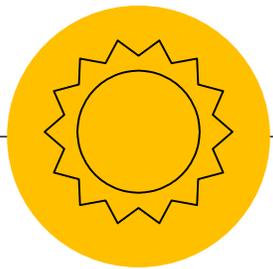


Efeitos visuais e biológicos da luz natural:

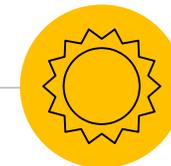


Desenvolvimento de indicador de
controle de obstrução no meio urbano

Lilianne de Queiroz Leal | discente
prof.^a Solange Leder | orientadora
plano de tese | doutorado

Tema, problema e objeto de pesquisa

| Introdução

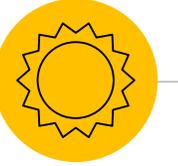


- ❑ **Salubridade** – Os efeitos da iluminação na fisiologia e no comportamento humano são baseados em pesquisas de neurociência e cronobiologia;
- ❑ **Relógio biológico** - ativados por estímulos luminosos (*biological light responses* - BLR) e controlados por um novo **fotorreceptor** (ipRGCs);
(AMUNDADOTTIR, *et al.*, 2017)
- ❑ Métricas **tradicionais** restritivas – **carecem** de aplicação no meio urbano;
(GALL, 2004; ENEZI *et al.*, 2011)
- ❑ Meio urbano **denso** – proposição de novo indicador que associe o aproveitamento da luz natural e critérios avaliativos sobre a saúde humana.

(HOPKINSON *et al.*, 1966; LEDER e PEREIRA, 2008; LITTLEFAIR, 2011)

Objetivos

| geral



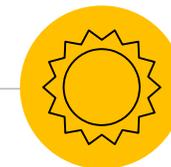
Desenvolver **indicador** de controle de obstrução no meio **urbano** com ênfase nos **efeitos visuais e biológicos** da luz natural.

| específicos

- ❑ Caracterizar as variáveis da luz natural e os efeitos físicos (visuais) e biológicos (não-visuais) nos seres humanos que podem ser afetados pela obstrução do entorno;
- ❑ Investigar a relação das variáveis do meio urbano sobre os efeitos visuais e não-visuais da iluminação natural, através de simulação em modelos físicos e virtuais, considerando diferentes cenários;
- ❑ Identificar a faixa de iluminância admissível para realização simultânea das atividades visuais (desempenho da tarefa) e da ativação de estímulos biológicos (regulação do ciclo circadiano);
- ❑ Propor (e validar) indicador de controle da obstrução da luz natural no meio urbano com inserção e implementação em ferramenta computacional de simulação.

Relevância e motivação

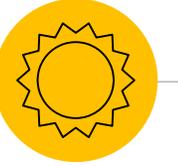
| Justificativa



- ❑ **Legislação** é restritiva – documentos normativos abordam os aspectos visuais com ênfase nos níveis de iluminância no plano de trabalho;
- ❑ **Obstrução de céu** – os indicadores de ocupação urbana avaliam a insolação e a luz natural, limitados apenas à **índices urbanísticos**;
(HOPKINSON *et al.*, 1975; LEDER e PEREIRA, 2008; LITTLEFAIR, 2011)
- ❑ **O ciclo circadiano** e o homem – benefício da luz para saúde humana;
(BELLIA *et al.*, 2015; HARTMAN *et al.*, 2016; KHADEMAGHA *et al.*, 2016)
- ❑ Escassez no panorama **nacional** – salubridade, produtividade e o direito ao sol/luz;
- ❑ **Aplicações** na arquitetura e no urbanismo – proposição de indicador associando à análise da iluminação natural e aos efeitos não visuais da luz natural.

