



INFLUÊNCIAS DA ILUMINAÇÃO NO ESTADO FISIOLÓGICO E PSICOLÓGICO DO USUÁRIO

Fonseca, Ingrid (1); Adegas, Márcia G. (2); Feldman, Daniel C. (3); Gonçalves, Aldo C. de Moura (4)

- (1) PROARQ/UFRJ - FAPERJ, Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº - Prédio da Reitoria, sl. 433 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - 21941-590 - Rio de Janeiro – RJ – Ilha do Fundão, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil, Telefax: 2598 1661/2
e-mail: ing@skydome.net
- (2) PROARQ/UFRJ - FIOCRUZ, Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº - Prédio da Reitoria, sl. 433 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - 21941-590 - Rio de Janeiro – RJ – Ilha do Fundão, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil, Telefax: 2598 1661/2
e-mail: marciag@domain.com.br
- (3) PROARQ/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº - Prédio da Reitoria, sl. 433 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - 21941-590 - Rio de Janeiro – RJ – Ilha do Fundão, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil, Telefax: 2598 1661/2
e-mail: feldman@unisys.com.br
- (4) PROARQ/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº - Prédio da Reitoria, sl. 433 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - 21941-590 - Rio de Janeiro – RJ – Ilha do Fundão, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil, Telefax: 2598 1661/2
e-mail: aldo@mls.com.br

RESUMO

É evidente a importância e a participação da iluminação nas atividades dos seres vivos.

Através da iluminação, o ciclo dia e noite das pessoas e dos animais é regulado, ao que chamamos de ritmo circadiano, que, por sua vez faz com que alternemos situações de alerta e de sonolência durante o passar do tempo, de acordo com as condições às quais estamos expostos. Condições essas, favoráveis à realização de determinadas tarefas, que exijam comportamentos de menor ou maior introspecção, respectivamente.

A iluminação natural varia em questão de segundos, tanto quantitativa, como qualitativamente, que poderá interferir na nossa produção hormonal. Dentre os hormônios mais importantes, neste contexto, destacam-se a melatonina e o cortisol.

A melatonina é o principal hormônio responsável pelo ciclo dia e noite e a velocidade da síntese de melatonina é controlada pela iluminação. Dentre outras funções, a melatonina age na regulação da secreção de cortisol (ou cortisona), hormônio que tem relação direta com o estado de ânimo.

Uma vez que a iluminação tem papel importante na regulação do nosso relógio biológico, devemos considerar a importância, e por que não dizer até mesmo a necessidade, de se criar ambientes com iluminação artificial capazes de fornecer condições próximas àquelas presentes no ambiente natural, responsáveis pelas alterações não apenas no funcionamento do relógio biológico, mas também, na percepção, no comportamento e nas funções cognitivas das pessoas.

ABSTRACT

There are evidences about the importance of light and its influences on human activities.

Through the illumination, the humans' and animals' day-night cycle is regulated, and it is known as circadian rhythm. Through the circadian rhythm people change from asleep to alert, through the day, depending on the conditions of natural light. Some light conditions influence the mood and certain conditions are better to people do some tasks.

The natural light varies in few seconds, in terms of quantity and quality, and interferes on the hormonal secretion, like the melatonin and the cortisol.

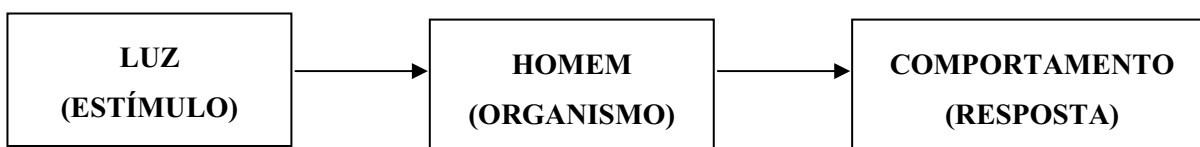
Melatonin is the main hormone, that controls the day-night cycle. And the rates of melatonin are controlled by the ambient lighting. The melatonin regulates the cortisol rates. And the cortisol is the hormone related to our mood.

So, as the light has an important rule regulating our internal biological clock, why do not we try to project ambients with artificial lighting able to offer similar conditions to the natural light conditions, that can interfere in human's perception and behavior, and cognitive tasks?

