

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO  
LABORATÓRIO DE FORMAÇÃO GERAL

Emanuele Campos Maio

SONO, SONHO E SUAS RELAÇÕES COM A MEMÓRIA ATRAVÉS DA  
NEUROBIOLOGIA.

Rio de Janeiro  
2013

Emanuele Campos Maio

SONO, SONHO E SUAS RELAÇÕES COM A MEMÓRIA ATRAVÉS DA  
NEUROBIOLOGIA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola Politécnica de Saúde Joaquim  
Venâncio como requisito parcial para  
aprovação no curso técnico de nível médio em  
saúde com  
habilitação em Gerência em Saúde.

Orientador: Flávio Henrique Marcolino da  
Paixão.

Rio de Janeiro

2013

Emanuele Campos Maio

SONO, SONHO E SUAS RELAÇÕES COM A MEMÓRIA ATRAVÉS DA  
NEUROBIOLOGIA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola Politécnica de Saúde Joaquim  
Venâncio como requisito parcial para  
aprovação no curso técnico de nível médio em  
saúde com  
habilitação em Gerência em Saúde.

Orientador: Flávio Henrique Marcolino da  
Paixão.

Aprovado em: 19 / 12 / 2013

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Flávio Henrique Marcolino da Paixão – LATEC/EPSJV/FIOCRUZ

---

Prof. Daniel Santos Souza - LATEC/EPSJV/FIOCRUZ

---

Prof. Leandro Medrado - LATEC/EPSJV/FIOCRUZ

## **AGRADECIMENTOS**

O melhor da vida é ter com quem contarmos nos bons e maus momentos ao longo da nossa trajetória. E nesses três últimos anos que passei na Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV) não foi diferente. Apesar de ter me estressado diversas vezes pela quantidade de tarefas (seminários, estágio, monografia, pesquisas e relatórios) que eram passados nessa escola, eu criei um vínculo enorme com esse lugar, com as pessoas dele e com as pessoas que me apoiaram para que eu passasse para lá.

Primeiramente, agradeço aos meus pais e familiares que me dão força e apoio necessários para que eu continue sempre seguindo em frente nessa caminhada árdua do saber. Gostaria de agradecer também aos meus professores que contribuíram imensamente na minha formação e em especial ao professor Flávio Paixão que me orientou na elaboração deste trabalho.

Não posso me esquecer de agradecer aos meus amigos, principalmente aos que conquistei na EPSJV. Obrigada por terem me arrancado risos quando queria chorar, obrigada por terem sido psicólogos, médicos, palhaços e o mais importante de tudo, amigos para todas as horas.

São essas pessoas e momentos que ficarão guardados para sempre na minha memória. E mais uma vez, obrigada por terem me dado o privilégio de os terem em minha vida.

*“Nunca deixe que lhe digam  
que não vale a pena  
acreditar no sonho que se tem.”*

*(Renato Russo)*

## **RESUMO**

É realizada uma ampla revisão bibliográfica sobre as mais recentes pesquisas neurocientíficas sobre a relação do sono/sonho com a memória. Tal pesquisa foi feita para buscar entender os mecanismos neurobiológicos envolvidos na relação entre sono/sonho e a consolidação de memórias. Devido à falta de comprovações empíricas sobre o tema, a psicanálise freudiana foi ignorada por um longo período de tempo pela ciência. Porém, estudos neurobiológicos comprovam duas idéias psicanalíticas: (1) que os sonhos apresentam partes do dia anterior, chamado por Freud de “restos do dia” e (2) que essas “experiências do dia anterior” possuem mecanismos mnemônicos que facilitam o aprendizado. É sabido que durante o sonho há expressão gênica e funcionamento neurofisiológico similar ao da vigília e necessário para consolidação de memórias, assim ratificando o papel do sono/sonho no processo cognitivo.

Palavras-Chave: Sono. Sonho. Memória. Processo cognitivo.

## LISTA DE SIGLAS

CVS	Ciclo vigília sono
EEG	Eletroencefalograma
EMG	Eletromiograma
EOG	Eletrooculograma
EPSJV	Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio
GABA	Ácido gama-amino butírico
GI	Genes imediatos
LTP	<i>Long term potentiation</i> (Potenciação de longa duração)
NA	Noradrenalina
NPOVL	Núcleo óptico ventro-lateral
NSQ	Núcleo supraquiasmático
REM	<i>Rapid- eye- moviment</i> (Movimentos oculares rápidos)
SAD	Sistema ascendente do despertar
SWS	<i>Slow wave sleep</i> ( Sono de ondas lentas)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1. OBJETIVOS.....	10
1.1.1. Objetivo Geral .....	10
1.1.2. Objetivos Específicos .....	10
1.2. JUSTIFICATIVA .....	11
1.3. METODOLOGIA.....	11
<b>2. MECANISMOS DO CICLO SONO-VIGÍLIA</b> .....	12
2.1. O SONO .....	12
2.2. SONHOS.....	16
<b>3. MEMÓRIA</b> .....	18
3.1. TEORIAS E MODELOS: história das primeiras buscas por explicação .....	18
3.2. TIPOS DE MEMÓRIA .....	21
3.3. CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO.....	23
<b>4. SONO E MEMÓRIA</b> .....	24
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29



## 1. INTRODUÇÃO

A repetição diária do ato de dormir é uma necessidade fisiológica, sem a qual não é possível ficarmos por um longo prazo (TEIXEIRA, 2012). Devido a este motivo, em diferentes civilizações foram comuns os questionamentos por parte de sábios, líderes religiosos, filósofos sobre o que seria a experiência além do estado da vigília (SCOTT, 2009). Desde Aristóteles, o valor atribuído à vigília é muito maior que o dado ao sono e, atualmente, ainda não está enraizada na maioria da população a noção de que o sono é necessário para a espécie humana (TEIXEIRA, 2012).

Há diferentes ritmos na vida dos animais: de atividade motora, de secreção hormonal, de temperatura, de desempenho cognitivo, entre outros; mas, sem dúvida, a repetição periódica e cíclica do ato de dormir é a mais popular da vida dos vertebrados; essa repetição diária dos ritmos é chamada de circadiana<sup>1</sup> (LENT, 2005).

Nosso cérebro possui um relógio biológico, com ritmo endógeno que é controlado por um núcleo supraquiasmático (NSQ) localizados no hipotálamo anterior. Essa estrutura é capaz de se sincronizar com ciclos da natureza ou até mesmo com sinais internos do organismo, como por exemplo, alimentação, estímulos do sistema límbico<sup>2</sup>, entre outros (ALÓE, AZEVEDO, HASAN, 2005). Portanto, o corpo humano funciona de acordo com seu relógio biológico (MARTINO, et al., 2013).

Na vigília, o indivíduo atende a estímulos do ambiente e baseado na atividade motora e muscular, apresenta uma conduta ativa, além de apresentar um forte tônus muscular. Entretanto, no estado de dormência, a pessoa reduz sua percepção sobre os estímulos externos, diminui sua atividade motora, reduz a temperatura corporal e a atividade metabólica do organismo. É comum também que na maioria dos casos ocorra uma diminuição da frequência cardíaca e respiratória (LENT, 2005).

A ampla contribuição dada por Freud sobre o papel dos sonhos foi em sua grande maioria ignorada pela ciência pela falta de demonstrações científicas. Considera-se que muitas vezes os sonhos contenham resíduos do dia anterior, chamados, pioneiramente, de

---

<sup>1</sup> Prefixo latim *circa* significa *cerca de*. Período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos.

<sup>2</sup> O sistema límbico é um conjunto de estruturas do cérebro que têm uma profunda integração com os processos emocionais, os cognitivos e os homeostáticos.

“restos do dia” por Freud, além desses “restos” englobarem atividades mnemônicas, acarretando então uma facilitação do aprendizado (RIBEIRO, 2003).