Afirmações a serem comprovadas

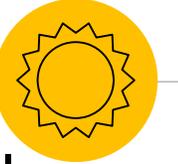
| Hipóteses



- ❑ A variação das características do meio urbano, associada à admissão da iluminação natural nos ambientes internos, influencia no conforto visual e na regulação de ciclos circadiano.
- ❑ A faixa de iluminância (valores mínimos e máximos) definida por normativas e regulamentos técnicos brasileiros não atendem as necessidades diárias de luz do dia para realização simultânea atividades visuais e da ativação de estímulos biológicos
 - ❑ O nível mínimo de 60lux não é suficiente (NBR 15.575, 2013)
 - ❑ A faixa de iluminância biológica é diferente da visual

Estado da arte

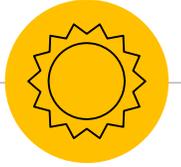
| fundamentação



- ❑ Necessidade de **planejamento urbano** para disponibilidade de luz natural nos ambientes internos – Fator de céu visível, Impacto da vizinhança e Janela de céu preferível
(HOPKINSON *et al.*, 1966; ROBBINS, 1986; LEDER e PEREIRA, 2008; LITTLEFAIR, 2011)
- ❑ **Biomédica** e os benefícios da luz natural para a **saúde e bem estar**;
- ❑ **Células fotorreceptoras** – além dos cones e bastonetes (externas), as células ganglionares (internas) da retina compostas pela **melanopsina** (ipRGCs)
(BRAINARD *et al.*, 2001; KIERSZENBAUM e TRES, 2016)
- ❑ **Métricas de obstrução urbana**
 - ❑ Altura admissível
(HOPKINSON *et al.*, 1966; ROBBINS, 1986)
 - ❑ *No Sky Line* (Linha de não visão do céu) – obstrução de 25° a 2m
(LITTLEFAIR, 1991)
 - ❑ *Unobstructed Vision Area* (Área de Visão Desobstruída)
(NG, 2003)
 - ❑ *Sky View Factor* (Fator de Céu Visível)
(CHENG *et al.*, 2003)

Estado da arte

| fundamentação



□ Métricas visuais

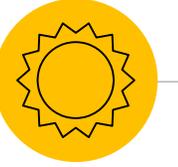
- *Daylight Glare Probability* (DGP) – Classificação de imperceptível a intolerável (WIENOLD, 2009)
- *Spatial Daylight Autonomy* (sDA) >300 lux em 55-75% da área do ambiente em 50% do ano
- *Annual Sunlight Exposure* (ASE) – 10% da área com $E > 1000$ lux em 250h/ano (LM-83, 2013)
- *Useful Daylight Illuminance* (UDI) – faixas de iluminâncias (300 a 3000lux) (MARDALJEVIC, 2000)

□ Métricas circadianas

- *Action Circadian Factor* (Acv) – restrito à fontes monocromáticas (GALL, 2004)
- *Normalized Circadian Lux* (Cla) – incorporando os efeitos das ipRGCs (REA et al., 2005)
- *Circadian Stimulus* (CS) – predição da supressão da melatonina (REA et al, 2012)
- *Equivalent Melanopic Illuminance* (EML) – (LUCAS, 2016; WELL, 2017)
conversão da iluminância fotópica em função do tipo de céu (fonte direta ou difusa)

Etapas da pesquisa

| metodologia



I. Caracterização das variáveis e métricas de iluminação natural

Variáveis

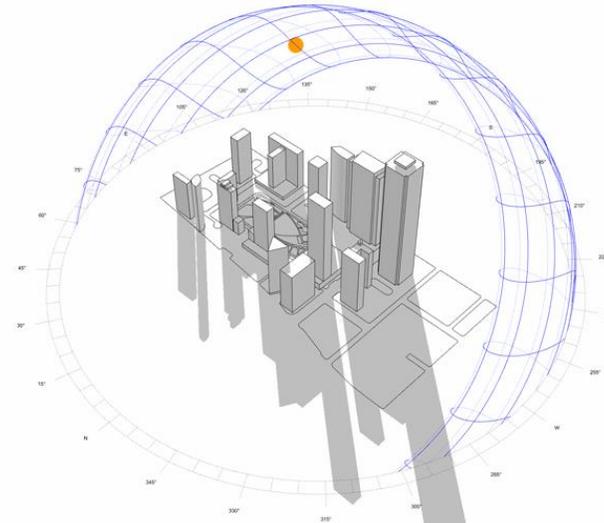
Cenários
Obstrução de céu
Orientação
Características do ambiente



