

# GUÍA DE ACTIGRAFÍA EN LAS UNIDADES DE SUEÑO



# SES

Sociedad Española de Sueño

Patrocinado por:





# INTRODUCCION

La Actigrafía es una exploración cada vez más utilizada y apreciada en los laboratorios de sueño, su mayor ventaja es el fácil uso, bajo coste y permitir registro prolongados en el tiempo lo cual hace posible valorar al paciente en condiciones ambulatorias sin interferencias sobre la actividad normal. Se considera una herramienta de gran utilidad para el control y seguimiento de alteraciones circadianas e insomnio, así como evitar falsos positivos en la valoración de exploraciones de somnolencia diurna como el Test de latencia múltiple de sueño y test de Mantenimiento de vigilia.

El mayor inconveniente de la actigrafía radica en la dificultad de extrapolar datos de actividad-reposo en sueño vigilia y aunque existen algoritmos complejos adaptados para ello, no consiguen subsanar totalmente los posibles falsos negativos o positivos.

Esta guía pretende profundizar en el conocimiento tecnológico y de funcionamiento del actígrafo así como revisar las indicaciones de uso en las unidades de sueño, mediante un enfoque práctico para que cualquier profesional interesado en realizar este tipo de exploraciones encuentre los conocimientos suficientes para ello existentes hasta la fecha en la literatura. Sin olvidar que no se trata de una exploración que pueda sustituir a cualquiera que registre grafo-elementos de sueño, es por ello que también debemos considerar las limitaciones de dicha exploración.

# INDICE

<b>1- Aspectos técnicos</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1- Adquisición de los datos</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2- Procesamiento de datos</b> .....	<b>8</b>
<b>2- Indicaciones de uso</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1- Uso de la actigrafía de trastornos del sueño</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2- En la valoración de la respuesta al tratamiento de los trastornos del sueño</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3- En situaciones esperadas</b> .....	<b>13</b>
<b>3- Aplicación práctica</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1- Programación del actígrafo</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2- Entrega y colocación al paciente</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3- Datos suplementarios para la interpretación</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4- Parámetros actigrafía</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5- Informe de la actigrafía</b> .....	<b>17</b>
<b>4- Ventajas y desventajas</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1- Ventajas</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2- Desventajas</b> .....	<b>21</b>
<b>5- Diario de sueño</b> .....	<b>22</b>
<b>5.1- Diario de sueño</b> .....	<b>23</b>
<b>5.2- Actigrafías</b> .....	<b>25</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>31</b>

# 1

## ASPECTOS TECNICOS

# 1. ASPECTOS TECNICOS

Desde los años 80 la actigrafía se ha mostrado como una técnica de gran utilidad para estudiar el ciclo vigilia/sueño o patrón vigilia-sueño, la principal ventaja de su uso, cuando la comparamos con el Gold standard, la polisomnografía, es que puede monitorizar de forma continuada las 24h diarias, durante días, semanas o más.<sup>1</sup>

Los primeros actígrafos fueron desarrollados a principio de los años 70 <sup>2-3</sup>, época en que Kripke y sus compañeros hicieron las primeras publicaciones sobre la fiabilidad del uso de la actigrafía para la evaluación del sueño <sup>4-5</sup>.

Desde esta época hasta la actualidad hemos asistido a una importante evolución tecnológica. Hoy en día los actígrafos son muy distintos y sus métodos de adquisición, procesamiento e integración de la señal también. En este capítulo abordaremos con un poco más de profundidad las bases tecnológicas de esta exploración.

## 1.1 - Adquisición de datos

Mecánicamente, la primera generación de actígrafos fueron detectores de movimiento threshold, es decir, que solo detectaban movimiento por encima de un determinado threshold/nivel, eran no lineales y no eran lo suficientemente sensibles para detectar pequeños movimientos<sup>6</sup>. También tendían a saturar con niveles modestos de movimiento. Algunos de los actígrafos más recientes detectan el movimiento con acelerómetros en uno o múltiples ejes del espacio<sup>6</sup>, tienen detectores de luz, botón de eventos, algunos de ellos también sensor de temperatura y otros también, la posibilidad de incluir en el dispositivo escalas auto-administradas para completar el estudio..

### 1.1.1 - Acelerómetro

Los acelerómetros son transductores de señal, produciendo una carga eléctrica proporcional a la fuerza aplicada. Actualmente son utilizados en actigrafía 2 tipos de acelerómetros, los de tipo piezoeléctrico y los de tipo MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems).

Los elementos piezoeléctricos se encuentran comprimidos por una masa, sujeta al otro lado por un muelle y todo el conjunto dentro de una "caja". Cuando el conjunto es sometido a vibración, el disco piezoeléctrico se ve sometido a una fuerza variable, proporcional a la aceleración de la masa. Debido al efecto piezoeléctrico se desarrolla un potencial variable que será proporcional a la aceleración.

Los más avanzados, de tipo MEMS, detectan movimiento en los tres ejes del espacio, son solo un chip de silicio, incluyendo en el mismo la parte electrónica que se encarga de procesar las señales. El principio de operación de estos acelerómetros de tecnología MEMS está basado en el traspaso térmico, por convección natural. Estos sensores miden cambios internos de la transferencia de calor causada por la aceleración, ofreciendo ventajas significativas sobre el empleo de una estructura tradicional sólida de masas de prueba, ya que la masa de prueba en el diseño de los sensores MEMS son moléculas de gas, las estructuras móviles mecánicas son eliminadas dentro del acelerómetro.

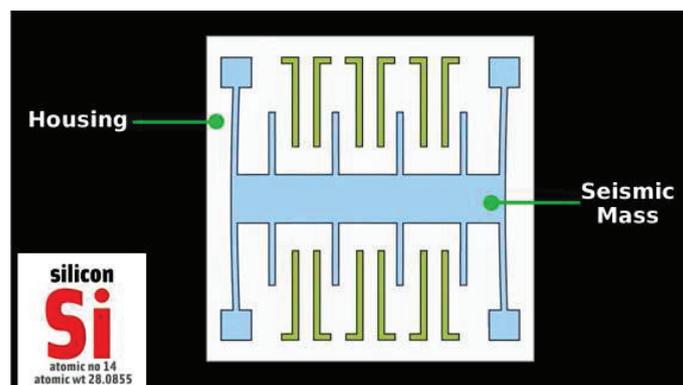


Fig.1 - Ejemplo de um acelerómetro tipo MEMS

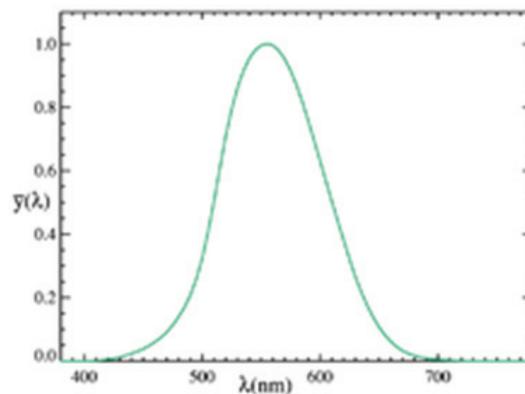
Este tipo de sensores tiene otra ventaja también pues la señal ya está digitalizada.

Después de que el movimiento se traduce en una señal eléctrica analógica (los de tipo piezoeléctrico), esta se digitaliza y es almacenada. Algunos aspectos de estos procesos son programables por el usuario, como la duración de la época sobre la cual la actividad es acumulada y almacenada.

Existen también otros aspectos de la digitalización, que están incorporados en el dispositivo que son también muy importantes, como la tasa de muestreo (número de veces que la señal es captada en 1 segundo). Actualmente la tasa de muestreo de los actígrafos disponibles es entre 30 y 100 Hz.

### 1.1.2 - Sensor de Luz

La mayoría de los actígrafos comercializados hoy en día contienen un sensor de captación de luz ya integrado. Esto supone un valor añadido, pues conocer la exposición de luz recibida nos ayuda en la valoración de en múltiples situaciones y enfermedades. Los más avanzados, además de captación de luz blanca permiten también la captación de los 3 espectros de luz RGB (red, green and blue). Esto se consigue mediante un sensor integrado en el actígrafo sensible a múltiples longitudes de onda de luz (400-700 nm).



*Fig.2 - Longitudes de onda de luz captadas normalmente en actigrafía*

Los sensores captan la luz en raw data, y luego después esa información se traduce en luminancia (entrada de luz blanca y azul) medida en Luxes (Lumens/m<sup>2</sup>), Irradiancia (entrada de colores y luz blanca) medida en μW/cm<sup>2</sup> y por último Flujo de fotones (entrada del sensor de color individual) medida en fotones/cm<sup>2</sup>.

A continuación mostramos diferentes tipos de luces a que estamos acostumbrados y sus diferentes intensidades.

CONDICIÓN	ILUMINACIÓN (LUX)
Luz solar	107,527
Plena luz del día	10,752
Día nublado	1,075
Día muy oscuro	107
Crepúsculo	10.8
Crepúsculo profundo	1.08
Luna llena	.108
Cuarto de luna	.0108
Luz de las estrellas	.0011
Noche Cubierto	.0001

**Tabla 1** - Ejemplos em Lux de varias condiciones de iluminación durante el día.

## 1.2 - Procesamiento de datos

Un componente clave es cómo se digitaliza la señal analógica: tiempo por encima del threshold, cruces por cero o integración digital (ver Figura x).

La estrategia de “tiempo por encima del threshold” cuenta acumulativamente la cantidad de tiempo por época que el nivel de la señal producida en respuesta a movimiento está por encima de cierto threshold (comúnmente de 0,1 a 0,2 g). Dos potenciales problemas de este tipo de integración son que el grado en que la amplitud es superior al threshold se ignora y que la aceleración del movimiento no se refleja. El “método de cruce por cero” cuenta el número de veces por cada época que el nivel de señal de actividad cruza cero (o muy cerca de cero). Tres posibles limitaciones con este enfoque son que la amplitud del movimiento se ignora, no se registra la aceleración de los movimientos y los artefactos de alta frecuencia pueden considerarse potencialmente movimiento significativo. La “integración digital” implica que el muestreo de la señal de salida del acelerómetro sea analizado a una tasa alta, calculando luego el área bajo la curva para cada época. La rectificación de la señal analógica duplica la cantidad de datos disponibles para analizar. La integración digital refleja la aceleración y la amplitud del movimiento, aunque la duración y la frecuencia de los movimientos no se muestran.

