



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E TECNOLOGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL

MARTA NÉLIA ALVES BRAGA

ANÁLISE DO CONFORTO TERMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
NO BAIRRO SUMARÉ, MUNICIPIO DE SOBRAL, CEARÁ.

FORTALEZA

2013

MARTA NÉLIA ALVES BRAGA

**ANÁLISE DO CONFORTO TERMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO
BAIRRO SUMARÉ, MUNICIPIO DE SOBRAL, CEARÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Luis Renato Bezerra Pequeno.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós-Graduação em Engenharia - BPGE

-
- B794a Braga, Marta Nélia Alves.
Análise do conforto térmico de usuários de habitação de interesse social no Município de Sobral,
Ceará / Marta Nélia Alves Braga. – 2013.
133 f. : il., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de
Engenharia Estrutural e Construção Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e
Construção Civil, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Construção Civil.
Orientação: Prof. Dr. Luis Renato Bezerra Pequeno.
1. Engenharia Estrutural. 2. Habitação popular. 3. Habitação – Aspectos sociais. 4. Conforto térmico.
I. Título.

MARTA NÉLIA ALVES BRAGA

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO DE USUÁRIOS DE HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE SOBRAL, CEARÁ

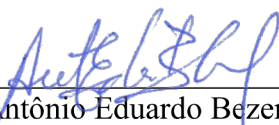
Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil: Estruturas e Construção Civil, da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do Título de Mestre em
Engenharia Civil. Área de concentração:
Construção Civil.

Aprovada em 13 /08 / 2013.

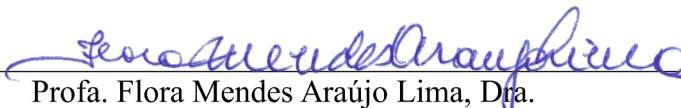
BANCA EXAMINADORA



Prof. Luis Renato Bezerra Pequeno, Dr. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Antônio Eduardo Bezerra Cabral, Dr.
Universidade Federal do Ceará – UFC



Profa. Flora Mendes Araújo Lima, Dra.
Universidade de Fortaleza - UNIFOR

A Deus, o amigo sempre presente.

A Ana e Teresita, minhas avós ausentes.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem a participação e colaboração das seguintes pessoas e entidades:

A Deus, que nunca me deixa desistir.

Aos meus pais, meus maiores incentivadores.

Aos meus irmãos, meus melhores amigos.

Ao Diego Aguiar Sousa, pelo amor e apoio.

Ao Prof. Renato Pequeno, pela orientação incentivadora e perseverante desde a elaboração do projeto, fornecimento de bibliografia, indicação da forma de apresentação e a correção incansável de todo texto.

Ao Prof. Dr. Adeildo Cabral, pelas contribuições na qualificação de mestrado.

Aos moradores das casas selecionadas para estudo no Bairro Sumaré, Sobral, pela disposição em permitir por dias inteiros, a coleta de dados em suas casas.

Ao Engenheiro Tiago Batista pelo auxílio nas visitas e entrevistas.

A Secretaria de Habitação do Município de Sobral pelo acesso e disposição no fornecimento de dados para esta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, que gentilmente aceitaram participar e contribuir com o aperfeiçoamento desta pesquisa.

A CAPES, pela bolsa concedida.

Aos amigos de turma: Geovana, Thais, Sara, Ana, Deborah, Ivna, Iuri, Graciano, Siqueira e Edmas pelos momentos compartilhados.

*Bem aventurado o homem que adquire
conhecimento.*

Bíblia Sagrada, Provérbios 3-13

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Zoneamento Bioclimático Brasileiro.....	21
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	22
Figura 3 - Registro de temperatura em Sobral	23
Figura 4 - Solar Walter Araujo.....	24
Figura 5 - Uso de abóbadas nas residências	24
Figura 6 - Esquema explicativo do fenômeno da inércia térmica de uma parede real (q_2) e de uma parede fictícia de peso nulo (q_1).....	25
Figura 7 - Principais trocas higrotérmicas entre o homem e a construção.....	30
Figura 8 - Carta bioclimática adotada para o Brasil.....	41
Figura 9 - Antigos caminhos do boi.....	48
Figura 10 - Localização da cidade de Sobral	49
Figura 11 - Mapa do município de Sobral e limites com municípios vizinhos.....	49
Figura 12 - Mapa de conexões.....	52
Figura 13 - Arco do triunfo em Sobral (a esquerda) e em Paris (a direita).....	53
Figura 14 - Alto do Cristo em Sobral (a esquerda) e no Rio de Janeiro (a direita).....	53
Figura 15 - Croquis da evolução urbana de Sobral.....	54
Figura 16 - Antiga Planta Da Cidade De Sobral (1880).....	55
Figura 17 - Planta de evolução urbana do centro de sobral e poligonal de tombamento.....	55
Figura 18 - Cohab I.....	58
Figura 19 - Cohab II.....	59
Figura 20 - Parque Silvana.....	59
Figura 21 - Bairro da Expectativa.....	60
Figura 21 - Projeto Parque Mucambinho Concluído.....	62
Figura 23 - Casas de taipa no Sumaré.....	63
Figura 24 - Antes e depois da implantação do programa.....	64
Figura 25 - Antes e depois da implantação do programa.....	65
Figura 26 - Antes e depois da implantação do programa.....	65
Figura 27 - Antes e depois da implantação do programa.....	60
Figura 28 - Antes e depois da implantação do programa.....	66
Figura 29 - HIS de concreto Celular em Sobral.....	67
Figura 30 - Trecho do cordel da habitação produzido pela SEHABs.....	68
Figura 32 - Necessidades habitacionais do município de Sobral.....	72

Figura 33 - Localização do Bairro Sumaré.....	74
Figura 34 - Localização dos conjuntos habitacionais selecionados para o estudo na cidade de Sobral/Ce.....	75
Figura 35 - Localização dos conjuntos habitacionais selecionados para o estudo na cidade de Sobral/Ce.....	77
Figura 36- Detalhe da planta oficial de parcelamento, uso e ocupação do solo.....	81
Figura 37 - Classificação bioclimática software ZBBR	87
Figura 38 - Termo-higrometro utilizado para medir temperaturas e umidade relativa.....	88
Figura 39 - Projeto arquitetônico do ambiente escolhido para avaliação de desempenho térmico....	92
Figura 40 - Dados de temperatura e umidade para o período de verão do ano de 2012 para a cidade de Sobral/Ce.....	100
Figura 41 - Dados de temperatura e umidade para o período do ano de 2012 em que foram aplicados os questionários.....	101
Figura 42 - Dados de temperatura e umidade para o período do ano de 2012 em que foram aplicados os questionários.....	102
Figura 43 - Dados de temperatura e umidade para ano de 2012 em que foram aplicados os questionários.....	109
Figura 44 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do 24/09/2012.....	109
Figura 45 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do dia 27/09/2012.....	114
Figura 46 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do dia 09/10/2012.....	114
Figura 47 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do dia 23/10/2012.....	114
Figura 48 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do dia 16/11/2012.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a zona bioclimática 7.....	38
Tabela 2 – Tipos de vedações externas para zona bioclimática 7	38
Tabela 3 – Estratégias de condicionamento térmico passivo para zona bioclimática 7	39
Tabela 4 - Dados gerais do município de Sobral.....	58
Tabela 5 – Resumo do déficit habitacional.....	72
Tabela 6 - Estimativas do déficit Habitacional em Sobral	75
Tabela 7 – Dados de coabitação e aluguel e ou cedidos (domicílios de alvenaria).....	77
Tabela 8 -Dados de domicílios próprios, co-habitação e aluguel e ou cedida (domicílios rústicos)..	78
Tabela 9 – Resumo da Composição dos Dados Para o Déficit Habitacional Básico da Sede Urbana de Sobral.....	79
Tabela 10 – Delimitação atual do bairro Sumaré.....	81
Tabela 11– Quadro resumo da habitação no bairro Sumaré.....	86
Tabela 12 – Área dos cômodos, áreas e características das aberturas das habitações selecionadas..	88
Tabela 13 - Características dos materiais e componentes da habitação.....	89
Tabela 14- Diretrizes para abertura para ventilação e sombreamento para zona bioclimática 7.....	95
Tabela 15- Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa.....	96
Tabela 16- Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 7.....	101
Tabela 17 - Normais Climatológicas para a cidade de Sobral (1961-1990).....	103
Tabela 18 - Informações sobre as residências	106
Tabela 19 - Resultados quanto às informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores das habitações	109
Tabela 20 - Resultados quanto às informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista.....	112
Tabela 21 - Informações sobre a sensação e preferência térmica dos entrevistados	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers, INC.
INMET	Instituto Nacional de Metereologia
NBR	Norma Brasileira Registrada
PMV	Predicted Mean Vote
PLHIS	Plano Local de Habitação de Interesse Social
SEHABS	Secretaria de Habitação e Saneamento
UVA	Universidade Estadual Vale do Acaraú

LISTA DE SÍMBOLOS

R - Resistência térmica de um componente - $(m^2.K)/W$

R_t - Resistência térmica de superfície a superfície de um componente - $(m^2.K)/W$

R_{se} - Resistência térmica superficial externa - $(m^2.K)/W$

R_{si} - Resistência térmica superficial interna - $(m^2.K)/W$

R_{ar} - Resistência térmica de câmara de ar não ventilada - $(m^2.K)/W$

Φ - Atraso térmico de um componente - horas

FS₀ - Fator solar de elementos opacos

FS_t - Fator solar de elementos transparentes ou translúcidos

e - espessura de uma camada – m

d – densidade - kg/m^3

λ- condutividade térmica do material – $W/(m.K)$

ρ- Densidade de massa aparente do material – kg/m^3

A – Área – m^2

A_e - Área de entrada do ar (mais baixa) – m^2

A_s - Área de saída do ar (mais alta) – m^2

A_{tr} - Área da superfície transparente – m^2

E – Elongação - °C

H - Altura média da área de abertura - m

U - Transmitância térmica de um componente - $W/(m^2.K)$

N - Frequência horária da ventilação – 1/hora

Q - Carga Térmica (ganhos de calor) - W

Q' - Carga Térmica (perdas de calor) - W

T_d - Média das temperaturas máximas diárias do mês - °C

t_d - Média das temperaturas mínimas diárias do mês - °C

t_e - temperatura média do ar externo - °C

TE - Temperatura Efetiva - °C

UR – Umidade Relativa - %

V – Volume – m³

α - Absortância à radiação solar

c - calor específico – kJ (kg.K)

Δt - Diferença entre a temperatura do ar interno e externo - °C

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Contextualização.....	17
1.2 Justificativa, ineditismo e relevância.....	21
1.3 Objetivos.....	28
1.3.1 Objetivo geral da pesquisa.....	28
1.3.2 Objetivos específicos da pesquisa.....	28
1.4 Limitações da pesquisa.....	28
1.5 Estrutura do trabalho.....	28
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	30
2.1 Habitação, usuário e clima.....	30
2.2 Desempenho térmico nas habitações.....	31
2.3 Normatização Brasileira.....	37
2.3.1 NBR 15220 (ABNT, 2005)	37
2.4 Estudos sobre desempenho térmico.....	39
2.4.1 Estudos nacionais sobre desempenho térmico.....	40
2.5 O uso de ferramentas computacionais para simulação dos níveis de conforto térmico.....	46
3. PRODUÇÃO HABITACIONAL EM SOBRAL.....	49
3.1 A produção do espaço e a constituição da cidade.....	49
3.2 Morfologia interna da cidade de Sobral.....	53
3.2.1 Os bairros onde se concentram as camadas populares.....	59
3.3 Programas e Projetos Habitacionais Implantados no Município (1997-2009).....	63
3.4 Déficit Habitacional em Sobral.....	71
3.5 Caracterização da área de estudo, bairro Sumaré, município de Sobral, Ce.	79
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	88
4.1 Unidades habitacionais do bairro Sumaré.....	88

4.2 Diretrizes da NBR 15220-3 para habitações da zona bioclimática 7.....	89
4.3 Rotinas, sensações e preferências térmicas dos moradores das unidades habitacionais do bairro Sumaré.	91
4.4 Materiais utilizados.....	91
4.4.1 Medições preliminares.....	92
4.4.2 Medições definitivas.....	93
4.4.3 – Período proposto para a coleta de dados.....	93
4.5 Obtenção dos índices de conforto através da aplicação do questionário e análise dos dados....	93
5. VERIFICAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DAS UNIDADES HABITACIONAIS NA NBR 15220.....	95
5.1 Resultados e discussões.....	95
5.2 Análise e sistematização dos resultados da aplicação das diretrizes da NBR 15220.....	101
5.3 Hábitos, sensações e preferências térmicas dos entrevistados	102
5.3.1 Resultados e discussões.....	102
5.3.1.1. Período verão.....	102
5.3.1.2. Informações sobre as residências.....	106
5.3.1.3. Informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores.....	107
5.3.1.4. Informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista.....	110
5.3.1.5. Informações sobre a sensação e preferência térmica dos entrevistados.....	113
5.4 Comparação entre os resultados obtidos quanto à opinião dos entrevistados e ao desempenho térmico das habitações.....	116
6. CONCLUSÃO.....	117
6.1. Sugestões para futuros trabalhos.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	120
APÊNDICE.....	125
ANEXOS.....	130

RESUMO

Um dos papéis da moradia é resguardar os indivíduos das intempéries a que estão sujeitos, conservando em seu interior uma proteção contra as severidades do clima. Quando a moradia não respeita esse princípio de conforto, os indivíduos ficam sujeitos ao surgimento de patologias físicas ou psicossociais. Estudos mostram que o conforto térmico influencia diretamente na produtividade no trabalho (OLIVEIRA et al., 2010), no rendimento dos estudos (BATIZ; GOEDERT; MORSCH; KASMIRSKI-Jr; VENSKE, 2009) e, principalmente na saúde da população (ARAUJO, 2012). Nesse contexto, os moradores são os principais afetados, pois, para mitigar a sensação de desconforto em suas habitações, necessitam utilizar meios para climatização artificial, quase sempre, incompatível com a sua faixa de renda. O trabalho proposto tem como objetivo, avaliar o desempenho térmico de habitações térreas e unifamiliares construídas e em uso no bairro Sumaré, no município de Sobral/Ceará, e o conforto térmico de seus usuários. Para tanto, foram escolhidas habitações que preservassem características do projeto original. As habitações selecionadas fazem parte de um programa municipal para construção de moradias, a fim de atender a população que vive em área de risco sujeitas a inundações. O método utilizado para a avaliação de desempenho baseia-se em requisitos e critérios propostos pela NBR 15220 (ABNT, 2005), que são obtidos a partir do cálculo matemático de parâmetros térmicos que consideram o desempenho de componentes da edificação. Avaliou-se, também, a percepção dos usuários através de questionários que foram aplicados nos meses de julho e agosto de 2013. O grau de satisfação foi verificado segundo o Voto Médio Estimado (PMV – *Predicted Mean Vote*) sugerido por Fanger e normatizado pela *International Organization for Standardization 7730* (ISO, 2005) e *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE, 2004). Em paralelo, fizeram-se aferições das temperaturas internas e externas usando termo-higrômetro para comparar com a opinião dos entrevistados. Os resultados mostram que as habitações avaliadas possuem desempenho térmico insatisfatório. Quanto aos resultados das entrevistas, pode-se perceber que o desempenho térmico calculado reflete a opinião dos entrevistados que consideram suas habitações termicamente desconfortáveis.

Palavras-Chave: Desempenho térmico. Habitação de interesse social. Conforto térmico.

ABSTRACT

One of the roles of housing is to protect individuals from the weather to which they are subject, saving inside a protection against the severities of the climate. When the house does not respect this principle of comfort, individuals are subject to the emergence of physical or psychosocial disorders. Studies show that thermal comfort directly influences productivity at work (Oliveira et al, 2010.), Yield of studies (Batiz; GOEDERT; MORSCH; Kasmirski-Jr; Venske, 2009) and especially in population health (Araujo, 2012). In this context, the main residents are affected as to mitigate the discomfort in their homes, they need to use artificial means of cooling, almost always, inconsistent with its income group. The proposed study aims to evaluate the thermal performance of single-storey and single-family dwellings built and in use Sumaré neighborhood in the city of Sobral / Ceará, and the thermal comfort of its users. To this end, we preserve housing characteristics of the original design were chosen. Selected dwellings are part of a city program to build housing in order to meet the population living in risk areas prone to flooding. The method used for performance evaluation based on requirements and criteria proposed by the NBR 15220 (ABNT, 2005), which are obtained from the mathematical calculation of thermal parameters that consider the performance of the building components. It was also evaluated the perceptions of users through questionnaires that were applied in July and August 2013 The degree of satisfaction was checked according to the Estimated Mean Vote (PMV - Predicted Mean Vote) suggested by Fanger and regulated by the International 7730 Organization for Standardization (ISO, 2005) and American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2004). In parallel, measurements were made of the internal and external temperatures using thermo-hygrometer to compare with the opinion of the respondents. The results show that the tested housing have poor thermal performance. Regarding the results of the interviews, it can be noticed that the calculated thermal performance reflects the opinion of respondents who consider their thermally uncomfortable dwellings.

Keywords: Thermal performance. Social Housing. Thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

Nesta parte do trabalho será apresentada a contextualização do problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos do estudo e contribuições esperadas, bem como a estrutura da dissertação e as limitações da pesquisa.

1.1 Contextualização

Para introduzir o tema abordado por esta pesquisa torna-se necessário apresentar as questões bases que o norteiam, são elas: a questão da habitação em âmbito nacional, a contribuição da avaliação de desempenho térmico de edificações, entre outros temas necessários ao bom entendimento da problemática aqui trabalhada, como: a influência do conforto térmico na qualidade de vida do indivíduo, as normas técnicas relacionadas ao desempenho térmico das habitações, a exemplo da NBR 15220 (ABNT, 2005) e o zoneamento bioclimático brasileiro. Primeiramente, procurou-se traçar um panorama da situação do déficit habitacional no meio urbano e rural, em âmbito nacional e estadual, para recortar o objeto específico de estudo desta pesquisa.