Modelos físicos - maquetes

Métricas

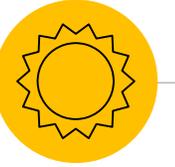
Fator de céu visível - FCV
Iluminância fotópica (E)
- E horizontal e E vertical
Iluminância melanópica – EML
Estímulos circadianos – CS



Modelos virtuais - software

Etapas da pesquisa

| metodologia



II. a. Simulação em modelos físicos

Cenários
Obstrução
Orientação
Características do ambiente

Variáveis



Confecção de maquetes

Fator de céu visível - FCV
Iluminância fotópica - E_h e E_v
Luminância - L
Iluminância melanópica - EML
Estímulos circadianos - CS

Métricas



Sensores e datalogger



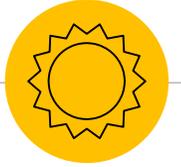
Radiação UV



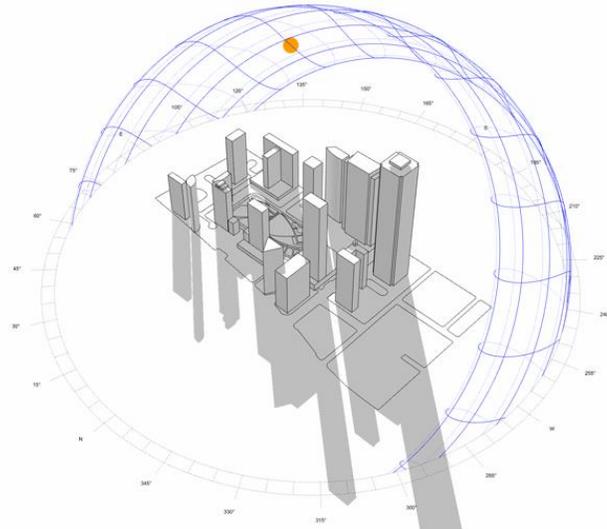
Espectrometria

Etapas da pesquisa

| metodologia



II. b. Simulações em modelos virtuais



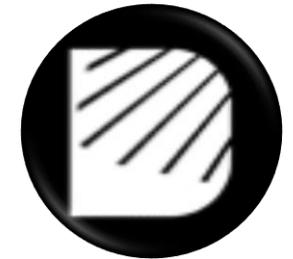
Modelagem



Simulação



Grasshopper



Diva-for-Rhino

Variáveis

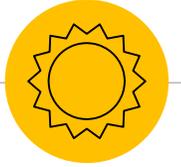
Cenários
Obstrução de céu
Orientação
Características do ambiente

Métricas

Fator de céu visível - FCV
Iluminância fotópica - E_h e E_v
Luminância - L
Iluminância melanópica - EML
Estímulos circadianos - CS

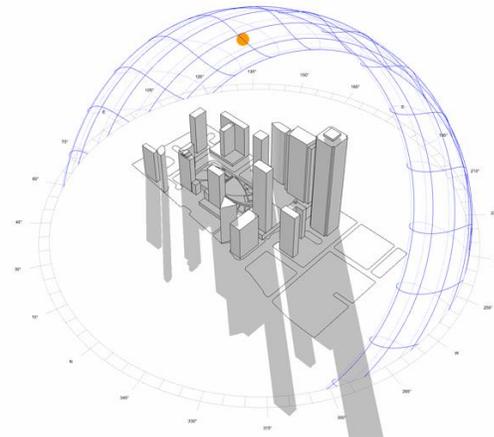
Etapas da pesquisa

| metodologia



III. Calibração e inserção em programa de simulação

- ❑ Relação entre modelo físico e modelo virtual
- ❑ Análise dos parâmetros estimados
- ❑ Inserção de novo indicador no software TropLux



