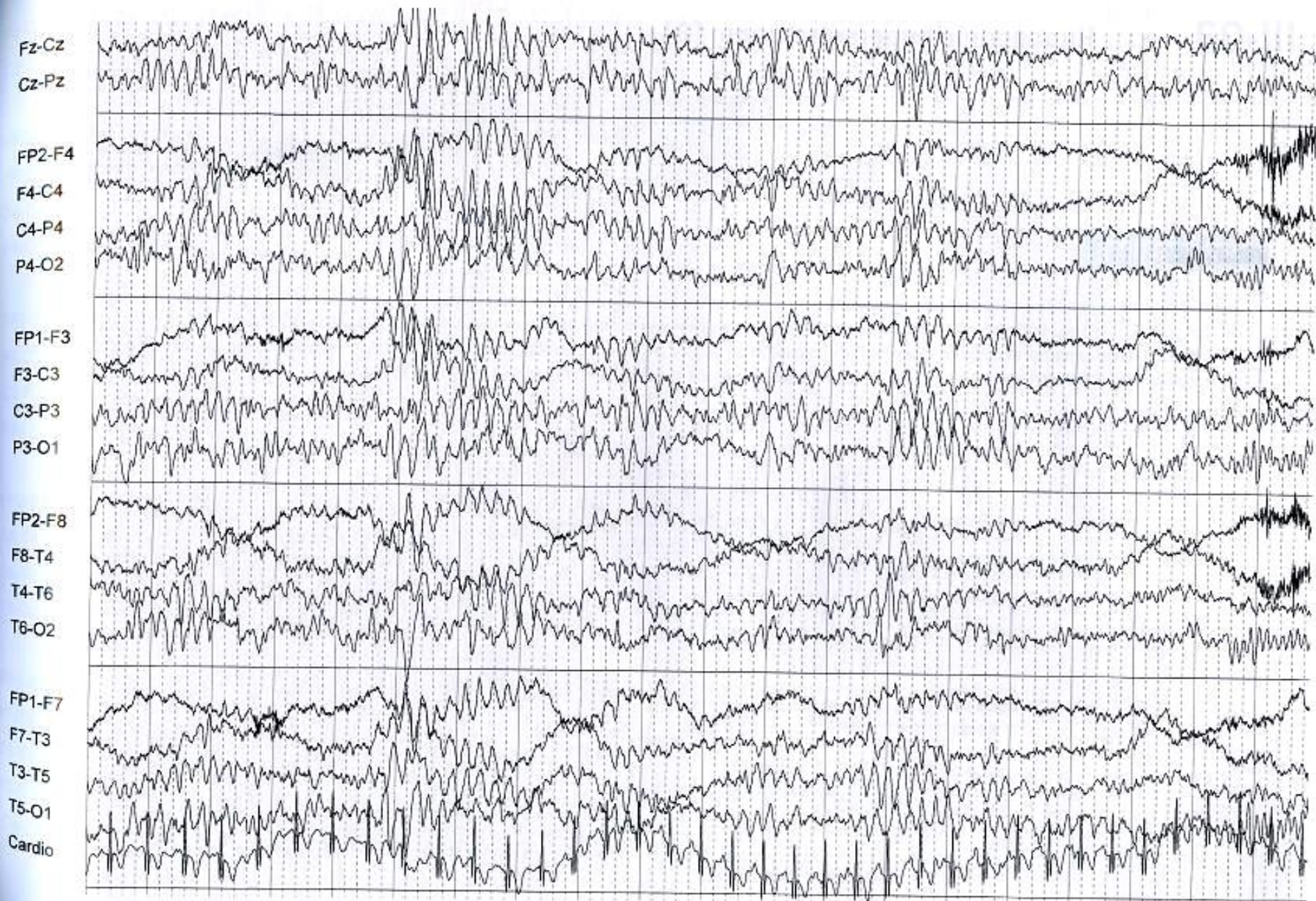


**Fig. 11.1 Polygraphic recording in a 1-week-old full-term male infant who had quickly recovered from respiratory difficulties at birth.** Recording parameters for samples (a) to (d) are EEG 50  $\mu\text{V}/\text{cm}$ , time constant (TC) 0.3 s; EMG 200  $\mu\text{V}/\text{cm}$ , TC 0.03 s; ECG 500  $\mu\text{V}/\text{cm}$ , TC 0.3 s; respiration 700  $\mu\text{V}/\text{cm}$ , TC 1.0 s. (a) The EEG while he is awake shows continuous diffuse mixed frequencies (*activité moyenne*); note the electrode artifact superimposed on the EMG which is related to sucking. From Binnie *et al.* (2003), with permission.

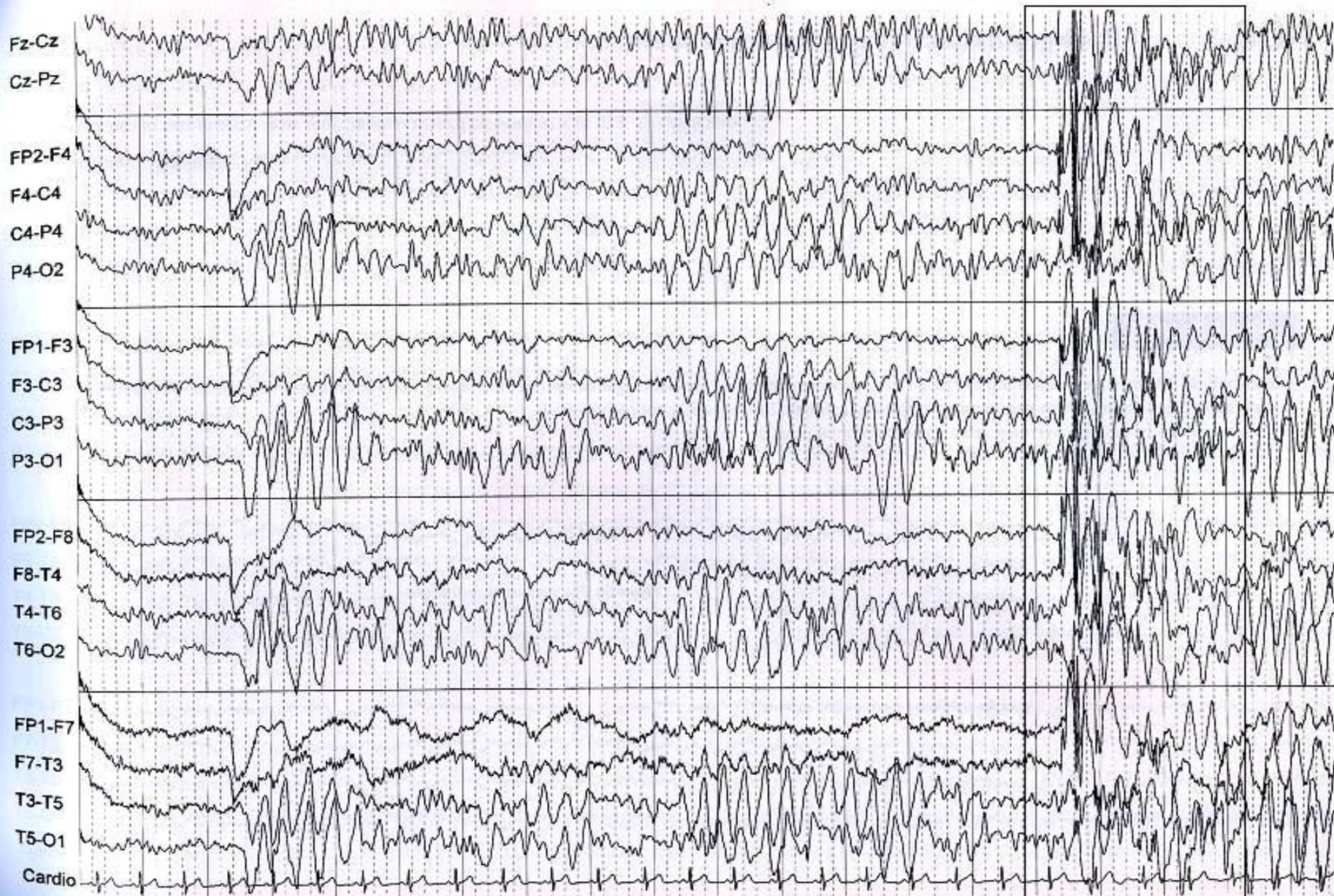
# EEG – 1 Ano



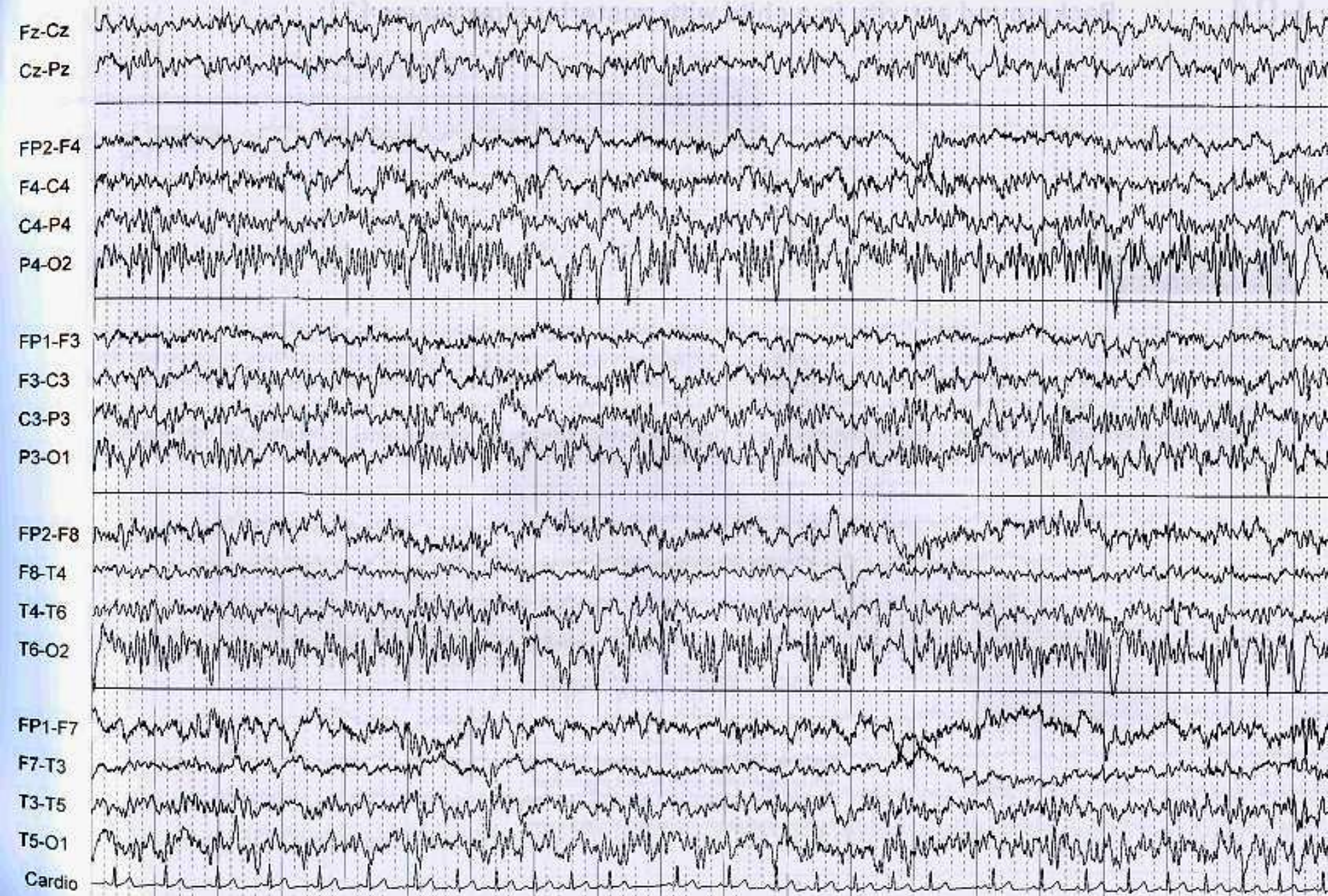
# EEG – 3 anos



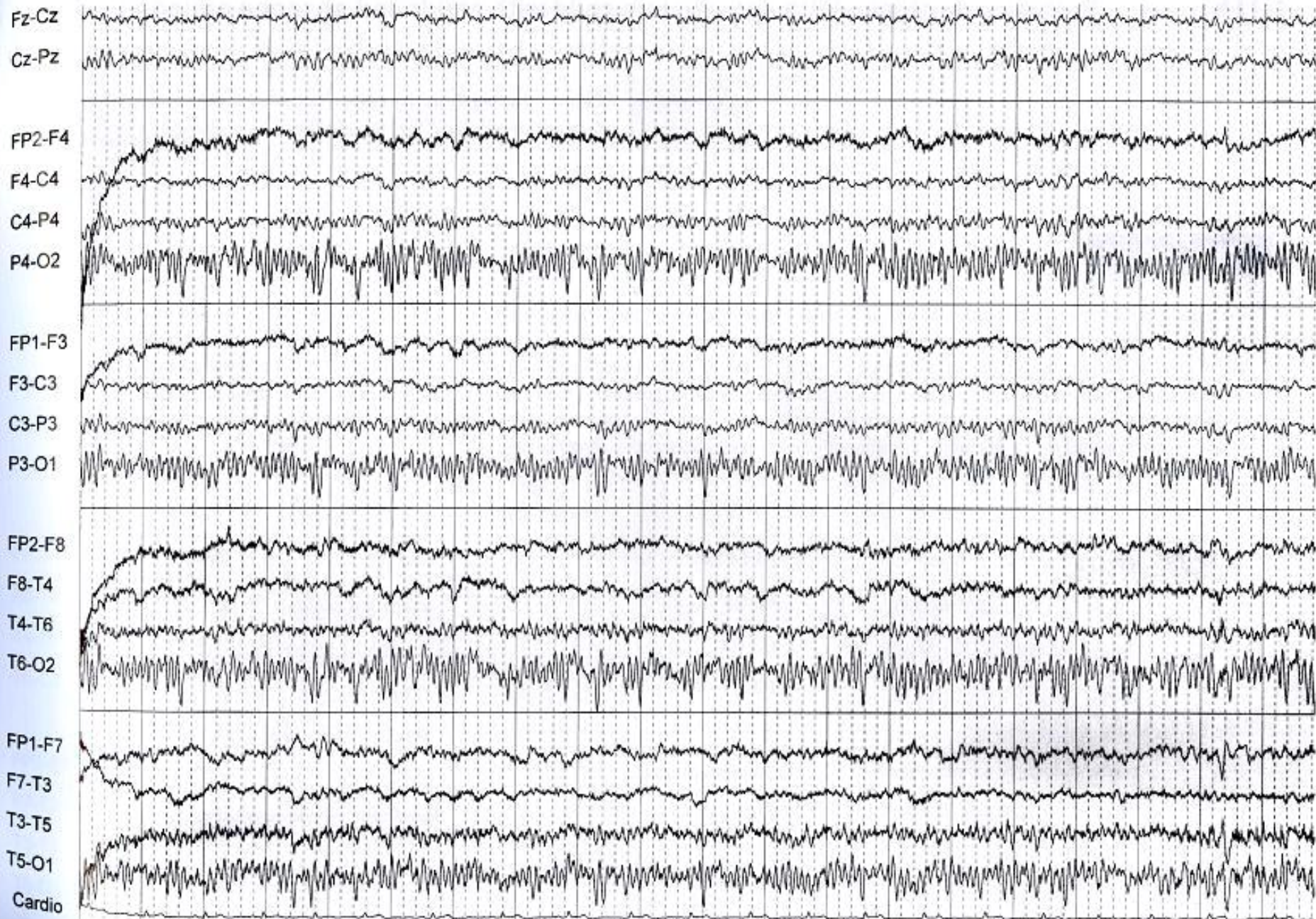
# EEG – 7 anos



# EEG – 9 anos



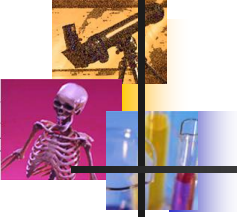
# EEG – 12 anos





# Padrões Patológicos na Vigília

# EEG PATOLÓGICO

- 
- Um EEG anormal resulta de disfunção neuronal.
  - O sinal mais evidente de disfunção cerebral é a redução de amplitude dos ritmos normais.
    - Contudo, Individuos saudáveis, ansiosos, hipervigilidade podem apresentar EEGs de baixa amplitude.
  - Só se considera patológico quando há assimetria de amplitude superior a 50%; nestes casos a lesão está localizada no local onde a amplitude é menor.
  - Uma lentificação no EEG é uma alteração não específica (hipóxia cerebral, edema cerebral, hipertensão intra-craniana, processo inflamatório do SN, D. Degenerativa, intoxicações, estado pós-crítico).

# PADRÕES EEG PATOLÓGICOS NA VIGILIA NO ADULTO

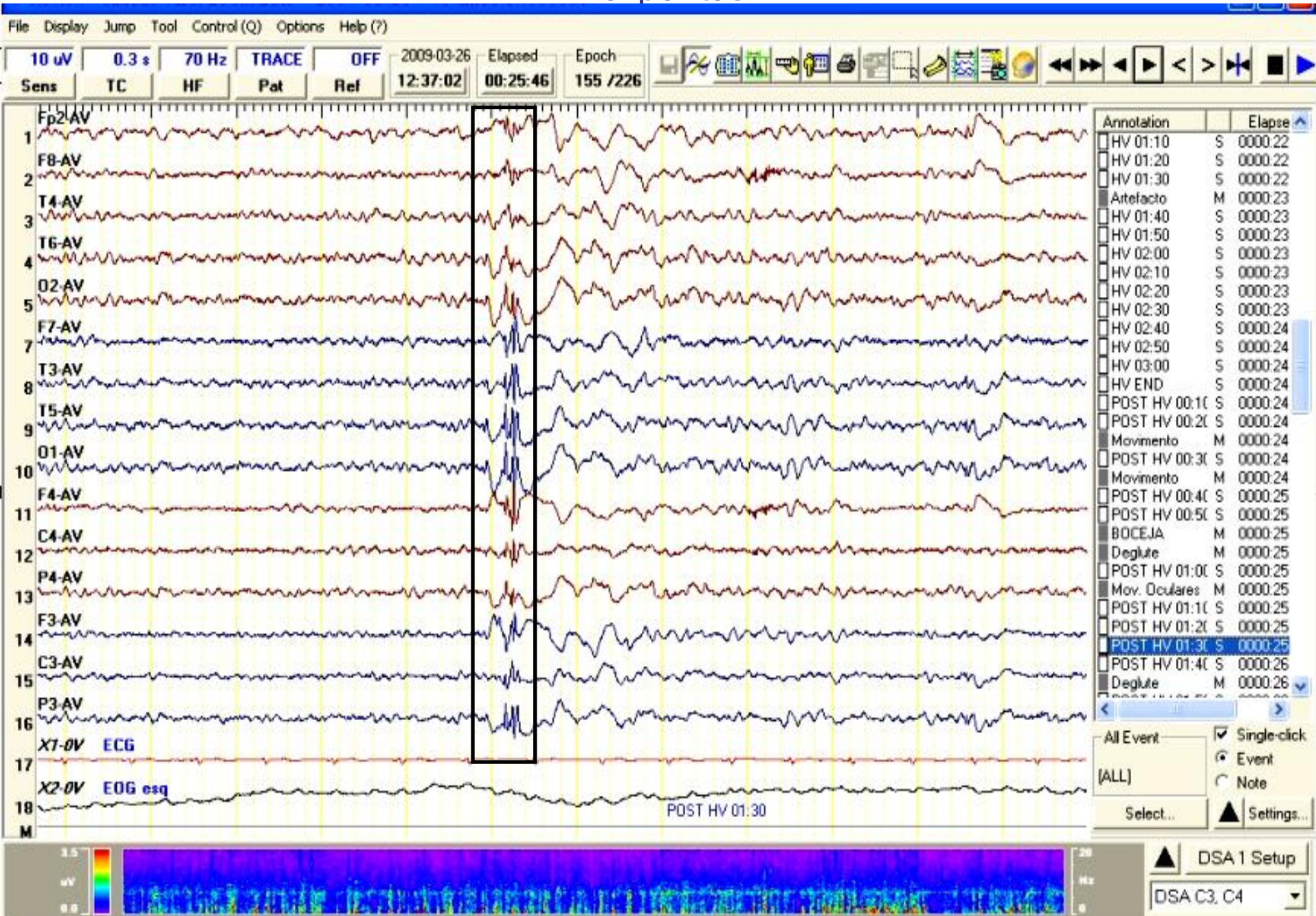


## EPILEPSIA

- Pontas (spikes): paroxismos transitórios que se distinguem da actividade de base, duração 20-70 msec, polaridade negativa, amplitude variável.
- Polipontas: padrão constituído por 2 ou mais pontas bifásicas, ocorrendo de forma mais ou menos rítmica, duração variável, grande amplitude.
- Ondas abruptas (sharp waves): paroxismos transitórios que se distinguem da actividade de base, duração 70-200 msec, polaridade negativa.
- Complexo ponta-onda: constituído por uma ponta seguida por onda lenta (ex: descarga ponta-onda 3/seg - Pequeno-Mal ou Ausência)