Considerando que o déficit habitacional aponta a necessidade de produção de novas moradias, sua inclusão como elemento de análise se justifica na importância de que as novas unidades levem em consideração às questões de conforto ambiental. O déficit habitacional é um tema recorrente nos debates sobre os problemas que afligem a sociedade brasileira, é, pois, uma situação conhecida e vivenciada por uma significativa parcela da população. Apesar dos mais variados programas habitacionais propostos nos últimos anos pelos governos sejam eles, em âmbito federal, estadual e municipal, as tentativas do poder público para resolver a “carência” por uma moradia digna continua representando um desafio. É uma decisão complexa propor um modelo admissível de desempenho térmico de habitação social em um país, onde um dos fatores básicos de projeto são os custos. Quase sempre, custos que possam ser absorvidos pelo poder público a fim de garantir que um número maior de famílias tenha acesso à moradia.

No que se refere às condições de conforto ambiental, as habitações de interesse social ainda apresentam problemas, seja na escolha dos materiais, seja na implantação ou na definição das aberturas. O conforto térmico, aliado a outros fatores como o ruído, a qualidade do ar e a luminosidade, constituem o conforto ambiental, uma importante área de investigação, onde se busca compreender de que forma as condições do meio influenciam, positiva ou negativamente na percepção de conforto humano (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Dados divulgados pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2011) indicam uma queda representativa no déficit habitacional, passando de 6.273 milhões em 2007 para 5.546 milhões de moradias, das quais 4.629 milhões referem-se à área urbana. Apesar da redução no déficit, os

números revelam um grave problema social a ser sanado, ao mesmo tempo em que proporciona uma oportunidade de investimento para o setor da construção civil. No tocante a essa oportunidade, enfatiza-se a necessidade da intensificação de estudos que avaliem a qualidade das habitações produzidas enfocando o desempenho das mesmas e a satisfação de seus usuários. Pois, na geração de moradias que atendam à população de baixa renda, na maioria das vezes, aspectos qualitativos, como o de conforto térmico, são relevados a um segundo plano ou simplesmente ignorados (MORELLO, 2005).

A expectativa da aquisição de um imóvel residencial, para uma grande parcela da população brasileira é, quase sempre, uma oportunidade única ao longo da vida, sendo a habitação o principal item na lista de desejos e aspirações, mantendo, assim, sempre vivo o, aparentemente inatingível, sonho da casa própria. Na concepção de Cabrita (1990), a habitação tem suas dimensões filosófica, fisiológica, sociológica e psicológica, ligadas diretamente a satisfação de um conjunto de desejos e necessidades determinantes do bem-estar do homem. Assim, o imóvel residencial tem o dever de representar um ambiente satisfatório, em que se possa descansar para um novo dia de trabalho.

Para Correia (2004), o significado da casa consiste em ser abrigo diante dos rigores da natureza (a chuva, o frio, o sol forte, as ventanias), isto é, um lugar de proteção diante de investidas externas contra os indivíduos. Nesse contexto, é imprescindível que a habitação seja projetada estabelecendo uma conexão entre o ambiente “casa” e o quesito “conforto”, conforme relacionou Schmid (2005) ao afirmar que “a casa acolhe. Atende a um conjunto de necessidades básicas de segurança, envolvimento, orientação no tempo e, principalmente no espaço.”

Fernandes & Kruger (2000/2001) afirmam que:

Em se tratando de habitações de interesse social, espera-se, por caracterizarem formas de intervenção planejadas, implantadas por técnicos habilitados, desempenho elevado em relação ao conforto térmico, no mínimo comparável ao de construções de arquitetura regional. O que possivelmente deveria resultar numa diversidade de tipologias construtivas frente à diversidade climática nacional.

Uma das funções da moradia é resguardar os indivíduos das intempéries a que estão sujeitos, conservando em seu interior uma proteção contra as severidades do clima. Quando a moradia não respeita esse princípio de conforto, os indivíduos ficam sujeitos ao surgimento de patologias físicas ou psíquicas. Estudos mostram que o conforto térmico influencia diretamente na produtividade no trabalho (OLIVEIRA et al., 2010), no rendimento dos estudos (BATIZ; GOEDERT; MORSCH; KASMIRSKI-Jr; VENSKE, 2009) e, principalmente na saúde da população (ARAUJO, 2012).

O desempenho térmico em edificações apresenta uma forte relação com a qualidade de vida e bem-estar do indivíduo. Entre os vários quesitos de desempenho de uma habitação, o térmico é um fator a ser considerado desde a elaboração do projeto até a escolha das cores das paredes e o tamanho das esquadrias que comporão a edificação. A ausência do conforto térmico na habitação tem efeitos comportamentais na sensação bio-psicológica percebida pelo usuário, nas impressões de prazer, na conduta e atitudes e, deste modo, influencia no desenvolvimento pessoal e na interação com o ambiente (FROTA e SCHIFFER, 2003).

Segundo Sattler (1991) “a sensação de conforto ou desconforto representa a integração de respostas de nossos sentidos a estímulos ambientais”. Assim, o conforto ambiental, o desempenho térmico das edificações, dentro de uma escala satisfatória, significa sensação de bem-estar, que é resultado da relação dos materiais de vedação e dos fatores ambientais do local onde está inserida.

As habitações populares que mais padecem sob a influência das diferentes condições climáticas no país são as esboçadas apenas para cumprir metas sociais e políticas. Constatase que, um mesmo tipo de projeto e de mesmo sistema construtivo é adotado em cidades com características muito distintas, sendo desconsiderada a grande diversidade socioeconômica, cultural, climática e tecnológica entre as diferentes regiões do Brasil. A exemplo, na região Norte há predominância do clima equatorial, Centro Oeste tropical semiúmido, Sudeste tropical, no Sul o clima subtropical é o que predomina e no Nordeste a caracterização climática é complexa, pois o clima equatorial úmido está presente em uma pequena parte do estado do Maranhão e na divisa com o Pará; o clima litorâneo úmido ocorre no litoral da Bahia ao do Rio Grande do Norte; o clima tropical está presente nos estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí; e o clima tropical semiárido ocorre em todo o sertão nordestino.

Considerando-se que, a adoção de um determinado sistema construtivo será reproduzido, qualquer erro de projeto assume grandes proporções. Em geral, os projetos e a definição dos materiais e técnicas a serem utilizados visam em primeiro lugar à redução de custos de obra, negligenciando, muitas vezes, o conforto de seus usuários. Para Morello (2005), em cada localidade ou região que possua condições climáticas específicas, deverão ser adotados procedimentos de projetos adequados, para que se alcance uma solução que proporcione o maior número de horas de conforto, com o menor custo possível.

Fruto dessas discussões, vários estudos sobre a qualidade das moradias populares têm sido realizados nos últimos anos, principalmente no meio acadêmico. Com relação a pesquisas brasileiras sobre desempenho térmico nas edificações (BARBOSA, 1997; XAVIER, 2000;

FRANCISCO, 2001; LOUREIRO, 2003; OLIVEIRA, 2005; MENEZES, 2006; MATOS, 2007; SILVEIRA, 2007; SORGATO, 2009; VILLAR, 2009;) percebe-se que houve uma intensificação dos trabalhos nos últimos anos embora a extensão territorial e a variedade climática do país exija uma demanda muito maior. Pesquisadores das regiões Sul e Sudeste, de forma consistente, ao longo dos últimos anos, têm desenvolvido estudos que contribuem com a melhoria do desempenho térmico em habitações de suas regiões, contudo, essas pesquisas são ainda insuficientes para cidades com características climáticas do zoneamento bioclimático Z₇ como Teresina/PI, Goiânia/GO, Imperatriz/MA, Cuiabá/MT e Sobral/CE, cidades estas que apresentam as temperaturas mais elevadas do país e, quase sempre, são desprovidas de edificações termicamente adaptadas.

Para avaliação de desempenho térmico das habitações existem referências normativas que apresentam diretrizes construtivas para cada zona bioclimática brasileira. A NBR 15220-Parte 3 (ABNT, 2005) apresenta o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, o município de Sobral integra a zona Z₇ e como ocorre em boa parte do país não há estudos técnicos sobre o desempenho térmico apresentado pelas habitações construídas no município. Em geral, os projetos e a definição dos materiais e técnicas a serem utilizados visam em primeiro lugar à redução de custos da construção.

O clima de Sobral possui estudos relevantes nas áreas de agrometeorologia, geografia (DUARTE e CARACRISTI, 2004) e estudos desenvolvidos em parceria UVA/Embrapa sobre a influência das variáveis climáticas sobre caprinos. Contudo, o estudo do clima direcionado para a área da construção civil, seja ele tecnológico, arquitetônico ou urbanístico, encontram-se em fase inicial com a elaboração desta pesquisa.

Assim, este trabalho se atém às questões ligadas ao fator desempenho térmico das habitações incluindo discussões a respeito do conforto do usuário. Para tanto, inicialmente, faz-se necessário refletir sobre o processo da produção habitacional em Sobral, por meio da análise das políticas públicas voltadas para a habitação, empreendidas pelo Estado, em todas as suas esferas, em áreas onde a população de menor ou nenhuma renda “decide”, a sua maneira, a questão da moradia. Entende-se que as políticas habitacionais exerceram influência relevante na morfologia da cidade. Diante desse fato é tecida a motivação para a construção desta dissertação.

1.2 Justificativa, ineditismo e relevância

As tentativas para solucionar o déficit habitacional sem considerar as questões relacionadas com a qualidade dos espaços construídos, a qualidade de vida e a satisfação do usuário atrelada a outros fatores referentes ao tema em questão, foram motivadores para a escolha do tema

desta pesquisa.

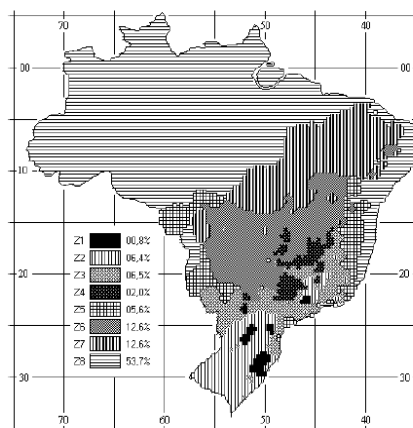
A união entre as áreas, engenharia, arquitetura e climatologia tem elevada importância na construção civil acarretando melhorias expressivas em diversos casos já estudados no Brasil e no exterior. Melhorias estas, não apenas econômicas, com a redução do uso de energia nas edificações arquitetadas sob estes parâmetros, mas também sociais e ambientais, ao utilizar tais ferramentas na concepção de habitações populares.

A ciência do clima, congregada a dos mecanismos de trocas de calor e do comportamento térmico dos materiais, permite a intervenção da arquitetura de forma condizente, incorporando os dados relativos ao meio externo de modo a aproveitar o que o clima proporciona de agradável e mitigar seus aspectos negativos.

O processo de implantação da moradia popular deve acompanhar o progresso tecnológico, considerando fatores como, a adaptação à região, topografia, clima e, principalmente, o usuário em todos os seus aspectos (PACHECO, 2007).

Com o intuito de garantir melhorias no desempenho térmico das edificações, uma das providências tomadas foi a formulação da NBR 15220 (2005) da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A parte 3 da norma refere-se ao Zoneamento Bioclimático Brasileiro, instituído para padronizar o clima em relação à análise térmica dos ambientes. O zoneamento foi definido por meio de uma base de dados climáticos, obtida pela divisão do território brasileiro em 6.500 células (quadradas de 36 km de lado), caracterizadas pela sua posição geográfica, bem como pelas médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e da umidade relativa do ar. Tendo como referência a aplicação de uma adaptação do Diagrama Bioclimático de Givoni (1992), foi classificado o clima de cada célula, agrupando-as conforme as Zonas Bioclimáticas. Este zoneamento compreende oito diferentes zonas, conforme Figura 1.

Figura 1- Zoneamento Bioclimático Brasileiro.



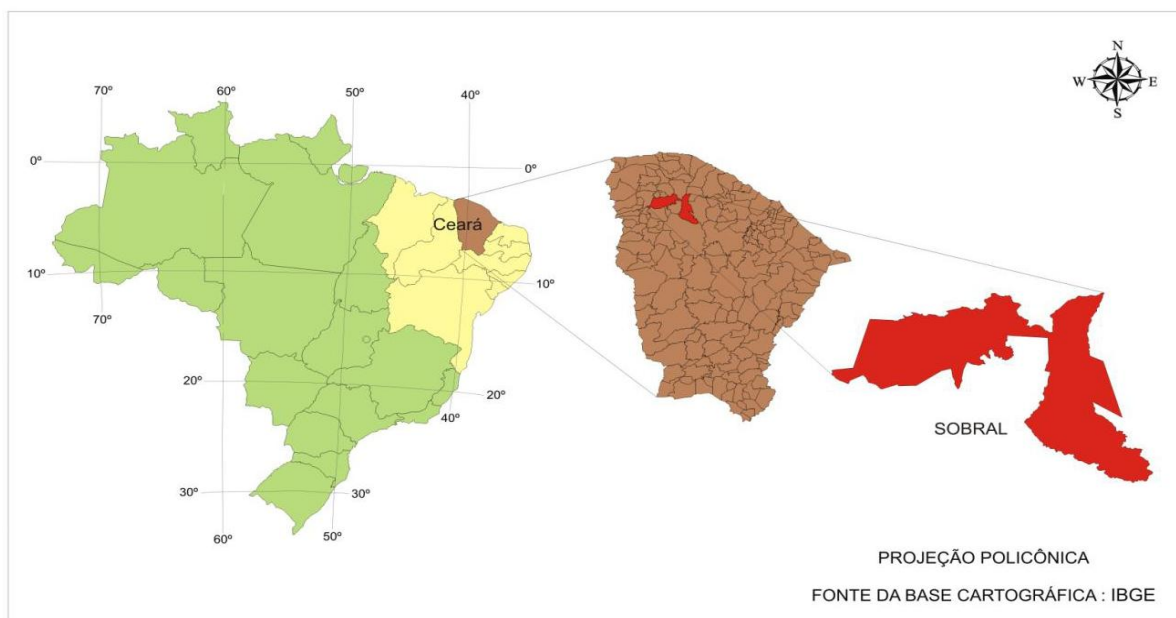
Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005)

O recorte espacial a que se refere à pesquisa é a cidade de Sobral localizada na Região Norte do Ceará (Figura 2), a mesma, possui singularidades que permitem identificá-la como Cidade Média¹ na região em que está inserida.

A cidade de Sobral possui elevadas temperaturas durante o ano inteiro e exige projetos arquitetônicos que minimizem o calor no interior da edificação. A cidade situa-se a 235 km da Capital do Estado com uma população atual estimada em 181.010 habitantes, segundo Censo demográfico do IBGE realizado em 2010. Sobral se destaca como principal centro de oferta de comércio, serviços de saúde e educação superior, atraindo diariamente uma significativa população da Região Norte Cearense.

O perfil de crescimento e composição da população sobralense é marcado por uma contínua expansão da população urbana em contraposição a um decréscimo da população rural. A instalação do parque industrial da cidade gerou grande número de empregos urbanos e, paralelamente, o ensino superior tem demonstrado forte dinamismo, absorvendo estudantes das cidades e estados vizinhos. Desde então, Sobral tem passado por processos de ampliação e de remodelação de seu espaço físico, assim como o evidente aumento de sua população.

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

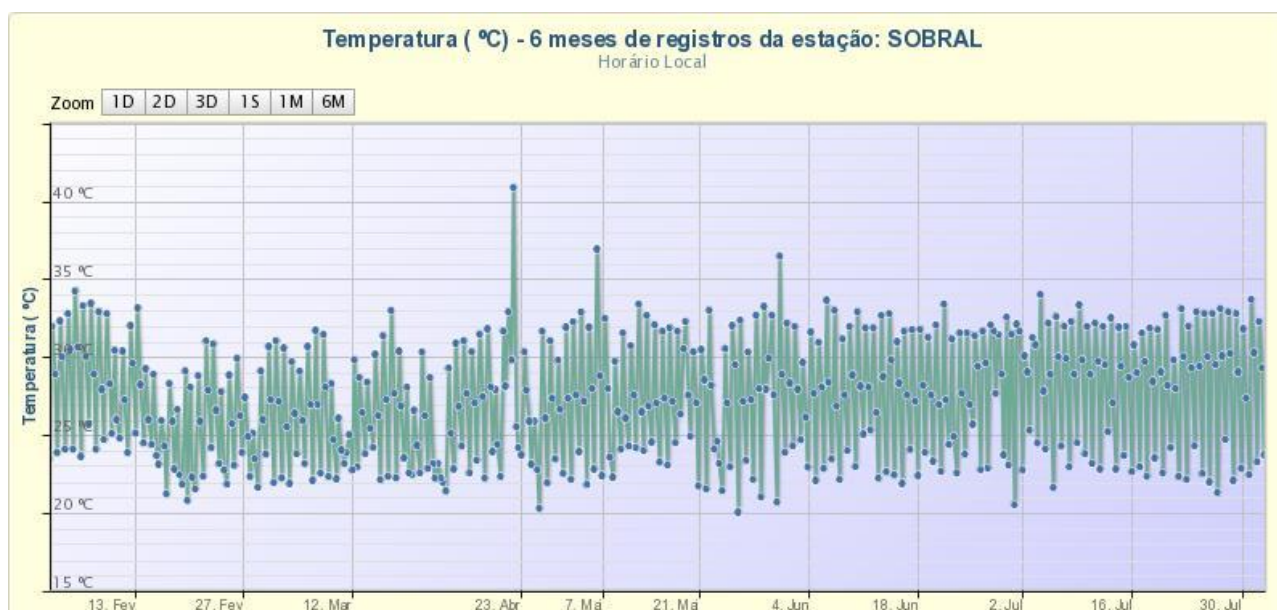
A cidade, também vem passando por transformações em sua arquitetura, onde novas técnicas e materiais estão sendo incorporados ao processo construtivo. Devido a crescente demanda, especificamente de universitários em busca de imóveis para locação tem-se verificado o surgimento

¹ Redes de Influência das Cidades – REGIC, 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

rápido de edificações que desconsideram as diretrizes normativas. Determinadas técnicas não são de uso recomendável em virtude das características climáticas da região. O principal exemplo é o uso indiscriminado de vidro nas fachadas das edificações com o objetivo de possibilitar maior interação interior-exterior ou apenas por questões estéticas. Este modelo cria uma dependência da edificação aos equipamentos mecânicos de resfriamento devido à incidência direta da radiação solar em seu interior e, portanto, aumenta o seu consumo de energia elétrica.