1. INTRODUÇÃO

É inegável que a luz, enquanto fenômeno físico, constitui fonte de estímulos às pessoas e animais. Por isso, não devemos ignorá-la como capaz de atuar em respostas emocionais dos usuários de espaços iluminados. Podemos considerar respostas positivas e estados de ânimo favoráveis a tendenciar comportamentos também favoráveis do homem, como frutos da falta de “stress” destes organismos, do bem-estar e da motivação. Desta forma, a estes fatores, as características físicas, normativas e estéticas dos ambientes devem ser somadas, na busca da verdadeira qualidade ambiental, capaz de cumprir com os objetivos e funções dos espaços projetados.

Nos referiremos, durante este trabalho, a tendências de comportamentos, uma vez que, segundo o estudioso Wallace Wait, Ph. D., professor de Psicologia Educacional da Colorado State College of Education, em seu livro “The Science of Human Behavior”, de 1938, nas complexas relações que envolvem o estudo do comportamento humano, três naturezas devem ser consideradas: a natureza do estímulo, neste caso, a luz; a natureza do organismo no momento da resposta, neste caso, o homem; e a natureza da resposta ao estímulo, neste caso, o comportamento resultante. Desta forma, por mais que nos esforcemos em prol da boa qualidade dos estímulos provocados pelo ambiente de forma a favorecer determinados comportamentos, não podemos ignorar fatores relacionados à natureza do homem no momento da resposta.



É evidente que existem fatores que fogem ao domínio do pesquisador, que poderão transformar ou interferir nas respostas esperadas, nas suas atitudes. Os comportamentos devem ser vistos e analisados dentro de um contexto, considerando as características particulares e individualidade de cada um.

2. RITMOS BIOLÓGICOS E RITMOS CIRCADIANOS

Ritmos biológicos são mudanças na atividade biológica de um organismo, que se repetem num ciclo regular. A maioria dos ritmos biológicos é de natureza circadiana, isto é, são ciclos que duram cerca de 24 horas e são baseados no ciclo dia e noite, luz e escuridão, produzido pela rotação da Terra em relação ao Sol. Nos animais e nos humanos, existem flutuações diárias nas atividades físicas, no sono, na alimentação, na temperatura do corpo, nas taxas de secreção de certos hormônios, e outros processos metabólicos.

A sobrevivência dos indivíduos e das espécies depende da capacidade do organismo em manter uma relação temporal, rítmica, com as exigências e oportunidades do ambiente. Assim é que ratos,

escorpiões, morcegos, corujas, etc., estão no máximo de alerta e produtividade durante a noite, enquanto que para lagartos, abelhas, moscas, etc., este máximo ocorre durante o dia.

A adaptação dos indivíduos se faz através da sintonia do “relógio biológico” ou relógio interno com o ambiente. Para tal são usadas as “pistas” ou indicadores (Zeitgebers), fornecidos pelo próprio ambiente, que podem ser eventos tais como luz-escuridão, temperatura, horário de trabalho ou de refeições, interações sociais, etc., os quais ocorrem de forma periódica. São esses Zeitgebers que permitem um ritmo de 24 horas (CAETANO, 1983).

Quando removidos de seu ambiente natural e colocados sob condições laboratoriais constantes, os organismos, depois de certo tempo, não mais executam um ritmo exato de 24 horas, o ritmo muda ganhando ou perdendo alguns minutos por dia, isto é, se torna “free-running”.

Quando um organismo é colocado em condições inversas do seu ambiente, por exemplo, inversão do ciclo noite-dia em animais noturnos, ele, em geral “ignorar” os novos Zeitgebers e só depois de algum tempo é que haverá uma readaptação. Um exemplo corriqueiro é a chamada “jet síndrome”, que ocorre com os organismos, após viagens transcontinentais, tão rápidas que não há tempo suficiente de ele se readaptar, isto é, sincronizar seu funcionamento com os novos Zeitgebers. Esta síndrome caracteriza-se por fadiga, cefaléia, perda de apetite, sudorese, dificuldade de acomodação visual, problemas gastrointestinais, insônia e pesadelos.

Nesse caso, vários componentes, dentre eles, a produção hormonal, do ritmo circadiano não entram em sincronia com o novo ambiente ao mesmo tempo e daí o funcionamento do organismo fica temporariamente desorganizado.

