

---

**Aprovação:** [Portaria nº 16.747/SPO, de 8 de abril de 2025](#)

---

**Assunto:** Conceitos básicos sobre fadiga humana

**Origem:** SPO

---

### ÍNDICE

1. Objetivo.....	4
2. Revogação.....	4
3. Fundamentos .....	4
4. Definições e Acrônimos .....	4
4.1 Acrônimos .....	4
4.2 Definições .....	4
5. Introdução .....	7
6. O que é fadiga .....	9
7. Princípio científico 1. A necessidade de sono. ....	11
7.1 Geral.....	11
7.2 Sono NREM.....	13
7.3 Sono REM.....	13
7.4 Inércia do sono .....	13
7.5 Fatores que afetam a qualidade do sono.....	15
7.6 O impacto do tempo acordado.....	20
8. Princípio científico 2. A perda e a recuperação do sono.....	23
8.1 A perda do sono.....	23
8.2 A recuperação do sono. ....	25
8.3 A restrição de sono afeta a saúde a longo prazo. ....	26
9. Princípio científico 3. Os efeitos Circadianos no sono e no desempenho. ....	27
9.1 Desajustes do relógio biológico. ....	27
9.2 Cruzamento de fusos.....	31
9.3 Alterações do ciclo vigília-sono.....	33
10. Princípio científico 4. A influência da carga de trabalho.....	35
11. Causas e consequências da fadiga.....	37

---

**Origem:** SPO

**1/58**

12. Sinais e sintomas da fadiga. ....	39
13. Contramedidas individuais para combate à fadiga. ....	40
14. Trabalho em turnos. ....	43
15. Fadiga e acidentes. ....	46
16. Leituras Recomendadas .....	49
16.1 Sono: .....	49
16.2 Pesquisas brasileiras:.....	49
17. Níveis de Gerenciamento de Fadiga do RBAC nº 117.....	50
17.1 Geral.....	50
17.2 Qual apêndice do RBAC nº 117 é mais apropriado à minha operação?.....	51
18. Apêndices.....	58
19. Disposições finais .....	58
Apêndice A. Controle de Alterações .....	58

### **Índice de Tabelas**

Tabela 1. Resumo dos principais fatores que causam fadiga e suas possíveis consequências (baseado em JAA, 2010).....	37
Tabela 2. Possíveis consequências da fadiga no desempenho de tripulantes em voo. ....	38
Tabela 3. Acidentes em que a fadiga foi identificada como fator contribuinte. ....	48

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Esquema que ilustra a relação entre fadiga e segurança (fonte: Williamson et al., 2011). ....	8
Figura 2. Percentual de tipos e estágios do sono de um adulto jovem (adaptado do DOC 9966).....	12
Figura 3. Ciclo NREM/REM durante a noite de sono normal (Associação Brasileira de Sono, 2021). ....	12
Figura 4. Desempenho (PVT) após sono de 9 horas e sono restrito (7, 5, 3 horas) e tempo de recuperação [fonte: (Belenky, et al., 2003)]. ....	23
Figura 5. Comparação da restrição de sono com a concentração de álcool no sangue em termos de efeitos no desempenho psicomotor [fonte: (Dawson, et al., 1997)]. ....	25
Figura 6. Modelo de dois fatores da regulação do sono: Processo S (homeostático do sono) e Processo C (circadiano). Associação Brasileira de Sono, 2023.....	28
Figura 7. Influência da luz no relógio biológico (fonte: DOC 9966).....	31
Figura 8. Opções sobre adaptação à origem ou ao novo local, conforme a quantidade de noites locais no local de destino e quantidade de fusos cruzados (adaptado de JAA, 2010).....	33
Figura 9. Trajetória do erro associado à fadiga e respectivas barreiras de proteção (adaptado de Dawson e McCulloch, 2005).....	46

## **Índice de Quadros**

Quadro 1. Implicações Operacionais 1: Estratégias de mitigação da inércia do sono .....	15
Quadro 2. Implicações Operacionais 2: Procedimentos para minimizar interrupções do sono .....	16
Quadro 3. Implicações Operacionais 3: Uso de cafeína .....	18
Quadro 4. Implicações Operacionais 4: Protocolos para sobreaviso e reserva .....	20
Quadro 5. Implicações Operacionais 5: Cochilar como mitigação da fadiga .....	22
Quadro 6. Implicações Operacionais 6: Permitindo a recuperação do sono .....	26
Quadro 7. Implicações Operacionais 7: Pausas durante um período de jornada.....	36
Quadro 8. Implicações Operacionais 8: Escalação de tripulantes.....	45

## 1. Objetivo

- 1.1 Orientar os operadores aéreos e tripulantes sobre os conceitos básicos da fadiga humana aplicáveis ao RBAC nº 117 e suas Instruções Suplementares.

## 2. Revogação

- 2.1 Não aplicável.

## 3. Fundamentos

- 3.1 A Resolução nº 30, de 21 de maio de 2008, institui em seu art. 14, a Instrução Suplementar – IS, norma suplementar de caráter geral editada pelo Superintendente da área competente, objetivando esclarecer, detalhar e orientar a aplicação de requisito previsto em RBAC.
- 3.2 O administrado que pretenda, para qualquer finalidade, demonstrar o cumprimento de requisito previsto em RBAC, poderá:
- adotar os meios e procedimentos previamente especificados em IS; ou
  - apresentar meio ou procedimento alternativo devidamente justificado, exigindo-se, nesse caso, a análise e concordância expressa do órgão competente da ANAC.
- 3.3 O meio ou procedimento alternativo mencionado na alínea 3.2(b) desta IS deve garantir nível de segurança igual ou superior ao estabelecido pelo requisito aplicável ou concretizar o objetivo do procedimento normalizado em IS.
- 3.4 A IS não pode criar requisitos ou contrariar requisitos estabelecidos em RBAC ou outro ato normativo.

## 4. Definições e Acrônimos

### 4.1 Acrônimos

Para os efeitos desta IS, são válidos os seguintes acrônimos:

- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil
- IS: Instrução Suplementar (publicação da ANAC)
- NREM: sono de movimento não-rápido dos olhos (sono não REM)
- OACI: Organização de Aviação Civil Internacional
- PVT: Teste de Vigilância Psicomotora (Psychomotor Vigilance Task)
- RBAC: Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (publicação da ANAC)
- REM: sono de movimento rápido dos olhos (Rapid Eye Movement)

### 4.2 Definições

Para os efeitos desta IS, são válidas as definições contidas no RBAC nº 01 e no RBAC nº 117, além das abaixo listadas:

- a. **Alerta** significa a habilidade de direcionar e sustentar a atenção, sendo influenciada pelo sono anterior e pela perda de sono, ritmicidade circadiana, tempo na tarefa (duração do trabalho contínuo) e outros fatores. O alerta manifesta-se como a habilidade de manter a atenção necessária para desempenhar uma tarefa de um nível específico. A sonolência é associada à redução do alerta.
- b. **Ciclo NREM/REM** significa a alternância regular de sono NREM e sono REM durante um período de sono, em um ciclo de aproximadamente 80 a 90 minutos.
- c. **Desempenho cognitivo** significa a capacidade de processar o pensamento e se envolver em atividade intelectual consciente, por exemplo, nos tempos de reação, resolução de problemas, atenção vigilante, memória e transferência cognitiva. Vários estudos demonstraram os efeitos negativos da perda de sono no desempenho cognitivo.
- d. **Dessincronização circadiana** significa a perda da sincronização entre ritmos de um mesmo organismo, pela quebra temporal interna (perda de aclimação).
- e. **Impulso homeostático do sono** significa a necessidade do corpo pelo sono de ondas lentas (sono profundo) que cresce à medida que se permanece mais tempo acordado, e que é descarregada durante o sono (“pressão do sono”).
- f. **Inércia do sono** significa um estado no qual o indivíduo, logo após acordar, experimenta desorientação temporária, letargia e prejuízo de desempenho. A duração e a intensidade da inércia do sono são maiores quando o indivíduo não obteve sono suficiente anterior, quando é acordado durante o sono profundo ou durante a Janela de Baixa do Alerta no Ritmo Circadiano.
- g. **Jet lag** (*jet*: jato; *lag*: defasagem) significa a dessincronização entre o relógio biológico e o ciclo dia/noite causado por voos transmeridionais (dessincronização circadiana, isto é, perda da aclimação).
- h. **Microssono** significa um período curto (de segundos) em que o cérebro se “desliga” (desconecta) do ambiente (ele para de processar as informações do meio) e cai incontrolavelmente no sono leve. É um sinal de sonolência extrema.
- i. **Monofolga** significa a folga concedida por período inferior a 48 horas consecutivas.
- j. **PVT** (*Psychomotor Vigilance Task* ou teste de vigilância psicomotora) significa um teste visual de tempo de reação, que não depende de aptidão ou habilidade do indivíduo e não apresenta uma curva de aprendizagem. O teste é sensível mesmo a pequenas perdas de sono e informa sobre a capacidade da atenção sustentada e da vigilância.
- k. **Sono de movimento não rápido dos olhos (sono não REM ou NREM)** significa um tipo de sono associado à desaceleração gradual da atividade elétrica no cérebro (visto como ondas cerebrais medidas por eletrodos presos ao couro cabeludo, conhecido como eletroencefalograma - EEG). À medida que as ondas cerebrais diminuem no sono não REM, elas também aumentam em amplitude, com a atividade de grandes grupos de células cerebrais (neurônios) tornando-se sincronizadas. O sono não REM costuma ser dividido em 3 estágios, com base nas características das ondas cerebrais. Os estágios 1 e 2 representam um sono mais leve. O estágio 3 representa o sono mais profundo e é conhecido como sono de ondas lentas.

- l. Sono de movimento rápido dos olhos (sono REM)** significa um tipo de sono durante o qual a atividade elétrica do cérebro se assemelha à da vigília. No entanto, de tempos em tempos, os olhos se movem sob as pálpebras fechadas – os “movimentos rápidos dos olhos” – e isso geralmente é acompanhado por espasmos musculares e frequência cardíaca e respiração irregulares. As pessoas acordadas do sono REM normalmente podem se lembrar de sonhos vívidos. Ao mesmo tempo, o corpo não pode se mover em resposta aos sinais do cérebro, então os sonhos não podem ser “representados”. O estado de paralisia durante o sono REM às vezes é conhecido como “bloqueio REM”.
- m. Relógio biológico** ou **relógio circadiano** ou **relógio interno** significa um marcapasso neuronal localizado no cérebro que monitora o ciclo noite/dia e determina nossa preferência enquanto espécie de dormir à noite.
- n. Sonolência** significa um estado de tendência crescente para dormir, resultante de perda de sono ou vigília estendida, ritmicidade circadiana, medicações, ou diversos distúrbios do sono. A sonolência se manifesta objetivamente como uma propensão aumentada em pegar no sono rapidamente, e subjetivamente como uma necessidade crescente ou desejo de dormir. A sonolência contribui para a fadiga mental.
- o. Zeitgeber** (do alemão, “doador de tempo”) significa qualquer marcador de tempo [sincronizador] exógeno (externo) capaz de sincronizar a função do meio interno. Existem *zeitgebers* naturais, sendo o mais forte a luz (fótico), mas temperatura, e padrões de alimentação/hidratação e exercícios físicos também podem alterar as funções internas. Há ainda os *zeitgebers* considerados sociais, os quais estão relacionados com a organização dos seres humanos em sociedade e as necessidades de trabalho relacionadas com ela.

## 5. Introdução

- 5.1 A Lei nº 13.475, de 28 de agosto de 2017, dispõe sobre o exercício da profissão de tripulante, denominado aeronauta, estabelecendo critérios e limites prescritivos de gerenciamento de fadiga, cumprindo o requisito exigido pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI).
- 5.2 Esta IS tem como objetivo fornecer orientações sobre os principais conceitos científicos envolvidos no gerenciamento de fadiga humana na aviação civil, de forma a alinhar o entendimento dos operadores, tripulantes e estudiosos acerca do tema abordado na Lei nº 13.475/17, no RBAC nº 117 e no DOC 9966.
- 5.3 Atualmente, a fadiga humana é reconhecida como um perigo que previsivelmente degrada o desempenho humano e pode contribuir para acidentes ou incidentes de aviação. A fadiga é uma condição fisiológica normal e inevitável, porque o desempenho humano ocorre de forma ideal quando se obtém sono irrestrito à noite, o que nem sempre é possível em uma indústria que funciona de forma ininterrupta. Portanto, como a fadiga não pode ser eliminada, ela deve ser gerenciada.
- 5.4 A fadiga associada às operações de voo é um fator de risco para a segurança. As múltiplas etapas de voo, as longas horas de jornada, os períodos limitados de repouso, as monofolgas, a apresentação muito cedo pela manhã, as condições de sono subótimas, os turnos de trabalho rotativos e não padronizados e *jet lag* representam desafios significativos para as capacidades biológicas dos tripulantes. Os seres humanos simplesmente não são preparados biologicamente para operar efetivamente em quaisquer horários dentre as 24 horas que caracterizam as operações na aviação civil, sejam elas de curto ou longo alcance, transoceânicas, ou realizadas a qualquer hora do dia, da noite e em turnos com horários de trabalho não regulares.
- 5.5 Uma representação da relação entre fadiga e segurança consta na figura 1. Neste esquema, a sonolência é compreendida como parte da fadiga, e o sono como parte do repouso. O estado da fadiga é aumentado dependendo da hora do dia (fator circadiano), de há quanto tempo se está acordado (pressão do sono) e das tarefas relativas ao trabalho (carga de trabalho). O desdobramento deste estado pode ser a recuperação, com o repouso, ou o prejuízo no desempenho, podendo levar a um acidente (tanto de lesão quanto fatal) (Williamson et al., 2011).

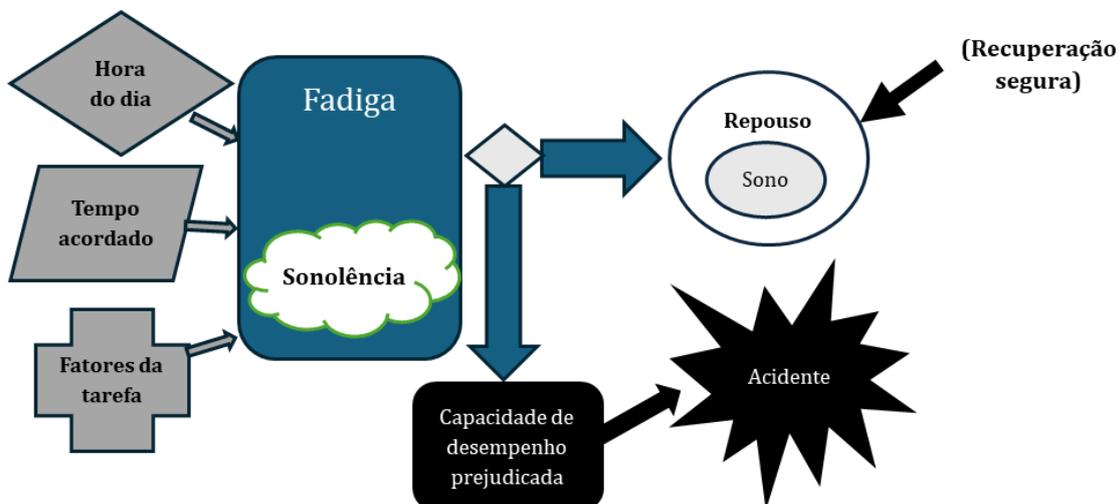


Figura 1. Esquema que ilustra a relação entre fadiga e segurança (fonte: Williamson et al., 2011).

- 5.6 Um guia elaborado pelas *American Academy of Sleep Medicine* e *Sleep Research Society* (Gurubhagavatula et al., 2021) elencou três princípios relacionados aos fatores de risco associados à duração do turno de trabalho:
- 5.6.1. Princípio 1. A duração dos turnos de trabalho está ligada a resultados adversos no desempenho, segurança e saúde, especialmente quando os turnos não estão alinhados com o relógio biológico do trabalhador para promover o alerta durante o trabalho e o sono durante o repouso. A causa primária dos resultados adversos está associada ao desalinhamento entre o momento e a duração do período de trabalho e a regulação fisiológica e temporal do sono e do alerta. Quando o trabalho ocorre em momento em que o sono é promovido, o efeito recuperativo do sono fica comprometido e um aumento da sonolência durante a vigília é notado, contribuindo com a fadiga mental.
- 5.6.2. Princípio 2. Fatores relativos ao trabalho, como carga de trabalho e tempo de deslocamento, contribuem para impactar a duração da jornada no desempenho, segurança e saúde. Além dos aspectos da regulação temporal do sono e do alerta, fatores ligados à configuração das escalas de trabalho têm importante papel quando se pensa nos impactos no desempenho da tripulação, segurança da operação e saúde do trabalhador. Por exemplo, configurações de escalas que contêm jornadas de início cedo, turnos com horários irregulares e, principalmente, que seguem no sentido anti-horário, bem como os acúmulos de horas semanal, mensal e anual podem afetar de forma isolada ou combinada. O tempo de deslocamento ao trabalho é um fator de importância a ser considerado quando diminui o tempo de repouso (e de sono) disponível e/ou quando aumenta a duração da vigília.
- 5.6.3. Princípio 3. Fatores biológicos, comportamentais e sociais contribuem para o impacto da duração da jornada no desempenho, segurança e saúde. O impacto da duração da jornada, da configuração das escalas de trabalho e de outros fatores associados são moderados por fatores biológicos, comportamentais e sociais do trabalhador, influenciando a necessidade individual de sono, a melhor hora de dormir, a resposta à perda de sono, a tolerância para trabalhar períodos longos e a resiliência de maneira geral.