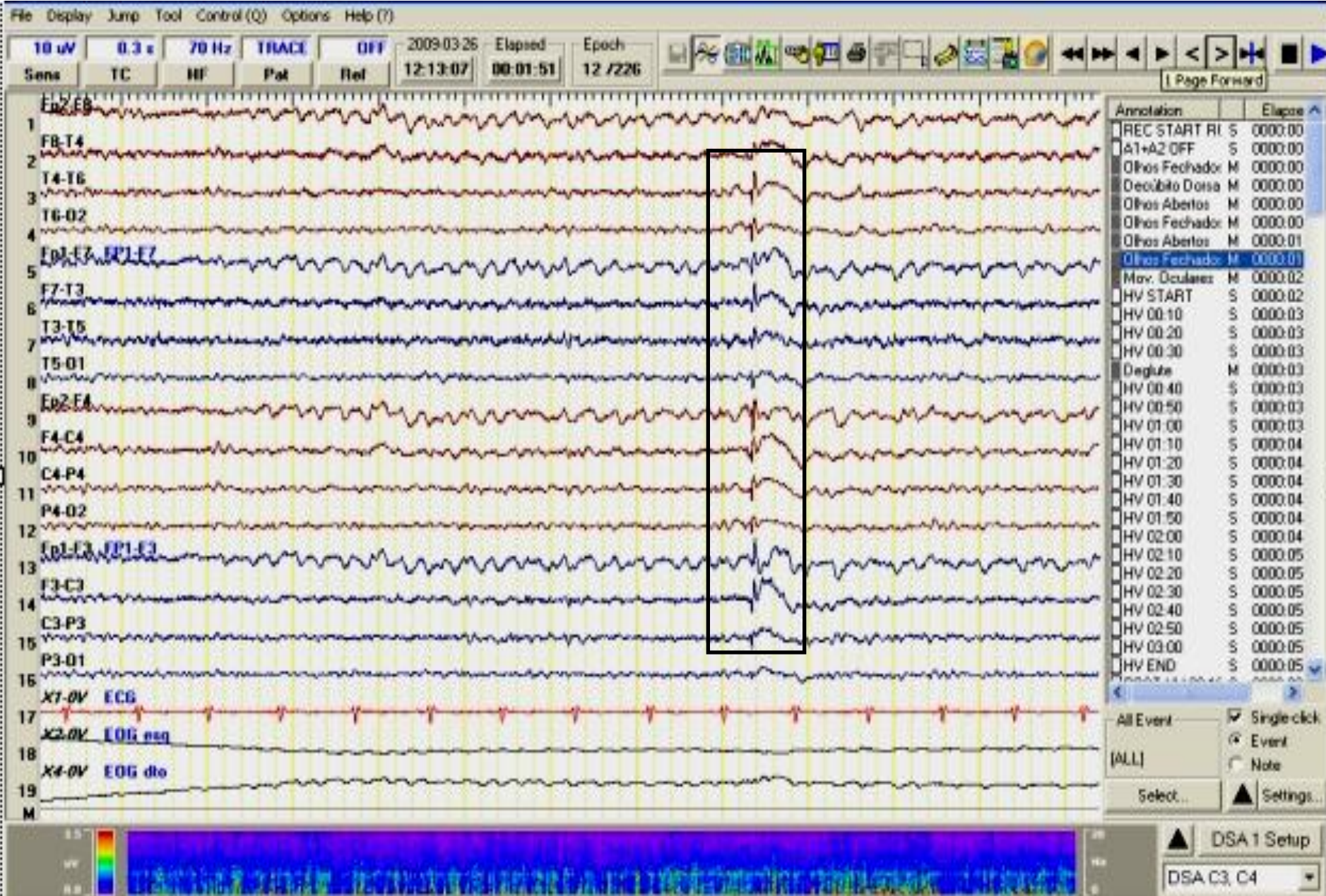
# Polipontas



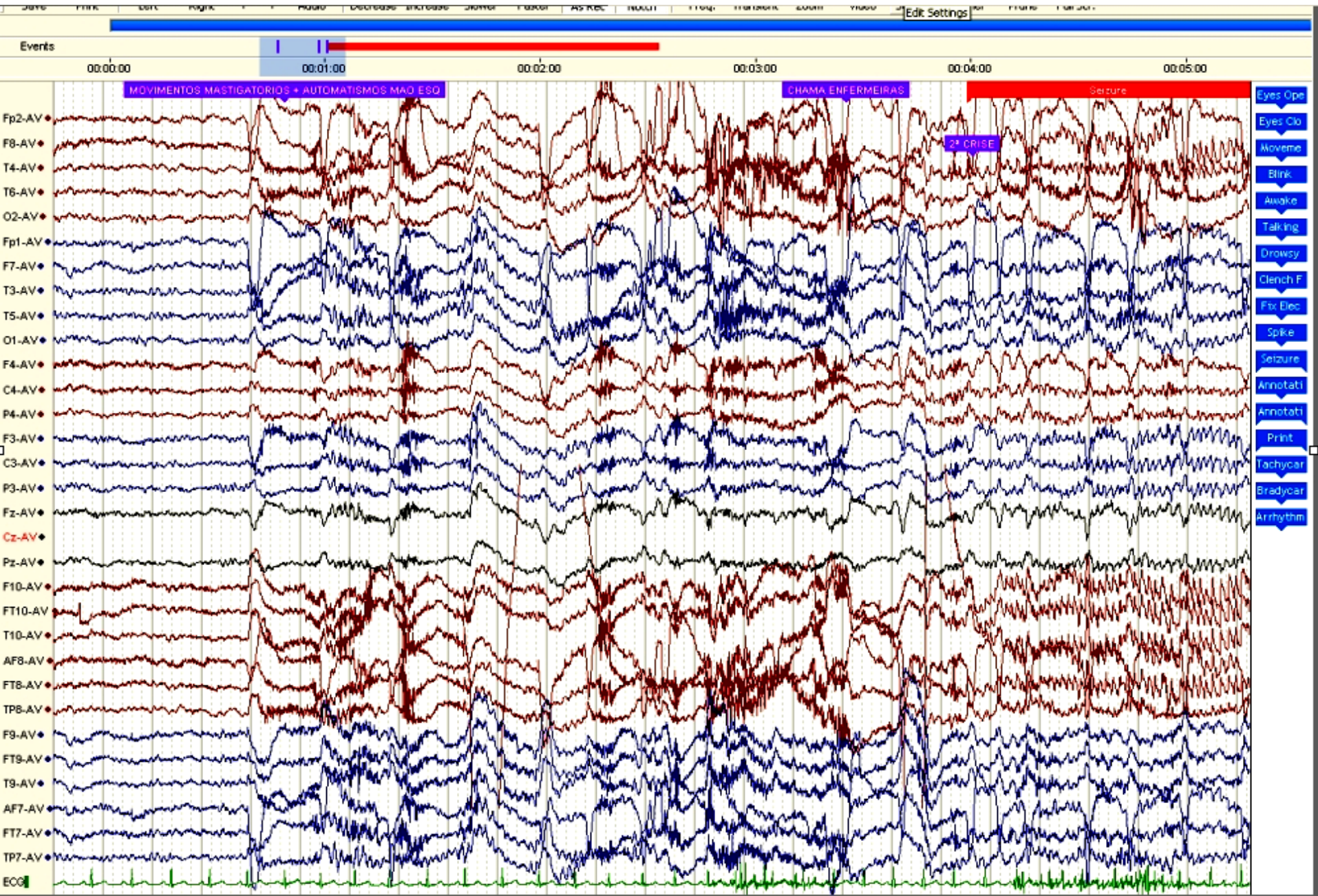
# Ondas Abruptas



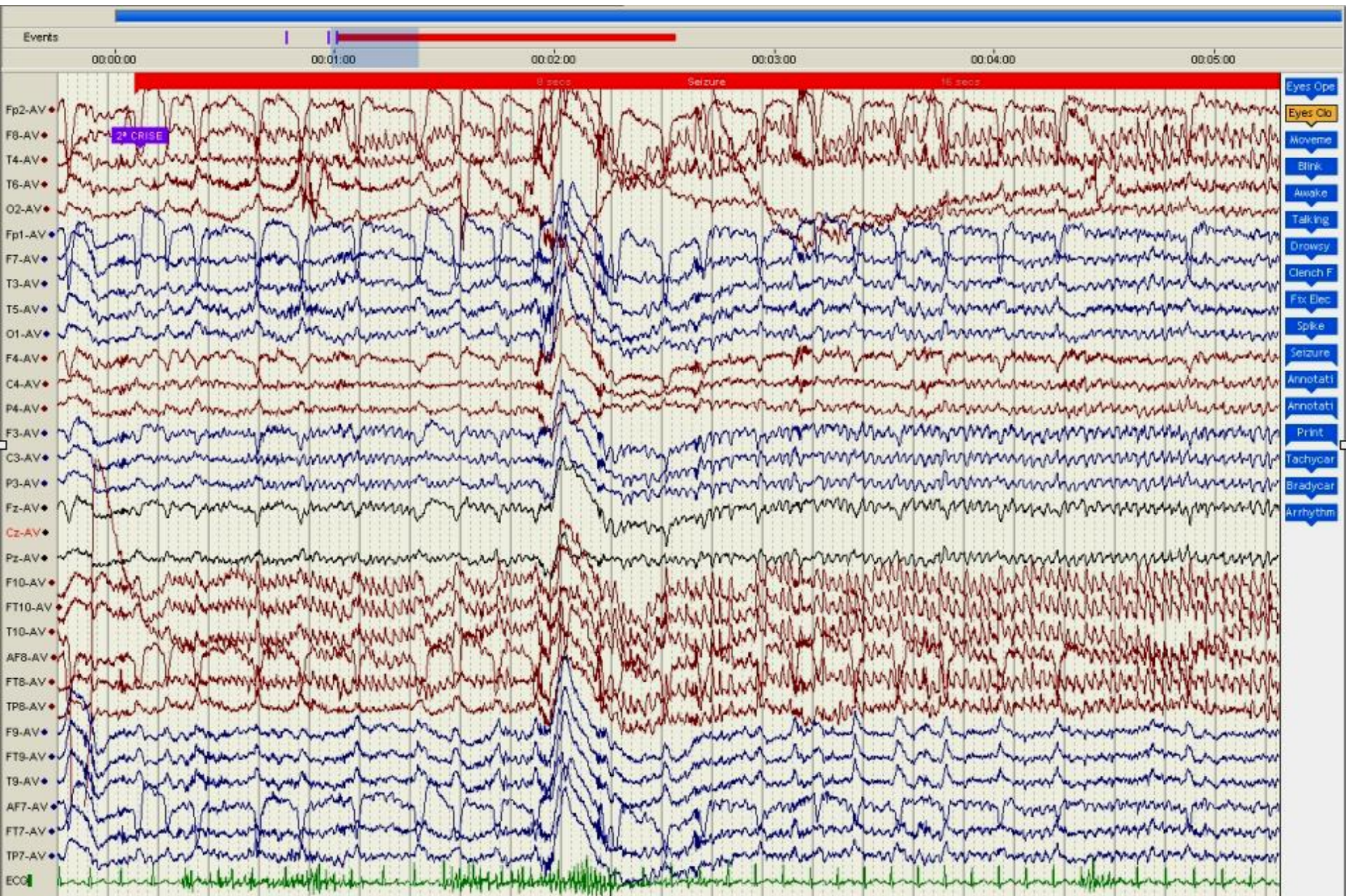
# Complexo Ponta-onda



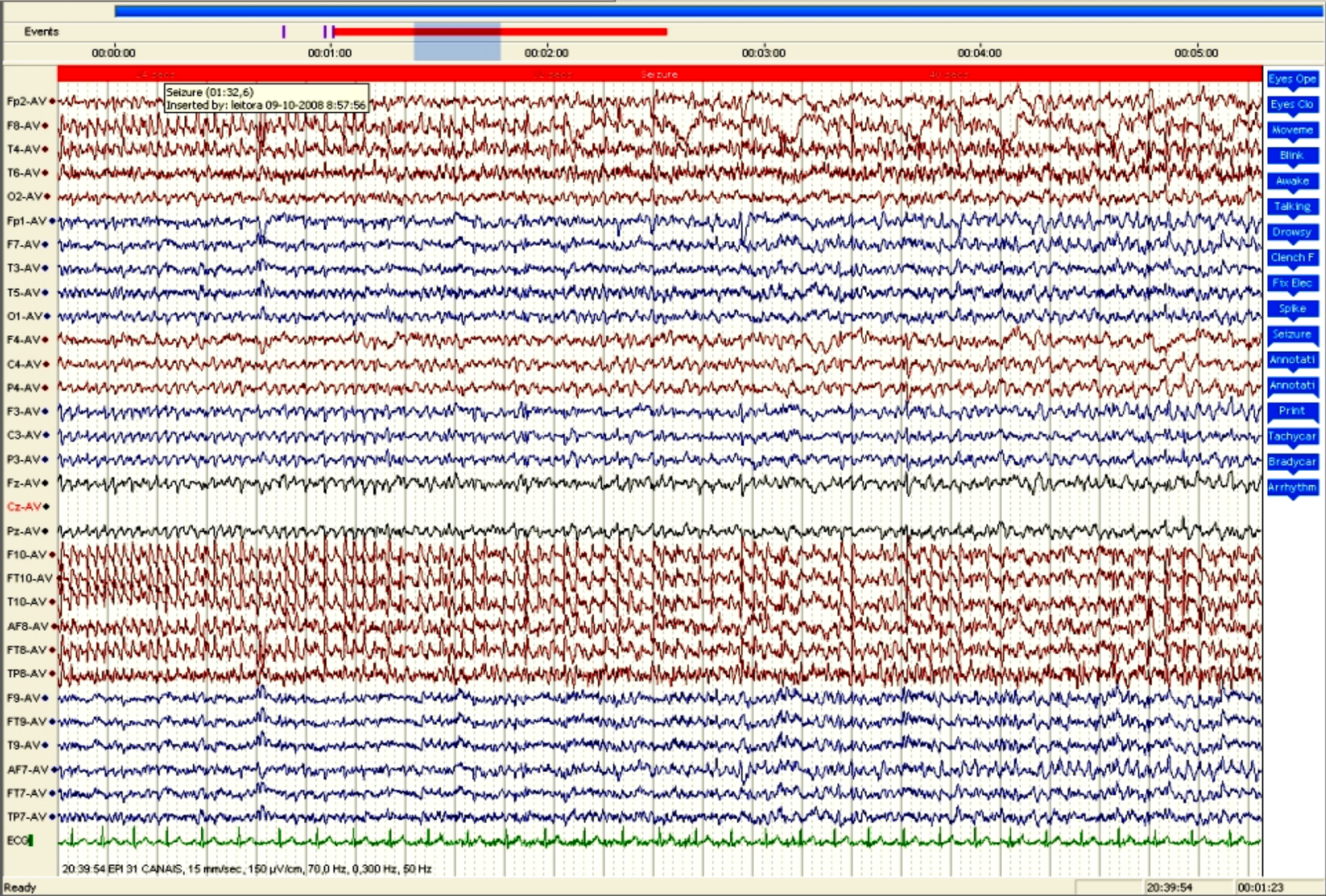
# Epilepsia – início focal com generalização TCG (1)



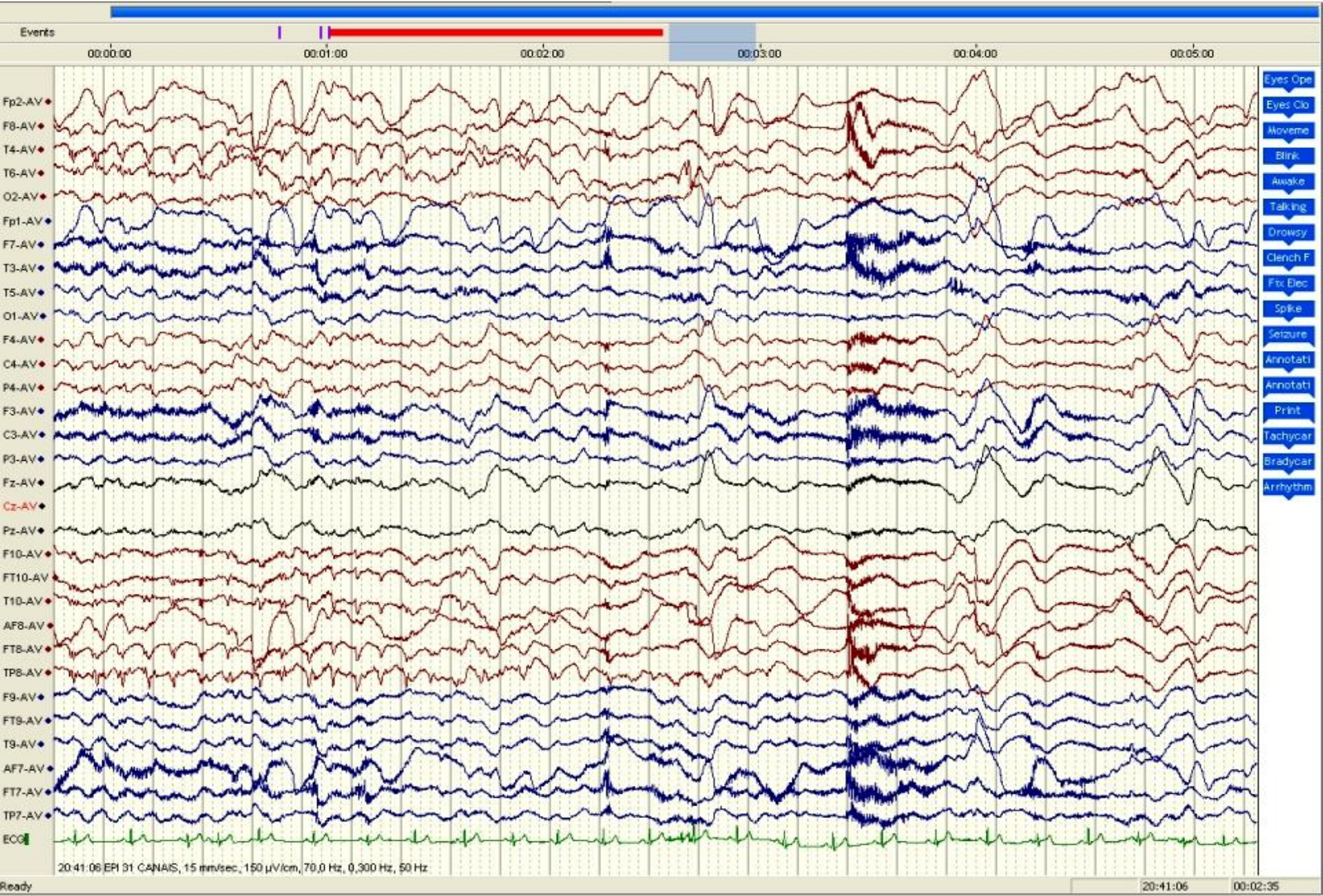
# Epilepsia – início focal com generalização TCG (2)



# Epilepsia – início focal com generalização TCG (3)



# Epilepsia – início focal com generalização TCG (4)



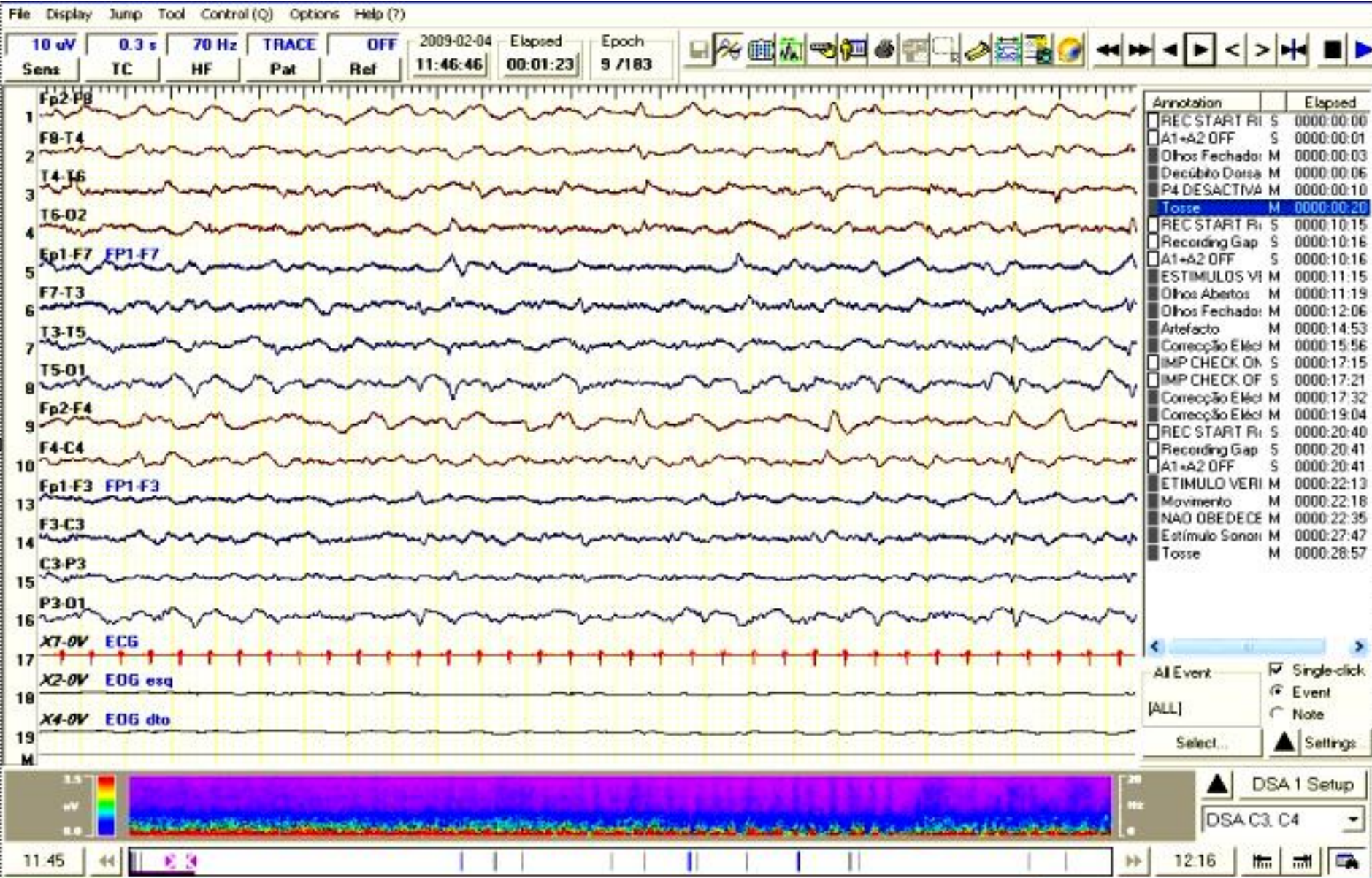


# PADRÕES EEG PATOLÓGICOS NA VIGILIA NO ADULTO

## ACTIVIDADE *DELTA*

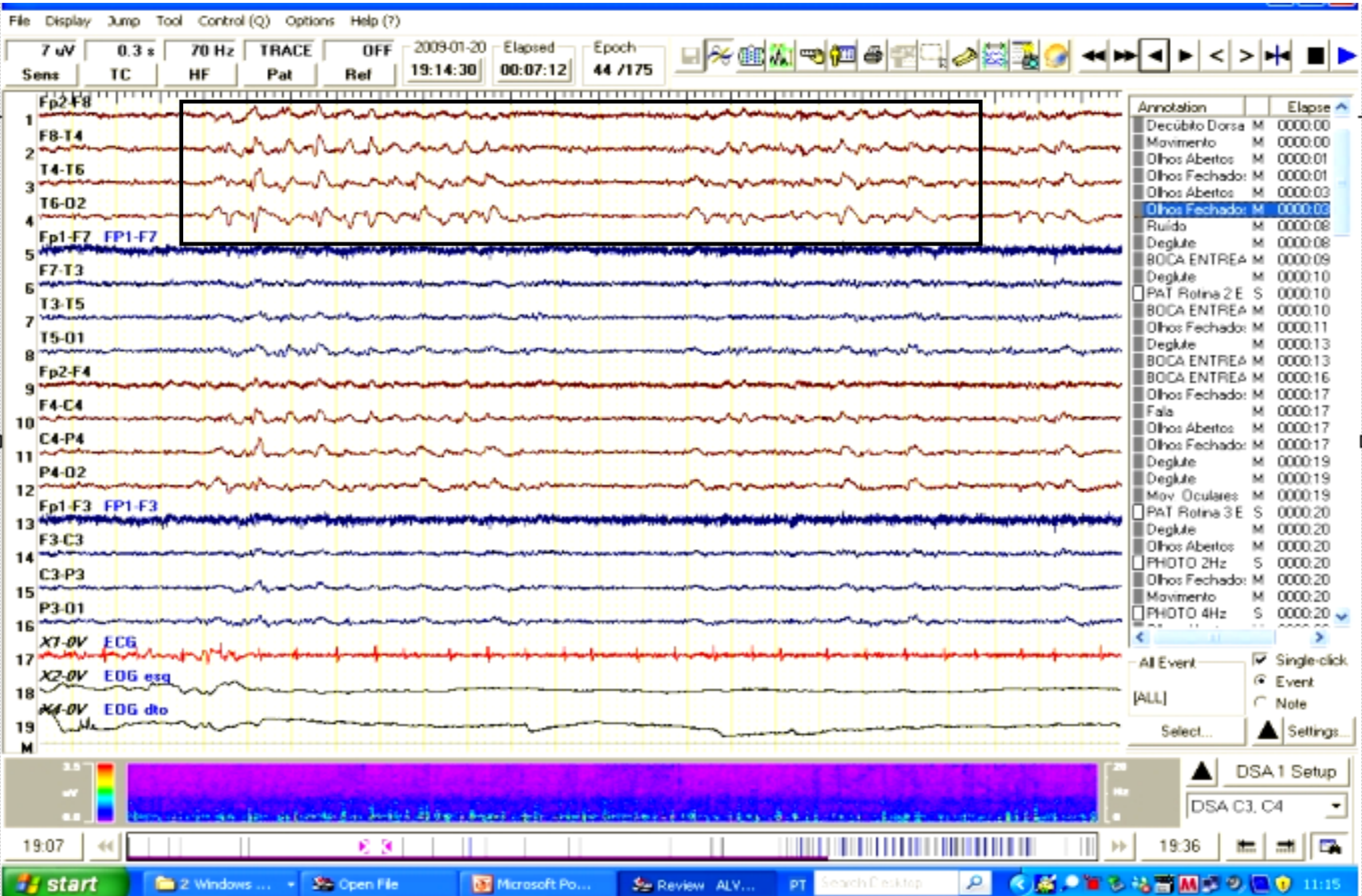
- Frequência 0,5 - 4 Hz
- No adulto é normal no sono NREM (SLP) e **PATOLÓGICO** na vigília
- Característico do sono passivo nas crianças até aos 6 meses.
- Monomórfica ou polimórfica.
- Simétrica / assimétrica
- Pode ser localizada (unilateral com ou sem predomínio focal) ou generalizada
- Frequência contínua ou intermitente