Simões, em Brasília Médica (1996), afirmou que a luz é o sincronizador primário do marcapasso circadiano, que faz com que a maioria dos pacientes totalmente cegos apresente distúrbio do sono e incapacidade em manter um ritmo circadiano, apesar de em alguns deles, mesmo com a perda da percepção consciente à luz e dos reflexos pupilares, haja a preservação de uma resposta neuroendócrina igual à que ocorre em indivíduos normais, mantendo-os sincronizados no período de 24 horas.

3. LUZ E GLÂNDULA PINEAL: OS HORMÔNIOS MELATONINA (MLT) E SEROTONINA

Em 1988, Brainard et al., prestaram informações preciosas à comunidade científica, quando afirmaram que “Quando a luz passa pelos nossos olhos, impulsos são propagados não apenas às áreas visuais, mas também a áreas do cérebro relativas às emoções e à regulação hormonal” (KÜLLER & LINDSTEN, 1992).

A maioria dos animais ajusta seus níveis de atividade fisiológica às variações do ambiente externo e a glândula pineal é principal mediadora desta sincronização (MELO, 1988). E observa-se a importância do ciclo claro-escuro na regulação das funções da pineal, cujo principal hormônio secretado é a melatonina (MLT), alvo da maioria das pesquisas relacionadas à pineal.

Nós, mamíferos, estamos sujeitos a informações foto-sensoriais, que chegam até a pineal através de um complexo trajeto polineural que se inicia na retina.

3.1 O hormônio melatonina: o regulador do relógio biológico de homem

A relação mais evidente entre a luz do dia e o homem é o ritmo diurno, que relaciona o ciclo da luz do dia e da escuridão da noite à complexa variação fisiológica e bioquímica de estado de alerta e sono. O tempo do ritmo diurno e noturno, e as variações funcionais relacionadas a ele, dependem do processo interno referente ao relógio biológico, que determina a predominância diurna de nossas atividades. Esse relógio mantém uma relação temporal com o nascer e o pôr do sol, existindo assim uma espécie de sincronia, à que se chama de ritmo circadiano. Nos mamíferos, isto é mediado pelo trato retino-hipotalâmico, que se origina na retina e termina nos núcleos supraquiasmáticos (BRAINARD et al. *in* KÜLLER & LINDSTEN, 1992).

O ritmo circadiano possui grande influência sobre a taxa de diversos hormônios no sangue (CURTIS et al. *in* KÜLLER & LINDSTEN, 1992).

Em humanos, a produção rítmica de MLT foi, pela primeira vez descrita em 1973, por Pelham, R. W. et al e, mais tarde, confirmada através de diversos métodos e por diversos grupos de pesquisadores.

A síntese de MLT na glândula pineal possui uma posição importante na mediação dos efeitos da luz no olho (WURTMAN *in* KÜLLER & LINDSTEN, 1992) e a síntese de MLT é controlada pela iluminação ambiental (LEWY et al. *in* FONSECA, 2000; BOYCE & KENNAWAY *in* KÜLLER & LINDSTEN, 1992).

A MLT é um neuro-hormônio da glândula pineal, glândula esta que possui um papel regulatório no envelhecimento, desenvolvimento de câncer e como sincronizador do ritmo circadiano. Ela tem sido prescrita, inclusive, por seu potencial terapêutico, como agente anti-envelhecimento e imunoterapêutico. Tem seu papel na gênese, manutenção e duração do sono. A MLT, surpreendentemente, parece agir em praticamente todos os sistemas fisiológicos. É produzida apenas durante o período escuro, independentemente da espécie considerada ser de atividade diurna, noturna ou crepuscular. Por ser sintetizada e secretada apenas durante o período de escuro, funciona como um sinalizador, para o meio interno, do dia e da noite e, pela sua flutuação sazonal (dependente da duração da noite), ela também sinaliza as estações do ano (CIPOLLA-NETO & AFECHÉ *in* ALVES et al., 1998).

A MLT é sintetizada pela maioria dos organismos vivos e, por muito tempo, acreditou-se que ela fosse produzida apenas pela glândula pineal. Porém, foi evidenciado que ela pode ser também sintetizada pela retina e pelo trato gastrointestinal. Contudo a pineal é a principal responsável pelos seus níveis sanguíneos.