## 6. O que é fadiga.

- 6.1 A definição de fadiga adotada pela ANAC no RBAC nº 117 derivou da constante no DOC 9966 da OACI e tem como objetivo facilitar o alinhamento desta concepção dentro da área de fatores humanos, visto que é um segmento de estudo multidisciplinar.

**fadiga** significa um estado fisiológico de redução de capacidade de desempenho físico e/ou mental resultante do débito de sono, vigília estendida, desajustes dos ritmos circadianos, alterações do ciclo vigília-sono e/ou carga de trabalho (mental e/ou física) que podem prejudicar o nível de alerta e a habilidade de uma pessoa executar atividades relacionadas à segurança operacional.[RBAC 117.3(f)]

- 6.2 Os princípios científicos envolvidos nesta definição são quatro:
- 6.2.1. **A necessidade de sono.** Obter sono suficiente de forma regular, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, é essencial para restaurar o cérebro e o corpo.
- 6.2.2. **A perda e a recuperação do sono.** Reduzir a quantidade ou a qualidade de sono, mesmo que por apenas uma noite, diminui a habilidade de executar as tarefas adequadamente e aumenta a sonolência do dia seguinte.
- 6.2.3. **Os efeitos circadianos no sono e no desempenho.** O relógio biológico afeta o horário e a qualidade do sono, propiciando períodos de picos e de quedas no desempenho.
- 6.2.4. **A influência da carga de trabalho.** A carga de trabalho contribui para o nível de fadiga de uma pessoa, mesmo quando é baixa. Uma baixa carga de trabalho pode propiciar condições para um estado de sonolência, enquanto uma alta carga de trabalho pode exceder a capacidade de pensar e de agir.
- 6.3 A fadiga resulta do desequilíbrio entre as demandas mentais e físicas ocorridas durante a vigília e a recuperação dessas demandas, a qual exige, principalmente, que se durma.
- 6.4 A abordagem da fadiga, devido à amplitude e complexidade, pode ser concebida em estado agudo, cumulativo (ou acumulado) ou crônico. Assim:
- 6.4.1. **A fadiga aguda (ou transitória, transiente, passageira)** significa o estado provocado pela restrição extrema do sono ou por horas prolongadas de vigília ao longo de um ou dois dias ou, ainda, pela alta carga de trabalho em um único período de trabalho. Os efeitos da fadiga transitória geralmente podem ser dissipados por meio de um período de repouso após a jornada de trabalho.
- 6.4.2. **A fadiga cumulativa (ou acumulada)** significa o estado provocado por leves, porém repetidas, restrições de sono, ou, ainda por períodos de vigília prolongada durante uma série de dias, gerando um acúmulo de perda de sono (débito de sono). ).
- 6.4.3. **A fadiga crônica (ou síndrome de fadiga crônica)** significa uma condição clinicamente definida caracterizada por fadiga incapacitante grave e uma combinação de sintomas que caracterizam proeminentemente deficiências autorrelatadas na concentração e memória de

curto prazo, distúrbios do sono e dor musculoesquelética. Estudos recentes sugerem que algumas pessoas afetadas pela síndrome da fadiga crônica melhoram com o tempo, mas a maioria permanece funcionalmente prejudicada por vários anos (Fukuda et al., 2011).

- 6.5 A fadiga não pode ser diretamente mensurada, por isso outras variáveis relacionadas a ela são utilizadas como referência. Assim, a fadiga pode ser inferida através de mudanças em diversos aspectos do desempenho físico e/ou cognitivo, como aumento do tempo de reação em uma determinada tarefa, redução do desempenho cognitivo, redução ou perda da consciência situacional e diminuição da motivação. Os níveis de fadiga percebidos de uma pessoa são frequentemente inferiores às quedas observadas no desempenho.

## **7. Princípio científico 1. A necessidade de sono.**

### **7.1 Geral**

- 7.1.1. Sono é o estado reversível em que o controle consciente do cérebro está ausente e o processamento das informações sensoriais do ambiente é mínimo. O cérebro fica “desconectado” para as funções de ordenar e armazenar as experiências do dia e reabastecer os sistemas gastos pelas atividades realizadas quando estamos despertos.
- 7.1.2. O sono tem uma função vital na saúde e no bem-estar. Ele é essencial para a memória e para aprendizagem, para a manutenção do estado de alerta, do desempenho e do humor. Quanto mais o sono é estudado, mais ele é valorizado. Pesquisas já demonstraram que não se pode barganhar o sono, sacrificá-lo sempre gera consequências perigosas.
- 7.1.3. O sono é uma necessidade fisiológica vital e fundamental para a existência humana. Um boa noite de sono é tão importante para a saúde e o bem-estar como a alimentação adequada e a atividade física regular.
- 7.1.4. A duração do sono ao longo da vida muda conforme a idade. Normalmente, são necessárias entre 7 e 9 horas de sono para a recuperação de adultos jovens (26 a 64 anos), e entre 7 e 8 horas de sono para adultos mais velhos (65 anos e acima), considerando pessoas saudáveis, sem distúrbios de sono (Hirshkowitz et al., 2015).
- 7.1.5. A fadiga relacionada ao sono pode afetar o humor e a capacidade de comunicação e interação do indivíduo. Quando sonolentas, as pessoas geralmente apresentam perda de humor e redução na quantidade e qualidade de comunicação e interação com outros. Isso pode ter sérias consequências para tripulações e grupos de trabalho que dependem da troca de informações para fornecer apoio mútuo e evitar erros.
- 7.1.6. Tradicionalmente, o sono é estudado por meio do monitoramento de padrões elétricos da atividade cerebral, dos movimentos dos olhos e do tônus muscular. Essas medidas indicaram que o sono não é um bloco único e linear, e que há dois tipos de sono: o sono NREM e o sono REM.
- 7.1.7. Durante uma noite normal de sono, os sonos NREM e REM se alternam em ciclos que duram aproximadamente 90 minutos (esta duração pode ser muito variável dependendo de diversos fatores individuais e ambientais).
- 7.1.8. A figura 2 representa a proporção dos sonos NREM e REM ao longo de uma noite de sono.

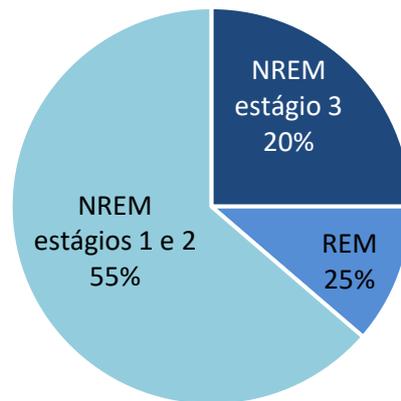


Figura 2. Percentual de tipos e estágios do sono de um adulto jovem (adaptado do DOC 9966).

7.1.9. A figura 3 apresenta o ciclo NREM/REM ao longo de uma noite normal de sono:

- O sono é iniciado no estágio 1 e progride para o estágio 2, sendo ambos sonos considerados mais leves;
- O sono progride do estágio 2 até o sono profundo (ondas lentas) no estágio 3;
- Após 80 a 90 minutos de sono, há um retorno do estágio 3 ao estágio 2. Esta mudança normalmente é marcada por movimentos do corpo, enquanto a pessoa transita brevemente do estágio 2 até o primeiro período de sono REM da noite;
- Após um período curto de sono REM, há um retorno ao estágio 1 e ao sono de ondas lentas, e então o ciclo se repete. De manhã, a pessoa acorda do sono REM e possivelmente se lembra do seu sonho.

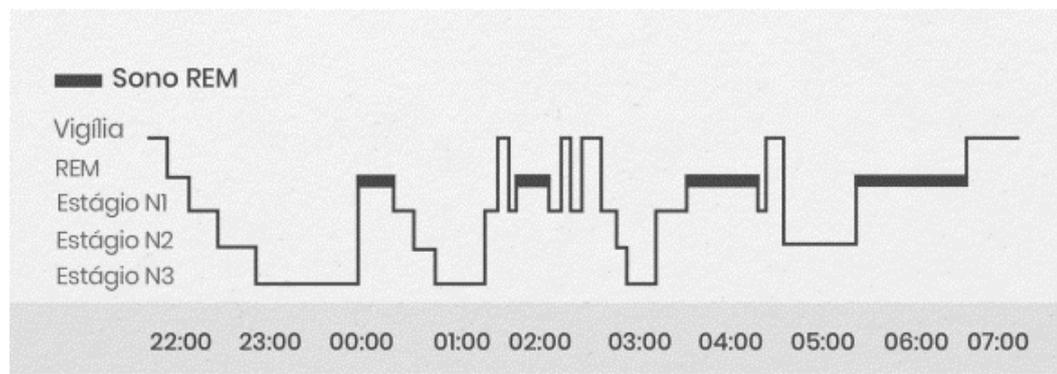


Figura 3. Ciclo NREM/REM durante a noite de sono normal (Associação Brasileira de Sono, 2021).

7.1.10. Em um ciclo normal NREM/REM à noite:

- a quantidade de sono de ondas lentas (NREM) diminui com o passar dos ciclos (pode não haver nenhum nos últimos ciclos);
- a quantidade de sono REM aumenta com o passar dos ciclos.

## 7.2 Sono NREM

- 7.2.1. Durante o sono NREM, a atividade das ondas cerebrais gradualmente fica mais lenta quando comparada à atividade cerebral de um indivíduo acordado. Neste momento, o corpo se regenera. Muitas vezes, este tipo de sono é referido como o sono da “mente quieta e corpo quieto”. Durante uma noite de sono normal, a maioria dos adultos passa em média três quartos do período do sono em sono NREM.
- 7.2.2. O sono NREM é dividido em três estágios, baseados nas características das ondas cerebrais.
- 7.2.3. Os estágios 1 e 2 representam o sono mais leve, em que normalmente o sono é iniciado, em que ainda pode ser fácil acordar a pessoa.
- 7.2.4. O estágio 3 também é conhecido como sono de ondas lentas ou sono profundo. Neste estágio, o cérebro para de processar a informação do exterior, e muitos neurônios são disparados em sincronia, gerando ondas elétricas grandes e lentas. É mais difícil acordar a pessoa neste estágio quando comparado aos estágios 1 e 2. Durante o sono de ondas lentas ocorre a consolidação de certos tipos de memória, por isso ele é importante para a aprendizagem. Neste mesmo estágio, os músculos são reparados por meio de regeneração celular.
- 7.2.5. Quanto mais tempo acordado e mais ativo fisicamente, mais atividade de sono de ondas lentas o cérebro apresenta. Este estágio reflete a necessidade do cérebro em dormir que aumentou ao longo do tempo em que se esteve acordado, o que é muitas vezes descrito como “o processo homeostático do sono” ou “pressão do sono” (ver 9.1.2). Logo, este tipo de sono é o que é o que se encaixa com a ideia tradicional de que o sono restaura o indivíduo das atividades realizadas quando acordado.

## 7.3 Sono REM

- 7.3.1. No sono REM, a atividade cerebral se parece com a de um indivíduo acordado. Entretanto, neste tipo de sono, de tempos em tempos os olhos se movem sob as pálpebras – o chamado “movimento rápido dos olhos”, o que dá nome a este tipo de sono (REM = *Rapid Eye Movement*), também chamado de sono paradoxal. Ele é acompanhado de espasmos musculares e frequências cardíaca e respiratória irregulares. A maioria dos adultos passa um quarto do período de sono em sono REM.
- 7.3.2. Durante o sono REM, o cérebro está se autorreparando. Informações do dia anterior são consolidadas, classificadas e relacionadas às memórias previamente armazenadas. Pessoas acordadas do sono REM normalmente podem se lembrar com clareza de detalhes dos sonhos. No sono REM, o corpo não consegue se mexer em resposta aos sinais do cérebro, por isso os sonhos não são atuados. As pessoas podem experimentar uma breve paralisia quando acordam do sono REM, quando a reversão da paralisia do sono REM não ocorre de forma simultânea. Devido a estas características, o sono REM é descrito como um “cérebro ativo em um corpo paralisado”.

## 7.4 Inércia do sono

- 7.4.1. Despertar do sono não é apertar uma chave de “liga/desliga”, e sim passar por um processo em que várias partes do cérebro precisam se reativadas em sequência. Durante esse período, as pessoas podem sentir uma sensação de letargia e desorientação. Tal condição é conhecida como inércia do sono, sendo normalmente mais intensa após longos períodos de sono. A duração e a intensidade da inércia do sono também são maiores quando o indivíduo não obteve sono suficiente anterior, quando é acordado durante o sono profundo ou durante a Janela de Baixa do Alerta no Ritmo Circadiano.
- 7.4.2. A importância de se considerar a inércia do sono nas operações aéreas é que ela caracteriza um período de hipovigilância (atenção rebaixada), confusão, desorientação e comprometimento do desempenho cognitivo e sensorio-motor que, embora sejam transitórios, podem impactar uma tomada de decisão.
- 7.4.3. A inércia do sono é o terceiro processo no modelo de regulação do sono (vide modelo de regulação do sono em dois processos na Seção 8.3.3 desta IS). Ela representa um declínio curto, porém saliente, do alerta e do desempenho imediatamente após o despertar (Hilditch e McHill, 2019).

A inércia do sono pode ser bem mais intensa (até 3,6 vezes maior) se ocorrer durante o horário do sono biológico, ou seja, no horário em que a pessoa dormiria se estivesse livre do trabalho no local onde está fisiologicamente adaptada (Scheer, 2008).

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 1

### ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DA INÉRCIA DO SONO

- A possível ocorrência de inércia do sono às vezes é usada como argumento desfavorável a dormir ou cochilar quando há a expectativa de que um indivíduo possa ter de trabalhar imediatamente após acordar (por exemplo, em situações de reserva em aeroportos).
- Embora não seja desejável que um indivíduo acordado para uma emergência esteja sob os efeitos da inércia do sono, os benefícios do sono também devem ser levados em consideração, especialmente se a necessidade não for urgente e houver tempo livre para recuperação da inércia.
- O risco de inércia do sono pode ser reduzido:
  - ✓ por um protocolo de retorno ao serviço ativo que oportunize tempo suficiente para dissipar a inércia do sono. Após qualquer período de sono superior a 20 minutos, pelo menos 10-15 minutos devem ser permitidos antes de recomeçar as tarefas relacionadas à segurança ou dirigir; e
  - ✓ pela limitação da duração de um cochilo a não mais de 20 minutos. No entanto, um período tão curto de sono não proporcionará benefícios para o estado de alerta no longo prazo.
- Em tripulações compostas ou de revezamento, após o descanso a bordo, deve ser garantido ao tripulante um prazo de, pelo menos, 15 minutos antes de ele/ela recomeçar suas atividades a bordo. A IS nº 117-003 detalha os procedimentos após o descanso a bordo para minimizar os efeitos da inércia do sono.
- Consulte *Implicações Operacionais 5: Cochilar como Mitigação da Fadiga* para obter mais informações sobre como o cochilo pode ser usado para mitigar a fadiga.

Quadro 1. Implicações Operacionais 1: Estratégias de mitigação da inércia do sono

#### 7.5 Fatores que afetam a qualidade do sono.

- 7.5.1. A qualidade do sono (isto é, sua função restauradora) depende da passagem por ciclos ininterruptos de sono NREM e REM. Quanto mais o sono é fragmentado pelo despertar, menor será o seu valor restaurador. Isso mostra que ambos os tipos de sono são importantes. Entretanto, existem fatores que podem afetar tanto a quantidade quanto a qualidade do sono obtido, como idade, distúrbios do sono, uso de cafeína, álcool e nicotina, hábitos pessoais, fatores pessoais e condições ambientais.

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 2

### PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR INTERRUPÇÕES DO SONO

- Como os ciclos NREM/REM ininterruptos são a chave para um sono de boa qualidade, deve haver procedimentos para minimizar possíveis interrupções do sono, quer ele ocorra durante os períodos de trabalho ou de repouso/folga.
- Os operadores aéreos devem desenvolver procedimentos para proteger o sono dos tripulantes em acomodações fornecidas pela empresa (como, por exemplo, fazendo uma avaliação dos hotéis de pernoite, e adequando as áreas de espera em aeroportos para os casos de reserva). O operador deve restringir o acesso aos locais onde as pessoas estão tentando dormir e garantir que os períodos de silêncio sejam respeitados (por exemplo, evitar trabalho de manutenção ou limpeza de rotina). Conforme aplicável, devem ser cumpridos os requisitos para acomodações para repouso ou acomodação para reserva.
- Mais informações em como proteger o sono constam das IS nº 117-002 e IS 117-003.

Quadro 2. Implicações Operacionais 2: Procedimentos para minimizar interrupções do sono

#### 7.5.2. Idade e qualidade do sono.

- a. O sono não é igual ao longo da vida. Durante a idade adulta, o sono se altera significativamente. Um estudo demonstrou que a quantidade de sono de ondas lentas diminui com a idade, enquanto a quantidade de sono leve aumenta (Redline, 2004). Esta alteração foi inicialmente identificada nos homens, com poucas diferenças para as mulheres. A qualidade do sono, medida por meio do tempo acordado durante uma noite normal de sono, também diminui com a idade.
- b. Não é claro se tais alterações no sono com a idade reduzem a efetividade de restaurar as funções de vigília. Estudos em laboratórios que interrompem (fragmentam) o sono são normalmente conduzidos com adultos jovens. Na aviação, a experiência, tanto em termos de habilidade na tarefa quanto em saber como administrar o sono em diferentes turnos de trabalho, poderia auxiliar a reduzir o risco potencial de fadiga derivado das alterações dos padrões de sono com o avançar da idade.