Devido às características climáticas da região, onde a temperatura anual do ar, de acordo com os Atlas dos órgãos estaduais IPLANCE (1997) e SRH-CE (PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS, 1992), apresenta variações entre os extremos de 21° C, no inverno, e 36° C no verão (Figura 3), nessas condições o clima é considerado Tropical quente semiárido e Tropical quente semiárido brando com chuvas de janeiro a maio (MEDEIROS; FRANCISCO; TAVARES, 2011), a questão do conforto térmico não pode ser desconsiderada quando do projeto e implantação das habitações. Contudo, na prática, verifica-se a ausência de adaptação dos espaços construídos as condições climáticas locais, resultando em ambientes termicamente desconfortáveis.

Figura 3 – Registro de temperatura em Sobral



Fonte: Funceme

Romero (1988) explica que no clima quente-seco as variáveis do clima que devem ser controladas são: a insolação elevada, as diferenças acentuadas de temperatura entre o dia e a noite, umidade relativa do ar baixa e vento carregado de pó.

Nos antigos casarões da cidade (Figura 4 e 5) podem ser observadas particularidades que demonstram a grande preocupação com o conforto térmico dos usuários e que levavam em consideração o comportamento climático da cidade.

Figura 4– Solar Walter Araujo



Figura 5- Uso de abóbadas nas residências



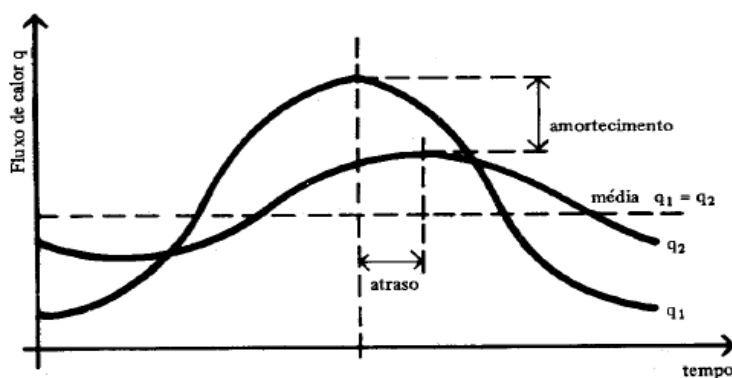
Fonte: O autor

Nessas construções é evidente a utilização de recursos para o arejamento e a iluminação natural dos ambientes, além de características como: pés direito altos, esquadrias altas e largas que permitem maiores áreas de ventilação e iluminação, piso elevado no mínimo a 1 metro do solo formando porões para o arejamento do piso superior, abóbadas, utilização de telhas com pouca absorção térmica, aberturas na altura das paredes e entre outros a utilização de jardins, que na sua exata aplicação absorvem a radiação solar e promovem o resfriamento do ar que irá circular pela edificação. Para Romero (1988) na arquitetura adaptada ao clima o próprio ambiente construído atua como mecanismo de controle das variáveis climáticas por meio da sua envoltura (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (vegetação, sombra, água) e, também, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para melhor controle do vento e do sol.

Em relação à questão das temperaturas elevadas no interior das edificações, isto era parcialmente resolvido com a utilização de paredes duplas que proporcionavam um melhor isolamento térmico através do seu espaço de ar. Segundo Frota e Schiffer (2003) “uma parede apresenta maior ou menor inércia segundo seu peso e sua espessura” (Figura 6). As ruas eram mais arborizadas e pavimentadas com pedras ao invés da camada asfáltica, o que reduzia a quantidade de calor absorvido e refletido, gerando um microclima mais ameno. Em contrapartida, os projetos arquitetônicos contemporâneos que, via de regra, desconsideram o condicionamento térmico vem cada vez mais conquistando espaço na cidade e as estratégias antes utilizadas são substituídas pelo uso inadequado de pés direito encurtado, paredes simples com no máximo quinze centímetros e

esquadrias em dimensões reduzidas. Quando a normatização (NBR 15220 / ABNT, 2005) aponta que para essas regiões as paredes devem ser pesadas com transmitância térmica (U [$W/(m^2.K)$]) de $U \leq 2,20$ o que resulta em, no mínimo, dezenove centímetros de espessura.

Figura 6- Esquema explicativo do fenômeno da inércia térmica de uma parede real (q_2) e de uma parede fictícia de peso nulo (q_1).



Fonte: FROTA e SCHIFFER, 2003.

A realidade climática do recorte espacial deste estudo assemelha-se a muitos municípios do Nordeste Brasileiro. A região Nordeste possui clima típico das regiões semiáridas, apresentando em quase toda a sua totalidade baixos índices pluviométricos (menores que 800 mm) e estação chuvosa bem definida, concentrada em poucos meses. O clima semiárido, segundo Mascaró (1996), “[...] é uma transição entre os climas úmido e árido, característico das estepes do Nordeste brasileiro”.

A Zona Bioclimática 7 compreende uma grande parcela da região Nordeste e uma parte do Estado de Mato Grosso e Goiás, no total são 39 cidades com características climáticas semelhantes. Para Nimer (1979) o Nordeste brasileiro possui uma das climatologias mais complexas do mundo, devido à irregularidade espacial e temporal na distribuição das chuvas. Como consequência desse fenômeno, é possível encontrar na região Nordeste do Brasil mesorregiões geográficas muito particulares, cujos climas vão do superúmido, característico das zonas litorâneas, até o clima seco, quase desértico do sertão, conhecido como o *semiárido* nordestino.

O estabelecimento de parâmetros bioclimáticos que avaliem o desempenho térmico de conjuntos habitacionais em regiões semiáridas e orientem os projetistas em relação às melhores soluções arquitetônicas e urbanísticas, é um trabalho que com certeza contribuirá para a melhoria das condições ambientais dos espaços construídos na região considerando o rigor climático com o qual a população convive. O mapeamento e o cadastramento sistemático desses parâmetros

facilitam o entendimento e proporcionam a adoção de práticas mais comprometidas com a qualidade ambiental dos espaços projetados (MARTINS; BITTENCOURT; KRAUSE, 2010).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral da Pesquisa

É objetivo geral da pesquisa, realizar estudos sobre desempenho térmico das habitações e o conforto dos moradores, contribuindo com a melhoria das condições de habitabilidade.

1.3.2. Objetivos Específicos da Pesquisa

- Avaliar o desempenho térmico de habitações térreas e unifamiliares construídas e em uso no bairro Sumaré, no município de Sobral/CE, e o conforto térmico de seus usuários;
- Descrever e justificar a escolha da tipologia habitacional para avaliação de desempenho térmico;
- Realizar uma revisão bibliográfica dos métodos simplificados de avaliação de desempenho térmico de edificações existente a nível nacional;
- Verificar o enquadramento das tipologias habitacionais selecionadas na norma brasileira ABNT 15220-3: Desempenho térmico de edificações para habitações unifamiliares de interesse social, que apresenta um método simplificado para avaliação do desempenho térmico de componentes construtivos;
- Comparar o desempenho das habitações e a percepção dos usuários quanto ao conforto térmico.

1.4 Limitações da Pesquisa

Tratando-se de pesquisa de mestrado, esta investigação se restringe à realização de trabalho empírico em um empreendimento habitacional de interesse social. Assim, a mesma é pontual e refere-se a uma área específica da cidade, o bairro Sumaré. Os resultados encontrados baseiam-se no enquadramento das tipologias habitacionais selecionadas nas diretrizes propostas na NBR 15220-3 e a percepção do usuário, desta forma, o estudo serve como uma indicação não podendo ter generalizado seus resultados.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em 6 capítulos. O **Primeiro Capítulo** apresenta as questões que norteiam o tema central abordado por esta pesquisa, traçando um panorama sobre a situação da

demanda das habitações sociais e a importância do desempenho térmico de edificações na concepção do projeto arquitetônico até a execução. O capítulo apresenta, também, os objetivos gerais, os objetivos específicos e as limitações da pesquisa de Mestrado.

No **Capítulo 2** são apresentados os fundamentos teóricos subjacentes à análise de conforto térmico das habitações, a normatização brasileira, a evolução dos diferentes estudos realizados no âmbito desta temática, introduzindo-se o uso de softwares para simulação computacional.

O **Capítulo 3** apresenta a morfologia interna da cidade de Sobral, a produção do espaço urbano e o déficit habitacional no município. Ainda no Capítulo 3 é feita a caracterização da área de estudo onde esta pesquisa foi aplicada.

No **Capítulo 4** é exposto o método de pesquisa utilizado neste estudo. Primeiramente é apresentada a definição da estratégia de pesquisa empregada, seguida da descrição das características das habitações e do seu entorno. Então é descrito o delineamento da mesma, que em alinhamento com os objetivos do trabalho, apresenta os passos realizados na pesquisa, explicando e justificando cada um deles.

No **Capítulo 5** foram analisados os resultados alcançados com a verificação de enquadramento da NBR 15220-3/2005 dos ambientes escolhidos das tipologias habitacionais do bairro Sumaré submetidos a uma avaliação de desempenho térmico. Nele são apresentados os resultados obtidos quanto à avaliação dos hábitos, sensações e preferências térmicas dos moradores através da aplicação de questionários. Conclui-se esta pesquisa de Mestrado com o **Capítulo 6**, através da elaboração de uma síntese conclusiva por meio da análise da contribuição da NBR 15220 (ABNT, 2005) e percepção do usuário através das respostas dadas no questionário aplicado, além de um tópico com sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo foram abordados os conceitos que embasaram a elaboração da problemática deste estudo. É apresentada uma revisão de literatura e de normas nacionais sobre avaliação do desempenho térmico de edificações destinadas ao uso residencial, como também alguns trabalhos de pesquisadores brasileiros que estudaram o desempenho térmico de edificações residenciais ventiladas naturalmente. Por fim, apresenta-se uma revisão sobre os softwares existentes quanto à avaliação térmica de ambientes.

2.1. A Habitação, o Usuário e o Clima.

A sensação primária desejada pelo homem é a de conforto. As atividades profissionais, do lar, na escola são desenvolvidas com maior apreço quando o ambiente permite que o homem exerça essas atividades com certo nível de conforto. Porém, se a relação atividade desenvolvida e ambiente apresentar desequilíbrio quanto às condições térmicas, visuais, ergonômicas e acústicas o indivíduo começará a dar sinais de descontentamento.

O equilíbrio térmico do corpo humano é mantido por um sistema orgânico chamado de termorregulador, que através de ações fisiológicas interfere nas trocas térmicas com o ambiente (RUAS, 2001). Quando o indivíduo tem a sensação de desconforto térmico, o primeiro mecanismo fisiológico ativado é a regulação vasomotora do fluxo sanguíneo da camada periférica do corpo, a camada subcutânea, através da vasodilatação ou vasoconstrição, reduzindo ou aumentando a resistência térmica dessa camada subcutânea (FROTA & SCHIFFER, 2003).

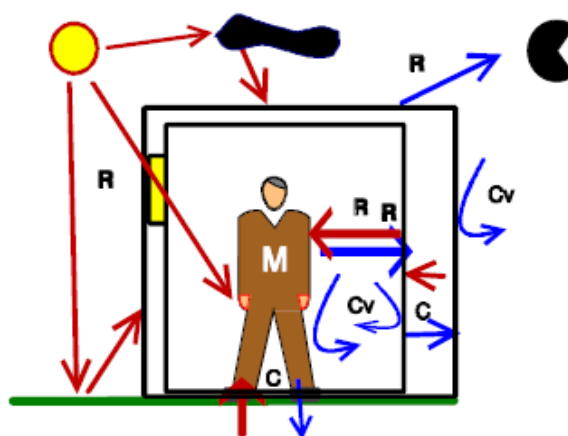
Pensar em habitações adaptadas ao clima do sítio em que está inserida significa planejar espaços que garantam ao usuário condições térmicas internas compatíveis ao funcionamento de seu metabolismo nas diversas atividades ali exercidas, isto é, proporcionar equilíbrio entre o corpo e o entorno. O microclima ao redor das edificações é resultado da influência das variáveis climáticas, especialmente da radiação solar incidente no envelope construtivo. A radiação de onda longa (oriunda da própria edificação e do entorno), assim como a radiação térmica são alguns dos elementos que particularizam o clima em cada local (PERALTA, 2006).

Segundo Frota & Schiffer (2003) tanto o calor produzido como dissipado dependem da atividade que o indivíduo desenvolve. As autoras também afirmam que de toda a energia produzida pelo organismo humano, apenas 20% é transformada em trabalho. A energia restante, 80%, é transformada em calor. Para Ruas (2001) a produção desse calor é contínua e aumenta com o esforço físico executado, portanto deverá haver uma permanente e imediata eliminação do excesso de calor produzido para que a temperatura do corpo possa ser mantida constante. Deste modo,

existe uma constante troca de calor entre o corpo e o ambiente, regida pelas leis da física e influenciada por mecanismos de adaptação fisiológica, por condições ambientais e por fatores individuais.

A aplicação dos fenômenos da física a fim de assegurar conforto no ambiente construído inclui o estudo dos meios de transferência de calor tanto entre o homem e o entorno quanto entre os componentes da edificação. Os fenômenos físicos da transferência de calor entre homem e construção são: radiação (R), condução (C) e convecção (Cv), como esboçada na Figura 7.

Figura 7 – Principais trocas higrótérmicas entre o homem e a construção.



Fonte: KRAUSE et al, 2004

2.2. Desempenho térmico nas habitações

O ato de morar faz parte da própria história do desenvolvimento da vida humana. Entretanto, as características desse ato mudam de acordo com cada contexto sociopolítico e econômico (Gomes et al, 2003).

A procura pelo bem-estar físico, fisiológico e psicológico sempre foi um desejo do homem, no entanto somente nas últimas décadas tem se intensificado as investigações a respeito de conforto térmico em ambientes internos. Existe um número considerável de estudos no Brasil que abordam o tema referente à avaliação de desempenho térmico de residências unifamiliares, principalmente no Sudeste e Sul do país. Esses estudos congregam informações com características climáticas específicas, contribuindo para criação e desenvolvimento de um banco de dados, além de apresentar subsídios para a normatização nacional da avaliação do desempenho térmico em edificações residenciais.

Para Auliciems e Szokolay (1997), Sócrates, já no século IV a.C, detinha de algumas ideias a respeito da adequabilidade climática de residências e de como construir para se assegurar o conforto térmico. Segundo os autores, Vitruvius, no século I d.C, também escreveu sobre a necessidade de se considerar o clima nos projetos de edificações, por razões de saúde e de conforto.

Polião (1999) aponta as necessidades climáticas no seguinte comentário:

“Parece ser necessário desenvolver tipos de edificações de um jeito no Egito, de outra forma na Hispânia, ainda diferentemente em Pontus, bem como em Roma e assim por diante de acordo com as propriedades distintas de outras terras e regiões. Isto devido a que em uma parte do mundo a Terra é superaquecida pela ação do sol, enquanto em outra se situa bem distante dele, assim como em outra parte ela se situa em uma distância intermediária.”

Os registros históricos mostram que a arquitetura sempre buscou primar pela utilização das condições favoráveis do clima externo e pela proteção quando o mesmo apresentava características indesejáveis, de maneira a promover “com baixo recurso energético o nível de conforto dos ocupantes apropriado ao clima regional”, conforme observam Silva e Kinsel (2007, p. 125).

A arquitetura indígena brasileira, segundo Schlee (2001, p. 23) considerava a adaptação ao clima, à topografia e à paisagem natural. O autor ressalta, que:

“[...] as casas respondiam, de maneira satisfatória, a todas as necessidades de seus moradores. A palha espessa protegia o interior da chuva, do vento e, sobretudo, do sol. Quando fazia frio, era aquecida pelo calor das fogueiras. No calor excessivo, bastava afastar as folhas de broto de babaçu e deixar que a corrente de ar refrescasse o ambiente. Para o índio das regiões tropicais do Brasil, o importante era o isolamento do calor do sol [...]”

No período que compreende a Revolução Industrial, o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais na construção civil, teve início um processo de desvalorização gradual da preocupação em adaptar as edificações ao clima, onde a grande variedade de materiais acarretou, no uso inadequado dos mesmos em relação ao conforto térmico. Segundo PEREIRA (2003), os mestres da construção do passado responsáveis pela “arquitetura sem arquiteto”, sabiam que o sol, vento, chuva e luz, regulam o clima e o tempo, e interferem diretamente no edifício. A utilização do que o meio ambiente local tinha a oferecer era extremamente importante para as soluções encontradas, no que se refere ao aquecimento, ao resfriamento, à luz e à reserva de água.

A satisfação manifestada com relação às condições térmicas do ambiente é conhecida como conforto térmico. Das várias definições que descrevem o que é conforto térmico: Givoni (1981) define-o como a ausência de irritação e incômodo devido ao calor ou frio. A Norma 15220 (2005) da ABNT - Desempenho Térmico de Edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades,

define conforto térmico como a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente.

Nos anos 60, Fanger (1973) desenvolveu um estudo, na Dinamarca, com câmaras climatizadas, correlacionando a sensação térmica das pessoas ao balanço térmico verificado entre o corpo humano e o meio ambiente ao redor. Desse estudo, resultou sua clássica teoria conhecida como modelo do PMV (*Predicted Mean Vote*), onde a sensação térmica ou PMV é predita em função do balanço térmico ocorrido.

O conforto térmico apresenta-se como uma necessidade do ser humano, que sempre procurou, mesmo que por intuito, um abrigo que garantisse proteção contra as intempéries e condições desfavoráveis do clima. Essa característica levou Fanger (1970), a afirmar que a principal razão para criarem-se condições de conforto térmico reside no desejo do homem em sentir-se termicamente confortável. De acordo com a ASHRAE (1993, apud Lamberts, Dutra, Pereira, 1997, p. 41), o conforto térmico pode ser definido como: “um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico”. Fanger (1973, p. 14) complementa afirmando que o rendimento intelectual, manual e perceptivo da pessoa é mais elevado se a mesma estiver em conforto térmico.