Sua secreção apresenta um ritmo circadiano e esta ritmicidade circadiana da MLT é regulada pelo ciclo claro-escuro ambiental. Sua enzima limitante é inibida pela luz solar e a síntese de MLT é deflagrada no início do período escuro, apresentando altos níveis durante a noite.

A concentração de MLT no sangue em indivíduos adultos normais é muito baixa durante a maior parte do dia, mas começa a se elevar por volta das 22 h, aumentando significativamente, para a média de 80 a 100 pg/ml, entre 2 e 4 h da manhã e permanece elevada durante o tempo normal do sono, caindo abruptamente por volta das 9 h. Mas, prolongando-se o período escuro, observa-se um aumento proporcional dos níveis noturnos de melatonina. (REITER *in* ALVES et al., 1991).

Os níveis noturnos variam amplamente entre indivíduos, em termos de amplitude, e a quantidade total de MLT produzida na glândula pineal é geneticamente determinada. Assim, durante a vida, a glândula de alguns indivíduos produz menos MLT do que a de outros. Alguns indivíduos jovens têm uma baixa amplitude do ciclo de MLT, com padrões semelhantes à de indivíduos idosos. A produção de MLT diminui substancialmente na idade avançada.

A presença de luz, além de poder sincronizar o ritmo circadiano (quando alternada com períodos escuros), também pode exercer um efeito inibitório agudo sobre a síntese e liberação noturna de MLT e, vale ressaltar, que os níveis circulantes de MLT podem ser alterados por vários fatores, sendo que o mais importante é o ciclo claro-escuro ambiental.

3.2 Serotonina: o “hormônio do ânimo”

A glândula pineal age também na secreção de serotonina, cujos níveis também apresentam um ritmo circadiano, inverso ao da MLT. Durante o dia, os níveis de serotonina no organismo são mais elevados. Logo após o anoitecer, ocorre uma diminuição em seus níveis e um aumento nos de MLT.

A serotonina é considerada pelos médicos como o hormônio do ânimo, uma vez que altos níveis estão associados ao bem estar; sensação produzida pela atividade física, que comprovadamente libera no organismo quantidades desta substância, que faz com que as pessoas se sintam bem dispostas, após a prática de atividade física.

4. CORTISOL: O HORMÔNIO DO “STRESS”

A MLT, dentre outras funções, modifica a secreção de outros hormônios, dos quais destaca-se o cortisol, hormônio produzido na adrenal, que possui relação direta com diversas respostas emocionais do homem, associadas às variações em suas concentrações no organismo.

Basicamente, a secreção de cortisol segue um padrão diurno, com altos valores durante o dia e baixos valores durante a noite (HOLLWICH *in* KÜLLER & LINDSTEN, 1992). O maior valor é, geralmente, de manhã cedo e o menor pico, no fim da tarde.

A concentração de cortisol nos indivíduos com um ciclo dia-noite “normal” atinge o pico entre 8-9 horas da manhã, numa presumida preparação do organismo para enfrentar as demandas fisiológicas do dia, com um declínio gradual a medida em que o dia progride até atingir níveis mínimos nas últimas horas da noite. Os níveis mais baixos são registrados nas 4-6 horas que precedem o início do sono, quando começam novamente a aumentar aproximadamente 3 a 5 horas após o início do sono. O indivíduo que por motivos profissionais, ou outros quaisquer “troca o dia pela noite”, terá o pico de secreção desse hormônio durante a noite.

Altos níveis de cortisol detectados no período da manhã foram associados com sociabilidade, enquanto níveis moderados ou baixos pareceram promover concentração individual (KÜLLER & LINDSTEN, 1992).

Nas últimas décadas tem se tornado evidente a interdependência entre a bioquímica e o comportamento humano. Desde que diferentes níveis de “stress” promovem diferentes comportamentos, há a possibilidade de que variações nas taxas de cortisol possam ser acompanhadas de mudanças no comportamento.

4.1 Rítmicos biológicos e distúrbios afetivos

“Os distúrbios afetivos são decorrentes de alterações do estado afetivo básico, ou humor, alteração essa que se acompanha de uma constelação de sintomas psicológicos e fisiológicos” (CAETANO, 1983). Dentre eles, destaca-se a depressão. “Depressão é um estado emocional marcado por tristeza, inatividade e auto-depreciação” (CAETANO, 1983). Pode traduzir apenas um humor triste, caracterizando-se como um sintoma, ou ser acompanhada por uma série de outros sintomas, como perda de apetite, falta de interesse, desânimo, etc., caracterizando-se como uma síndrome.

