

Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente

Associação Plena
em Rede



CONFORTO TÉRMICO EM ESCOLAS PÚBLICAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO:

CONTRIBUIÇÕES À ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

WILMA FERNANDES PINHEIRO
ORIENTADOR: JOEL SILVA DOS SANTOS

**EIXO TEMÁTICO: Gestão, Meio Ambiente,
Indicadores e Políticas Públicas**



1. INTRODUÇÃO

ARQUITETURA BIOBLIMÁTICA tem como objetivo o projeto de edificações de modo a adaptá-las de maneira eficaz ao seu contexto climático, considerando fatores como:



A preocupação com a questão ambiental nas escolas

Crescimento das cidades

Responsabilidade do Estado na força de trabalho para atender as empresas

Como se encontram as condições de conforto térmico das escolas públicas situadas no município de Cajazeiras localizado no Semiárido do Nordeste Brasileiro?

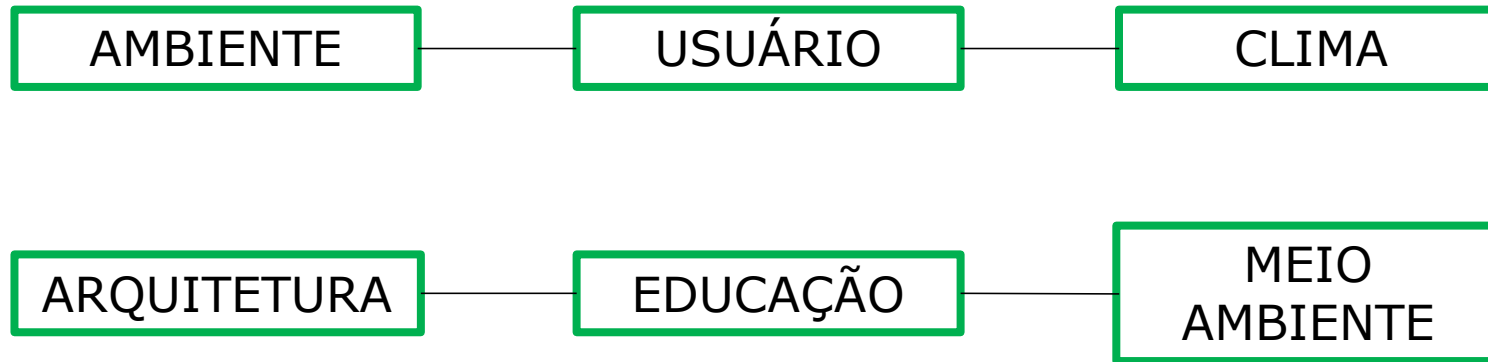
Quais estratégias projetuais baseadas nos princípios da arquitetura bioclimática podem ser utilizadas para melhorar as condições de conforto térmico das escolas de clima quente e seco?

A **NBR-15220-3** (ABNT, 2005) Desempenho Térmico de Edificações estabelece estratégias de projeto para o clima quente e seco: pequenas aberturas sombreadas; vedações externas espessas; ventilação seletiva; resfriamento evaporativo e umidificação.

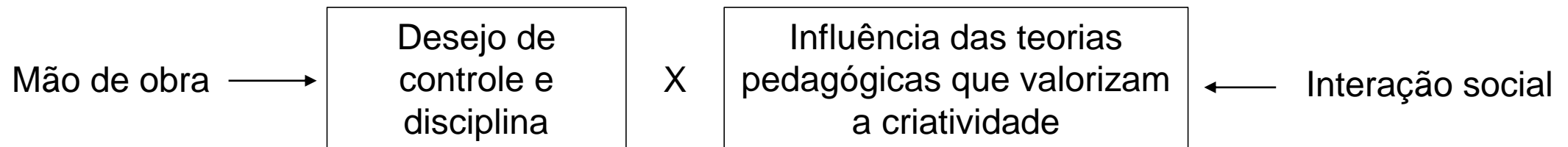
Outra norma brasileira, a **NBR 15575** (ABNT, 2013), passou a ser utilizada como parâmetro de desempenho térmico em ambientes residenciais. Essa norma, abrange aspectos sobre o desempenho térmico de paredes e coberturas de acordo com a zona bioclimática.