Na concepção de Fanger (1973) as principais variáveis físicas que influenciam no conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade do ar e velocidade relativa do ar. As variáveis pessoais envolvidas são: atividade desempenhada pela pessoa e vestimenta utilizada pela pessoa. Ainda, há as variáveis características individuais, aspectos psicológicos, culturais e hábitos. Conforme Mascaró (1999) a avaliação de conforto térmico é estabelecida por índices térmicos que expressam as respostas do homem às condições climáticas. O Índice de Tensão Térmica (ITS) que faz parte do método elaborado por Givoni (GIVONI, 1992), é um destes modelos biofísicos, que abrange variáveis de temperatura do ar, pressão de vapor, velocidade do ar, radiação solar, taxa metabólica e vestuário.

Dessa forma, a sensação de conforto térmico é percebida de forma bastante particular por cada indivíduo, em função de um sistema satisfatório, porém complexo, que mantém a temperatura do corpo muito próxima dos 37°C, como se necessita.

Para Nicol (1993), a interação térmica entre a pessoa e o ambiente é altamente complexa, e tem sido objeto de inúmeros estudos. Os processos internos pelos quais as pessoas produzem e respondem ao calor tem sido estudado por fisiologistas; os sentimentos conscientes das pessoas sobre o ambiente, por psicólogos; e os processos de transferência de calor entre o homem e

o ambiente, por físicos. Ainda segundo o autor, a estes três aspectos devem ser somados fatores sociais que determinam a maneira pela qual as pessoas reagem ao ambiente. Assim, questiona então se seria a Engenharia Ambiental ou áreas ligadas às Ciências Sociais que deveriam decidir como as necessidades dos usuários poderiam ser satisfeitas nas edificações.

Vários pesquisadores brasileiros vêm discutindo o desenvolvimento e a implantação de um método de avaliação do desempenho térmico de edificações para o país. No ano de 1990, Akutsu e Vittorino (1997) assinalaram que os métodos tradicionais de avaliação, baseados em análises de situações em regime permanente de trocas térmicas e que fixam valores limites para a resistência térmica da envoltória, são próprios de países de clima temperado ou frio (países onde as condições climáticas apresentam características que permitem uma grande simplificação dos modelos matemáticos). Segundo os autores, no Brasil, seria preciso adotar novos procedimentos, levando em conta o caráter dinâmico das trocas térmicas que ocorrem nas edificações.

Para Akutsu e Vittorino (1997), nos países de clima quente, a ventilação e a radiação solar exercem grande influência no desempenho térmico das edificações, principalmente das não condicionadas, e, portanto, estes elementos devem receber maior atenção nos métodos de avaliação do desempenho. Eles indicam que, nesses casos, o parâmetro de avaliação não deveria ser o consumo de energia e sim o conforto térmico dos ocupantes, tendo como variáveis de análise a temperatura, a velocidade e a umidade do ar e a temperatura radiante média do ambiente.

Almeida (2001) caracteriza os conjuntos habitacionais para população de baixa renda, como padronizados, com espaços reduzidos, e executados, na sua grande maioria, com materiais de qualidade discutível e padrão técnico-construtivo precário, desta forma, estas moradias destinadas a suprir “necessidades básicas” revelaram-se portadoras de diversos problemas para as famílias que nelas habitam.

Segundo Labaki e Kowaltovski (1995):

Ao avaliar a qualidade dos projetos executados pelos programas habitacionais existentes para a população de baixa renda, é fato reconhecido pelos profissionais que se preocupam com a habitação social que, em geral, a moradia popular no Brasil apresenta sérios problemas de falta de conforto térmico.

Para Gonçalves *et al.* (2004), o desempenho térmico de uma edificação corresponde à resposta da habitação, em termos de parâmetros climáticos interiores ao clima da área onde se encontra. As características termofísicas dos materiais e arquitetônicas influenciam significativamente nos fluxos energéticos.

Segundo Nayak, Hazra e Prajapati (1999), o desempenho térmico se refere ao processo físico de transferência de energia entre o edifício e seu entorno:

O desempenho térmico de um edifício depende de um grande número de fatores. Eles podem ser resumidos como: (*design*) variáveis (dimensões geométricas dos elementos de construção), [...] janelas, orientação, dispositivos de sombreamento, as propriedades dos materiais (densidade, calor específico, condutividade térmica, transmissividade, dentre outras). [...] dados meteorológicos (radiação solar, temperatura, velocidade dos ventos, umidade relativa do ar), [...] ganhos térmicos internos (devido aos ocupantes, iluminação e equipamentos de climatização).

A importância de se considerar as condições climáticas e ambientais na concepção da edificação deriva do fato de que múltiplos processos de troca de calor ocorrem entre esta e o meio exterior, tais como:

- fluxos de calor por condução de vários elementos;
- transferência de calor a partir de diferentes superfícies, por convecção e radiação;
- radiação solar transmitida através de elementos transparentes e que é absorvida pelas superfícies internas dos ambientes.

Para Akutsu (1998) a avaliação de desempenho térmico de uma edificação é a aferição do ambiente interno em relação a um conjunto de requisitos, tais como: as condições climáticas (temperatura, umidade do ar exterior, velocidade e direção dos ventos e radiação solar direta e difusa), condições de implantação (orientação solar, latitude e longitude) e condições de uso da edificação (número de ocupantes, atividades desenvolvidas, renovação do ar) prefixados em função das exigências do usuário quanto ao seu conforto térmico.

Os materiais de construção afetam diretamente o desempenho térmico da edificação, pois é por meio deles que ocorrem as trocas de calor. Portanto, é válido salientar que os profissionais da área, arquitetos, engenheiros e projetistas, precisam ter ciência das propriedades dos materiais a serem empregados no envelope da edificação como condutividade térmica, resistência térmica de elementos e componentes e emissividade.

A **condutividade térmica** é descrita na NBR 15220-1 (ABNT, 2005) como a propriedade física de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de 1W/m^2 , quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro. A representação simbólica é dada por λ e sua unidade é expressa por $\text{W}/(\text{m.K})$.

A NBR 15220-1 (ABNT, 2005) explica **resistência térmica de elementos e componentes** como o quociente da diferença de temperatura verificada entre as superfícies de um elemento ou componente construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário. A

representação simbólica é dada por R e sua unidade é expressa por $(m^2.K)/W$.

A **emissividade** é expressa pelo quociente da taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, a mesma temperatura. A representação simbólica é dada por ε (ABNT, 2005).

A adaptação da arquitetura ao clima traduz-se na construção do espaço que ofereça conforto aos usuários. Frota e Schifer (2003) apontam que é de responsabilidade da arquitetura amenizar as sensações de desconforto, principalmente as impostas por climas rígidos com excesso de calor, frio, vento ou umidade. As autoras indicam, também, caber à arquitetura propiciar aos usuários ambientes tão confortáveis quanto os espaços ao ar livre, considerando-se como modelo os climas amenos.

Assim, o desempenho térmico das edificações depende das características dos componentes que compõem a estrutura, da densidade de carga interna, do padrão de uso, entre outros parâmetros. A utilização de cada parâmetro, desde que empregado corretamente em relação às características de cada região (clima), pode resultar em edificações mais eficientes energeticamente, além de que, o desenvolvimento de um projeto adequado, pode originar uma melhora da sustentabilidade da edificação, tornando favorável a relação custo/benefício e na satisfação do usuário.

2.3. Normatização brasileira

A elaboração e aplicação das normas que tratam do desempenho, conforto térmico e eficiência energética no país tem sido discutida há vários anos. Barbosa *et. al* (2003) enfatiza que o desenvolvimento de pesquisas visando a formulação de critérios para avaliação do desempenho térmico da moradia popular no Brasil tem sido realizado, principalmente, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e pelo grupo de Conforto Ambiental e Eficiência Energética, criado no ano de 1988, da Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC). Para Menezes (2006) o acesso às normas, por parte dos profissionais, não é facilitado e os mesmos têm dificuldades em adquiri-las podendo, até mesmo, desconhecê-las. No entanto, a fim de garantir a qualidade na execução dos serviços se faz necessária a aplicação das mesmas.

2.3.1 Norma 15220 (2005)

A norma brasileira 15220 (ABNT, 2005), Desempenho térmico de edificações foi elaborada pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil, liderado pela Universidade Federal de Santa Catarina, autorizada pela Comissão de estudos de desempenho térmico de edificações no ano de

2003 e publicada pela ABNT em abril de 2005, quando entrou em vigor. A norma encontra-se dividida em cinco partes:

Parte 1: Definições, símbolos e unidades;

Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações;

Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;

Parte 4: Medição de resistência e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;

Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluxométrico.

A **parte 1** da norma estabelece as definições e os correspondentes símbolos e unidades de termos relacionados com o desempenho térmico das edificações. Na **parte 2** são apresentados os procedimentos para o cálculo das propriedades térmicas – resistência, transmitância e capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar – de elementos e componentes das edificações.

Na **parte 3** é estabelecido o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, que divide o território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima, abrangendo um conjunto de recomendações e estratégias construtivas destinadas as habitações unifamiliares de interesse social. Para cada uma das oito zonas são apresentadas diretrizes construtivas de adequação climática, visando o desempenho térmico das edificações, como: o tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura) e estratégias de condicionamento térmico passivo.

A primeira diretriz que trata a norma refere-se às aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas. Para a Zona Bioclimática 7, onde se encontra a cidade de Sobral recomenda-se aberturas pequenas, representando de 10% a 15% da área do piso (Tabela 1):

Tabela 1- Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a zona bioclimática 7

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Pequenas: $10\% < A < 15\%$	Sombrear aberturas

Fonte: NBR 15220-3(2005)

A área das aberturas efetivas para ventilação é expressa da seguinte forma:

$$A = 100 \cdot (A_a / A_p) (\%)$$

Onde,

A_A é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente, sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser contadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo, nesta área não são computadas as áreas de portas.

A_p é a área de piso do ambiente.

A segunda diretriz refere-se aos tipos de vedações externas, indicando paredes pesada com transmitância térmica (U) menor ou igual a $2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ e cobertura pesada com U menor ou igual a 2, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de vedações externas para zona bioclimática 7

Vedações externas
Parede: Pesada
Cobertura: Pesada

Fonte: NBR 15220-3(2005)

A última diretriz são as estratégias de condicionamento térmico passivo indicando a ventilação seletiva nos períodos de verão (Tabela 3).

Tabela 3 – Estratégias de condicionamento térmico passivo para zona bioclimática 7

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e Massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior a externa)
Nota	Os códigos H e J são os mesmos adotados na metodologia utilizada para definir o zoneamento bioclimático do Brasil

Fonte: NBR 15220-3(2005)

A **parte 4** da norma estabelece o método absoluto para determinação, em regime permanente, da resistência térmica e da condutividade térmica de materiais sólido, usando-se a aparelhagem denominada placa quente protegida. Na **parte 5** é apresentado o método de utilização de técnicas fluximétricas para medir a resistência térmica em regime estacionário através de corpos de prova na forma de placas planas, podendo-se deduzir por cálculo a condutividade térmica.

2.4. Estudos sobre desempenho térmico

Quando se pensa no desempenho térmico de uma edificação, deve-se associar a produção de uma arquitetura adequada ao clima em que está inserida, levando-se em consideração

as necessidades humanas. Portanto, é importante o conhecimento do clima local (temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, pluviosidade e ventos), e a adoção de um partido arquitetônico cujas características sejam adequadas a este clima e às funções do edifício, sendo assim, torna-se necessário que seja efetuada uma avaliação quantitativa do desempenho térmico que o edifício poderá ter.

Existem inúmeros métodos de cálculo de previsão de desempenho térmico, como os de Mahoney, de Nessi e Nissole, o do C.S.T.B, dentre outros. Entretanto, estes podem ser divididos em duas linhas para avaliação do conforto térmico: a primeira estuda a envoltória da edificação e a segunda estuda a correlação entre os ambientes e as sensações térmicas humanas, sendo esta última subjetiva.

Para as linhas de pesquisas voltadas ao desempenho térmico da edificação, como os trabalhos que desenvolvem diretrizes de projeto, encontram-se: Dreyfus (1960); Olgyay (1962); Van Straaten (1967); Givoni (1969); Voght e Miller-Chagas (1970); Croiset (1970); Mahoney (1971); Koenigsberger (1974); Evans (1980); Rivero (1985). Os estudos de desempenho térmico para ambientes, ou seja, de avaliação da sensação térmica humana de conforto térmico através de métodos são Fanger (1972) e Humphreys (1978) e de norma a ASHRAE 55-1995, dentre outras normas.

Fanger (1972) elaborou o método de desempenho térmico em que apresenta variáveis físicas ou ambientais e também variáveis subjetivas ou pessoais. As variáveis físicas de influência para a obtenção de conforto são: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade e velocidade relativa do ar. Em seus estudos, destaca que não basta considerar o efeito isolado de apenas uma das variáveis envolvidas no processo. Este método possui um programa de simulação de seus cálculos. A norma ISO 7730 (2005), ASHRAE Standard 55-2004 *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, considera suas recomendações técnicas, a análise e denominação de PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied* – Percentagem de Pessoas Insatisfeitas) e PMV (*Predicted Mean Vote* – Voto Médio Estimado) de Fanger (1972), que determina graficamente valores de conforto. Humphreys (1978) analisou as sensações térmicas por meio de estudos, que variavam em países e climas, e propôs uma relação entre as temperaturas preferidas nos ambientes internos com as condições climáticas regionais. A norma ASHRAE baseou-se nas pesquisas de Humphreys para estabelecer parâmetros de conforto térmico. Givoni (1968) partindo de experimentos realizados em Israel e dos estudos de Olgyay estabelece em 1969, um método no qual é possível proporcionar conforto térmico no interior dos edifícios através da redução (maior em climas com altas amplitudes térmicas) da temperatura interna a valores abaixo dos registrados externamente.

Nota-se que diferentes métodos alternativos também podem ser abordados para avaliação térmica de sistemas construtivos. O método das horas de desconforto desenvolvido por Barbosa (1997) para aplicação em habitações de interesse social utiliza a zona de conforto de Givoni (1992) para países em desenvolvimento, com intervalo de temperatura de conforto entre 18 °C e 29 °C. O método consiste na verificação da quantidade de horas de desconforto obtidas para um ano inteiro, tanto pelo frio como pelo calor, e apresenta parâmetro de 1.000 horas de desconforto como limite máximo para que uma habitação de interesse social apresente desempenho térmico mínimo.

2.5. Estudos nacionais sobre desempenho térmico

As pesquisas que abordam as temáticas: desempenho térmico, conforto ambiental e arquitetura bioclimática tem se intensificado nos últimos anos. A seguir é apresentado um levantamento sucinto de trabalhos sobre as condições de conforto térmico em ambientes construídos com a finalidade residencial. Os mesmos foram importantes para o embasamento desta pesquisa.

Pereira (2009) discutiu o desempenho do envelope sob a influência da ventilação natural e da ocupação do usuário. Para isso, realizou medições in loco e simulação computacional. Com a caracterização e monitoramento de uma edificação real, criou e calibrou um modelo para simulação usando o software *Energyplus*. A partir do modelo calibrado, simulou variações no envelope da edificação, utilizando materiais com diferentes propriedades térmicas. Para estas variações foram obtidos os valores de temperatura e umidade do ar interno, e verificada a porcentagem de horas de desconforto em um ano, através do programa *Analysis Bio*. Como resultado verificou que o envelope exerce influência sobre o desempenho térmico da edificação, inclusive quando está é ocupada e ventilada naturalmente.

Negreiros (2010) avaliou o desempenho térmico de uma edificação do tipo residencial com condicionamento passivo para o clima de Natal-RN. Para tanto fez uso do programa *Design Builder* e o arquivo climático do tipo TRY. Os resultados apontaram que o efeito do movimento do ar é relevante na avaliação de desempenho térmico de uma edificação.

Morello (2005) verificou o comportamento térmico de um protótipo de edificação térrea unifamiliar, denominado de “protótipo alvorada”, construído no campus da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O projeto considerou os aspectos climáticos do local de implantação. Durante as quatro estações, em um período de um ano, realizou medições de diversas variáveis ambientais no interior da edificação. Os dados internos foram comparados aos externos obtidos de uma estação meteorológica localizada nas imediações do protótipo. Os resultados mostraram que o número de

horas de conforto no interior da habitação foi triplicado em relação ao ambiente externo.

Wallauer (2003) utilizou o software *Energyplus* para simular e analisar o nível de conforto térmico dos moradores de uma edificação térrea simples em quatro capitais brasileiras. Para tanto definiu que as mesmas deveriam ter características em comum, tais como: rotinas de ocupação, nível de atividades, número de moradores, ganhos internos (lâmpadas e equipamentos elétricos), infiltração e ventilação. O conforto térmico dos ocupantes foi simulado para uma semana da época do ano com temperaturas mais elevadas e outra semana com temperaturas mais baixas, segundo os arquivos climáticos das quatro capitais. Os níveis de conforto térmico foram determinados e estudados segundo Fanger, que utilizou parâmetros como: temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura média radiante do ambiente, vestimenta e metabolismo dos indivíduos. Os pontos das casas analisadas restringiram-se aos quartos e salas. Os resultados obtidos apresentaram índices elevados de desconforto durante as tardes.

Utamura (2010) analisou a influência do microclima no condicionamento do ambiente de residências da favela “Assentamento Futuro Melhor” na cidade de São Paulo. A investigação procurou isolar e caracterizar os controles climáticos cuja variação espaço temporal fosse significativa a ponto de influenciar a ocorrência e distribuição de doenças respiratórias em população de baixa renda. Realizou monitoramento e avaliação do conforto térmico em ambientes internos de longa permanência de oito habitações com tecnologias e padrão construtivo diferentes usando mini-registradores digitais de temperatura e umidade relativa do ar com frequência de amostragem de 1h durante o verão de 2009 ao inverno de 2010. Para associar o fator conforto térmico com sintomas respiratórios aplicou questionários, buscando verificar a variação da prevalência dos sintomas respiratórios em função dos atributos das edificações. Os resultados apontam para influencia do padrão construtivo na saúde respiratória e nos níveis de conforto térmico.

