

# Estudo piloto em câmara climática: efeito da luz natural em aspectos de saúde e bem-estar não relacionados à visão

*Pilot study in a climatic chamber: daylight effects on aspects of health and wellbeing not related to vision*

Cintia Akemi Tamura  
Eduardo Leite Krüger

## Resumo

**C**onsiderando-se que a luz natural está relacionada não apenas a aspectos de salubridade e de conforto no ambiente construído, mas traz também efeitos sobre a saúde do usuário ao influenciar seus ritmos biológicos, o presente estudo apresenta a metodologia adotada em um estudo piloto em câmara climática cujo foco foi analisar a influência da luz natural (ou falta dela) em variáveis relacionadas às condições de saúde e de bem-estar de indivíduos. O método adotado envolve coleta de dados de natureza objetiva e subjetiva em sujeitos expostos a um ambiente controlado em situação de conforto térmico, porém sob diferentes condições de acesso solar. São analisadas relações entre percepção psicológica e subjetiva comparativamente às condições de exposição à luz em situação de inverno na cidade de Karlsruhe (49°N, 8,5°E). O estudo piloto possibilitou a verificação do método e suas limitações, sendo importante etapa para a pesquisa em realização.

**Palavras-chave:** Aspectos da iluminação relacionados à saúde. Câmara climática. Conforto lumínico.

## Abstract

*Taking into account that daylight is concerned not only with providing a healthy and comfortable built environment, but also with health aspects of users with impacts on their biological rhythms, this study presents the methodology used in a pilot study carried out in a climate chamber, focusing on the influence of daylight (or lack thereof) on variables related to health conditions and well-being of subjects. The method involves the assessment of objective and subjective data in subjects exposed to different conditions of solar access, while in thermal comfort in a climate chamber. Relationships between subjective and psychological perception relative to conditions of light exposure are analysed for winter in Karlsruhe (49°N, 8.5°E). The pilot study allowed the verification of the method and its limitations; being thus an important step for the ongoing research.*

**Keywords:** Light aspects related to health. Climatic chamber. Luminic comfort.

Cintia Akemi Tamura  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Curitiba - PR - Brasil

Eduardo Leite Krüger  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Curitiba - PR - Brasil

Recebido em 08/05/15  
Aceito em 15/12/15

## Introdução

Em arquiteturas orientadas ao favorecimento de acesso solar, dados sobre latitude, geometria e orientação solar são adotados como principais diretrizes (ESCH; LOOMAN; BRUIN-HORDIJK, 2012; CASTRO PEREZ, 2013). Contrariamente, ambientes poderão apresentar umidade excessiva, iluminação insuficiente e frio conforme a estação (FROTA; SCHIFFER, 2001; MARINS; ROMÉRO, 2012), ocasionando efeitos desfavoráveis nos usuários dessas construções, como desconforto térmico e visual (PRADO, 2006; SEONG *et al.*, 2006).

Aos efeitos usualmente relacionados à salubridade de um ambiente, somam-se descobertas que relacionam a luz natural não somente à visualização do mundo; achados oriundos da Cronobiologia sugerem que esta se associa a processos biológicos mais complexos. Como disciplina formal, a Cronobiologia é recente (MACEDO; SILVA, 2015); os primeiros relatos datam de 1729, mas somente em 1960 caracterizou-se como disciplina científica multidisciplinar (ARAÚJO; MARQUES, 2002). A partir de 2002, quando Berson, Dunn e Takao (2002) descobriram um terceiro fotorreceptor retiniano (as células ganglionares), deu-se uma melhor compreensão dos mecanismos dos efeitos biológicos controlados pela luz. Então se comprovou que a função dos olhos não é somente proporcionar visão, mas relaciona-se a uma variedade de funções não visuais, estimuladas pela luz (BERSON; DUNN; TAKAO, 2002).

Evoluímos biologicamente sob a luz natural, sendo assim mais bem adaptados a ela em detrimento a outras (HATHAWAY *et al.*, 1992). Indivíduos preferem ambientes naturalmente iluminados, com luz de espectro equilibrado e variável ao longo do dia, com picos na porção azul e verde do espectro visível por volta do meio-dia (HECHT, 2012); o mesmo autor indica, porém, que fontes artificiais de luz predominantemente não possuem o espectro eletromagnético necessário para a ocorrência das funções biológicas.

A luz natural liga-se a processos biológicos e de regulação temporal, mediados pela produção hormonal, como a melatonina, cuja secreção é regulada pelo ciclo claro-escuro ambiental. Indivíduos expostos à luz solar ou fontes de luz artificiais intensas durante a manhã têm a produção noturna de melatonina antecipada, proporcionando maior facilidade para dormir à noite (MARTINEZ, LENZ; MENNA-BARRETO, 2008).

A produção da melatonina varia sazonalmente conforme a disponibilidade de luz (MEAD, 2008).

A sincronização do organismo ao ambiente denomina-se ciclo circadiano, período recorrente de aproximadamente 24 h em que se baseiam os ciclos fisiológicos do ser humano (digestão, sono, renovação celular e termorregulação). Estudos relacionam ainda a melatonina ao tratamento de moléstias como obesidade, câncer, insônia, enxaqueca, Alzheimer, entre outros (PEREIRA; OLIVEIRA, 2013).

Outro hormônio envolvido na sincronização circadiana é o cortisol, de ritmo circadiano claro, com pico em torno do horário de despertar do indivíduo (FONSECA; PORTO, 2004; KUDIENKA; KIRSCHBAUM, 2003). Sua produção depois do acordar pode ser incrementada com 1 h de exposição a 800 lux (SCHEER; BUIJS, 1999). A concentração desse hormônio possui relação direta com estados emocionais (FONSECA; PORTO, 2004). Sob estresse, a secreção de cortisol cresce, aumentando o açúcar no sangue, fornecendo energia e reforçando o sistema imunológico para que o corpo lide com a situação de estresse. Porém, quando os níveis de cortisol permanecem altos por longos períodos, o sistema exaure-se, tornando-se ineficiente (VAN BOMMEL, 2004). A secreção excessiva do hormônio também está associada a estados depressivos (KAPLAN; SADOCK; GREBB, 1997).

Estando o ciclo circadiano regulado, há alternância dos dois ciclos hormonais, com valores inversamente proporcionais nos picos de produção de cada um. Porém, é incorreto afirmar que esses ciclos são simplesmente comandados pela presença ou ausência de luz natural. Baker e Steemers (2014) relatam experimentos em que o ciclo circadiano acontece mesmo sem o estímulo luminoso; neste caso ocorre um atraso de 1 h e 10 min para cada 24 h. O acúmulo desses atrasos ocorre em indivíduos que habitam ou frequentam ambientes artificialmente iluminados, cuja exposição à luz natural é inexistente, intermitente ou insuficiente; o excesso desses acúmulos pode levar ao desenvolvimento de *Seasonal Affective Disorder* (SAD ou Desordem Emocional Sazonal) (BAKER; FANCHIOTTI; STEEMERS, 1998).

A SAD caracteriza-se por episódios depressivos recorrentes; ocorrem predominantemente ao final do outono e no inverno, porém podem ocorrer também na primavera e no verão (SANASSI, 2014; TEFFT, 2012). A SAD afeta cerca de 5% da população mundial, sendo observada especialmente em países de altas latitudes, com clima rigoroso e céu cinzento e chuvoso (FONSECA; PORTO, 2004). Ressalta-se que o

impacto que a pouca disponibilidade de luz solar pode causar em humanos não se limita aos que sofrem da moléstia. Eastwood *et al.* (1985) afirmam que mesmo aqueles indivíduos que não sofrem de SAD podem desenvolver diferenças sazonais nos estados de ânimo e comportamento. Por fim, a falta de contato visual com o exterior contribui para o desconforto em geral, influenciando em desordens emocionais, mudança de humor, letargia, depressão, entre outros (BOUBEKRI, 2008). Conforme Begemann, Van den Beld e Tenner (1997), usuários de edificações sem contato visual com o exterior e as alterações temporais características da iluminação natural também podem apresentar maiores níveis de estresse, depressão e ansiedade que usuários que possuem esse acesso. Esse conjunto de sintomas é denominado “Síndrome da Iluminação Doente” (BEGEMANN; VAN DEN BELD; TENNER, 1997).

Assim, as práticas atuais de obtenção de níveis adequados de iluminação artificial, baseadas somente no atendimento de requisitos visuais, podem ser consideradas “[...] inadequadas para atender os requisitos da estimulação biológica [...]” (MARTAU, 2009, p. 128). Considerando-se o irreversível movimento de verticalização e adensamento das metrópoles (PEDRAZA *et al.*, 2013; RAMIRES, 2011), resultando muitas vezes em edificações com pouco ou nenhum acesso à luz solar (KRÜGER; SUGA, 2009), a importância da incorporação de mecanismos para provimento do acesso solar em interiores ultrapassa questões projetuais, ergonômicas e estéticas, para adentrar no domínio da saúde pública (TAMURA, 2010).

## Objetivo

Diante deste contexto, a pesquisa objetiva apresentar a metodologia adotada em estudo piloto realizado em câmara climática, a fim de analisar a influência da luz natural (ou falta dela) em variáveis relacionadas às condições de saúde e bem-estar de indivíduos. Para tanto, utilizam-se dados de natureza objetiva e subjetiva, de sujeitos expostos a um ambiente controlado em situação de conforto térmico (PMV=0), porém sob diferentes condições de acesso solar.

## Materiais e método

O estudo é experimental; a análise dos dados, descritiva e correlacional. Estruturou-se o artigo em:

(a) descrição das configurações de orientação e iluminação adotadas para os ambientes-teste,

protocolos de alimentação e vestimenta aplicados aos participantes;

(b) descrição das variáveis ambientais objetivas monitoradas e equipamentos utilizados;

(c) caracterização amostral, descrição das variáveis subjetivas avaliadas e ferramentas de avaliação; e

(d) apresentação dos resultados, discussão e conclusões.