#### 7.5.3. Distúrbios do sono.

- a. A qualidade do sono pode ser prejudicada por uma variedade de distúrbios de sono, que podem impossibilitar a obtenção do sono restaurador, mesmo quando a pessoa permanece na cama por tempo suficiente tentando dormir. Algumas pessoas sofrem de distúrbios do sono quase todas as noites, tornando-se cronicamente cansadas e improdutivas. Outras são vítimas de sonolência excessiva durante o dia. Estas condições podem estar

associadas aos tipos de sono REM ou NREM.

- b. Os distúrbios do sono representam um risco particular quando as características da operação restringem o tempo disponível para dormir. O treinamento de gerenciamento individual de fadiga deve incluir informações básicas sobre distúrbios do sono e seu tratamento, onde procurar ajuda, se necessário, e quaisquer requisitos relacionados à aptidão para o trabalho.
- c. Alguns exemplos de distúrbios do sono são:
  - i. insônia, caracterizada pela dificuldade de iniciar o sono, mantê-lo continuamente durante a noite ou pelo despertar antes do horário desejado;
  - ii. apneia obstrutiva do sono, caracterizada pela obstrução da via aérea durante o sono, levando a uma parada da respiração que dura em média 20 segundos. Após essa parada, a pessoa acorda, emitindo um ronco muito alto. A apneia pode ocorrer várias vezes durante a noite, havendo pessoas que apresentam episódios a cada um ou dois minutos; e
  - iii. síndrome das pernas inquietas, caracterizada pela agitação involuntária dos membros inferiores, mas que pode ocorrer também com os braços, nos casos mais graves. Em geral, os sintomas são mais intensos à noite, fazendo com que a pessoa durma mal ou quase não durma.
- d. Sintomas
  - i. A principal manifestação dos problemas crônicos de sono é a sonolência excessiva diurna. As primeiras manifestações dos distúrbios do sono são as alterações do humor, da memória e das capacidades mentais, como aprendizado, raciocínio e pensamento.
  - ii. Um sintoma muito característico de distúrbio de sono é o ronco. O ronco ainda hoje pode ser interpretado como sinal de que o indivíduo dorme bem, mas é justamente o contrário. Há evidências de que o ronco é mais presente entre trabalhadores em turnos e noturnos (como os tripulantes) do que entre trabalhadores exclusivamente diurnos (Menezes et al., 2004).

Pessoas com dificuldade em dormir ou que se sentem cansadas ao longo do dia sem motivo aparente devem buscar orientação médica para avaliar a possível existência de um distúrbio de sono, pois é muito difícil que identifiquem o problema sozinhas.

#### 7.5.4. Uso de substâncias.

- a. O uso de cafeína (presente em cafés, chás, energéticos, colas, chocolates e diversas medicações) estimula o cérebro, promovendo o alerta. Por outro lado, também dificulta o início do sono e afeta sua qualidade dependendo da hora em que é ingerida. A sensibilidade à cafeína varia entre as pessoas, mas mesmo tomadores assíduos de café

apresentarão sonos mais leves e perturbados se ingerirem perto da hora de dormir (embora tal fato possa não ser percebido por eles).

- b. Os efeitos da cafeína normalmente podem ser percebidos após 15 minutos da ingestão, e durar de quatro a seis horas.
- c. A nicotina presente em cigarros também é um estimulante e afeta o sono de forma similar à cafeína.
- d. O álcool, apesar de gerar um estado de sonolência, prejudica o sono. Enquanto o corpo processa o álcool (na média de uma dose padrão por hora<sup>1</sup>), o cérebro não consegue obter o sono REM. A pressão pelo sono REM aumenta, e então as fases finais do período de sono contém mais períodos de sono REM, resultado em um sono mais perturbado como consequência.

### IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 3:

#### USO DE CAFEÍNA

- A cafeína pode ser útil para reduzir temporariamente a sonolência durante o trabalho porque bloqueia uma substância química no cérebro (adenosina), que aumenta a sonolência. Também pode ser consumida antes de um período do dia que provavelmente está associado à maior sonolência (por exemplo, as primeiras horas da manhã).
- É importante lembrar que a cafeína não elimina a necessidade de sono e deve ser usada apenas como estratégia de curto prazo.
- Para obter o máximo benefício, a cafeína deve ser usada estrategicamente: ser evitada quando o estado de alerta for alto e ser consumida quando o estado de alerta for baixo (por exemplo, ao final de um longo período de trabalho ou quando chamado para uma jornada noturna).

Quadro 3. Implicações Operacionais 3: Uso de cafeína

#### 7.5.5. Fatores ambientais.

- a. Condições ambientais também podem prejudicar o sono. A exposição à luz intensa aumenta o alerta (ela inclusive é usada como estratégia de combate a fadiga), por isso é muito mais fácil dormir em um quarto escuro, com cortinas escuras ou máscaras para os olhos para bloquear a luz.
- b. Sons repentinos também prejudicam o sono. Uma tentativa para mascará-los pode ser

<sup>1</sup> Sobre o uso de álcool e outras substâncias, vide RBAC nº 120 e IS nº 120-002 da ANAC.

ligar o rádio (ruído entre estações) ou aparelhos que produzam ruídos contínuos (como ventilador ou o aparelho de ar-condicionado).

- c. O pegar no sono também depende de conseguir baixar a temperatura corporal central (pela perda de calor pelas extremidades), por isso é mais fácil dormir se o ambiente estiver mais para frio do que para quente. Para a maioria das pessoas, temperaturas entre 18-20°C são ideais para favorecer o sono.
- d. A superfície onde se dorme também é importante. O sono obtido na posição horizontal é mais restaurador do que o obtido em posição inclinada.

#### **7.5.6. Qualidade do sono a bordo, em reserva e em sobreaviso.**

- a. O sono obtido em aeronaves (descanso a bordo, durante o voo) normalmente é fragmentado, ou seja, de pior qualidade. Os fatores identificados pelos tripulantes como prejudiciais ao sono foram barulhos aleatórios, pensamentos, não estar com sono no momento do descanso, turbulência, ruídos da aeronave, acomodações inadequadas, baixa umidade e idas ao banheiro.
- b. Em situações de sobreaviso e reserva, o sono pode ser perturbado se existir uma expectativa de ser acordado e chamado para voar. Um estudo em laboratório comparou o sono de pessoas que foram advertidas que poderiam ser acordadas e chamadas para responder a um barulho com o sono de pessoas que não receberam tal instrução. Os resultados mostraram que as pessoas que receberam o aviso demoraram mais para pegar no sono e ficaram mais acordadas durante a noite do que as outras, mesmo que o barulho não tenha ocorrido e o sono não tenha sido efetivamente perturbado por fatores externos (Wuyts et al., 2012).

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 4

### PROTOCOLOS PARA SOBREAVISO E RESERVA

Embora as situações de reserva e sobreaviso não tenham a certeza associada aos turnos programados, os mesmos princípios científicos se aplicam. É importante estabelecer protocolos para atribuição de tarefas não programadas que visem:

- minimizar as interrupções durante os períodos circadianos em que o sono é mais provável de ocorrer.
  - ✓ Durante os períodos de reserva ou sobreaviso, haverá momentos em que é mais provável que um indivíduo consiga dormir. Portanto, as interrupções (como chamadas telefônicas não urgentes do trabalho) durante esses horários devem ser minimizadas (consulte *Implicações Operacionais 2. Procedimentos para minimizar interrupções do sono*).
- limitar horas contínuas de vigília (tempo acordado) antes e durante os períodos de reserva e sobreaviso.
  - ✓ Sempre que possível, um período de notificação deve ser fornecido antes que o indivíduo seja chamado para se apresentar. Isso permite que um indivíduo se prepare tirando um cochilo em casa e limite seu tempo acordado antes de iniciar o trabalho.
  - ✓ Se períodos mínimos de notificação não forem operacionalmente viáveis, ou se for necessário estender o período de trabalho, a possibilidade de cochilar durante a reserva, por exemplo, pode mitigar o acúmulo de fadiga em horas estendidas de vigília.
  - ✓ Deve-se considerar as instalações apropriadas de cochilo e o estabelecimento de protocolos de cochilo (ver *Implicações Operacionais 5: Cochilar como mitigação da fadiga*).
- programar sobreaviso e reserva de maneira previsível.
  - ✓ Períodos de reserva e de sobreaviso devem ser atribuídas com o máximo de antecedência possível e, idealmente, de maneira previsível. Isso fornece algum nível de consistência no tempo dos períodos de trabalho e permite que os indivíduos planejem e gerenciem suas oportunidades de sono.

Quadro 4. Implicações Operacionais 4: Protocolos para sobreaviso e reserva

#### 7.6 O impacto do tempo acordado.

- a. Quanto mais tempo um indivíduo permanece acordado, pior se torna seu alerta e seu desempenho. Isso acontece devido ao aumento da pressão homeostática do sono associado aos longos períodos de vigília. Dormir é a única forma de reverter isso.
- b. O US *National Transportation Safety Board* examinou a relação entre o tempo acordado e erros observados em 37 acidentes de aeronaves de asa fixa (1978-1990), nos quais as

ações ou omissões da tripulação de voo foram fatores contribuintes<sup>2</sup>. Em termos de tipos de erro, as tripulações com “muito tempo acordado” (média de quase 14 horas) cometeram significativamente mais erros de procedimento e erros de decisão tática do que as tripulações com “pouco tempo acordado” (média de 5 horas).

- c. Não apenas a quantidade de horas desde o despertar importa, a quantidade de sono obtido anteriormente (ou seja, a condição de existir ou não débito de sono) e o período do dia em que se mantém acordado (se de dia ou de noite) também devem ser considerados. Em condições normais, oito horas diárias de sono garantem 16 horas de vigília; entretanto, se existir débito de sono anterior, a quantidade de sono obtida nas últimas 48 horas gera uma melhor avaliação das condições do alerta. Assim, a partir de 16 horas de vigília contínua a fadiga seria considerada um perigo em potencial para indivíduos que obtiveram oito horas de sono nas duas noites anteriores. Na prática, a fadiga passaria a ser um problema a partir de 12 a 14 horas de vigília para turnos iniciados muito próximos ao horário em que o indivíduo acordou. Por outro lado, em turnos que finalizam em horários próximos à hora de dormir, a fadiga se tornaria um perigo em potencial após oito horas de jornada. Em casos de turnos noturnos e de madrugada, considerando que o indivíduo já estaria acordado há 14-16 horas, a fadiga seria um problema presente durante todo o turno de trabalho (Dawson e McCulloch, 2005).
- d. Um importante aspecto a ser considerado no cálculo do tempo acordado é o tempo de deslocamento até o aeroporto (*commuting*). Na confecção das escalas de voos, o operador aéreo considera que o tripulante esteja a uma distância relativamente próxima (ex. 1 hora). Entretanto, tripulantes que preferem morar mais longe ou mesmo em outras cidades podem necessitar muito mais tempo de deslocamento, e isso deve ser considerado no gerenciamento individual do tempo acordado, especialmente há quanto tempo estará acordado ao final da jornada<sup>3</sup>.
- e. O cochilo é uma estratégia eficaz para diminuir o tempo acordado. Em especial, cochilos antes de turnos iniciados mais tarde/à noite diminuem o tempo acordado e são recomendados.

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 5

### COCHILAR COMO MITIGAÇÃO DA FADIGA

- Quando uma pessoa está acordada por um longo período ou não dormiu o suficiente por um ou mais dias, cochilar é uma estratégia eficaz para reduzir a fadiga. O cochilo é uma mitigação de curto prazo

<sup>2</sup> National Transportation Safety Board Safety Study 94/01.

<sup>3</sup> Some a quantidade de horas que dormiu nas últimas 48 horas (últimas duas oportunidades de sono). O tempo acordado a partir do qual o risco passa a existir é a soma deste resultado a partir do horário em que acordou. Exemplo: Uma pessoa dormiu 7 horas do dia 1 para o dia 2 e 8 horas do dia 2 para o dia 3 (7+8=15 horas). No dia 3 acordou às 07:00 (7+15=22). A partir das 22:00 do dia 3, ela deve prestar mais atenção ao seu nível de alerta e ao gerenciamento de fadiga.

que pode ser usada antes e durante o trabalho para ajudar a manter o desempenho e o estado de alerta. No entanto, o cochilo não pode ser usado como meio de estender o período de trabalho, pois para se recuperar completamente da fadiga são necessários um ou mais períodos completos de sono.

- **Cochilo antes do trabalho:** quando um período de trabalho se inicia mais tarde (por exemplo, no final da tarde ou à noite), um cochilo antes do início do trabalho reduzirá o período de vigília e poderá melhorar o desempenho e o estado de alerta durante a jornada. A hora do dia em que é mais provável que possamos tirar um cochilo é durante a janela de baixa do alerta da tarde (15 às 17h) ou durante a janela normal da noite para dormir.
- **Cochilo durante a jornada de trabalho:** um cochilo durante a jornada de trabalho pode ajudar a manter o desempenho durante períodos de trabalho prolongados ou noturnos.
  - ✓ A forma como esses cochilos são gerenciados dependerá do contexto em que ocorrem e onde podem ocorrer (por exemplo, durante a reserva, em aeroportos, ou acomodações para descanso a bordo de aeronave).
  - ✓ A duração do tempo dado ao cochilo dependerá em grande parte da hora do dia e do tempo disponível, o que pode ser difícil de controlar. Idealmente, o período do cochilo deve permitir tempo suficiente para os indivíduos adormecerem (pode levar mais tempo do que o normal para adormecer nessas circunstâncias) e tempo suficiente após o despertar antes de recomeçar as tarefas para garantir que qualquer inércia do sono tenha se dissipado (ver *Implicações Operacionais 1: Estratégias de Mitigação da Inércia do Sono*).
  - ✓ Também é fundamental que os indivíduos saibam que não podem reduzir seu tempo de sono anterior à jornada, assumindo que realizarão um cochilo durante a jornada. Se intencionalmente dormem menos antes do trabalho porque supõem que vão tirar um cochilo no trabalho, o benefício geral de permitir o cochilo pode não ser atingido. Além disso, é responsabilidade do tripulante aproveitar da melhor maneira possível sua oportunidade de sono. Se, ao iniciar a jornada, o tripulante não se considera apto (ou seja, se tiver razões para acreditar que esteja, ou provavelmente venha a estar sob o efeito de fadiga que possa prejudicar o seu desempenho de modo a afetar a segurança da operação) e entende que somente estaria apto mediante a realização de cochilo, o tripulante não pode aceitar operar a aeronave.

Quadro 5. Implicações Operacionais 5: Cochilar como mitigação da fadiga

## 8. Princípio científico 2. A perda e a recuperação do sono.

### 8.1 A perda do sono.

- 8.1.1. Mesmo para pessoas que consideram obter uma boa qualidade de sono, a quantidade de sono obtido também importa para restaurar as suas funções normais do corpo quando acordado.
- 8.1.2. Numerosos estudos de laboratório observaram os efeitos da restrição de sono noturno de 1 ou 2 horas. A perda de apenas 2 horas de sono em uma noite diminui o alerta do dia seguinte e degrada o desempenho em diversos tipos de tarefas.
- 8.1.3. Os efeitos de restringir o sono noite após noite acumulam-se, levando a pessoa a se tornar menos alerta e menos funcional a cada dia que segue. Isto é chamado de débito de sono acumulado. Esta situação pode ocorrer na aviação quando os períodos mínimos de repouso e folgas são agendados em sequência ou quando o horário de início ou término de uma jornada sobrepõe-se ao período usual de oportunidade de sono noturno por vários dias consecutivos.
- 8.1.4. Quanto menor o tempo disponível para dormir à noite, maior é a queda no nível de alerta e no desempenho. A figura 5 apresenta o efeito da restrição do sono em função da quantidade da restrição. Sonos com duração de 7 horas já demonstram piora na velocidade do tempo de reação, e exigem dias de recuperação. Tal impacto é ainda mais exacerbado em situações em que o sono se restringe a 5 ou 3 horas por noite.