Como essa noção de “resto do dia” não foi fundamentada numa base experimental, houve uma ruptura entre o processo psicanalítico de Freud e a biologia. Por isso, quase nenhuma noção sobre a pesquisa biomédica no processo onírico é atribuída a ele (RIBEIRO, 2003). Enquanto os psicanalistas se preocupam com a análise dos significados dos sonhos, os neurocientistas, por outro lado, visam às estruturas e funções cerebrais envolvidas na elaboração dos sonhos (CHENIAUX, 2006). Todavia, apesar de serem duas vertentes de pesquisa bastante distintas, elas não devem ser consideradas como contrárias e heterogêneas, e sim, como complementares (CHENIAUX, 2006).

A partir da década de 50, o neurofisiologista americano Nathaniel Kleitman junto com seus alunos Willian Dement e Eugene Aserinsky começaram a estudar o evento do sono. Assim, puderam descobrir que o sono não era constante durante a noite, mas possuía várias fases e dois estados diferentes: sono paradoxal, ou sono REM<sup>3</sup> e sono de ondas lentas ou SWS<sup>4</sup> (LENT, 2005).

O sono REM está relacionado com o rápido movimento dos olhos (por isso o nome), forte atonia muscular, respiração mais profunda e uma presença onírica mais acentuada, já o sono SWS é caracterizado por ondas eletroencefalográficas lentas e é caracterizado por uma diminuição do metabolismo geral se aferido aos estados de vigília e sono REM (SCOTT, 2009; RIBEIRO, 2003) . Desse modo, os dois estágios oscilam durante o sono (ALÓE, AZEVEDO,HASAN, 2005; SOARES & ALMONDES, 2012).

A capacidade que os seres vivos possuem de armazenar informações que futuramente possam ser recuperadas é chamada de memória. Difere-se da aprendizagem, já que esta é tida como o processo de aquisição de conhecimento (LENT, 2005).

Dá em diante, as pesquisas no campo da neurociência produziram consideráveis conjuntos de evidências sobre o processo de reverberação de memórias no período do sono e a conexão dessa atividade com o aprendizado (SCOTT, 2009). Vale ressaltar que os processos de consolidação e plasticidade sináptica estão longe de serem unicamente formadas pelas fases do sono (SPINOSA,GARZON, 2007). Atualmente, sabe-se que os sonhos ocorrem com mais frequência durante o REM, contudo, eles também podem aparecer durante o SWS (CHEUNIAUX, 2006).

---

<sup>3</sup> Sigla da expressão inglesa *rapid-eye-movement* (movimentos oculares rápidos).

<sup>4</sup> Sigla da expressão inglesa *slow wave sleep* (sono de ondas lentas).

Baseado numa pesquisa com roedores descobriu-se que o ganho de novas memórias está relacionado com a elevação na transcrição de genes que codificam proteínas fundamentais para a construção de memórias em longo prazo (SCOTT, 2009; RIBEIRO, 2003). Com base nisso, Ribeiro e Nicolelis (2004) sugeriram que o sono teria os artifícios necessários para a formação da memória, sendo que no sono REM isto se dá através da plasticidade sináptica, isto é, a capacidade do cérebro de gerar conexões neurais através das interações humanas (OLIVA, DIAS, REIS, 2009). Portanto, uma adequada quantidade de sono proporciona uma boa aquisição de novas memórias, assim, como também a sua privação influencia diretamente em sua aquisição. (SCOTT, 2009).

O sono é de extrema importância para o organismo, mesmo que não se conheça todas as suas funções. Também é possível notar seu efeito restaurador no organismo e a sensação de bem-estar que decorrem de uma boa noite de sono. De semelhante maneira, também se pode notar o efeito negativo quando se tem uma má noite de sono, podendo acarretar em resultados insatisfatórios, inclusive no processo cognitivo (SOARES & ALMONDES, 2012).

Inserido nesse contexto, é cada vez mais comum o surgimento de pesquisas como essa que têm procurado achar a função do sono/sonho no processo cognitivo, bem como a ligação da privação do sono no mesmo processo, com o escopo de alcançar a ligação de ambos.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

- Compreender a relação entre sono, sonho e memória.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Revisar os conceitos de sono e sonho, bem como suas funções à luz da neurociência;
- Estudar o conceito de memória e seus processos de aquisição;
- Compreender os mecanismos neurobiológicos envolvidos na relação entre os sonhos e a consolidação de memórias.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

O sono é um elemento fundamental para a vida humana, pois tem diferentes funções, como liberação hormonal e grande importância na aquisição nos diferentes tipos de memória (MARTINI, 2012).

Sendo assim, entender tal fenômeno biológico é de grande importância, pois conhecer melhor suas funções e influências no organismo ajudará numa maior valorização do seu papel no organismo. Visto que é comum haver uma maior atribuição de valor ao estado de vigília do que o de sonolência (TEIXEIRA, 2012). Ainda mais, atualmente, que é comum as horas de sono serem reduzidas pelas grandes horas de trabalho, os estresses diários e até mesmo pela tecnologia, isto é, postergar o sono e prolongar o tempo online, por exemplo.

Os estudos relacionados ao processo de aquisição de memória são de extrema importância, já que é um processo ainda misterioso para a ciência, pois não é exclusivamente formado pelas fases do sono (SPINOSA, GARZON, 2007).

Pautado no conhecimento atual, sabe-se que a quantidade de sono é diretamente proporcional a quantidade de informações adquirida (SCOTT, 2009). Portanto, interessei-me por este tema, pois foi muito comum ao longo dos meus três anos de ensino médio integrado ao técnico ouvir reclamações de nós estudantes da Escola Politécnica Joaquim Venâncio sobre o excesso de carga horária e estudo que éramos demandados. Assim, pude ser motivada para realizar minha pesquisa, já que compreendendo melhor o assunto, nós poderemos dar mais importância para as horas de sono, afim de que possamos refletir diretamente no nosso aprendizado.

## 1.3. METODOLOGIA

Foi feita uma pesquisa, aprofundada, em fontes da literatura com o objetivo de atender o que foi proposto neste estudo. Para isso, este estudo constituiu-se de um aprendizado e uma análise de livros, monografias e artigos científicos publicados nas principais bases de dados em saúde como: SciELO, PubMed, MEdLine etc.

## 2. MECANISMOS DO CICLO SONO-VIGÍLIA

### 2.1. O SONO

A tradição cultural da Grécia Antiga é formada pelos seus mitos. Eles podem ser classificados como narrativas que possuem uma tradicionalidade. Essa característica de narração, também os dá a possibilidade de não ser um texto fixo, suportando vários tipos de variante a respeito do conteúdo (PALMIERI, 2010). Assim, o mito do sono é personificado pela divindade *Hýpnos* (CAMARGO, 2009).

Hesíodo, o mais antigo poeta oral grego, em sua obra (Teogonia) apresenta o sono como filho da Noite concebida a partir de Caos. Érábo desposou sua irmã, a Noite, gerando o Éter e o Dia. Porém, o Sono nasceu da Noite por partenogênese (PALMIERI, 2010), assim, como sua irmã gêmea a Morte (CAMARGO, 2009).

Vale ressaltar que em algumas culturas, como a indiana, por exemplo, era comum a comparação da morte ao sono. O sono muitas vezes caracterizava o desaparecimento, a ignorância e a morte. Por isso, o homem sentia-se obrigado a despertar, para que não perdesse a sua identidade (CAMARGO, 2009).

Biologicamente, o sono é uma necessidade fisiológica da atividade cerebral, além de um evento ativo e periódico do organismo (GOMES, QUINHONES, ENGELHARDT, 2010). Segundo Piqueira e Benedito-Silva (1998), o sono “difere-se da vigília pela perda prontamente reversível da reatividade a eventos do meio ambiente”. E se distingue da perda de consciência patológica pela capacidade de reversão do estado de aparente não reação a estímulos exteriores. É importante ressaltar também, que a vigília e o sono possuem mecanismos particulares, contudo, interconectados. Desta forma, há um sistema para a vigília e um outro para o estado de dormência, que em condições normais se alternam diariamente (GOMES, QUINHONES, ENGELHARDT, 2010).