Os sintomas da depressão endógena, dentre eles, a depressão pior na parte da manhã e despertar precoce, parecem indicar que nela, há uma alteração do ritmo circadiano. Pacientes com depressão endógena apresentam uma perda da ritmicidade circadiana da produção de cortisol.

As observações de alterações de ritmos circadianos na doença afetiva podem ainda ser acrescidas de relatos sobre a existência de ritmos sazonais, facilmente reconhecidos no hemisfério norte, que possui distinções nítidas entre as estações do ano. De um lado há extensa literatura sobre sazonalidade do início da doença ou hospitalizações de pacientes afetivos e da maior incidência de suicídios (45 – 70% dos casos relacionados com doença afetiva) em períodos específicos do ano, geralmente nas épocas em que há maior variação de fotoperíodo, isto é, no outono e na primavera (EASTWOOD & STIASNY *in* CALIL, 1983; PARKER & WALTER *in* CALIL, 1983).

5. FOTOTERAPIA

A exposição à luz intensa tem sido usada, ainda, para tratar diferentes distúrbios, como, além da síndrome do atraso na fase do sono, os efeitos da *jet-lag* causados por constantes mudanças de fuso, consequência de viagens aéreas consecutivas (DAAN & LEWY *in* PARTONEN & LÖNNQVIST, 1993), a SAD, e a má adaptação ao trabalho noturno.

1) Jet Lag Syndrome (síndrome do cansaço após vôos intercontinentais): efeito físico retardado de sensação de cansaço, como consequência de um assincronismo abrupto entre o relógio biológico do viajante e a nova disposição do ciclo dia-noite, ocasionada pela mudança de fuso horário. Causa sensação de desconforto. O organismo leva de 5 a 10 dias para recuperar o seu ritmo normal. Durante o processo de reajustamento, o ritmo circadiano não está sincronizado com o novo horário e os sintomas de mal-estar e fadiga ocorrem.

2) Seasonal Affective Disorder - SAD (transtorno afetivo sazonal): síndrome que afeta aproximadamente 5% da população adulta, muito observada nos países das extremas latitudes do norte, onde o clima é muito rigoroso, que tem como característica a presença de um céu cinzento e chuvoso. A SAD ocorre durante os meses de inverno (BLEHAR & ROSENTHAL *in* BARON, REA

& DANIELS, 1992; ROSENTHAL *in* BARON, REA & DANIELS, 1992) e outono e desaparece no verão e primavera e se caracteriza pela reincidência dos episódios depressivos. A SAD se distingue de outras formas de depressão, por um número atípico de sintomas vegetativos, que incluem (ao menos durante 2 anos consecutivos) ganho de peso, aumento do consumo de carboidratos, queda de energia, e aumento da necessidade de dormir (ROSENTHAL et al. *in* HEERWAGEN, 1990). Pessoas com SAD freqüentemente experimentam falta de sociabilidade, sonolência durante o dia, incapacidade de concentração, e estado de ânimo negativo durante os períodos depressivos (WEHR et al. *in* HEERWAGEN, 1990).

Outros estudiosos consideram ainda que a SAD pode representar uma intensificação das respostas normais à variação anual das condições ambientais, especialmente à disponibilidade da luz solar, pois foi verificado que pessoas que não sofrem de SAD também apresentam sazonalidade no estado de ânimo e no comportamento (EASTWOOD et al. *in* CALIL, 1983; LACOSTE & WIRZ-JUSTICE et al. *in* HEERWAGEN, 1990).

Três mecanismos têm sido sugeridos como condicionantes para os efeitos terapêuticos da luz: exposição à luz durante o tempo apropriado (ROSENTHAL et al. *in* WIRZ-JUSTICE et al., 1986), exposição à luz na hora apropriada (LEWY et al. *in* WIRZ-JUSTICE et al., 1986), e exposição à intensidade de luz apropriada (WEHR et al. *in* WIRZ-JUSTICE et al., 1986).