## Caracterização do ambiente-teste e configurações gerais

### Câmara climática LOBSTER

O experimento ocorreu no LOBSTER (Laboratory for Occupant's Behavior, Satisfaction, Thermal comfort and Environmental Research), câmara climática do Fachgebiet Bauphysik & Technischer Ausbau (FBTA), do Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Localizada em Karlsruhe (49°N, 8,5°E), a câmara possui dois ambientes-teste, configurados à maneira de um escritório, com mesas, computadores e internet. Variáveis como temperatura do ar e de superfície, velocidade do ar, umidade relativa, entre outras, podem ser monitoradas e/ou controladas. Simultaneamente, são registradas as variáveis climáticas por meio de uma miniestação meteorológica instalada no exterior da câmara. Uma descrição pormenorizada do LOBSTER é apresentada por Schweiker *et al.* (2014), e informações adicionais estão disponíveis no website do projeto (<http://lobster-fbta.de>).

Especialmente relevante ao presente estudo foi o sistema de rotação no LOBSTER, um trilho circular na base, que permite giros de até 350° e que possibilita orientar a fachada envidraçada dos escritórios a diferentes pontos cardeais. A Figura 1 apresenta a planta simplificada (a) e a visão geral da câmara e seu entorno (b).

### Configurações adotadas para os escritórios

O experimento foi realizado em 7 dias próximos ao fim do outono de 2014 no hemisfério norte (24, 25 e 27 de novembro; e 1°, 2, 4 e 5 de dezembro). Utilizaram-se diferentes configurações: posição da fachada envidraçada (orientada geograficamente a norte, sul ou sudoeste); uso ou não de sombreamento e de fonte de luz artificial (difusa (dif), com lâmpadas voltadas para o teto; direta, com lâmpadas voltadas ao plano do trabalho (dir); ou difusa + direta (dif+dir)). Ressalta-se que para as configurações adotadas todas as janelas dos ambientes-teste permaneceram fechadas. Essas configurações são descritas na Tabela 1.

Figura 1 - (a) Planta do LOBSTER e (b) vista externa geral e aberturas envidraçadas

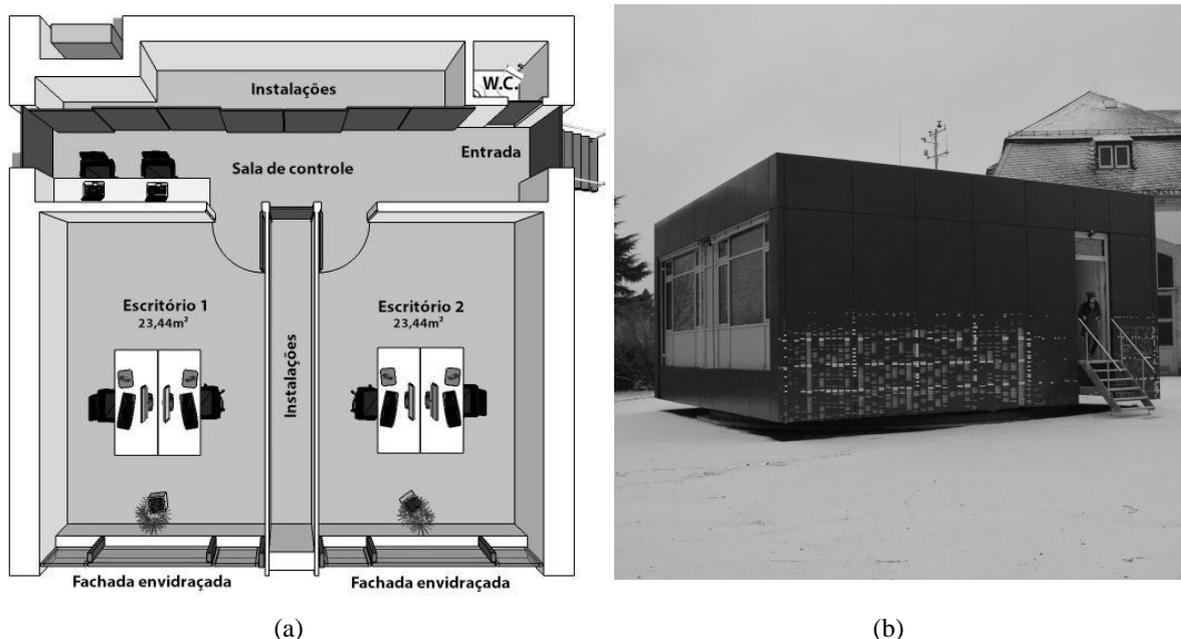


Tabela 1 - Configurações adotadas para cada dia do experimento

Dia	24/11		25/11		27/11		01/12		02/12		04/12		05/12	
Orientação	S		N		N		SO		SO		SO		S	
Escritório	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Iluminação	Art. (dif+dir)		Nat.		Art. (dif+dir)		Nat.		Art. (dif)		Nat.		Art. (dir)	

Quanto à orientação da fachada envidraçada, realizou-se o giro da câmara climática até a posição correspondente, a saber: sul (180°), norte (0°) e sudoeste (225°); a escolha das orientações e a definição do uso do sombreamento total da fachada, associado ao uso de luz artificial, respeitaram dois critérios: (1) ausência de ofuscamento no plano de trabalho e (2) máxima possibilidade de diferenciação da quantidade de luz natural recebida na fachada sem que isso afetasse o critério 1.

A iluminação artificial dos ambientes-teste foi obtida utilizando-se quatro lâmpadas fluorescentes OSRAM, modelo L40 W 765 (TCC=6500K e IRC $\geq$ 70). Obtiveram-se assim iluminação branca fria e um índice de reprodução de cores satisfatório para atividades gerais de escritório (IRC=70-79), conforme a norma DIN 6169-2 (DEUTSCHE...,

976). As luminárias eram operadas de forma direta ou difusa no plano de trabalho, conforme a operação das lâmpadas, seja para o plano de trabalho, seja para o teto, respectivamente, ou, ainda, em conjunto. As condições externas de iluminação no intervalo de tempo do experimento (8h00-13h00) foram típicas de inverno no hemisfério norte, com céu predominantemente encoberto. Para fins de classificação, assemelham-se ao modelo CIE “overcast sky” (COMMISSION..., 2003).

As Figura 2a e 2b apresentam exemplos de ocupação do ambiente-teste; (a) luz natural e (b) luz artificial, com persianas externas fechadas. Cada ambiente possui dois painéis operáveis e um painel fixo, com vidro triplo de transmitância de luz visível (*Visible Light Transmittance* – VLT) 70; onde é fixo, possui VLT 72.

Figura 2 - (a) Exemplo de ambiente-teste com janelas cerradas, iluminação natural e persiana recolhida; e (b) ambiente-teste com janelas cerradas, iluminação artificial e persiana abaixada



(a)



(b)

### Configurações adotadas para os sujeitos

Cada ambiente-teste foi ocupado simultaneamente por dois indivíduos, que permaneceram por 5 h (8h00-13h00, horário local) durante 7 dias. Nesse período foram oferecidos alimentos neutros (água, torradas, bolachas maisena e frutas – banana e maçã) para evitar/minimizar a ingestão de substâncias com potencial para influenciar as condições de bem-estar dos indivíduos (caféina, glicose, entre outros). Em situações em que os participantes ausentavam-se, como para utilizar o toalete, solicitou-se a utilização de óculos com lentes escuras e proteção UV, fornecidos a fim de minimizar variações decorrentes de mudanças na fonte luminosa e na intensidade da luz incidente. Os participantes utilizaram vestimenta padrão (jeans, camiseta de manga curta e tênis), para reduzir variações relativas aos aspectos térmicos.

### Variáveis ambientais objetivas monitoradas e equipamentos utilizados

#### Iluminância na superfície de trabalho com *data logger*

Para monitorar continuamente as condições de iluminação dos ambientes utilizaram-se *data loggers* HOBO Onset, modelo U12-012 (Figura 3). Posicionados sobre a superfície de trabalho (mesas dos participantes, altura=0,75 m), foram configurados para registrar valores de iluminância a cada 60 s.

### Iluminância incidente na altura dos olhos dos participantes

Para o monitoramento contínuo das condições de iluminância à altura dos olhos dos sujeitos utilizou-se um actímetro com luxímetro acoplado, modelo Actiwatch, da Phillips Respironics. Semelhante a um relógio, ele foi concebido para ser utilizado no pulso. No entanto, a fim de aumentar a acurácia no registro dos dados, optou-se por uma adaptação; substituiu-se a pulseira por fecho de velcro, o que permitiu a fixação do Actiwatch a uma bandana, que era vestida pelos participantes. Assim, o registro dos dados de iluminância ocorreu próximo aos olhos, órgãos responsáveis pela recepção da luz em humanos (Figura 4).

### Caracterização da amostra

A seleção dos sujeitos foi arbitrária, considerando sua disponibilidade em participar voluntariamente nos dias e horários predeterminados à execução do experimento. O teste piloto contou com 4 participantes (2 do sexo masculino e 2 do feminino), adultos, com idades entre 21 e 45 anos, estudantes. Todos brasileiros, alfabetizados, não fumantes, sem doenças crônicas, residentes no período do experimento em Karlsruhe, Alemanha, por menos de uma estação do ano (fator aclimação). Todos assinaram um termo de livre consentimento antes do início do experimento, tendo sido informados sobre todos os procedimentos adotados, sobre o direito de interromperem a participação a qualquer momento e sobre a garantia de confidencialidade dos dados coletados. Para o levantamento de suas variáveis

biométricas foram registrados peso e altura. Com esses dados calculou-se o índice de massa corporal (IMC) (Tabela 2). Esse dado é relevante, já que estudos vêm sugerindo relações entre alterações no ciclo circadiano de mamíferos e obesidade. De fato, o controle circadiano tanto de funções cardiovasculares e hormonais envolvidos no metabolismo quanto na obesidade é conhecido; esses ritmos diários podem estar envolvidos em sinais de fome e saciedade, nos horários das

refeições e no grau de obesidade (GÓMEZ-ABELLÁN, 2012).

Segundo classificação da WHO (WORLD..., 2000), 3 sujeitos apresentaram peso normal (IMC entre 18,50 e 24,99), e 1 obesidade moderada – Classe 1 (IMC entre 30,00 e 34,99). Ressalta-se que 2 dos sujeitos classificados com peso normal (02TP e 03TP) apresentaram valores situados no limiar superior da escala para sobrepeso ( $\geq 24,99$ ) e no limiar inferior para abaixo do peso ( $< 18,50$ ) respectivamente.