Não existem normas de desempenho térmico com diretrizes construtivas para as edificações escolares

É importância **criar soluções específicas para as edificações de ensino que considerem as suas particularidades quanto ao clima** (MUELLER (2007); GRAÇA & KOWALTOWSKI (2004); MORAES (2009); CHOAS (2016)).



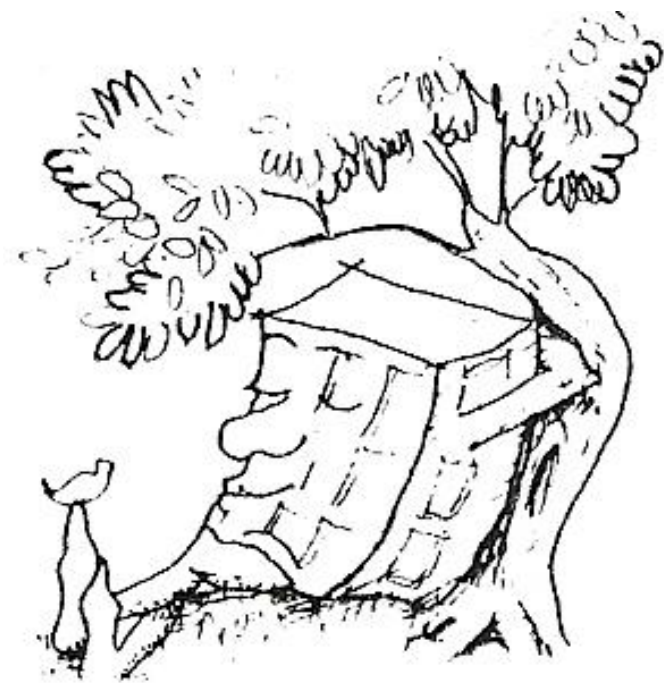
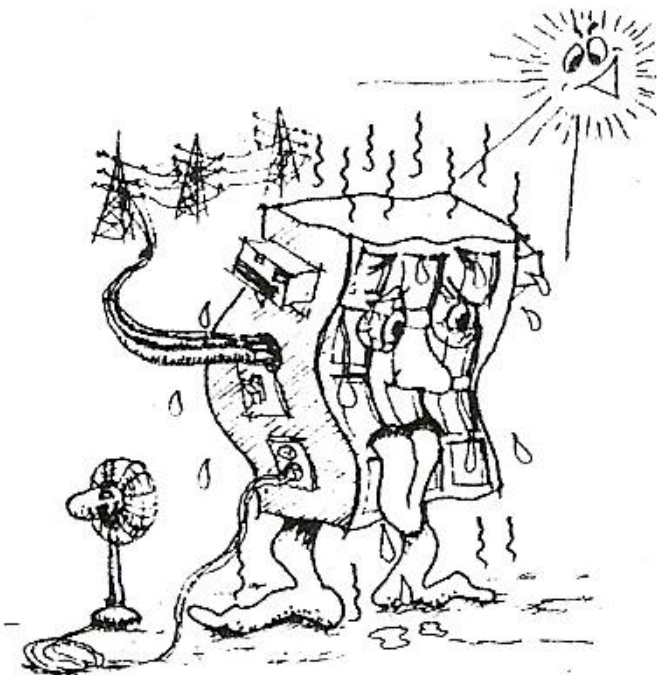
ARQUITETURA ESCOLAR NA HISTÓRIA TEVE DUAS TENDÊNCIAS DIALÉTICAS:



KOWALTOWSKI (2011)

1.1. HIPÓTESE

As escolas construídas no clima Semiárido do Nordeste Brasileiro apresentam espaços com desconforto térmico devido à ausência de decisões arquitetônicas que levem em consideração os princípios da arquitetura bioclimática e que favoreçam as atividades pedagógicas.