# Actividade Delta generalizada



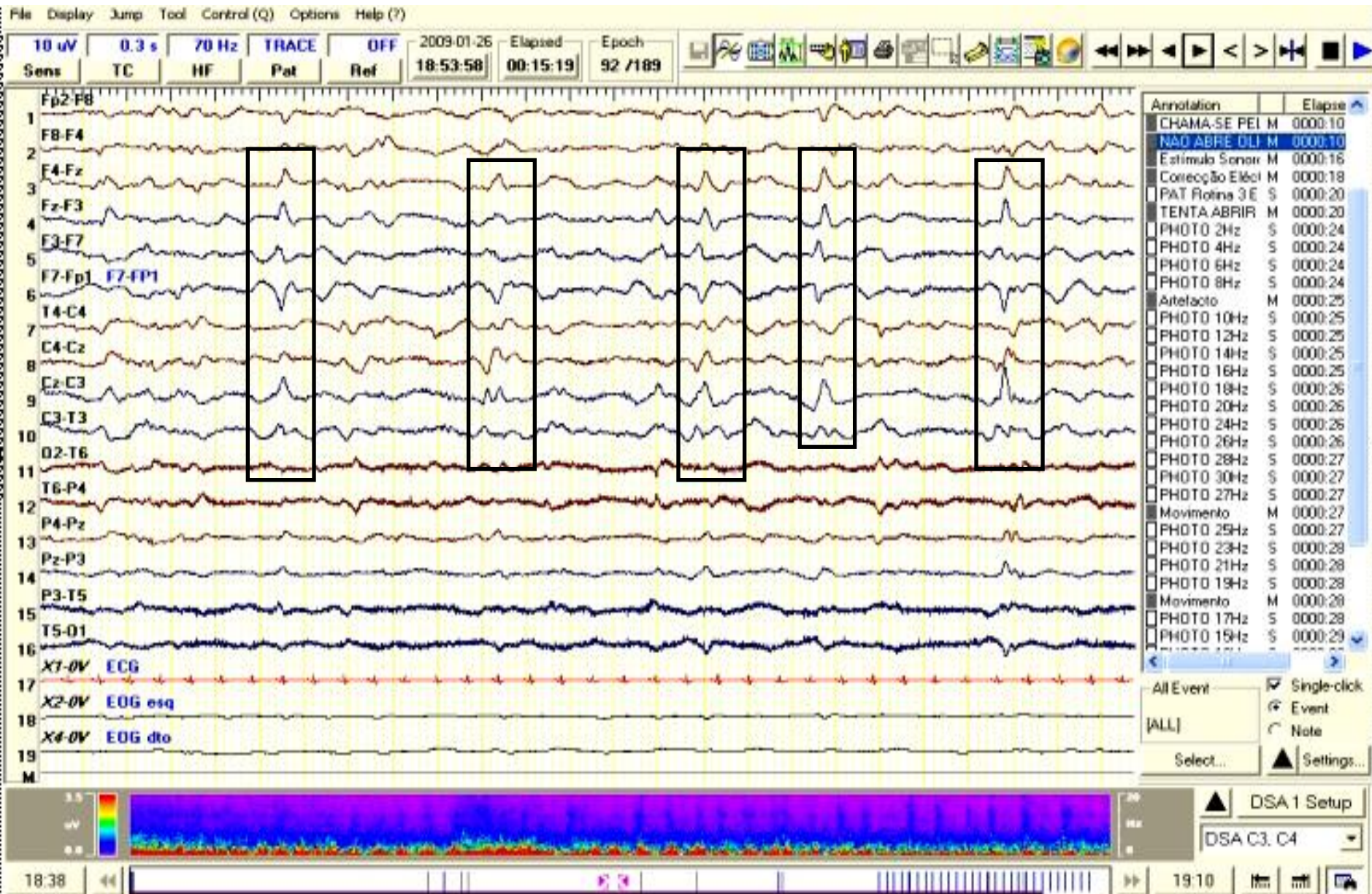
Sexo feminino 66 anos. Meningite purulenta + abscessos frontais. Estado de Mal

# Actividade Delta focal



Sexo feminino 84 anos. AVC Isquémico do hemisf Dto. Crises focais do hemicorpo Dto + alucinações visuais

# Actividade Delta com actividade periódica



Sexo feminino 66 anos. Meningite purulenta + abscessos frontais. Estado de Mal

Padrão de AUSÊNCIA  
(complexo ponta-onda a 3 ciclos/segundo)



Criança de 7 anos



**Sono**



# Ritmos Cerebrais no Sono (adultos e crianças)

## MACROESTRUTURA DO SONO

---

- Duração do sono
  - 0-3 meses: 16-17 h (períodos de 3h)
  - 3 meses: 15h
  - 1 ano: 13h
  - 3-5 anos: 12h
  - 6-12 anos: 9h 30min
  - 13-15 anos: 8h 30min
  - Adolescentes: 7-8h
- Sestas
  - 3-6 meses: 3
  - 6-12 meses: 2
  - 1-3 anos: 1
  - Desaparecem aos 3-5 anos

# MACROESTRUTURA DO SONO

## Recém-nascidos

- Sono Activo (REM): 50% do TSP\*
- Sono Passivo (NREM): 50% do TSP\*
  
- Ciclos de sono (passivo/activo)
  - 40-45 min
  - 55-60min (34-45 semanas de idade gestacional)
  
- \* TSP (Período Total de Sono)

# MACROESTRUTURA DO SONO



- **>2º Mês pós-termo**

- Segundo a AASM [1]

- Sono NREM (“**N**on-**R**apid **E**ye **M**ovement”)
- 20-25% do tempo total de sono

- Fase 1
- Fase 2
- Fase 3

- Sono REM (“**R**apid **E**ye **M**ovement”)
- 75-80% do tempo total de sono

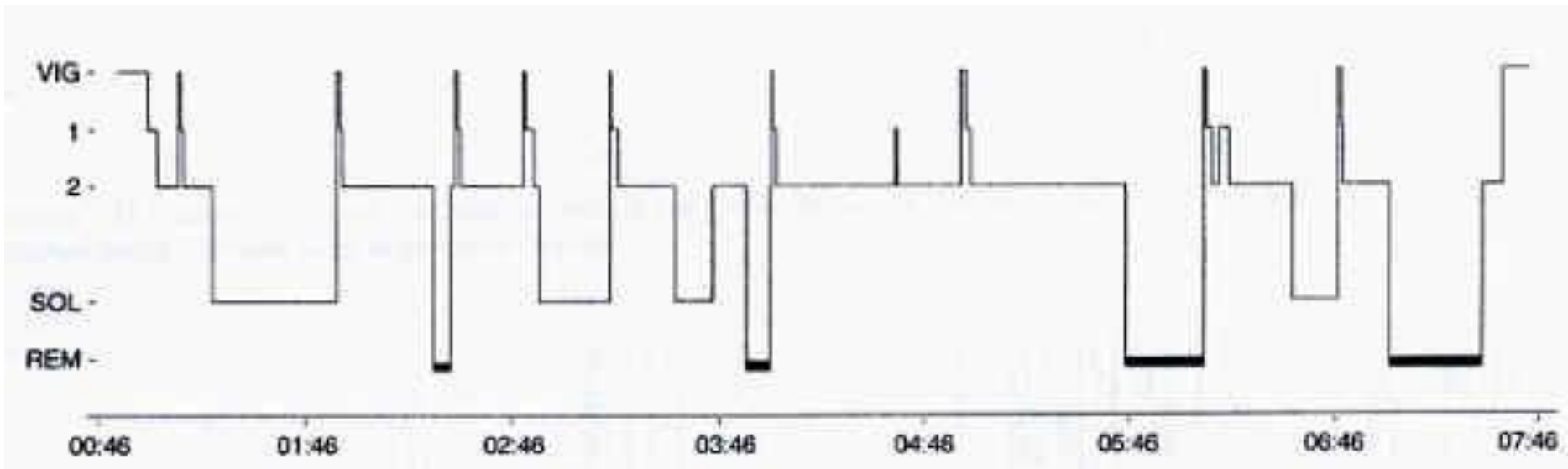
- Após o 3º mês de idade desaparece o SOREM (**S**leep **O**nset **R**EM)

[1] Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A., Quan, S.; The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events - Rules, Terminology and Technical Specifications. AASM, Westchester, IL, 2007.

# MACROESTRUTURA DO SONO

## Adolescência

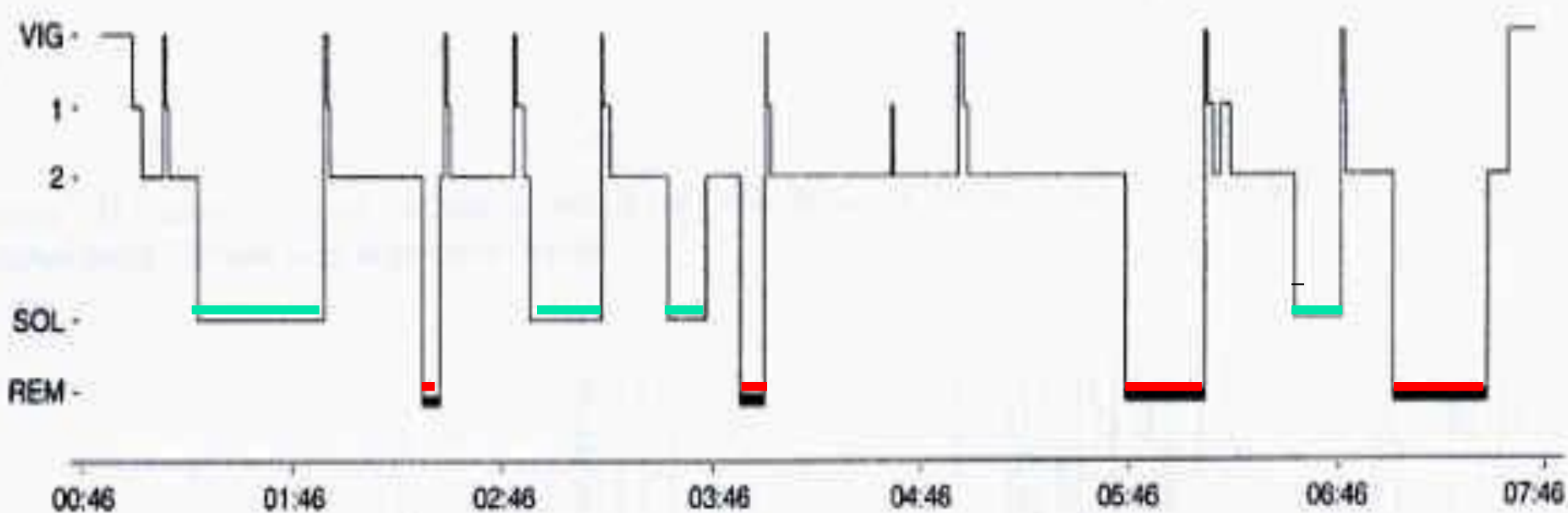
- Decréscimo de 40% do sono lento profundo (SWS) – Fase 3



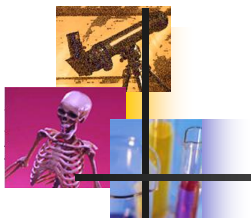
# MACROESTRUTURA DO SONO

## Adulto

- **SWS** predomina na 1ª metade da noite e a duração de cada episódio reduz-se ao longo da noite
- **Sono REM** predomina na 2ª metade da noite e a duração de cada episódio aumenta ao longo da noite

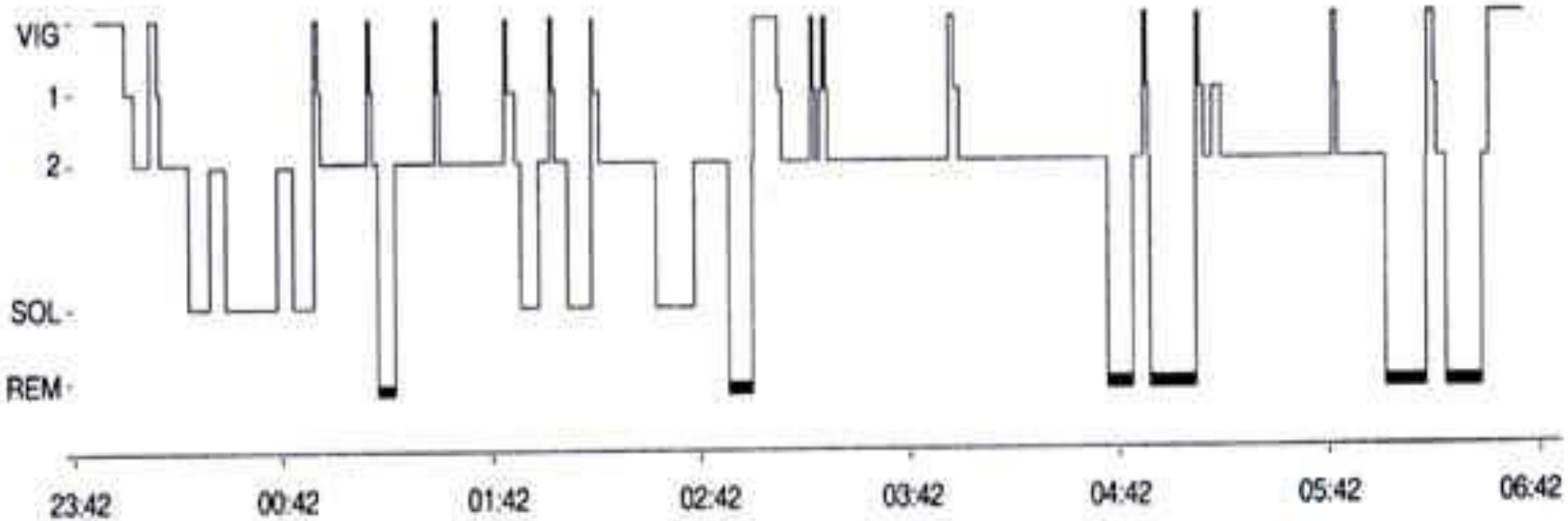


# MACROESTRUTURA DO SONO



## Idoso

- Diminuição do SWS
- Sono mais fragmentado



# MACROESTRUTURA DO SONO

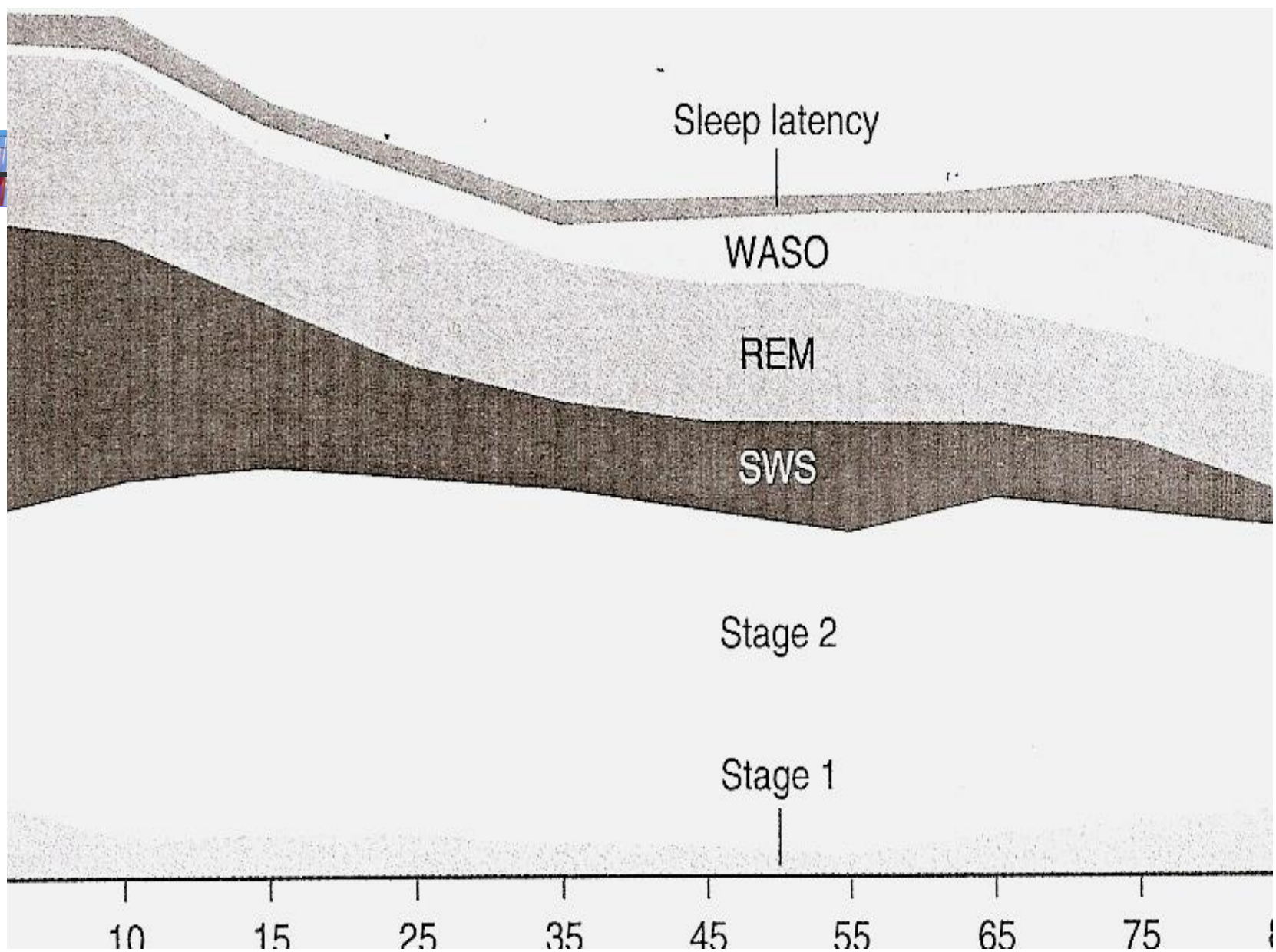
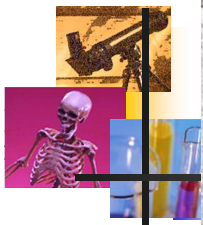
- Ciclos de NREM-REM [2]
  - Sono NREM e REM surgem contínua e alternadamente ao longo da noite, num padrão cíclico
  - Sono inicia-se em NREM      REM
  - Duração média de cada ciclo: 90 minutos
  - Surgem 4-6 ciclos NREM-REM ao longo da noite
  
- Primeiro 1/3 da noite [2]
  - Predomina a Fase 3NREM (SWS – **S**low **W**ave **S**leep) – associado a mecanismos de iniciação do sono
  
- Último 1/3 da noite [2]
  - Episódios de REM mais longos – associado ao ritmo circadiano de temperatura corporal

[2] Carskadon, M.; Dement, W. – Normal Human Sleep: An Overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 13-23, Elsevier, Filadélfia, 2005.