Figura 3 - *Data logger* HOBO



Figura 4 - Actiwatch na testa de indivíduo



Tabela 2 - Dados biométricos e IMC

Indivíduo	Idade	Sexo	Altura (m)	Peso (kg)	IMC	Classificação
01TP	32	Masc.	1,80	80,1	24,72	Normal
02TP	45	Fem.	1,65	61,0	22,41	Normal
03TP	22	Masc.	1,70	53,5	18,51	Normal
04TP	21	Fem.	1,69	90,3	31,62	Obesidade Classe 1

### Variáveis subjetivas avaliadas e classificação dos indivíduos

Pela natureza multidisciplinar do experimento, os autores contaram com o suporte inicial de pesquisadores filiados ao KIT e ao Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo) de especialidades como conforto térmico, luminotécnica, estatística e cronobiologia para a formatação do experimento e seleção das ferramentas de coleta de dados.

Para o levantamento das variáveis subjetivas todos os questionários utilizados foram selecionados conforme os seguintes critérios: (1) ser traduzidos e validados para português do Brasil; (2) ser autoaplicáveis; e (3) produzir um escore de classificação, evitando a necessidade de acompanhamento direto de um profissional da área de psicologia durante a aplicação dos questionários e posterior avaliação dos resultados. As variáveis subjetivas avaliadas estão relacionadas às condições de sono (cronotipo, sonolência diurna e qualidade do sono), bem-estar (ansiedade, estresse, humor), suscetibilidade a desordens afetivas sazonais e avaliação do ambiente.

Os testes Cronotipo, Sonolência Diurna, Qualidade de Sono, Ansiedade-Traço (tendência à ansiedade, sem, no entanto, apresentá-la no momento), Desordem Afetiva Sazonal e Estresse (Fases 2 – Resistência e Fase 3 – Exaustão) objetivam caracterizar indivíduos; já os testes para Ansiedade-Estado (a experiência efetiva da ansiedade), Estresse (Fase 1 – Ataque), Estados de Humor e Percepção da Situação de Luz no Ambiente avaliam a relação entre dados subjetivos momentâneos *versus* condições de luz. O preenchimento on-line dos questionários em plataforma desenvolvida para esse fim seguiu a seqüência demonstrada na Figura 5.

### Classificação da amostra segundo os testes subjetivos

#### Cronotipo

Ritmos de atividade-descanso variam entre indivíduos. Alguns preferem atividades matutinas, tendo facilidade em acordar cedo; outros são mais ativos à tarde e à noite (LEHNKERING; SIEGMUND, 2007). À característica do indivíduo de apresentar períodos de maior e menor atividade em horários específicos dá-se o nome de cronotipo. Ainda que atividades físicas, mentais e sociais possam agir como fatores de mascaramento, o cronotipo é uma característica endógena, não sendo, portanto, passível de controle ou manipulação pelo indivíduo (REILLY; WATERHOUSE; ATKINSON, 1997). Horne e Östberg (1975) desenvolveram o Questionário de Identificação de Matutinos e Vespertinos (MEQ) (ou *Morningness-eveningness questionnaire*), questionário aceito como o método mais fácil de determinar as preferências individuais relacionadas aos períodos de sono e vigília (LEHNKERING; SIEGMUND, 2007). O instrumento classifica indivíduos em três cronotipos distintos: vespertino (extremo e moderado), indiferente e matutino (extremo e moderado).

Adotou-se a versão do questionário de Benedito-Silva *et al.* (1990), em que a tabulação dos dados resulta em valores numéricos (16-86 pontos), organizados por faixas conforme o cronotipo resultante: “vespertino extremo” (16-30), “moderadamente vespertino” (31-41), “indiferente” (42-58), “moderadamente matutino” (59-69) e “matutino extremo” (70-86) (BENEDITO-SILVA *et al.*, 1990). A Tabela 3 apresenta a avaliação do cronotipo dos participantes.

Figura 5 - Rotina de preenchimento dos questionários

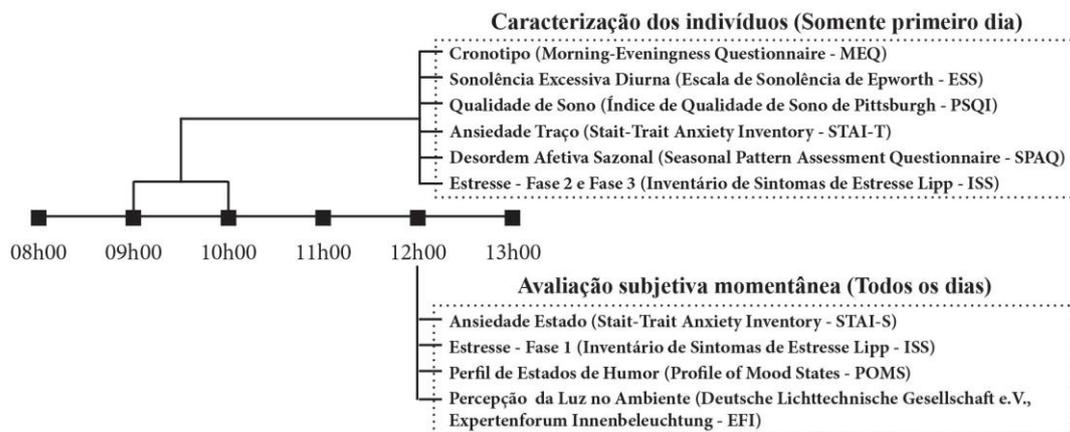


Tabela 3 - Caracterização quanto ao cronotipo

Indivíduo	Pontuação	Cronotipo
01TP	49	Indiferente
02TP	62	Moderadamente matutino
03TP	38	Moderadamente vespertino
04TP	29	Vespertino extremo

Cada indivíduo apresentou classificação distinta. O tipo “indiferente” (01TP) possui fácil adaptação a diferentes horários de vigília e descanso, conforme demandas sociais e profissionais. O “moderadamente matutino” (02TP) apresenta facilidade em acordar e dormir cedo, preferindo atividades matutinas e sentindo desconforto em atividades que exijam vigília noturna. O “moderadamente vespertino” (03TP) tem preferência acentuada por atividades entre o entardecer e o início da noite, com tendência a dormir e levantar-se tardiamente. O 04TP é “vespertino extremo”; assim, a execução de atividades matutinas é difícil, a segurança do indivíduo pode ser comprometida por cochilos involuntários durante ações potencialmente perigosas, o melhor período para dormir é o começo da madrugada e, para acordar, o final da manhã. Esta última classificação, quando associada à existência de outros sintomas relacionados a distúrbios afetivos sazonais, pode indicar maior predisposição à dessincronização circadiana (DE MARTINO; CEOLIM, 2012).

#### Sonolência diurna

O sono restaura e promove a homeostase, essencial para a manutenção de níveis adequados de energia e para a termorregulação do organismo. É um estado facilmente reversível; caracteriza-se por relativa quietude e maior limiar para resposta a estímulos externos quando comparado ao estado de vigília (KAPLAN; SADOCK; GREBB, 1997).

A incapacidade de manter-se acordado e em estado de alerta durante o dia denomina-se sonolência excessiva diurna (SED) (GIORELLI *et al.*, 2012). A SED pode dever-se à ocorrência de transtornos do sono relacionados ao ritmo circadiano (CRSDs, do inglês *circadian rhythm sleep disorders*) (BITTENCOURT, 2005). O termo refere-se à condição crônica em que o ritmo circadiano de sono e vigília está fora de fase em relação aos padrões ambientais convencionais; o desajuste do ciclo dia-noite é persistente ou periódico, e o ajuste é difícil ou inexistente (ZISAPEL, 2001). Esses transtornos podem manifestar-se por um desalinhamento oriundo de alterações nos sistemas internos de temporização entre o período do sono e o ambiente físico e social de 24 h (MARTINEZ; LENZ; MENNA-BARRETO, 2008). Os distúrbios

do ritmo circadiano podem levar à SED, especialmente em casos em que os indivíduos acometidos são forçados a sincronizar-se ao ambiente (BITTENCOURT, 2005).

Utilizou-se a escala de sonolência de Epworth (ESS), desenvolvida por Bertolazi *et al.* (2009). Nela a soma dos valores obtidos para cada uma das oito questões do questionário resulta numa pontuação que vai de 0 a 24. Esta distingue indivíduos em classes de sonolência diurna; valores a partir de 10 são considerados indicativos de diagnóstico para SED (JOHNS *et al.*, 1991). A Tabela 4 apresenta os resultados dos escores e a classificação quanto à presença de SED obtidos.

Somente um dos indivíduos (03TP) apresenta características relacionadas à SED; o escore obtido (11) está no limiar para esse diagnóstico, indicativo de que os ritmos de sono e vigília do indivíduo podem estar fora de fase (BITTENCOURT, 2005).

#### Qualidade do sono

O índice de qualidade do sono de Pittsburgh (PSQI), desenvolvido por Buysse *et al.* (1989), avalia a qualidade do sono em um intervalo de 1 mês, distinguindo indivíduos com boa ou má qualidade de sono. Essa ferramenta tem sido amplamente utilizada para medir a qualidade do sono em diferentes grupos de pacientes, que apresentam desde distúrbios renais, intestinais, asma e câncer a distúrbios psiquiátricos e do sono. A combinação de informações tanto quantitativas quanto qualitativas relacionadas à qualidade do sono deve ser ressaltada como uma importante característica do questionário (BERTOLAZI *et al.*, 2011), que foi desenvolvido tendo os seguintes objetivos:

- (a) fornecer medida confiável, válida e padronizada da qualidade do sono;
- (b) facilitar a diferenciação entre indivíduos com boa ou má qualidade de sono;
- (c) fornecer um índice de fácil aplicação e interpretação; e
- (d) oferecer breve e clínica avaliação de distúrbios do sono que podem afetar sua qualidade (BUYSSE *et al.*, 1989).