Tiempo por encima del threshold



Integración digital



Cruces por zero



**Fig.3** - Ejemplos de los varios tipos de digitalización de la señal - adaptado de Anacolia-Israel S, et al - *The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms* - *Sleep* 2003 May, 1;26(3)342-92.

Después de la adquisición y digitalización, se prosigue con la transducción del movimiento. Los valores de movimiento, captados a cada segundo son traducidos en counts de actividad, medida que comparable a los G's de aceleración. Cada segundo, dependiendo de la tasa de muestreo, el movimiento es analizado x veces al final de cada época, programada por el usuario, obtenemos un número de counts correspondiente a la suma de los counts de todos los segundos de la época. Esos datos quedan almacenados en el actígrafo hasta que sea descargado. Cuando es descargado cada equipo aplica su algoritmo antes de dejar los datos disponibles.

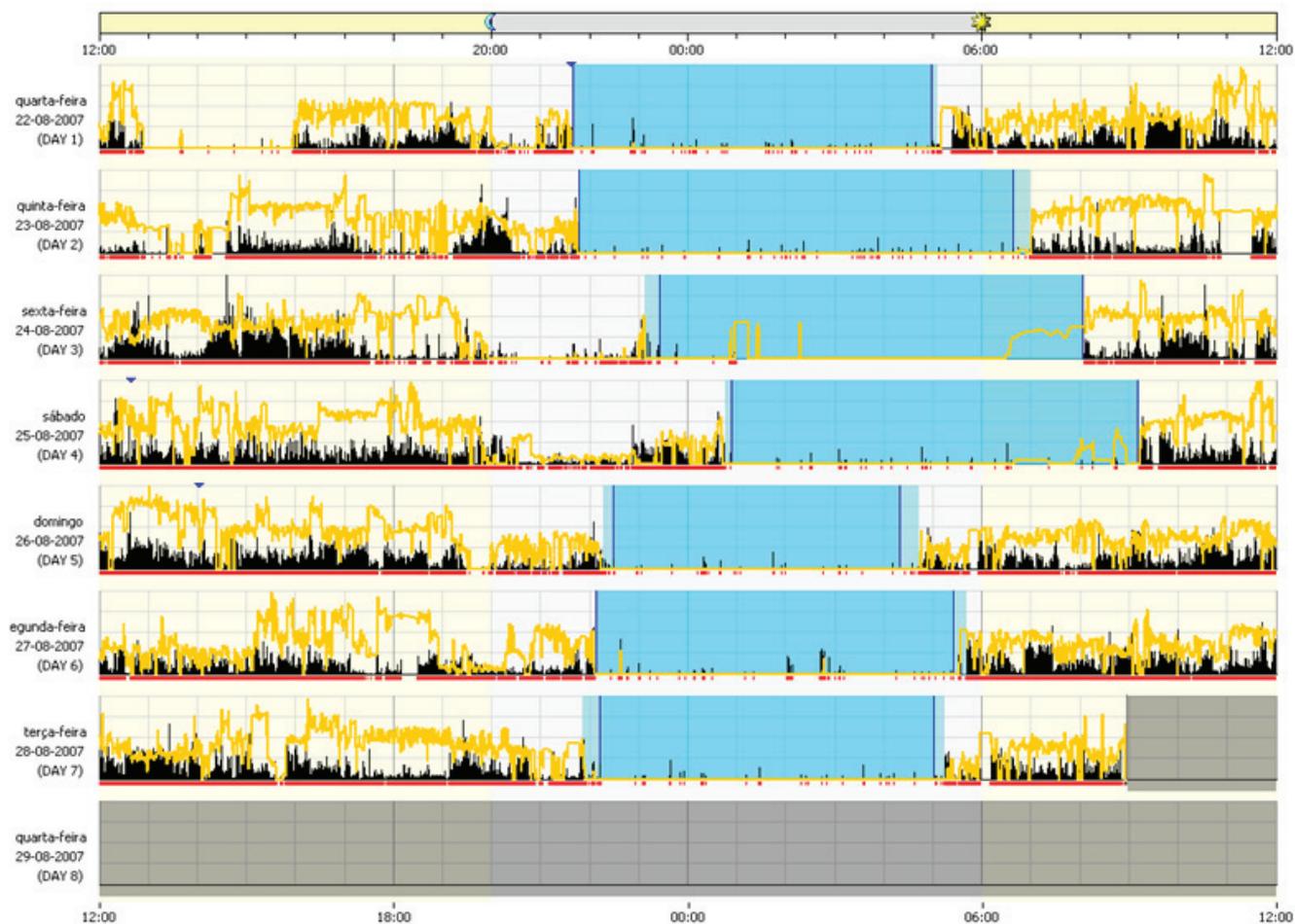
Después de descargar los datos, se origina una tabla similar a que ponemos a continuación.

Epoch-by-Epoch List						Marker/Score List		
Line	Date	Time	Activity	Marker	White Light	Sleep/Wake	Interval Status	
1141	22-08-2007	21:30:00	364	0	5,3	1	ACTIVE	
1142	22-08-2007	21:30:30	556	0	8,2	1	ACTIVE	
1143	22-08-2007	21:31:00	402	0	8,7	1	ACTIVE	
1144	22-08-2007	21:31:30	389	0	41,5	1	ACTIVE	
1145	22-08-2007	21:32:00	402	0	28,7	1	ACTIVE	
1146	22-08-2007	21:32:30	245	0	18,2	1	ACTIVE	
1147	22-08-2007	21:33:00	330	0	9,3	1	ACTIVE	
1148	22-08-2007	21:33:30	110	0	0,0	1	ACTIVE	
1149	22-08-2007	21:34:00	389	0	0,9	1	ACTIVE	
1150	22-08-2007	21:34:30	299	0	3,6	1	ACTIVE	
1151	22-08-2007	21:35:00	309	0	2,7	1	ACTIVE	
1152	22-08-2007	21:35:30	220	0	1,9	1	ACTIVE	
1153	22-08-2007	21:36:00	0	0	0,6	1	ACTIVE	
1154	22-08-2007	21:36:30	105	0	1,6	1	ACTIVE	
1155	22-08-2007	21:37:00	125	0	0,2	1	ACTIVE	
1156	22-08-2007	21:37:30	253	0	0,0	1	ACTIVE	
1157	22-08-2007	21:38:00	353	1 (Marker)	0,0	1	ACTIVE	
1158	22-08-2007	21:38:30	0	0	0,0	1	ACTIVE	
1159	22-08-2007	21:39:00	0	0	0,0	1	ACTIVE	
1160	22-08-2007	21:39:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1161	22-08-2007	21:40:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1162	22-08-2007	21:40:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1163	22-08-2007	21:41:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1164	22-08-2007	21:41:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1165	22-08-2007	21:42:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1166	22-08-2007	21:42:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1167	22-08-2007	21:43:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1168	22-08-2007	21:43:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1169	22-08-2007	21:44:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1170	22-08-2007	21:44:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1171	22-08-2007	21:45:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1172	22-08-2007	21:45:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1173	22-08-2007	21:46:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1174	22-08-2007	21:46:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1175	22-08-2007	21:47:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1176	22-08-2007	21:47:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1177	22-08-2007	21:48:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1178	22-08-2007	21:48:30	0	0	0,0	0	REST-S	
1179	22-08-2007	21:49:00	0	0	0,0	0	REST-S	
1180	22-08-2007	21:49:30	48	0	0,0	1	REST-S	

**Tabla 2** - Ejemplo de una tabla que contiene los datos de actigrafía en RAW.

En la imagen se puede verificar la época, fecha, hora, el número de counts de actividad, la exposición a luz, si se presionó el botón de eventos y si se valora como despierto o dormido.

La traducción grafica de la referida tabla origina lo que se denomina de actograma que mostramos a continuación.



*Figura 4 - Ejemplo de un actograma*

### En el actograma podemos verificar varios parámetros:

- Actividad (negro)
- Exposición luz (amarillo)
- Botón de Eventos (Flecha azul)
- Período de descanso (azul claro)
- Período de sueño (azul oscuro)
- Clasificación Vigil (Rojo)
- Clasificación Sueño (Blanco)

# 2

## INDICACIONES DE USO

## 2. INDICACIONES DE USO

La actigrafía determina la evaluación del sueño y la vigilia a lo largo de múltiples días, por lo que se utiliza principalmente en los trastornos del ritmo circadiano y en el insomnio (1). Sin embargo, existen otros trastornos en los que puede ser útil, como para controlar la evolución del síndrome de piernas inquietas o los movimientos periódicos de extremidades (2).

La Academia Americana de Medicina del Sueño (AASM) recomienda la utilización de la actigrafía en una unidad de sueño en tres grandes bloques, para evaluar ciertos trastornos, para evaluar su tratamiento y en situaciones especiales (1).

### 2.1. Uso de actigrafía en la evaluación de trastornos del sueño.

1. *Determinación de patrones de sueño, tanto en sujetos sanos, como en pacientes con sospecha de algún trastorno de sueño.*

La actigrafía genera patrones de reposo-actividad a lo largo de varios días y de este modo, permite estimar los ciclos sueño-vigilia, tanto en población sana como con sospecha de trastorno del sueño. A través de los registros de actigrafía se ha intentado estimar la latencia de sueño, la eficiencia de sueño y el tiempo total de sueño, y correlacionarlo con los obtenidos con la polisomnografía (PSG). Hay varios estudios a este respecto que muestran resultados contradictorios. Sin embargo, parece que la mayoría, a excepción de uno (3), coinciden en que el tiempo total de sueño medido por actigrafía se correlaciona significativamente con el medido por PSG.