TropLux 7



(CÁBUS *et al.*, 2016)

Referências

| bibliografia consultada



- AMUNDADOTTIR, ML.; ANDERSEN, M; LOCKLEY, SW. **Unified framework to evaluate non-visual spectral effectiveness of light for human health.** The Chartered Institution of Building Services Engineers. Lighting Res. Technol. 2017; Vol. 49: 673–696.
- ANDERSEN, M; MARDALJEVIC, J.; LOCKLEY, SW. **A framework for predicting the non-visual effects of daylight – Part I: photobiologybased Model.** The Chartered Institution of Building Services Engineers. Lighting Res. Technol. 2012; 44: 37–53
- ASSIS, E. S. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2005, Maceió. Anais... Maceió: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2005.
- BELLIA, L., SERACENI, M. **A proposal for a simplified model to evaluate the circadian effects of light sources.** Lighting Res. Technol; Vol. 46: 493–505; 2014.
- BOUBEKRI, Mohamed. **Daylighting, Architecture and Health: building design strategies.** Editora Routledge, 2008.
- BRAINARD GC, HANIFIN JP, GREESON JM, BYRNE B, GLICKMAN G, GERNER E, ROLLAG MD. **Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor.** Journal of Neuroscience; 21: 6405–6412; 2001.
- CINTRA, M. S. **Arquitetura e luz natural: A influência da profundidade de ambientes em edificações residenciais.** Dissertação de mestrado, FAU-UNB, 2011.
- CÓRICA, I; PATTINI, A. **Evaluación del acceso a la iluminación natural em edificios de alta densidad edilicia según los indicadores urbanos del código urbano y edificación de la ciudad de Mendoza.** Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC, Búzios-RJ, 2011.
- GALL D. **Die Messung Circadianer Strahlungsroßen.** Ilmenau: Technische Universität Ilmenau, 2004.
- HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminação Natural.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.
- HRASKA, Jozef. **Chronobiological aspects of green buildings daylighting.** Renewable Energy 73 109-114, 2015.
- KHADEMAGHA, P.; ARIES, M. B. C; ROSEMAN, A. L. P.; VAN LOENEN, L. J. **Implementing non-image-forming effects of light in the built environment: A review on what we need.** Building and Environment 108, 263-272, 2016.
- KIERSZENBAUM, Abraham L.; TRES, Laura L. **Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia.** 4ª Edição Editora Elsevier Ltda, 2016. ISBN Versão eletrônica: 978-85-352-6593-4. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8535265937>> Acesso em Julho de 2018.
- KONIS, Kyle. **A novel circadian daylight metric for building design and evaluation.** Building and Environment 113, 22-38, 2017.
- LEDER, Solange Maria; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Ocupação urbana e disponibilidade de luz natural.** Pesquisa e Tecnologia Minerva, 5(2): 129-138, 2003.
- LITTLEFAIR, P. **Site layout planning for daylight and sunlight: a guide to good practice.** 2ª Edição. BRE Trust. Inglaterra, 2011.
- REA MS, BULLOUGH JD, FIGUEIRO MG. **Phototransduction for human melatonin suppression.** Journal of Pineal Research; 32: 209–213; 2002.
- REA, M. S.; FIGUEIRO, M. G.. BIERMAN, A. **Modeling the spectral sensitivity of the human circadian system.** Light. Res. Technol. 44 (4), 386-396, 2012.
- ROBBINS, C. L. **Daylighting: design and analysis.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1986.
- THAPAN K, ARENDT J, SKENE DJ. **An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non - rod, non - cone photoreceptor system in humans.** Journal of Physiology; 535: 261–267; 2001.
- WELL Building Standard (v1).** International Well Building Institute.
Disponível em: <<http://standard.wellcertified.com/light/circadian-lighting-design>> Acesso em Julho de 2018.
- UNVER, R.; OZTURK, L.; ADIGUZEL, S.; ÇELIK, O. **Effect of facade alternatives on the daylight illuminance in offices.** Energy and Buildings, v. 35, pp. 737-746, 2003.