As 19 questões do PSQI agrupam-se em sete componentes de escore, cada um com um peso, em uma escala de 0 a 3. Os sete componentes de escore são então somados a fim de produzir um escore global do PSQI, que possui valores de 0 a 21; escores maiores indicam qualidade de sono pior. Os componentes de escore para o sono avaliados são qualidade subjetiva, latência, duração, eficiência, distúrbios, uso de medicamentos soporíferos e existência de disfunções diurnas. Um escore global para PSQI maior que 5 indica maiores dificuldades em ao menos 2 componentes, ou dificuldade moderada em mais de 3 componentes (BUYSSE *et al.*, 1989).

A Tabela 5 mostra os resultados e a classificação correspondente da qualidade de sono dos participantes.

Os resultados obtidos evidenciam que nenhum dos indivíduos possui qualidade de sono adequada. Enquanto 01TP e 02TP são portadores de distúrbios de sono, 03TP e 04TP foram classificados como portadores de qualidade de sono ruim.

#### Ansiedade-traço

Boubekri (2008) sugere ser a falta de luz natural, conjuntamente à longa permanência em ambientes com luz artificial, uma das possíveis causas de problemas como tensão crônica, distúrbios alimentares e ansiedade. Este último problema possui diversas definições; genericamente é considerado um estado afetivo, fisiológico, cognitivo e comportamental. Conforme Dobson (1985), ansiedade é um estado de excitação sem foco, desconfortável e a ser evitado. Segundo Kaplan, Sadock e Grebb (1997), o ansioso sente inquietação, traduzida na incapacidade de manter-se sentado ou imóvel por muito tempo. Sua ocorrência parece estar associada a outros

desequilíbrios, como depressão e SAD. Segundo Scott *et al.* (2007), existem associações significativas entre a comorbidade de distúrbios mentais, em particular distúrbios de humor e condições físicas crônicas. Nesse contexto, distúrbios depressivos e ansiedade ocorrem simultaneamente em 50% dos indivíduos (KESSLER *et al.*, 1996; SCOTT *et al.*, 2007). Entre as origens dessa desordem, há evidências de estreitas relações entre produção hormonal, sincronização circadiana e atrasos de fase (AVERY; DAHL, 1993; MAGNUSSON; BOIVIN, 2003), condições, por sua vez, relacionadas a curtas ou inexistentes exposições à luz natural (BOUBEKRI, 2008).

Distingue-se “ansiedade-traço” (a tendência à ansiedade, sem, no entanto, estar ansioso no momento) da “ansiedade-estado” (a experiência da ansiedade) (DOBSON, 1985). Nesta pesquisa, utilizou-se o Inventário de Ansiedade Estado-Traço (STAI), o mais utilizado para mensurar níveis de ansiedade, bem como a tendência a perceber um maior número de situações como potencialmente ameaçadoras (MARTEAU; BEKKER, 1992).

Originalmente desenvolvido por Spielberger, Gorsuch e Lushene (1970), compõe-se de duas partes, uma relacionada à ansiedade-estado (STAI-S), e outra relacionada à ansiedade-traço (STAI-T). Utilizou-se a versão abreviada de Fioravanti-Bastos, Cheniaux e Landeira-Fernandez (2011), que possui seis questões relacionadas à ansiedade-estado e seis relacionadas à ansiedade-traço, com opções de resposta apresentadas em uma escala Likert semântica de quatro pontos. Os dados obtidos para avaliação da ansiedade-traço (tendência à ansiedade) são apresentados na Tabela 6, e os dados para ansiedade-estado (momento), cujas questões foram respondidas diariamente pelos participantes, são apresentados na seção que trata da Avaliação subjetiva momentânea.

Tabela 4 - Caracterização quanto à SED

Indivíduo	Pontuação	Classificação quanto à SED
01TP	7	Ausência de SED
02TP	5	Ausência de SED
03TP	11	Presença de SED
04TP	1	Ausência de SED

Tabela 5 - Caracterização quanto à qualidade do sono

Indivíduo	Pontuação	Classificação quanto à qualidade do sono
01TP	12	Distúrbio do sono
02TP	12	Distúrbio do sono
03TP	5	Ruim
04TP	9	Ruim

Tabela 6 - Caracterização quanto à ansiedade-traço (STAI-T)

Indivíduo	Pontuação
01TP	15
02TP	13
03TP	17
04TP	14

Para a ansiedade-traço (STAI-T), a menor pontuação é 6 pontos, e a máxima 24; escores maiores correlacionam-se a maior ansiedade. Os indivíduos avaliados podem ser organizados em escala decrescente conforme a pontuação obtida da seguinte forma: 03TP, 01TP, 04TP e 02TP.

#### Desordem afetiva sazonal (*Seasonal Affective Disorder* - SAD)

SAD é uma condição caracterizada por episódios depressivos sazonais anuais (ROSENTHAL; BRADT; WEHR, 1984). Classifica-se como um subtipo de desordem bipolar ou desordem depressiva, marcada por episódios recorrentes de depressão. Para seu tratamento, Sanassi (2014) recomenda três tipos de tratamento, realizados de forma independente ou em conjunto; (a) terapia com luz (exposição a doses mínimas de 2.500 lux de luz azul, de 30 a 120 min/dia); (b) terapia com fármacos; e (c) terapia cognitiva comportamental, envolvendo sessões de psicoterapia.

Para a avaliação da ocorrência de SAD, utilizou-se o *Seasonal Pattern Assessment Questionnaire* (SPAQ), criado por Rosenthal, Bradt e Wehr (1984), instrumento mais utilizado para mensurar alterações sazonais. A versão utilizada foi a de Milfont *et al.* (2012), que coleta informações sobre seis aspectos diários: duração do sono, atividade social, humor (sentimento geral de bem-estar), peso, apetite e nível de energia. A combinação de resultados gera um escore geral (*Global Seasonality Score* – GSS) que varia de 0 a 24; quanto maior, mais pronunciada a sazonalidade. O critério para classificação SPAQ para depressão de inverno é possuir o GSS  $\geq 11$  e uma pontuação equivalente a “moderado” ou superior na questão seis do instrumento, que avalia o grau dos problemas associados às mudanças sazonais (ROSENTHAL; BRADT; WEHR, 1984).

Na Tabela 7 são apresentados os escores e a classificação obtidos.

O indivíduo 04TP foi o único classificado como portador de sazonalidade pronunciada, sendo mais suscetível a variações no humor, nos ciclos de sono e nos hábitos alimentares conforme a época do ano. Por fim cita-se que, ainda que os participantes estivessem todos aclimatados, o fato de o experimento ter sido realizado em localidade

de clima temperado pode ter afetado as respostas dos participantes, todos brasileiros.

Estresse é um estado de tensão que provoca rupturas no equilíbrio do organismo, causado por um conjunto de reações psicológicas e fisiológicas que ocorrem quando um indivíduo é forçado a lidar com situações que ultrapassam o limite de sua capacidade de enfrentamento (LIPP; SASSI; BATISTA, 1997; LIPP, 1999).

Em estado natural, todos os órgãos trabalham em homeostase. Entretanto, sob estresse, quebra-se o ritmo e o organismo passa a trabalhar em descompasso; alguns órgãos trabalham mais e outros menos como forma de tentar restabelecer o equilíbrio perdido. Essa reação é uma resposta adaptativa do corpo humano, que por vezes exige um considerável desgaste e consumo de reservas de energia física e mental (LIPP, 1999).

Quanto às fontes de estresse ambientais, Rashid e Zimring (2008) dividem-nas em duas categorias: variáveis de design do ambiente e variáveis ambientais. A primeira inclui uso do espaço, mobília, dispositivos elétricos e equipamentos, acabamentos, cores e acesso à paisagem natural. A segunda inclui ruídos, temperatura, qualidade do ar e iluminação. Luz inadequada provoca desconforto visual, traduzido em sintomas físicos (fadiga visual, visão turva, irritabilidade visual, dores musculares e de cabeça e dificuldade de concentração), fatores que, isolados ou em conjunto, podem causar estresse (VEITCH, 2001).

Como ferramenta para avaliação do estresse nos participantes, utilizou-se o Inventário de Sintomas de Estresse LIPP (ISSL) (LIPP; GUEVARA, 1994), que permite o diagnóstico para estresse, identifica em qual fase o indivíduo encontra-se e se a moléstia se manifesta por meio de sintomatologia física ou psicológica. O questionário apresenta três partes, cada uma abordando sintomas de cada fase do estresse. Ao total são avaliados 34 itens de natureza somática e 19 de natureza psicológica.

Os indivíduos preencheram o questionário da seguinte forma: a primeira parte do inventário foi aplicada diariamente, a fim de coletar dados relacionados à ocorrência de sintomas que pudessem estar associados ao estresse na Fase 1 (Ataque), ou seja, sintomas que cessam assim que a fonte de estresse deixa de existir. Já a segunda e

terceira partes do inventário, relacionadas aos sintomas da Fase 2 (Resistência) e Fase 3 (Exaustão) foram aplicados somente no primeiro dia, para verificar a preexistência de sintomas relacionados ao estresse. São apresentados na Tabela 8 e na Tabela 9 os resultados da segunda e terceira partes do questionário; os dados da primeira parte, relacionados às condições momentâneas de estresse, são apresentados na seção Avaliação subjetiva momentânea, a seguir.

### Estresse (Fases Resistência e Exaustão)

Pode-se estar na fase de resistência, caso haja a ocorrência de quatro ou mais itens da Fase 2. Verifica-se que somente o 03TP alcançou pontuação para classificar-se como portador de características ligadas a sintomas da Fase 2 do estresse, o que indica que está há algum tempo sob a influência de alguma fonte de estresse; no entanto, caso a influência dessa fonte cesse, ou o indivíduo aprenda a lidar com a situação, pode retornar ao equilíbrio. Os demais (01TP, 02TP, 04TP) não apresentam sintomas dessa fase do estresse.

Caso haja a ocorrência de 9 ou mais itens, o indivíduo pode estar na Fase 3 do estresse. Nesta fase, há a ocorrência de doenças de ordem emocional e fisiológica. Nenhum dos indivíduos foi classificado nela.

### Avaliação subjetiva momentânea

Apresentam-se a seguir os resultados dos testes diários, aplicados com a finalidade de captar possíveis variações na percepção em relação ao

ambiente, no nível de ansiedade, estresse, e nos estados de humor, de acordo com diferentes configurações ambientais. Todos os testes foram aplicados diariamente a partir das 12h00, horário próximo ao final do experimento (13h00), de forma que os indivíduos estivessem adaptados às condições do ambiente quando do preenchimento. Avaliou-se a Ansiedade-Estado (STAI-S), Estresse (Fase 1 – Ataque), Perfil de Estados de Humor (POMS) e Percepção da Situação de Luz no Ambiente.