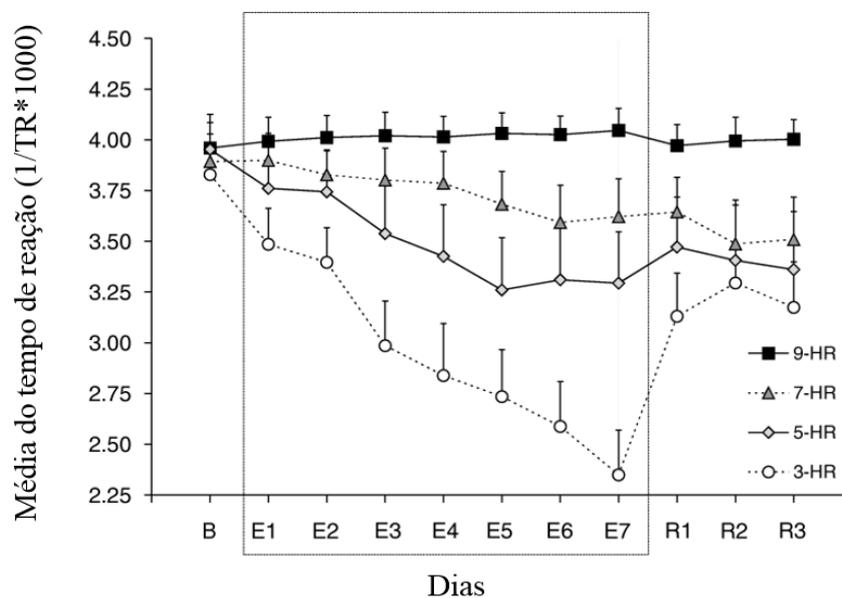


Figura 4. Desempenho (PVT) após sono de 9 horas e sono restrito (7, 5, 3 horas) e tempo de recuperação [fonte: (Belenky, et al., 2003)].

- 8.1.5. Sono insuficiente impacta diversas facetas do funcionamento cognitivo, sendo que os mais atingidos parecem ser a velocidade de processamento e a atenção. Adicionalmente, estudos realizados com imagens cerebrais sugerem que as regiões do cérebro envolvidas em tarefas mentais mais complexas (por exemplo, antecipação de eventos, planejamento e

determinação de cursos de ação importantes – particularmente quando em situações novas) são as mais afetadas com a perda de sono e apresentam maior necessidade de sono para recuperar voltar aos padrões normais.

- 8.1.6. Estudos cujos métodos incluem tarefas cognitivas mais complexas mostram que o sono insuficiente causa mudanças na memória de curto prazo, na capacidade de realização de cálculos de aritmética de cabeça, na execução de funções executivas e na linguagem. Já nos estudos que utilizam tarefas de atenção e tempo de reação como método, os resultados são menos consistentes, bem como há uma menor variabilidade em termos de desempenho.
- 8.1.7. A regularidade da perda do sono pode atingir um patamar em que o indivíduo deixa de perceber os efeitos prejudiciais da restrição crônica do sono. Por exemplo, nos primeiros 3 dias de restrição de sono severa (3 horas na cama), as pessoas estão conscientes de que estão se tornando cada vez mais sonolentas. Entretanto, após vários dias na mesma condição, elas deixam de perceber diferenças nelas mesmas, mesmo com o desempenho e o alerta em contínuo declínio. Ou seja, com a manutenção da restrição de sono, as pessoas vão se tornando cada vez menos confiáveis na avaliação da própria condição. Por isso, embora ambas as ferramentas de avaliação subjetiva e objetiva sejam importantes na avaliação da fadiga, os testes objetivos são mais confiáveis na medição do prejuízo do desempenho devido à fadiga.
- 8.1.8. Sucessivos dias de restrição de sono aumentam progressivamente a pressão para dormir. Ao final, a pressão se torna tão forte que a pessoa pega no sono por períodos curtos de forma incontrolável, condição conhecida como microssono. No microssono, o cérebro se desliga [desconecta] do ambiente, deixando de processar as informações visuais e sonoras. No laboratório, o microssono pode se expressar pela perda do estímulo num teste de desempenho. Quando dirigindo, pode significar perder a entrada de uma rua, por exemplo. Nos finais de turnos longos e/ou noturnos, esta situação poderá ser mais comum. Eventos semelhantes foram registrados na cabine de voo durante a descida em grandes aeroportos.
- 8.1.9. Estudos em laboratório buscaram comparar os efeitos da restrição de sono no desempenho psicomotor com a concentração de álcool no sangue. A figura 6 ilustra os efeitos da restrição de sono no desempenho psicomotor comparado ao desempenho quando há concentração de álcool no sangue. Quarenta indivíduos participaram de dois experimentos. No primeiro, eles foram mantidos acordados por 28 horas (das 08:00 de um dia às 12:00 do dia seguinte), e no outro eles foram solicitados a consumir doses de 10 a 15 g de álcool a cada 30 minutos desde às 08:00 até que sua concentração de álcool no sangue chegasse a 0,10%. O desempenho psicomotor, mensurado por meio de em uma tarefa de rastreamento visual e reação das mãos em momentos imprevisíveis, de forma computadorizada, foi medido a cada 30 minutos. Os resultados foram expressos em percentagem do desempenho no início de cada sessão. Verificou-se que a concentração de álcool de 0,05% (aproximadamente uma garrafa de cerveja de 600ml) equivale em termos de prejuízo de desempenho a 17 horas em vigília, e a concentração de 0,10% (entre 2 e 3 taças de vinho) a 24 horas em vigília.

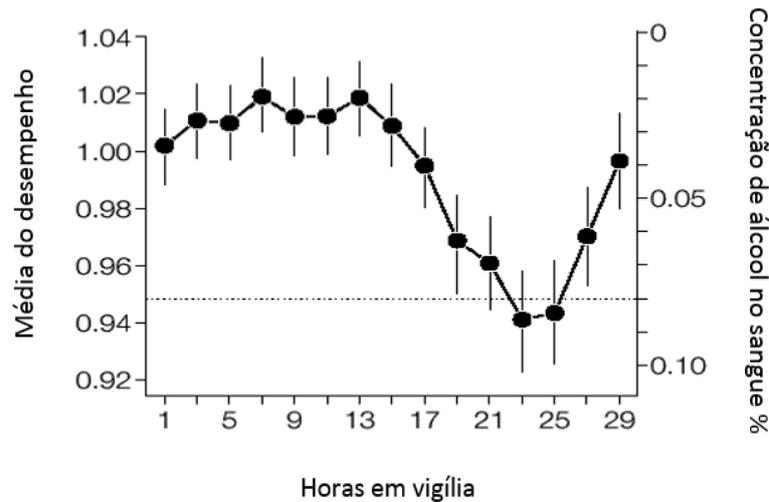


Figura 5. Comparação da restrição de sono com a concentração de álcool no sangue em termos de efeitos no desempenho psicomotor [fonte: (Dawson, et al., 1997)].

8.1.10. No entanto, existe variação individual na forma e na intensidade em que a fadiga se expressa. Ao menos em estudos de laboratórios, algumas pessoas se apresentam mais resilientes do que outras aos efeitos de restrição de sono (as chamadas diferenças interindividuais). Ainda não se sabe o porquê isto acontece, mas o reconhecimento de que isto existe pode auxiliar o gerenciamento individualizado, especialmente para pessoas que se sentem mais afetadas pela fadiga relacionada à perda de sono.

## 8.2 A recuperação do sono.

8.2.1. O tempo necessário para a recuperação dos efeitos da restrição de sono ainda não é claro. É possível que os efeitos de uma restrição de sono prolongada impactem o nível de alerta e o desempenho por dias ou até mesmo semanas. Entretanto, as seguintes afirmações, obtidas por meio de estudos, são confiáveis e devem ser utilizadas como referência:

- a. a perda do sono não é recuperada hora a hora. O sono de recuperação pode ser mais longo que o sono usual;
- b. pelo menos duas noites consecutivas de sono irrestrito são necessárias para que o ciclo NREM/REM volte ao normal (normalmente, na primeira noite mais sono de ondas lentas ocorrerá, e menos sono REM; na segunda noite, mais sono REM);
- c. a recuperação do ciclo NREM/REM normal pode demorar mais se o sono de recuperação não for noturno, ou se o indivíduo não estiver adaptado ao fuso horário do local; e
- d. se a restrição de sono se mantiver por diversas noites, então a recuperação do alerta e do desempenho vai requerer mais de duas noites de sono irrestrito (por exemplo, três oportunidades de sono noturno de 8 horas não são suficientes para recuperar a restrição de sono de 7 horas durante 7 noites; e estender o sono a 10 horas em uma noite não recupera os efeitos acumulados sono restrito a 4 horas durante 5 noites).

8.2.2. Durante restrições leves, porém prolongadas, de sono, é possível que o cérebro reconfigure a forma que ele administra as tarefas, de forma que a pessoa estabiliza num nível subótimo

de alerta e desempenho. Entretanto, os tempos prolongados de recuperação observados em laboratório sugerem que o retorno ao nível ótimo seja um processo lento. Períodos mais longos de folga, como férias, podem ser importantes para a recuperação.

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 6

### PERMITINDO A RECUPERAÇÃO DO SONO

- Como os efeitos da restrição do sono são cumulativos, as escalas dos tripulantes devem ser projetadas para permitir oportunidades periódicas de recuperação mais dilatadas. As oportunidades de recuperação precisam ocorrer com mais frequência quando a restrição diária de sono é maior, devido ao acúmulo mais rápido de fadiga.
- A recomendação usual para uma oportunidade de recuperação é um mínimo de duas noites consecutivas de sono irrestrito. Isso não é necessariamente 48 horas de folga. Um intervalo de 48 horas a partir da meia-noite não permitirá à maioria das pessoas duas noites consecutivas de sono irrestrito (a maioria das pessoas vai dormir antes da meia-noite). Por outro lado, um intervalo de 40 horas a partir das 20:00 permitirá à maioria das pessoas duas noites consecutivas de sono irrestrito.

Quadro 6. Implicações Operacionais 6: Permitindo a recuperação do sono

### 8.3 A restrição de sono afeta a saúde a longo prazo.

- 8.3.1. Evidências de estudos de laboratório e de estudos epidemiológicos que rastreiam o sono e a saúde de muitas pessoas ao longo do tempo indicam que o sono crônico de curta duração pode ter efeitos negativos sobre a saúde a longo prazo.
- 8.3.2. Pessoas que tenham regularmente restrições de sono apresentam maior risco de desenvolver doenças metabólicas, como obesidade e diabetes tipo 2, bem como doenças cardiovasculares e gastrointestinais.
- 8.3.3. Aspectos da saúde mental também têm sido cada vez mais estudado em trabalhadores em turnos. Transtornos mentais comuns têm se mostrado associados à fadiga e a outros aspectos do trabalho, especialmente a ansiedade e a depressão. Uma pesquisa mostrou que sintomas de ansiedade e depressão foram relatados em dobro por pilotos que trabalharam por mais tempo durante uma semana de trabalho e por aqueles que relataram episódios de microssono na cabine de comando (O'Hagan et al., 2016). Em outra, os pilotos que reportaram terem cometido mais erros na cabine como uma consequência direta da fadiga também obtiveram maior pontuação nas escalas de avaliação de fadiga, ansiedade e depressão (Aljurf et al., 2018).

## 9. Princípio científico 3. Os efeitos Circadianos no sono e no desempenho.

### 9.1 Desajustes do relógio biológico.

#### 9.1.1. Geral

- a. As alterações diárias e sazonais exibidas pelos animais, incluindo o homem, são denominados ritmos biológicos. Estes ritmos estão relacionados ao ciclo rítmico dos dias e das estações produzidos pela rotação da Terra em seu eixo e pelo seu movimento ao redor do sol. A Terra completa um giro em seu eixo a cada 24 horas, produzindo um ciclo de dia-noite de 24 horas.
- b. O comportamento dos seres humanos é governado mais pelos ciclos diários do que pelos sazonais. Assim, ele é dominado pelo ritmo de atividades durante o dia e pelo dormir durante a noite. O ciclo diário não é seguido apenas pelos comportamentos de vigília e sono, mas também por frequência do pulso, pressão sanguínea, temperatura corporal, ritmo de divisão celular, contagem de células sanguíneas, estado de alerta, composição da urina, taxa metabólica, impulso sexual e sensibilidade a medicamentos.
- c. Dois tipos de ritmos típicos da maioria dos animais são os ritmos circanuais (ao redor de um ano), como os ciclos migratórios de aves, e os ritmos circadianos (ao redor de um dia), que são os ritmos noite-dia. Também existem outros, como o ultradiano (inferior a um dia), como o piscar de olhos e a alimentação, e o infradiano (superior a um dia), como o ciclo menstrual e as estações.
- d. Para antecipar as mudanças diárias e sazonais, os seres humanos possuem diversos relógios biológicos que respondem a estímulos de nosso ambiente. Estes relógios são endógenos, ou seja, próprios do organismo, e determinam ritmos independentemente de estímulos exógenos (externos). A base neural do relógio biológico foi estabelecida como uma região do cérebro chamado de núcleo supraquiasmático, localizado no hipotálamo, acima (supra) do quiasma óptico. O núcleo supraquiasmático recebe informações sobre a luz por sua óptica especial (não relacionada à visão), a via retino-hipotalâmica. Os sinais luminosos são conduzidos por esta via para o núcleo supraquiasmático para excitar e determinar o ritmo nesse núcleo.
- e. Após diversas pesquisas, ficou demonstrado que indivíduos da espécie humana apresentam um ciclo de sono-vigília de aproximadamente 24 horas (na realidade, o ciclo é um pouco maior que 24 horas). A manutenção do ritmo, contudo, inicialmente não estava clara. O “acertar o relógio biológico” seria semelhante a acertar um relógio de pulso ou de parede adiantado ou atrasado. Em experimentos para determinar como acertar os relógios biológicos, pesquisadores descobriram que estímulos como nascer e pôr do sol, os momentos de alimentação e outras atividades podem ajustar o relógio biológico. Normalmente, a luz é o estímulo mais potente para o acerto do relógio. Estes estímulos foram denominados de *zeitgebers* (palavra alemã que significa “doadores de tempo”), também chamadas de alinhadores de ciclo (ou sincronizadores).
- f. Existem atividades rítmicas em muitas funções corporais, incluindo temperatura corporal, níveis de hormônio, atividades de comer e beber que não estão perfeitamente coordenadas com o ciclo sono-vigília. Sugeriu-se, por isso, que ritmos com períodos semelhantes, mas com fases diferentes, pudessem ser controlados por relógios distintos. Alguns órgãos, como fígado, rins e intestino contêm relógios periféricos que geram seus próprios ritmos

circadianos locais. Outro exemplo é a temperatura corporal. Embora geralmente mais baixa durante o sono, ela não é perfeitamente correlacionada com o sono. A maior queda da temperatura corporal central ocorre normalmente na madrugada, exibindo outra queda menor no início da tarde.

- g. O tempo de sono e vigília da maioria dos seres humanos, em condições naturais, é consistente com o controle circadiano do ciclo do sono e de todos os outros ritmos circadianos controlados. No entanto, as pessoas que trabalham em uma sociedade moderna desrespeitam seu relógio biológico e tentam dormir em momentos que nem sempre são consistentes com o impulso biológico de dormir – os chamados *zeitgebers* sociais. Por exemplo, quando os indivíduos viajam rapidamente por fusos horários ou trabalham no turno noturno, o ciclo sono/vigília está fora de fase com os ritmos biológicos controlados pelo relógio biológico. Isso pode afetar negativamente o estado de alerta enquanto estiver acordado e no trabalho, ou ainda a capacidade de obter o sono restaurador caso seja necessário dormir. Esse tipo de interrupção da sincronia circadiana pode resultar em dificuldades, como deficiência da função cognitiva, sonolência, alteração da função hormonal e queixas gastrointestinais.
- h. A regulação do sono é tradicionalmente explicada pelo modelo de dois fatores (Borbély, 1982). Neste modelo, existe uma interação entre dois processos: o Processo S (do sono) e o Processo C (circadiano), que resulta na propensão total do sono. Veja a figura 6.

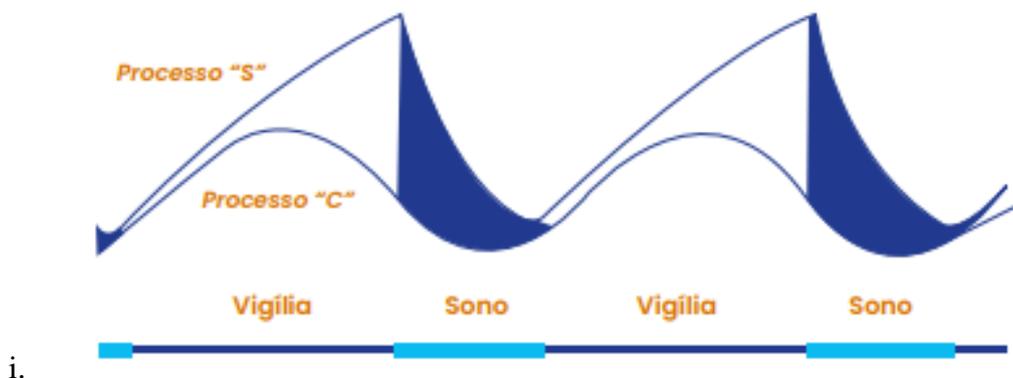


Figura 6. Modelo de dois fatores da regulação do sono: Processo S (homeostático do sono) e Processo C (circadiano). Associação Brasileira de Sono, 2023.

### 9.1.2. O processo homeostático do sono (processo S)

- a. O primeiro processo na regulação do horário e qualidade do sono é a pressão homeostática do sono. Ela se traduz como o aumento da necessidade de dormir (aumento da pressão) à medida que se passa mais tempo acordado. A única maneira de descarregar essa pressão é dormindo.
- i. Ao longo do tempo acordado, a pressão para o sono de ondas lentas aumenta. Quanto mais tempo acordado, mais sono de ondas lentas nos primeiros ciclos NREM/REM na próxima vez em que dormir.