# MACROESTRUTURA DO SONO

- **Evolução das fases de vigília/sono ao longo da noite** [2]
- Vigília: <5% da noite
- Fase 1: 2-5%\*
- Fase 2: 45-55%\*      Sono NREM: 75-80%
- Fase 3: 15-20%\*
- Sono REM: 20-25%\*
- \* Do período total de sono (TSP)

\* Do período total de sono (TSP)





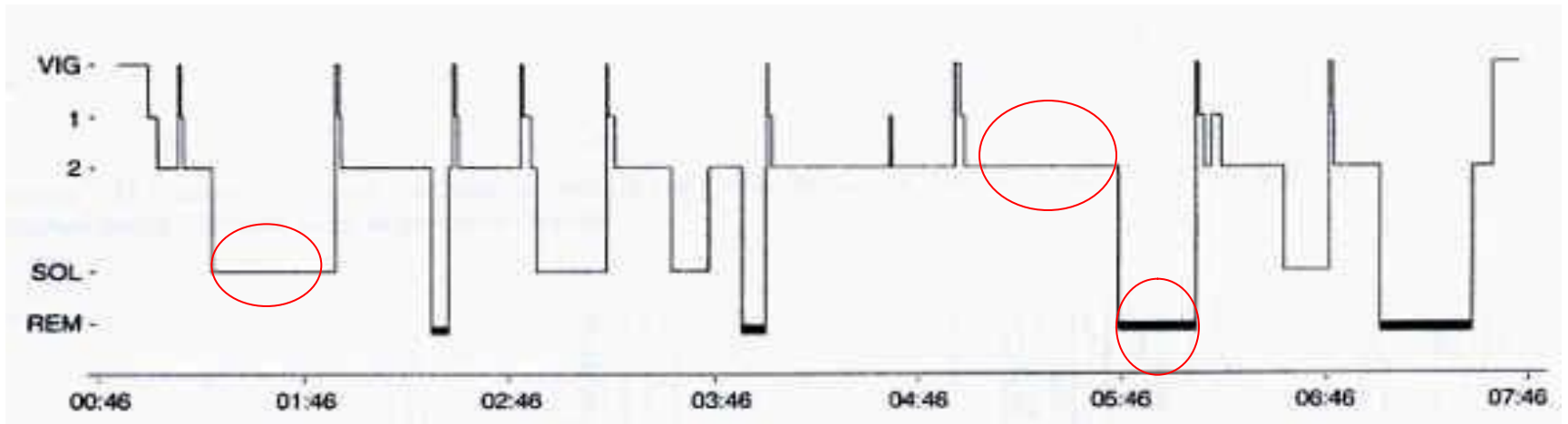
# Sono NREM

- Sincronização do EEG
- Limiar para o despertar com o da amplitude das ondas lentas ( $>SWS$ )
- Quando acordado do SWS tem-se dificuldade em recordar os sonhos
- Ligeira diminuição do tónus muscular
- Actividade mental mínima
- As funções dependentes do sistema nervoso autónomo (SNA) estão atenuadas

# Sono REM

- Dessincronização do EEG
- Ao acordar, no geral, consegue-se relatos de sonhos intensos, vívidos e bizarros
- Actividade onírica exuberante
- Diminuição acentuada do tónus muscular
- Perda do controlo autonómico sobre a temperatura e funções cardio-respiratórias

# Microestrutura do Sono



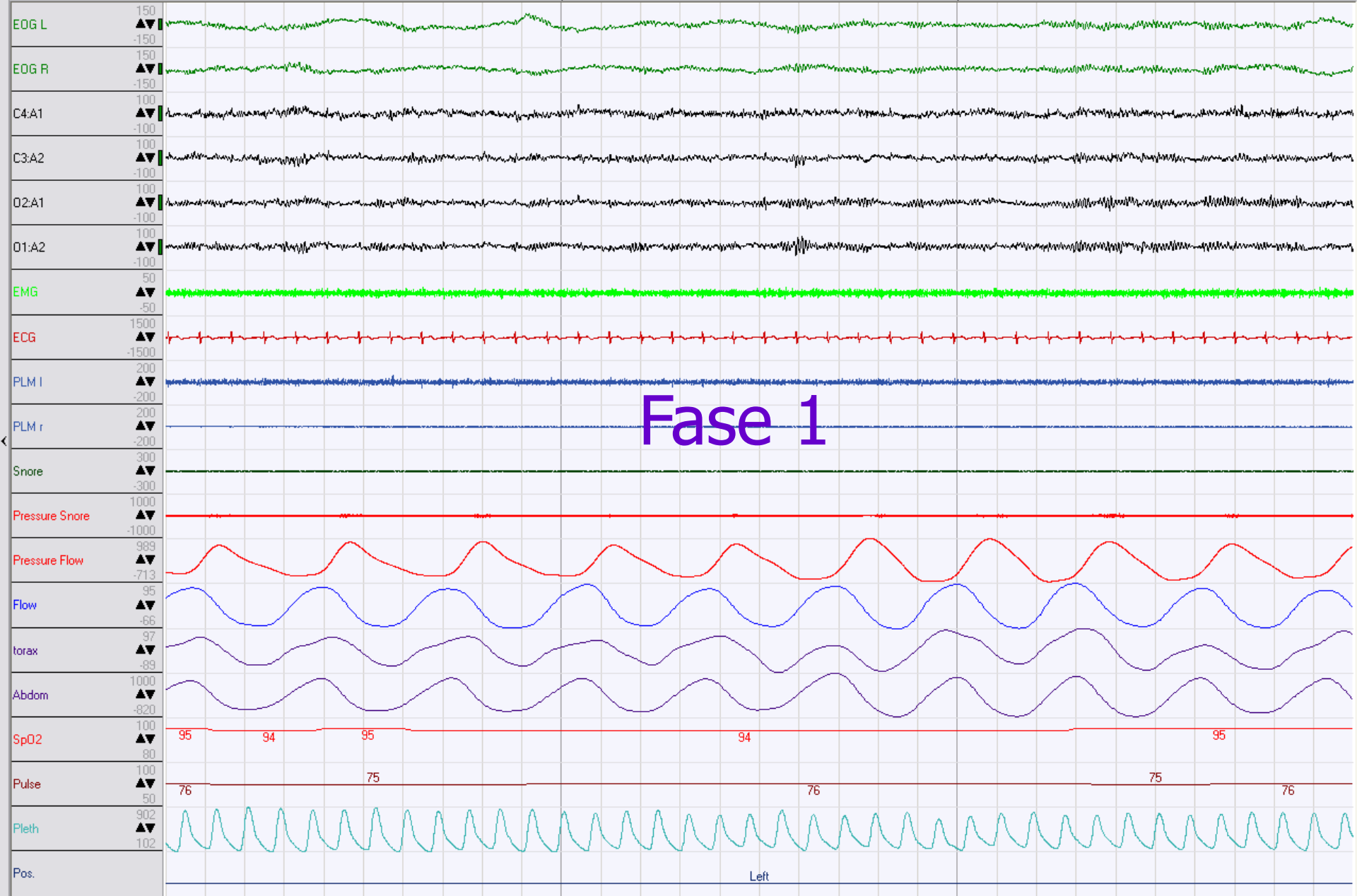


# Microestrutura do Sono (adultos)

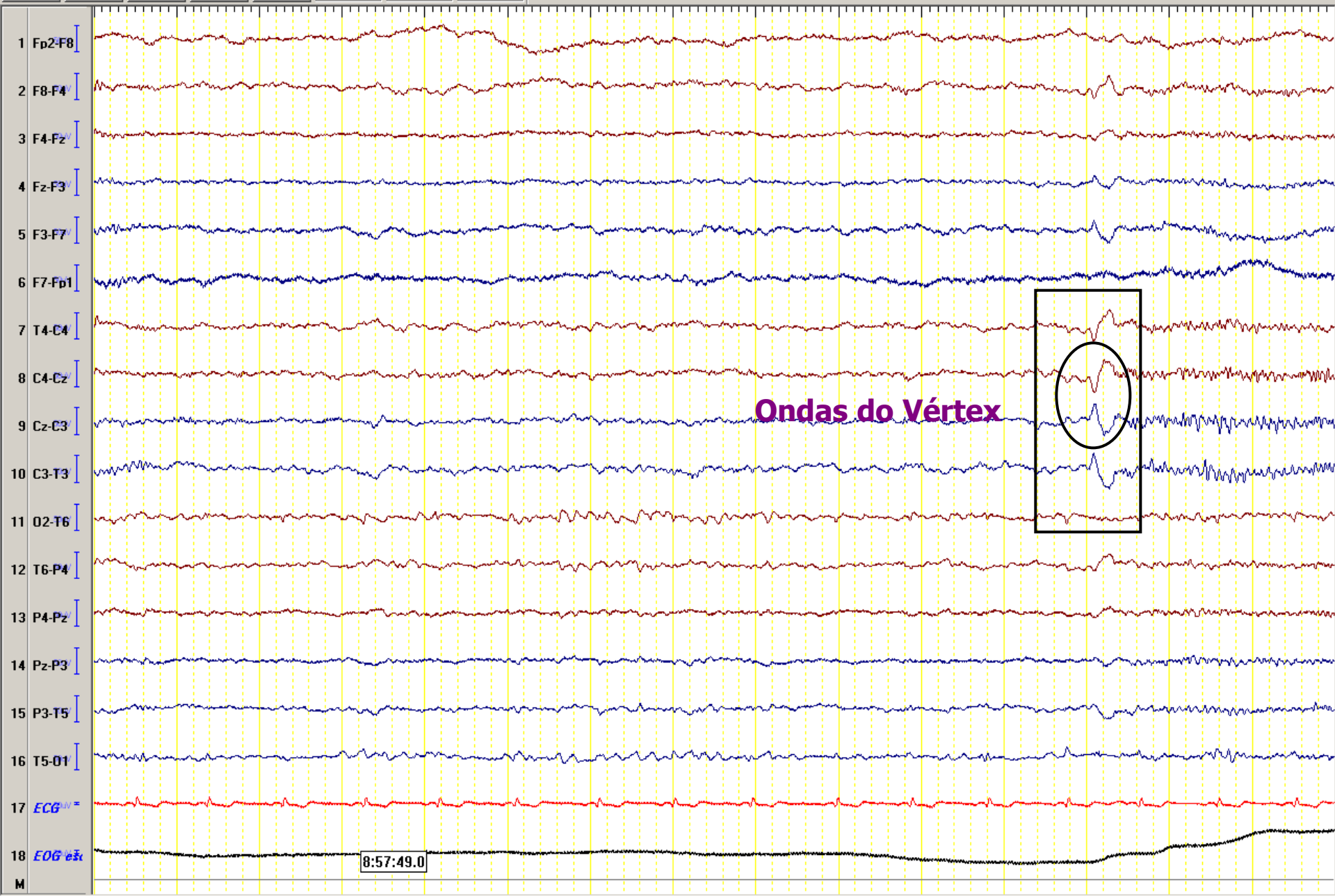
---

## ■ Fase 1

- Atenuação da Actividade alfa: 50%
- Movimentos oculares lentos
- Ondas do vértex: onda de carácter abrupto com uma duração  $< 0,5$  seg e máximo na região central, que se distingue da actividade de base



Fase 1



Ondas do Vértex

8:57:49.0

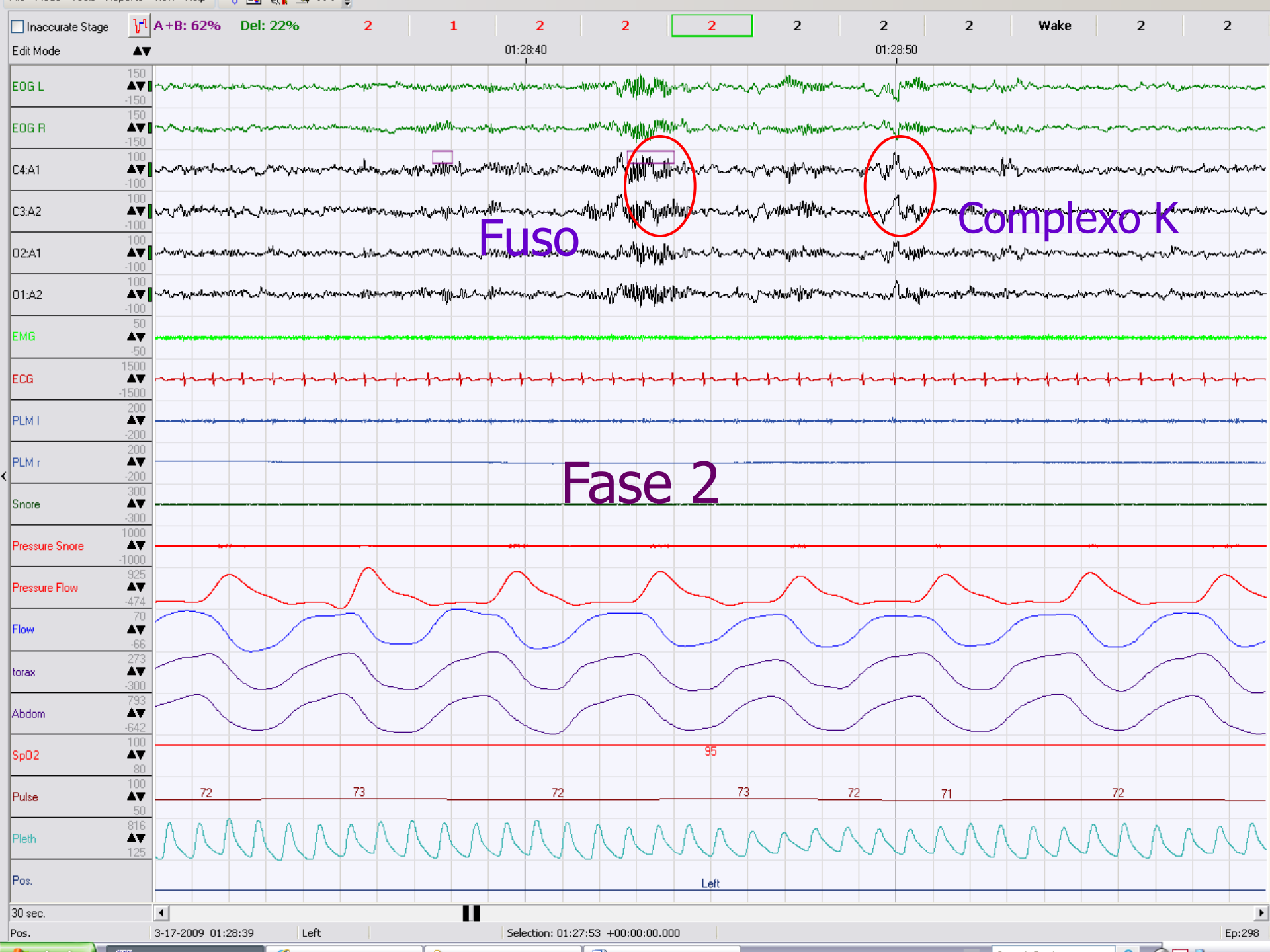
The footer of the software interface includes a color scale on the left (0.0 to 3.5 uV), a spectrogram, a time display of "08:37", a play/pause button, a volume icon, a "DSA 1 Setup" button, a dropdown menu showing "DSA C3, C4", a frequency scale from 0 to 20 Hz, and a time display of "09:44".

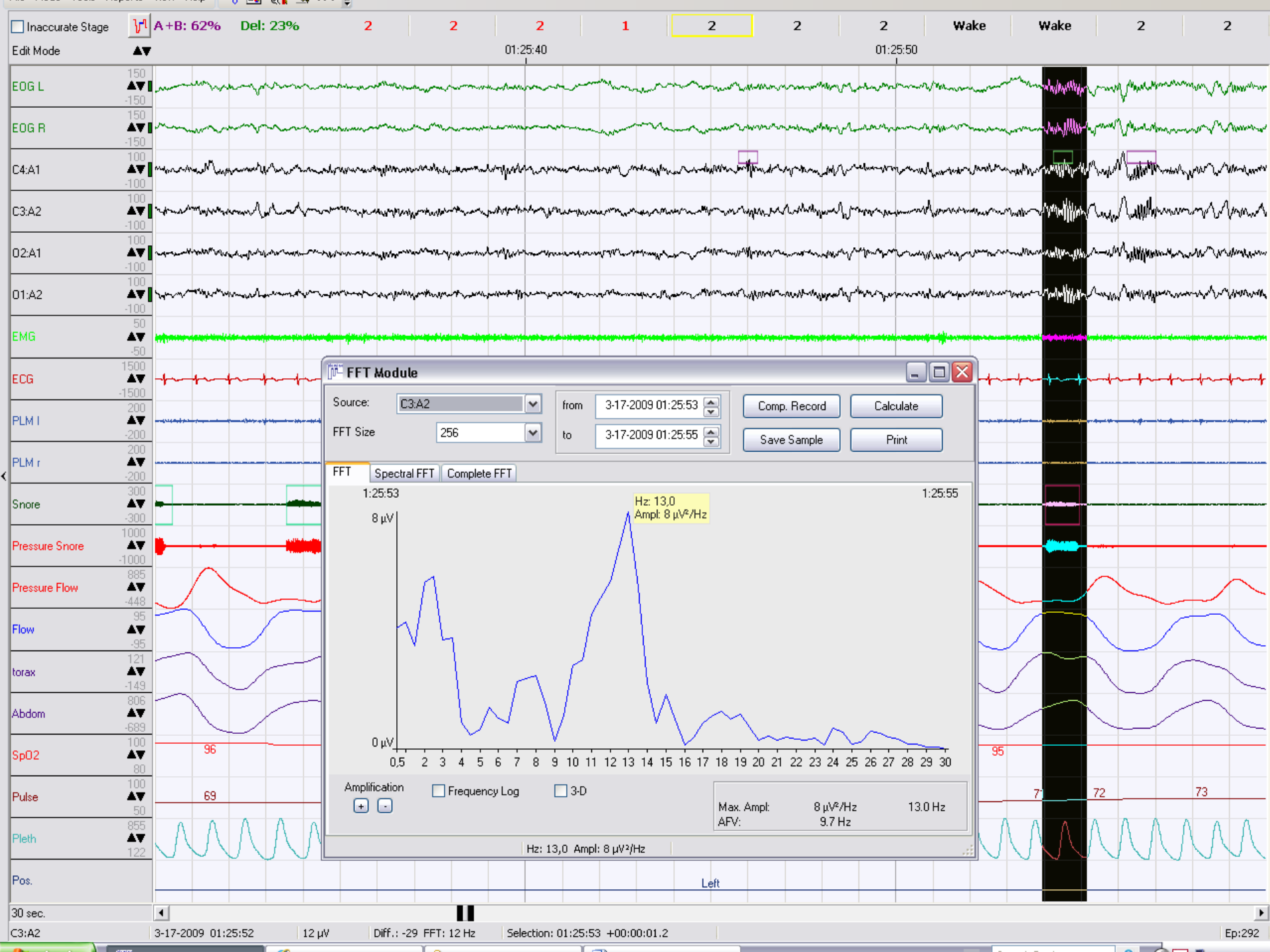


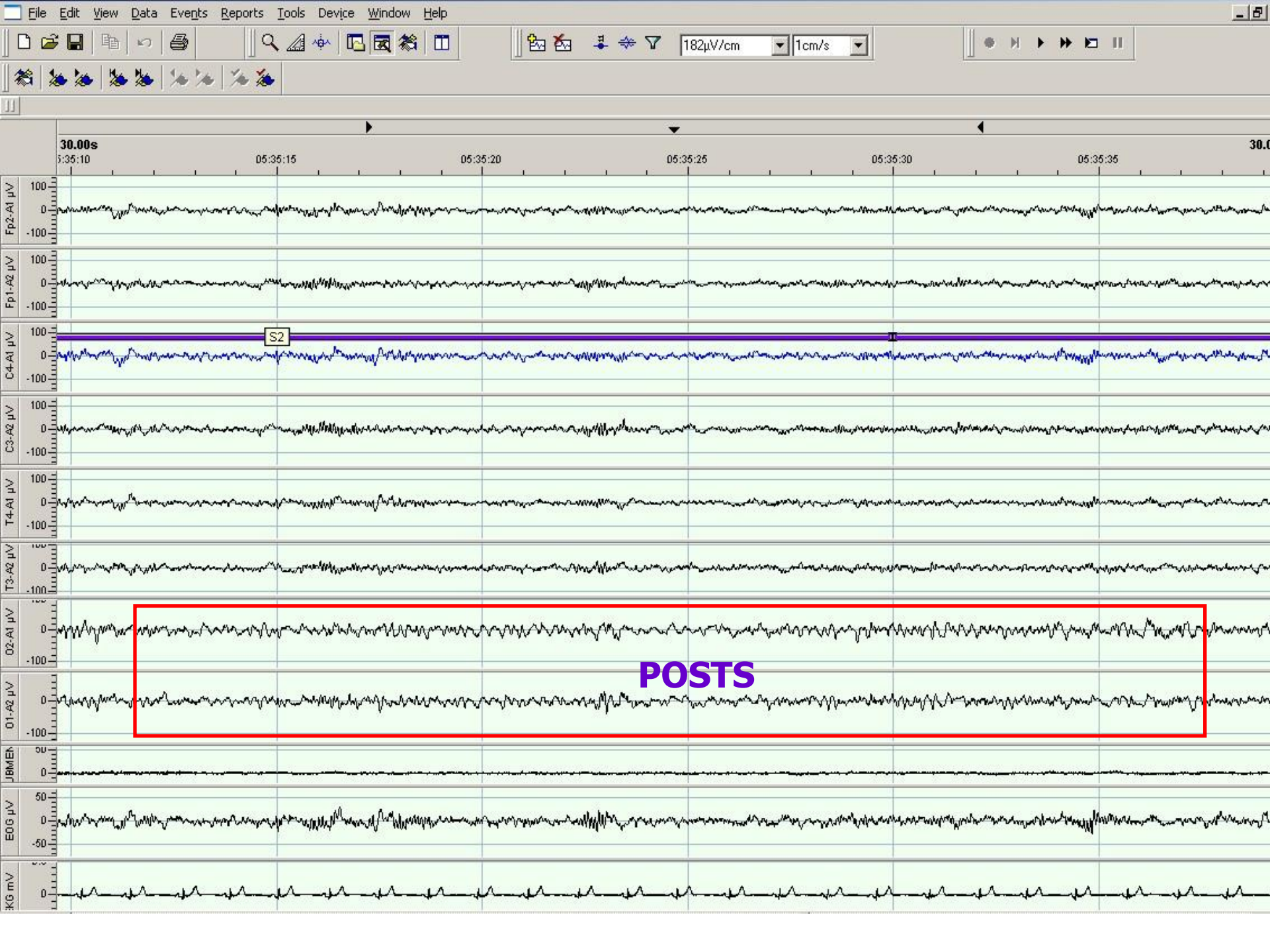
# Microestrutura do Sono (adultos)

## ■ Fase 2

- Fusos do sono: surto de ondas de 11-16Hz (normalmente 12-14Hz) com uma duração  $\geq 0,5$  seg, com amplitude máxima nas derivações centrais
- Complexos K: onda abrupta negativa, seguida de componente positivo, que se distingue da actividade de base, com uma duração total  $\geq 0,5$  seg, com máxima amplitude nas derivações frontais. Potencial evocado.
- Actividade lenta de amplitude  $>75 \mu\text{V}$ :  $<20\%$
- POSTs (**P**ositive **O**ccipital **S**harp **T**ranstients): Ponta lenta, monofásica ou bifásica, com frequência 3-6 Hz, com amplitude inferior a  $50 \mu\text{V}$ . Também designadas ondas lamba