2. *Evaluación de pacientes con sospecha de trastornos del ritmo circadiano.*

La determinación de los patrones de actividad circadiana con el actígrafo está bien demostrada. Por este motivo, es considerado el método de elección en la evaluación y el diagnóstico de los trastornos del ritmo circadiano, como son el trastorno de avance de fase, trastorno de retraso de fase, la cronodisrupción asociada al trabajo a turnos, el síndrome hipernictameral y el jet-lag.

3. *Cuando la polisomnografía no está disponible, la actigrafía está indicada como método para estimar el tiempo total de sueño en pacientes con síndrome de apnea-hipopnea durante el sueño (SAHS).*

En este caso no se utiliza el actígrafo como única herramienta diagnóstica, sino asociado a la poligrafía respiratoria. La actigrafía estima el tiempo total de sueño, lo que minimiza la subestimación en el índice de apnea-hipopnea (IAH) al compararlo con el tiempo del registro.

4. *Caracterización de los patrones del ritmo circadiano o alteraciones del sueño en pacientes con insomnio, incluyendo el insomnio asociado a la depresión.*

Al igual que en las recomendaciones previas, la actigrafía muestra el patrón de sueño-vigilia del paciente con queja de insomnio

5. *Determinación de los patrones del ritmo circadiano y estimación del tiempo medio de sueño en pacientes con hipersomnia.*

En los pacientes con hipersomnia, la actigrafía se utiliza como herramienta para valorar los periodos prolongados de reposo y estimar el tiempo medio de sueño. Es clave en el diagnóstico diferencial de la hipersomnia central con la privación crónica de sueño. En este sentido, la AASM (4) aconseja realizar un registro de actigrafía la semana previa a realizar la PSG seguida del test de latencias múltiples de sueño (TLMS). Este test es sensible a la falta de sueño, por lo que un diario de sueño o un estudio actigráfico nos ayuda a asegurar un patrón estable de sueño y de adecuada duración.

## 2.2. En la valoración de la respuesta al tratamiento de los trastornos del sueño.

De la misma manera que el conocer los ritmos circadianos y los patrones de sueño-vigilia, son gran ayuda en la evaluación inicial de los trastornos del ritmo circadiano y el insomnio. El conocer los cambios que se producen tras el tratamiento, nos indican la respuesta al tratamiento de manera objetiva.

1. *Evaluación de la respuesta al tratamiento de pacientes con trastornos del ritmo circadiano.*
2. *Evaluación de la respuesta al tratamiento de pacientes con insomnio, incluyendo el insomnio asociado a la depresión.*

## 2.3. En situaciones especiales.

Existen dos colectivos donde estudiar el sueño es más complicado, los ancianos y los niños. En el caso de los ancianos, la actigrafía aporta como beneficio la posibilidad de valorar el sueño en su entorno natural, ya que en ocasiones no toleran la estancia en una unidad de sueño. Por otro lado, en casos determinados, el anciano presenta una afectación cerebral que hace irreconocible el sueño en el electroencefalograma. En estos casos la actigrafía también puede ser gran utilidad. Al igual que en los ancianos, en los niños existen situaciones en las que realizar una polisomnografía y/o interpretarla es de gran dificultad, y aumenta exponencialmente, cuando estamos ante población pediátrica especial, en estos casos la actigrafía es una buena alternativa.

1. *Caracterización y monitorización de los patrones de sueño y del ritmo circadiano y documentación de la respuesta al tratamiento, entre ancianos que viven en la comunidad. Sobre todo, si se combina con otras medidas, como diarios de sueño y/o datos del cuidador.*
2. *Caracterización y monitorización de los patrones de sueño y de ritmo circadiano y documentación de la respuesta al tratamiento, entre ancianos institucionalizados.*
3. *Descripción de los patrones de sueño y documentación de la respuesta al tratamiento en población pediátrica normal (en los que la polisomnografía es difícil de realizar y/o interpretar) y población pediátrica especial.*

La AAMS no incluye los trastornos del movimiento como indicación de actigrafía. No obstante, dada la habilidad de estos dispositivos para la medición del movimiento parece razonable pensar en su utilidad en este tipo de patologías. En cuanto a los movimientos periódicos de las piernas durante el sueño (PLMS) existe controversia a la hora de validar la medición de los PLMS mediante actigrafía (5) entre los diferentes estudios realizados. Al comparar diferentes actígrafos con la PSG, hay algunos estudios que encuentran una gran fiabilidad (6) de los PLMS, mientras que en otros existe una infraestimación o sobreestimación de los movimientos de piernas (7). Estas diferencias son debidas a la gran variabilidad de la metodología de estos estudios, entre el tipo de actígrafo utilizado, el lugar de colocación del dispositivo en la extremidad inferior y el método empleado en contar los PLMS. A pesar de la falta de evidencia, la actigrafía podría ser una futura alternativa, ya que es menos costosa y permite la medición de varias noches seguidas en su domicilio, siendo una ventaja dada la propia variabilidad del trastorno.

También se ha utilizado la actigrafía como apoyo en el diagnóstico y valoración de la respuesta al tratamiento en niños con alteraciones del sueño, como parasomnias, movimientos rítmicos del sueño,... (8)

La actigrafía podría llegar a ser una herramienta diagnóstica para el trastorno del comportamiento del sueño REM (TCSR). Al estudiar pacientes con enfermedad de Parkinson con y sin TCSR en la práctica clínica (9), la actigrafía tiene alta especificidad, pero baja sensibilidad. Por lo que podría apoyar el diagnóstico de TCSR en pacientes con sospecha clínica.

# 3

## APLICACIÓN PRÁCTICA

## 3. APLICACIÓN PRÁCTICA

En la práctica clínica utilizamos el actígrafo como una herramienta de gran apoyo diagnóstico y nos da información para valorar la respuesta al tratamiento, principalmente en los trastornos del ritmo circadiano y el insomnio. Sin embargo, no disponemos de una metodología estandarizada, para el procesamiento y análisis de los datos. Hay en el mercado una variedad de monitores de actigrafía con distintos algoritmos de puntuación. Se recomienda estar familiarizados con las características operativas y funcionamiento de cada dispositivo para su mejor interpretación.

### 3.1. Programación del actígrafo

Antes de colocar el actígrafo se debe programar para que se inicie la colección de datos. Para esto es necesario conectarlo al ordenador a través de cable de USB, conexión Bluetooth®,... dependiendo del dispositivo. Habitualmente se inicia el registro de los datos inmediatamente, pero algunos actígrafos también se pueden programar para que esta comience más tarde. Siempre es obligatorio comprobar el estado de la batería.

### 3.2. Entrega y colocación al paciente

#### *Instrucciones al paciente*

En primer lugar, se deben de explicar al paciente en que consiste la prueba que se le va a realizar, indicándole que el dispositivo consta en un acelerómetro que mide actividad y reposo, y que de manera indirecta nos proporciona información de apoyo sobre posibles trastornos del sueño. Es de utilidad explicarles que es similar a los acelerómetros que disponen los "smart phones" aunque en este caso se trata de herramientas validadas y fiables para el estudio de los patrones vigilia/sueño. Se recomienda proporcionar información clara, y mejor si es por escrito, de cómo debe usar el actígrafo.

#### *Colocación del actígrafo*

Habitualmente el dispositivo se coloca en la muñeca del brazo no dominante. El hecho de ser la mano que menos se utiliza, podría producir menos artefactos y además ser menos molesto al usuario. Sin embargo, diferentes estudios mostraron que cualquier brazo puede ser utilizado, o incluso puede ser colocado en la pierna, como en los bebés.

El tiempo de registro óptimo para conocer el ciclo vigilia-sueño son dos semanas. Si se trata de un trabajador a turnos es preferible que se incluyan los diferentes turnos de trabajo y tiempo de descanso en ese periodo. En ocasiones, no es posible periodos tan largos de estudio, dada la disponibilidad de los actígrafos y la demanda en la unidad, en ese caso no debe ser inferior a 5 días.

#### *Uso de sensores de luz*

Si el dispositivo utilizado dispone de sensor de luz, como ocurre en algunos modelos, es importante recordarle al paciente que no lo cubra con la manga, para poder captar la exposición a la luz con la mayor precisión posible. En ocasiones, puede ser necesario colocar el sensor de luz en un colgante o incluso en la montura de las gafas para valorar la iluminación ambiental con mayor fiabilidad.

### 3.3. Datos suplementarios para la interpretación

El actígrafo es un dispositivo que proporciona datos objetivos. Además, dispone de un software que con diferentes algoritmos estima periodos de reposo y actividad. Al validar estos registros de actigrafía con la polisomnografía, el Gold estándar para estudiar el sueño, la concordancia ha sido significativa en patrones de sueño normal. Sin embargo, ante patrones atípicos de sueño los errores de interpretación automática son mayores. Por este motivo, la información suplementaria al actígrafo proporciona fiabilidad a la interpretación de los resultados.

## Diario de sueño

El registro actigráfico debe acompañarse siempre de un diario de sueño (10). El paciente debe anotar diariamente la hora de acostarse y la de levantarse, así como alguna actividad inusual o el tiempo en el cual se quita el dispositivo (durante la ducha, o en la piscina,...). Los datos esenciales que debe recoger el diario de sueño que acompañe a la actigrafía son:

- Hora de acostarse
- Hora que se durmió
- Hora que se despertó por la mañana
- Hora de levantarse
- Hora de la siesta (si se durmió y tiempo que duró). Aunque algunos softwares registran datos sobre las siestas diurnas, estos algoritmos no están tan validados como en el sueño nocturno.
- Periodo de tiempo que se quitó el dispositivo
- Circunstancias inusuales que pudieran alterar el patrón vigilia/sueño (enfermedad, cambios de uso horario, ...)

El diario de sueño debe colocarse en un lugar que nos permita recordar cada día el cumplimentarlo. Cada noche se debe apuntar lo que ha ocurrido durante el día y cada mañana lo que ha ocurrido por la noche. En el caso de que se trate de un niño pequeño, o una persona discapacitada, será el tutor o el cuidador el que debe de cumplimentar el diario de sueño.