O estado de adormecimento é um dos grandes desafios da neurociência moderna, visto que ainda não é possível se designar claramente todas as suas funções (ALÓE, PINTO E HASAN, 2000). Ainda não há a compreensão de todos os fatores do porquê uma pessoa ter a necessidade de dormir, já que existem órgãos que nunca descansam e ainda assim funcionam durante toda a vida (por exemplo, o coração). A capacidade do sono de restabelecer um equilíbrio apropriado da excitabilidade do sistema nervoso é considerada uma importante capacidade psíquica. Conforme a pessoa vai ficando cansada, ocorre uma desestabilidade nos

níveis de excitabilidade, de modo que pode chegar a desencadear graves distúrbios psicóticos. Todavia, depois de um sono prolongado, o sistema nervoso vai reduzindo seus níveis de excitabilidade e retornando ao estado “calmo” (GUYTON, 2008)

Esses distúrbios são em sua maioria correlacionados com transtornos do sono. Embora esses problemas fisiopatológicos sejam complexos e com diferentes causas, alterações no sono influenciam diretamente na depressão (CHELLAPPA, ARAÚJO, 2007).

Estudos mostram que 80% dos pacientes depressivos relatam problemas no sono. A alteração mais comum é a insônia, caracterizada como sono irregular ou não- restaurador gerando consequências diurnas, como fadiga, irritabilidade, déficit de concentração e de memória. E de 10% a 20% dos casos de depressão podem ser influenciados por hipersonia, sob a forma de prolongamentos do sono diurno (CHELLAPPA, ARAÚJO, 2007).

Existem algumas hipóteses listadas sobre as funções do sono: de acordo com Mignot (2008), estudos a respeito do sono e sobre a sua escassez mostram que a restauração celular, promoção e facilitação da conservação de energia, aprendizagem e aquisição de memórias pela plasticidade sináptica são alguns de seus papéis. Com isso, é possível constatar seus aspectos benéficos e indispensáveis a vida, podendo ser facilmente percebido quando ficamos um longo período de tempo sem dormir, refletindo, diretamente, na saúde mental, física e intelectual (JANSEN et.al, 2007).

Segundo Jansen et al.(2007),em geral, é possível se afirmar que o hipotálamo<sup>5</sup> possui estruturas capazes de gerar tanto o sono como a vigília. O tronco cerebral quando relacionado a essa estrutura são capazes de promover a oscilação do ciclo sono-vigília. Os sinais do hipotálamo gerado pelo equilíbrio do ciclo vigília-sono (CVS) são enviados ao tálamo e posteriormente ao córtex cerebral. Contudo, há possibilidade de transmissão direta entre o hipotálamo e o córtex. Existe um núcleo óptico ventro-lateral (NPOVL) situado no hipotálamo responsável pela “promoção do sono”, que libera um neurotransmissor inibidor do sistema nervoso, o ácido gama-amino butírico (GABA). O sistema ascendente do despertar (SAD) e o hipotálamo posterior são inibidos pelos neurônios do NPOVL. A parte posterior do hipotálamo é responsável pela “promoção da vigília” por meio da liberação de um neurotransmissor excitatório (orexina <sup>6</sup> ou hipocretina).

---

<sup>5</sup> “O hipotálamo é uma das principais glândulas do corpo humano, com peso de quatro gramas, representando menos de 1% da massa total do encéfalo. Situa-se na região basal do diencéfalo, próximo ao terceiro ventrículo, conhecido também como gânglio principal do sistema nervoso autônomo, constituído pela substância cinzenta que se agrupa em núcleos que são de difícil individualização” (SIMÕES E MARTINO, 2007).

<sup>6</sup> Orexina, também conhecida como hipocretina, é um neurotransmissor que regula a excitação, apetite e a vigília.

O sono é um ritmo biológico que é induzido e comandado internamente pelo núcleo supraquiasmático (NSQ), uma estrutura neural também do hipotálamo. O NSQ atua como um relógio biológico (circadiano) do cérebro capaz de gerar um ritmo próprio apto de sincronização a partir de sinais de sincronizadores internos do organismo (melatonina) ou do meio ambiente (luz solar) (SOARES, ALMONDES, 2012; GOMES, QUINHONES, ENGELHARDT, 2010). Também é possível a sincronização dos sinais do NSQ com outros estímulos não- fóticos como estímulos do sistema límbico e outros ritmos sociais, por exemplo, horário das refeições (ALOÉ, AZEVEDO, HASAN, 2005).

A melatonina é um hormônio produzido pela glândula pineal<sup>7</sup>. É um excelente antioxidante, além de ter um papel de grande importância na regulação do CVS e em outros processos fisiológicos (MAGANHIN et.al, 2008).

Segundo Alves et al.(1998),

A síntese de melatonina é deflagrada, no início do período escuro, pela liberação de noradrenalina (NA) pelos terminais simpáticos que inervam a glândula pineal. A noradrenalina interage com receptores adrenérgicos presentes na membrana dos pinealócitos e desencadeia uma série de eventos bioquímicos intracelulares, cujo produto final é a melatonina.

Assim, ela funciona como sinalizador do dia e da noite para o meio interno, atuando em conjunto com o NSQ. Estudos sugerem que a melatonina pode ter um papel de tranquilizar toda a atividade cerebral, funcionando como um disparador do sono fisiológico no organismo (ALVES et al., 1998).

O CVS é um evento cerebral ativo e muito complexo resultante de varias estruturas que demarcam seu padrão, intensidade e disposição durante o dia. Há em quase todos os vertebrados, de peixe a mamíferos, a presença de sono (GOMES, QUINHONES, ENGELHARDT, 2010). Entende-se que o sono é tão essencial para manutenção da vida que passamos quase um terço dela dormindo (JANSEN et.al, 2007).

A identificação de que o sono normal é constituído por um ritmo ultradiano<sup>8</sup> que se alterna durante a noite entre os dois estados: SWS e REM (SOARES, ALMONDES, 2012), na década de 50, por Kleitmn e seus alunos Dement e Aserinsky, estreou o começo do entendimento do sono (LENT, 2005).

---

<sup>7</sup> “A glândula pineal está localizada no teto do terceiro ventrículo entre os dois hemisférios cerebrais. Pesa aproximadamente 0,13 gramas e possui aproximadamente 1,2 cm de diâmetro, originando-se do diencéfalo. É órgão endócrino ativo, conectado à retina pelas projeções retino-hipotalâmicas via núcleo supraquiasmático do hipotálamo, no qual funciona como um controle autônomo para o glânglio cervical superior, de onde as fibras ganglionares posteriores alcançam finalmente a pineal (MAGANHIN et.al, 2008).”

<sup>8</sup> Dentro da cronobiologia, significa atividades que ocorrem em ciclos fisiológicos menores que 20 horas.

Segundo Lent (2005), esses cientistas analisaram o comportamento e dados polissinográficos<sup>9</sup> de indivíduos que não apresentavam problemas no sono enquanto dormiam. À medida que os indivíduos iam ficando sonolentos, notou-se que o eletroencefalograma (EEG) mudava de um traço dessincronizado próprio, chamado ritmo  $\beta$ , para um traçado de voltagem um pouco mais elevada e de menor frequência, ritmo  $\alpha$ . O indivíduo acordado realiza muitos movimentos, portanto os eletrooculograma (EOG) e o eletromiograma (EMG) apresentam dados ativos e variados. Esse ficou conhecido como estágio 1. Posteriormente, num estado maior de dormência, o EEG apresentava algumas ondas de alta voltagem, sem alterações no EOG e EMG. Caracterizando o estágio 2. Depois, o indivíduo entrava num estado de dormência profunda, sendo mais difícil acordá-lo. Apresentava-se quase imóvel, dormindo serenamente, eram os estágios 3 e 4. Além de o EEG estar muito sincronizado, alta voltagem e baixa frequência, formando o ritmo  $\delta$ .

Tendo se passado aproximadamente uma hora e meia, os cientistas notaram que o EEG foi perdendo sua sincronização e o EOG mostrou que os olhos começaram a se mexer ativamente, embora o EMG mostrasse que o corpo do indivíduo estava mais imóvel do que nunca. Os pesquisadores tiveram dificuldade para acordá-lo nesta fase. Quando, finalmente, o indivíduo voltou para o estágio de vigília, ele relatou que sonhava nesta fase. Os dados foram um pouco paradoxais, pois o indivíduo apresentavam um sono profundo, mas o seu EEG era similar ao da vigília. Com várias repetições deste estudo, eles concluíram que se trata de dois estágios diferentes de sono (LENT, 2005).