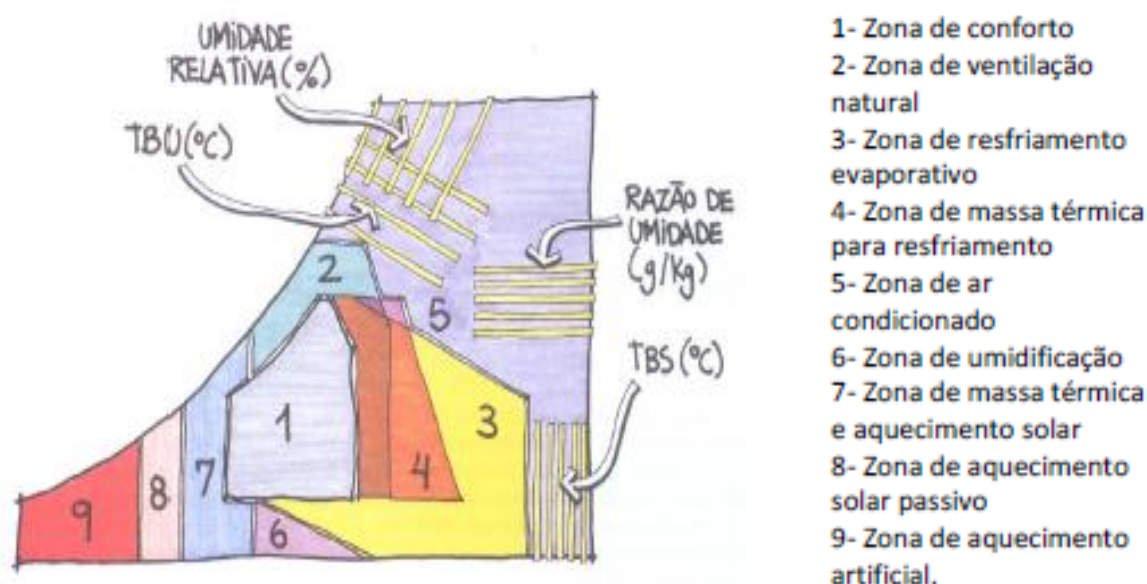
Rotta (2009) avaliou o desempenho térmico de conjuntos habitacionais multifamiliares de quatro a cinco pavimentos em função do sistema construtivo na cidade de Santa Maria/RS. Os resultados mostraram que a alta capacidade térmica aliada a uma ventilação controlada e uma boa vedação do envoltório são fatores determinantes no desempenho térmico dos edifícios e que um bom isolamento na cobertura pode ser mais importante que a orientação solar.

Leão (2006) analisou o desempenho térmico de réplicas das tipologias construtivas (uma em alvenaria tradicional e outra em concreto pré-moldado) mais empregadas na construção de residências populares pelo programa de habitação do governo do Estado de Mato Grosso. Utilizou três métodos para análise: avaliação por desempenho, avaliação por prescrição e verificação das frequências de temperatura. Na coleta de dados baseadas na ISO-7726 (1998), realizou

levantamento das características físicas e térmicas dos elementos construtivos utilizados no envoltório e o micro clima interno das residências, medido nos períodos representativos de cada uma das quatro estações do ano. Os dados climáticos horários coletados no CPTEC/INPE, da cidade de Cuiabá, foram processados pelo Programa *Analysis Bio* a partir das normais climáticas, para parametrização do limite das horas de conforto e desconforto quando na comparação das zonas do meio externo e interno.

A zona de conforto térmico de GIVONI (1992) para países com clima quente e em desenvolvimento, com índices de temperatura entre 18°C e 29°C, foi escolhida como representativa para pessoas adaptadas aos climas existentes no Brasil (Figura 8).

Figura 8 – Carta bioclimática adotada para o Brasil



Fonte: Lamberts et al, 2004, p. 105

A NBR 15220-3/2005 (Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro), foi utilizada na análise por prescrição dos dados construtivos coletados nas unidades habitacionais. De acordo com a frequência das temperaturas de bulbo seco dentro da zona de conforto adotada, foram verificados os níveis de desempenho térmico das residências e comparadas entre si, para conclusões acerca da tipologia construtiva que melhor se adapta ao clima da região. Os resultados apontaram que a utilização de materiais de construção de baixa qualidade e com padrões construtivos mínimos foram insuficientes para atingir o nível de conforto térmico desejado para a região da grande Cuiabá. Paredes e coberturas leves com pouca massa e inércia, prejudicaram a capacidade térmica aumentando o índice de transmitância e diminuindo o atraso térmico para o interior. Esquadrias com pouca ventilação e sombreamento inadequado por pouco beiral agregado a uma implantação

inadequada prejudicaram a ventilação cruzada e aumentaram o ganho de calor pelas aberturas. O uso de cores fortes prejudicou todo o envoltório aumentando em média a temperatura das paredes em 5,5°C e invertendo o desempenho do envelope da residência em alvenaria tradicional.

Weiller (2008) discutiu desempenho térmico tendo com referência quatro modelos de habitação de interesse social na cidade de Londrina/PR. As mesmas apresentavam mesma tipologia construtiva e condições de entorno distintas, tais como: topografia, orientação geográfica e sombreamento. Realizou medições de temperatura nos períodos de verão e inverno para conhecer as condições térmicas das habitações, simulando os casos em estudo no software *Energyplus*. Aplicou, também, questionário entre os moradores a fim de conhecer suas expectativas e preferências quanto ao conforto térmico. Os resultados apresentaram que as condições térmicas são semelhantes nas quatro habitações e que o caso “orientação” geográfica é o mais desconfortável em contrapartida ao caso “sombreamento”.

Costa (2011) verificou o desempenho térmico de unidades habitacionais inseridas no contexto climático 8 do zoneamento bioclimático brasileiro estabelecido pela NBR 15220-3. Para o estudo selecionou unidades habitacionais em quatro capitais brasileiras (Fortaleza-CE, Belém-PA, Maceió-AL, Salvador-BA, Rio de Janeiro-RJ), sendo uma de referência, 2 modificadas de acordo com a norma e 4 acrescidas de protetor solar. Para as simulações utilizou o programa Design Builder. Os resultados confirmaram que o aumento das áreas das aberturas efetivas para ventilação em conformidade com as normas NBR 15220 e NBR 15575 significou uma redução de temperatura no interior dos modelos simulados.

Barbosa (1997) desenvolveu uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico em edificações térreas, residenciais unifamiliares. A estrutura para a montagem da metodologia consistiu em confirmar condições de conforto térmico da população local, ajustar uma ferramenta de simulação térmica horária anual frente a diferentes sistemas construtivos e estabelecer o limite de horas anuais de desconforto com base em um sistema construtivo referencial. O sistema referencial foi definido através de uma pesquisa realizada junto às Companhias de Habitação Popular. Aplicou a metodologia em cinco sistemas construtivos na cidade de Londrina-PR, e em cada sistema construtivo mediu, no verão e no inverno, as temperaturas internas, realizou levantamento dos dados construtivos e as sensações dos usuários. As temperaturas internas e os dados construtivos foram utilizados para ajustar a ferramenta adotada para simulação. Os resultados de sensação térmica foram usados para referendar os limites de conforto adotados. Um ano climático de referência para a região de Londrina foi estabelecido para uso nas simulações. A metodologia considerou desconfortáveis as temperaturas fora dos limites de conforto. Com a ferramenta ajustada e o ano climático de referência, foram realizadas simulações com várias

alternativas construtivas, estabelecendo-se as horas de desconforto anuais para cada alternativa. A escolha do limite de horas anuais de desconforto aceitável foi feita frente à realidade econômica e o referencial cultural. Com este limite pode-se parametrizar o desempenho térmico em função da transmitância e absortividade de paredes e coberturas, sistema de sombreamento e aberturas de ventilação, para viabilizar a avaliação por prescrição.

Silveira (2007) discutiu o microclima gerado no interior de conjuntos habitacionais destinados a população de média e baixa renda a partir da avaliação das áreas externas de conjuntos localizados em Teresina-PI.

Matos (2007) utilizou a simulação computacional no software *Energyplus* para análise do desempenho térmico em Florianópolis/SC. As alternativas adotadas nas simulações consistiram em alterar a área de ventilação; sombrear as janelas; variar a transmitância térmica de paredes e cobertura; verificar a influência da orientação no desempenho térmico das residências e variar a absorptância de paredes e cobertura. O desempenho térmico das alternativas foi quantificado através de graus hora de desconforto com relação à temperatura operativa para a sala e um dos dormitórios durante as horas de ocupação. Os resultados obtidos através das simulações mostraram que a área de abertura de 15% com relação à área de piso visando à ventilação natural foi a mais adequada para esse tipo de residência. A estratégia de sombreamento das janelas durante o verão foi uma alternativa eficaz para a redução das temperaturas internas durante esse período.

Sorgato (2009) investigou, em quatro diferentes tipologias residenciais com área construída de 36m², 63m², 150m² e 300m² o desempenho térmico da envoltória através de simulação computacional, utilizando o programa *EnergyPlus*. Simulou casos com diferentes propriedades térmicas da envoltória (paredes e coberturas), variando as transmitâncias e absorptâncias dos componentes construtivos. Para essas variações foram calculados os graus-hora de desconforto dos ambientes. Com isso, foi possível verificar a correlação entre os graus-hora de desconforto com as propriedades térmicas da envoltória, a partir das quais se verificou que a envoltória é determinante no desempenho térmico das edificações, ventiladas naturalmente. A combinação da transmitância e da absorptância da cobertura apresentou grandes influências nos graus-hora de resfriamento para os quatro modelos. Porém, os graus-hora de aquecimento não apresentaram correlações com os componentes da envoltória. Observou-se que o aumento do tamanho do ambiente resultou em uma quantidade maior de graus-hora de aquecimento. Através das análises do balanço térmico, identificou-se que a ocupação predomina nos ganhos internos de calor dos ambientes, sendo mais significativa nos modelos com ambientes menores e menos relevante nos modelos com ambientes maiores. A cobertura foi um dos principais componentes construtivos nos ganhos e perdas de calor. Nos ambientes menores as paredes demonstraram maior influência que

nos ambientes maiores. Através da ventilação, ocorreram as maiores perdas de calor em todos os modelos, e, geralmente, em todas as estações, com exceção do inverno. As diferenças encontradas no desempenho térmico dos ambientes estudados podem ser explicadas pelas diferentes áreas de superfície expostas ao exterior, pelo tamanho dos ambientes, pelas superfícies em contato com o solo e com a cobertura.

2.6. O uso de ferramentas computacionais para simulação dos níveis de conforto térmico

Segundo Mendes, et al. (2001) o uso de programas de simulação computacional se deu nos anos 70 devido a uma crise energética que apontou a necessidade de se testar alternativas para construções com menor impacto energético. Desde então, a evolução da informática possibilitou o aprimoramento de softwares para o auxílio à elaboração de projetos, oferecendo meios de se quantificar o ganho energético, através de análises de elementos como a geometria do edifício, sistemas de iluminação e ventilação adotados, além da rotina de utilização da edificação.

Na concepção de Romero (1995) os programas computacionais têm sido cada vez mais aplicados pelo fato de poderem ser utilizados tanto para projetos que ainda estejam em processo de concepção como para aqueles que já se encontram construídos e necessitam de algum tipo de modificação para fins de análises de viabilidade.

Na visão de Wilde e Voorden (2004) a simulação em geral é a reprodução do comportamento físico de um sistema que é baseado em sua modelagem, desenvolvimento de equações matemáticas que descrevem seu comportamento, solução dessas equações matemáticas e visualização dos resultados. Mendes, et al. (2001) explica que na década de 80 alguns grupos de pesquisa em universidades brasileiras iniciaram estudos com programas de simulação. Porém o uso de simulações de edificações no Brasil ainda é muito restrito às instituições de ensino e pesquisa. Um aspecto que contribui para este quadro é a complexidade dos programas existentes. Para Mendes, et al. (2001) os desafios para aumentar o uso de simulações no Brasil são: boa qualidade de dados do clima (incluindo radiação solar); representação apropriada de edificações naturalmente ventiladas; normas de eficiência energética e interoperabilidade das ferramentas.

Segundo Menezes (2006) a utilização de programas de simulação tem sido cada vez maior, pois permitem diagnosticar um caso real modelado e avaliar o seu desempenho quando submetido a alterações de suas características (tipologia construtiva, uso, iluminação, equipamentos, entre outros). Muitas vezes as medições in loco se tornam difíceis e até inviáveis, principalmente, quando devem ser realizadas em construções habitadas. Da mesma forma, a facilidade na manipulação das variáveis, baixo custo e o tempo de processamento também contribuem para uma maior utilização de simulações computacionais.

De acordo com Mendes et. al (2005) o uso de simulações de edificações no Brasil ainda está concentrado nas instituições de ensino e pesquisa, com pouca transferência de tecnologia para o setor privado. A complexidade das ferramentas existentes e a falta de programas nacionais são as principais causas na falha de disseminação dessa tecnologia no país. Na visão de Ghisi e Pereira (2009) as principais causas disto são a complexidade dos programas e a consequente dificuldade e demora no aprendizado pelos projetistas.

Diante da necessidade do uso cada vez mais constante de softwares para simulação de ambientes, muitos programas nacionais e internacionais têm sido desenvolvidos, como: COMFIE (Calcul d'Ouvrages Multizones Fixé a une Interface Expert); THEDES; ARQUITROP; DOE; BLAST, *Analysis Bio e Energyplus*.

A escolha do programa deve considerar a calibração e a validação. Enquanto a calibração tem como objetivo a avaliação do desempenho energético e ambiental de tecnologias nos edifícios, a validação avalia a confiabilidade de predição dos programas de simulação (STRACHAN, 2008).

No estado de São Paulo, o uso de ferramentas computacionais para análise do desempenho de edificações iniciou-se no Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). No final da década de 90, outros grupos começaram a apresentar os resultados de suas pesquisas voltadas para a simulação de edificações, como o Laboratório de Sistemas Térmicos (LST) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

A 7ª Conferência da Associação Internacional para a Simulação do Desempenho de Edificações (IBPSA), realizada em agosto de 2001, na cidade do Rio de Janeiro, marcou a consolidação das atividades de simulação de edificações no Brasil. Na oportunidade, verificou-se que dentre as ferramentas utilizadas, os pesquisadores referenciaram tanto os velhos códigos quanto os programas mais complexos e detalhados desenvolvidos no exterior, como DOE-2, BLAST, ESP-r, RADIANCE, TRNSYS, FLUENT e ENERGYPLUS.

Durante o congresso realizado no Rio de Janeiro em 2001, foi fundado a IBPSA-Brasil (www.labeee.ufsc.br/ibpsa-brasil), Associação Brasileira para a Simulação do Desempenho de Edificações, afiliada à organização internacional, IBPSA. Com o objetivo de promover o uso de simulação computacional para o projeto de edificações mais eficientes, a Associação já realizou oficinas (*workshops*) reunindo os principais pesquisadores que trabalham com simulação no país. Os Anais dos ENCACs (Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído), NUTAU (Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo) comprovam a existência de inúmeros estudos neste campo.

Entretanto, observa-se certo distanciamento entre as pesquisas de base teórica e conceitual e a aplicação destes conceitos na realidade da ação projetual. Muitos *softwares* de simulações de desempenho apresentam complexidade de aplicabilidade, restringindo seu uso a um grupo seleto de pesquisadores.

A Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) vêm desenvolvendo programas computacionais de análises e simulações de desempenho com maior facilidade de manuseio, aproximando-os à realidade dos profissionais de arquitetura e engenharia do país, sendo que muitos deles se encontram disponíveis ao acesso gratuito em *sites* de universidades.

3. PRODUÇÃO HABITACIONAL EM SOBRAL

Para o estudo da cidade de Sobral foi necessário caminhar por suas ruas, ouvir as e(hi)stórias da boemia no beco do cotovelo, admirar e questionar o “mimetismo” em sua arquitetura (Arco do triunfo, Boulevard entre outros), vivenciar a “sobralidade”, conhecer suas origens, seu centro fundador, seu povo, sua política, sua cultura.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o processo de produção de moradias no município, uma análise sucinta da produção do espaço e a constituição da cidade, bem como as estratégias de interação entre o poder público municipal e a comunidade sobre a questão da moradia.

3.2 A Produção do espaço e a constituição da cidade

O processo diferenciado de apropriação de uma área, espaço, região, acarreta à produção de modelos espaciais distintos, assim como, as condições sociais, econômicas, a morfologia e os processos históricos estabelecem o modo como a cidade será vista. Estado, mercado imobiliário e os movimentos sociais corroboram com o surgir de conjuntos habitacionais, loteamentos horizontais fechados e as favelas, estabelecendo assim, uma relação entre estruturas morfológicas e estruturas sociológicas para a configuração do espaço (LEFEBVRE, 1999, p. 109).

A cidade de Sobral, antiga Fazenda Caiçaras, tem destaque no contexto histórico cearense desde a época das charqueadas (atividade que coloca o Ceará na economia de mercado) e tinha por principal característica servir de local de onde partiam os carros de boi com carnes para o Porto de Aracati (Figura 9). Esse movimento de idas e vindas gerou a centralidade necessária para afirmação da cidade, como escreveu o governador da capitania do Siará Grande, Bernardes Manuel de Vasconcelos, em carta dirigida a D. Rodrigues de Sousa Coutinho, e comenta Frota (1995):

Das vilas e populações da capitania estabelecidas pelos europeus e seus descendentes, a que tem a primeira preferência, há a Villa de Sta.Cruz e Aracati, a sua segunda grandeza há a de Sobral, assentada nas margens do Rio Acaraú com grande feitoria de carne seca e comercio para muitas embarcações e especuladores das capitanias de Pernambuco e Bahia.

Figura 10 - Localização da cidade de Sobral



Fonte: G Earth e Ceará (2003)

Figura 11 – Mapa do município de Sobral e limites com municípios vizinhos



Fonte: Perfil Básico Municipal – IPECE – 2009.

