



Modelo de predição de conforto térmico em espaços abertos: inserção da temperatura superficial.

Discente: Lincon Carvalho
Orientadora: Dr. Solange Leder

João Pessoa
NOV/2019

Introdução

- **Clima urbano**
 - O clima pode ser definido como um ambiente atmosférico constituído por uma série temporal do estado da atmosfera sobre um lugar, em sua sucessão habitual (SORRE, 1951).
- **Conforto térmico**
 - Estado da mente em resposta ao ambiente, momento em que as trocas de calor entre homem e ambiente não são capazes de causar incomodo (Monteiro, 1990).
- **Índices de conforto**
 - Parâmetro que representa o efeito combinado de variáveis intervenientes, de forma a ser possível avaliar o conforto térmico de um ambiente (Ruas, 2001).
 - PMV/PPD - Indica o valor médio dos votos de um grupo de pessoas sobre uma escala de sensação térmica de 7 pontos baseado no equilíbrio térmico do corpo humano (Fanger, 1970).
 - O PET - Baseado no Modelo de Balanço Energético de Munique para Indivíduos (MEMI) (Hoppe, 1984).

Introdução

- **Banco de dados**
 - Formação de um banco de dados para criação de metodologia padrão.
- **Modelagem Matemática**
 - Modelos matemáticos são importantes aliados na predição do conforto térmico (Rossi, 2011).
- **Temperatura radiante média x Temperatura superficial.**
 - **TRM-** Representa um espaço uniforme e fechado, onde, a troca de calor do corpo é igual à troca de calor em um ambiente real não uniforme (ISO 7730/05).
 - **TS -** Parâmetro físico que diz respeito ao fluxo de calor dado em função do balanço de radiação que chega e que sai de um corpo (Kharraz et al, 2003).
- **Termografia**
 - Transforma emissão da radiação infravermelha emitidas pelas superfícies dos objetos em uma imagem visível, sendo eficiente para diagnosticar o ganho ou perda de calor de diferentes tipos de superfícies (Monteiro; Leder, 2011).