De acordo com Guyton e Hall (2011), o SWS é uma fase do sono profunda e de quietude marcado pela “diminuição no tônus vascular periférico, na pressão sanguínea, na frequência respiratória e na taxa metabólica” e há a presença de sonhos nesta fase do sono, entretanto, não são lembrados. O SWS ainda se divide em 4 estágios – 1, 2, 3 e 4, sendo os dois últimos o sono profundo e chamados de sono de ondas lentas ou sono delta. Pesquisas ainda demonstram que depois de uma privação de sono há uma elevação do sono de ondas lentas na noite de regeneração (SOARES, ALMONDES, 2012).

Já o estágio REM que também recebe o nome de sono paradoxal, devido ao fato do cérebro estar bastante operante nesta fase e acontecerem contrações musculares esqueléticas. É comum que ocorra cerca de 3 a 4 vezes durante a noite e dure de 5 a 30 minutos, voltando a ocorrer entre hiatos de aproximadamente 90 minutos. O REM pode ser inexistente em um indivíduo muito fatigado, todavia, pode retornar conforme o indivíduo vai relaxando

---

<sup>9</sup> Polissonografia ou exame do sono é um teste multiparamétrico utilizado no estudo do sono e de suas variáveis fisiológicas.

(GUYTON, HALL, 2011). Além de este estágio apresentar uma característica evolutiva, já que só é presente em animais endotérmicos (aves e mamíferos), diferente do SWS que é freqüente em todos os vertebrados. Assim, depois de um período de sono, o indivíduo acordará espontaneamente na fase REM e provavelmente relatará algum sonho (LENT, 2005). A ação do peptídeo orexina inibe a ativação do REM durante a vigília. Animais que não possuem esse peptídeo são narcolépticos, isto é, o sono REM é ativado espontaneamente durante a vigília (SCOTT, 2009).

O sono paradoxal apresenta algumas características importantes: (1) diferente do SWS, nesta fase, o indivíduo lembra ao acordar dos sonhos, pelo menos, em parte; (2) despertar uma pessoa no sono REM é mais trabalhoso, mesmo assim, é nesta fase que os indivíduos geralmente acordam pela manhã; (3) irregularidade na freqüência cardíaca e na respiração; (4) atonia muscular; (5) movimentos oculares rápidos; e (6) há o aumento de 20% no metabolismo cerebral, analisando o EEG há a presença de ondas cerebrais similares ao do estado de vigília (GUYTON, HALL, 2011).

## 2.2.SONHOS

Um dos primeiros registros históricos sobre os sonhos vem da mitologia grega. Morfeu era o mais imponente dos Onirus (deus dos sonhos), filho de Hipnos (deus do sono) e irmão de Thanatos (deus da morte) e Lissa (deusa da loucura). Morfeu apresentava o dom de se personificar em qualquer forma humana e aparecer nos sonhos das pessoas (SILVA, ZABOLI, 2013).

Posteriormente, numa época que se pode denominar de “pré-científica” os sonhos não eram questionados quando lembrados, e sim, encarados como algo demoníaco ou divino. Ao longo do tempo e com os avanços das ciências, as pessoas começaram a se questionar sobre o porquê de se sonhar. Contudo, no começo do século XX essa dúvida parecia que seria solucionada racionalmente com a transferência dessas crendices para a psicologia. Assim, difundiu-se entre a população mais instruída que os sonhos eram um ato psíquico do próprio sonhador (RIBEIRO, 2003).

Com a publicação do livro “A Interpretação dos sonhos<sup>10</sup>” de Freud surge uma nova e ousada psicologia que traz consigo novos conceitos sobre a mente humana (RIBEIRO, 2003). Para ele, o sonho seria a expressão mascarada de uma vontade reprimida que poderia ser

---

<sup>10</sup> Livro escrito por Sigmund Freud e publicado em 1900 que tem como tese central os processos inconscientes, pré-conscientes e conscientes envolvidos nos sonhos.

dividida em três partes: as influenciadas por sensações noturnas (por exemplo, sensações de fome durante a noite), as necessidades do id<sup>11</sup> (fantasias do tipo sexual) e os restos do dia (experiências do dia anterior) (CHEUNIAUX, 2006).

Essas contribuições dadas por Freud no estudo dos sonhos foram por parte ignorada pela ciência, pois seus fundamentos não foram pautados numa base empírica e quantitativa, caracterizando uma ruptura entre psicanálise e a biologia (RIBEIRO, 2003). Embora, a psicanálise e a biologia apresentem formas diferentes de estudar o mesmo assunto, elas não devem ser encaradas de formas opostas ou distintas, e sim, como complementares, pois a cooperação entre esses dois campos de saberes pode ser uma prática bastante enriquecedora (CHEUNIAUX, 2006).

Na contramão dessa ruptura houve duas convergências de percepções: a primeira sugere através de estudos e análises concretas de que os sonhos apresentam sim restos do dia como já havia sugerido Freud. O segundo é que nessas “partes” do dia há atividades mnemônicas e cognitivas decorrentes da vigília (RIBEIRO, 2003).

No sono apresentamos experiências subjetivas que são chamadas de sonhos. Os estudos científicos a respeito dos sonhos são bastante limitados, já que é dependente do relato verbal de experiências vividas por indivíduos, o que não assegura um relato fiel e quase que impossibilita usar animais em estudos com esse intento (LENT, 2005).

Por isso, a neurociência tem contribuído pouco para o entendimento dos mecanismos biológicos que envolvem os sonhos. Mas, sabe-se que no sono REM há a maior ocorrência de sonhos, além dos sonhos dessa fase do sono serem mais vívidos, menos lógicos e mais emocionais que os do SWS (LENT, 2005). Poder-se-ia concluir então que os sonhos são um mero subproduto do processo cognitivo ocorrido durante a aquisição de novas memórias no REM (SCOTT, 2009).

A busca pelo significado dos sonhos e a compreensão da sua ligação com a cognição desperta a atenção dos neurocientistas. Eles acreditavam que manipulando o ambiente em volta do indivíduo que dormia poderiam influenciar os sonhos, mas notaram que isso não causava influencia sobre os sonhos que o indivíduo adormecido teria ao longo da noite (LENT, 2005).

As informações contidas nos sonhos são sem dúvidas restos de informações do dia, todavia, os significados e interpretações ainda são ilógicos e para a neurociência qualquer busca de sentidos nele ainda é especulação (LENT, 2005).

---

<sup>11</sup> Id (em alemão *es*, "ele, isso") designa na teoria psicanalítica uma das três estruturas do modelo triádico do aparelho psíquico.

### 3. MEMÓRIA

#### 3.1. TEORIAS E MODELOS: história das primeiras buscas por explicação

Nós somos seres que construímos histórias através das nossas experiências vividas tanto no ambiente em que habitamos, como também nas nossas experiências internas, por exemplo, os sentimentos. Todos esses conhecimentos que adquirimos ao longo da vida estão armazenados em nossas memórias (DALMAZ, NETTO, 2004). Portanto, segundo Bauer e Pathman (2013), “A memória é uma capacidade crítica que desempenha um papel vital no funcionamento social, emocional e cognitivo”.

O processo que nós humanos ou até mesmo outros organismos vivos têm de obter novas informações é chamado de aprendizagem. Já a memória é o armazenamento e a evocação destes novos conhecimentos (BEKINSCHTEIN et. al, 2007). Consequentemente, aprendizagem e memória estão intimamente ligadas. Esta última é essencial para a cognição e para o desenvolvimento cognitivo de indivíduos (BAUER, PATHMAN, 2013).