## Marcador de eventos

Algunos dispositivos incluyen un botón marcador de eventos. Se le instruye al paciente a apretar el botón para responder a una pregunta concreta, indicándoles que este botón no para finalizar, ni reiniciar el registro. En ocasiones puede sustituir al diario de sueño. Puede ser usado para marcar la hora de acostarse y levantarse, el inicio y final de las siestas, los despertares durante la noche, despertar precoz, el momento de quitarse el actígrafo,...

Es aconsejable indicarles que sólo utilicen el marcador de eventos en los casos que se especifican, y no en otro momento, para evitar errores de interpretación, incluso cuando se le ha olvidado hacerlo en el momento correcto.

## Integrar la señal actigráfica con otras variables de monitorización circadiana (temperatura periférica y posición)

El patrón actividad-reposo no es el único que se ha utilizado para valorar el ritmo de sueño. Tradicionalmente se ha utilizado la temperatura central como marcador robusto del ritmo circadiano. Su medición se ha realizado normalmente a través de sondas rectales, lo que hace que sea incómodo para el paciente, empleándose cada vez menos. Como alternativa se ha desarrollado dispositivos que miden la temperatura periférica. Se conoce que la temperatura distal tiene una correlación inversa a la central, pudiéndose registrar con un único dispositivo. De esta manera, se describe una nueva variable (11) llamada TAP, que consiste en el análisis integrado de tres registros simultáneos, temperatura periférica (T), actividad motora (A) y posición corporal (P). La integración de variables minimiza los artefactos e incrementa la fiabilidad de los resultados.

### 3.4. Parámetros de la actigrafía

Hay sistemas en los que el periodo de reposo/actividad se marca automáticamente cuando se abre el archivo permitiendo su posterior edición. En otros softwares, el usuario debe puntuar manualmente los datos, seleccionando la configuración y el algoritmo apropiado para la población a estudiar. En algunos casos es necesario hacer ajustes en el umbral de actividad para vigilia y sueño, la definición de inicio de sueño o de episodios de despertar, según lo permita la configuración del dispositivo.

Tras el análisis de los datos registrados se obtiene un actograma, gráfico de los periodos puntuados, que muestra de forma detallada y con colores las 24 horas del día y los periodos de actividad-reposo, sueño-vigilia, y otros parámetros como la luz y/ temperatura según el dispositivo. También se obtienen una tabla de datos de cada día.

La mayoría de los dispositivos proporcionan datos de cantidad y calidad de sueño, como son latencia de sueño, tiempo en

cama (TIB), tiempo total de sueño (TST), número de despertares, eficiencia de sueño (SE) y vigilia tras el comienzo del sueño o vigilia intrasueño (WASO). Así como el promedio de la hora de acostarse y hora de levantarse.

Se ha descrito otra manera de valorar el ritmo circadiano, utilizando variables rítmicas (12). Se estudia la regularidad del ritmo a través de la estabilidad interdiaria (IS), la variación a lo largo del día mediante la variabilidad intradiaria (IV) y el contraste de la noche y el día por medio de la amplitud relativa (RA). Además, se calcula las 5 horas de menor actividad, L5, y las 10 horas de mayor actividad, (M10) obteniéndose un promedio de cada variable, VL5 y VM10. Con todas estas variables, obtenemos el índice cuantitativo del funcionamiento circadiano (CFI), que muestra de manera global la robustez del ritmo circadiano.

### 3.5. Informe de la actigrafía

El informe del registro debe seguir una guía estandarizada que nos permita comparar entre pacientes, o dentro de un mismo paciente a través del tiempo. Se debe incluir: a) motivo de realización y sospecha clínica, b) especificaciones técnicas del equipo, como modelo del dispositivo y versión, parámetros y ajustes del software para la recopilación de datos de actividad, incluida la duración de la época, la frecuencia de muestreo y el umbral alto, medio o bajo para datos de reposo/ actividad, c) duración del registro y si incluye fines de semana o periodo laboral/escolar o vacacional, d) lugar de realización, si está institucionalizado o se ha producido una circunstancia especial, e) datos del diario de sueño, f) calidad técnica, g) parámetros obtenidos (se debe indicar si se hicieron correcciones manuales o se utilizó la puntuación automática del software), h) interpretación clínica y i) recomendaciones.

#### Dentro de los parámetros obtenidos se incluye:

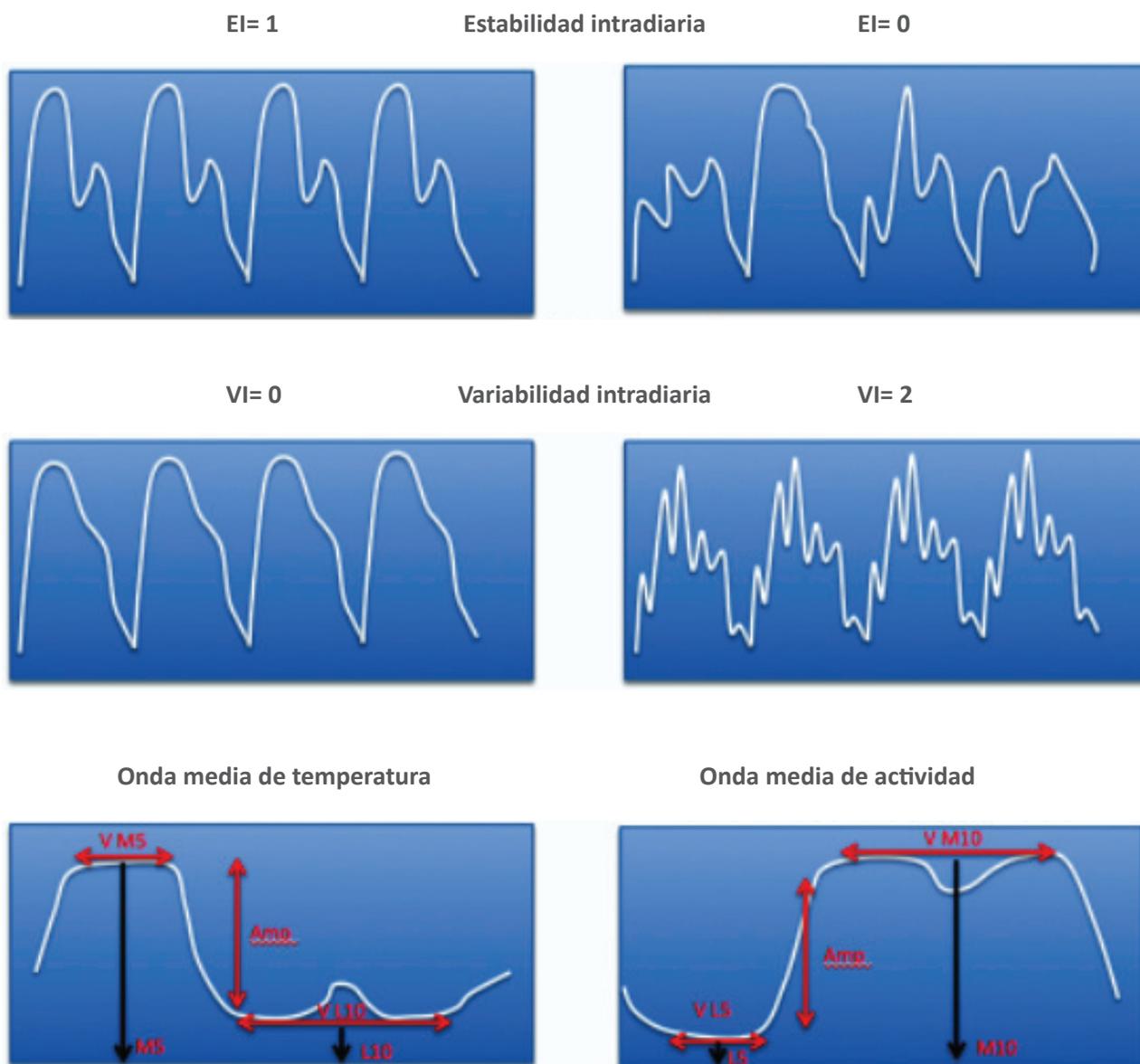
1. *Variables del diario de sueño:  
Hora de acostarse, de levantarse y TIB.*
2. *Variables actigráficas:  
La mayoría de actígrafos indican según sus algoritmos el comienzo y final del sueño, el periodo de sueño, TST, WASO y SE.  
Además, dependiendo del dispositivo, se pueden incluir la latencia de sueño, despertares nocturnos, con su frecuencia y duración que nos indican de manera indirecta la fragmentación del sueño, frecuencia y duración de siestas, y variables circadianas, como variabilidad intra e interdiaria.*

A la hora de interpretar los datos de la actigrafía, nos encontramos con la dificultad de que no existen valores de normalidad en la literatura. Por este motivo, a día de hoy no podemos valorar la actigrafía de manera cuantitativa. Sin embargo, nos apoyamos en los valores de normalidad de la PSG (13), considerando una latencia de sueño menor de 30 minutos, un TST mayor de 7 horas y una SE mayor de 85 % dentro de la normalidad. Asimismo, hay que tener en cuenta la edad del paciente y las necesidades de sueño en la etapa en la que se encuentra, ya que tanto la privación como el exceso de sueño se asocian con problemas de salud (14).

Para analizar los parámetros rítmicos que obtenemos en algunos dispositivos, mencionados en el apartado anterior, debemos conocer los valores de normalidad (11). La estabilidad interdiaria (IS) evalúa la semejanza del ritmo circadiano entre los diferentes días del registro y su valor oscila entre 0, nula regularidad, y 1, perfecta regularidad entre los días. La variabilidad intradiaria (IV) determina la alteración que se produce en un ciclo de ritmo circadiano. Su valor oscila entre 0, nula y 2, máxima variabilidad. Un adulto sano tiene una IS de 0,6 aproximadamente y una IV menor de 1 (15). Otros parámetros indican cuándo se produce el ciclo vigilia-sueño y si éste está adelantado o atrasado. Mide las cinco horas de menor actividad, calculando la hora media, que se llama L5, y las cinco horas de mayor temperatura periférica, M5, que corresponde con el sueño. De la misma forma estima la vigilia, calculando las diez horas de mayor actividad y la hora media, M10, y las diez horas de menor temperatura periférica, L10. En sujetos sanos la L5 es de 4:10±0:09 hh:mm y la M10 de 16:25±0:16 hh:mm (11). Además, disponemos de la amplitud relativa (RA), que no es más que la diferencia que hay entre M10 y L5, en términos de unidad, siendo 0 cuando no existe diferencia entre la vigilia y el sueño, y 1 cuando existe mayor amplitud (Fig. 1). A partir de estos parámetros se puede calcular un índice cuantitativo de funcionamiento circadiano (CFI) cuyo valor oscila entre 0 y 1. Un ritmo circadiano con un CFI > 0,6 se considera de buena calidad (11).