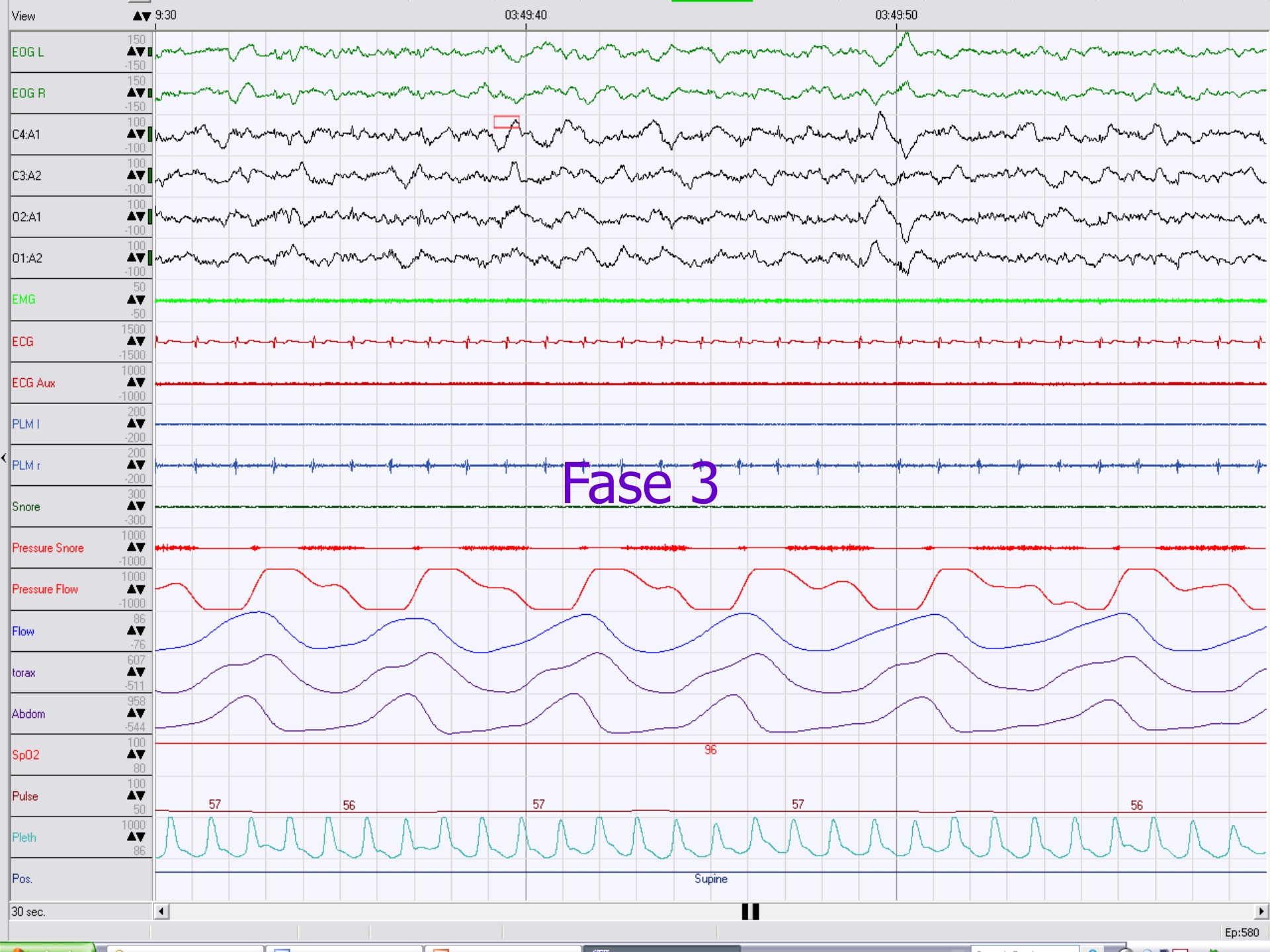


# Microestrutura do Sono (adultos)

---

## ■ Fase 3

- Actividade lenta de amplitude  $>75 \mu\text{V}$ :  $>20\%$
- Fusos do sono podem persistir
- Movimentos oculares não são normalmente observados nesta fase



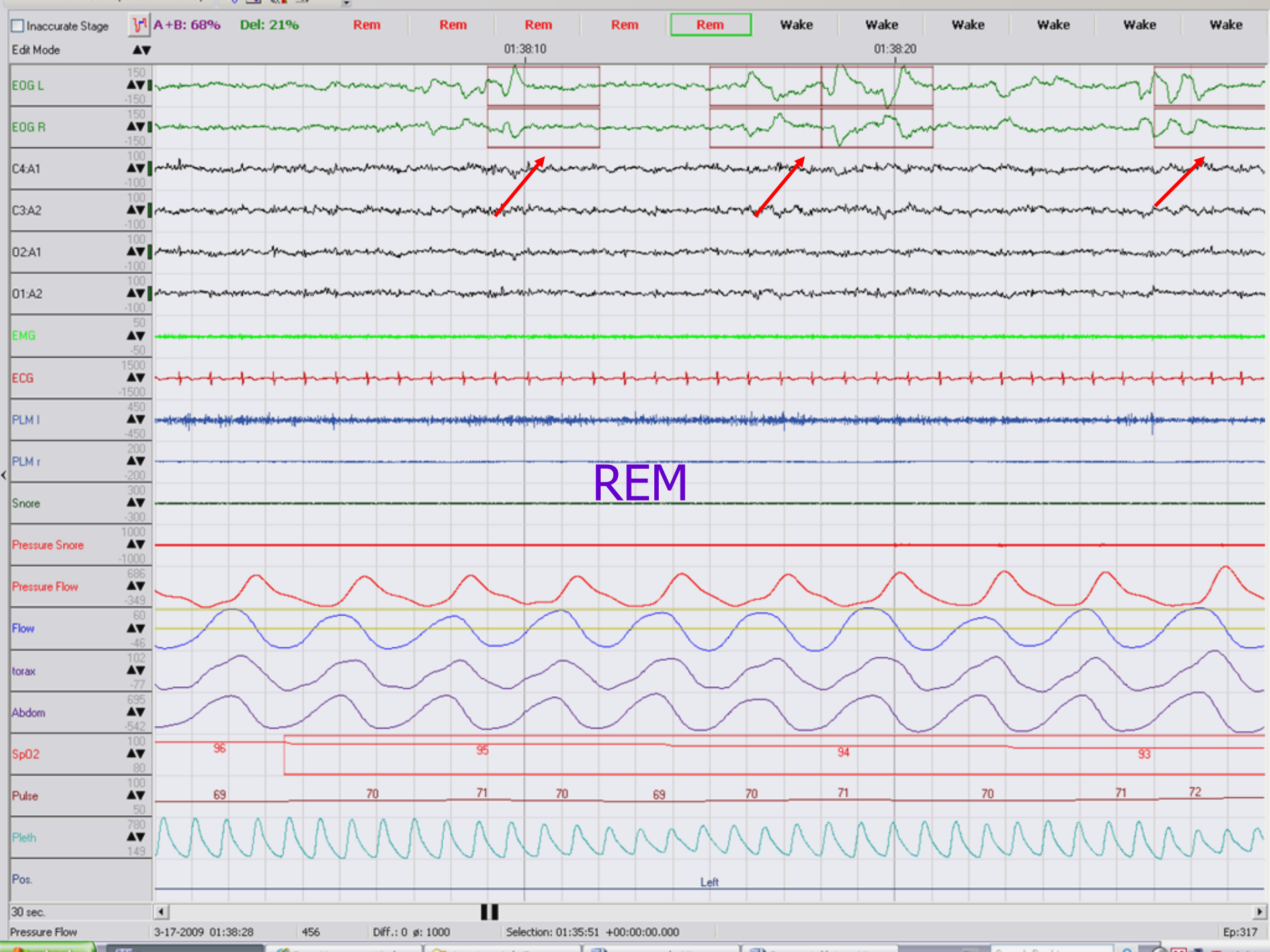


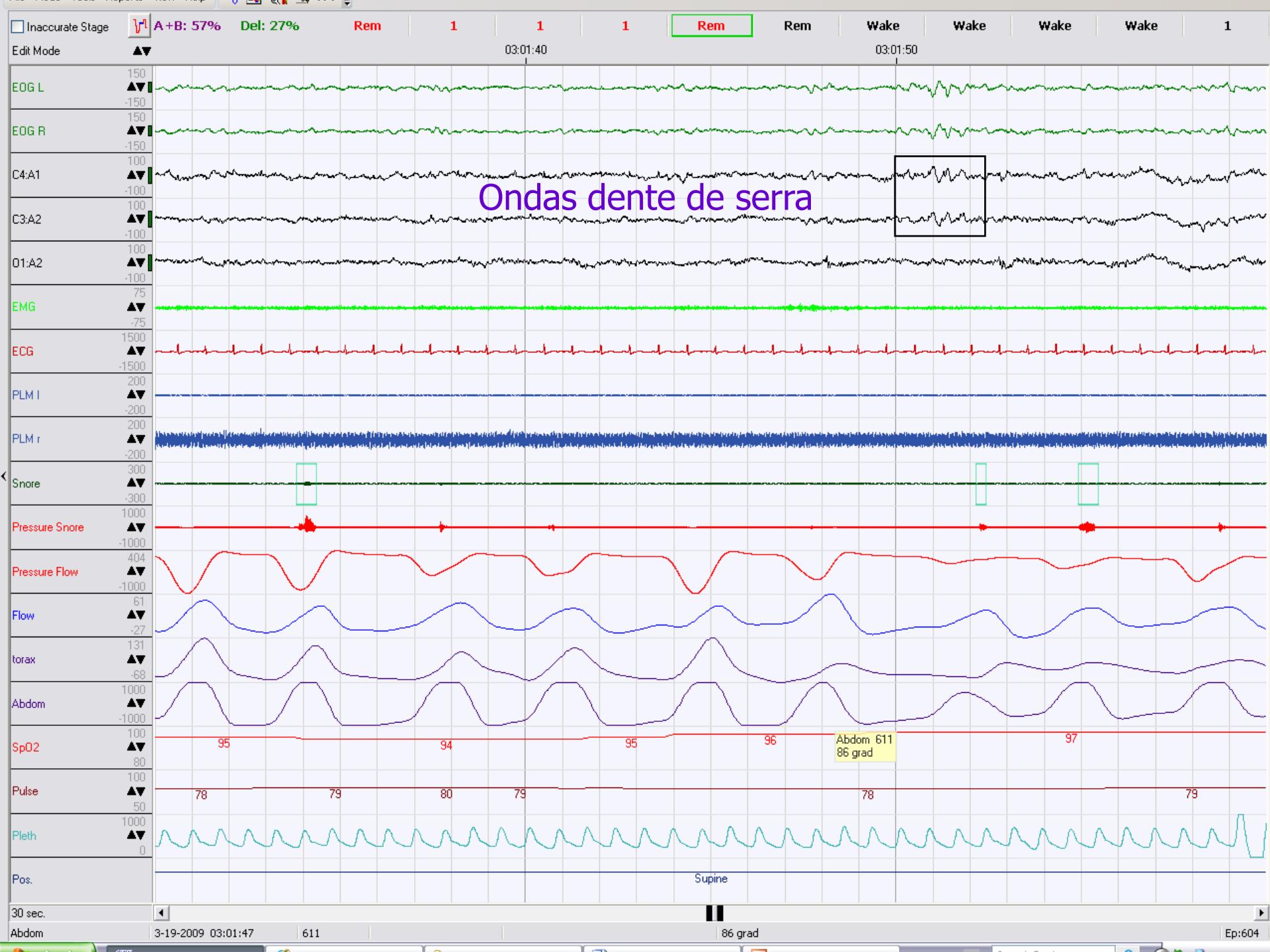
# Microestrutura do Sono (adultos)

---

## ■ REM

- EEG de baixa amplitude e com frequências mistas
- Movimentos oculares rápidos (MOR)
  - Fase tónica: com MORs
  - Fase fásica: sem MORs
- Tônus muscular baixo
- Ondas dente de serra: surtos de ondas triangulares, em forma de serra, de 2-6Hz e amplitude máxima na região central. Muitas vezes precedem um MOR





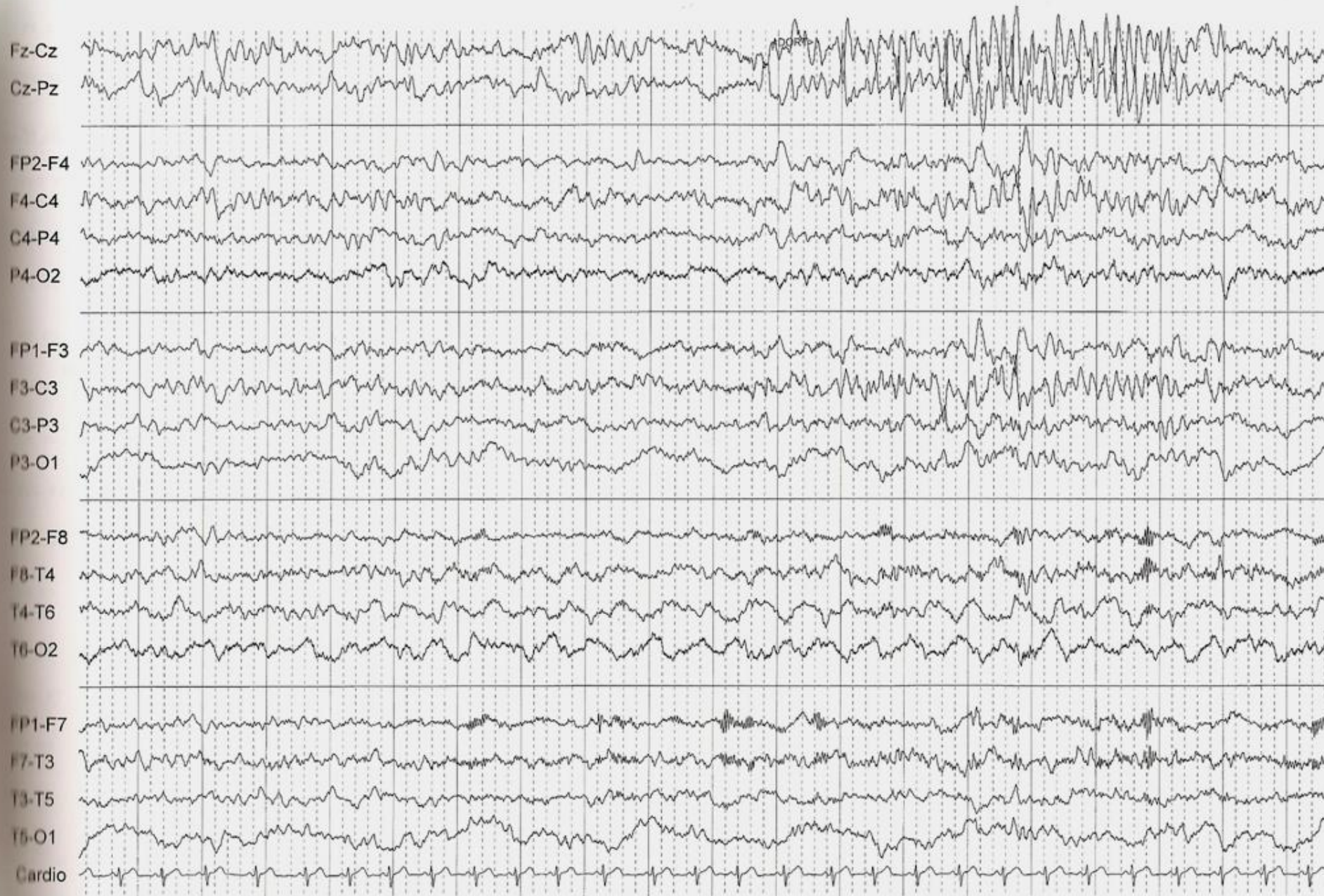


# Microestrutura do Sono (Crianças > 2 meses)

---

## ■ Fase 1

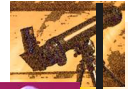
- Atenuação da Actividade alfa: 50%
- Actividade a 4-7 Hz com lentificação da actividade de fundo de  $\geq 1-2$  Hz relativamente à vigília
- Movimentos oculares Lentos
- Actividade teta anterior rítmica
- Hipersincronia hipnagógica
- Actividade occipital ou difusa, predominantemente de grande amplitude a 3-5 Hz



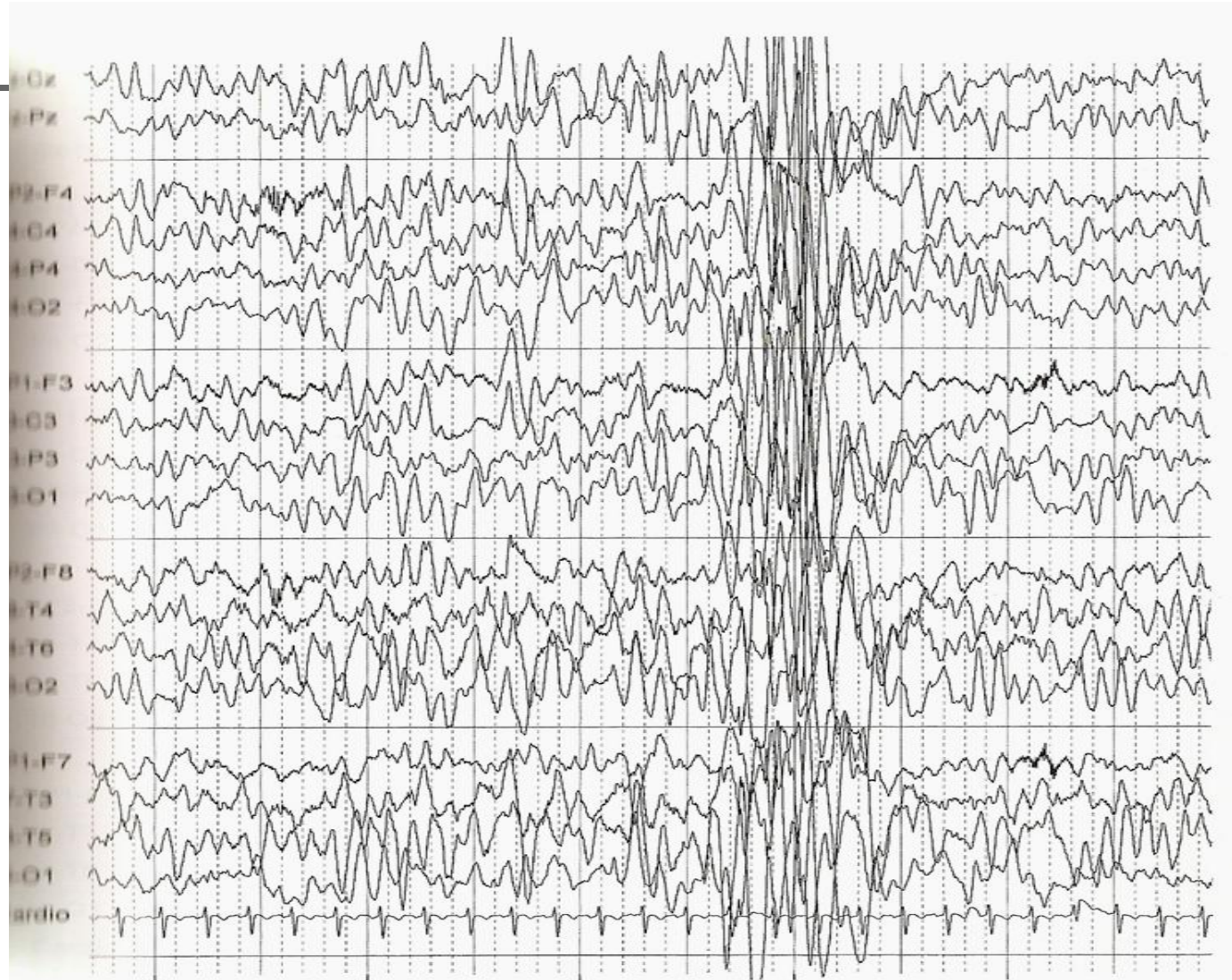
Fase 1

criança de 9 anos

# Microestrutura do Sono (Crianças > 2 meses)



Fase 1



Criança de 3 anos



# Microestrutura do Sono (Crianças > 2 meses)

---

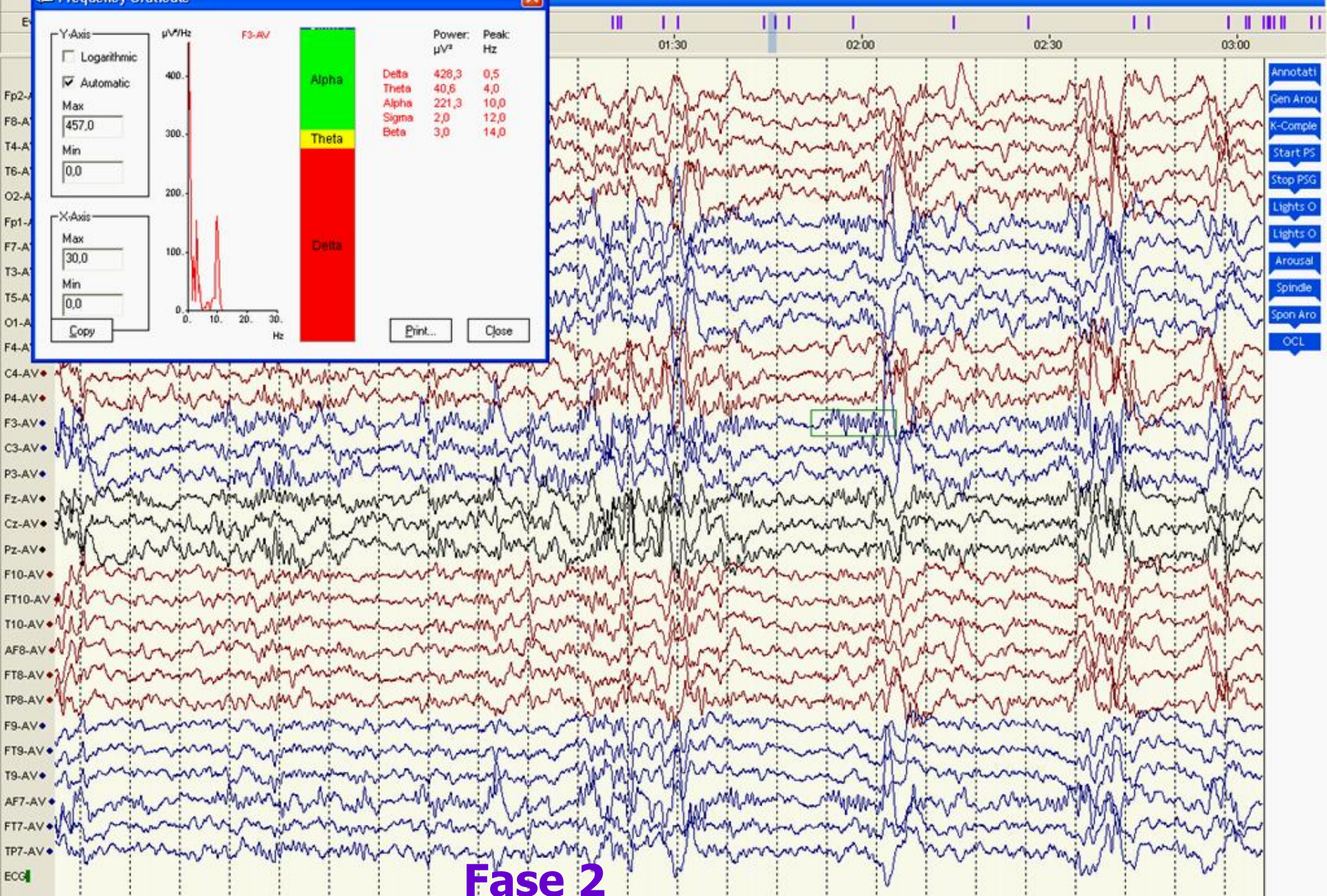
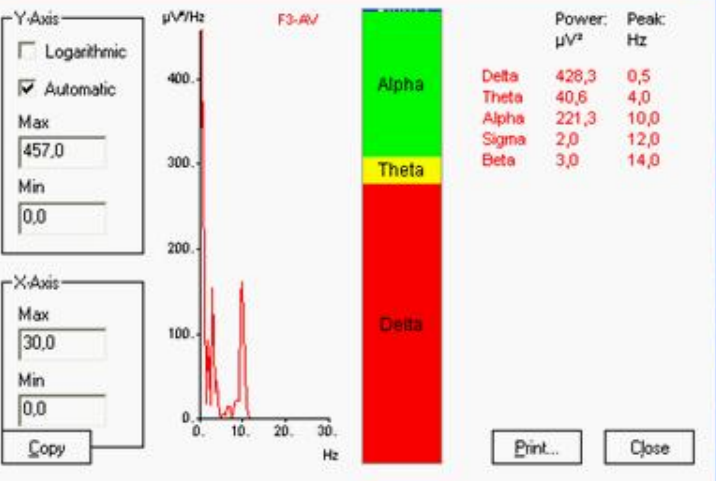
## Fase 2