Na antiguidade, a memória já despertava a curiosidade e o imaginário do homem. Os primeiros relatos e questionamentos sobre a natureza da memória partiram dos filósofos gregos (PAVÃO, 2008). Na concepção mítica platônica de caráter cosmogônico, *Mnemosine* (Memória) é a mãe das Musas, ela rege a intuição e criatividade dos adivinhos e aedos. Quando os inspirados (adivinhos e aedos) são contemplados pelo apoio de *Mnemosine* ela pode oferecê-los vitalidade no Hades. Tirésias, Anfiarau e Orfeu foram contemplados com a assistência de *Mnemosine*. Assim, eles se livraram de Lethe (Esquecimento), uma lagoa localizada no Hades. Cujas águas são bebidas pelos que morrem e por isso transformam-se em esquecidos e inconscientes (SOUZA, 1971)

Posteriormente, também foi objeto de estudo de pensadores iluministas. Todavia, o estudo biológico do assunto só começou no século XX, com o estudo empírico da memória (PAVÃO, 2008), pois os avanços tecnológicos possibilitaram avanços nos estudos das ciências biomédicas (DALMAZ, NETTO, 2004).

Hoje, Segundo Pavão (2008),

A memória pode ser definida como a capacidade de um organismo alterar seu comportamento em decorrência de experiências prévias. Do ponto de vista fisiológico, essa capacidade é resultado de modificações na circuitaria neural em função da interação do indivíduo com o ambiente.

O encéfalo humano é formado por bilhões de neurônios, células que apresentam a capacidade de se interligarem com outros neurônios ou interajam com outros órgãos, por exemplo, pulmão e músculos. Assim os neurônios são responsáveis por regular o comportamento do indivíduo (DALMAZ, NETTO, 2004).

Muitos cientistas colaboraram para esse conhecimento atual sobre memória, contudo, somente alguns serão destacados neste capítulo. Há quase 150 anos atrás, Hermann Ebbinghaus publicou em um estudo, investigações sobre a sua própria memória que são válidas até hoje. Ebbinghaus descobriu que ele era capaz de reproduzir uma lista de sílabas, lendo-a somente uma vez, se esta fosse abaixo de seis ou sete. Acima deste valor, era necessário um ensaio e maiores repetições para a memorização. Com isso, posteriormente, surgiu a noção de limite de amplitude da memória imediata. Tratou-se de um grande avanço para o século, já que foi a primeira vez que a memória e a aprendizagem começaram a ser estudadas de forma experimental (PINTO, 1985).

O trabalho de Ebbinghaus inspirou cientistas como Muller e Pilzecker (1900). Eles também realizaram testes com sílabas, porém focaram na memorização após um intervalo de tempo. Notaram que a memória sofria efeitos à medida que se perseverava, pois testes anteriores sofriam interferência dos testes realizados antes. Os voluntários misturavam sílabas que tinham visto em testes de semanas anteriores, resultando em erro (PAVÃO, 2008). Essa interferência de testes anteriores comprova que a atividade cerebral continua após novo aprendizado. Esse desenvolvimento da memória estável é chamado de consolidação (BEKINSCHTEIN et. al, 2007).

Os resultados sugeriram que existem diferentes tipos de memória. Uma que dura alguns poucos segundos ou minutos e as que parecem ser mais resistentes e duradouras (PAVÃO, 2008). As memórias mais duráveis levam tempo para serem consolidadas, mas mesmo assim ainda podem sofrer interferências e serem esquecidas (BEKINSCHTEIN et. al, 2007).

Com os avanços da bioquímica, da genética e da neurofisiologia os cientistas começaram a investigar onde estariam localizados os traços da memória no sistema nervoso. Essa procura por resposta gerou diferentes teorias e ficou conhecida como “busca pelo engrama” (PAVÃO, 2008).

No século XIX, Franz Joseph Gall fundou uma teoria conhecida como Frenologia que gozou de bastante popularidade na Europa e nos Estados Unidos. Essa teoria é fundamentada na idéia de que crânios humanos são diferentes entre si e essas diferenças refletiriam também em cérebros de tamanhos e formas variados. Como cada parte do cérebro é responsável por

uma área diferente, Gall sugeriu que seria possível prever os perfis mentais dos indivíduos através de uma análise dos crânios. Entretanto, com a evolução dos estudos, notou-se que era uma teoria obsoleta e por isso essa proposta foi sendo abandonada no decorrer do século (GARUTTI, 2012).

Até pouco tempo atrás, os cientistas acreditavam que quando o cérebro completasse seu desenvolvimento ele não sofreria alterações nas suas células nervosas. Pois, aceitava-se a teoria de que os neurônios não se auto-reproduziriam ou sofreriam mudanças consideráveis quanto a sua estrutura de ligação com os outros neurônios. Sendo assim, as partes lesionadas do cérebro seriam incapazes de crescer novamente e se auto-recuperarem, além de acreditarem também que a aquisição de memória não modificaria a estrutura anatômica do cérebro. Contudo, os cientistas estavam equivocados. Pesquisas revelaram que o cérebro exibe sim um crescimento das conexões neurais quando expostos a jogos, experiências e estimulações (CARDOSO, SABBATINI, 2000).

Na década de 1920, Karl Lashley(1890-1958) tentou localizar o engrama<sup>12</sup> realizando testes em roedores. Para isso, tentou comparar a memória de ratos normais com ratos que foram submetidos a lesões cerebrais. Ele pensou que se realmente existisse um engrama, as lesões poderiam o atingir; conseqüentemente, o animal ficaria impossibilitado de reter informações, o que não ocorreria quando as lesões fossem posicionadas em outras regiões (LENT, 2005). Lashley comparando o desempenho dos ratos (normais e lesionados) em sucessivos testes em labirintos observou que os ratos normais iam obtendo um desempenho melhor, conforme se aumentava as repetições, pois iam aprendendo o caminho de saída. Os animais lesionados realmente apresentavam um resultado pior. A grande descoberta da pesquisa foi que não importava onde as lesões eram feitas e sim a quantidade de massa encefálica retirada. Com base nessas informações, Lashley pode concluir que a memória não apresentava uma unidade, ou melhor, um engrama, e sim, que a memória tinha uma localização distribuída pelo sistema nervoso (LENT,2005).

Entretanto, foi possível notar posteriormente que os dados do estudo foram interpretados incorretamente por ele. As memórias não parecem estar totalmente difundidas pelo encéfalo. Acredita-se, atualmente, que os ratos conseguiram cumprir as tarefas propostas nos testes por se valerem de diferentes áreas sensoriais (visão, olfato, tato etc.) e estratégicas (orientação aloccêntrica, egocêntrica etc.). Quando as lesões são menores os ratos podem

---

<sup>12</sup> “Unidade de memória”.

alcançar a solução fazendo uso dessas modalidades preservadas; quando as lesões são mais amplas, os ratos são incapazes de aprender ou lembrar do labirinto (PAVÃO, 2008).

Esse estudo vai ao encontro de uma interessante idéia do psicólogo Donald Hebb (1904 – 1985). Ele acreditava que quando ocorresse algum evento<sup>13</sup> que despertasse a atenção de uma pessoa, alguns circuitos do neocórtex<sup>14</sup> seriam ativados. Esses circuitos quando ativados “responderiam” pelo evento e se evocados seria as lembranças. Desse jeito, o evento poderia alcançar o sistema nervoso pela visão, envolvendo, assim, as regiões visuais. Se chegasse pela audição, envolveria as regiões auditivas e assim por diante. A memória, então, estaria distribuída pelo encéfalo, essa idéia ficou conhecida como “cell assembly” (grupamento de células). Em 1949, quando Hebb propôs sua teoria, as sinapses ainda eram uma hipótese, mas ele inferiu que as conexões cerebrais mais ativas viriam a ser consolidadas, enquanto as mais fracas seriam perdidas. Essas novas idéias serviram de ponto de partida para o que hoje chamamos de plasticidade sináptica que veremos no próximo capítulo.

Hoje, realmente, sabe-se que há indícios de que não existe uma única região encefálica responsável pela memória; e sim, várias partes do encéfalo estariam envolvidas em um evento singular. O que não quer dizer que essas regiões tenham o mesmo envolvimento no armazenamento de memórias. Desse modo, áreas diferentes armazenam diferentes tipos de memória (DALMAZ, NETTO, 2004).

Essa concepção de que o engrama da memória é formado por circuitos neurais que funcionam de maneira cooperativa e com o auxílio de outras áreas do sistema nervoso estimulou os estudos da neurociência. E com o decorrer dos estudos, descobriu-se que há diversas formas de separar o constructo da memória (BAUER, PATHMAN, 2013).