### Ejemplo:

Varón de 51 años que acude por hipersomnia. Entre los estudios se le realiza un registro actigráfico durante 7 días, con los siguientes resultados: IS 0,65, IV 0,001, RA 0,67, CFI 0,77, L5 03:24, M5 02:50, M10 10:54 y L10 13:25 (hh:mm). En este caso, se objetiva que el paciente presenta una regularidad rítmica adecuada, con escasa variabilidad en cada ciclo y estable entre los diferentes días. La diferencia entre la vigilia y la noche y CFI dentro de la normalidad. En cambio, al valorar el momento del día en el que se produce el ciclo se objetiva un adelanto de fase de su ritmo circadiano, tanto al valorar las variables de actigrafía, L5 y M10, como las de temperatura periférica, M5 y L10.



**Fig.6** - Análisis de los ritmos circadianos - retirado de - Madrid, J.A. - Ritmos, relojes y relojeros. Una introducción a la Cronobiología. - Revista Eubacteria. Especial de Cronobiología. Nº 33. 2015. ISSN 1697-0071

# 4

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La actigrafía es una técnica que pretende caracterizar el “patrón de sueño” trabajando con algoritmos de patrones de actividad-reposo. Está indicada principalmente en el estudio de trastornos del ritmo circadiano e insomnio. Su principal ventaja es permitir registros prolongados en el tiempo (semanas) lo cual es imposible conseguir con otras exploraciones consideradas de máxima complejidad o “Gold estándar” realizadas en el laboratorio de sueño y que permiten un registro objetivo de la actividad cerebral durante el sueño. (1)

#### 4.1 Ventajas

1. Una de las mayores ventajas del actímetro es la posibilidad de estudiar al paciente durante largos periodos de tiempo, en su medio habitual, sin estar sometido a entornos y horarios fijados del laboratorio de sueño. Hay modelos resistentes al agua, lo que permite un registro continuado incluso durante actividades deportivas, laborales. permitiendo una identificación perfecta de los periodos de actividad y reposo
2. Es un dispositivo pequeño, cómodo y portátil. Se usa como un reloj en la muñeca del brazo no dominante, aunque también se puede colocar en la pierna o en la cadera, según su indicación para evaluar alteraciones de movimiento, PLMS o posición.
3. Es más económica que una polisomnografía. lo cual hace posible repetir la exploración con frecuencia en diferentes periodos de tiempo para caracterizar mejor el patrón circadiano. Esto es útil por ejemplo para comparar el ritmo circadiano durante el periodo laboral y vacacional, controlar el seguimiento de tratamientos o en el caso de pacientes con insomnio paradójico, aportar datos objetivos que se pueden contrastar con las impresiones subjetivas del paciente..
4. Existen modelos con marcador de eventos, que ayudan a determinar con mejor precisión la hora de acostarse y levantarse, despertares durante la noche, el periodo de siestas durante el día o cualquier otro evento que nos interese, siempre previa instrucción al paciente para que lo realice el marcado (2). También hay modelos dotados de algoritmos para detectar que el dispositivo no está en la muñeca y eliminar ese periodo del análisis del registro.
5. En aquellos dotados de sensor para captación de luz, nos permite valorar/medir la exposición del sujeto a la luz incluso separado entre las diferentes longitudes de onda lo cual será de gran utilidad en el diagnóstico y seguimiento de alteraciones circadianas
6. Algunos más complejos permiten además la detección de la curva de temperatura periférica. De esta manera podemos caracterizar mejor el periodo de sueño del paciente y recomendar cambios de hábitos al paciente si fuera oportuno. Además de esto, la integración de variables minimiza los artefactos e incrementa la fiabilidad de los resultados.
7. Puede evaluar de forma objetiva el impacto de intervenciones clínicas como el tratamiento cognitivo-conductual del insomnio, la terapia lumínica en el trastorno del ritmo circadiano o cambios y ajuste en el horario al trabajador por turnos.
8. Proporciona información objetiva sobre los patrones de sueño de un paciente y la duración de este previo al test de latencia múltiple de sueño. Valora si se ha restringido o ampliado de forma inusual el sueño evitando interpretaciones y diagnósticos erróneos. (2)

## 4.2 Desventajas

1. Muchos estudios de investigación han utilizado datos de la actigrafía para estimar medidas polisomnográficas tales como el tiempo total de sueño (TTS) o el tiempo en vigilia después del inicio del sueño (WASO). Sin embargo, la actigrafía mide el movimiento de una extremidad y aunque puede ser muy sensible y existir hoy en día algoritmos sofisticados con distintas posibilidades de frecuencia de muestreo que pretenden estimar con precisión otros parámetros, no mide los mismos parámetros que un electroencefalograma. Por lo tanto, no mide el sueño como se define comúnmente en una polisomnografía (PSG) y no mide la experiencia subjetiva del sueño como lo pueden hacer los diarios de sueño. Estas medidas están sujetas a artefactos debido a la dificultad de distinguir entre periodos de sueño y periodos de retirada de los sensores, o cuando el nivel de actividad física del individuo es muy errática.
2. La actigrafía subestima generalmente la latencia del inicio del sueño porque muchos sujetos están inactivos y despiertos durante un período de tiempo antes del sueño definido por electroencefalografía y sobreestima el tiempo total de sueño en comparación con registros polisomnográficos.
3. Ante patrones atípicos de sueño los errores de interpretación automática son mayores. Por este motivo, la información suplementaria que se obtiene con un diario de sueño proporciona fiabilidad a la interpretación de los resultados.
4. Existe una falta de metodología estandarizada para el procesamiento y análisis de datos, esto hace que sea a menudo difícil la comparación entre estudios y por tanto se cometan errores en la interpretación de los resultados.
5. Existen diferencias en la forma en que se cuantifica el movimiento según los algoritmos utilizados por los fabricantes. Esto influye en la forma de estimar los distintos parámetros que se obtienen en los registros. Por esto, es importante estandarizar el uso de estos dispositivos. (3)
6. Siempre que sea posible, es preferible más de una fuente de información, por ejemplo registro de actigrafía asociado a marcador de eventos o a sensor de luz y registro de diario de sueño, lo que permite una interpretación más robusta de los resultados de la actigrafía. Aunque el uso del sensor de luz de algunos dispositivos puede reducir la memoria disponible y la duración de la batería, lo que puede suponer menos días de grabación.
7. En la valoración de las siestas, se debe tener en cuenta que los algoritmos de puntuación están validados para la estimación del sueño nocturno y no están tan bien validados para la puntuación del sueño durante el día. Se recomienda estar familiarizados con las características operativas y funcionamiento de cada dispositivo para su mejor interpretación

En resumen podemos decir que la actigrafía es hoy en día una herramienta útil en el estudio y abordaje del sueño desde el punto de vista multidisciplinar, ayuda a caracterizar los patrones de sueño del individuo durante largos periodos de tiempo, siendo una herramienta de bajo coste y fácil manejo que hace posible repetir la exploración siempre que se considere necesario, lo cual otorga un valor importante en el seguimiento de entidades tan frecuentes como el insomnio o las alteraciones circadianas así como la mala higiene de sueño, sin olvidar el parámetro que estamos midiendo y que en ningún caso será una herramienta por sí mismo diagnóstica de ninguna patología, sino que debe ser considerada siempre con una visión amplia e integral.

# 5

## DIARIO DE SUEÑO

### 5.1 Diario de Sueño

MUESTRA	DIARIO DE SUEÑO	NOMBRE:																			MEDICACIÓN DORMIR
FECHA																					
1. ¿A qué hora se acostó?	22:30h																				
2. ¿A qué hora intentó dormirse?	23:00h																				
3. ¿Cuánto tiempo cree que ha tardado en dormirse?	60 minutos																				
4. ¿Cuántas veces se ha despertado, sin contar su último despertar?	3 veces																				
5. ¿Cuánto tiempo a tardado en dormirse tras despertarse?	40 minutos.																				
5. ¿Cuánto tiempo ha estado en la cama sin dormir?	1 hora																				
6. ¿A qué hora se ha levantado?	07:00h																				
7. ¿Se ha levantado antes de lo planeado?	Sí																				
8. ¿Cómo calificaría la calidad de su sueño?	Muy mala																				
	Mala																				
	Suficiente																				
	Buena																				
	Muy buena																				
Comentario	Tengo frío																				

### AGENDA DE SUEÑO

Nombre

DATA		20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Medicación	Hora	
	Lunes																											
	Martes																											
	Miércoles																											
	Jueves																											
	Viernes																											
	Sábado																											
	Domingo																											
DATA		20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
	Lunes																											
	Martes																											
	Miércoles																											
	Jueves																											
	Viernes																											
	Sábado																											
	Domingo																											
DATA		20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
	Lunes																											
	Martes																											
	Miércoles																											
	Jueves																											
	Viernes																											
	Sábado																											
	Domingo																											
DATA		20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
	Lunes																											
	Martes																											
	Miércoles																											
	Jueves																											
	Viernes																											
	Sábado																											
	Domingo																											

↓ Hora de apagar la luz

↑ Hora de encender la luz

### ACTIGRAFIA Y DIÁRIO DE SUEÑO

*Instrucciones para llenar:*

1. Anote la fecha, día de la semana y el tipo de día (trabajo, colegio, descanso, vacaciones);
2. Poner la letra **C** en la plaza si se a tomado café o otras bebidas con cafeína; colocar una **M** si usted he tomado una medicina; poner una **A** si usted he bebido alcohol; poner una **E** si hizo ejercicio; círculo el día y la hora de poner el actígrafo la primera vez;
3. Si se quita la actígrafo por alguna razón, poner **una cruz** en la casilla correspondiente al tiempo sin el instrumento;
4. Ponga una **línea vertical** en la plaza cuando es hora de dormir y una otra cuando se despierta; **pintar la plaza** correspondiente al período en que usted cree que ha estado durmiendo durante la noche o el día (siestas);
5. **Deje los cuadrados en blanco** para mostrar, estando despierto por la noche y / o durante el día.