- Fusos do sono: surgem entre os 1,5 e 3 meses de idade
- Complexos K: surgem aos 5-6 meses de idade

## Fase 3

- >20% de actividade lenta de 100-400  $\mu\text{V}$ , com frequência de 0,5-2 Hz

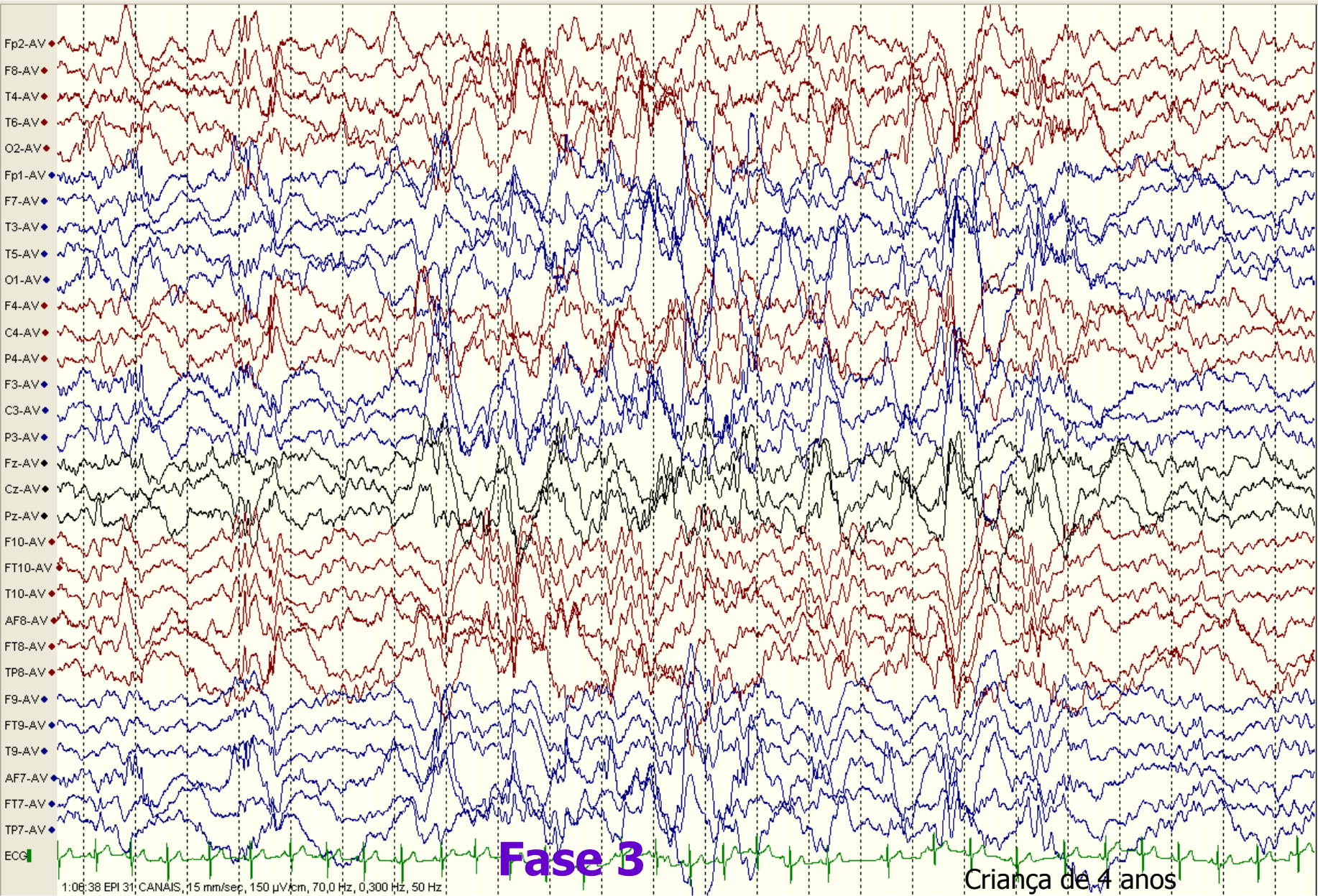
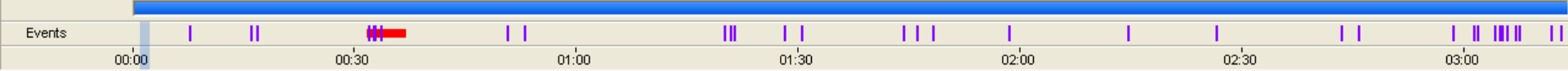
# Frequency Graticule



- Annotati
- Gen Arou
- K-Comple
- Start PSG
- Stop PSG
- Lights O
- Lights O
- Arousal
- Spindle
- Spon Arou
- OCL

Fase 2

Criança de 4 anos



- Annotati
- Gen Arou
- K-Comple
- Start PSG
- Stop PSG
- Lights O
- Lights O
- Arousal
- Spindle
- Spon Aro
- OCL

Fase 3

Criança de 4 anos



# Microestrutura do Sono (Crianças > 2 meses)

---

## REM

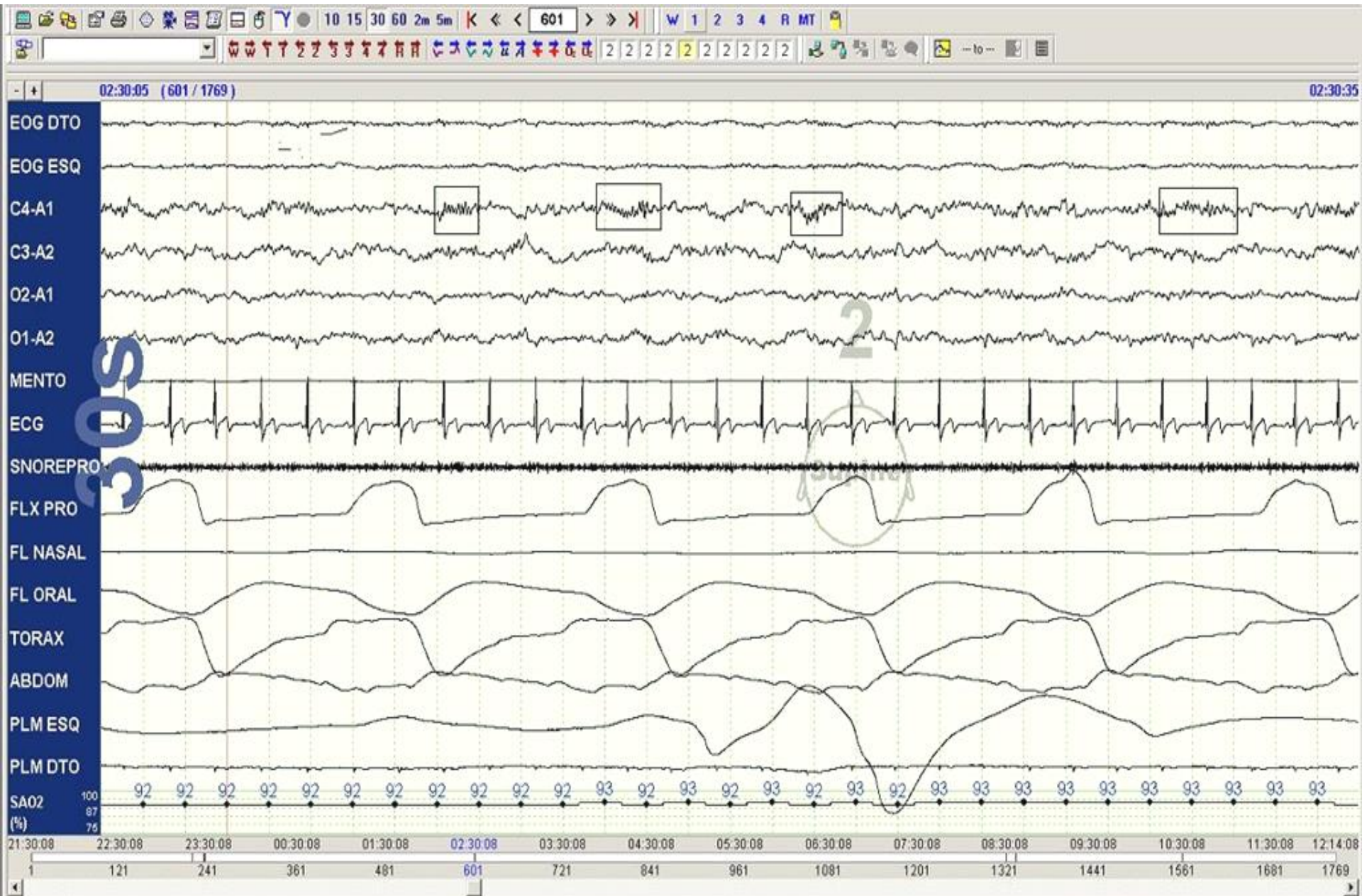
- EEG de baixa amplitude e com frequências mistas (as frequências dominantes aumentam com a idade)
  - 3 Hz: 7 semanas
  - Dentes de serra a 4-5 Hz : 5 meses
  - 4-6 Hz: 9 meses
  - 5-7 Hz: 1-5 anos (Igual adultos)
- Movimentos oculares rápidos (MOR)
- Tônus muscular baixo



# *Padrões Patológicos no Sono*

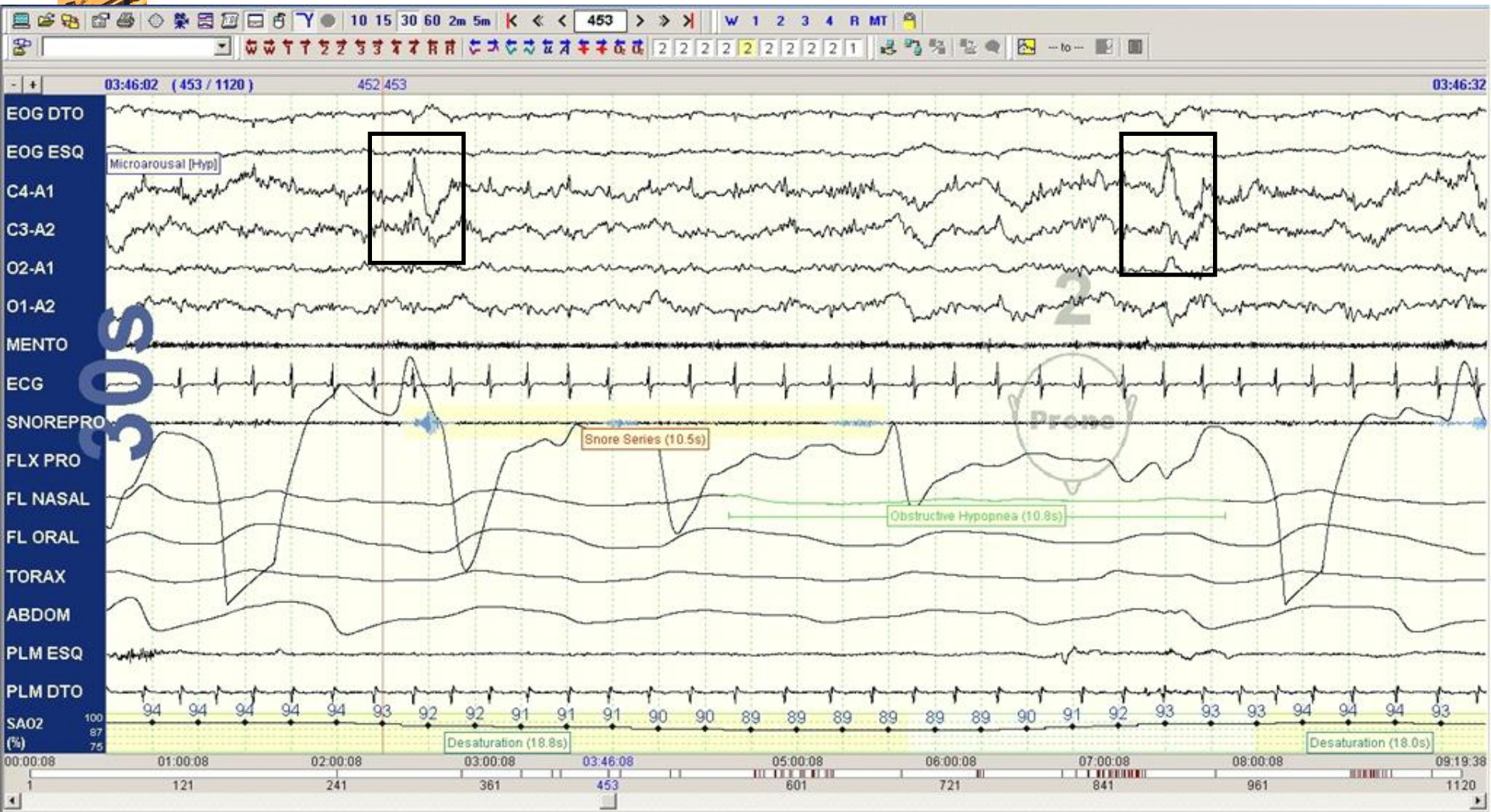
# Assimetrias

(Fusos visíveis só á Dta)

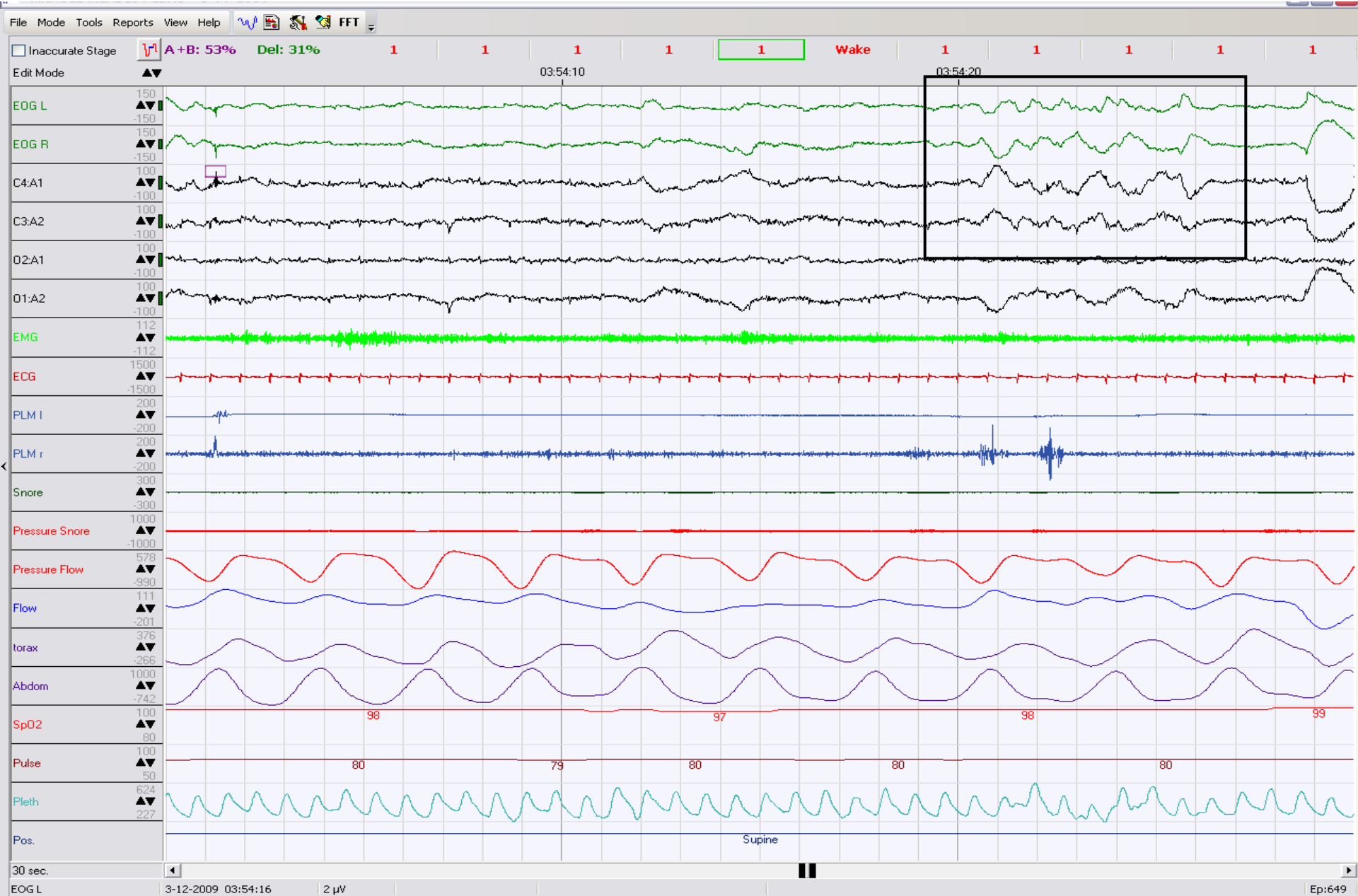


# Assimetrias

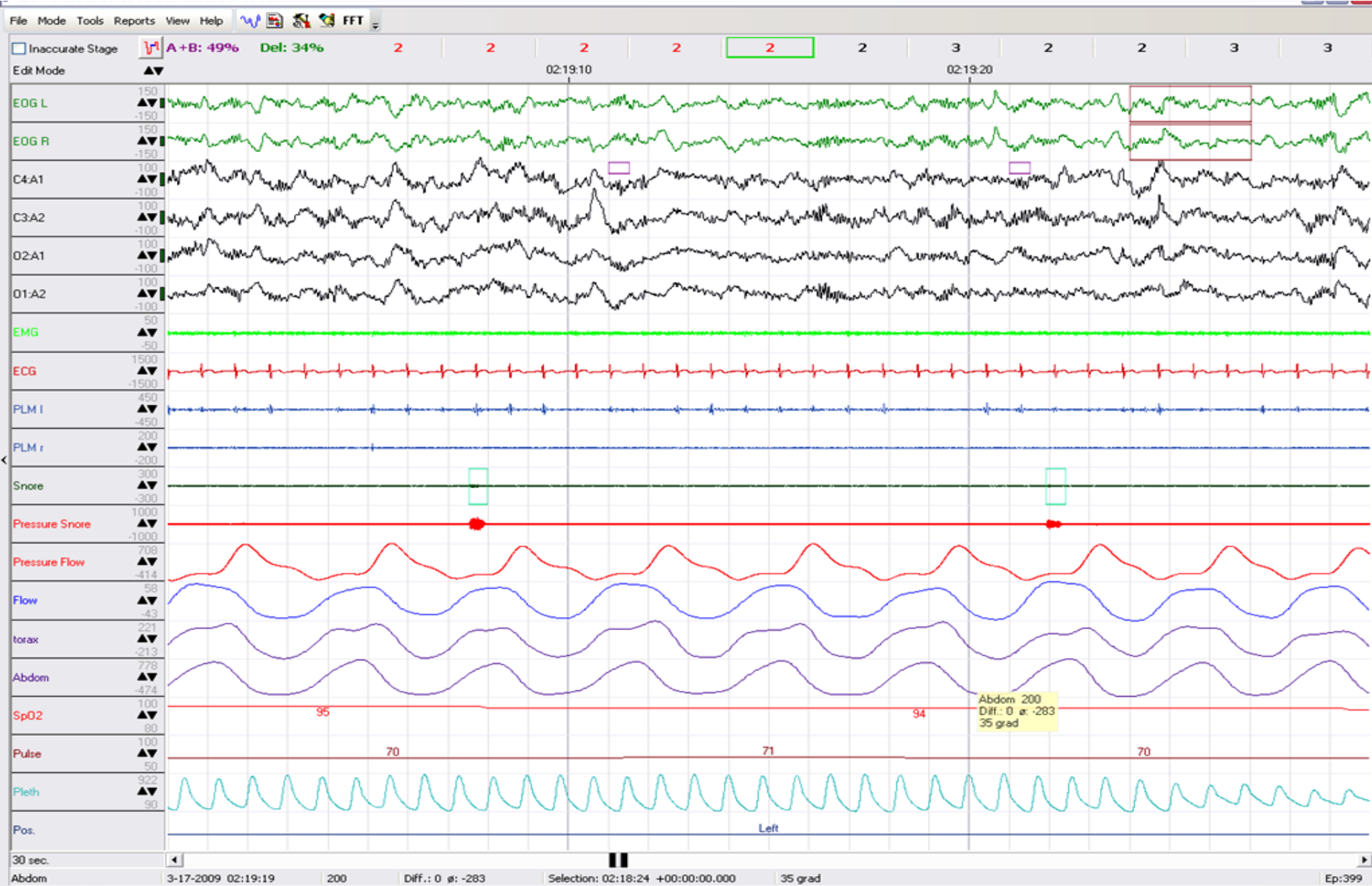
(CKs mais amplos a Dta)