1.2.OBJETIVO GERAL:

Analisar a relação do conforto térmico com os elementos da arquitetura escolar, no município de Cajazeiras PB.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1. Descrever as características das escolas selecionadas;**
- 2. Avaliar a percepção de conforto térmico de estudantes de ensino médio;**
- 3. Calcular o Índice de Desconforto Térmico (IDT) nos ambientes de ensino investigados;**
- 4. Diagnosticar as condições microclimáticas de ambientes fechados e abertos nas escolas selecionadas;**
- 5. Identificar estratégias de projeto arquitetônico para as escolas do Semiárido Paraibano que sejam adequadas ao clima e às funções pedagógicas;**
- 6. Propor um projeto arquitetônico no Semiárido Paraibano que leve em consideração os princípios da arquitetura bioclimática viáveis para uma edificação destinada ao ensino;**

2. METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

CAJAZEIRAS PB

CIDADE DE MÉDIO
PORTE DO SERTÃO
PARAIBANO

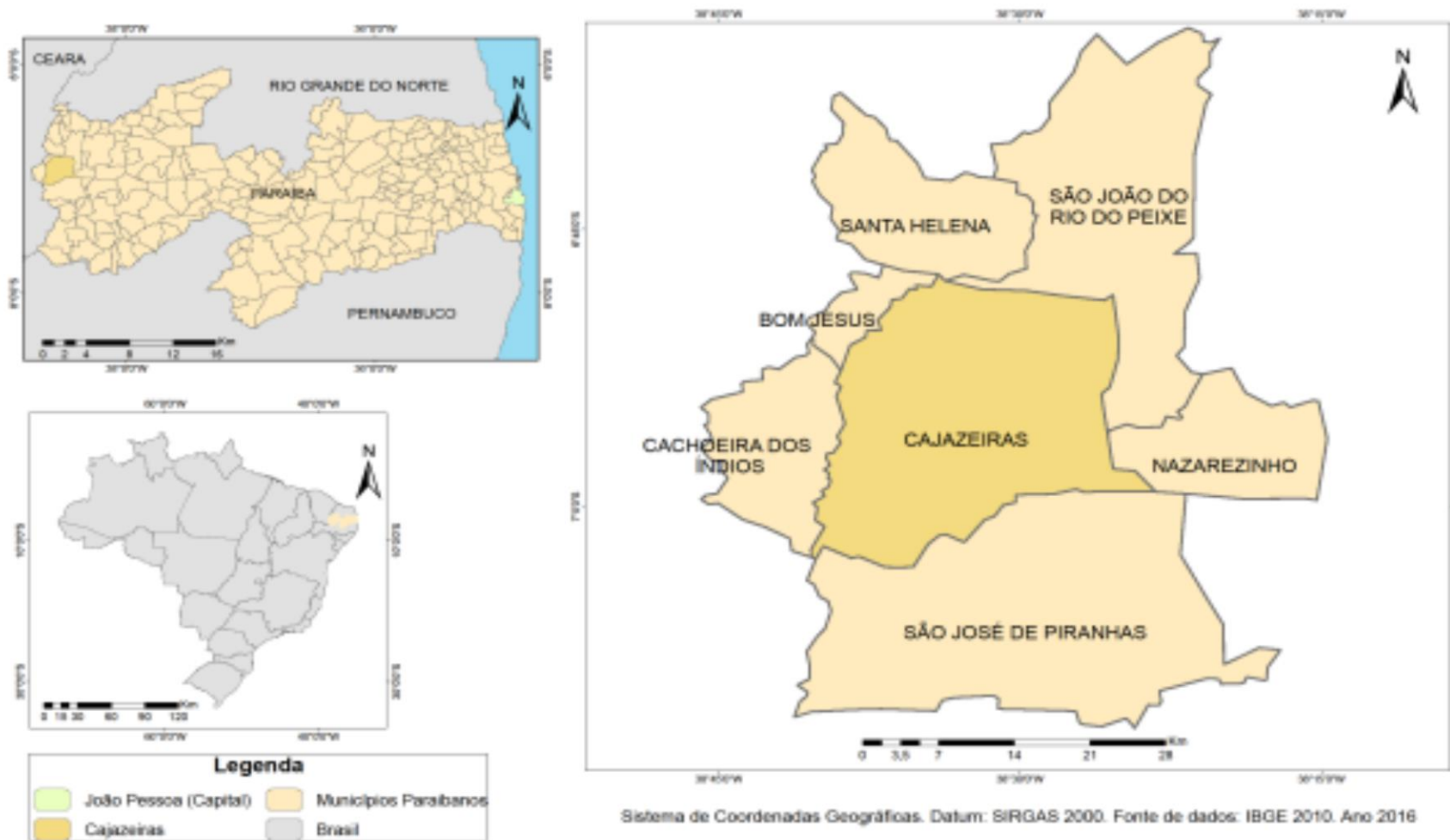
61.776 HABITANTES

565,899 KM²

1% DA ÁREA TOTAL
DO TERRITÓRIO
PARAIBANO

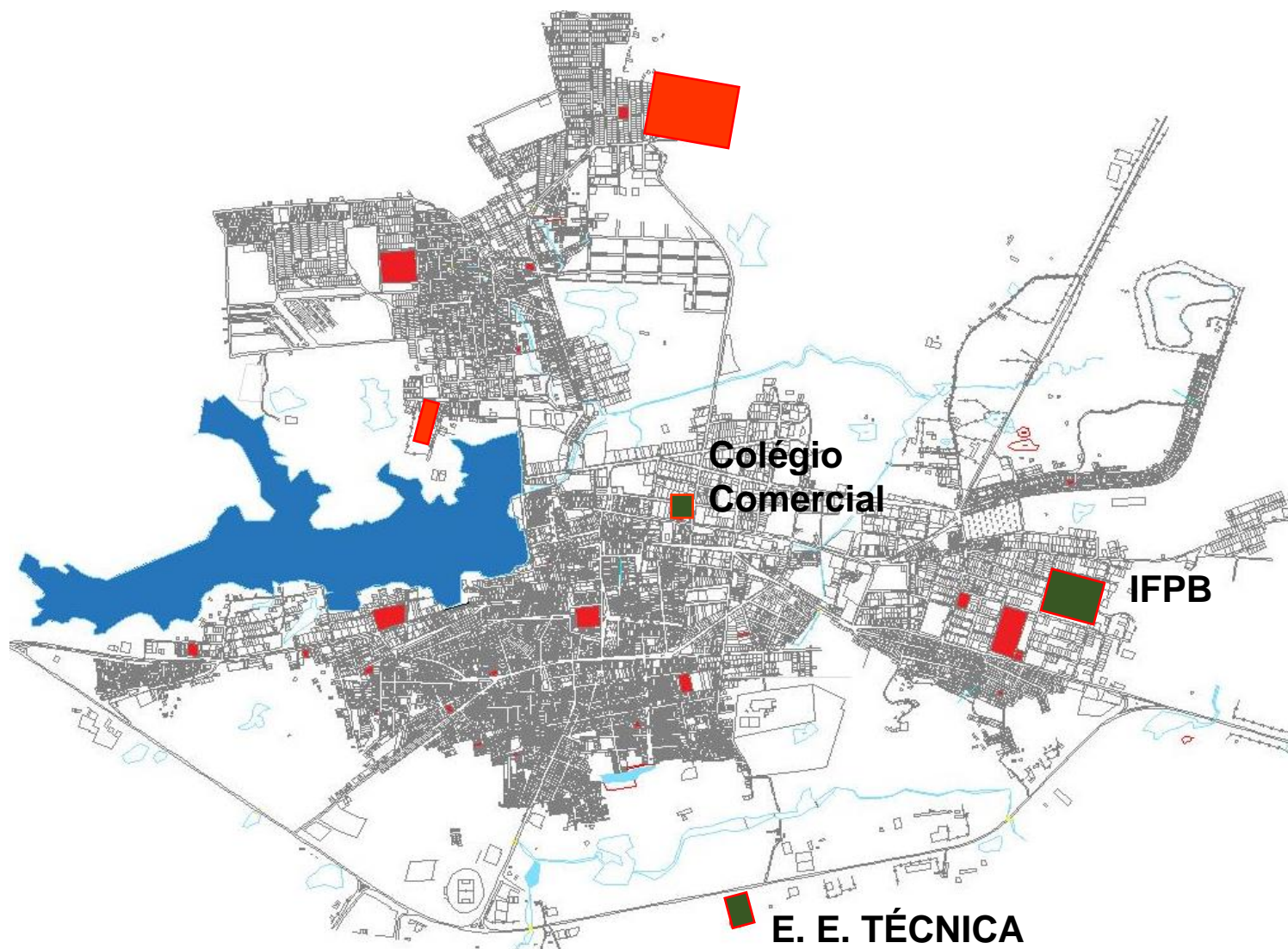


MAPA 1 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS NO ESTADO DA PARAÍBA



Fonte: Elaboração Pessoa (2016). Execução: Eline Campos dos Santos

MAPA 2 - LOCALIZAÇÃO DE ESCOLAS PÚBLICAS DE CAJAZEIRAS



Escolas públicas estaduais e municipais de ensino fundamental:

25 escolas públicas municipais

16 estaduais

05 escolas públicas estaduais de ensino médio

02 escolas públicas federais de ensino médio



Escolas selecionadas