3) Trabalhadores com jornada noturna: O objetivo de Daurat *et al.*, em 1993, no experimento “*Bright light affects alertness and performance rhythms during a 24-h constant routine*” foi taxar os efeitos estimulantes da luz mais intensa no estado de alerta subjetivo e objetivo (medido através de eletroencefalograma), analisando os resultados do tratamento com luz para amenizar os efeitos da má adaptação dos trabalhadores à rotina constante de trabalho durante 24hs.

Nesse experimento, oito pessoas foram expostas à iluminação fluorescente com lâmpadas *full-spectrum*, em duas situações: sob luz mais intensa (atingindo 2000 lux aos olhos, refletidos por um livro, posição mais comum dos sujeitos, e 2500 lux, se olhando para o teto luminoso) e mais amena (atingindo 150 lux), durante uma rotina constante de 24-h (9:00 hs às 9:00 hs).

O experimento concluiu que a exposição à luz intensa por mais de 24-h melhorou o estado de alerta objetivo, assim como o subjetivo durante a noite, mas não durante o dia.

Os sujeitos, durante a noite, se sentiram mais eficientes e consideraram as tarefas mais fáceis sob luz intensa do que sob luz amena.

Assim, devemos considerar que, para que eles possam se adaptar à nova rotina de trabalho, altos níveis de iluminação podem ser usados para “enganar” o relógio biológico da pessoa e torná-la produtiva durante o período escuro. Somando-se a estes efeitos de troca de turno, propriedades psicoestimulantes da exposição à luz intensa têm sido estudadas e tem sido verificada uma melhora no estado de alerta e desempenho, quando a exposição ocorreu durante a noite.

Já em 1980, Lewy et al., haviam comprovado que a exposição à luz mais intensa suprimiu a secreção de MLT noturna.

6. EFEITOS DA ILUMINAÇÃO DE INTERIORES NOS USUÁRIOS

Até muito recentemente na história da humanidade, a luz à qual nós estávamos expostos normalmente era a luz solar e do céu. Porém, hoje, nós passamos muito de nosso tempo sob a luz artificial. Não apenas a distribuição espectral difere da luz natural, mas também a duração da iluminação não é controlada pelos ciclos regulares de dia e noite. É apropriado, neste momento se fazer algumas considerações a respeito dos efeitos dessa iluminação.

Uma boa iluminação exige que, à medida em que se aumenta a iluminância, também seja aumentada a temperatura de cor das fontes. Isso significa que, quanto maior a iluminância, mais branca deverá ser a cor da fonte.

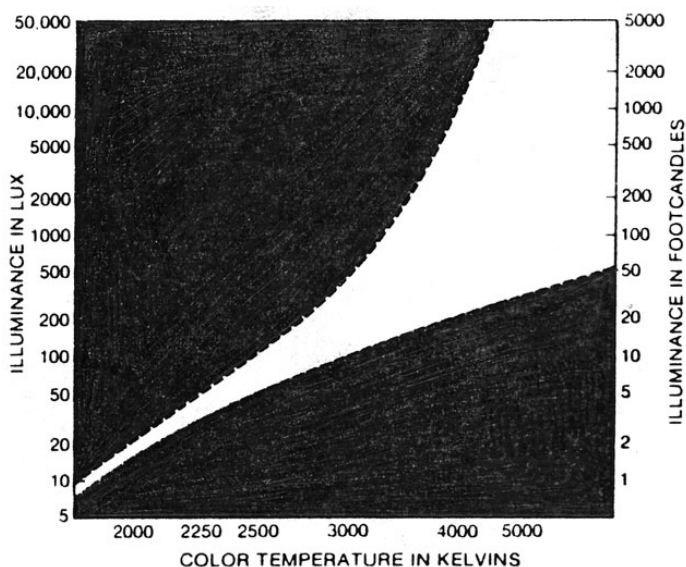
Essa teoria foi confirmada pelo estudo de Robert A. Baron, Mark S. Rea e Susan G. Daniels, de 1992, onde as pessoas mostraram reações mais positivas quando expostas à fontes de luz “morna” (com tons relativamente amarelado, alaranjado ou avermelhado) do que à fontes de luz “fria” (com tons mais esverdeados ou azulados; FLYNN & SPENCER *in* BARON, REA & DANIELS, 1992), combinadas a

baixa, mais do que a alta iluminância. Sob tais condições, as pessoas se mostraram significativamente mais calmas e menos tensas, e esta teoria pode ser mostrada através do Diagrama de Kruithof (Figura 01), chamado Curva de Amenidade, onde se percebe que a quantidade de luz deverá estar diretamente ligada à temperatura de cor. No eixo “x”, temos os valores de temperatura de cor correlata e no “y”, valores de iluminância da fonte, do lado esquerdo em “lux”, e do direito, em “footcandles”.