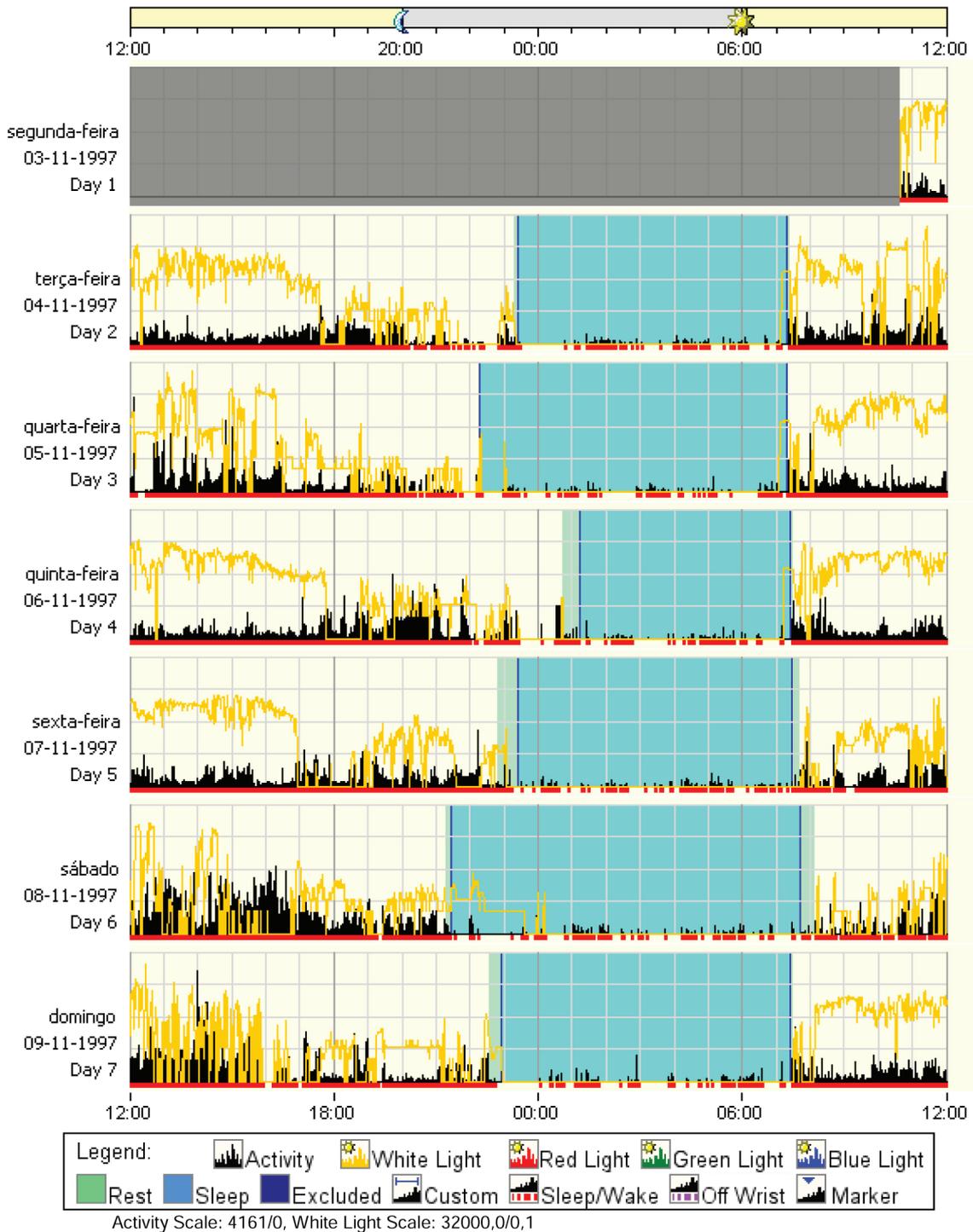
*Ejemplo: Lunes trabajé y en mi hora de comer fue hacer jogging (13:00). He puesto el actígrafo a las 16h. De las 18 a las 19 retiré el actígrafo pues estaba nadando en la piscina. Tomé un vaso de vino en la cena (20h) y me quedé dormido viendo la televisión de 21h a 22h. Me fue a la cama a las 23:00 y me quedé dormido alrededor de la medianoche. Me desperté a las 4:00 y tenía dificultades para volver a dormir. Me quedé dormido y desperté de nuevo en 05:30-08:00. Tomé café y medicina y me fue a trabajar.*

Fecha	Día de la semana	Tipo de día	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	
<i>Ejemplo</i>	Lunes	Trabajo		E			○		X		A			I													
Semana 1																											
Semana 2																											