- ii. Durante o sono, a quantidade de ondas lentas diminui em cada ciclo subsequente NREM/REM. Em outras palavras, a pressão para o sono de ondas lentas é descarregada ao longo do período de sono.
- b. A interação entre o relógio biológico e a pressão homeostática do sono produz dois momentos de sonolência ao longo das 24 horas:
- i. entre 02:00 e 06:00, para a maioria das pessoas durante uma noite normal de sono, isto é, a Janela de Baixa do Alerta no Ritmo Circadiano; e
  - ii. entre 15:00 e 17:00, para a maioria das pessoas, momento denominado de janela da sonolência diurna, quando a sonolência aumenta durante a tarde. Quando o sono é restrito ou perturbado à noite, torna-se mais difícil manter-se alerta durante esta janela.
- c. Entretanto, diferenças individuais existem e determinam períodos ou horário diferentes em que a sonolência ocorre. Pessoas que se sentem mais dispostas pela manhã são chamadas de matutinas, porque os horários de dormir são mais cedo do que para a maioria das pessoas. Por sua vez, pessoas que preferem ir dormir mais tarde do que a maioria são chamadas de vespertinas. Essas preferências variam ao longo da vida – durante a adolescência, as pessoas se tornam mais vespertinas, com a idade adulta, tornam-se mais matutinas. Existem testes que avaliam a preferência das pessoas, ao que se chama de avaliação de cronotipo<sup>4</sup>. A maioria da população se encaixa, contudo, no cronotipo intermediário (~51%), o qual se encontra entre o cronotipo matutino (~34%) e vespertino (~15%) (proporções com dados brasileiros: Benedito-Silva et al., 1990).

### 9.1.3. O processo circadiano (processo C)

- a. O processo C depende do relógio biológico, cujas conexões cerebrais promovem o sono e o despertar, modulando-o de forma a controlar o ciclo sono/vigília. Ele também influencia a quantidade e horário do sono REM. Logo após a temperatura central estar mínima, o cérebro entra mais rapidamente no sono REM e nele permanece por mais tempo do que em outra parte do ciclo. Tal condição por vezes é chamada de propensão ao sono REM. Assim, durante uma noite normal de sono, os turnos mais longos de sono REM ocorrem nos últimos ciclos NREM próximos ao amanhecer.
- b. A respeito do Processo C, pode-se destacar que:
- i. o sono normalmente é iniciado aproximadamente 5 horas antes da temperatura corporal central mínima;

---

<sup>4</sup> Por exemplo: o Questionário de Matutividade e Vespertividade (Morningness-Eveningness Questionnaire, MEQ), o Composite Scale of Morningness (CSM) e o Questionário de Cronotipo de Munique (Munich Chronotype Questionnaire, MCTQ)

- ii. o despertar ocorre normalmente 3 horas depois da temperatura corporal central mínima;
  - iii. a propensão ao sono REM atinge seu pico logo após a temperatura corporal central mínima;
  - iv. quando a temperatura corporal central começa a aumentar, o relógio biológico envia um sinal cada vez mais forte para as partes do cérebro que promovem o despertar, por vezes chamado de sinal de alerta circadiano;
  - v. 3 horas depois de acordar, a pressão homeostática do sono está baixa e o sinal de alerta circadiano está forte o suficiente para tornar difícil dormir ou ficar sonolento. Isso por vezes é chamado de despertador interno; e
  - vi. o sinal de alerta circadiano está no seu pico pouco antes do horário usual de ir para a cama. Isso dificulta muito conseguir dormir algumas horas antes do habitual. Este momento do relógio biológico é conhecido como zona da manutenção da vigília ou zona proibida do sono.
- c. Os horários mais próximos ao valor da temperatura corporal mínima representam o momento do relógio biológico em que a pessoa se sente mais sonolenta e está menos apta a desempenhar tarefas físicas ou mentais.

#### 9.1.4. Influência da luz.

- a. A luz é considerada o principal *zeitgeber* na organização do relógio biológico. Durante o dia, a taxa de disparos elétricos dos neurônios (células cerebrais) do relógio biológico é maior em comparação com a noite. A exposição à luz aumenta ainda mais esta taxa.
- b. Dependendo do momento do ciclo do relógio biológico em que a exposição ocorre, basicamente três resultados são possíveis (figura 8):
  - i. Luz pela manhã diminui o ciclo (avanço ou adiantamento de fase);
  - ii. Luz no meio do dia não altera o ciclo; e
  - iii. Luz ao final do dia aumenta o ciclo (atraso de fase).

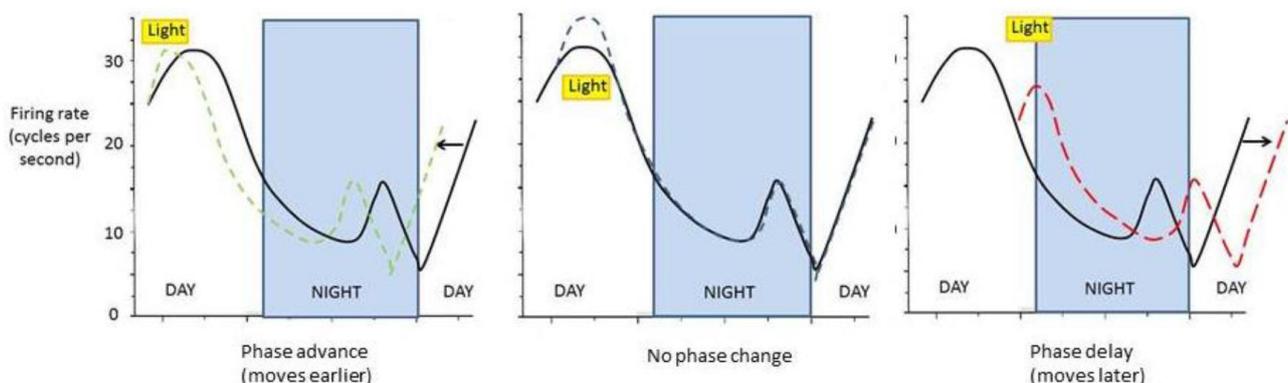


Figura 7. Influência da luz no relógio biológico (fonte: DOC 9966).

- c. A luz intensa (equivalente à quantidade de luz que se recebe em um dia típico de verão) afeta a produção de melatonina (veja definição). Por isso, ao receber luz no final do dia, há redução da secreção de melatonina, retardando o sono.
- d. Em algumas pesquisas de laboratório, as pessoas que foram expostas por algumas horas à luz intensa pela manhã se sentiram mais dispostas mais cedo e sonolentas mais cedo, enquanto as pessoas expostas à luz pela tarde se sentiram mais alertas durante a noite. A exposição à luz artificial, com intuito de alteração do ciclo de trabalhadores em turnos, porém, não é inconsequente. Há estudos que demonstram malefícios à saúde de trabalhadores noturnos permanentemente expostos à luz intensa.
- e. A exposição das pessoas à luz natural, contudo, tem sido cada vez mais eventual, senão rara. A luz artificial dos estabelecimentos e das residências alterou o modo de vida das pessoas, pois a exposição à luz em horários noturnos tende a atrasar o ciclo. A luz intensa causa alterações mais significativas do que a luz difusa, sendo que o relógio biológico é particularmente sensível à luz azul.
- f. A capacidade do relógio biológico de se manter “travado” no ciclo noite-dia de 24 horas é uma característica fundamental para diversas espécies, como forma de manter a sobrevivência. A espécie humana é considerada uma espécie diurna, adaptada para exercer suas atividades na fase clara e repousar na fase escura. O desenvolvimento de nosso sistema visual e nossa dependência da informação luminosa nos caracterizam como espécie diurna, por isso torna-se um desafio manter-se acordado e apto para o trabalho durante horários noturnos, propícios ao sono.

Após o trabalho noturno, é recomendável o uso de óculos escuros no caminho para o local de repouso, para diminuir a influência da luz e favorecer o sono. Alimentação leve e banho morno também são aconselháveis, de forma a favorecer o sono.

## 9.2 Cruzamento de fusos.

- 9.2.1. Voos transmeridionais, ou seja, que cruzam fusos horários, ocasionam alterações repentinas no relógio biológico em função da velocidade em que as aeronaves a jato se deslocam na superfície terrestre criando desafios para o corpo se adequar ao ciclo claro-escuro do novo local. Devido à sensibilidade à luz e aos estímulos sociais no novo ambiente, o organismo irá se adaptar ao novo local após um tempo. Isso irá depender de quantos fusos foram cruzados e quanto tempo o indivíduo irá permanecer no novo local.
- 9.2.2. A rapidez dos voos a jato leva à dessincronização entre ritmos de diferentes funções fisiológicas e os horários locais, podendo afetar o horário de comer, dormir, praticar atividade física, fazer a toalete. Esta situação pode gerar desconforto conhecido como *jet lag*. Durante o período de adaptação alguns sintomas podem ocorrer e incluem diarreia, indigestão ou náusea, insônia ou sonolência excessiva diurna, fadiga ou mal-estar, dor de cabeça, falta de concentração ou irritabilidade. Este estado é amenizado e desaparece quando tempo suficiente é dispendido no novo local e a adaptação ocorre.

- 9.2.3. Alguns fatores que influenciam o tempo necessário para a adaptação ao novo local são:
- a. quantidade de fusos. Quanto mais fusos cruzados, maior tempo é necessário para a adaptação. Normalmente, os sintomas de *jet lag* podem ser mais agudos após o cruzamento de 2 fusos ou mais;
  - b. sentido da viagem. Para uma mesma quantidade de fusos cruzados, a adaptação é normalmente mais rápida em viagens de sentido oeste do que para leste. Isso se deve ao fato de que nas viagens para oeste ocorre um atraso de fase, e como o ciclo circadiano é um pouco maior do que 24 horas, é mais fácil estendê-lo do que encurtá-lo;
  - c. ressincronização por partição. Por exemplo, após um voo que cruze 6 fusos no sentido leste, a adaptação pode ocorrer no sentido oposto, ou seja, em 18 fusos no sentido oeste. Quando isso acontece, alguns ritmos se alteram segundo o sentido oeste e outros segundo o sentido leste. Para o sentido leste a adaptação pode ser particularmente lenta;
  - d. diferença entre ritmos. Ritmos de diferentes funções do organismo podem se adaptar em tempos diferentes, dependendo do quanto são influenciados pelo relógio biológico. Assim, durante o período de adaptação, os ritmos de diferentes funções podem estar fora de sintonia entre si, bem como fora do ciclo noite-dia;
  - e. exposição ao ambiente local. A adaptação ocorre mais rápido quando o relógio biológico é exposto às pistas de tempo locais, o que inclui expor-se à luz ao ar livre, exercitar-se e alimentar-se seguindo o horário local;
  - f. sono prévio. Iniciar uma programação com débito (falta) de sono aumenta a duração e a intensidade dos sintomas do *jet lag*;
  - g. é importante notar que alguns indivíduos são mais sensíveis que outros com relação ao cruzamento de fusos horários, sendo possível também sentir os efeitos do *jet lag* com apenas 1 ou 2 fusos, mesmo que não haja previsão normativa para adaptação nesses casos; e
  - h. por mais que existam limites prescritivos com embasamento em princípios científicos, eles podem não ser suficientes para "blindar" as programações dos efeitos da fadiga. Assim, tripulantes podem apresentar sintomas de *jet lag* mesmo dentro do limite de menos de 3 fusos previstos no RBAC nº 117.
- 9.2.4. A figura 9 auxilia na escolha de adaptar-se ao novo local ou manter-se adaptado ao local de origem. Se a quantidade de fusos cruzados em relação à origem onde o tripulante está aclimatado for baixa, e a quantidade de noites no novo local também for baixa, a adaptação não se faz necessária para a maioria das pessoas. Porém, se a quantidade de fusos cruzados for baixa, mas a quantidade de noites no novo local for alta, a adaptação ao novo local pode ser benéfica. Neste caso, devem-se favorecer os horários locais (de alimentação, atividades sociais, trabalho, lazer e sono). Caso a quantidade de fusos cruzados seja alta, mas a permanência no novo local seja rápida, a orientação é não buscar se adaptar ao novo local, tentando preservar os horários da origem. Entretanto, se a quantidade de fusos cruzados for alta e a permanência for longa, a adaptação ao novo local é recomendada. Neste caso, devem-se favorecer os horários locais (de alimentação, atividades sociais, trabalho, lazer e sono).

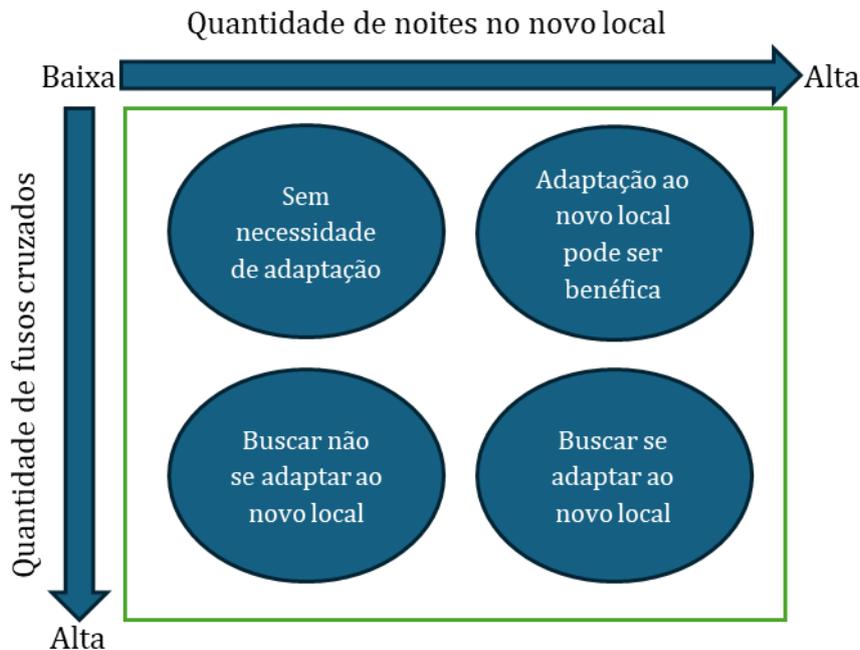


Figura 8. Opções sobre adaptação à origem ou ao novo local, conforme a quantidade de noites locais no local de destino e quantidade de fusos cruzados (adaptado de JAA, 2010).

9.2.5. Para favorecer a adaptação ao novo local, recomenda-se:

- ajustar rapidamente os horários de refeição, atividade e sono conforme os horários do novo fuso;
- maximizar a exposição à luz durante a primeira parte do dia;
- minimizar a exposição à luz durante a tarde;
- evitar refeições pesadas à noite para não prejudicar o sono com desconfortos;
- seguir as orientações da higiene do sono;
- tentar autoadministrar técnicas de relaxamento para promover o sono;
- se possível, antes de dormir, tomar um banho quente. O resfriamento posterior ao banho quente pode simular a redução circadiana da temperatura que normalmente ocorre durante o sono; e
- consumir bebidas e alimentos com cafeína durante o dia pode ajudar a manter o alerta durante o dia para que o sono seja favorecido durante a noite local.

### 9.3 Alterações do ciclo vigília-sono.

9.3.1. O período noturno é o momento de maior propensão ao sono e nele há uma maior dificuldade do ser humano em manter-se acordado. Isso se deve, principalmente, à secreção de melatonina, que tem como principal marcador a baixa da temperatura corporal central. A sonolência aumenta especialmente no período da madrugada (janela de baixa do alerta do ciclo circadiano), momento em que a temperatura corporal é a menor ao longo das 24 horas, trazendo desafios àqueles que trabalham em turnos. Para os aeronautas esse é um desafio

duplo – algumas operações envolvem o trabalho em turno combinado com o cruzamento de vários fusos horários.

- 9.3.2. O trabalho noturno, por consequência, exige um sono diurno, mas este não apresenta a mesma qualidade. Os maiores valores de cortisol pela manhã, associados a menores níveis de melatonina e ao aumento da temperatura central, acabam promovendo o estado de vigília ao invés do sono. O sono diurno também é impactado do ponto de vista da quantidade, podendo sofrer uma redução de 1 a 4 horas quando comparado ao sono habitual (Åkerstedt, et al., 2009).
- 9.3.3. Em todas as indústrias que foram estudadas, há evidências de um aumento na taxa de erros e acidentes após quatro jornadas noturnas ou turnos noturnos em uma semana. Jornadas na madrugada não só exigem o tripulante acordado e trabalhando quando seu corpo está predisposto a dormir, mas também significa que eles não dormem durante o período em que seu corpo geralmente atingiria o sono mais restaurativo. Atribuições frequentes de jornadas na madrugada a um tripulante resultam no aumento da fadiga acumulada e requerem um período de recuperação mais longo quando comparado a uma jornada de trabalho atribuída durante o dia.
- 9.3.4. A obtenção do sono antes da jornada noturna é a estratégia potencialmente mais segura. O tempo em que os trabalhadores noturnos passam dormindo antes da jornada noturna é a variável mais importante na redução do sono e sua intensidade, independentemente da idade.
- 9.4. A diferença de desempenho humano, entretanto, não é restrita à dicotomia diurno/noturno. Ao longo do dia também são observadas flutuações do estado de vigília, que podem favorecer ou desfavorecer o desempenho físico e mental. A necessidade de acordar muito cedo para se apresentar ao trabalho (início cedo ou *early start*) tende a predispor o risco de fadiga, pois pode gerar uma redução de 2 a 4 horas no tempo de sono do indivíduo quando comparado ao seu sono habitual.