Deve-se notar também, que não só o nível de iluminância e cor, mas a relativa familiaridade com condições de iluminação podem contribuir para determinar reações afetivas nas pessoas. Neste contexto, espera-se que as condições de iluminação às quais os indivíduos estão mais freqüentemente expostos, – por exemplo, luz fria a relativamente altos índices de iluminância (como em escritórios, edifícios públicos, etc.), ou luz morna a níveis relativamente baixos de iluminância (como em salas, restaurantes, etc.) – poderia gerar níveis mais altos de afeto positivo do que iluminações menos familiares. (BARON, REA & DANIELS, 1992).

Traçando-se um paralelo com a luminosidade do Sol, que se apresenta na parte da manhã com baixa iluminância, com aparência de cor mais quente, temperatura de cor mais baixa e por isso mais avermelhada, e quanto mais próximo do meio-dia com iluminância mais elevada, com aparência de cor mais fria, temperatura de cor mais elevada e, por isso mais azulada, se conclui que, se tivermos uma situação com luz avermelhada (ex: as incandescentes) em grandes quantidades, ou, se tivermos luz branca (ex: as fluorescentes) em poucas quantidades, o ambiente nos parecerá pouco natural, ou pouco familiar (Tabela 01).

Figura 01 – DIAGRAMA DE KRUIHOF



IESNA Lighting Handbook, 1993.

Tabela 01 – APARÊNCIA DE COR DAS FONTES LUMINOSAS

TEMPERATURA DE COR CORRELATA	APARÊNCIA DE COR
> 5000 K	Fria (branca – azulada)
3300 – 5000 K	Intermediária (branca)
< 3300 K	Quente (branca – avermelhada)

Smit, L. Iluminação Brasil, v.9, n. 52, 1995.

Deve-se observar que fontes de luz mornas e frias referem-se a um diagrama de escala cromática, onde a temperatura de cor da fonte de luz branca varia de 2700K a 6500K. Numa ponta desse espectro a fonte de luz é mais vermelha e, no lado oposto, a fonte de luz é mais azul. Consequentemente, às aparências das fontes de luz avermelhadas e azuladas são atribuídas as nomenclaturas morna e fria. (KNEZ, 1995).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iluminação exerce um profundo impacto sobre o funcionamento dos organismos.

Dos ritmos que são regulados pela luz, relativamente pouco é conhecido a respeito de níveis de iluminação, ou seja, que quantidade de luz, exatamente, é capaz de interferir na regulação do ciclo dia e noite dos organismos, ou, a que níveis de iluminação devemos estar expostos para tirar proveito de seus benefícios. Pouco também se sabe a respeito do espectro luminoso, hora apropriada (em função da quantidade e qualidade desta luz) e o tempo necessário de exposição para regulá-los, mas se encontram sob estudo, assim como a influência da cor da luz nas nossas atividades.

É extremamente importante reforçar que não podemos resumir as relações entre luz, produção hormonal e percepção, estado de ânimo e motivação a um raciocínio simplista de causa-efeito, o que não faz da iluminação um fator exclusivo nesta relação. Desta forma, deve-se sempre considerar o contexto, ou seja, os outros fatores que podem contribuir para alterações no funcionamento do organismo humano e seu comportamento. Por exemplo: o “stress” pode ser causado por outros fatores, como o próprio cansaço físico; a depressão, que também pode ser causada por outros fatores, que não a alta de cortisol, como uma perda na família, por exemplo, ou fatores de ordem sócio-econômicas.

Ainda assim, já que iluminar artificialmente é necessário e imprescindível, por que não começarmos a pensar em tentativas de reproduzir as condições de iluminação natural, artificialmente? Isso é possível, através da utilização de recursos de automação disponíveis e em desenvolvimento, como programadores de cenas, que permitem a variação das condições de iluminação durante o passar do dia, através de prévia programação.