### Resultados e análise dos dados

Dos ambientes-teste foram monitoradas as condições de iluminação e térmicas. Quanto às últimas, buscou-se mantê-las dentro da faixa de conforto, evitando-se possível viés nos resultados dos dados de percepção e subjetivos. De modo geral, as condições térmicas permaneceram em uma faixa tolerável do índice de conforto *Predicted Mean Vote* (PMV), no caso, no limite inferior da faixa de conforto<sup>1</sup> para os 7 dias monitorados. O valor médio do PMV e sua variação por sessão, calculados por meio do programa WinComf, são mostrados na Tabela 10. O WinComf versão 1.01 (1994-1995) foi desenvolvido para a American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) por Fountain e Huizenga (1996), e sua versão “batch” possibilita leitura do arquivo de entrada por meio de um banco de dados. O controle das condições térmicas foi realizado intencionalmente, a fim de excluir o efeito de variações de conforto ou desconforto térmico ao longo das sete seções.

Tabela 7 - Caracterização quanto à ocorrência de distúrbios afetivos sazonais

Indivíduo	Pontuação (GSS)	Resposta à pergunta n°6	Sazonalidade pronunciada
01TP	12	Suave	Não
02TP	11	Suave	Não
03TP	12	N/A	Não
04TP	15	Moderado	Sim

Tabela 8 - Caracterização de estresse - Fase 2 - Resistência

Indivíduo	Pontuação
01TP	2
02TP	3
03TP	6
04TP	1

<sup>1</sup>Segundo a ISO 7730, a faixa de conforto para ambientes classe B, cuja variação permitida do índice é de -0,5 a +0,5 (ISO,1994).

Tabela 9 - Caracterização de Estresse - Fase 3 - Exaustão

Indivíduo	Pontuação
01TP	1
02TP	3
03TP	0
04TP	0

Tabela 10 - PMV (média e variação por data) para ambos os escritórios

PMV	Data							
	24/11	25/11	27/11	1/12	2/12	4/12	5/12	
(média) Esc.1	0,06	-0,08	-0,22	-0,35	-0,27	-0,36	-0,06	
(variação) Esc.1	1,40	2,20	0,80	0,70	1,70	0,80	1,00	
(média) Esc.2	0,05	0,02	-0,12	-0,22	0,09	-0,24	0,04	
(variação) Esc.2	1,00	0,70	1,40	0,80	1,00	2,10	0,90	

Observa-se que o PMV médio para os dias monitorados não se altera significativamente nos ambientes, mantendo-os na Classe B, em alguns casos na Classe A (PMV na faixa entre -0,2 e +0,2) da ISO 7730 (INTERNATIONAL..., 1994), com pequena diferença entre eles. Houve variações razoáveis dos valores de PMV devido às condições iniciais de estabilização térmica da câmara climática no intervalo da primeira hora de exposição. Como o preenchimento dos questionários subjetivos momentâneos ocorreu após o meio-dia, assumiu-se que as variações térmicas iniciais, ocorridas entre 8h00 e 9h00, exerceram pouca influência nas respostas subjetivas.

### Ansiedade-Estado

Os resultados obtidos com a aplicação do Inventário de Ansiedade-Estado (STAI-S) são apresentados juntamente com os valores médios<sup>2</sup> de iluminância, registrados pelo equipamento Actiwatch. Os gráficos da Figura 6 (a-d) mostram os valores de iluminância dispostos em ordem decrescente, além das respectivas pontuações para as diferentes configurações de orientação e fonte de luz.

O escore para ansiedade-estado varia entre 6 e 24; valores maiores indicam maior ansiedade. Nenhum dos indivíduos apresentou oscilações significativas para os escores de ansiedade-estado ao longo dos dias de experimento, mantendo-se abaixo do valor médio previsto pela classificação (15), exceto o indivíduo 03TP, que apresentou o escore mais alto

no grupo para ansiedade-estado (15 para a condição N – Nat. Este também teve a maior pontuação no grupo para ansiedade-traço (17 de um máximo de 24), estando assim, em princípio, mais predisposto à ansiedade.

Os resultados não permitiram estabelecer correlação entre graus de ansiedade e condições de iluminação. Constatou-se ainda que a possibilidade de visualização do ambiente externo nos dias com iluminação natural também não influenciou os escores de ansiedade, que, com exceção dos registrados para o indivíduo 03TP, não sofreram variações bruscas ao longo dos dias de experimento. Isso pode indicar que o instrumento de mensuração não seja suficientemente sensível ou apropriado para registrar essas variações sob essas condições.

### Estresse (Fase 1 - Ataque)

Os resultados obtidos com a aplicação da Parte 1 do Inventário de Sintomas de Estresse LIPP (ISSL) são apresentados juntamente com os valores médios de iluminância registrados pelo equipamento Actiwatch.

Os gráficos da Figura 7 (a-d) mostram os valores de iluminância em ordem decrescente, além dos respectivos valores para os escores de Estresse – Fase 1 obtidos para diferentes configurações de orientação e fonte de luz.

<sup>2</sup>Consideraram-se os valores médios registrados para iluminância no horário de preenchimento do questionário ( $\pm 5$  min).

Figura 6 - Dados de iluminância ( $10^{-1}$  lux) versus escore para Ansiedade-Estado

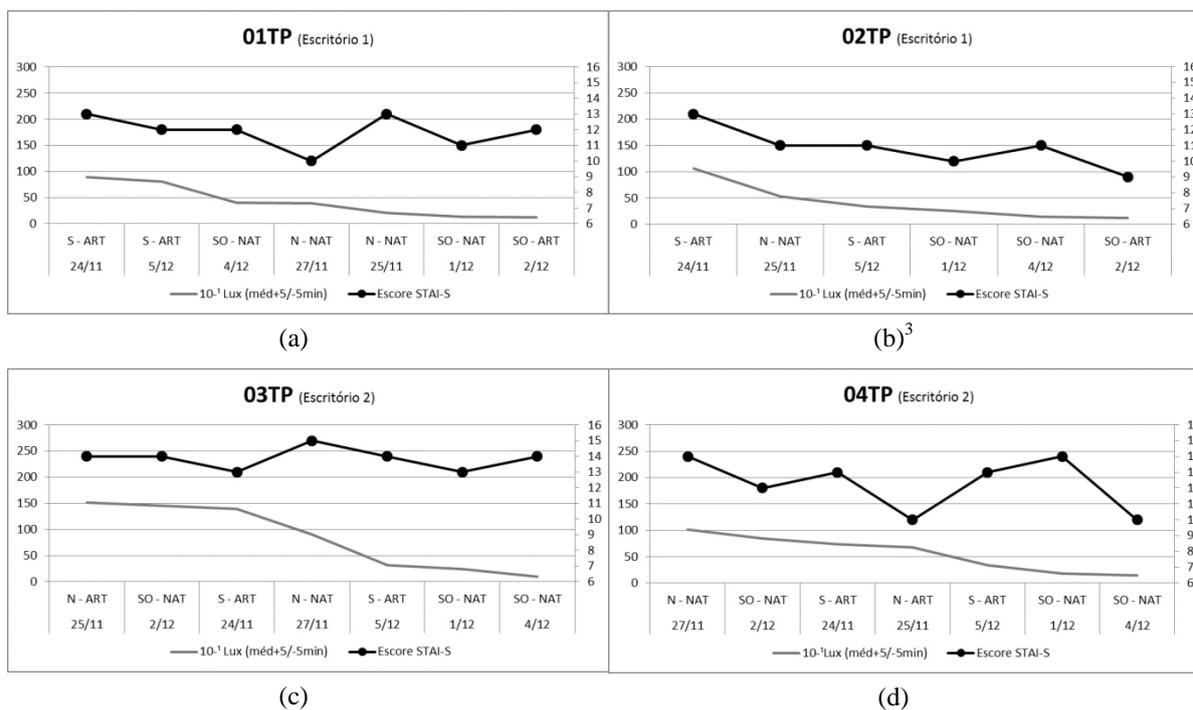
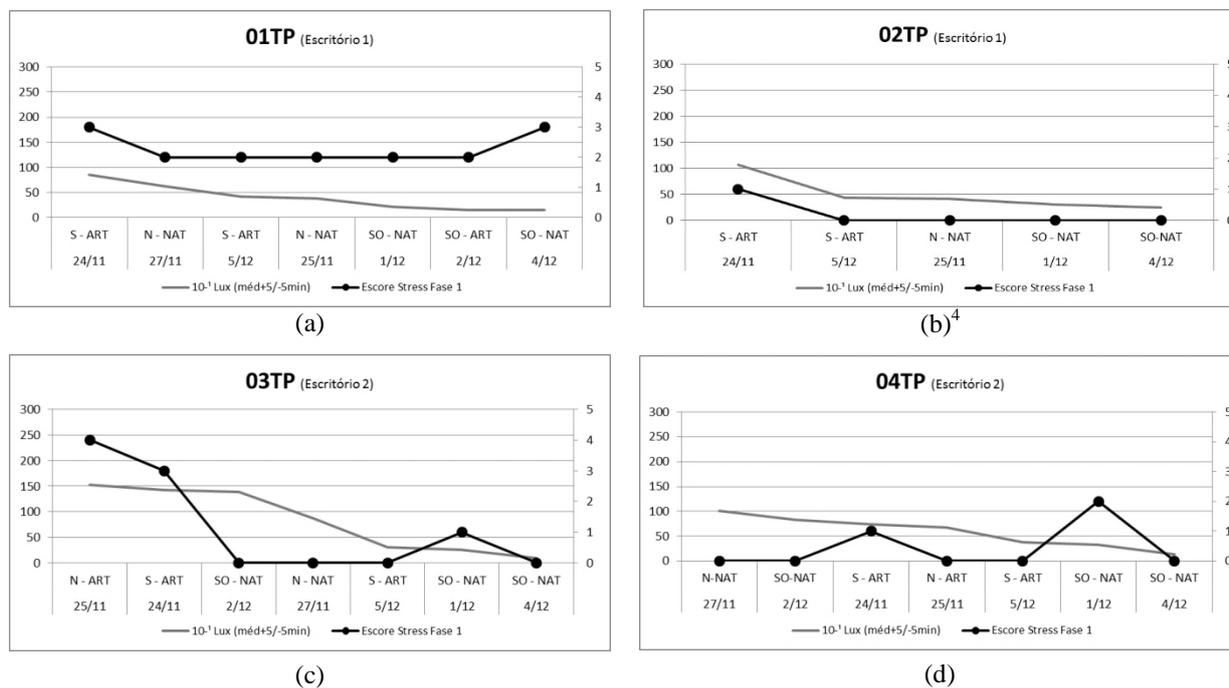


Figura 7 - Dados de iluminância ( $10^{-1}$  lux) versus escore para Estresse - Fase 1



<sup>3</sup>O indivíduo TP02 registrou suas respostas para ansiedade-estado em apenas 6 dos 7 dias do experimento.