**10. Princípio científico 4. A influência da carga de trabalho.**

- 10.1 Trabalhadores relatam frequentemente a carga de trabalho como um componente importante da fadiga.
- 10.2 A mensuração da carga de trabalho, porém, não é algo estabelecido e muito menos óbvio. A complexidade do conceito é tamanha que não há consenso a seu respeito. O que normalmente se reconhece são três aspectos principais:
- natureza e quantidade de trabalho (tempo na tarefa, dificuldade e complexidade, e intensidade);
  - restrições de tempo (derivadas da própria tarefa, de fatores externos ou do próprio indivíduo); e
  - fatores relativos à capacidade de desempenho do indivíduo (experiência, nível de habilidade, histórico de sono e fase do relógio biológico no momento do trabalho).
- 10.3 Desta forma, cada operação terá sua própria carga de trabalho, que irá interagir com as condições dos tripulantes que a realizarão.
- 10.4 Em relação à quantidade de trabalho e o desempenho, parece haver consenso de que:
- níveis intermediários de carga de trabalho parecem contribuir menos para a degradação do desempenho;
  - baixa carga de trabalho pode levar ao tédio e à monotonia, criando condições fisiológicas propícias ao sono; ou levar à busca de tarefas para manter-se ocupado, o que pode gerar sobrecarga; e
  - alta carga de trabalho pode exceder a capacidade de um indivíduo cansado, prejudicando seu desempenho. A alta carga também pode afetar o sono subsequente devido ao tempo necessário para relaxar (desacelerar).
- 10.5 A dificuldade certamente estará, contudo, em avaliar o que seria uma carga de trabalho baixa, intermediária ou alta. Normalmente, a avaliação da carga é baseada em erros, lapsos, esquecimentos, ou seja, resultados comportamentais não esperados ou mesmo inadequados na realização da tarefa. Isso inclui observação de aspectos físicos e cognitivos. A parte cognitiva, porém, é muito mais difícil de “medir”, a despeito das medidas objetivas existentes. O que se recomenda, portanto, é perguntar aos próprios tripulantes que tenham tido a experiência sobre as programações cuja carga de trabalho se deseja avaliar.
- 10.6 A carga de trabalho passa a ser um problema quando ela excede a capacidade de realizar tarefas em tempo hábil do indivíduo. Essa capacidade é seriamente afetada por fadiga. Situações de acúmulo de tarefas em curto espaço de tempo como: piques durante um cenário de alto tráfego aéreo e com meteorologia adversa.
- 10.7 O tempo na tarefa parece ser uma variável relevante e relativamente mais simples de se avaliar. Estudos mostram que após 8 horas de trabalho ininterrupto, as chances de erro e de acidentes aumentam. Fornecer breves interrupções durante a jornada pode atenuar este efeito.
- 10.8 É possível que uma tripulação que realize muitas etapas de voo em uma única jornada de trabalho declare mais fadiga do que uma equipe que tenha realizado uma única etapa de voo com a mesma duração. No entanto, o tempo de solo (espera entre voos) também contribui

para a fadiga, especialmente se houver troca de aeronaves.

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 7

### PAUSAS DURANTE UM PERÍODO DE JORNADA

- Para trabalhos de escritório, as pausas durante um período de jornada são uma forma importante de reduzir o declínio no desempenho com o aumento do tempo na tarefa devido aos efeitos da alta carga de trabalho. Essas pausas diferem dos períodos de repouso/folga entre jornadas, que são projetados para permitir o sono e outras recuperações, bem como a preparação para o trabalho futuro.
- O tempo de jornada antes de ocorrer uma pausa e a duração da pausa dependem do tipo de tarefa que está sendo executada. Por exemplo, o desempenho em tarefas que exigem atenção sustentada, como o monitoramento de um evento pouco frequente, melhora com intervalos curtos e frequentes. Como em qualquer operação contínua, onde uma tarefa executada por uma pessoa é transferida para outra, é fundamental considerar o risco da própria transferência. Em alguns casos, transferências menos frequentes (talvez com níveis mais altos de supervisão) podem estar associadas a uma menor exposição geral ao risco.

Quadro 7. Implicações Operacionais 7: Pausas durante um período de jornada.

**11. Causas e consequências da fadiga.**

- 11.1 Como desenvolvido até aqui, as causas da fadiga estão associadas à perda ou restrição do sono, ao momento do dia, ao tempo acordado e à carga de trabalho, fatores que podem ser mais ou menos impactados pela organização do trabalho (principalmente pelas escalas de voo) e por fatores individuais (como o estado de saúde e características pessoais).
- 11.2 Os fatores associados às escalas de trabalho normalmente refletem o horário em que a jornada ocorre (horário de início e de término), quantidade de horas de repouso antes e depois dos turnos de trabalho, quantidade e disposição das folgas ao longo da escala mensal, rotação da escala (sendo mais desafiadora se os horários de início dos turnos forem irregulares, e em sentido anti-horário), e se há ou não cruzamento de fusos horários.
- 11.3 A tabela 1 busca resumir (de maneira não exaustiva) as causas e consequências da fadiga.

CAUSAS			CONSEQUÊNCIAS		
Fatores do trabalho	Fatores individuais		Desempenho humano	Saúde	Desempenho operacional
Escala de trabalho	Características pessoais	FADIGA	Alterações cognitivas	Estado geral	Erros / violações
Horário da jornada	Condições de saúde		Funções executivas	Doenças crônicas	Acidente / incidente
Duração da jornada	Uso de medicamentos		Memória de longo prazo	Doença atual	Absenteísmo / presenteísmo
Rotação da escala	Cronotipo		Atenção sustentada	Percepção de bem-estar	Rotatividade de pessoal
Previsibilidade	Estilo de vida		Lentificação do tempo de reação		Retenção de pessoal
Cruzamento de fusos	Ambiente de sono		Dificuldade de solucionar problemas		Produtividade
Fatores Organizacionais	Lazer		Alterações de humor		Custos
Carga de trabalho	Situação doméstica		Humor rebaixado		Aspectos éticos e morais
Job design	Segundo emprego		Irritabilidade		Reputação da empresa
Oportunidade de cochilar			Alterações comportamentais		Uso do seguro
Ambiente			Aumento da tolerância ao risco		
			Busca por atalhos (pular etapas)		
			Diminuição da comunicação		
			Agressividade		
		Alterações emocionais			
		Emoções exacerbadas			

Tabela 1. Resumo dos principais fatores que causam fadiga e suas possíveis consequências (baseado em JAA, 2010).

- 11.4 Algumas consequências específicas da fadiga no desempenho de tripulantes estão descritas na tabela 2. Não há hierarquia entre elas, e fatores individuais podem influenciar

(exacerbando ou compensando) umas ou outras.

Subestimação da própria degradação do desempenho	Limitação da consciência situacional
Diminuição do tempo de reação, tanto mental quanto físico	Perda de iniciativa
Facilidade de distração com itens menos importantes	Fixação numa única fonte de informação
Perda de memória de curto prazo (como se lembrar de um dado imediato do próprio voo)	Pobreza na capacidade de se comunicar
Prejuízo do julgamento e tomada de decisão	Persistência em uma solução ineficaz
Sensação de depressão, apatia, letargia e mau-humor	Preocupação com uma única tarefa
Variação e imprevisibilidade do desempenho	Complacência em aceitar desempenho abaixo do padrão aceitável
Aumento dos erros mesmo com o aumento do esforço	Voo descuidado

Tabela 2. Possíveis consequências da fadiga no desempenho de tripulantes em voo.

- 11.5 A perda do sono tem impactos negativos nas emoções. Existe associação entre o sono inadequado e a desregulação das emoções, como a diminuição da expressividade emocional, o prejuízo no reconhecimento das emoções e o aumento da reatividade emocional. A privação do sono leva ao aumento da irritabilidade, raiva e hostilidade; aumenta a reatividade frente a problemas e diminui a amistosidade, felicidade e empatia (Caldwell et al., 2019).

## **12. Sinais e sintomas da fadiga.**

- 12.1** O principal sintoma da fadiga associada à sonolência é o desejo de dormir. No entanto, a pessoa pode ou não perceber outros sintomas em si mesma, como os citados na **tabela 2**.
- 12.2** Os principais sinais da sonolência manifestados fisicamente são: bocejar, fixar o olhar, esfregar os olhos, vermelhidão dos olhos, piscar mais longa e/ou frequentemente do que o normal, ter dificuldade de manter os olhos abertos, ter dificuldade de manter a postura (especialmente a da cabeça – o “pescar”) e ter inquietação de se manter sentado no assento (mexer-se frequentemente sem motivação aparente).
- 12.3** Os sinais e sintomas são, contudo, moderados por características pessoais, podendo se apresentar de maneiras diversas. Por isso, o autoconhecimento é fundamental para o gerenciamento pessoal.
- 12.4** Para a autoavaliação da fadiga, alguns sinais de que o sono obtido pode estar sendo insuficiente são: dependência de um despertador para acordar, postergação do acordar (uso de “soneca”), alta frequência de bocejos durante o dia, desejo de cochilar durante o dia, dificuldade de se manter acordado em atividades paradas ou passivas (como assistir a palestras, aulas), adormecer rapidamente (baixa latência do sono, abaixo de 10 minutos), aguardar ansiosamente a folga para compensar o sono, dormir mais do que o esperado nos dias de folga (duas horas ou mais) e sentir-se mal-humorado e irritado sem causa aparente.

### 13. **Contra-medidas individuais para combate à fadiga.**

- 13.1** Contra-medidas são ações tomadas antes, durante e após um voo (ou turno de trabalho) para evitar ou diminuir os efeitos indesejáveis da fadiga durante o trabalho. Esta IS não abordará uso de medicações para favorecer o sono ou o alerta, como muitas vezes orientado na aviação militar, e todo e qualquer uso de farmacológicos (incluindo a melatonina) deve ser feito sob orientação médica e ser de conhecimento médico do operador aéreo.
- 13.2** Como o sono desempenha um papel fundamental no gerenciamento da fadiga, protegê-lo e otimizá-lo são as principais estratégias de combate à fadiga. A higiene do sono se mostra de suma importância no gerenciamento individual.
- 13.3** Algumas orientações para proteger e otimizar o sono são:
- a. verifique na sua escala de trabalho em qual horário a oportunidade de sono pode ser usufruída. Dependendo do horário do início do trabalho, o sono deverá ocorrer fora do horário noturno ou horário preferido pelo tripulante, e alguma preparação poderá ser necessária;
  - b. busque aprender qual a sua necessidade individual de sono. Para a maioria das pessoas, a média é de oito horas diárias. O período de férias que permite horários livres para dormir e acordar pode ajudar nesta descoberta. Excluindo os dias iniciais (em que é esperada uma compensação do sono que foi restrito ao longo do período laboral antecedente), anote a que horas dormiu e acordou e obtenha a média da última semana em que o despertar foi espontâneo (sem despertador);
  - c. embora possa ser impossível manter os horários de dormir consistentes, sempre que possível, evite variações da hora de dormir;
  - d. use o quarto para dormir e não para trabalhar;
  - e. mantenha comportamentos que não sejam consistentes com o sono fora do quarto (como resolver pendências, pagar contas, usar o telefone, usar eletrônicos etc.);
  - f. estabeleça uma rotina consistente de “preparar-se para dormir” e cumpra-a todas as noites. Mesmo quando o sono não for noturno, mantenha seu ritual;
  - g. em hotéis, simular o ambiente de casa pode favorecer a criação de um ambiente familiar e favorecer o sono. Isso pode incluir carregar itens preferidos (como travesseiros, mantas) ou simplesmente manter a rotina de casa;
  - h. sempre que possível, pratique exercícios aeróbicos durante o dia para ajudar no sono noturno. No entanto, evite exagerar em horários próximos ao dormir (normalmente 3 horas antes);
  - i. certifique-se de que o ambiente do quarto esteja confortável, fresco, silencioso e escuro;
  - j. evite preocupações com questões de segurança física (por exemplo, garantindo que a porta do quarto possa ser devidamente trancada);
  - k. evite ficar conferindo as horas. Se existe preocupação em perder o horário de despertar, acione mais de um despertador e tire os relógios de vista;
  - l. evite usar substâncias estimulantes (como nicotina e cafeína) antes do horário programado de sono (a cafeína pode levar até 6 horas para ser eliminada);

- m. não tome bebidas alcóolicas antes de dormir. Embora possa gerar sonolência, o álcool afeta a qualidade do sono;
- n. se não conseguir dormir em 30 minutos, saia da cama e do quarto e tente uma atividade quieta (não estimulante) e relaxante para favorecer o sono;
- o. o primeiro passo para maximizar o estado de alerta no trabalho é a otimização do sono pré-voou. Assim, se o voo for noturno, um cochilo anterior é recomendado para diminuir o tempo acordado ao final da jornada. Neste caso, avalie antecipadamente qual o melhor período do dia para tirar este cochilo;
- p. a exposição a luz natural e artificial favorece o alerta. Por isso, evite a luz (especialmente de espectro azul, como emitida por telas) pouco antes de dormir e próxima aos olhos;
- q. não leve assuntos que geram ansiedade e preocupação para a cama. Uma forma de lidar com isso é agendar horários para resolver pendências e fazer listas do que precisa ser feito;
- r. devido aos horários irregulares de sono, conversar com familiares e pessoas próximas (especialmente que compartilham a residência) sobre a importância de respeitar os horários do sono pode ajudar para que a situação seja compreendida. Usar placas tipo “não perturbe” em hotéis e mesmo em casa auxiliam a informar que está dormindo ou descansando naquele momento;
- s. tomar um banho morno ajuda relaxar antes de dormir. Dormir com os pés aquecidos favorece dormir mais rápido;
- t. administre a questão alimentar. Comer em demasia ou o tipo errado de alimento antes de dormir pode interferir o sono, assim como a sensação de fome; e
- u. a aplicação de técnicas comportamentais pode ser benéfica (como terapias cognitivas e meditação/*mindfulness*).

O uso de hipnóticos e de medicamentos para tratar distúrbios do sono deve ser feito sob orientação médica e informado ao operador aéreo (se disponível, ao médico da empresa).

A melatonina é um hormônio produzido pelo organismo. Assim, o uso da melatonina exógena (ingerida) deve ser realizado sob supervisão médica.

Outras substâncias facilmente adquiridas em farmácias devem ser avaliadas criteriosamente.

#### 13.4 Contraindicações individuais para situações que envolvam restrições do sono.

Situações que envolvam restrições do sono impactam o nível de alerta. Assim, algumas orientações sobre como favorecer o alerta são:

- a. quando possível, implemente pausas de descanso breves e frequentes para reforçar o estado de alerta;
- b. consumir bebidas e alimentos com cafeína podem ajudar a manutenção do alerta;
- c. estando em solo, tente praticar exercício leves (como caminhar), mas não extenuantes;

- d. estado em solo, trabalhe em pé, em vez de sentado, quando possível;
- e. alterne tarefas, converse, altere a temperatura, altere a iluminação, mova-se no assento e faça qualquer outra coisa que julgue necessária para minimizar os efeitos da sonolência;
- f. mantenha a alimentação e hidratação adequadas. Lembre-se que a sensação de fome e sede potencializam a fadiga; e
- g. mantenha-se em boas condições físicas, mas não conte apenas com isso para se tornar resistente à fadiga.

#### 14. Trabalho em turnos.

- 14.1 O trabalho em turnos pode ser definido como um padrão de trabalho que exige que a pessoa esteja acordada no momento do relógio biológico em que normalmente estaria dormindo.
- 14.2 Como o relógio biológico não é capaz de se adaptar imediatamente às mudanças nos horários de trabalho, a dessincronização pode gerar sintomas que afetam a segurança e qualidade do trabalho.
- 14.3 Para minimizar os efeitos da dessincronização, algumas medidas são utilizadas. Uma delas é a rotação do trabalho, ou seja, o estabelecimento de alterações no horário da jornada. A rotação pode ser classificada de acordo com a velocidade (rápida ou lenta) e o sentido (horário ou anti-horário).
- 14.4 Quando os horários da jornada mudam rapidamente (de um dia para outro), o relógio biológico não consegue se adaptar a nenhum padrão de trabalho e sono, então a pessoa se mantém adaptada ao ciclo dia/noite normal e os sintomas nos dias de folga são minimizados. O problema é que, quando a jornada é noturna, a pessoa é mais afetada pela sonolência.
- 14.5 Quando a transição é lenta (por exemplo, o tripulante ultrapassa um fuso por dia, todos na mesma direção), alguma adaptação circadiana ocorre, mas depois de algum tempo a pessoa fica fora do ciclo dia/noite e necessita alguma readaptação.
- 14.6 A rotação pode ser no sentido horário, quando um turno ou um bloco de turnos (como o semanal) ocorre mais tarde que o anterior, por exemplo: manhã – tarde – noite. Quando ocorre o contrário (noite – tarde – manhã), a rotação é anti-horária.
- 14.7 O desafio na aviação comercial é justamente que os horários não são regulares, e por isso os horários de início da jornada dificilmente seguem um tipo de rotação. Entretanto, um esforço de estabelecer critérios de forma a não inverter a rotação pode ser benéfico, pois a mistura das rotações, ou seja, a completa irregularidade dos inícios dos turnos, pode ser um fator de risco.
- 14.8 Algumas orientações para a confecção de escalas de trabalho são (Caldwell, 2019):
- maximizar a estabilidade circadiana (consistência da escala);
  - manter os turnos curtos;
  - minimizar os turnos noturnos consecutivos;
  - garantir a plena recuperação após um turno noturno (especialmente aqueles que cobrem a madrugada);
  - maximizar a quantidade de finais de semana (sábados e domingos) de folgas;
  - garantir a equidade das escalas para todos os tripulantes;
  - otimizar a previsibilidade da escala; e
  - proporcionar tempo livre de qualidade.