### 3.2. TIPOS DE MEMÓRIA

Classificar memória como um conceito único poderia sugerir que a memória fosse formada por uma única unidade. Porém, como foi visto anteriormente neste capítulo, memória compreende vários sistemas. Por isso, é necessário considerar seu caráter complexo (VIEIRA, 2004).

---

<sup>13</sup> Por “evento” entendemos qualquer coisa notável: um objeto, um lugar, um som, uma emoção etc.

<sup>14</sup> São todas as partes mais desenvolvidas do córtex. Recebem esse nome “novo córtex” ou “córtex mais recente”, pois durante o processo evolutivo foi a região do cérebro mais recentemente formada. Possui diversas camadas celulares e diversas áreas envolvidas com as atividades motoras, intimamente envolvidas com o controle dos movimentos voluntários, e funções sensoriais.

Segundo Ivan Izquierdo *apud* Vieira (2004),

Talvez seja sensato reservar o uso da palavra Memória para designar a capacidade geral do cérebro e dos outros sistemas para adquirir, guardar e lembrar informações; e utilizar a palavra memórias para designar cada uma ou cada tipo delas.

Há muitas formas de classificação das memórias: conforme sua função, seu conteúdo e sua duração (VIEIRA, 2004).

De acordo com a sua função existem basicamente dois tipos de memória: a de trabalho e a imediata, porém, quase não existem distinções entre elas, então, podem ser consideradas sinônimas (IZQUIERDO, 2011).

Memória de trabalho tem a função de “administrar a realidade” e determinar a ordem dos acontecimentos. É uma memória muito rápida e passageira, que diferente das outras não deixa traços nem produz arquivos. É processada principalmente pela maior parte do lobo frontal, o córtex pré-frontal. Pois, é dependente das atividades elétricas neurais dessa região e envolve poucas atividades bioquímicas (MALEH, 2006). Por ser tão rápida, muitos não a consideram como uma memória propriamente dita; porque acreditam que ela funciona como uma responsável por analisar junto aos demais sistemas mnemônicos, se vale à pena ou não, criar uma nova marca desses dados, ou se essas informações já apresentam registros (MALEH, 2006).

A respeito do conteúdo, as memórias são divididas em declarativas ou procedurais. Os fatos, eventos ou conhecimentos são armazenados pelas memórias declarativas. São assim chamadas por possibilitarem o relato de como foram adquiridas. Ainda são subdivididas em episódicas: referentes aos eventos aos quais assistimos; e as semânticas: as de conhecimento gerais. As memórias procedurais são as chamadas de hábitos, pois se referem às capacidades ou habilidades motoras ou sensoriais (VIEIRA, 2004).

As memórias declarativas e procedurais ainda são divididas em explícitas e implícitas. As implícitas são chamadas assim porque o indivíduo quase sempre não percebe claramente que está aprendendo, é mais ou menos automático o processo, por exemplo, a língua materna. Já as explícitas recebem esse nome por terem a intervenção da consciência durante a aquisição (VIEIRA, 2004).

As classificações pelo tempo que duram recebem o nome de memórias de curta duração e a memória de longa duração. As memórias de curto prazo agem enquanto as informações não foram armazenadas na memória de longa duração, assim ela possibilita que o indivíduo responda por meio de uma cópia de uma informação qualquer (VIEIRA, 2004).

Já as memórias de longo prazo são armazenadas de forma mais duradoura, embora não se possa mensurar um limite de armazenamento. Geralmente, o senso comum de memória é pautado na idéia das memórias longas, já que é através delas que obtemos lembranças sobre o nosso passado e armazenamos nossos conhecimentos sobre o mundo (VIEIRA, 2004).

### 3.3 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

As memórias mesmo que armazenadas e consolidadas não são permanentes. Esse é o fenômeno do esquecimento. A grande maioria das informações que armazenamos ao longo da vida são esquecidas, sendo uma grande característica da memória a ser destacada (DALMAZ, NETTO, 2004; MALEH, 2006).

De acordo com Ivan Izquierdo *apud* Vieira (2004),

O esquecimento é o descarte de algo pouco importante que só serve para sobrecarregar os mecanismos de memorização. É fundamental no processo de aprendizagem, porque deixa o caminho livre para que informações e conteúdos fundamentais sejam arquivados.

Sem dúvidas, esquecer é uma condição essencial para o funcionamento saudável da memória (DALMAZ, NETTO, 2004). Mas há casos em que o esquecimento é de caráter patológico, para mais ou para menos (PAVÃO, 2008). Quando o indivíduo apresenta esquecimento “demais” é chamado de amnésia e quando o indivíduo apresenta uma capacidade exacerbada de retenção de informação, sem que haja a distinção dos aspectos relevantes e irrelevantes dos eventos é chamado de hiperamnésia (LENT, 2003). Há também enfermidades como a doença de Alzheimer, por exemplo, uma enfermidade neurodegenerativa que prejudica a memória implícita, causando danos irreversíveis na capacidade cognitiva do paciente (PAVÃO, 2008).

#### 4. SONO E MEMÓRIA

O marco dos estudos neurobiológicos sobre o sono foi a descoberta de que o sono era constituído pela alternância de dois estados: o SWS que é um período longo que não apresenta ou quase não apresenta sonhos e o REM que é um período curto caracterizado pela presença de sonhos. Essa descoberta possibilitou um grande avanço sobre os entendimentos dos mecanismos de geração do sono. Todavia, a compreensão das suas funções biológicas do sono só apareceu mais tarde (CHEUNIAUX, 2006).

Por volta da década de 70, a ciência reconheceu o papel do sono em relação a consolidação de memórias (RIBEIRO, 2003). As principais descobertas sobre o sono foram: (1) o impacto negativo causado no processo cognitivo pela falta de sono (SOARES & ALMONDES, 2012), (2) a elevação da quantidade de sono após a aquisição de novas memórias (SCOTT, 2009) e (3) a aparência do EEG hipocampais do REM com os da vigília (LENT, 2005). Como o hipocampo<sup>15</sup> está envolvido na aquisição de memórias, as descobertas sugerem que o sono facilita a aquisição de novas memórias (RIBEIRO, 2003).

Segundo Ribeiro (2003),

“A investigação dos mecanismos subjacentes ao papel mnemônico do sono levou a dois resultados importantes: 1) o bloqueio de síntese protéica durante o sono danifica a aquisição de memórias, e 2) padrões de atividade neuronal relacionados às experiências da vigília reaparecem no hipocampo durante o sono. Tendo em vista que o aprendizado duradouro requer modificações sinápticas dependentes de atividade neuronal e de síntese protéica *de novo*, sugere-se que o sono abriga ambos os mecanismos postulados por Hebb como necessários e suficientes para explicar a consolidação de memórias: reativação neuronal pós-estímulo ('reverberação') e plasticidade sináptica ('mudança estrutural').”

O termo plasticidade sináptica é usado para nomear as alterações estruturais que o sistema nervoso sofre em reação aos estímulos recebidos. A experiência possibilita a aquisição de novos conhecimentos e informações para o sistema nervoso, assim alteram a estrutura neural em diversos pontos do cérebro, impactando na intensidade das conexões entre as células. Esse processo ocorre sempre em que existe aprendizado. Há mais de um século, o fisiologista Charles Sherrington definiu o conceito de plasticidade sináptica e a elencou como

---

<sup>15</sup> Hipocampo é uma estrutura localizada nos lobos temporais do cérebro humano, considerada a principal sede da memória e importante componente do sistema límbico. Além disso, é relacionado com a navegação espacial.

uma das principais funções cerebrais por ser essencial para o desenvolvimento humano (OLIVA, DIAS e REIS, 2009).