<sup>4</sup>TP02 registrou respostas para Estresse - Fase 1 em apenas 5 dos 7 dias do experimento.

Observam-se variações do nível de estresse entre indivíduos, tendo de ser a análise realizada caso a caso. A ausência de indicadores nesse teste (valor 0), casos de 02TP, 03TP e 04TP, indica que o questionário utilizado pode não ter tido a sensibilidade necessária para captar variações sutis no nível de estresse, fato que justifica a utilização do equipamento EDA Sensor<sup>5</sup> no monitoramento fisiológico do indivíduo. A variação no nível de estresse foi insignificante na maioria dos casos; entretanto, o indivíduo 03TP, classificado com sintomas ligados à Fase 2 do estresse (resistência), aparenta maior predisposição a valores mais elevados de Estresse – Fase 1 (Ataque). Essa maior pontuação coincide com 2 dias em que a única fonte de luz utilizada era a artificial. Isso pode indicar que, para indivíduos predispostos ao estresse, a utilização unicamente da iluminação artificial e a consequente ausência de contato com o ambiente natural pelas aberturas, ainda que possa neste caso ter resultado em maiores valores de iluminância, pode acarretar Estresse – Fase 1 (Ataque).

## Estados de Humor

Entende-se “estados de humor” como um conjunto de sentimentos subjetivos, tanto positivos quanto negativos. Podem variar em intensidade e duração, possuindo caráter transitório, sensível às experiências do indivíduo, sendo geralmente uma representação de sua saúde psicológica (MCNAIR; LOOR; DROPPLEMAN, 1971). Conforme Viana, Almeida e Santos (2001), para a avaliação dos estados de humor e dos estados emocionais de indivíduos, bem como sua variação, o instrumento mais utilizado é o Questionário de Perfil dos Estados de Humor (POMS – *Profile of Mood States*), idealizado por McNair, Loor e Droppleman (1971). Embora concebido para avaliar os estados de humor em populações psiquiátricas, com o tempo passou a ser aplicado em populações de natureza não clínica. O fato de ser um instrumento de fácil e rápida utilização contribuiu para sua boa aceitação, seja para investigação ou intervenção (MCNAIR; LOOR; DROPPLEMAN, 1971). Os itens do POMS mensuram seis dimensões do estado de humor:

- (a) *Tension* – T, grau de tensão;
- (b) *Depression* – D, humor depressivo, sensação de incapacidade pessoal e futilidade;

- (c) *Anger* – A, irritação, hostilidade, rebeldia e mau temperamento;
- (d) *Fatigue* – F, cansaço, falta de energia;
- (e) *Confusion* – C, impossibilidade de concentração, comprometimento da memória, sentimento de incerteza; e
- (f) *Vigour* – V, estado de vigor psicológico e elevada energia.

Os itens são respondidos numa escala do tipo Likert de 5 pontos, que varia de 0 = “nada”, a 4 = “extremamente” (MCNAIR; LOOR; DROPPLEMAN, 1971).

Os fatores T, D, A, F e C são negativos, já V possui valor positivo; o escore para o perfil dos estados de humor (*Total Mood Disturbation* – TMD) é dado pela fórmula  $(T+D+A+F+C) - V+100$ . Quanto maior o valor de TMD, maior o vigor sentido pelo indivíduo e melhor seu estado de humor.

Os gráficos da Figura 8 (a-d) mostram os valores de iluminância, ordenados de forma decrescente, além dos respectivos valores de escores para estados de Humor (TMD), obtidos para diferentes configurações de orientação e fonte de luz.

Exceto por 04TP, que mantém o TMD com pouca variação entre os valores máximos e mínimos (7 pontos), os demais (01TP, 02TP e 03TP) apresentam maior amplitude entre estes (32, 34 e 43 pontos respectivamente). Nota-se discreta relação inversa entre escores de TMD e iluminância para 02TP e 03TP.

## Percepção da luz no ambiente

Para quantificar a percepção do ambiente em função das condições de conforto lumínico, utilizou-se um questionário elaborado com base no EFI – Questionário para Avaliação de Situações de Luz (*Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V., Expertenforum Innenbeleuchtung EFI*). Este contém nove questões relativas à percepção do ambiente, cuja pontuação é atribuída pelo indivíduo segundo uma escala Likert numérica de sete pontos e cujos valores semânticos variam conforme a pergunta. Estas levantam o grau de satisfação com variáveis como clareza, distribuição da luz e ofuscamento. Na avaliação de percepção de luz apresentada neste artigo, apenas o quesito satisfação com a iluminação ambiente foi analisado, conforme a pergunta “Quão satisfeito você está com a iluminação ambiente com luz natural/ luz artificial?”. Para conhecer a correlação entre os valores de iluminância registrados pelos HOBOS e pelos Actiwatchs e o grau de satisfação com a iluminação ambiente, calculou-se o

<sup>5</sup>EDA Sensor é um dispositivo que mede a atividade elétrica da derme (EDA), sendo utilizado no monitoramento de variáveis comportamentais, psicológicas e fisiológicas relacionadas a temas diversos, como estresse, gasto energético, regulação emocional, entre outros. Mais informações em <http://www.movisens.com/en/publications/>.

coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), ferramenta estatística utilizada para mensurar a associação linear entre variáveis contínuas (COHEN; SWERDLIK; STURMAN, 2014). A Figura 9 apresenta valores de correlação  $r$ -Pearson entre dados de iluminância no ambiente, lidos quanto à satisfação com a iluminação ambiente.

As correlações (que podem variar de -1 a 1) foram baixas no geral; porém, existe determinada coerência entre dados registrados tanto no

equipamento de mesa quanto junto ao campo visual dos participantes. O participante 03TP mostra correlação negativa, o que sugere que maior quantidade de luz afeta a satisfação dele com a iluminação ambiente quanto ao quesito iluminância, fato que pode estar relacionado a seu diagnóstico para SED (Tabela 4). A maior correlação observa-se para 02TP, com a satisfação com a iluminação proporcional a sua intensidade.

Figura 8 - Dados de iluminância ( $10^{-1}$  lux) versus escore para Estados de Humor (TMD)

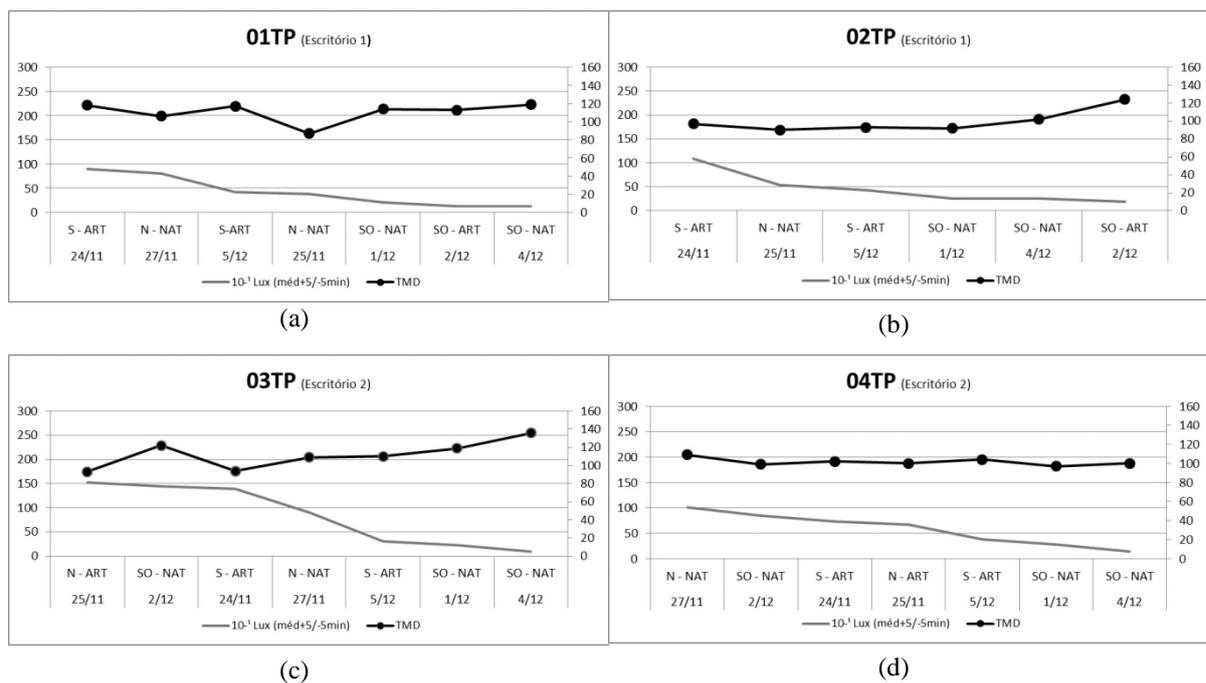
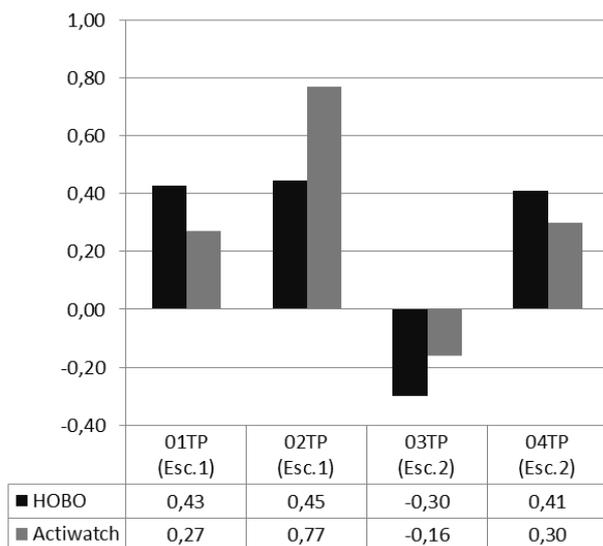


Figura 9 - Correlação  $r$ -Pearson entre dados de iluminância versus satisfação com a iluminação do ambiente



## Conclusões

A caracterização dos indivíduos obtida apresentou alinhamento à literatura, apontando relações entre a presença de distúrbios do sono e a ocorrência de sazonalidade pronunciada. Os testes que avaliaram as condições traço e estado (Ansiedade STAI-T e STAI-S e Estresse Fases 1, 2 e 3) apresentaram consistência, pois os indivíduos, quando classificados na primeira condição, também possuíam maiores escores na segunda.