### 5.2 Actigrafía: Normal Sleeper

1 Subject ID: Normal Sleeper  
 DOB: 01-01-1965

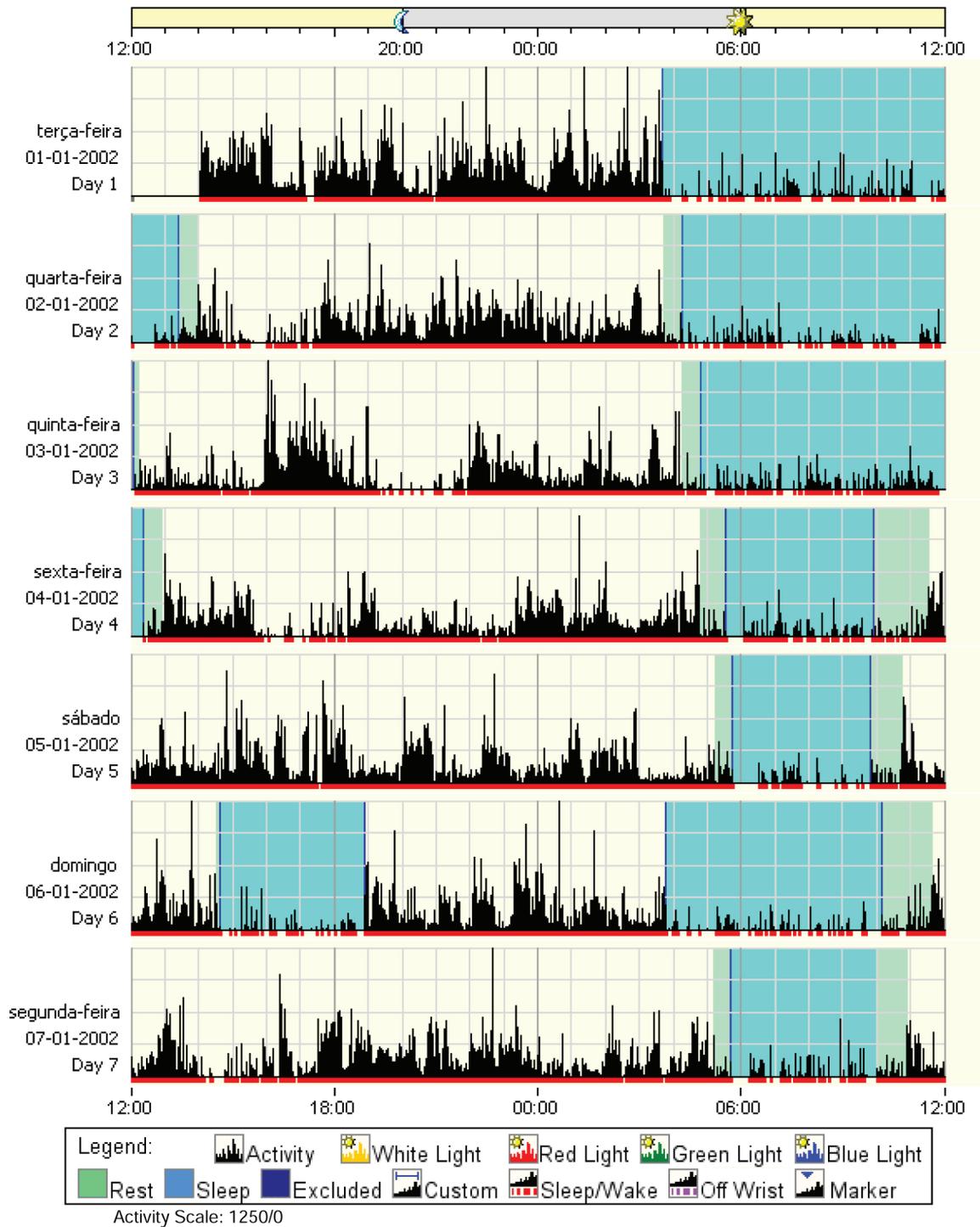
**Actogram:**



## Actigrafía: Retraso de fase

1 Subject ID: Delayed Sleep  
 Phase:  
 DOB: 01-01-1983

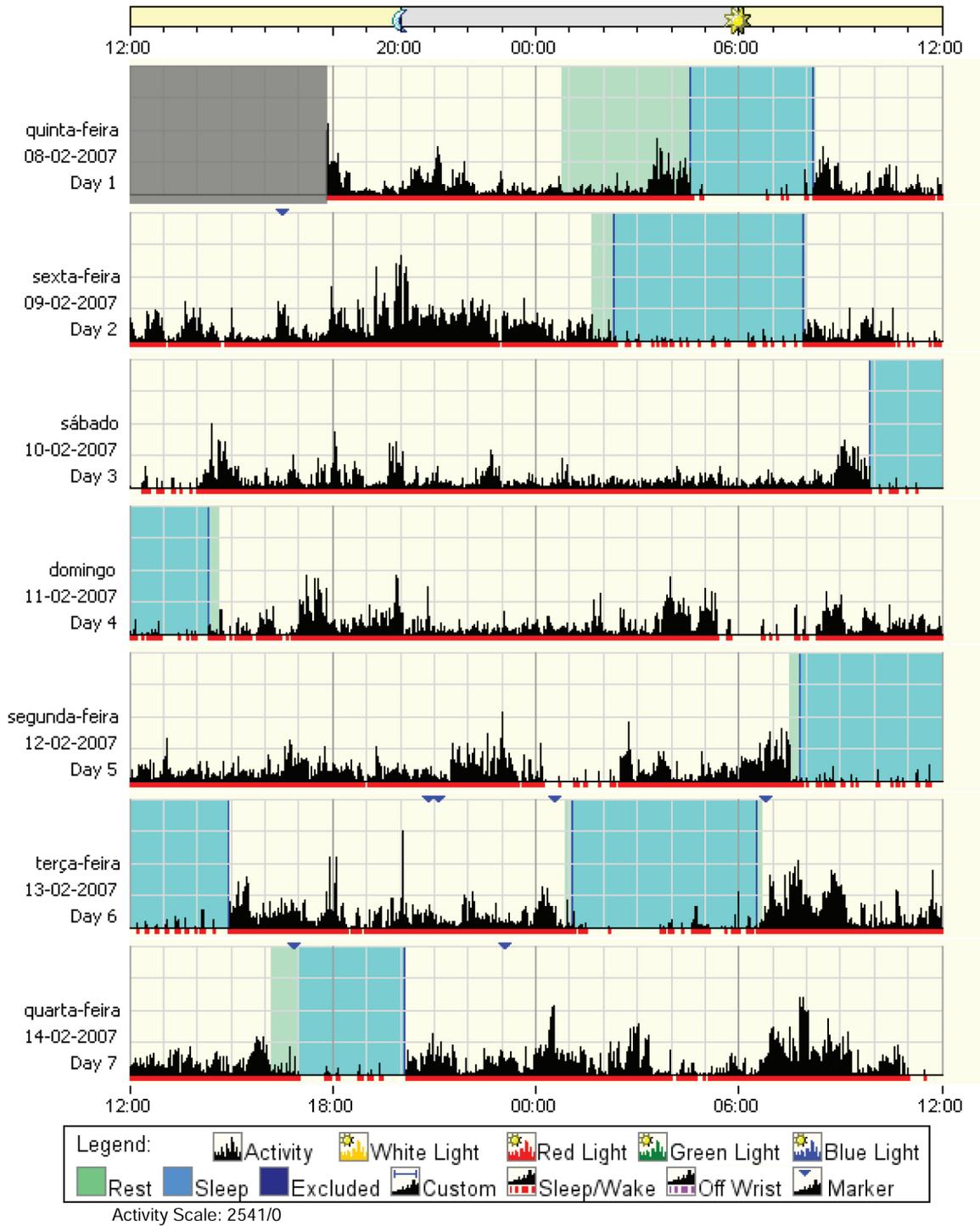
### Actogram:



Actigrafía: Insomnio

1 Subject ID: Insomniac  
 DOB: 23-04-1981

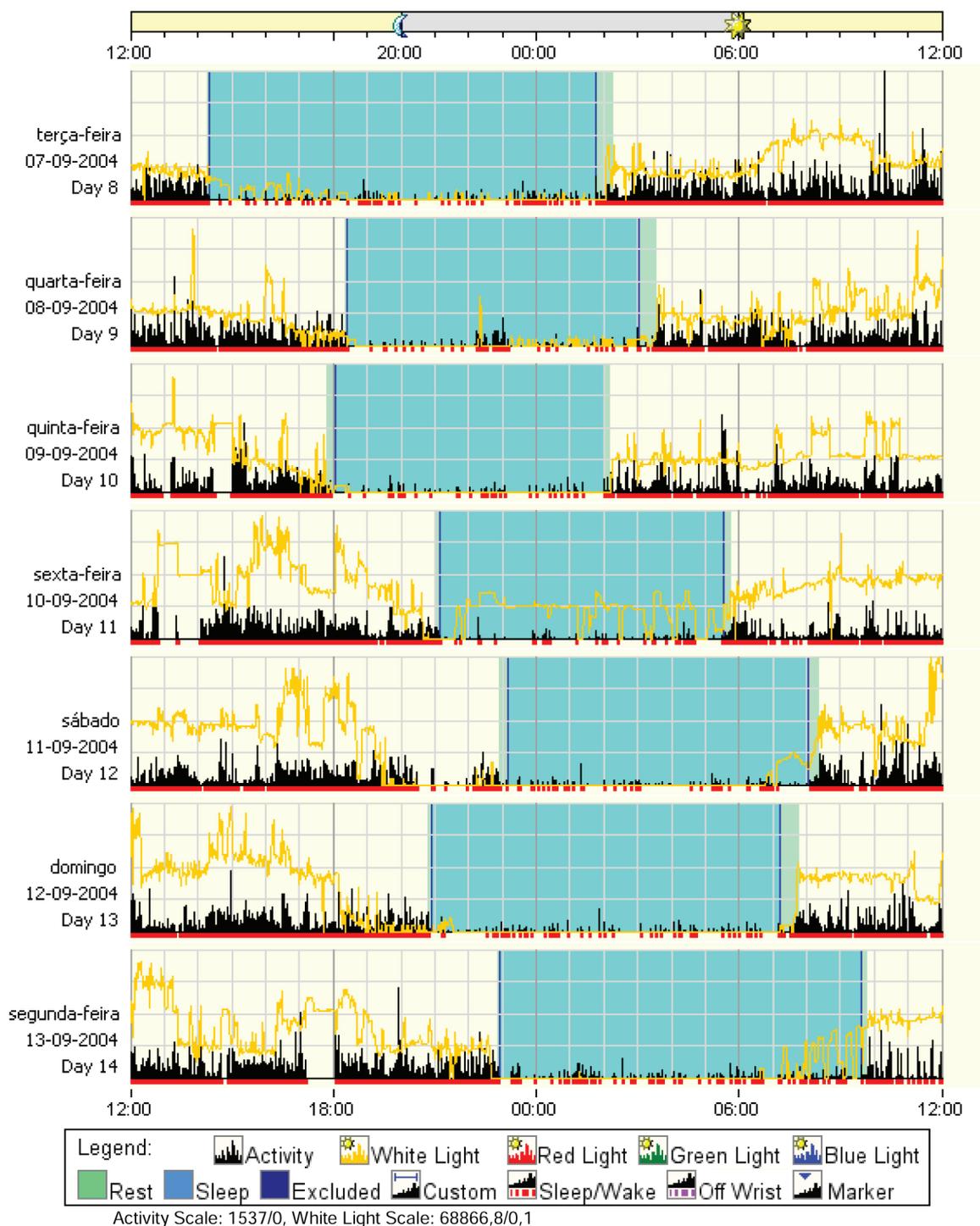
Actogram:



## Actigrafía: Retraso de sueño

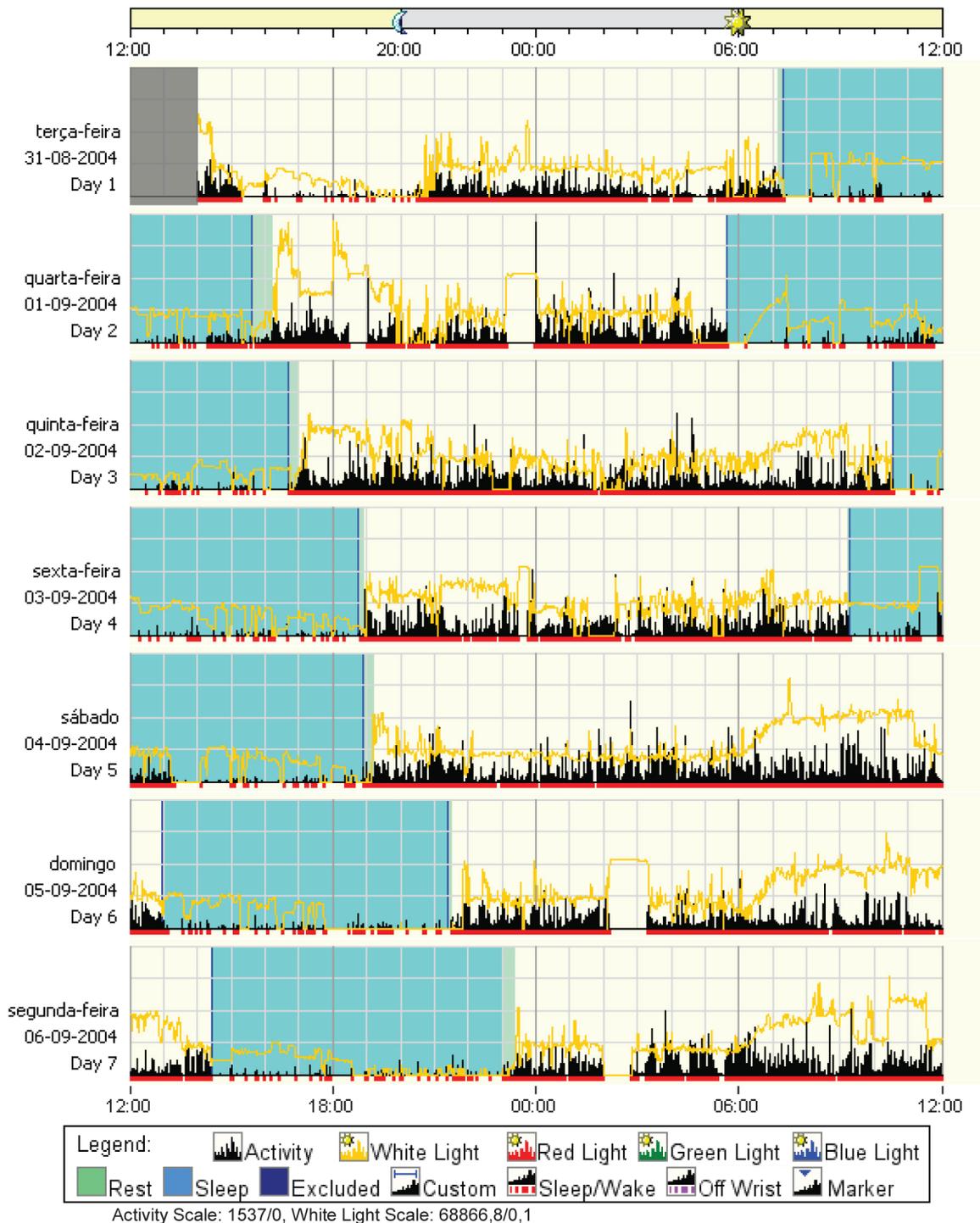
1 Subject ID: Non-entrained  
 Free Running  
 DOB: 01-01-1965