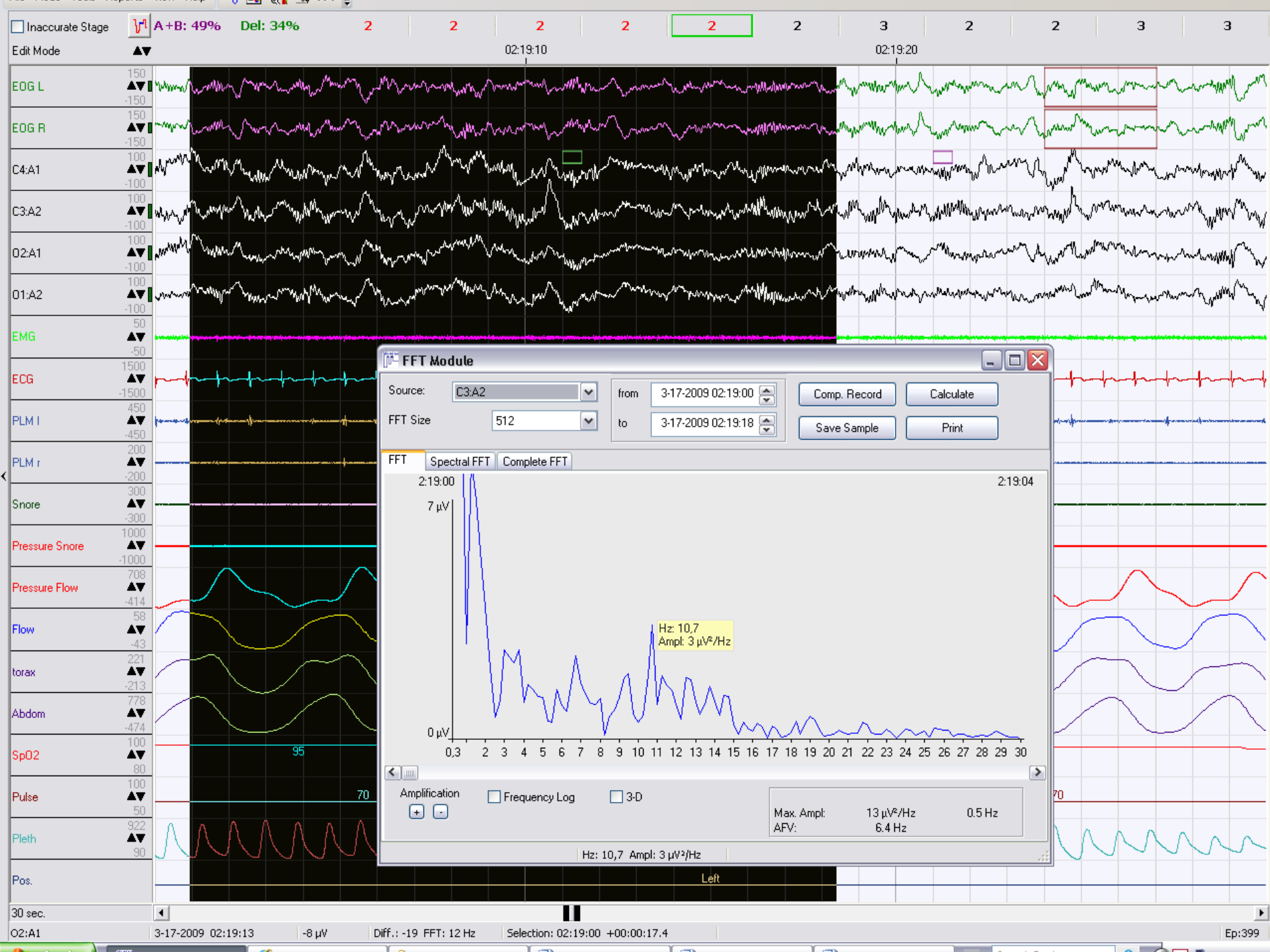


# Atividade Lenta anormal

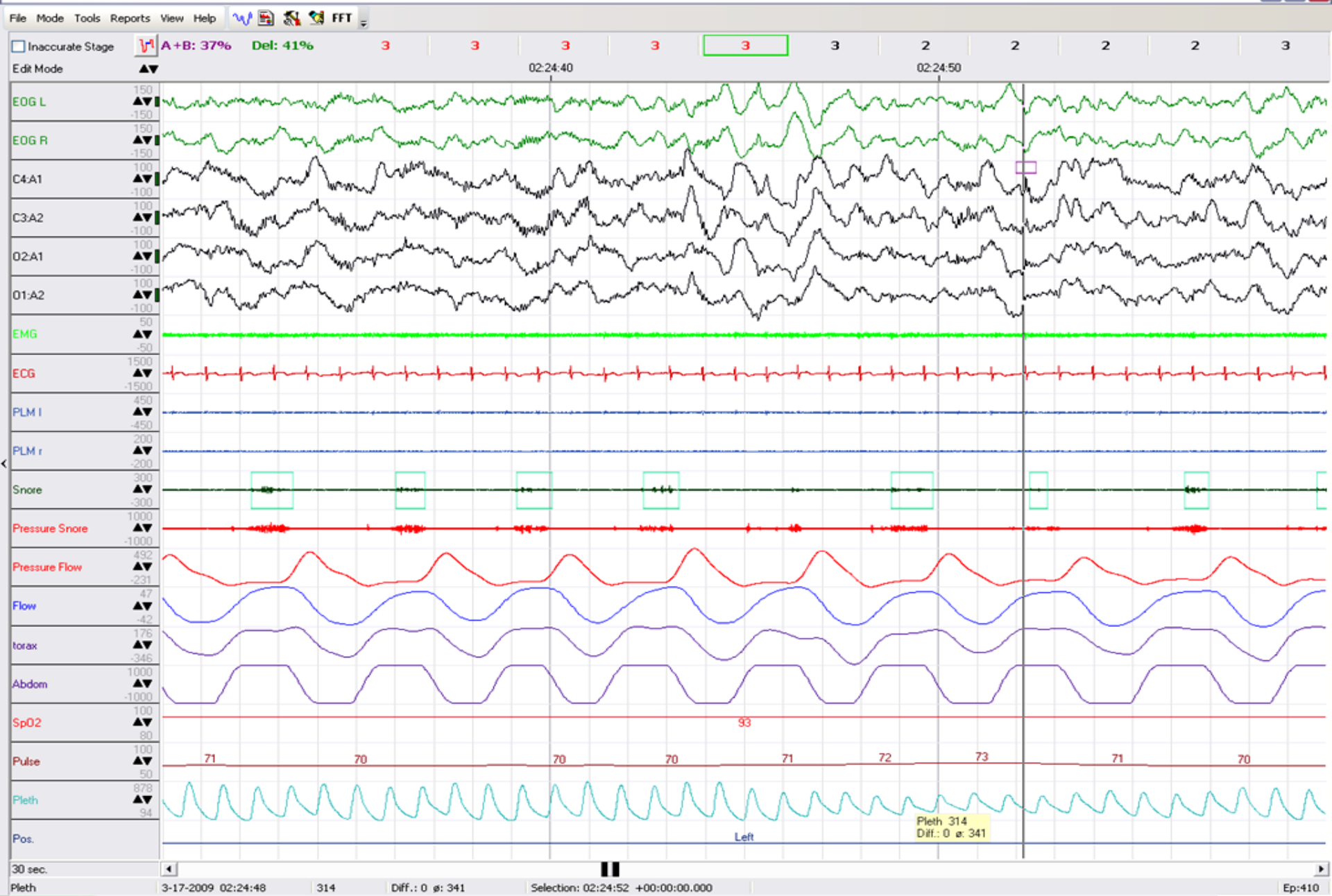


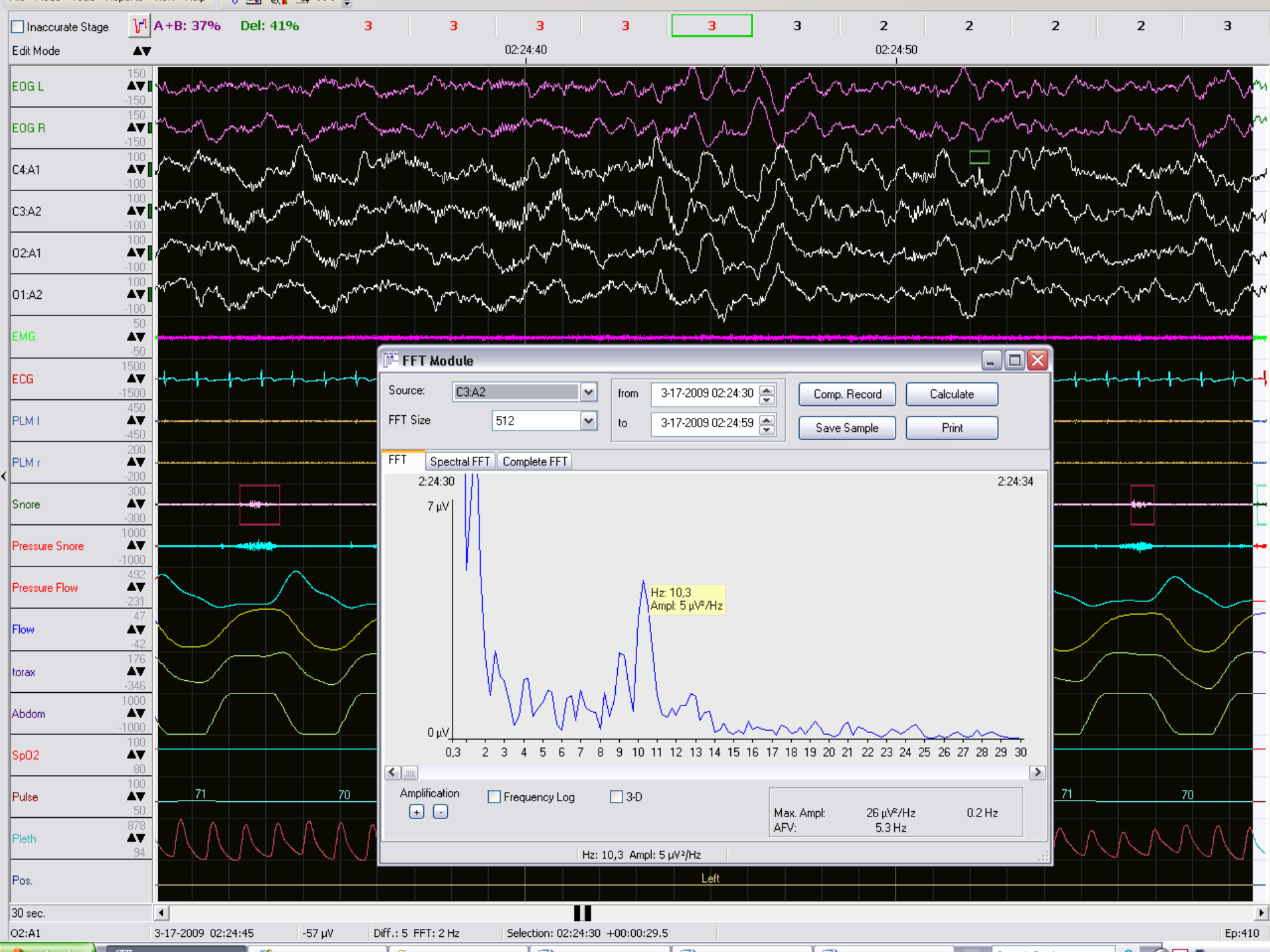
# Actividade Alfa no sono



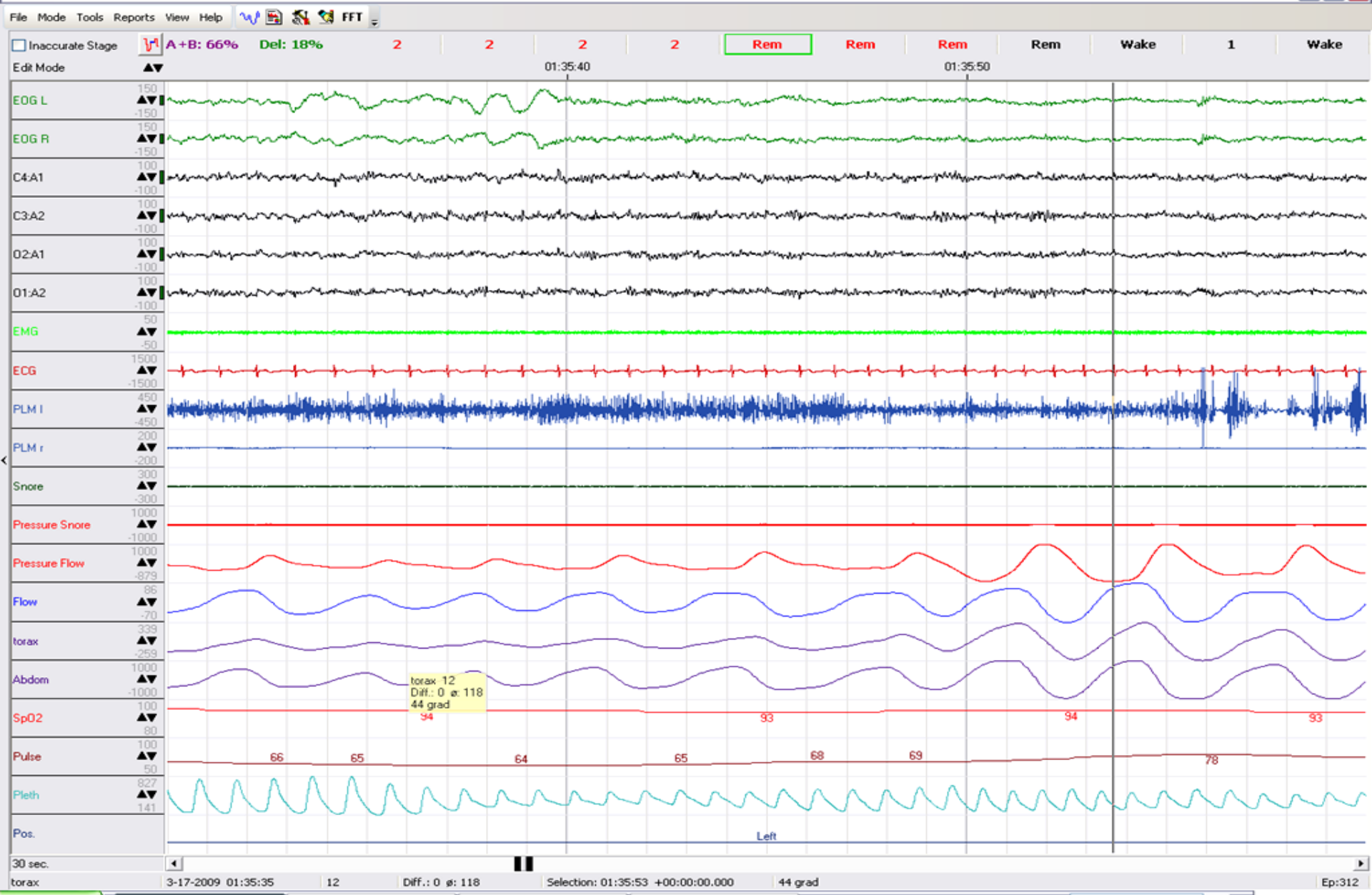


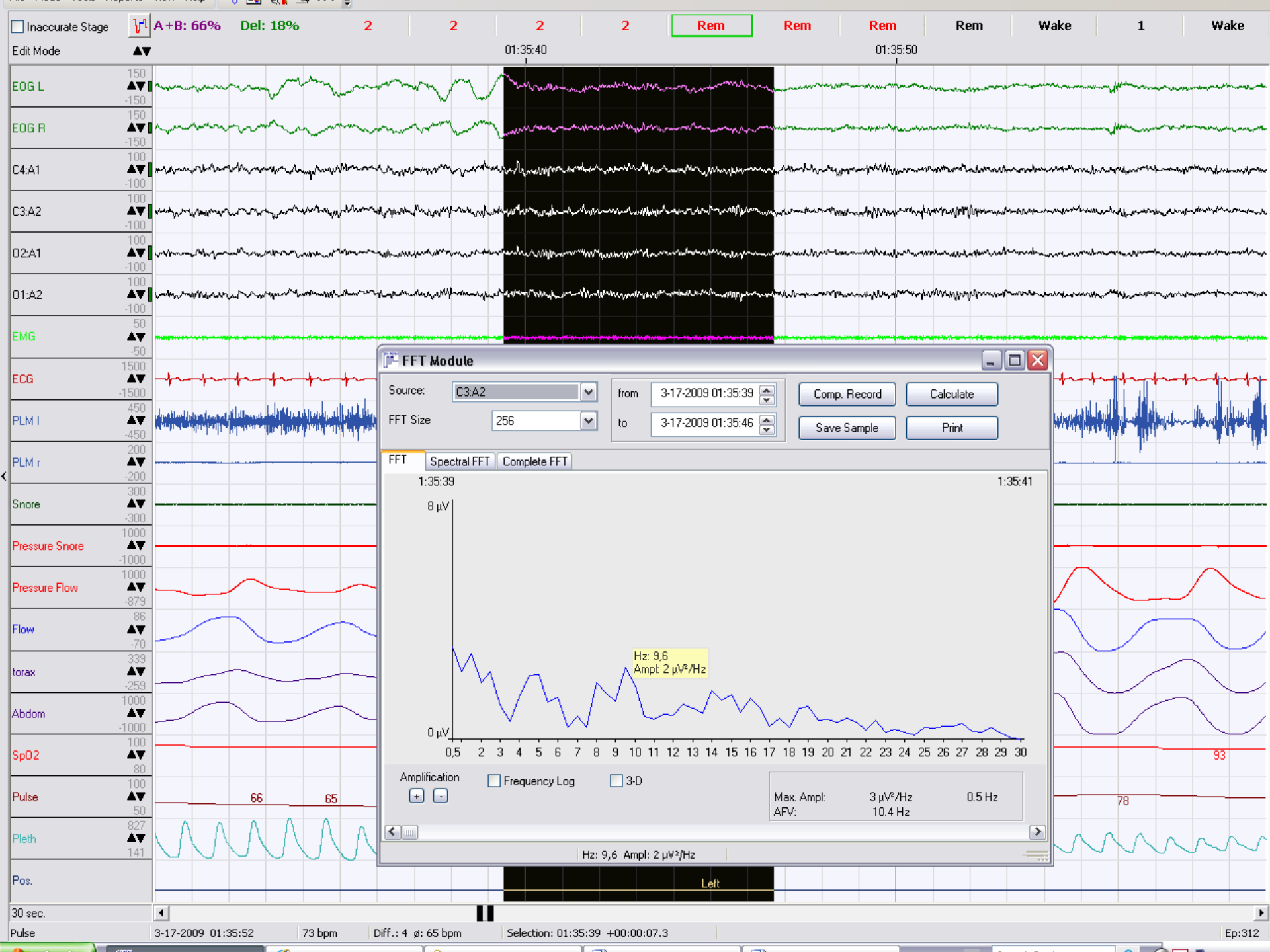
# Sono Alfa-Delta



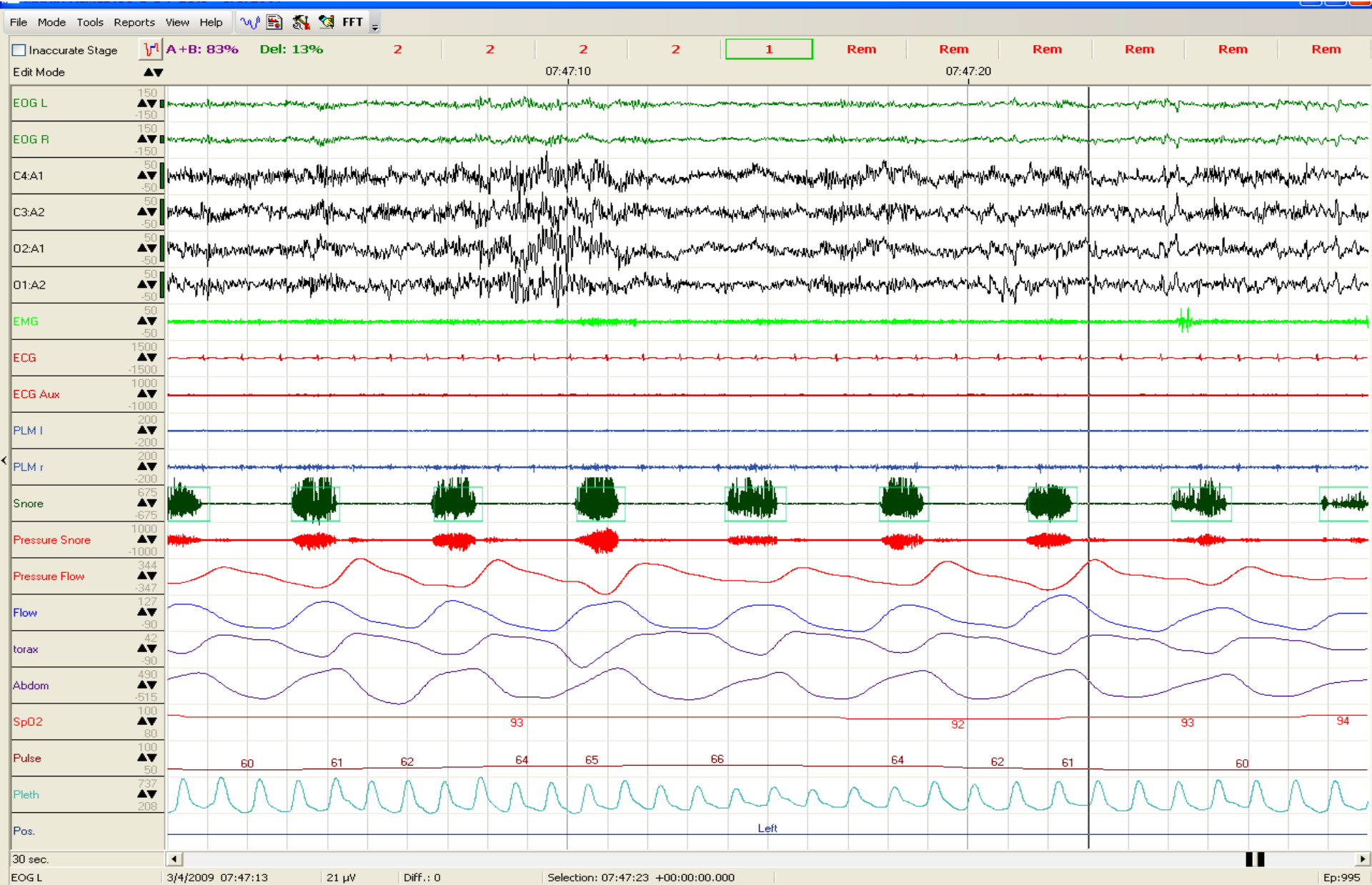


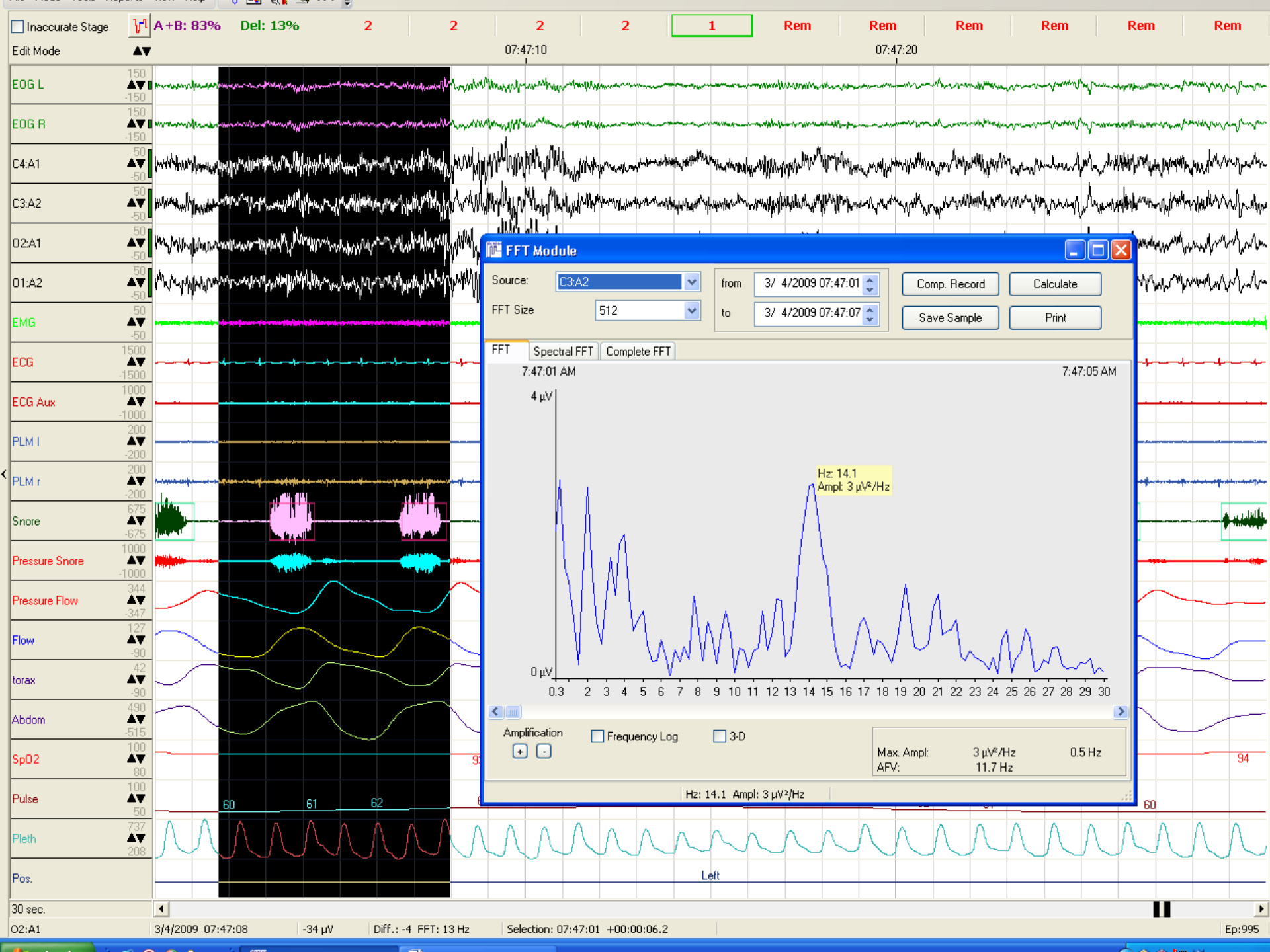
# Sono Alfa-REM



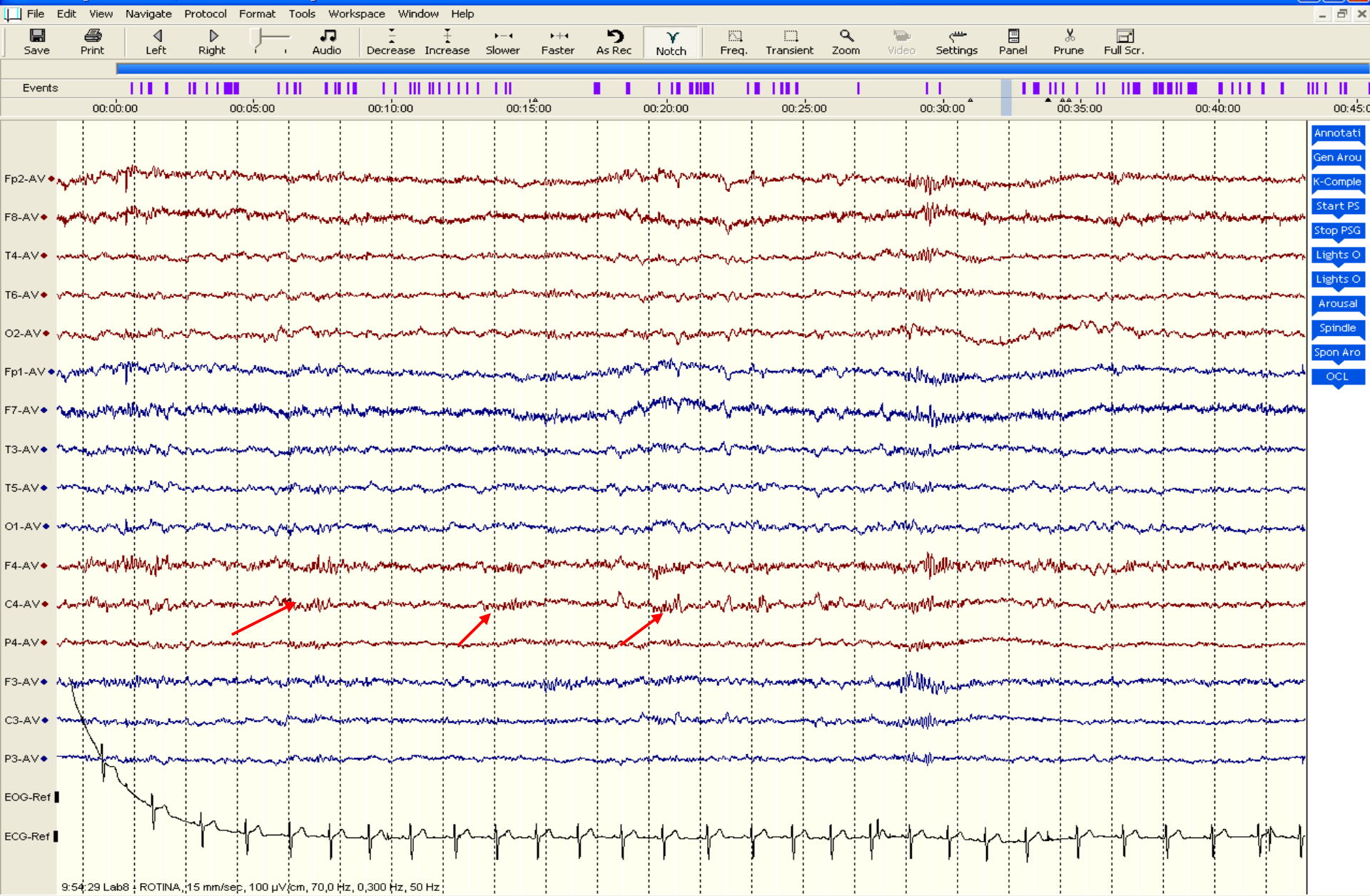


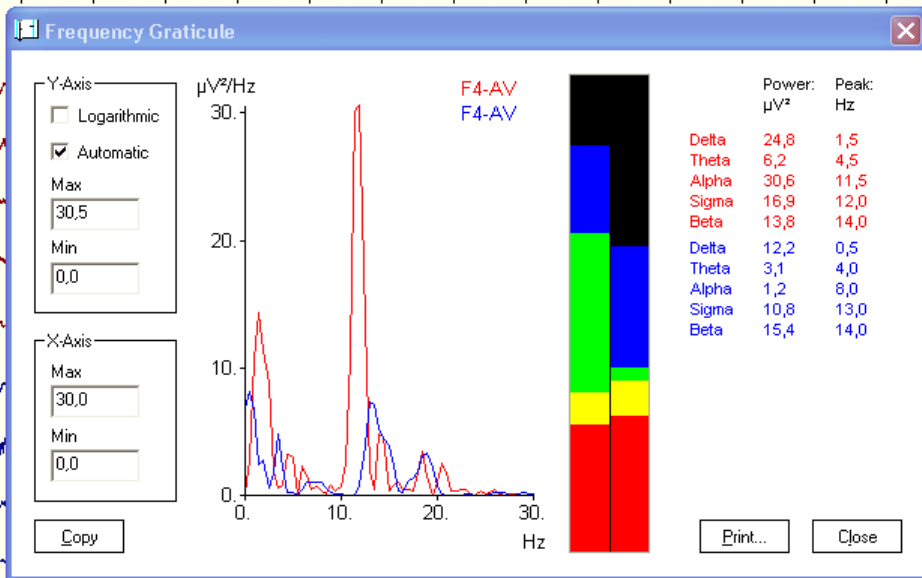
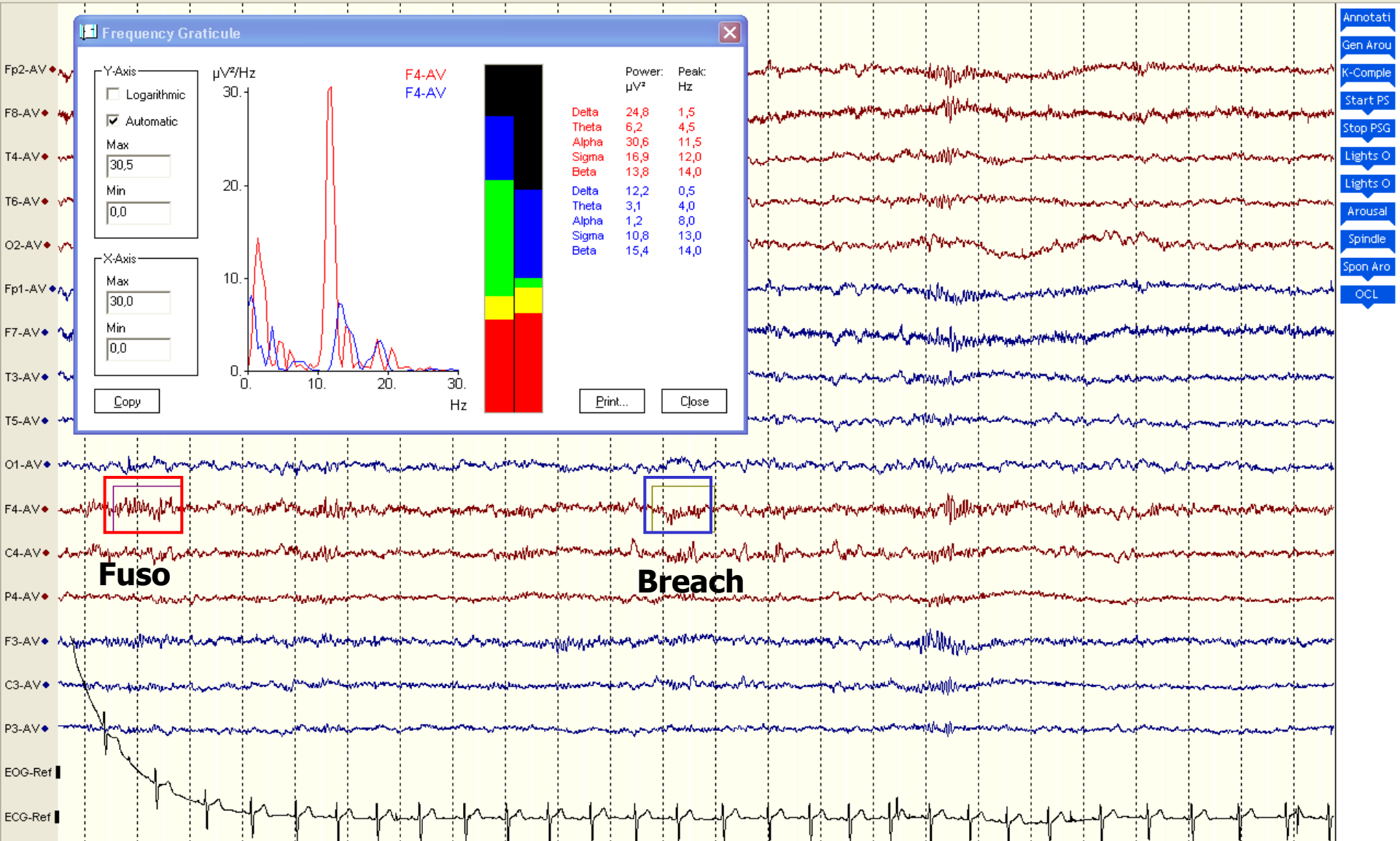