Quanto ao desempenho das ferramentas para avaliação de variáveis subjetivas momentâneas, pôde-se verificar que, de modo geral, possuem baixa sensibilidade no registro de alterações, cuja natureza sutil não pôde ser alcançada. São feitas duas exceções: a primeira para o Inventário de Sintomas de Estresse (ISS), cujos resultados podem indicar tendência para aumento dessa variável em indivíduos com sintomas preexistentes de estresse que permaneçam sob influência da luz artificial. A segunda exceção é feita para o Perfil de Estados de Humor (POMS), onde se observou discreta relação inversa entre o estado positivo de humor e os valores de iluminância, independentemente de a fonte de luz ser artificial ou natural. Esse resultado demanda maior investigação, visto que o esperado seria uma melhoria geral no bem-estar e nas condições de humor dos indivíduos quando expostos à luz natural e à visualização do ambiente externo, desde que os valores de iluminância garantissem o conforto visual. As demais ferramentas utilizadas (Ansiedade - STAI-S, Estresse - ISS, e Situações de Luz - EFI) não permitiram a identificação de relação aparente entre as condições de iluminação do ambiente e as respectivas variáveis subjetivas analisadas.

Essa constatação pode evidenciar a necessidade de maior investigação sobre a viabilidade da utilização de questionários para a mensuração quantitativa de dados qualitativos relacionados às condições e luz de ambientes e seus efeitos no bem-estar de indivíduos. Isso também pode indicar a importância de complementação desta avaliação com dados objetivos indicados na literatura (actimetria, avaliação do espectro da luz incidente, condutividade eletrodermal, temperatura corporal, dosagem hormonal de melatonina e cortisol), o que constitui a próxima etapa da pesquisa. Outro fator relevante quanto às situações com luz natural neste estudo é que os dias com acesso à luz natural foram praticamente todos sob condições de céu encoberto, típicas de inverno em climas temperados.

Sendo um teste piloto, espera-se que correções e adaptações à metodologia sejam realizadas. Por

exemplo, os valores de iluminância adotados para as análises foram os registrados pelo Actiwatch, que se encontrava à altura dos olhos dos indivíduos. Com ele, registraram-se divergências por vezes acentuadas para valores de iluminância entre indivíduos situados no mesmo ambiente-teste. Verificou-se posteriormente que isso se deveu às diferentes atividades desenvolvidas durante os períodos de experimento (utilização de editores de texto, visualização de páginas na internet, filmes, ou mesmo a não utilização do computador). Além disso, alguns utilizaram também notebooks, tablets e smartphones. Para pesquisas posteriores, coube a padronização das configurações de brilho dos monitores e excluiu-se a utilização de outros equipamentos.

Como principal limitação à pesquisa, cita-se a amostra reduzida e a seleção não probabilística, o que obviamente inviabiliza o tratamento estatístico mais robusto, tampouco permite a generalização dos resultados. No entanto, a análise dos dados obtidos com o teste piloto permitiu a formatação da metodologia de pesquisa, que pode ser considerada uma das contribuições do trabalho. A partir dele, definiu-se a formatação definitiva do experimento principal (cujos resultados serão apresentados em trabalhos futuros), que foi realizado durante três estações (inverno, primavera e verão), sucessivamente. Este contou com a participação de uma amostra maior (n=16), todos alemães, aclimatados, do sexo masculino (para que se evitasse o viés das diferenças fisiológicas oriundas do gênero), e cada indivíduo permaneceu no interior dos ambientes-teste durante 5 h, por 3 dias consecutivos a cada estação, totalizando 9 dias (45 h de experimento para cada indivíduo, ou 720 h totais de dados coletados). Esse volume maior de dados possivelmente possibilitará que as análises sejam mais aprofundadas, de forma a contribuir para estudos correlatos às respostas biológicas humanas ao estímulo fótico, que já apontam para a possibilidade de aplicação clínica da luz no tratamento de distúrbios e patologias, que vão das condições de sono e alerta ao desempenho cognitivo, à memória e ao humor.

Por fim, a dificuldade encontrada em registrar quantitativamente os dados que relacionariam as condições de iluminação e o bem-estar dos indivíduos aponta para a natureza complexa e interdisciplinar das emoções e percepções humanas, bem como da interação do homem com o meio ambiente, questões que podem demandar a utilização de métodos mistos como ponte mais adequada de aproximação.

## Referências

- ARAÚJO, J. F.; MARQUES, N. Cronobiologia: uma multidisciplinaridade necessária in Dossiê entre Natureza e Cultura. **Margem**, São Paulo, v. 32, n. 15, p. 181-186, jun. 2002.
- AVERY, D.; DAHL, K. Bright Light Therapy and Circadian Neuroendocrine Function in Seasonal Affective Disorder. In: SCHULKIN, J. (Ed.). **Hormonally Induced Changes in Mind and Brain**. San Diego, CA: Academic Press, 1993.
- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. **Daylighting in Architecture**: a european. reference book. London: James and James Editors, 1998.
- BAKER, N.; STEEMERS, K. **Daylight Design of Buildings**: a handbook for architects and engineers. Routledge, 2014.
- BEGEMANN, S. H. A.; VAN DEN BELD, G. J.; TENNER, A. D. Daylight, Artificial Light and People in an Office Environment, Overview of Visual and Biological Responses. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 20, n. 3, p. 231-239, set. 1997.
- BENEDITO-SILVA, A. A. *et al.* A Self-Assessment Questionnaire for the Determination of Morningness Eveningness Types in Brazil. **Progress in clinical and biological research**, v. 341B, p. 89-98, 1990.
- BERSON, D. M.; DUNN, F. A.; TAKAO, M. Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. **Science**, v. 295, n. 5557, p. 1070-1073, 2002.
- BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validação da Escala de Sonolência de Epworth em Português Para Uso no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 35, n. 9, p. 877-83, 2009.
- BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validation of the Brazilian Portuguese Version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Medicine**, v. 12, n. 1, p. 70-75, 2011.
- BITTENCOURT, L. R. A. *et al.* Excessive Daytime Sleepiness. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 27, supl. 1, p. 16-21, 2005.
- BOUBEKRI, M. **Daylighting, Architecture and Health**. Routledge, 2008.
- BUYSSE, D. J. *et al.* The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. **Psychiatry Research**, v. 28, n. 2, p. 193-213, 1989.
- CASTRO PEREZ, D. R. **Diretrizes Solares Para o Planejamento Urbano**: o envelope solar como critério para adensamento e verticalização. Campinas, 2013. 255 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'CLAIRAGE. **S. 011/E**: spatial distribution of daylight. Viena, 2003.
- COHEN, R. J.; SWERDLIK, M. E.; STURMAN, E. D. **Testagem e Avaliação Psicológica**: introdução a testes e medidas. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- DE MARTINO, M. M. F.; CEOLIM, M. F. Avaliação do Cronótipo de Um Grupo de Enfermeiros de Hospitais de Ensino. **Revista de Ciências Médicas**, v. 10, n. 1, p. 19-27, 2012.
- DEUTSCHE INDUSTRIE NORM. **DIN 6169-2**: Farbwiedergabe: Teil 2: Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen in der Beleuchtungstechnik. Berlin, 1976.
- DOBSON, K. S. The Relationship Between Anxiety and Depression. **Clinical Psychology Review**, v. 5, n. 4, p. 307-324, 1985.
- EASTWOOD, M. R. *et al.* Infradian Rhythms: a comparison of affective disorders and normal persons. **Archives of general psychiatry**, v. 42, n. 3, p. 295, 1985.
- ESCH, M. M. E. van; LOOMAN, R. H. J.; DE BRUIN-HORDIJK, G. J. The Effects of Urban and Building Design Parameters on Solar Access to the Urban Canyon and the Potential for Direct Passive Solar Heating Strategies. **Energy and Buildings**, v. 47, p. 189-200, 2012.
- FIORAVANTI-BASTOS, A. C. M.; CHENIAUX, E.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Development and Validation of a Short-Form Version of the Brazilian State-Trait Anxiety Inventory. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 24, n. 3, p. 485-494, 2011.
- FONSECA, I. C. L.; PORTO, M. M. Relações Entre Luz e Produção Hormonal no Homem. **Cadernos do Proarq**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 8, p. 65-86, dez. 2004.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- FOUNTAIN, M. E.; HUIZENGA, C. A Thermal Comfort Prediction Tool. **ASHRAE Journal**, v. 38, n. 9, p. 39-42, 1996.