A oferta de serviços referentes à educação, comércio, a presença do parque industrial, o contingente populacional e a centralidade da cidade são indicadores para que ela seja compreendida como uma cidade média. O conceito cidades médias vem sendo encorpado nos últimos anos por vários pesquisadores e pela Rede de Pesquisadores sobre Cidades Médias (ReCiMe). A cidade média é compreendida, não apenas pela dimensão demográfica, mas pela capacidade de concentrar serviços especializados como rede bancária, hospitais, clínicas, comércio, agronegócio, dentre outros. Deste modo, as cidades médias:

Corresponderiam ao conjunto de cidades que muito embora apresentem indicadores semelhantes aos que tanto caracterizam as metrópoles, entre esses, a descentralização, a verticalização, a criação de loteamentos e condomínios fechados, a transformação de espaços rurais em áreas urbanas (primeira ocupação), o rearranjo de usos de bairro e a estratificação do uso do espaço urbano; por outro, mostra diferenças quantitativas (número de habitantes, fluxo de automóveis, indicadores sociais e econômicos, etc.) e qualitativas, como a vida urbana e a vida cotidiana nessas cidades (MAIA, 2006, p.162).

A questão principal deste trabalho – a produção da habitação e os aspectos qualitativos referentes ao conforto térmico – está diretamente associada ao processo de constituição da cidade, englobando as etapas de urbanização, as políticas habitacionais adotadas e a construção do espaço urbano. A Constituição Federal de 1988 expandiu a autonomia político-administrativa dos municípios brasileiros, independente de seu tamanho, função ou posição hierárquica na rede de cidades. A alteração no texto constitucional redefiniu as competências e a distribuição dos recursos públicos entre os vários níveis governamentais, e adotou a descentralização como um dos pontos principais do modelo proposto para as políticas públicas (Carvalho, 2000). Quanto à habitação, os municípios passaram a compartilhar com o Governo Federal a responsabilidade pela promoção de programas de construção de moradias e pela melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico, todavia os municípios tiveram que arcar com ônus dessa descentralização dada a simples aceitação e implantação de modelos de habitações formulados na metrópole, onde as condições climáticas são diferentes.

Mesmo que o problema habitacional, nos pequenos municípios, assuma menores proporções quando comparado ao que se vê nas metrópoles, a renda muito baixa que caracteriza a população nestes municípios e a menor capacidade de levantar recursos indicam a necessidade do desenvolvimento de políticas eficazes por parte do poder público municipal no sentido de garantir condições mínimas de habitabilidade à população local.

3.2 Morfologia Interna da Cidade de Sobral

No século XVIII, em cinco de julho de 1773, aconteceu o reconhecimento da vila Sobral. A vila distinguia-se das demais, instituídas no mesmo período, pois em sua constituição os prédios públicos e o perímetro urbano eram povoados pelas classes mais abastada, destaca-se “ainda no século XVIII, por sua importância econômica, exercendo influência por toda zona norte do território cearense, assim como sobre parte dos estados vizinhos do Piauí e do Maranhão” (HOLANDA, 2010, p. 75).

Sobral elevada à condição de vila no ano de 1773 tornou-se cidade em 1841, favorecida, principalmente, por sua localização geográfica às margens do rio Acaraú, permitindo o escoamento das charqueadas, assim o gado era transportado pelas margens do rio e de seus afluentes até o estado de Pernambuco, então capital da província do Siará Grande até 1798/99.

A situação de Sobral, em termos geográficos, com um emaranhado de estradas, denominadas de “nós” do sertão, ligavam as serras (Ibiapaba e Meruoca), ao sertão e ao litoral, por onde escoava a produção. Essas estradas favoreceram o estabelecimento ao passo que, também, desenvolveram o comércio, com função de abastecimento regional, além de receber comerciantes e mercadorias oriundas dos estados vizinhos, consolidando seu papel de centro coletor e distribuidor².

A partir do século XIX, Sobral passou por rearranjos espaciais, delimitando sua área central entre os trilhos do trem e o rio que a cortava. Toda sua vida urbana ocorria neste perímetro chamado *intra-trilhos* (ROCHA, 2003). Morar além-trilhos sinalizava que o indivíduo estaria à margem da cidade (Figura 20). Em meados do século XX o espaço urbano começou a se expandir além-trilhos despertando preocupação da administração municipal.

O ano de 1996 representou um marco na história de Sobral com a chegada de um novo modelo de administração pública implantado pelo prefeito Cid Ferreira Gomes, hoje governador reeleito do Estado do Ceará.³ O município vem, deste então, atraindo para si a maioria dos investimentos que se encaminham para a região. A cidade tem se destacado nas duas últimas décadas em função do crescimento e “desenvolvimento” urbano apresentado e do “marketing city” produzido pelos gestores do município (BRITO JUNIOR, 2007).

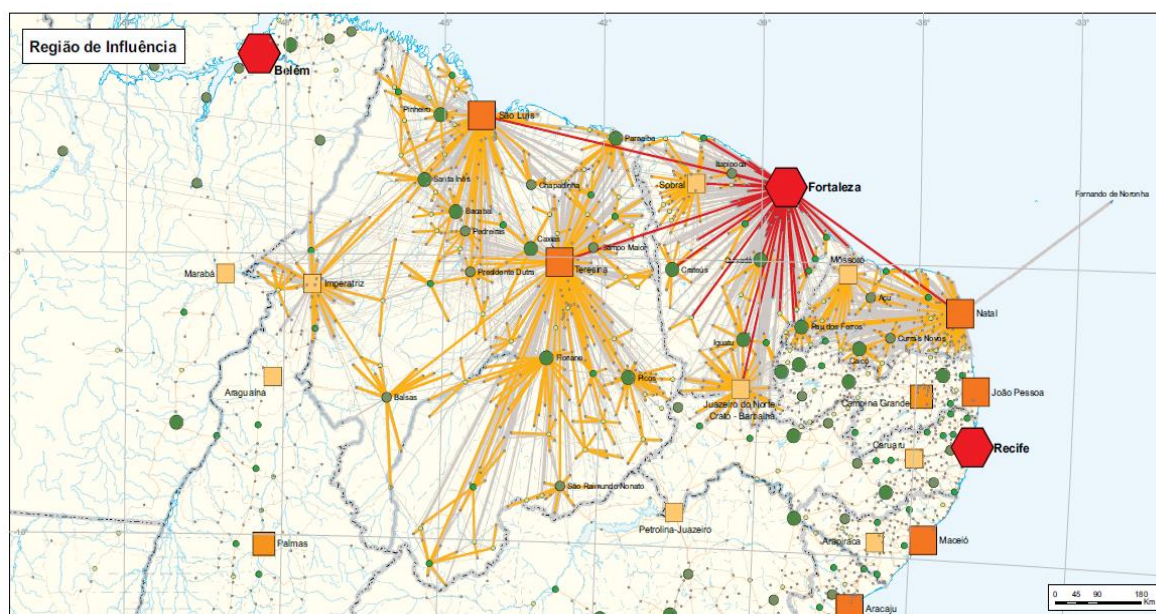
Segundo o estudo de Regiões de Influência das cidades – REGIC- do IBGE publicado

²JUCÁ NETO, C. R. **a Urbanização do Ceará Setecentista. As Vilas de Nossa Senhora da Expectação do Icó e De Santa Cruz do Aracati.** 2007. 531 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2007.

³NASCIMENTO, J. C., do. **(Re) Descobriram o Ceará? Representações do Sertão do Ceará: Entre Areal e Patrimônio Nacional.** 2008. 450 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2008.

em 2008, Sobral é classificado como capital regional nível C, que corresponde a cidades com medianas de 250 mil habitantes e 162 relacionamentos (figura 12). De forma pejorativa, o município de Sobral é conhecido como “*United States of Sobral*”, pois “denota a prosperidade de uma classe dominante em relação às demais cidades cearenses que refletia no espaço urbano suas convenções europeias”, legitimada por sua arquitetura e pelo “ar cosmopolita” da cidade (ROCHA, 2003; p: 19).

Figura 12 – Mapa de conexões



Fonte: IBGE, 2008

A Sobral “estadudinense” e cosmopolita é dotada de monumentos e ambientes que remetem a outros locais do mundo, como: o Boulevard do Arco, que faz referência ao Arco do Triunfo em Paris (figura 13); o Alto do Cristo, que se assemelha ao Cristo Redentor do Rio de Janeiro em menor escala (figura 14); a Coluna da Hora que lembra a Praça do Ferreira em Fortaleza; o Parque da Cidade que remete ao Central Park em Nova Iorque. Como um dos mais antigos municípios do estado, Sobral é abriga em todo seu perímetro urbano um valioso acervo arquitetônico tombado pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.

Figura 13– Arco do triunfo em Sobral (a esquerda) e em Paris (a direita)



Fonte: Arquivo

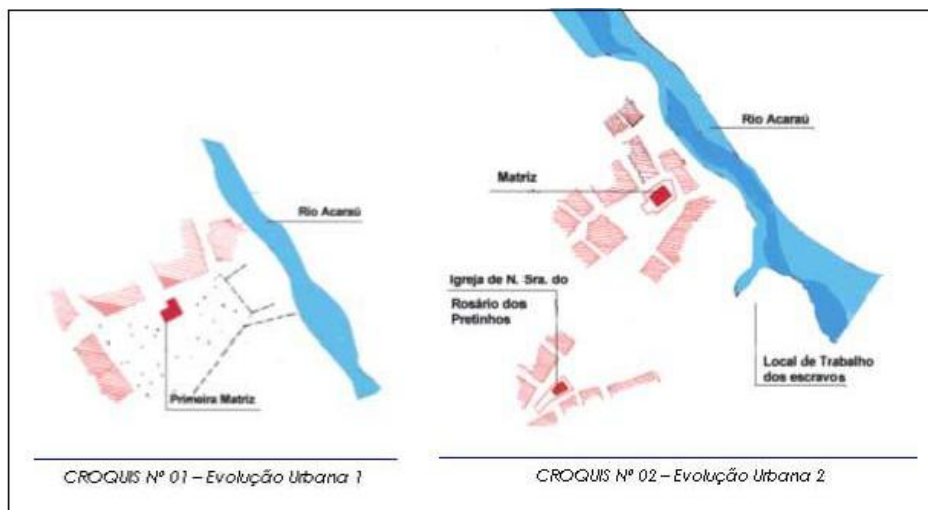
Figura 14– Alto do Cristo em Sobral (a esquerda) e no Rio de Janeiro (a direita)



Fonte: Arquivo

Os contornos da zona central em direção da via férrea e nas margens do Rio Acaraú são áreas prioritárias para renovação urbana e requalificação arquitetônica. O modelo urbano de Sobral é definido por um centro histórico que cresceu a partir das margens do Rio Acaraú, no trecho correspondente à travessia do primeiro caminho e por uma urbanização posterior, decorrente da expansão urbana que circunda a zona central. Seu traçado em xadrez apresenta um sistema de quadras predominantemente retangulares, ruas estreitas e um conjunto de espaços públicos definidos por praças retangulares (figura 15).

Figura 15 – Croquis da evolução urbana de Sobral



Fonte: SEHABS

A expansão do tecido urbano encontrou no rio Acaraú, na Lagoa da Fazenda, na via férrea e na diferença topográfica do lado oeste da cidade, uma barreira de expansão urbana ordenada. Essa contenção teve como resultado o desenvolvimento compacto do centro histórico, sem grandes vazios urbanos. O desenho urbano espontâneo ou planejado na periferia tem produzido ruas pouco agregadoras e climatologicamente desconfortáveis. A cidade apresenta altas temperaturas no ambiente urbano, sem meios de amenização climática, fator que reduz o conforto da vida ao ar livre.

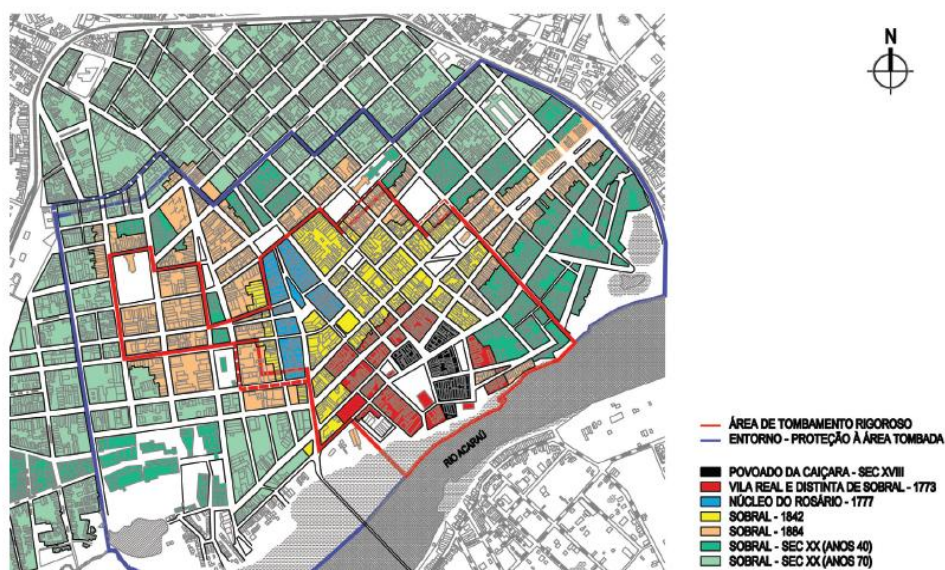
A parte central da cidade preserva muitos prédios históricos, como igrejas construídas nos pontos de topografia elevada, os sobrados dos séculos XVIII e XIX, além de um notável número de praças públicas, formando um conjunto de espaços abertos com áreas verdes.

Figura 16 - Antiga planta da cidade de Sobral (1880)



Fonte: ROCHA, 2003

Figura 17 - Planta de evolução urbana do centro de sobral e poligonal de tombamento



Fonte: IPHAN – INCEU (2005)

Quanto ao uso do solo, a zona central exibe uma condição de uso misto compreendendo habitação, comércio, serviços, equipamentos públicos e hospitais, resultando, para os moradores da zona urbana, vitalidade e acessibilidade ao pedestre no espaço público. Em contrapartida percebem-se as consequências negativas do crescimento da cidade sem ordenamento do tráfego e pouco controle de poluição visual e sonora. No tocante aos bairros localizados fora da área central, o uso do solo apresenta habitações sem vizinhança equipada.

Em números, a cidade possui o quinto Produto Interno Bruto (PIB) do Estado, R\$ 1.702.060.000 (IBGE, 2008), perdendo para os polos industriais de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, na Região Metropolitana, e para a cidade de Juazeiro do Norte, na região Sudeste do Estado. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,699, equiparado com o do Estado, que é 0,7, e abaixo da média do país, que é 0,766 (PNDU, 2000) (Tabela 4)

Tabela 4 - Dados gerais do município de Sobral

Sobral em Dados - Dados Geográficos e Censitários	
Localização	Noroeste do Estado do Ceará
Distância até Fortaleza	240 km
Acessos principais	BR-222 (Ceará – Piauí), CE – 362, CE – 403
Clima	Tropical quente e seco - temperatura média 30 °C – altitude 69°
Área	2.123 km ²
Acidentes Geográficos	Rio Acaraú (Norte) e Serra da Meruoca (Sul)
População	188.233 habitantes (IBGE, 2010) – 5ª maior do Estado 88% residentes urbanos e 12% residentes rurais
Densidade	88,67 hab./km ²
IDH	0,699, médio (PNUD, 2000)
PIB	1.702.060.000 (IBGE, 2008) – 5º estado

As constantes migrações da população da área rural para zona urbana começam a exigir da cidade terreno, moradia, água, esgoto, luz, escola, posto de saúde, hospitais, alimentos, transportes e comunicação, revelando-se na ocupação desordenada do espaço urbano e configurando-se em bairros periféricos populosos e carentes de infraestrutura física e social. Outras questões têm uma relação direta com a vertiginosa urbanização da população de Sobral, tais como a

ocupação indiscriminada de terrenos para moradia, ocupação de áreas às margens dos rios e déficit habitacional.

3.2.1 Os bairros onde se concentram as camadas populares

O povoamento nas áreas limítrofes ao trilho do trem pela população menos abastada, favoreceu à periferização de Sobral, podendo-se ressaltar que as migrações para as zonas periféricas da cidade foram intensificadas devido à instalação do parque industrial no início do século XX, como também, a ocupação de áreas de baixio e locais com risco de inundação e as localizações próximas ao centro da cidade (devido proximidades do emprego, do comércio e da concentração de objetos e serviços). Deste modo, ocorreu a ocupação no bairro das Pedrinhas; no Alto do Cristo, por detrás da estação de trem (antiga Rua do Pau Branco) e no Coração de Jesus (após a lagoa da Fazenda), áreas ditas *non aedificandi*, devido à alta probabilidade de acidentes na linha férrea, o bairro Tamarindo, palco de inundações das margens do rio Acaraú; as casas da Rua Pintor Lemos (bairro Santa Casa) à beira do canal do riacho do Mucambinho e as vertentes dos morros no bairro Alto do Cristo, por detrás da estação ferroviária.

Na cidade, como é de praxe na prática espacial segregadora dos agentes produtores do espaço urbano, as periferias foram se distanciando do Centro da cidade, tomando a direção a oeste (Fábrica de Cimento Poty), a nordeste (indústria de calçados da Grendene) e a sudoeste (Distrito Industrial); também são observadas invasões da população nos serrotes e terrenos acidentados.

Quanto a isto, veja-se a seguinte citação de Villaça:

“[...] em todas as capitais produziu-se o mesmo modelo de espaço urbano segregado e diferenciado; isto é, a moderna produção de espaços residenciais para as classes médias no centro e consequentemente a expulsão das camadas populares para a periferia” (VILLAÇA, 2001, p.28).

As áreas de morros, graníticos, sem mata e sem água, como as do Alto do Cristo e alguns trechos dos Terrenos Novos/Alto do Sumaré/Vila União, também foram ocupadas pelas camadas de menor renda. Apenas na Rua do Mocó, atual bairro Tamarindo, a ocupação se deu intra-trilhos, próximo da fábrica de Tecido Ernesto Deocleciano, área de baixa cota da margem esquerda do rio, que nunca fora ocupada pela elite por ser área de risco de inundações. Os bairros de alta densidade populacional, entretanto, têm poucos equipamentos comunitários, carência de transporte e ainda são muito dependentes do centro da cidade. Villaça, sobre esse processo de ocupação, entende que:

“O mais conhecido padrão de segregação da metrópole brasileira é o de centro x periferia. O primeiro, dotado da maioria dos serviços públicos e privado, é

ocupado pelas classes de mais alta renda. A segunda, subequipada e longínqua, é ocupada predominantemente pelos excluídos. O espaço atua como um mecanismo de exclusão” (VILLAÇA, 2001, p.143).