Uma vez que o passar do dia funciona como um regulador natural de nossas atividades e do funcionamento do relógio biológico, existem condições mais favoráveis para o desempenho de nossas atividades no decorrer do dia, nas quais nosso organismo apresenta maior ou menor “stress” associado.

Seria interessante que a iluminação artificial pudesse tentar reproduzir tais condições de iluminação natural. Uma série de circuitos ligados juntos, criando uma primeira cena com determinada ambiência, alternados a outra série de circuitos, criando uma ambiência diferente. A primeira cena poderia fornecer condições similares às condições de iluminação do início do dia; a segunda, condições similares às condições de iluminação do meio-dia, e assim por diante, na tentativa de termos uma iluminação dinâmica com o passar das horas, que fosse favorável ao funcionamento natural do nosso relógio biológico.

Cenas com diversas iluminâncias combinadas a diferentes temperaturas de cor das fontes permitiriam que, mesmo em ambientes fechados, sem a presença da luz natural e também da vista para o exterior tão necessária, segundo William Lam para a satisfação de nossas necessidades biológicas, mantivéssemos a noção do passar do tempo, que apresenta sincronia com o processo de regulação do relógio biológico, induzindo ao funcionamento natural de nosso organismo, para um melhor desempenho das nossas atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R., CIPOLLA-NETO, J., NAVARRO, J., OKAY, Y. (1998) “A melatonina e o sono em crianças”. In: *Pediatria* (São Paulo). Vol. 20(2), p. 99-105.
- BARON, R. A., REA, M. S., DANIELS S. G. (1992) “Effects of indoor lighting (illuminance and spectral distribution) on the performance of cognitive tasks and interpersonal behaviors: the potential mediating role of positive affect”. In: *Motivation and Emotion*, Vol. 16, No. 1, p. 1-33, March.
- CAETANO, D. (1983) “Distúrbios afetivos e ritmos biológicos”. In: *Boletim de Psiquiatria*. Vol. 16, nº 2, p. 57-74.
- CALIL, H. M. (1983) “Ritmos biológicos nas psicoses afetivas”. In: *Boletim de Psiquiatria*. Vol. 16, nº 2, p. 81-86.
- DAURAT, A. (1993) “Bright light affects alertness and performance rhythms during a 24-h constant routine”. In: *Psychology & Behavior*. Vol. 53, p. 929-936.

- FONSECA, I. C. L. (2000) “Qualidade da luz e sua influência sobre a saúde, estado de ânimo e comportamento do homem”. 64 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Área de concentração: Conforto Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- HEERWAGEN, J. H. (1990) “Affective functioning, “light hunger”, and room brightness preferences”. In: *Environment and Behavior*. Vol. 22, No. 5, p. 608-635, September.
- IESNA Lighting Handbook Application Volume (1987). New York: The Illuminating Engineering Society of North America.
- KNEZ, I. (1995) “Effects of indoor lighting on mood and cognition”. In: *Journal of Environment Psychology*. Vol. 15, p. 39-51.
- KÜLLER, R., LINDSTEN, C. (1992) “Health and behavior of children in classrooms with and without windows”. In: *Journal of Environmental Psychology*. Vol. 12, p. 305-317.
- LAM, W. (1929) “Perception and lighting as formgivers for Architecture”. New York: McGraw-Hill Book Company, 99 p.
- MELO, L. M. (1988) “Glândula pineal: ações da melatonina sobre o eixo neuroendócrino-reprodutivo”. 153 f. Monografia (Especialista em Endocrinologia) – Centro de Ciências Biológicas e de Medicina, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- PARTONEN, T., LÖNNQVIST, J. (1983) “Effects of light on mood”. In: *Annals of Medicine*. Vol. 25, No. 4, p. 301-302, August.
- SIMÕES, M. A. V. (1996) “Potencial terapêutico da melatonina”. In: *Brasília Médica*. Vol. 33 (3/4), p. 122-126.
- WIRZ-JUSTICE, A. *et al.* (1986) “How much light is antidepressant?” In: *Psychiatric Research*. Vol. 17, No. 1, p. 75-76, January.
- WAIT, W. T. (1938) “The Science of human behavior”. The Ronald Press Company, New York.