Povlides e Winson foram um dos primeiros a estudarem os ritmos hipocâmpais das atividades pós-estímulos de ratos. Eles pesquisaram e quantificaram as taxas de disparos neurais de ratos confinados durante o CVS. Concluíram que a vigília possui traços hipocâmpais similares ao SWS e ao REM, logo o sono possui a reverberação neural necessária para a efetivação da aprendizagem. Aves, primatas não-humanos, humanos e roedores apresentam reativação cerebral durante o sono (FIGUEROLA, 2012). Percebeu-se que a reverberação neural pode preservar as relações temporais do funcionamento das bases neurais da vigília, correlaciona-se com o aprendizado em atividades cognitivas, possibilita a previsão quantitativa do aprendizado antes do sono e é mais presente no SWS do que no REM e na vigília (RIBEIRO, 2003).

Estudos recentes mostram que o REM e SWS são distintos, mas se cooperam durante o processo cognitivo. Para que ocorra uma consolidação de memórias, o cérebro durante o SWS reverbera até que se inicie o sono REM e ocorram mudanças estruturais, podendo assim consolidar as memórias de longa duração. O sono tem mostrado em muitos estudos uma forte ligação com essa transformação. Entretanto, ele possui muitas outras funções, não somente essas destacadas neste trabalho (FIGUEIROLA, 2013).

O sono REM é repetido diversas vezes em uma noite. A plasticidade sináptica está diretamente ligada à expressão de genes no REM. Portanto, o fato dela não depender de longos períodos para ocorrer, pode nos sugerir uma forma de aprendizado mais complexa, isto é, o fenômeno do insight. Com outras palavras, seria o surgimento de novas memórias e idéias derivadas de memórias já existentes. Apesar de também acontecer na vigília, esse fenômeno é facilitado pelo sono. Dessa maneira, essa mistura e recombinação de memórias novas com memórias preexistentes na forma onírica durante o REM, geraria uma flexibilização cognitiva (SCOTT, 2009).

A descoberta de genes imediatos (GI) capazes de ligar a despolarização neural à regulação gênica de longo prazo impulsionou a busca de uma interseção entre a síntese neural de longo prazo (RIBEIRO, 2003). Esses genes são expressos rapidamente após a estimulação da célula, logo, servem como mapeadores da atividade cerebral (LEMOS, 2008).

Para compreendermos como o sistema nervoso adormecido corrobora para o aprendizado, é necessário comparar os níveis de variações neurais adquiridos na aquisição de novas memórias com os obtidos sem o ganho de novas memórias. Assim, foram feitos estudos em ratos que analisavam as atividades neurais de roedores expostos a um ambiente

enriquecido (não familiar) por um curto período de tempo antes de dormir. Neste estudo, o SWS e o REM foram analisados separadamente e posteriormente comparados com os dados obtidos na vigília. Os animais que não foram expostos a um ambiente novo tiveram uma baixa expressão neural de GI, ao longo das duas fases do sono. Contudo, a expressão do gene zif-268 se mostrou elevada no hipocampo e córtex cerebral durante o sono REM de roedores que foram expostos, atingindo níveis similares ao da vigília (RIBEIRO, 2003).

O gene zif-268 codifica uma proteína que tem a capacidade de regular diversos outros genes, como as sinapsinas, principais proteínas envolvidas nas sinapses. Além disso, ele está relacionado com a potenciação de longa duração (LTP<sup>16</sup>) e a formação de memórias. Dessa maneira, a evidência de expressão do zif-268 no hipocampo, só autentica sua atuação na plasticidade sináptica (LEMOS 2008). Vale ressaltar, que esse gene é dependente de cálcio para a ativação da plasticidade neural (SCOTT, 2009).

A sinapse é o principal meio de troca de informações do cérebro. No início da sua descoberta, quase um século atrás, elas foram agrupadas em elétricas ( devido ao fluxo de corrente elétrica) ou químicas ( devido a liberação de neurotransmissores). Ainda pode haver as sinapses eletro-químicas, onde existem moléculas sinalizadoras coexistindo entre si. Um único neurônio dos bilhões que existem no cérebro é capaz de gerar milhares de sinapses, o que torna o sistema nervoso mais complexo ainda (OLIVA, DIAS e REIS, 2009).

Hebb (1949) sugeriu que a sincronização de neurônios pré e pós-sinápticos formariam um tipo de plasticidade sináptica. O disparo elétrico em alta frequência ocasionaria na ligação e fortalecimento das respostas sinápticas. Como foi dito no capítulo anterior, as sinapses ainda eram uma hipótese na sua época, mas ele não acreditava que as ligações ficariam restritas somente as sinapses, mas sim, a uma rede de células capaz de disseminar para outros sistemas os dados captados por essas conexões. Essa idéia de Hebb foi contestada posteriormente por Bliss e Lomo pela descoberta do fenômeno de LTP descrita em sinapses do hipocampo de coelhos. O LTP é um processo fisiológico característico pelas conexões sinápticas de neurônios espalhados por diferentes áreas do encéfalo após um forte estímulo (OLIVA, DIAS e REIS, 2009).

Porém, existem dúvidas sobre o papel do sono na consolidação de memórias. Pois, há um paradoxo: ele sendo um estado aparentemente amnésico, tenha a função de contribuir na consolidação de memórias. Além disso, sabe-se que também existem memórias que são consolidadas durante a vigília (CHENIAUX, 2006).

---

<sup>16</sup> Do inglês *Long Term Potentiation* (Potenciação de longa duração).

Hoje, especula-se que as memórias inicialmente armazenadas no hipocampo, são passadas no decorrer do tempo para o córtex cerebral (JANSEN et.al, 2007). Porém, mesmo que tal processo seja muito estudado ainda é desconhecido. Por esse motivo, buscar compreender a atuação do *zif-268* durante o sono REM no hipocampo-cortical é de extrema importância. Estudos mediram a atuação do *zif-268* em ratos separados para vigília, sono SWS ou sono REM substituindo a exposição de ambientes não familiares por uma indução de LTP hipocampal para estimular o sono. Descobriu-se com a evolução do estudo que realmente o *zif-268* se espalha gradualmente de regiões do hipocampo para áreas do neocórtex à medida que os episódios de sono REM se repetem (RIBEIRO, 2003).

Segundo Ribeiro (2003),

“Propusemos recentemente que este padrão hipocampofugal de expressão gênica após a indução de LTP pode ser trivialmente explicado pela natureza pós-sináptica da resposta do gene *zif-268* e por seus papéis na gênese e fortalecimento das sinapses. Se isto for correto, a dinâmica espaço-temporal da regulação gênica durante o sono REM pode ser crucial para a transferência progressiva de memórias do hipocampo para o córtex cerebral. Para testar a possibilidade de que a ativação neocortical de *zif-268* durante o sono REM esteja sob controle hipocampal, utilizamos microinjeções intracerebrais de um bloqueador de canais de sódio para inativar temporariamente o hipocampo durante o sono REM pós-LTP. Verificamos que a inativação hipocampal durante o sono REM aboliu por completo a ativação de *zif-268* no neocórtex, indicando que o hipocampo é de fato capaz de instruir a expressão gênica cortical durante o sono REM.”

Assim, o estudo comprova que os sonos SWS e REM atendem de formas distintas e complementares para armazenamento de novas aprendizagens, afirmando a idéia hebbiana (RIBEIRO, 2003)

A reverberação, isto é, a repetição de atividades neurais que ocorrem na vigília acontece no sono SWS. Já no REM ocorre o acúmulo de memórias, ou melhor, a plasticidade sináptica que é a consolidação de memórias no córtex devido à expressão de genes (SILVA, 2012).

## 5. CONCLUSÃO

O sono e seus mecanismos subjacentes ainda são um mistério para a ciência (ALOÉ, PINTO E HASAN, 2000). Porém, após ter sido feita uma revisão bibliográfica sobre o assunto, pode-se entender que o sistema nervoso adormecido apresenta atividades similares à da vigília nas duas fases do sono: REM e SWS. Ademais, ainda há a evidência científica da

expressão gênica e do processo neurofisiológico durante o sono, expondo uma das suas funções e afirmando o papel do sono/sonho no processo cognitivo.

Freud já havia comentado anos antes em sua obra “ A Interpretação dos sonhos” a importância do processo onírico quando se refere a ele como “restos do dia”. Kanrad Lorenz já tinha assegurado que a ciência ainda se redimiria no futuro com a psicanálise (RIBEIRO, 2003).