Objetivos

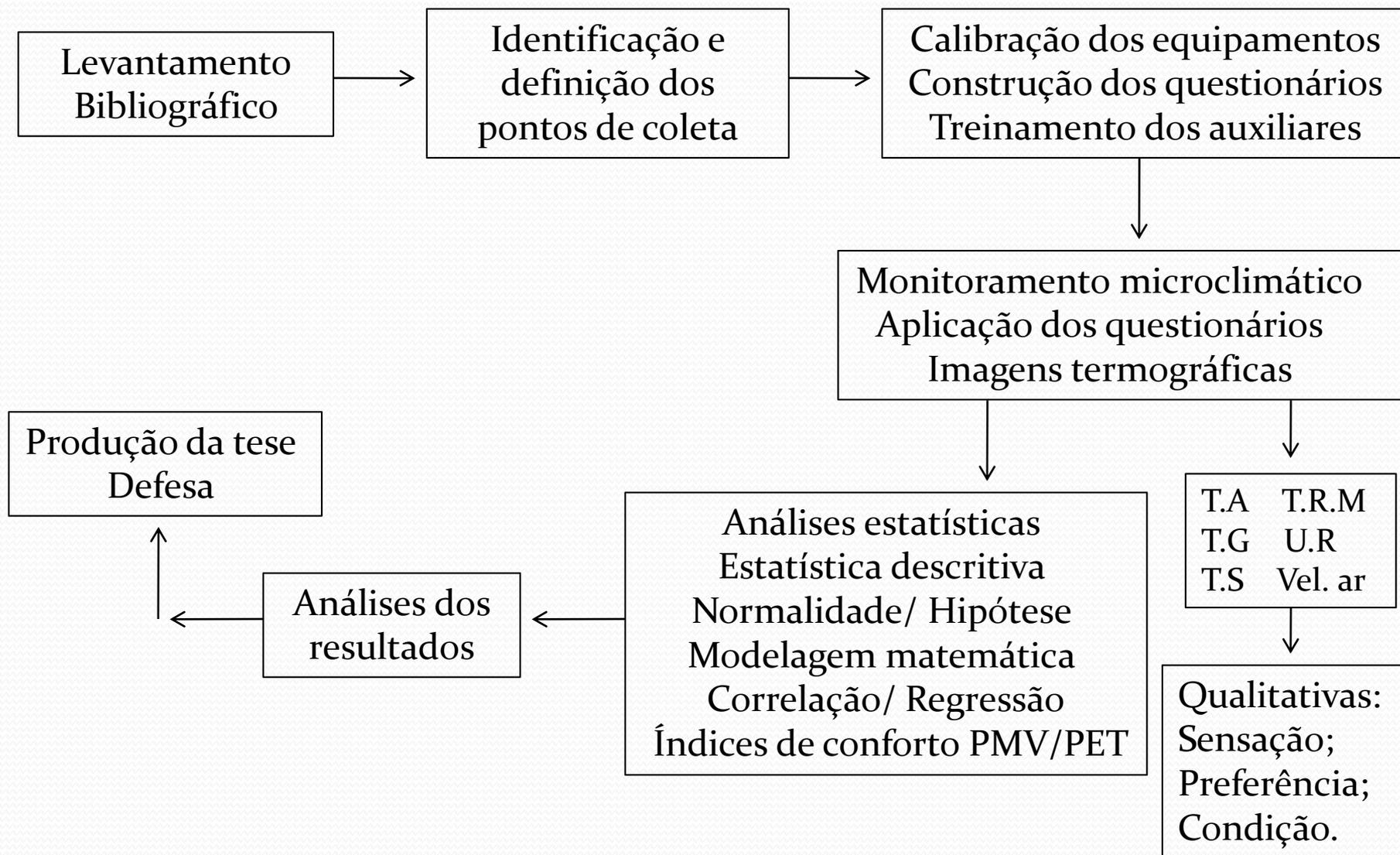
- **Objetivo Geral:**

- Esta pesquisa tem como objetivo realizar o levantamento de dados de conforto térmico em ambientes abertos em diferentes morfologias urbanas na cidade de João Pessoa-PB, utilizando a temperatura superficial e a técnica de termográfica como auxílio na identificação de espaços urbanos termicamente desconfortáveis e na construção de um modelo preditivo que melhor represente a sensação térmica dos cidadãos.

Objetivos específicos:

- Propor um modelo que utilize a temperatura superficial e temperatura radiante média como parâmetro para formulação de um modelo matemático capaz de melhor representar a sensação de conforto térmico real dos pedestres.
- Caracterizar as condições microclimáticas de espaços urbanos abertos na cidade de João Pessoa a partir das variáveis: temperatura do ar, umidade do ar, temperatura radiante média e velocidade do vento.
- Analisar o conforto térmico de pedestres nos períodos seco e úmido, através dos índices de conforto PMV e PET e das variáveis qualitativas (sensação térmica, condição térmica e preferência térmica).
- Realizar análises de correlação entre variáveis qualitativas; quantitativas e índices de conforto.

Metodologia



Metodologia

- Equipamentos necessários



Mini estação meteorológica
Davis Vantage Pro2.



Medidor de stress térmico
TGD-300.



Câmera termográfica Flir
modelo B400.

Fundamentação teórica

- Nos estudos de clima urbano existe grande contribuição dos trabalhos de : Oke (1972); Monteiro (1976).
- Dentre os estudos com conforto térmico em espaços abertos urbanos podemos destacar os trabalhos de: Nikolopoulo (2004); Mahmoud (2011); Ng & Cheng (2012), Labaki et al. (2012); Lai, et al. (2014).
- O conforto é um estado psicológico capaz de expressar a satisfação térmica do corpo do individuo relacionando-a com a temperatura do ambiente onde o mesmo está localizado (ASHARE 55/04).
- PMV/PPD (Fanger, 1970) – Para ambientes internos.
- PET (Hoppe, 1999) – Para ambientes externos.

Fundamentação teórica

- Modelagem matemática: PMV, PET e UTCI- Curitiba- calibração dos índices (Rossi, 2011). **Outros:** Hirashima (2014); Costa; Araujo (2006); Monteiro; Aluci (2010); Ruiz & Correa (2015).
- A temperatura superficial pode ser adquirida *in loco* com auxílio de câmeras termográficas móveis ou através de sensores instalados em satélites.
- Satélites: (Souza et al, 2016; Osaki et al, 2016; Giordano; Kruger 2013).
- Móveis: (Monteiro; Leder, 2011).
- Há vários resultados de pesquisas sobre conforto em espaços abertos no Brasil (Dacanal et al, 2010, Monteiro e Alucci, 2012, Kruger et al, 2018, Rossi et al, 2012, Labaki et al, 2012, Lima et al, 2019).