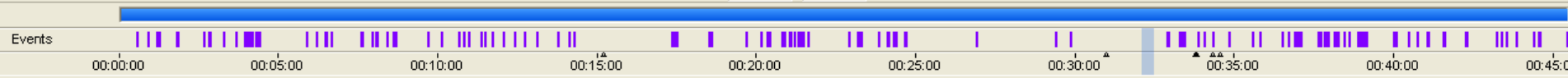
# Atividade Rápida Medicamentosa





# Actividade Rápida: Breach





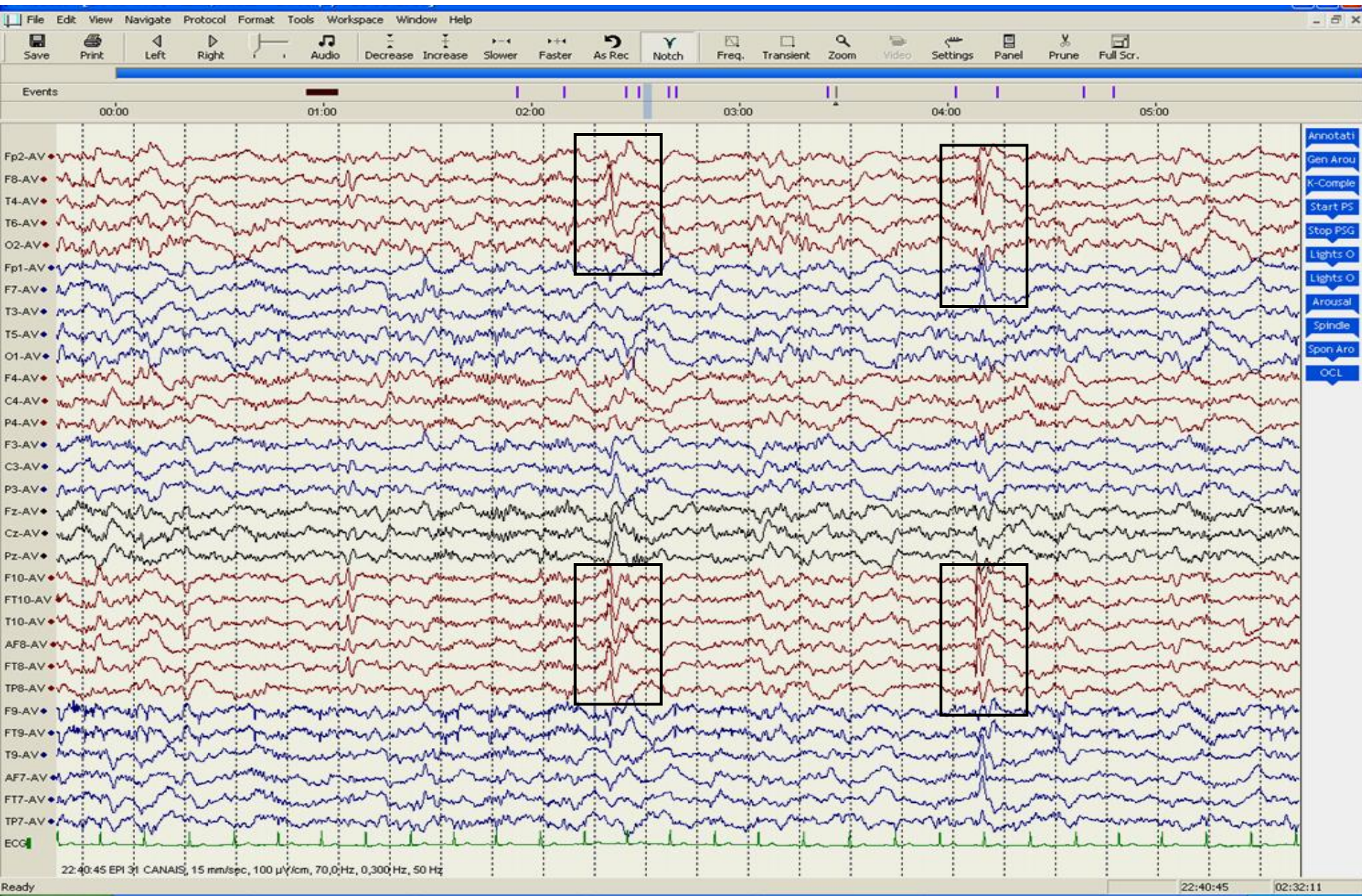
- Annotati
- Gen Arou
- K-Comple
- Start PSG
- Stop PSG
- Lights O
- Lights O
- Arousal
- Spindle
- Spon Aro
- OCL

**Fuso**

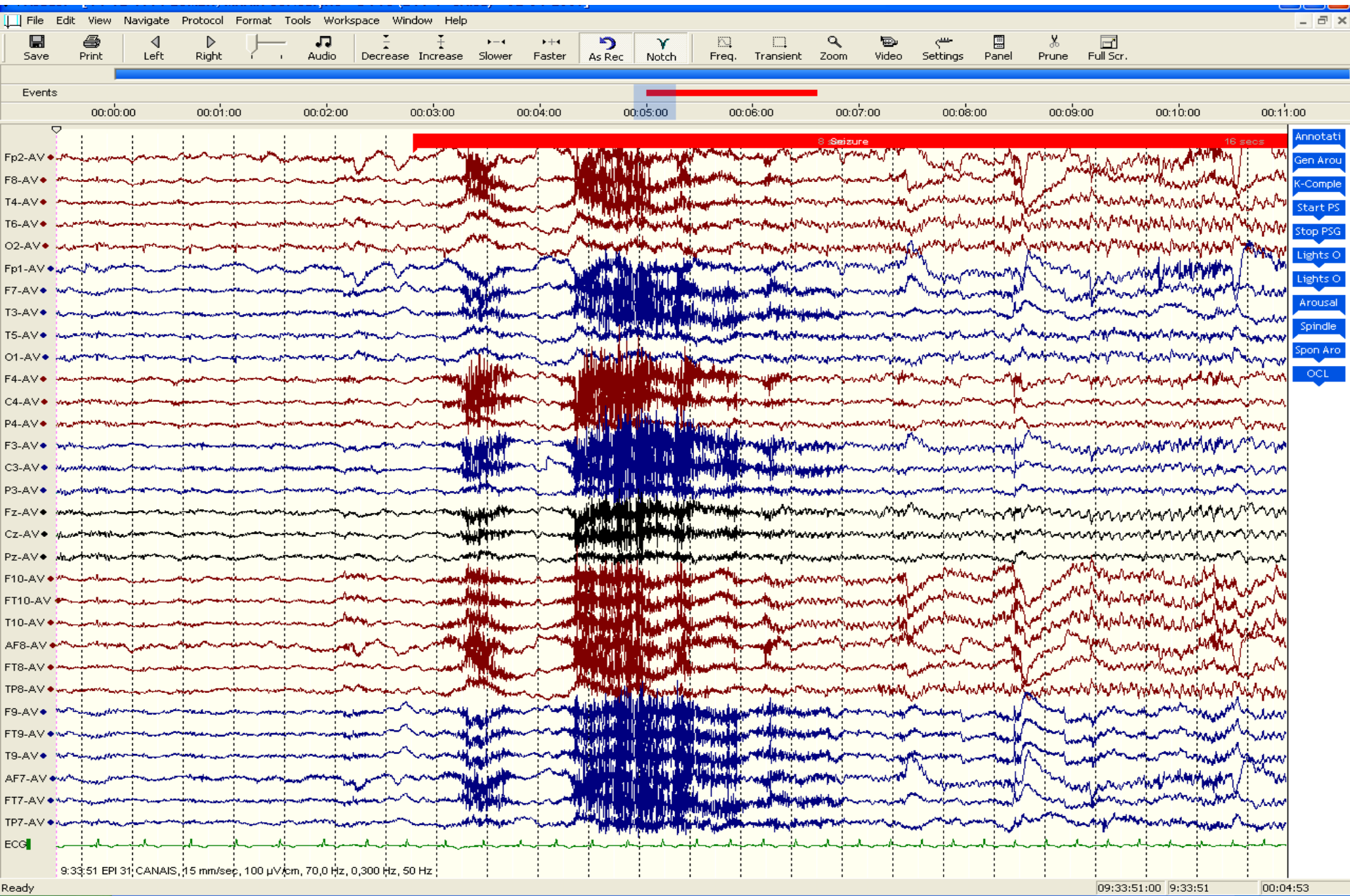
**Breach**

6 meses após craniotomia fronto-temporal direita

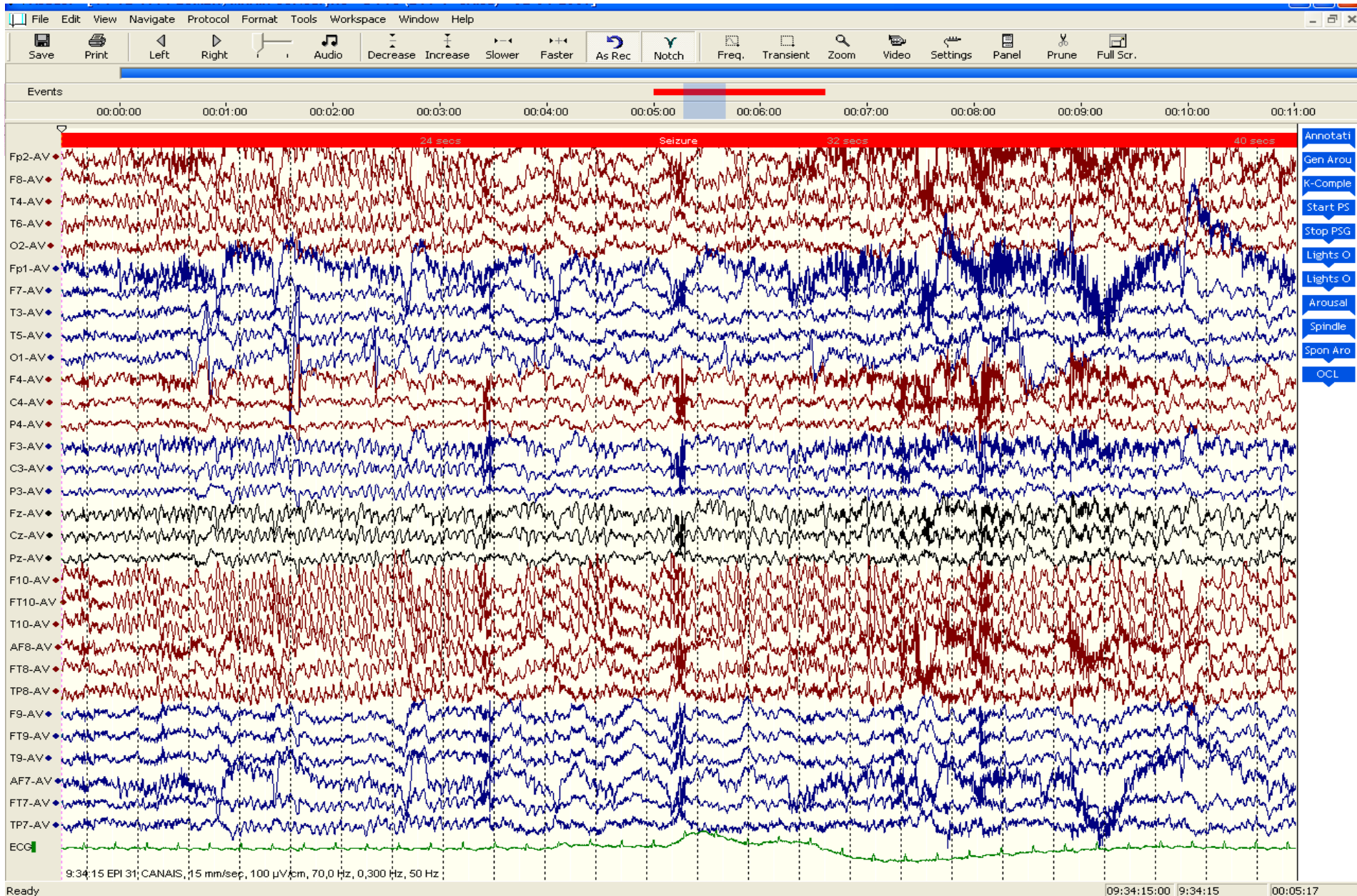
# Actividade Intercrítica



# Actividade Crítica (1)



# Actividade Crítica (2)



# Actividade Crítica (3)