Dessa forma, Freud influenciou direta ou indiretamente a neurobiologia com os estudos sobre a compreensão do sono/sonho e sua relação com a consolidação de memórias. Hoje, a ciência reconhece e valoriza a importância que o sono demonstra ter para o organismo, assim como a sua falta pode acarretar em impactos negativos para o mesmo.

## REFERÊNCIAS

- ALÓE, F.; PINTO, de A.; HASAN,R. **Mecanismos do ciclo sono-vigília.**São Paulo: Rev. Bras. Psiquiatr., 2005.  
Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-44462005000500007&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462005000500007&lang=pt) >. Acesso em: 30 de maio 2013.
- ALVES, R.S.C. et al. **A melatonina e o sono em crianças.** São Paulo:[s.n], 1998. Disponível em:< <http://www.pediatriasaopaulo.usp.br/upload/pdf/362.pdf>>. Acesso em: 03 de Nov. 2013.
- BAUER, P. J.; PATHMAN, T. **Memória e desenvolvimento inicial do cérebro.** Estados Unidos: 2013. Disponível em: <http://www.encyclopedia-crianca.com/Pages/PDF/Bauer-PathmanPRTxp1.pdf>>.Acesso em: 05 de dez 2013.
- CAMARGO, F.P.; **A mitologia da memória literária:** a memória voluntária e involuntária em Proust. S.l.: Revista de Educação, Linguagem e Literatura da UEG-Inhumas v. 1, n. 1, 2009.Disponível em: <[http://www.ueginhumas.com/revelli/revelli1/numero\\_1/Artigo04.pdf](http://www.ueginhumas.com/revelli/revelli1/numero_1/Artigo04.pdf)>. Acesso em: 31 de out 2013.
- CARDOSO, S. H.; SABATINNI, R. M. E. **Aprendizagem e Mudanças no Cérebro.** São Paulo: [s.n], 2000. Disponível em: <[https://cvdee.org.br/evangelize/pdf/1\\_0370.pdf](https://cvdee.org.br/evangelize/pdf/1_0370.pdf)>. Acesso em: 06 de dez 2013.
- CHELLAPPA, S.L.; ARAÚJO,J.F. **O sono e os transtornos do sono na depressão.** Rio Grande do Norte: Rev.psiq.clín 34, 2007.
- CHENIAUX, E. **Os sonhos: integrando as visões psicanalítica e neurocientífica.** Porto Alegre: Rev. psiquiatr. Rio Gd. Sul v.28 n.2, 2006.
- FIGUEIROLA, W. B.; **Dinâmica de Plasticidade Sináptica em neurônios do Hipocampo durante ciclos de sono:** um estudo computacional. Rio Grande do Norte: [s.n], 2012. Disponível em:<[http://bdtd.bczm.ufrn.br/tde\\_arquivos/19/TDE-2012-10-01T001121Z-4521/Publ ico/WilfredoBF\\_TESE.pdf](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tde_arquivos/19/TDE-2012-10-01T001121Z-4521/Publ ico/WilfredoBF_TESE.pdf)>. Acesso em: 09 de jan. 2013.
- GOMES,M.M.; QUINHONES, M. S.; ENGELHARDT, E. **Neurofisiologia do sono e aspectos farmacoterapêuticos dos seus transtornos.** S.l.: Rev. Bras. Neurol, 2010.
- GUYTON, A.C. **Fisiologia Humana.** 6. Ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Cap.4.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Fundamentos da fisiologia.** 12.ed.,Rio de Janeiro: Saunders Elsevier, 2011.Cap. 59.
- JANSEN, J.M. et al. **Medicina da noite** — da cronobiologia à prática clínica— 20.ed.,Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2007. P. 23-45

LEMOS, N. A. de M.; **Expressão de zif-268 durante a aquisição, evocação e extinção de uma memória aversiva.** Rio Grande do Norte: [s.n], 2008. Disponível em:<<ftp://ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/NelsonAML.pdf>>. Acesso em: 10 de dez. 2013.

LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios – Conceitos Fundamentais de Neurociência.** São Paulo: Editora Atheneu, 2005. Cap.16.

MAGANHIN, C.C. et al.; **Efeitos da melatonina no sistema genital feminino:** breve revisão. São Paulo: Rev Assoc Med Bras, 2008. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v54n3/a22v54n3.pdf>>. Acesso em: 02 de Nov. 2013.

MALEH, G. T. F. **Sem memória não há aprendizagem.** Rio de Janeiro: [s.l], 2006. Disponível em:<<http://www.avm.edu.br/monopdf/6/GISELLE%20TORRES%20FRAGA%20MALEH.pdf>>. Acesso em: 05 de dez. 2013.

MARTINI, M. Fatores associados à qualidade do sono em estudantes de Fisioterapia. São Paulo: Fisioter. Pesqui. vol.19. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1809-29502012000300012&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502012000300012&lang=pt)>. Acesso em: 06 de junho 2013.

MARTINO, M.M.F. et.al. **The relationship between shift work and sleep patterns in nurses.** Rio de Janeiro: Ciênc. Saúde coletiva vol.18, 2013. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232013000300022&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232013000300022&lang=pt)>. Acesso em: 30 de maio 2013.

MIGNOT, E. **Why We Sleep: The Temporal Organization of Recovery.** S.l.: PLoS Biol, 2008. Disponível em:<<http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0060106>>. Acesso em: 20 set. 2013.

OLIVA, A.D.; DIAS, G.P.; REIS, R.A.M. **Plasticidade sináptica: natureza e cultura moldando o self.** Porto alegre: Psicol. Reflex. Crit., 2009. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-79722009000100017&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722009000100017&lang=pt)>. Acesso em: 30 jul. 2013.

PALMIERI, M.L. **O mito do sono na Grécia Antiga.** Rio de Janeiro: Núcleo De Estudos Da Antiguidade I Congresso Internacional De Religião Mito E Magia No Mundo Antigo & Ix Fórum De Debates Em História Antiga, 2010. Disponível em:<<http://www.nea.uerj.br/Anais/coloquio/marina.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2013.

RIBEIRO, S. **Sonho memória e o reencontro de Freud com o cérebro.** Estados Unidos: Revista Brasileira de Psiquiatria, 2003.

RIBEIRO, S. & NICOLELIS, M. A.L. **Reverberation, storage, and postsynaptic propagation of memories during sleep.** Estados Unidos: Learning & Memory, 2004.

SILVA, N.M.L.; **Investigação da influencia do cochilo na aprendizagem escolar.** Rio Grande do Norte:[s.n], 2012. Disponível em:<[http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/17702/1/NathaliaMLS\\_DISSERT.pdf](http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/17702/1/NathaliaMLS_DISSERT.pdf)>. Acesso em: 12 de dez. 2013

SCOTT, R. N. B. **Sonhos antecipatórios: investigando a influência de um evento futuro significativo da vigília na atividade onírica.** Rio Grande do Norte:[s.n], 2009. Disponível em: < [http://bdtd.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2764](http://bdtd.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2764)> Acesso em: 01 jun. 2013.

SILVA, R. I.; ZABOLI, F. **Da governabilidade do mytos ao esclarecimento do logos: Narciso, Odisseu e os padrões de beleza corporal.** Porto Alegre:[s.n], 2013. Disponível em:< <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/Movimento/article/view/38356/27448>>. Acesso em: 07 de dez. 2013.

SOARES, C.S. & ALMONDES, K. M. **Sono e Cognição: Implicações da Privação do Sono para a Percepção Visual e Visuoespacial.** Natal: PSICO, 2012.

SOUZA, J. C.; **A Reminiscência em Platão.** São Paulo: Revista Discurso (USP), 1971. v. 1, n. 2

SPINOSA, M.J.; GARZON, E. **Sleep spindles: validated concepts and breakthroughs.** Porto Alegre: J. epilepsy clin. Neurophysiol. Vol. 13, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-26492007000400006&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-26492007000400006&lang=pt)>. Acesso em: 30 de maio 2013.

TEIXEIRA, L. R. **Avaliação do efeito de um programa educacional em higiene do sono em adolescentes estudantes do ensino médio.** Rio de Janeiro:[s.n], 2012.