Fundamentação teórica

- Metodologias distintas o que dificulta a comparação entre os resultados.
- A criação de um banco de dados que permita analisar diferentes informações por uma única metodologia facilitaria a comparação entre resultados obtidos em diferentes localidades e climas.
- Para o planejamento urbano conhecer esses padrões torna-se indispensável para produzir uma cidade mais saudável e ambientalmente equilibrada de forma melhorar a qualidade de vida do cidadão, bem como sua sensação de conforto térmico dentro do ambiente urbano.

Riscos e Dificuldades

Dificuldades	Soluções
Transporte de equipamento	Obtenção de local de armazenamento seguro; Solicitação de transporte através da UFPB.
Auxiliares para o trabalho de campo	Parceria com Bolsistas PIBIC
Falha de equipamento	Treinamento prévio de manuseio e aplicação do equipamento.

Orçamento, Cronograma de Desembolso e Viabilidade Financeira

ITEM	Quantidade
Software Microsoft Excel	1 licença
Software Statistica 7.0	1 licença
Software Rayman 2.0	1 licença
Davis, weather link for vantage pro	1
Câmera termográfica FLIR B400	1
TGD-300 Instrutherm	1

Cronograma de atividades

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	MÊS\ANO			
	Jan a Dez 2019	Jan a Dez 2020	Jan a Dez 2021	Jan a Dez 2022
Disciplinas	x			
Estudo Teórico	x		x	x
Coleta de dados climáticos		x		
Coleta de dados por questionários		x		
Análise de todos os dados			x	
Análises dos resultados			x	
Produção da redação da Tese			x	
Defesa				x

Resultados esperados

- Contribuir com a criação de um banco de dados que possibilite padronizar os estudos de clima urbano em espaços abertos.
- Construir um modelo para avaliação do conforto térmico que melhor represente a sensação térmica real de pedestres em ambiente urbanos no clima quente e úmido.
- Obter correlações entre variáveis qualitativas e quantitativas.
- Identificar locais termicamente desconfortáveis com problemas como as ilhas de calor e sua influência sobre a sensação térmica dos pedestres.
- A relação as superfícies urbanas e a temperatura superficial no conforto térmico.

Referências

- ASHRAE 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta. 2004.
- FANGER, P. O. Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering. United State: McGraw-Hill Book Company, 1970.
- HIRASHIMA, S. Q. S. Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços abertos do município de Belo Horizonte - MG, 2014.
- HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. International Journal of Biometeorology, v. 43, p. 71-75, 1999.
- LABAKI, L. C; FONTES, M. S. G. C; BUENO-BARTHOLOMEI, B. L. C; DACANAL, C. Thermal comfort in public open spaces: studies in pedestrian streets in São Paulo State, Brazil, Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 167-183, 2012.
- MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. (Org.) Clima Urbano. São Paulo: Editora Contexto, 2003.
- MONTEIRO, C.A.F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IGEO/USP, 1976.
- MONTEIRO, J. V.; LEDER, S. M. A aplicação da Termografia como ferramenta de investigação térmica no espaço urbano. VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis - Vitória – ES - BRASIL - 7 a 9 de setembro de 2011.

Referências

- NG, E. CHENG, V. Urban human thermal comfort in hot and humid Hong Kong. *Energy Build.* 55, 51–65, 2012.
- OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. Second Edition. Routledge London & New York, p. 435, 1987.
- ROSSI, F. A. KRUGER, E. D. BRODE, P. Definição de faixa de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba-PR, com índice de UTCI, *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 41-59, 2012.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730: Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. 2005.
- LIN C.H, LIN T.P, HWANG R.L Thermal comfort for urban parks in subtropics: understanding visitor's perceptions, behavior and attendance. *Advances in Meteorology*, 2013^a
- NIKOLOPOULOU, M. (Org.). *Designing Open Spaces in Urban Environment: a bioclimatic approach*. Greece: Centre for renewable Energy Sources (C.R.E.S.), 2004.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F. *Application of the RAYMAN Model in Urban Environments*. Freiburg: Meteorological Institute, University of Freiburg, 2010.
- El-Kharraz & Sobrino, Jose &, Jauad & Li, Zhao-Liang. Surface temperature and water vapour retrieval from MODIS data. *International Journal of Remote Sensing - INT J REMOTE SENS.* 24. 5161-5182, 2003.