O uso de modelos biomatemáticos disponíveis no mercado pode auxiliar na confecção de escalas

levando em conta aspectos do sono e circadianos. Entretanto, devem ser reconhecidas as limitações da ferramenta, que é apenas parte do processo de gerenciamento da fadiga do operador aéreo.

## IMPLICAÇÕES OPERACIONAIS 8

### ESCALAÇÃO DE TRIPULANTES

- A escala de trabalho perfeita para o corpo humano corresponde ao trabalho diurno com sono irrestrito à noite. Qualquer outra coisa é um compromisso. Existem, no entanto, princípios gerais de programação de trabalho baseados na ciência da fadiga que devem ser levados em consideração ao projetar uma escala de tripulantes:
  - ✓ o relógio biológico circadiano não se adapta totalmente a horários alterados, como turnos rotativos ou trabalho noturno. Alguma adaptação pode ocorrer em horários de rotação lenta.
  - ✓ sempre que um período de serviço se sobrepõe ao tempo normal de sono de um indivíduo, pode-se esperar que ele restrinja o sono. Os exemplos incluem horários de trabalho iniciados cedo (*early-starts*), horários de término tardios e trabalho noturno;
  - ✓ quanto mais uma jornada se sobrepuser ao tempo normal de sono de um indivíduo, menos sono o indivíduo provavelmente obterá. Trabalhar durante o período normal de sono noturno é o pior cenário;
  - ✓ quando os indivíduos trabalham à noite e devem permanecer acordados durante a noite, eles trabalham durante o período do relógio biológico quando a autoavaliação da fadiga e o humor são piores, e um esforço adicional é necessário para manter o estado de alerta e o desempenho. Cochilar antes e durante um período de serviço noturno é uma estratégia útil (discutida em *Implicações Operacionais 5: Cochilar como mitigação da fadiga*);
  - ✓ quando os indivíduos estão acordados durante o serviço noturno, seu período de sono subsequente é mais tarde do que o normal em seu relógio biológico. Isso significa que eles têm um tempo limitado para dormir antes que o sinal de alerta circadiano os acorde. Isso pode causar sono restrito após um turno da noite. Para proporcionar a maior oportunidade de sono possível, os turnos noturnos devem ser programados para terminar o mais cedo possível e os indivíduos precisam dormir o mais rápido possível depois de sair do serviço;
  - ✓ *early-starts* foram identificados como uma causa de restrição de sono na aviação. Uma razão para isso é a zona de manutenção da vigília noturna que ocorre poucas horas antes da hora de dormir habitual. Isso torna muito difícil adormecer mais cedo do que o normal, antes do horário de início do trabalho;

- ✓ ao longo de períodos de serviço consecutivos que resultam em sono restrito, os indivíduos acumularão um débito de sono e o comprometimento relacionado à fadiga aumentará; e
- ✓ para se recuperar do débito de sono, os indivíduos precisam de um mínimo de duas noites inteiras de sono seguidas. A frequência dos períodos de descanso deve estar relacionada com a taxa de acumulação do débito de sono.

Quadro 8. Implicações Operacionais 8: Escalação de tripulantes

Oferecer treinamento, realizar campanhas e favorecer o reporte são ações importantes, porém insuficientes para o gerenciamento da fadiga. O mais importante é o operador ser cuidadoso ao estipular as regras de confecção de escalas, levando em consideração os aspectos fisiológicos humanos ora apresentados, e estar aberto a receber e tratar os reportes e sugestões recebidas dos próprios tripulantes.

**15. Fadiga e acidentes.**

15.1 A fadiga é um aspecto humano que pode contribuir para um acidente aeronáutico. Entretanto, conforme modelos de análise de acidentes, é a conjunção de fatores que propicia uma ocorrência aeronáutica, sendo necessariamente multifatorial. Assim, a hipótese ou confirmação da existência de fadiga em uma pessoa não pode ser utilizada isoladamente para justificar um evento de segurança, muito menos para responsabilizá-la. Isso porque o gerenciamento da fadiga é compartilhado entre o operador aéreo e o tripulante, dentro de um contexto sistêmico e regulatório ainda maior. Assim, o operador deve oferecer condições para que o trabalho possa ser realizado da melhor maneira possível, e o tripulante deve administrar sua rotina e seus hábitos de forma a evitar a fadiga ou gerenciá-la.

15.2 A figura 10 apresenta um modelo de trajetória do risco associado à fadiga (Dawson e McCulloch, 2005). Segundo este modelo, há diversas barreiras que antecedem um incidente para o qual a fadiga seja considerada um fator contribuinte; e para cada uma delas existem perigos que podem ser identificados e seus respectivos controles. O incidente (ou acidente) é apenas o final de um encadeamento de erros na mesma trajetória. Cada risco de ocorrência de um erro é associado com um estado do indivíduo em que a fadiga se expressa por sintomas ou comportamentos. Esse estado individual, por sua vez, é precedido por sono insuficiente ou pelo excessivo tempo acordado. Ambos podem ser consequências do tempo de repouso insuficiente devido a condições pessoais (fora ou controle do indivíduo ou mesmo uma exposição proposital a alguma condição que restringiu o sono) ou de escala de trabalho. Os níveis 1 e 2 têm o objetivo de determinar se a escala promove condições de que o repouso garanta tempo de sono e se o indivíduo de fato obteve o sono de forma suficiente.

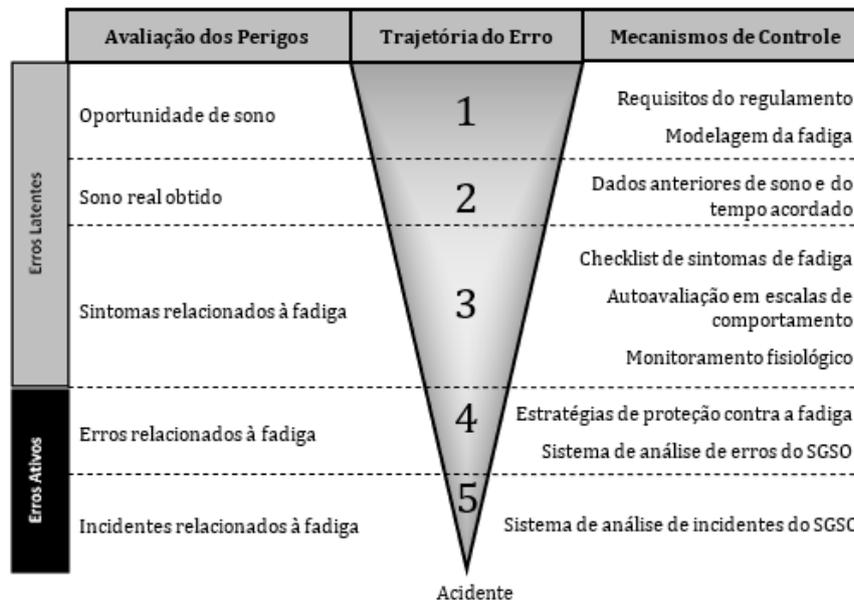


Figura 9. Trajetória do erro associado à fadiga e respectivas barreiras de proteção (adaptado de Dawson e McCulloch, 2005).

15.3 A tabela 3 reúne alguns acidentes em que a fadiga foi identificada como fator contribuinte.

Ano	Local	Operador	Consequências	Situação relativa à fadiga
1985	São Francisco, CA, EUA	China Airlines Voo 006	2 gravemente feridos	Combinação de monotonia, dessincronização circadiana e tempo acordado em voo transmeridional (NTSB, 1986).
1989	Guarulhos, SP, BRA	Transbrasil Voo 707	3 tripulantes e 22 em terra mortos, 47 gravemente feridos	Hipótese de extensão de jornada; acidente ocorreu no final da jornada. (CNFH, 2017)
1993	Guantanamo Bay, Cuba	American International Voo 808	3 tripulantes gravemente feridos	Comandante estava trabalhando havia 19 horas (FAA, 2010).
1996	Guarulhos, SP, BRA	Madri Táxi Aéreo Ltda	9 mortos (sem sobreviventes)	Jornada de 16,5 horas no momento do acidente (mais de 5 horas além do previsto da lei 7183/84), voo noturno (CENIPA, 1996).
1997	Nimitz Hill, Guam	Korean Air Voo 801	228 mortos, 26 gravemente feridos	Fadiga do comandante evidenciada pelo histórico de sono, verbalização do próprio piloto e horário do pouso (00:42) (FAA, 2010)
1999	Little Rock, Arkansas, EUA	American Airlines Voo 1420	11 mortos, 45 gravemente feridos	No momento do acidente, os pilotos estavam acordados há pelo menos 16 horas. Acidente ocorreu às 23:50, duas horas após o horário usual de ir dormir dos pilotos (NTSB, 2001).
1999	Jamaica, EUA	American Eagle Airlines Voo 4925	1 gravemente ferido, 29 levemente feridos	Débito agudo de sono, déficit de sono acumulado, horas prolongadas de vigília (NTSB, 2000).
2002	Marília, SP, BRA	PT-LIY (aeronave particular)	1 fatalidade	Hipótese de condições de descanso desfavoráveis (CNFH, 2017).
2002	Tallahassee, Florida, EUA	Federal Express Voo 1478	3 gravemente feridos	Débito de sono dos pilotos (comandante: duas noites anteriores mal dormidas, copiloto: soube do voo de última hora, dormiu 1,5 h), voo noturno (FAA, 2010).
2004	Kirkville, Missouri, EUA	Corporate Airlines Voo 5966	13 mortos e 2 gravemente feridos	Pilotos no fim de jornada de 14,5 horas, voo noturno (FAA, 2010).
2007	Cleveland Hopkins International Airport	Shuttle America Voo 6448	Sem fatalidades	Piloto sofria de insônia há meses, acordado havia 31 horas (FAA, 2010).
2007	Balsas, MA, BRA	Razante Aviação Agrícola	Não informado na fonte	Hipótese de 10 horas de jornada (aviação agrícola) (CNFH, 2017)
2008	Honolulu – Hilo, Hawaii	Gol Voo 1002	Sem fatalidades	Ambos os pilotos dormiram durante o cruzeiro, era o 3º dia de jornada de início cedo. Apneia obstrutiva do sono severa subdiagnosticada do comandante (NTSB, 2009).
2009	Buffalo, NY, EUA	Colgan Air Voo 3407	50 mortos, sendo um em terra	Fadiga dos tripulantes relacionadas ao deslocamento ( <i>commuting</i> ) anterior ao voo.

Ano	Local	Operador	Consequências	Situação relativa à fadiga
				Levou a fadiga como pauta à <i>Airline Safety Call to Action</i> (NTSB, 2010).
2010	Mangalore, Índia	Air India Voo 812	158 mortos, 8 sobreviventes	Operação na janela de baixo ritmo circadiano do alerta (sono profundo na cabine durante cruzeiro) (Government of India, 2010).
2014	Parati, RJ, BRA	PR-AFA	7 mortos (sem sobreviventes)	Pela primeira vez através da análise da voz, foi gerada a hipótese de fadiga do copiloto (CNFH, 2017).
2014	Magong Airport	TransAsia Voo 222	48 mortos, 9 feridos gravemente	Fadiga acumulada de várias etapas por dia (até 8 por jornada) e escalas mensais anteriores. (Aviation Safety Council, 2014).
2016	Rostov do Don (Rússia)	FlyDubai Voo 981	62 mortos (sem sobreviventes)	Possível “cansaço operacional” por estarem no voo há 6 horas, duas das quais sob alta carga de trabalho, e horário do acidente: 04:42 no local de origem. (Interstate Aviation Committee, 2019)
2016	Lisboa (Portugal)	White Airways CS-DJF	Sem fatalidades e sem feridos	Jornada no limite legal, mas já era a sexta etapa de voo na ponte Porto-Lisboa; fim de jornada às 21:34 (GPIAAF, 2019).
2019	Lviv, Ucrânia	Ukraine Air Alliance UKL 4050	5 mortos, 3 feridos gravemente.	Tripulantes não obtiveram repouso suficiente; jornadas e repouso não estavam de acordo com as regras da Ucrânia; houve atraso de duas horas (NBAAIU, 2021).

Tabela 3. Acidentes em que a fadiga foi identificada como fator contribuinte.

15.4 No Brasil, a fadiga também foi identificada como fator contribuinte em acidentes aéreos. Para mais informações sobre os citados, veja o Guia de Investigação da Fadiga Humana em Ocorrências Aeronáuticas<sup>5</sup>, publicado pelo CENIPA em 2014, fruto do trabalho da Comissão Nacional de Fadiga Humana (CNFH).

**Nota:** uma consulta por "Fator Contribuinte - Fadiga" pode ser realizada através da ferramenta "Painel SIPAER" no site do CENIPA (CENIPA - Página inicial (fab.mil.br)).

<sup>5</sup> [https://issuu.com/cesvcenipa/docs/revista\\_20cnfh\\_versao\\_final\\_06nov](https://issuu.com/cesvcenipa/docs/revista_20cnfh_versao_final_06nov)

## 16. Leituras Recomendadas

### 16.1 Sono:

[EbookManualdoSonoHCUFPE.pdf \(www.gov.br\)](#)

[cartilha\\_sono\\_normal\\_2021.pdf \(absono.com.br\)](#)

[Publicações - Associação Brasileira do Sono \(absono.com.br\)](#)

### 16.2 Pesquisas brasileiras:

- MELLO, M.T.; ESTEVES, A. M.; PIRES, M. L. N.; SANTOS, D. C.; BITTENCOURT, L. R. A., SILVA, R. S. TUFIK, S. Relationship between Brazilian airline pilot errors and time of day. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 41 n: 1129-1131, 2008. Doi: 10.1590/s0100-879x2008001200014
- Licati P, Rodrigues T, Wey D, Fischer F, Menna-Barreto L. Correlação dos prognósticos do programa FAST com relatos de fadiga de pilotos da aviação civil brasileira. *Revista Conexão Sipaer*. 2015;6(1):7-17.
- Marqueze EC, Nicola ACB, Diniz D, Fischer FM. Working hours associated with unintentional sleep at work among airline pilots. *Rev Saude Publica*. 2017;51:61. 10.1590/s1518-8787.2017051006329
- Pellegrino P, Marqueze EC. Aspects of work and sleep associated with work ability in regular aviation pilots. *Rev Saude Publica*. 2019;53:16. 10.11606/s1518-8787.2019053000345
- Rodrigues TE FF, Bastos EM, Baia L, Bocces R, Gonçalves FP, *et al*. Seasonal variation in fatigue indicators in Brazilian civil aviation crew rosters. *Rev Bras Med Trab*. 2020;18(1):9. 10.5327/Z1679443520200467
- Rodrigues TE, Fischer FM, Helene O, Antunes E, Furlan E, Morteo E, *et al*. Modelling the root causes of fatigue and associated risk factors in the Brazilian regular aviation industry. *Safety Science*. 2023;157:105905. 10.1016/j.ssci.2022.105905
- SAMPAIO, I. T. A. Regulação e trabalho em jornadas irregulares: o caso de pilotos brasileiros. Implicações para o trabalho e para a saúde (Tese). Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, 2023.

## 17. Níveis de Gerenciamento de Fadiga do RBAC nº 117

### 17.1 Geral

- 17.1.1. O artigo 19 da Lei nº 13.475/17 permite que as limitações operacionais nela estabelecidas sejam alteradas pela ANAC, desde que respeitados os preceitos de um Sistema de Gerenciamento de Risco de Fadiga Humana. Tais preceitos constam do DOC 9966, da OACI, e estão constantemente evoluindo a partir de resultados de pesquisas científicas e da experiência da indústria.
- 17.1.2. Adicionalmente, o artigo 78 dessa mesma Lei informa que cabe à ANAC expedir as normas necessárias para a implantação de um Sistema de Gerenciamento de Risco de Fadiga Humana.
- 17.1.3. Com o intuito de atender aos referidos artigos, foi criado o RBAC nº 117, intitulado Requisitos para Gerenciamento de Risco de Fadiga Humana, de forma a complementar a Lei com o que existe de mais atual no que se refere ao gerenciamento prescritivo de fadiga humana nas operações aéreas, bem como possibilitar aos operadores desenvolverem novas propostas baseadas em desempenho.
- 17.1.4. O RBAC nº 117 foi desenvolvido em três níveis, do puramente prescritivo (NB – Nível Básico) até o customizado às necessidades do operador (SGRF – Sistema de Gerenciamento de Risco de Fadiga), contando com um nível intermediário em que alguma flexibilidade é possível quando determinadas exigências são atendidas (GRF – Gerenciamento de Risco de Fadiga). O operador deve optar por qual nível seguir, seja para todas as operações ou para parte delas.
- 17.1.5. Um resumo dos três níveis é abaixo mostrado:
- i. NB – Nível Básico: define limitações prescritivas de tempo de voo e tempo de serviço sem a necessidade de autorizações e/ou aprovações especificadas da ANAC. Operadores regidos pelo NB devem cumprir, no que for aplicável, as subpartes A (exceto 117.5) e B, bem como o Apêndice A do RBAC nº 117. É importante observar que as limitações do Apêndice A são aquelas constantes da Lei nº 13.475/17, acrescidas das definições e procedimentos solicitados pela referida Lei;
  - ii. GRF – Gerenciamento de Risco de Fadiga: permite maior flexibilidade com limitações de tempo de operação e de voo menos restritivas, mas exige que os operadores tenham implantado processos de gerenciamento de riscos, processos de monitoramento contínuo e um programa de treinamento para os tripulantes. A operação segundo um GRF conforme a seção 117.61 requer autorização especificada emitida pela ANAC; enquanto a operação segundo um GRF conforme a seção 117.65 requer comunicação prévia à ANAC. Operadores regidos por um GRF devem cumprir as subpartes A e B, acrescidas das seções 117.61 ou 117.65 da subparte C e dos Apêndices B, C, D ou E do RBAC nº 117, e as IS nº 117-003, 117-006 ou 117-007, conforme aplicável;
  - iii. SGRF – Sistema de Gerenciamento de Risco de Fadiga: é um sistema orientado por dados e encarregado de monitorar e gerenciar continuamente os riscos de segurança

relacionados à fadiga, com base em princípios científicos e conhecimentos, bem como experiência operacional, que visa garantir que o pessoal relevante esteja trabalhando em níveis adequados de alerta. A utilização de um SGRF para operações com limites específicos deve ser previamente aprovada pela ANAC. Operadores regidos por um SGRF devem cumprir as subpartes A e B, bem como a seção 117.63 da Subparte C do RBAC nº 117, conforme orientado pelas IS nº 117-004 ou 117-005.