A expansão urbana nas áreas periféricas trouxe importantes melhorias que acarretaram em alguns problemas para a população, tais como a pavimentação com asfalto, que devido à ausência de galerias pluviais provocou o aumento considerável da impermeabilização das ruas, além de favorecer na sensação de aumento das temperaturas. No ano de 1970, a COHAB construiu dois conjuntos habitacionais, COHAB I e II (figuras 18 e 19), no lado direito da Avenida Senador Fernandes Távora ocasionando outra centralidade. Nas proximidades da Santa Casa, na localidade conhecida como Tamarindo, também surgiram residências da população de baixa renda, principalmente em direção do rio Acaraú, descendo para os lados do riacho Mucambinho. Ainda no sentido oeste da cidade, após a ponte do Tubiba, surgiram as primeiras residências da população pobre no bairro, mais tarde chamado de Sumaré, objeto empírico desta pesquisa. A construção da igreja do Alto do Sumaré ajudou no crescimento do bairro. Ela é uma das mais antigas igrejas do subúrbio sobralense.

Figura 18 – Cohab I



Fonte: Google Earth

Figura 21– Bairro da Expectativa



Fonte: Google Earth

O processo de periferização tende a ficar cada vez mais forte à medida que o mercado de terras torna-se fonte de lucro. A ação de retirar a pobreza dos locais de amenidades e terrenos valorizados faz parte dos interesses da acumulação do capital pelos agentes produtores do espaço urbano. A respeito desse processo, comenta Villaça:

“Essas camadas foram as que participaram da produção de dois tipos de bairros residenciais populares em nossas grandes cidades: os centrais, comuns na segunda metade do século XIX, e os periféricos, que começaram a surgir no início do século XX em decorrência da expulsão das classes populares do centro. Até hoje a periferia é o lugar dos pobres, pois a parcela dos que moram em áreas centrais, em cortiços ou favelas centrais, ainda é pequena” (VILLAÇA, 2001, p.227).

A valorização do entorno da área central de Sobral tem provocado uma mudança de uso, levando à expulsão das camadas de baixa renda que ali moravam, para as periferias perto das indústrias e das áreas desvalorizadas, sujeitas à inundação. Os bairros populares periféricos constituem-se como área residencial das camadas de baixa renda: periferia longínqua e subequipada; área residencial típica dos dominados; classe média baixa (trabalhadores das indústrias).

3.3 Programas e Projetos Habitacionais Implantados no Município (1997-2009)

Abaixo são apresentados informações de alguns programas habitacionais concluídos ou em andamento conforme informado pela Secretaria de Habitação do Município.

- **PROGRAMA MEU LAR, MEU LUGAR.**

O programa tem como objetivo viabilizar o acesso à moradia para famílias de baixa renda, através de investimentos na área de Habitação de Interesse Social, desenvolvidos com recursos próprios da Prefeitura de Sobral. O Programa meu lar, meu lugar compreende três projetos, são eles:

1. Melhorias Habitacionais Emergenciais – visa à reconstrução de casas de taipa em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas constituídas de 3 cômodos (quarto, sala, cozinha) e banheiro. Esse projeto é uma obra contínua e teve início no ano de 1999 com 257 famílias beneficiadas.

2. Melhorias Habitacionais no distrito de Jaibaras - visa à reconstrução de casas de taipa em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas constituídas de 3 cômodos (sala, quarto, cozinha) e banheiro. O projeto teve início em 2002 e foi finalizado no ano seguinte beneficiando 40 famílias.

3. Construção de Conjuntos Habitacionais nos Distritos - visa à construção de novas moradias com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas conjugadas constituída de 3 cômodos (sala, quarto, cozinha) e banheiro. No distrito do Jordão e a Aracatiaçu o projeto teve início em 2002 e foi finalizado no ano seguinte beneficiando 40 famílias, respectivamente. No distrito de Rafael Arruda o projeto teve início em 2004 e foi finalizado no mesmo ano beneficiando 20 famílias. No distrito de Aprazível o projeto teve início em 2003 e foi finalizado no ano seguinte beneficiando 25 famílias. No distrito de Torto o projeto teve início em 2004 e foi finalizado no mesmo ano beneficiando 25 famílias.

- **PROGRAMA DE URBANIZAÇÃO, REGULARIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS**

O programa tem como objetivo promover a urbanização, a prevenção de situações de risco e a regularização fundiária de assentamentos humanos precários, articulando ações para atender as necessidades básicas da população e melhorar sua condição de habitabilidade e inclusão social. O programa tem a parceria do Governo Federal através da Caixa Econômica.

1. Projeto de Urbanização e Melhorias Habitacionais no Assentamento Sem Terra – Parque Mucambinho - visa realizar obras de saneamento básico em todo o assentamento “Sem Terra” com também proceder ao reordenamento urbano de algumas áreas. Objetiva ainda, reassentar as famílias moradoras das áreas precárias e impróprias para uma área de reassentamento (Parque Mucambinho)

com habitações verticalizadas dotadas de completa infraestrutura urbana, a ser construída pelo Projeto, inserida dentro da área de intervenção (SEM TERRA). Além da construção de unidades sanitárias para as famílias da área de intervenção que se encontra em situação de insalubridade agravada pela ausência de instalações hidráulico-sanitárias em suas moradias. As habitações são casas verticalizadas e conjugadas constituída de 4 cômodos (sala, 2 quartos, cozinha) e banheiro (figura 22), com regime construtivo de empreiteira. O projeto teve início no ano de 2008 com 695 famílias beneficiadas.

Figura 22 – Projeto Parque Mucambinho - Concluído



Fonte: SEHABS

- **PROJETO DE URBANIZAÇÃO E MELHORIAS HABITACIONAIS NA VILA RECANTO II**

O projeto visa à urbanização de toda área, com a implantação de obras de terraplenagem, esgotamento sanitário, drenagem, pavimentação (em pedra tosca), abastecimento de água e rede de energia elétrica, bem como construção de unidades habitacionais, para realocação das famílias residentes em suas áreas de risco, impróprias e inadequadas à moradia, para aquelas cujos imóveis estão situados nos trechos necessários para abertura de vias e nos destinados a construções de equipamentos comunitários e para as que estão habitando unidades de taipa irrecuperáveis que apresentam um elevado grau de insalubridade e de insegurança e não atendem a um padrão mínimo de habitabilidade, possibilitando assim a melhoria da qualidade de saúde da população contemplada, a partir da conquista de condições mais saudáveis de vida, bem como a melhoria das condições sanitárias da área objeto de intervenção. O programa tem a parceria do Governo Federal através da Caixa Econômica. As habitações são casas conjugadas constituídas de 4

cômodos (sala, 2 quartos, cozinha) e banheiro, com regime construtivo de empreiteira. O projeto teve início no ano de 2006 com 424 famílias beneficiadas.

- **PROGRAMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

Visa oferecer acesso à moradia adequada aos segmentos populacionais de renda familiar mensal de até três salários mínimos, em localidades urbanas e rurais. O Programa compreende três projetos, são eles:

1. Produção de 200 Unidades Habitacionais nos Bairros Centro (Santa Casa e Tamarindo), Dom José (Alto Novo) e Padre Palhano - visa à reconstrução de casas de taipa em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas e projeto diferenciado conforme a disponibilidade de terreno. Esse projeto é uma obra contínua e teve início no ano de 2010 com 200 famílias beneficiadas.

2. Produção de 50 Unidades Habitacionais no Bairro Sumaré - visa à reconstrução de casas de taipa (figura 23) em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas e projeto arquitetônico personalizado. O projeto teve início no ano de 2008 com 50 famílias beneficiadas.

Figura 23 – Casas de taipa no Sumaré



Fonte: SEHABS

3. Construção do conjunto habitacional Santa Clara, com 241 unidades habitacionais, dotado de completa infra-estrutura urbana (terraplenagem, pavimentação, saneamento, drenagem, rede de água e energia elétrica) - visa à construção de casas em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas conjugadas constituída de 3 cômodos (quarto, sala e cozinha) e banheiro. O projeto teve início no ano de 2005 com 241 famílias beneficiadas.

- **PROGRAMA MELHORIA HABITACIONAL PARA O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS**

Objetiva promover a saúde de famílias susceptíveis à doença de chagas, através da reconstrução de seus imóveis de taipa em alvenaria. O programa tem parceria do Governo estadual através da FUNASA.

1. Reconstrução de 100 unidades habitacionais para o controle da doença de chagas no bairro Padre Palhano - visa à reconstrução de casas de taipa em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas e projetos personalizados. O projeto teve início no ano de 2010 com 100 famílias beneficiadas.

- **PROURB**

1ª MICRO-ÁREA

Reassentamento das famílias do Pantanal Alto da Brasília para área com completa infraestrutura urbana, creche comunitária, praça e quadra poliesportiva e urbanização da área remanescente, constituída de obras de terraplanagem, drenagem, dragagem e praça. O projeto tem a parceria do Banco Mundial e o Governo do Estado. Teve início no ano de 1997 e conclusão em 1999 com 300 famílias beneficiadas (figura 24). Regime construtivo: Autoconstrução.

Figura 24– Antes de depois da implantação do programa



Fonte: SEHABS

2ª e 3ª MICRO-ÁREA

Urbanização do Bairro Vila União (esgotamento sanitário, drenagem, pavimentação, sistema de água e energia). Construção de creche, ABC, praça e quadra poliesportiva e reconstrução

de casas de taipa em alvenaria e construção de unidades sanitárias. O projeto tem a parceria do banco mundial e o governo do estado. Teve início no ano de 2000 e conclusão em 2007 com 1.185 famílias beneficiadas (figura 25). Regime construtivo: Auto-Construção.

Figura 25 – Antes de depois da implantação do programa



Fonte: SEHABS

- **HABITAR BRASIL**

Objetiva elevar os padrões de habitabilidade e de qualidade de vida em localidades urbanas e rurais, promovendo intervenções em áreas degradadas ou de risco onde vivem famílias com renda de até 3 salários mínimos.

1. Reassentamento das famílias residentes no pantanal Sinhá Sabóia - Área com completa infraestrutura urbana. Regime construtivo: Mutirão. Parceria como Governo Federal. O projeto teve início no ano de 1997 e foi finalizado no ano seguinte beneficiando 180 famílias (figura 26).

Figura 26 – Antes de depois da implantação do programa



Fonte: SEHABS

2. Melhorias Habitacionais nos Distritos de Taparuaba, Aracatiaçu, Jaibaras e Rafael Arruda

- Reconstrução de casa de taipa em alvenaria, com unidade sanitária. Regime construtivo: Autoconstrução. Parceria como governo federal. O projeto teve início no ano de 1998 e foi finalizado no ano seguinte beneficiando 175 famílias (figura 27).

Figura 27 – Antes e depois da implantação do programa



Fonte: SEHABS

3. Melhorias Habitacionais no Bairro Pe. Palhano - Reconstrução de casa de taipa em alvenaria, com unidade sanitária. Regime construtivo: Autoconstrução. Parceria como Governo Federal. O projeto teve início no ano de 2000 e foi finalizado no ano de 2003 beneficiando 89 famílias (figura 28).

Figura 28 – Antes e depois da implantação do programa



Fonte: SEHABS

• MORAR MELHOR

1. Construção de unidades habitacionais na Rua da Lagoa - Santa Sasa - visa à reconstrução de casas de taipa em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas constituída de 3 cômodos (quarto, sala e cozinha) e banheiro. O teve início no ano de

2001 e foi concluído em 2005 com 48 famílias beneficiadas. O projeto tem parceria com o governo Federal.

2. Construção de Unidades Habitacionais - Terrenos Novos - visa à reconstrução de casas de taipa em alvenaria com incentivos a autoconstrução. As habitações são casas isoladas constituída de 4cômodos (2 quartos, sala e cozinha) e banheiro. O projeto teve inicio no ano de 2002 e foi concluído em 2008 com 175 famílias beneficiadas. O projeto tem parceria com o governo Federal.

- **CASAS DE CONCRETO CELULAR (projeto desenvolvido com recursos próprios)**

Nova tecnologia empregada para a construção de Habitação Popular, caracterizada pela moldagem, no local, das paredes das Unidades Habitacionais em Concreto Celular Espumoso (CCE), que é um material composto por agregados convencionais (areia, cimento, água) e pequenas bolhas de ar distribuídas uniformemente em sua massa, adquirindo a propriedade de concreto leve, o que permite um elevado conforto técnico e acústico, além da agilidade no processo construtivo.

1. Bairro Alto da Brasília (CONJUNTO CESÁRIO BARRETO) - Casas construídas com a finalidade de atender às famílias residentes em áreas que foram utilizadas pela Prefeitura para construção do Conjunto Cesário Barreto, de Escolas Municipais e da Fábrica Grendene 06. As habitações são constituída de 4 cômodos (2 quartos, sala e cozinha) e banheiro.

2. Bairro Sinhá Sabóia - Casas construídas com a finalidade de atender às famílias residentes em áreas que foram utilizadas pela Prefeitura para construção da Ponte Prefeito José Euclides Ferreira Gomes Júnior e da Avenida Monsenhor Aloísio Pinto, bem como para o reassentamento de famílias residentes no Pantanal Sinhá Sabóia (2ª etapa do reassentamento). As habitações são constituída de 4cômodos (2 quartos, sala e cozinha) e banheiro. O projeto teve inicio no ano de 2000 e foi concluído no ano seguinte com 38 famílias beneficiadas (figura 29).

Figura 29 – HIS de concreto Celular em Sobral

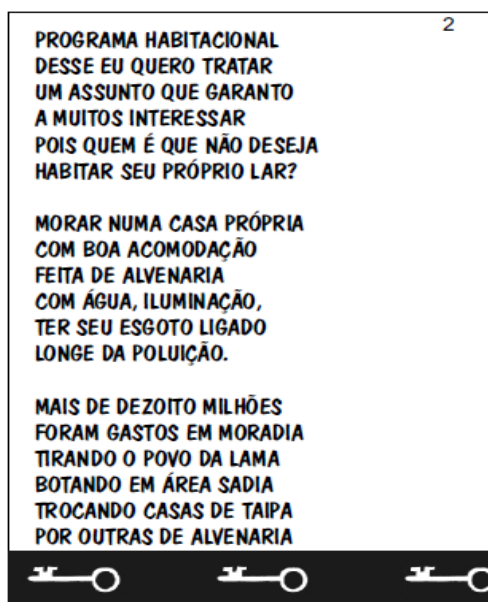


Fonte: SEHABS

3. Bairro Santa Casa (Rua Pintor Lemos) - Casas construídas com a finalidade de atender as famílias residentes no bairro Sumaré (às Ruas Ferroviárias, Maria Isabel e Princesa do Norte) área do município considerada crítica e de risco. O projeto teve início no ano de 2001 e foi concluído no ano seguinte com 30 famílias beneficiadas.

No tocante a construção da moradia popular a gestão municipal procura manter um diálogo com a comunidade durante o processo de cadastro, seleção de famílias, proposição do projeto até a entrega final das obras de habitação, a exemplo a Secretaria Municipal de Habitação adotou a prática de produzir, a cada novo conjunto habitacional, uma cartilha com informações gerais sobre a área (bairro) em que a habitação está inserida (em anexo). Além de divulgar os programas habitacionais utilizando recursos da própria cultura do estado, a exemplo do cordel (Figura 30).

Figura 30 – Trecho do cordel da habitação produzido pela SEHABS



Fonte: SEHABS

3.4 Déficit Habitacional no município de Sobral

No município, o processo de implantação de moradias tem sido marcado pela descontinuidade de ações que a considerem como objeto de uma política pública municipal. Decisões centralizadas, com pouca ou nula participação popular no processo, foco na produção da habitação através de financiamentos, desvinculação das ações no setor com a política de desenvolvimento urbano municipal e regional, são as principais características que resumem a questão habitacional no município. A questão habitacional no município, de modo similar à maioria das grandes e médias cidades, é reflexo direto das desigualdades que caracterizam a sociedade brasileira. Deste modo, as classes menos

favorecidas, não desfrutavam do acesso formal ao solo urbanizado e à moradia. Ocasionalmente, ao longo dos anos, a construção de duas “cidades”, uma legal, que se adequa aos parâmetros normativos e legislativos oficiais, e outra, edificada na ilegalidade, desprovida de equipamentos e serviços públicos, de infraestrutura urbana e de condições de habitabilidade.

O fato da maioria dos municípios brasileiros não considerarem a implantação de uma cultura política participativa, e até mesmo, um entendimento da realidade da cidade de forma sistêmica, como habitação, saneamento, educação e saúde, aliada à tradição de uma gestão que deliberava todas as decisões de forma centralizada, desconhecendo os anseios dos munícipes favoreceu a indefinição de ações públicas que conseguissem compreender e atuar diante da realidade social do município.

A respeito do posicionamento da administração municipal quanto à questão habitacional em Sobral, percebe-se que os atores da gestão política tratavam o assunto por meio de iniciativas isoladas e descontínuas, de forma individualizada, colocando os beneficiários na condição de ‘assistidos’, e não como sujeitos de um serviço a que têm direito, assim, por muito tempo, as ações eram tomadas de forma pontual e irregular, adotando medidas em caráter emergencial e assistencialista como a doação de materiais de construção nos períodos chuvosos, não sendo a habitação, portanto, assumida como um direito social (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo do déficit habitacional em Sobral

RESUMO DO DÉFICIT HABITACIONAL PRESENTE - SOBRAL	
TIPO DE DÉFICIT	DÉFICIT HABITACIONAL
Reposição de estoque	10.895
Demanda futura (2010-2020)	10.573
TOTAL DO DÉFICIT QUANTITATIVO	21.468
Carência de infra-estrutura	13.488
Ausência de banheiro	2.275
Inadequação fundiária	4.082
Adensamento excessivo	3.378

Fonte: SEHABs

No município, dentre as ações para a constituição de uma política habitacional nos últimos anos destaca-se como mais relevantes à elaboração do Programa Municipal de Habitação Popular – PMHP, a implantação do Conselho Municipal de Habitação - COMHAB e do Fundo Municipal de Habitação - FMHAB, sendo estes últimos instituídos através da Lei nº 237, de 13 de outubro de 1999. Através desse plano algumas ações tiveram maior relevância, como as intervenções realizadas em áreas de risco do município, através do reassentamento das famílias para conjuntos habitacionais dotados de

infraestrutura, equipamentos comunitários e de lazer e urbanização das áreas remanescentes. Outras ações foram realizadas em bairros desprovidos de infraestrutura, através da sua urbanização, reconstrução de casas de taipa em alvenaria e construção de unidades sanitárias, bem como intervenções habitacionais e sanitárias realizadas na zona rural do município, o que possibilitou a melhoria das condições de moradia e na qualidade de saúde e de vida da população beneficiária.