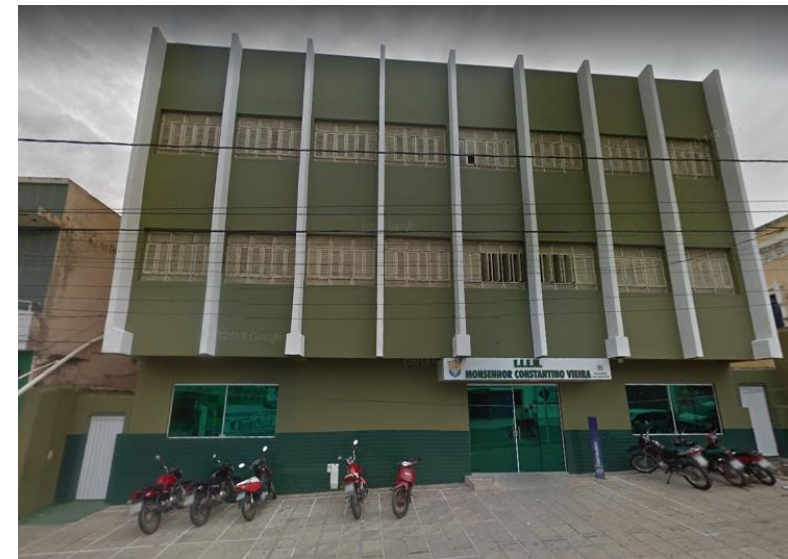
Escolas de ensino médio selecionadas para a pesquisa



IFPB Cajazeiras
1994



E. E. Cidadã Técnica de Cajazeiras
2016



Colégio Estadual Monsenhor
Constantino Vieira
1951

OBJETIVOS

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Descrição das escolas selecionadas

Informações segundo as observações da pesquisadora

Levantamento bibliográfico

Busca de dados documentais

Atividades de campo

Calcular o IDT

Definir os pontos para coleta em cada escola

Aparelho do tipo termo higrômetro HOBO Data Logger U-10

Coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar durante 24 horas em meses de referência ao período seco da região (de setembro a dezembro) e nos meses de referência ao período chuvoso da região (de fevereiro a maio).