### Actogram:



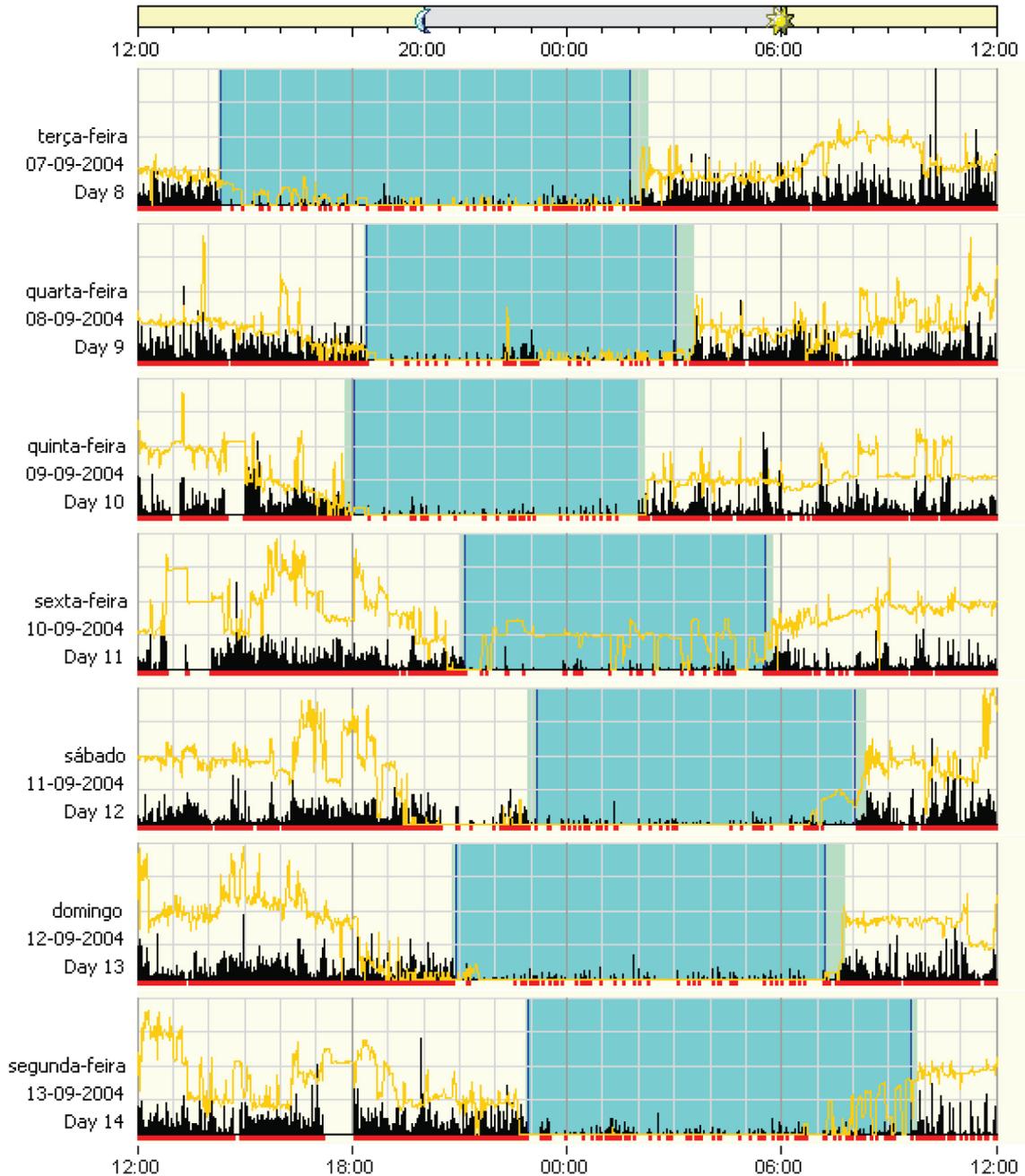
1 Subject ID: Non-entrained  
 Free Running  
 DOB: 01-01-1965

Actogram:



1 Subject ID: Non-entrained  
 Free Running  
 DOB: 01-01-1965

**Actogram:**



**Legend:**

Activity	White Light	Red Light	Green Light	Blue Light
Rest	Sleep	Excluded	Custom	Sleep/Wake
		Off Wrist	Marker	

Activity Scale: 1537/0, White Light Scale: 68866,8/0,1

# Bibliografía

## ASPECTOS TÉCNICOS

1. Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi CA, et al. The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep* 2003;26:342-92.
2. Kupfer DJ, Weiss BL, Foster FG, Detre TP, Delgado J, McPartland RJ. Psychomotor activity in affective states. *Arch Gen Psychiatry* 1974; 30:765-768.
3. Colburn TR, Smith BM, Cuarini JJ, Simmons NM. An ambulatory activity monitor with solid state memory. *ISA Transactions* 1976; 15:149-154
4. Kripke DF, Mullaney DJ, Messin S, Wyborney VG. Wrist actigraphic measures of sleep and rhythms. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1978; 44:674-76.
5. Webster JB, Kripke DF, Messin S, Mullaney DJ, Wyborney G. An activity-based sleep monitor system for ambulatory use. *Sleep* 1982; 5:389-99.
6. Jean-Louis G, Kripke DF, Cole RJ, Assmus JD, Langer RD. Sleep detection with an acceleromether actigraph: comparisons with polysomnography. *Physiol Behav* 2001; 72:21-28.

## INDICACIONES DE USO. APLICACION PRÁCTICA

1. Morgenthaler T, Alessi C, Friedman L, et al. Practice Parameters for the Use of Actigraphy in the Assessment of Sleep and Sleep Disorders: An Update for 2007. *Sleep* 2007;30(4):519-529.
2. King M.A., Jaffre M.O., Morrish E., et al. The validation of a new actigraphy system for the measurement of periodic leg movements in sleep. *Sleep Medicine* 6(4): 1-7.
3. Penzel T, Kesper K, Pinnow I, et al. Peripheral arterial tonometry, oximetry and actigraphy for ambulatory recording of sleep apnea. *Physiol Meas* 2004;25:1025-36.
4. Littner MR, Kushida C, Wise M, et al. Practice parameters for clinical use of the multiple sleep latency test and the maintenance of wakefulness test. *Sleep* 2005;28:113-21.
5. Plante DT. Leg actigraphy to quantify periodic limb movements of sleep: a systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*. 2014;18(5):425-434.
6. Kemlink D, Pretl M, Sonka K, Nevsimalova S. A comparison of polysomnographic and actigraphic evaluation of periodic limb movements in sleep. *Neurol Res* 2008;30:234-238
7. Gschliesser V, Frauscher B, Brandauer E, Kohnen R, Ulmer H, Poewe W, et al. PLM detection by actigraphy compared to polysomnography: A validation and comparison of two actigraphs. *Sleep Med*. 2009; 10:306–311.
8. Wiggs L; Montgomery P; Stores G. Actigraphic and parent reports of sleep patterns and sleep disorders in children with subtypes of attention-deficit hyperactivity disorder . *SLEEP* 2005;28(11): 1437-1445.
9. Louter et al.: Actigraphy as a diagnostic aid for REM sleep behavior disorder in Parkinson's disease. *BMC Neurology* 2014 14:76.
10. Sonia Ancoli-Israel, Jennifer L. Martin, Terri Blackwell, Luis Buenaver, Lianqi Liu, Lisa J. Meltzer, Avi Sadeh, Adam P. Spira & Daniel J. Taylor (2015) *The SBSM Guide to Actigraphy Monitoring: Clinical and Research Applications*, *Behavioral Sleep Medicine*, 13:sup1, S4-S38

11. Ortiz-Tudela E, Martínez-Nicolas A, Campos M, Rol MA´, Madrid JA (2010) A New Integrated Variable Based on Thermometry, Actimetry and Body Position (TAP) to Evaluate Circadian System Status in Humans. *PLoS Comput Biol* 6(11): e1000996. doi:10.1371/journal.pcbi.1000996
12. Gonçalves, B, Cavalcanti, P, Tavares GR. Nonparametric methods in actigraphy: An update. *Sleep Science* 7 (2014) 158–164
13. Bruyneel, M., Sanida, C., Art, G. et al. Sleep efficiency during sleep studies: results of a prospective study comparing home-based and in-hospital polysomnography. *Journal of sleep research* (2011) 20.1pt2: 201-206.
14. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, et al. National Sleep Foundation’s updated sleep duration recommendations: final report. *Sleep Health* 2015; 1: 233-43.
15. Madrid JA y Rol MA. Ritmos, relojes y relojeros. Una introducción a la cronobiología. *Revista Eubacteria. Especial de Cronobiología*. Nº 33. 2015. ISSN 1697-0071

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

1. Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi CA, Chambers M, Moorcroft WH, Pollak C. The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep* 2003;26:342–92.
2. Kushida CA, Chang A, Gadkary C, Guilleminault C, Carrillo O, Dement WC. Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Med* 2001;2: 389–396.
3. Sonia Ancoli-Israel, Jennifer L. Martin, Terri Blackwell, Luis Buenaver, Lianqi Liu, Lisa J. Meltzer, Avi Sadeh, Adam P. Spira, and Daniel J. Taylor. *The SBSM Guide to Actigraphy Monitoring: Clinical and Research Applications Behavioral Sleep Medicine Vol. 13 , Iss. Sup1,2015*