- 17.1.6. Para os operadores que escolherem desenvolver e implementar um GRF, deve-se consultar as IS nº 117-003, 117-006 ou 117-007, a depender do tipo de operação que o operador executa. Para aqueles que optarem por um SGRF, deve-se consultar as orientações contidas na IS nº 117-004 ou 117-005, conforme tenham (ou não tenham) um GRF, respectivamente.

## **17.2 Qual apêndice do RBAC nº 117 é mais apropriado à minha operação?**

- 17.2.1. Os apêndices do RBAC nº 117 disponíveis para um operador dependerão do tipo de operações que ele realiza. Pode haver mais de um apêndice disponível para o operador, cabendo a este determinar qual é o mais adequado.

### **17.2.2. Apêndice A do RBAC nº 117 – NB**

- a. O Apêndice A está disponível para todos os operadores que realizem qualquer tipo de operação que não requeira a extrapolação dos limites contidos na Lei nº 13.475/17.
- b. Este Apêndice é o mais apropriado para operações que não excedam as limitações da Lei nº 13.475/17, incluindo:
  - i. operações privadas sob RBAC nº 91, quando realizando operações sem fins lucrativos com pilotos contratados, a serviço do operador, incluindo as operações da Subparte K;
  - ii. operações segundo os RBAC nº 121 ou 135, desde que tais operações não se enquadrem nos itens 17.2.3 ou v abaixo;
  - iii. Operações segundo o RBAC nº 133 (operações de helicópteros com carga externa);
  - iv. Operações segundo o RBAC nº 137 (operações aeroagrícolas e de combate a incêndio);
  - v. Operações segundo o RBAC nº 141 (escolas de aviação);
  - vi. Operações segundo o RBAC nº 142 (centros de treinamento);
  - vii. outras operações de serviço aéreo especializado (SAE);
  - viii. treinamento em voo de tripulantes (mesmo aqueles que são realizados por operadores dos RBAC nº 121 ou 135);
  - ix. exame em voo de tripulantes visando a emissão de uma licença ou emissão ou revalidação de uma habilitação (mesmo aqueles que são realizados por operadores

dos RBAC nº 121 ou 135);

- x. operações de traslado, voos de experiência, voos de manutenção etc.

### 17.2.3. Apêndice B do RBAC nº 117 – GRF

- a. O Apêndice B está disponível para operadores de transporte aéreo público (RBAC nº 121 ou RBAC nº 135) que realizem operações comerciais complexas ou não complexas com aeronaves que requeiram, por certificação, dois ou mais pilotos, incluindo operações.
- b. Operação complexa significa uma operação que envolva uma ou mais das seguintes condições:
  - i. uma tripulação composta ou de revezamento;
  - ii. uma jornada que envolva uma diferença de três fusos horários ou mais; ou
  - iii. uma jornada que seja iniciada quando o tripulante de uma tripulação simples, composta ou de revezamento estiver:
    - A. em um estado desconhecido de aclimatação; ou
    - B. não aclimatado ao local onde a jornada se inicia.
- c. Este Apêndice é o mais apropriado para as operações segundo os RBAC nº 121 ou 135 que desejem exceder as limitações do Apêndice A do RBAC nº 117 e operem no Brasil ou no exterior com tripulações simples, compostas ou de revezamento.
- d. É importante observar o seguinte:
  - i. Operações de treinamento e de exame em voo, de traslado ou com aeronaves que requeiram, por certificação, apenas um piloto, devem ser feitas segundo o Apêndice A.
  - ii. Operações com helicópteros que requerem, por certificação, dois ou mais pilotos podem ser feitas segundo o Apêndice B, mas isto não é aconselhável. Recomenda-se realizá-las de acordo com as regras do Apêndice A.
  - iii. As operações no item 17.2.3.a acima, caso assim deseje o operador, podem ser realizadas inteiramente segundo o Apêndice A. No entanto, caso o operador opte por realizá-las segundo o Apêndice B, tais operações devem ser inteiramente realizadas segundo este Apêndice.
  - iv. Não será permitido que as operações comerciais de um mesmo operador possam, simultaneamente, ser feitas por dois apêndices diferentes.
  - v. Caso o operador realize exclusivamente operações não-complexas, ele pode optar por cumprir o Apêndice C.

### 17.2.4. Apêndice C do RBAC nº 117 – GRF

- a. O Apêndice C está disponível para operadores de transporte aéreo público (RBAC nº 121 ou RBAC nº 135) que realizem operações comerciais não complexas com aeronaves que requerem, por certificação, dois pilotos.
- b. O Apêndice C é mais adequado que o Apêndice B para a operações domésticas ou internacionais com dois pilotos, mas que não cruzem três fusos ou mais.
- c. O Apêndice C não se aplica às operações com tripulação aumentada ou operações que cruzem 3 fusos ou mais na mesma jornada ou operações cujos tripulantes estejam não-aclimatados ou em estado desconhecido de aclimatação.
- d. É importante observar o seguinte:
  - i. Operações de treinamento e de exame em voo, de traslado ou com aeronaves que requerem, por certificação, apenas um piloto, devem ser feitas segundo o Apêndice A.
  - ii. Operações com helicópteros que requerem, por certificação, dois ou mais pilotos podem ser feitas segundo o Apêndices C, mas isto não é aconselhável. Recomenda-se realizá-las de acordo com as regras do Apêndice A.
  - iii. As operações no item 17.2.4.a acima, caso assim deseje o operador, podem ser realizadas inteiramente segundo o Apêndice A. No entanto, caso o operador opte por realizá-las segundo o Apêndice C, tais operações devem ser inteiramente realizadas segundo este Apêndice.
  - iv. Não será permitido que as operações comerciais de um mesmo operador possam, simultaneamente, ser feitas por dois apêndices diferentes.
  - v. Caso o operador realize operações complexas e não-complexas simultaneamente, ele pode optar por cumprir o Apêndice B.

#### 17.2.5. Apêndice D do RBAC nº 117 – GRF

- a. O Apêndice D está disponível para operações aeromédicas, bem como treinamentos e exames relacionados a este tipo de operação.
- b. Note que outros tipos de operações do operador (tais como operações de transporte de passageiros ou de carga), bem como operações feitas com aviões a pistão ou com helicópteros, devem ser realizadas segundo as regras dos Apêndices A, B ou C do RBAC nº 117.
- c. Empresas que realizem simultaneamente operações aeromédicas e não aeromédicas (passageiros e/ou carga), devem cumprir o Apêndice A para estas duas últimas.
- d. Exemplo: um táxi aéreo realiza operações de transporte de passageiro, de carga, aeromédicas com aviões a jato e helicópteros.
  - i. As operações de transporte de passageiro e de carga devem ser feitas de acordo com as regras do Apêndice A.
  - ii. As operações aeromédicas com helicópteros devem ser feitas de acordo com as

regras do Apêndice A.

- iii. As operações aeromédicas com aviões a jato podem ser feitas de acordo com as regras dos Apêndices A ou D, a escolha do operador. No entanto, uma vez que o operador escolha o Apêndice D para suas operações aeromédicas, estas devem ser feitas por aquele Apêndice. Não será permitido que as operações aeromédicas de um mesmo operador possam, simultaneamente, ser feitas por dois apêndices diferentes.

#### 17.2.6. Apêndice E do RBAC nº 117 – GRF

- a. O Apêndice E está disponível para Operações de aviação geral operando exclusivamente segundo as regras do RBAC nº 91, quando realizando operações sem fins lucrativos com pilotos contratados, a serviço do operador em aviões a jato com dois ou mais pilotos.
- b. Operadores que realizem simultaneamente as operações descritas no item anterior e outros tipos de operação, devem cumprir o Apêndice A para estas últimas.
- c. Exemplo: um operador privado possui um Falcon 2000, um C510, um C208 e um S76. Nessa situação:
  - i. O S76 deve ser operador segundo as regras do Apêndice A, uma vez que não é um avião;
  - ii. O C510 operado exclusivamente por um piloto com habilitação "single pilot" (sem um segundo em comando) deve ser operado segundo as regras do Apêndice A;
  - iii. O C510 operado por dois pilotos, independentemente de terem suas habilitações "single pilot" ou "dual pilot", pode ser operado segundo as regras dos Apêndices A ou E a escolha do operador. No entanto, uma vez que o operador escolha o Apêndice E para suas operações com o C510, estas devem ser feitas por aquele Apêndice. Não será permitido que as operações com o C510 do operador possam, simultaneamente, ser feitas por dois apêndices diferentes; e
  - iv. O Falcon 2000 pode ser operado segundo os Apêndices A ou E, a escolha do operador. No entanto, uma vez que o operador escolha o Apêndice E para suas operações com o Falcon 2000, estas devem ser feitas por aquele Apêndice. Não será permitido que as operações com o Falcon 2000 do operador possam, simultaneamente, ser feitas por dois apêndices diferentes.
- d. Operações segundo a Subparte K do RBAC nº 91 não podem ser realizadas segundo o Apêndice E.

17.2.7. Exemplos (não exaustivo; apenas ilustram as regras do RBAC nº 117; cada operador deve verificar quais são as regras a ele aplicáveis e, deste modo, verificar sob qual dos apêndices do RBAC nº 117 ele pode operar):

- a. Operações privadas
  - i. uma pessoa física possui um R22 e o opera ela mesma para deslocar-se entre suas propriedades (isto é, ela não recorre a pilotos contratados para operar o R22). Este

tipo de operação não é coberto pelo RBAC nº 117;

- ii. um operador privado possui um R22, o qual é utilizado apenas em pequenos voos ao redor da sua base principal e não extrapola as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. A aeronave é operada por um piloto contratado pelo operador. Nesta situação, suas operações devem ser realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- iii. um operador privado possui um Sêneca, que é utilizado em voos dentro do Brasil e não extrapola as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. A aeronave é operada por um piloto contratado pelo operador. Nesta situação, suas operações devem ser realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- iv. um operador privado possui um C550, que é utilizado em exclusivamente operações dentro do Brasil, podendo ainda realizar voos para a Argentina, Paraguai ou Uruguai, respeitando as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. A aeronave é operada por dois pilotos contratados pelo operador, apesar de ser certificada para operação com apenas um piloto. Nesta situação, suas operações devem ser realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- v. um operador privado possui um S76, que é utilizado para operações dentro do Estado de São Paulo, respeitando as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. O helicóptero é operado por dois pilotos contratados pelo operador. Nesta situação, suas operações devem ser realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- vi. um operador privado possui um Falcon 900, que é utilizado tanto em viagens nacionais quanto internacionais, entre o Brasil e a costa Leste dos Estados Unidos (isto é, sem cruzar três fusos ou mais), respeitando as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. A aeronave é operada por pilotos contratados pelo operador. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- vii. um operador privado possui um Falcon 2000, que é utilizado tanto em viagens nacionais quanto internacionais, entre o Brasil e a costa Leste dos Estados Unidos (isto é, sem cruzar três fusos ou mais). Nesta situação o operador pode tanto operar segundo o Apêndice A do RBAC nº 117 (caso não tenha necessidade de extrapolar as limitações contidas na Lei nº 13.475/17) ou pelo Apêndice E do RBAC nº 117 (caso tenha a necessidade de extrapolar alguma das limitações contidas na Lei 13.475/17). No entanto, o operador deve ter em mente que suas operações ocorrerão exclusivamente sob o Apêndice A ou sob o Apêndice E. Não será permitido que as operações com o Falcon 2000 possam, simultaneamente, ser feitas pelos dois Apêndices;
- viii. um operador privado possui um C750, que é utilizado tanto em viagens nacionais quanto internacionais entre o Brasil e a Europa (isto é, cruzando três fusos ou mais), respeitando as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. A aeronave é operada por pilotos contratados pelo operador. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice A do

## RBAC nº 117;

- ix. um operador privado possui um G650, que é utilizado tanto em viagens nacionais quanto internacionais entre o Brasil e a Europa (isto é, cruzando três fusos ou mais). A aeronave é operada por pilotos contratados pelo operador. Nesta situação o operador pode tanto operar segundo o Apêndice A do RBAC nº 117 (caso não tenha necessidade de extrapolar as limitações contidas na Lei nº 13.475/17) ou pelo Apêndice E do RBAC nº 117 (caso tenha a necessidade de extrapolar alguma das limitações contidas na Lei 13.475/17). No entanto, o operador deve ter em mente que suas operações ocorrerão exclusivamente sob o Apêndice A ou sob o Apêndice E. Não será permitido que as operações com o C750 possam, simultaneamente, ser feitas pelos dois Apêndices.
- b. Operações de táxi aéreo com aeronaves certificadas para ser operada por apenas um piloto
- i. um operador de táxi aéreo possui cinco aeronaves C208, as quais são utilizadas em voos cargueiros dentro do Brasil, sem extrapolar as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- ii. um operador de táxi aéreo possui um grande acervo de aeronaves, incluindo King Air, Phenom 300 e Falcon 7x, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil e pela América Latina. No entanto, todas as operações respeitam as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- iii. um operador de táxi aéreo possui um grande acervo de aeronaves, incluindo King Air, Phenom 300 e Falcon 7x, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil e pela América Latina. As suas operações, no entanto, extrapolam as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice C do RBAC nº 117, uma vez que ocorrem exclusivamente no Brasil e na América Latina, não sendo consideradas operações complexas;
- iv. um operador de táxi aéreo possui um grande acervo de aeronaves, incluindo King Air, Phenom 300 e Falcon 7x, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina e Europa. As suas operações, no entanto, extrapolam as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice B do RBAC nº 117, uma vez que as operações para a Europa são consideradas complexas;
- c. Operações segundo os RBAC nº 121 ou 135
- i. um operador regular nacional ou internacional possui aeronaves ATR-42, B737 e A320, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina ou costa leste dos EUA, respeitando todas as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;

- ii. um operador regular possui aeronaves ATR-42, B737 e A320, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina ou costa leste dos EUA (todas com tripulações simples). As suas operações, no entanto, extrapolam as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice C do RBAC nº 117, uma vez que ocorrem exclusivamente no Brasil e na América Latina, não sendo consideradas operações complexas;
- iii. um operador regular possui aeronaves ATR-42, B737, A320 e B777, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina, costa leste dos EUA e Europa. As suas operações, no entanto, extrapolam as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice B do RBAC nº 117, uma vez que as operações para a Europa são consideradas complexas;
- iv. um operador não-regular possui aeronaves B-767 de carga, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina ou costa leste dos EUA, respeitando todas as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice A do RBAC nº 117;
- v. um operador não-regular possui aeronaves B-767 de carga, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina ou costa leste dos EUA (todas com tripulações simples). As suas operações, no entanto, extrapolam algumas das limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice C do RBAC nº 117, uma vez que ocorrem exclusivamente no Brasil e na América Latina, não sendo consideradas operações complexas;
- vi. um operador não-regular possui aeronaves B-767 de carga, as quais são utilizadas para voo pelo Brasil, pela América Latina, costa leste dos EUA e Europa. As suas operações, no entanto, extrapolam as limitações contidas na Lei nº 13.475/17. Nesta situação, é mais conveniente que as suas operações sejam integralmente realizadas de acordo com o Apêndice B do RBAC nº 117, uma vez que as operações para a Europa são consideradas complexas.

**18. Apêndices**

18.1 APÊNDICE A - Reservado

**19. Disposições finais**

19.1 Os casos omissos serão dirimidos pelo Superintendente da SPO.

**Apêndice A. Controle de Alterações**

ALTERAÇÕES REALIZADAS NA REVISÃO B	
ITEM ALTERADO	ALTERAÇÃO REALIZADA
Item 17.2.6.b	Alterado conteúdo
Item 17.2.6.c.ii	Alterado conteúdo
Item 17.2.6.c.iii	Alterado conteúdo