Avaliar a percepção de conforto térmico de estudantes

Comitê de ética

Aplicar questionário

Percepção do conforto térmico segundo os usuários

Tabela 01: Faixas de conforto térmico

Índice de Desconforto Térmico ajustado para a cidade de Mossoró- RN. Classe	Valor do índice IDT (°C)	Classificação do índice IDT
I	$IDT \leq 25,0$	Confortável
II III	$25,1 < IDT < 26,3$ $26,4 < IDT < 30,0$	Parcialmente confortável Desconfortável
IV	$IDT \geq 30,0$	Muito Desconfortável

Fonte: Neres, Santos e Carvalho (2015)

OBJETIVOS

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diagnosticar as condições microclimáticas dos ambientes selecionados

Identificar estratégias de projeto arquitetônico para as escolas do Semiárido Paraibano que sejam adequadas ao clima e às funções pedagógicas

Propor um projeto arquitetônico que leve em consideração os princípios da arquitetura bioclimática viáveis para uma edificação destinada ao ensino em clima quente e seco

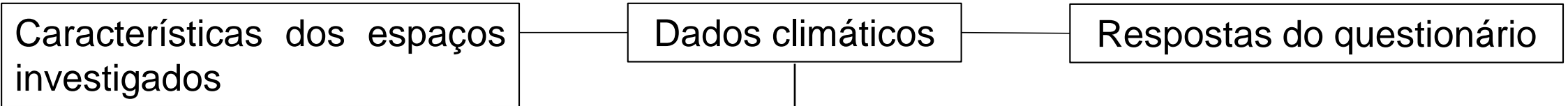
Avaliação dos dados microclimáticos e do questionário

Simulações computacionais no *software Revit da Autodesk*

Levantamento bibliográfico



3. RESULTADOS ESPERADOS



Verificar se os ambientes analisados apresentam desconforto térmico e quais características arquitetônicas interferem nesse desconforto térmico.

- Obter conhecimentos de diferentes interações dos elementos do clima que podem ocorrer em três distintas edificações numa mesma cidade.
- Trazer contribuições à arquitetura bioclimática para que as escolas investigadas possam ter espaços mais confortáveis e favoráveis às atividades pedagógicas.
- Espera-se que ao final da pesquisa seja possível, de forma fundamentada, propor um projeto de arquitetura que possa servir como referência para construção de escolas localizadas nessa região do Semiárido Brasileiro.

4. REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro. 2005
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edifícios habitacionais - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- COSTA, Ana Márcia Viana da. **Adequação de edificações escolares ao contexto climático de Maceió-AL**, com vistas à otimização de seu desempenho térmico. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura. 2012.
- CHOAS, Mona Lisa Lobo de Souza. **Sobre as características do espaço arquitetônico facilitadoras do ensino-aprendizagem na universidade**. Tese. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. 2016.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort: analysis and applications in environmental engineering**. 1. ed. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.
- FROTA, AnésiaBarros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5ª edição. São Paulo. Studio Nobel, 2001.
- GIVONI, Baruch. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy & Buildings**, v. 1, p. 11–23 , 1992.
- HEYWOOD, Huw. **101 Regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético**. Tradução, revisão técnica e preparação de texto: Alexandre Salvaterra. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.
- HOLADA, Armando de. **Roteiro para construir no Nordeste**. UFPE. 1976.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4> >. Acesso em: 9 de outubro de 2018.
- KAPLAN, Leonardo. Análise preliminar do projeto escolas sustentáveis: estudo de caso da primeira escola sustentável do Brasil, na Baía de Sepetiba (RJ). **XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**. UNICAMP. Campinas, 2012.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2011.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. **Eficiência energética na arquitetura**. 3.ed. Revisada. São Paulo: Ed. Pro Livros, 2014.
- LAMENHA, Melyna de Almeida. **A escola técnica do programa Brasil profissionalizado: um projeto padrão para diferentes zonas bioclimática?** Dissertação, Alagoas, 2016.