- GIORELLI, A. S. *et al.* Sonolência Excessiva Diurna: aspectos clínicos, diagnósticos e terapêuticos. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 48, n. 3, p. 17-24, 2012.
- GÓMEZ-ABELLÁN, P. *et al.* Chronobiological Aspects of Obesity and Metabolic Syndrome. **Endocrinología y Nutrición**, v. 59, n. 1, p. 50-61, 2012.
- HATHAWAY, W.E. *et al.* **A Study Into the Effects of Light on Children of Elementary School Age**: a case of daylight robbery. Bright Light Enterprises On-Line, 1992. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/30769.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- HECHT, J. Better Than Sunshine: see life in an improvement light. **New Scientist**, 06 jul. 2012. Disponível em: <<http://www.newscientist.com/article/mg21428710.300-better-than-sunshine-see-life-in-an-improved-light.html>>. Acesso em: 13 ago. 2013.
- HORNE, J. A.; ÖSTBERG, O. A Self-Assessment Questionnaire to Determine Morningness-Eveningness in Human Circadian Rhythms. **International Journal of Chronobiology**, v. 4, n. 2, p. 97-110, 1975.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: moderate thermal environments: determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1994.
- JOHNS, M. W. *et al.* A New Method for Measuring Daytime Sleepiness: the Epworth sleepiness scale. **Sleep**, v. 14, n. 6, p. 540-545, 1991.
- KAPLAN, H. I.; SADOCK, B. J.; GREBB, J. A. **Compêndio de Psiquiatria**: ciências do comportamento e psiquiatria clínica. 7. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- KESSLER, R. C. *et al.* Comorbidity of DSM-III—R Major Depressive Disorder in the General Population: results from the US National Comorbidity Survey. **The British Journal of Psychiatry**, v. 30, p. 17-30, jun. 1996.
- KRÜGER, E.; SUGA, M. Thermal and Daylighting Evaluation of the Effect of Varying Aspect Ratios in Urban Canyons in Curitiba, Brazil. **Journal of Renewable and Sustainable Energy**, v. 1, p. 33108, 2009.
- KUDIELKA, B. M.; KIRSCHBAUM, C. Awakening Cortisol Responses Are Influenced by Health Status and Awakening Time But Not by Menstrual Cycle Fase. **Psychoneuroendocrinology**, v. 28, n. 1, p. 35-47, jan. 2003.
- LEHNKERING, H.; SIEGMUND, R. Influence of Chronotype, Season, and Sex of Subject on Sleep Behavior of Young adults. **Chronobiology International**, v. 24, n. 5, p. 875-888, 2007.
- LIPP, M. E. N. **O Que Eu Tenho É Stress?** De onde ele vem: o stress está dentro de você. São Paulo: Contexto, 1999.
- LIPP, M. E. N.; GUEVARA, AJ de H. Validação Empírica do Inventário de Sintomas de Stress (ISS). **Estudos de Psicologia**, v. 11, n. 3, p. 43-49, 1994.
- LIPP, M. E. N.; SASSI, L.; BATISTA, I. Stress Ocupacional na Equipe Cirúrgica. **Cadernos de Pesquisa**, v. 1/2, n. 3, p. 57-64, 1997.
- MACEDO, E.; SILVA, C. F. Ritmos Sociais e Volume de Atividade Social de Pessoas em Programa de Substituição Com Metadona. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental**, Especial 2, p. 78-82, fev. 2015.
- MAGNUSSON, A.; BOIVIN, D. Seasonal Affective Disorder: an overview, review. **Chronobiology International**, v. 20, n. 2, p. 189-207, 2003.
- MARINS, K. R. DE C. C.; ROMÉRO, M. DE A. Integration of Urban Morphology Constraints in the Development of a Methodology For Urban Energy Planning. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 117-137, out./dez. 2012.
- MARTAU, B. T. **A Luz Além da Visão**: iluminação e sua relação com a saúde e bem-estar de funcionárias de lojas de rua e shopping centers em Porto Alegre. Campinas, 2009. 504 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- MARTEAU, T. M.; BEKKER, H. The Development of a Six-Item Short-Form of the State Scale of the Spielberger State - Trait Anxiety Inventory (STAI). **British Journal of Clinical Psychology**, v. 31, n. 3, p. 301-306, 1992.
- MARTINEZ, D.; LENZ, M. C. S.; MENNA-BARRETO, L. Diagnóstico dos Transtornos do Sono Relacionados ao Ritmo Circadiano. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 3, p. 173-80, 2008.
- MEAD, M. N. Benefits of Sunlight: a bright spot for human health. **Environmental Health Perspectives**, v. 116, n. 4, p. A160, 2008.
- MCNAIR, D.; LOOR, M.; DROPPLEMAN, L. F. **Manual for the Profile of Mood States**. San Diego: EdITS/Educational and Industrial Testing Service, 1971.

- MILFONT, T. L. *et al.* Female Gender But Not Season of Birth is Associated With Mood Seasonality in a Near-Equatorial Brazilian City. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 61, n. 4, p. 262-265, 2012.
- PEDRAZA, E. T. *et al.* Best Practices for Urban Densification. In: CONFERENCE COMPUTATION AND PERFORMANCE, 31., Delft, 2013. **Proceedings...** Delft: Delft University of Technology, 2013.
- PEREIRA, C.; OLIVEIRA, M. O Super Hormônio. **Revista Istoé Independente**, n. 2281, de 02 ago. 2013. Disponível em: <[http://www.istoe.com.br/reportagens/317231\\_O+SUPER+HORMONIO](http://www.istoe.com.br/reportagens/317231_O+SUPER+HORMONIO)>. Acesso em: 8 maio 2015.
- PRADO, A. L. Em Busca da Pertinência Para Uma Arquitetura Tropical. **MDC Revista de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, n. 1/3, p. 10-13, 2006.
- RAMIRES, J. C. L. O Processo de Verticalização das Cidades Brasileiras. **Boletim de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 97-106, 2011.
- RASHID, M.; ZIMRING, C. A Review of the Empirical Literature on the Relationships Between Indoor Environment and Stress in Health Care and Office Settings Problems and Prospects of Sharing Evidence. **Environment and Behavior**, v. 40, n. 2, p. 151-190, 2008.
- REILLY, T.; WATERHOUSE, J.; ATKINSON, G. Aging, Rhythms of Physical Performance, and Adjustment to Changes in the Sleep-Activity Cycle. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 54, n. 11, p. 812-816, 1997.
- ROSENTHAL, N. E.; BRADT, G. H.; WEHR, T. A. **Seasonal Pattern Assessment Questionnaire (SPAQ)**. Bethesda: National Institute of Mental Health, 1984.
- SANASSI, L. A. Seasonal Affective Disorder: is there light at the end of the tunnel? **Journal of the American Academy of Physician Assistants**, v. 27, n. 2, p. 18-22, 2014.
- SCHEER, F. A.; BUIJS, R. M. Light Affects Morning Salivary Cortisol in Humans. **Journal of Clinical Endocrinology Metabolism**, v. 84, n. 9, p. 3395-3398, 1999.
- SCHWEIKER, M. *et al.* Presenting LOBSTER, an Innovative Climate Chamber, and the Analysis of the Effect of a Ceiling Fan on the Thermal Sensation and Performance Under Summer Conditions in an Office-Like Setting. In: WINDSOR CONFERENCE: COUNTING THE COST OF COMFORT IN A CHANGING WORLD, 8., Windsor, 2014. **Proceedings...** Windsor, 2014.
- SCOTT, K. M. *et al.* Depression–Anxiety Relationships With Chronic Physical Conditions: results from the World Mental Health Surveys. **Journal of Affective Disorders**, v. 103, n. 1, p. 113-120, 2007.
- SEONG, Y. B. *et al.* Solar Rights Analysis System For Apartment Buildings. **Solar Energy**, v. 80, n. 6, p. 723-741, 2006.
- SPIELBERGER, R.; GORSUCH, R.; LUSHENE, R. **STAI Manual for the State-Trait Anxiety Inventory 1970**. Palo Alto: Consulting Psychologists, 1970.
- TAMURA, C. A. **Análise da Influência dos Parâmetros Edifícios na Obtenção de Acesso Solar nas Zonas Residenciais de Curitiba**. Curitiba, 2010. 231 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- TEFFT, N. Mental Health and Employment: the SAD story. **Economics & Human Biology**, v. 10, n. 3, p. 242-255, 2012.
- VAN BOMMEL, W. J. M. Lighting For Work: a review of visual and biological effects. **Lighting Research and Technology**, v. 36, n. 4, p. 255-269, 2004.
- VEITCH, J. A. Psychological Processes Influencing Lighting Quality. **Journal of the Illuminating Engineering Society**, v. 30, n. 1, p. 124-140, 2001.
- VIANA, M. F.; ALMEIDA, P. L. DE; SANTOS, R. C. Adaptação Portuguesa da Versão Reduzida do Perfil de Estados de Humor: POMS. **Análise Psicológica**, v. 19, n. 1, p. 77-92, 2001.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. World Health Organization, 2000.
- ZISAPEL, N. Circadian Rhythm Sleep Disorders. **CNS drugs**, v. 15, n. 4, p. 311-328, 2001.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pela concessão de bolsas de doutorado-sanduíche e estágio sênior, o que viabilizou a realização desta pesquisa. Agradecimentos aos colegas do Karlsruher Institut für Technologie (KIT), em especial ao Prof. Andreas Wagner, e ao Dr. Marcel Schweiker, do Fachgebiet Bauphysik & Technischer Ausbau (FBTA) pela autorização do uso da câmara climática Lobster e pelo compartilhamento das informações relacionadas a sua operação. Agradecemos também à Dra. Cornelia Moosman, do KIT, pelo suporte na área luminotécnica; ao

Prof. Dr. Peter Bröde, pelo apoio estatístico; e aos integrantes do grupo de estudos em Cronobiologia, todos do Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (ifADo), pelo compartilhamento de informações relevantes e suporte nas análises psicológicas. Por fim, agradecemos aos alunos de

graduação do programa brasileiro Ciência sem Fronteiras que participaram do experimento.

**Cintia Akemi Tamura**

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia | Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças | Curitiba - PR - Brasil | CEP 80230-901 | Tel.: (41) 3310-4725 Ramal 4725 | E-mail: cintiatamura@gmail.com

**Eduardo Leite Krüger**

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia | Universidade Tecnológica Federal do Paraná | E-mail: ekruger@utfpr.edu.br

***Revista Ambiente Construído***

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído  
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro  
Porto Alegre - RS - Brasil  
CEP 90035-190  
Telefone: +55 (51) 3308-4084  
Fax: +55 (51) 3308-4054  
[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido)  
E-mail: [ambienteconstruido@ufrgs.br](mailto:ambienteconstruido@ufrgs.br)