- MARÇAL, Viviane Gomes. **Análise de índices de conforto térmico não convencionais**: uma avaliação em ambiente escola. Tese doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2016.
- MUELLER, Cecília Mattos. **Espaços de ensino-aprendizagem com qualidade ambiental**: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo USP, Programa de Pós-graduação, São Paulo, 2007.
- NERES, Suellen C. T.; SANTOS, Joel Silva dos; CARVALHO, Rodrigo G. de. Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo na cidade de Mossoró – Rio Grande do Norte. **Gaia Scientia**. Volume 9(1): 44-52. 2015
- OLGYAY, V.; OLGAY, A. **Design with climate**. Princeton: Princeton University Press, 1963.
- OLIVEIRA, Paolo Américo de; LUNARDI, Diana Gonçalves. Influência da envoltória no desempenho termo energético de edificações institucionais no semiárido. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 9, n.4, p, 276-289, dez. 2018.
- PERILLO, Paulo José Lima; CAMPOS, Marcus André Siqueira; ABREU-HARBICH, Loyde Vieira. Conforto térmico em salas de aula: revisão sistemática da literatura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 8, n. 4, p. 236-248, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650268>
- Plano Municipal de Educação de Cajazeiras (PME). Lei Municipal nº 2.329 de 22 de junho de 2015.
- QUEIROZ, Gabriel Ramos; Naiara Karin Schimaniak; Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos; Giane de Campos Grigoletti. Autodesk Revit® como ferramenta BIM aplicada à simulação térmica de edificações. **Revista de Arquitetura IMED**, 4(2): 33-41, jul./dez. 2015.
- SORGATO, Márcio José; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575. XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - **ENCAC/ELACAC** Brasília. 2013.
- TONDO, Gabriela Hanna. **Influência das estratégias bioclimáticas no desempenho térmico em edifícios escolares**. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de pós-graduação em engenharia civil. Joinville , 2017.
- TRAJBER, R.; SATO, M. Escolas sustentáveis: incubadoras de transformações nas comunidades. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental** (FURG), vol. especial, setembro de 2010.
- ZOMORODIAN, Zahra Sadat; TAHSILDOOST, Mohammad; HAFEZI, Mohammadreza. Conforto térmico em edifícios educacionais: um artigo de revisão. [Renewable and Sustainable Energy Reviews](#). [Volume 59](#), p. 895-906, Junho 2016.



OBRIGADA!

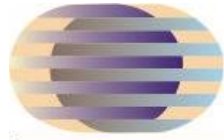
Escola internato em região quente (seco no verão e úmido no inverno)

Formoso do Araguaia – TO

CRONOGRAMA

ATIVIDADE / SEMESTRE	JAN / FEV	MAR / ABR	MAI / JUN	JUL / AGO	SET / OUT	NOV / DEZ
Curso de disciplinas obrigatórias e optativas		2019	2019	2019	2019	2019
Pesquisa bibliográfica e documental	2020	2020	2020	2020	2019 2020	2019 2020
Visita às instituições para coleta de dados	2020 2021	2020 2021	2020 2021	2020	2020	2020
Análise e interpretação de dados				2021	2021	2021
Redação preliminar do texto	2021 2022	2021 2022	2021 2022	2021	2021	2021
Atualização e correção do texto			2022	2022	2022	
Defesa da tese					2022	2022

XXIII Seminário Internacional Integrador



Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente

Associação Plena
em Rede



EIXO TEMÁTICO: Gestão, Meio Ambiente,
Indicadores e Políticas Públicas

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM ESCOLAS PÚBLICAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO:

CONTRIBUIÇÕES À ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

WILMA FERNANDES PINHEIRO
ORIENTADOR: JOEL SILVA DOS SANTOS