A estrutura funcional e organizacional da política habitacional em Sobral passou por diversas mudanças, no ano de 1997 foi criada a Gerência de Habitação, setor responsável pela coordenação, planejamento e implementação da política habitacional integrada a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDUMA.

Em 2005, foi criada a Secretaria da Habitação e Saneamento Ambiental – SEHABS, através da Lei Nº 571, de 10 de fevereiro de 2005. Desde então, a referida Secretaria vem se estruturando, através da criação de diversas coordenações e setores diretamente ligados à área da habitação que, de forma descentralizada, mas ao mesmo tempo articulada, vem tentando desenvolver um trabalho que busca dar respostas às demandas habitacionais, sendo estes: Coordenação de Projetos e Convênios: Responsável pelo planejamento e execução física dos projetos integrantes da política habitacional.

Acompanhando o processo de urbanização de Sobral, a exemplo do Brasil, observam-se que o capital imobiliário ganhou expressão cujos lotes urbanos tiveram significativa valorização, especialmente aqueles localizados em áreas centrais, isto é, com boa infraestrutura, concentrando relativo comércio, serviços públicos, serviços bancários entre outros. Isso gerou outro fenômeno denominado de segregação socioespacial, provocando especialmente a separação de classes sociais dentro do tecido urbano, isto porque os lotes tornaram-se mais valorizados que outros. Assim, a valorização dos lotes urbanos em áreas centrais levou as classes sociais com menos poder aquisitivo a buscar moradia em áreas pouco valorizadas ou mesmo em áreas de risco cujo valor era nulo para o capital imobiliário.

Como não observando as normas e leis de uso do solo urbano, as populações mais pobres vão ocupando, morando e criando seu estilo próprio de viver na cidade. Disso resultam favelas, ocupações irregulares que vão se multiplicando no tecido urbano na contramão da fiscalização e do planejamento urbano proposto pelo poder local. Essa dinâmica contribui para que essa população ocupe a periferia do tecido urbano, local sem infraestrutura e distante dos serviços ditos essenciais à população, contribuindo para que a cidade cresça em extensão territorial e para que o número de locais inadequadas à habitação também aumente em tais áreas.

A noção de déficit envolve a variável sócio espacial sendo preciso verificar a leitura dos

dados estatísticos. Dados da pesquisa nacional realizada pela Fundação João Pinheiro apresentam na cidade de Sobral:

Tabela 6 - Estimativas do déficit Habitacional em Sobral

<i>Estimativas do Déficit Habitacional Básico (1) - 2000</i>									
<i>Município</i>	<i>DÉFICIT HABITACIONAL BÁSICO (2)</i>						<i>DOMICÍLIOS VAGOS</i>		
	<i>ABSOLUTO</i>			<i>% DO TOTAL DOS DOMICÍLIOS</i>			<i>Total</i>	<i>urbana</i>	<i>rural</i>
	<i>Total</i>	<i>urbana</i>	<i>rural</i>	<i>Total</i>	<i>urbana</i>	<i>rural</i>			
Sobral	8.297	6.182	2.115	23,44	20,01	46,91	4.864	3.882	982

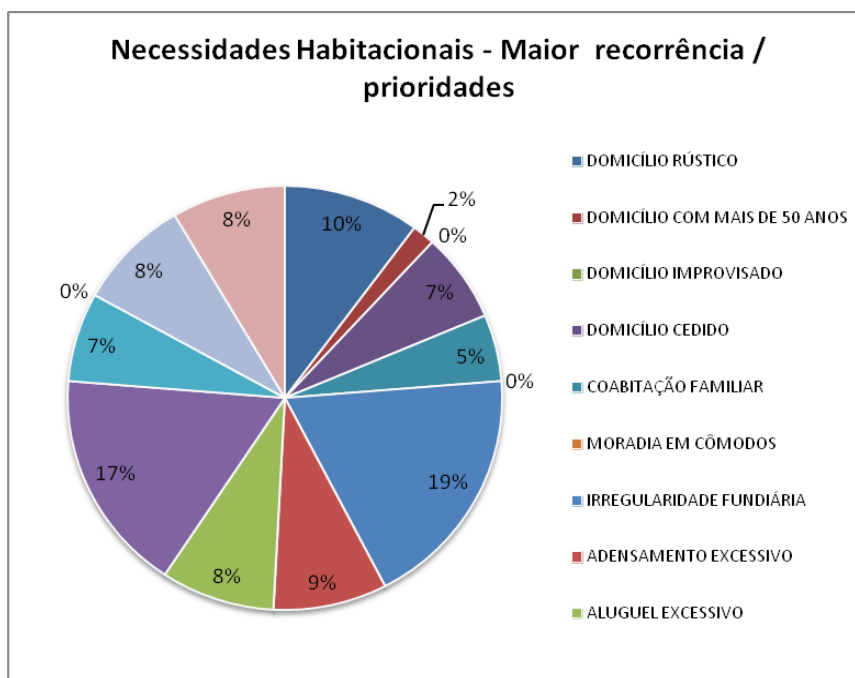
Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI)

Gradualmente, a prefeitura destina áreas para a implantação dos programas, mas, nem sempre nem sempre atendem a realidade da população carente. A Prefeitura Municipal de Sobral mapeou, as áreas com indícios a assentamento subnormal, por apresentarem inadequações habitacionais e vulnerabilidade social. São áreas denominadas de risco pela Prefeitura e que foram destacadas no PLHIS com suas respectivas caracterizações. As necessidades listadas são: Domicílio Rústico, Domicílio com mais de 50 Anos, Domicílio Improvisado, Domicílio Cedido, Coabitação Familiar, Moradia em Cômodos, Irregularidade Fundiária, Adensamento Excessivo, Aluguel Excessivo, Domicílio Carente de Infra-Estrutura, Domicílio sem Banheiro, Favela, Falta de Equipamento Social e; Área de Risco.

As áreas cobertas por esse levantamento foram: Caioca, Caracará, Sumaré, Cohab II, Sinhá Sabóia, Terrenos Novos, Dom Expedito, Torto, Vila União, Tamarindo, Pedrinhas, Patriarca, Junco, Aracatiaçu, Padre Palhano, Jaibaras, Caic, Alto do Cristo, Centro, Alto da Brasília e Salgado dos Machados.

A análise desse mapeamento gerou a figura 31, que representa graficamente os dados da Fundação João Pinheiro sobre o déficit habitacional no município, onde se pode notar que, a necessidade apontada como mais recorrente dentre as 21 localidades pesquisadas foi a Irregularidade Fundiária, que apareceu como prioritária em 11 áreas. Em segundo lugar ficou a Carência de Infra-Estrutura, que apareceu como prioridade em 10 localidades, seguida pelo problema de Domicílios Rústicos, Adensamento Excessivo, Aluguel Excessivo, Falta de Equipamento Social e situações de Áreas de Risco.

Figura 31– Necessidades habitacionais do município de Sobral



Fonte: SEHABS|Sobral

É perceptível, na cidade de Sobral, uma grande desigualdade socioespacial, revelada pela produção da moradia. Tal desigualdade, para ser melhor compreendida, exige que a política nacional de habitação e como ela vem sendo aplicada na cidade, seja estudada.

Com o adensamento das áreas mais centrais, a população de baixa renda passou a ocupar os terrenos marginais ao rio e às lagoas, em áreas cujas cotas, durante os períodos de chuva, são ocupadas pelas bacias hidráulicas desses recursos hídricos, tornando-se, assim, áreas bastante degradadas e de risco para a população. Identificam-se três tendências urbanas na periferia: expansão da ocupação territorial, ampliando os limites da cidade; densificação crescente, pela massificação de barracos, ocupação de áreas de risco, casas populares, mutirões e conjuntos habitacionais para a população de baixa renda; e baixa qualidade das unidades, do contexto urbano e crescente deterioração das habitações.

A Secretaria de Habitação e Saneamento Ambiental de Sobral fez, em 2008, levantamentos sobre os dados de coabitação familiar, casas alugadas ou cedidas (ônus excessivo com aluguel). Nas tabelas 7, 8 e 9 tem-se a composição dos dados para o déficit habitacional, por bairro, para Zonal Urbana de Sobral.

Tabela 7 – Dados de coabitação e aluguel e ou cedidos (domicílios de alvenaria)

BAIRROS	COHABITADAS	ALUGADAS E OU CEDIDAS
ALTO DA BRASÍLIA	130	161
ALTO DO CRISTO	111	130
ALTO NOVO	47	66
BETÂNIA	8	19
CACHOEIRO	3	10
CAMPO DOS VELHOS	57	115
CENTRO	129	181
COHAB I	49	61
COHAB II	98	126
COHAB III	42	37
COLINAS	4	1
CONJ. CESÁRIO BARRETO	28	41
CONJ. GRAJAÚ	4	1
CONJ. MONS. ALÚSIO PINTO	18	6
CONJ. SANTO ANTONIO	35	24
CONJ. SÃO FRANCISCO	19	1
BAIRROS	COHABITADAS	ALUGADAS E OU CEDIDAS
CORAÇÃO DE JESUS	31	37
DERBY CLUB	1	0
DISTRITO INDUSTRIAL	2	5
DOM EXPEDITO	92	99
DOM JOSÉ	32	49
DOMINGOS OLÍMPIO	3	6
EXPECTATIVA	152	207
JOSÉ EUCLIDES	194	316
JUNCO	112	122
PARQUE SILVANA	56	98
PE. IBIAPINA	11	19
PE. PALHANO	61	95
PEDRINHAS	26	22
SANTA CASA	84	82
SEM TERRA	3	7
SINHÁ SABÓIA	211	340
SUMARÉ	47	49
TAMARINDO	21	26
VILA RECANTO I	12	19
VILA UNIÃO	71	106
TOTAL	2.004	2.684

Fonte: Secretaria Municipal da Habitação e Saneamento Ambiental - SEHABS / Setor de Informação Geográfica.

Tabela 8 -Dados de domicílios próprios, co-habitação e aluguel e ou cedida (domicílios rústicos)

BAIRROS	PRÓPRIAS	ALUGADAS/ CEDIDAS	COHABITADAS	TOTAL
ALTO DA BRASÍLIA	30	3	8	33
ALTO DO CRISTO	16	8	7	24
ALTO NOVO	82	12	16	94
BETÂNIA	0	0	0	0
CACHOEIRO	5	1	3	6
CAMPO DOS VELHOS	4	0	1	4
CENTRO	6	0	1	6
COHAB I	0	0	0	0
COHAB II	2	0	0	2
COHAB III	0	0	0	0
COLINAS	0	0	0	0

BAIRROS	PRÓPRIAS	ALUGADAS/ CEDIDAS	COHABITADAS	TOTAL
CONJ. CESÁRIO BARRETO	0	0	0	0
CONJ. GRAJAÚ	0	0	0	0
CONJ. MONS. ALUÍSIO PINTO	0	0	0	0
CONJ. SANTO ANTONIO	0	0	0	0
CONJ. SÃO FRANCISCO	0	0	0	0
CORAÇÃO DE JESUS	18	26	9	44
DERBY CLUB	0	0	0	0
DISTRITO INDUSTRIAL	5	0	2	5
DOM EXPEDITO	157	14	23	171
DOM JOSÉ	15	2	3	17
DOMINGOS OLÍMPIO	0	0	0	0
EXPECTATIVA	26	4	11	30
GERÔNIMO PRADO	7	0	1	7
JOSÉ EUCLIDES	340	94	26	434
JUNCO	1	0	0	1
PARQUE SILVANA	18	0	7	18
PE. IBIAPINA	0	0	0	0
PE. PALHANO	389	33	31	422
PEDRINHAS	29	2	4	31
SANTA CASA	25	0	0	25

BAIRROS	PRÓPRIAS	ALUGADAS/ CEDIDAS	COHABITADAS	TOTAL
SEM TERRA	76	7	5	83
SINHÁ SABÓIA	17	1	3	18
SUMARÉ	297	9	26	306
TAMARINDO	17	5	2	22
VILA RECANTO I	0	0	0	0
VILA UNIÃO	6	0	0	6
TOTAL	1.588	221	189	1.809

Fonte: Secretaria Municipal da Habitação e Saneamento Ambiental - SEHABS / Setor de Informação Geográfica.

Tabela 9 – Resumo da Composição dos Dados Para o Déficit Habitacional Básico da Sede Urbana de Sobral

Déficit	Descrição	Ficha de Atendimento	Pesquisa de Campo	Total
Por Reposição de Estoque	Domicílios Rústicos (Taipa)	-	1.809	1.809
	Domicílios em Alvenaria (Área de Risco)	-	729	729
	Domicílios em Alvenaria (Assentamentos Precários)	-	160	160
	Coabitação	2.004	189	2.193
	Ônus Excessivo (Aluguel/Cedida)	2.684	221	2.905
TOTAL DO DEFICIT				7.796

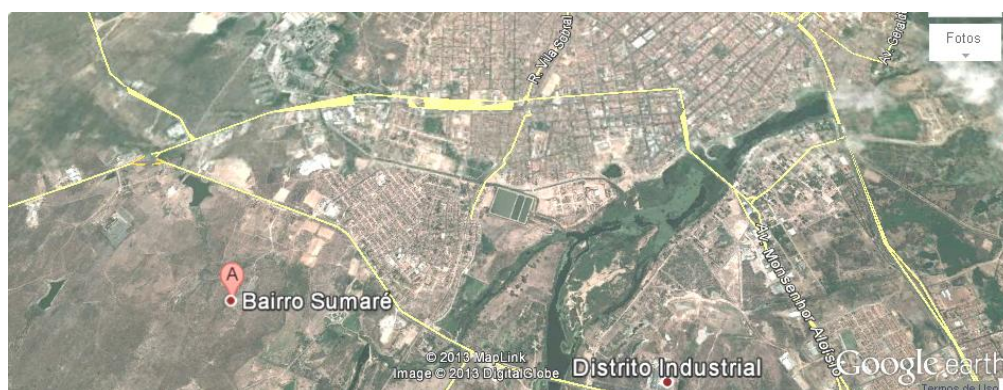
Fonte: Secretaria Municipal da Habitação e Saneamento Ambiental - SEHABS / Setor de Informação Geográfica.

Para Rocha (2003) os novos espaços residenciais das classes de alta renda, na cidade, foram surgindo ao agregar suas áreas centrais às áreas vazias de expansão do centro e, na tentativa de “fugir” do desconforto térmico devido às altas temperaturas, a classe de alto poder aquisitivo pode optar por outro padrão de construção (projetos mais modernos inseridos em terrenos amplos - com áreas verdes). Todavia este não é foco desta pesquisa, que pretende apenas apresentar a questão habitacional dentro de um contexto geral não sendo intenção da mesma esgotar o assunto.

3.4 Caracterização da área de estudo: Bairro Sumaré, município de Sobral – Ce

O bairro encontra-se na porção sudoeste do município (figura 32, 33 e 34), tendo seus limites ao norte com a Foz do riacho Mucambinho; ao leste com rio Jaibaras; ao oeste com Rua da Paz e ao sul com Rua da Tubiba e pela estrada Córrego da Onça. Encontra-se com o riacho Mucambinho à altura dos bairros Santa Casa e Tamarindo pela ponte de trem da Tubiba. Segundo dados do último censo, conta com 12.567 habitantes, sendo 6.210 homens e 6.357 mulheres (IBGE, 2010).

Figura 32 - Localização do Bairro Sumaré



Fonte: adaptado de GOOGLE EARTH (2013)

Figura 33 - Localização das habitações selecionadas para o estudo na cidade de Sobral/Ce



Fonte: adaptado de GOOGLE EARTH (2013)

Figura 34 - Localização das habitações selecionadas para o estudo na cidade de Sobral/Ce



Fonte: adaptado de GOOGLE EARTH (2013)

Conforme o Plano Diretor Participativo do Município de Sobral a delimitação atual do bairro Sumaré segue caracterizada na tabela 10:

Tabela 10 – Delimitação atual do bairro Sumaré

Data de criação	1989
Lei de criação	Lei Municipal nº 107/89
Delimitação Oficial	• Começa na Foz do Riacho Mucambinho, no Rio Acaraú, segue por este até a reta do vértice do prédio da Polícia Rodoviária Federal à confluência do Riacho Córrego da Onça no Riacho Jaibaras, segue por este até a linha de alta tensão da COELCE, segue por esta até o Riacho Mucambinho, segue por este até o ponto inicial.
Estrutura Física	Área : 172,00 ha
	Histórico
	• O bairro Sumaré existe desde a década de 50 e se desenvolveu de forma espontânea e desordenada ao longo da via férrea • Sua expansão se dá com o bairro Pe. Palhano que se caracteriza pela regularidade do traçado das quadras e por moradias de melhor padrão.
	Uso do Solo

	• Zona Residencial 2 e 3 – ZR2 e ZR3 – 100 a 250 hab/ha • Uso inadequado – curral	
	Habitação	
	• Predomínio de habitações com baixo padrão ou padrão popular • Áreas de risco quanto a infra-estrutura urbana e a moradia, principalmente as margens da linha férrea • Melhorias Emergenciais – 20 famílias beneficiadas	
Dados populacionais IBGE 2000	População total	• 12.567 habitantes (49% homens e 51% mulheres)
	Densidade	• 73,04 hab/ha
	Domicílios	• 2.766 domicílios
	Idade média	• Adultos – 43 % da população tem de 20 a 59 anos de idade
	Renda média	• 47 % tem renda inferior a um salário mínimo • 27 % tem renda entre um e dois salários mínimos • 12 % tem renda entre dois e cinco salários mínimos • 12 % não tem rendimento • Os 2 % restante chegam a ganhar até mais que 30 salários mínimos
Atividades econômicas	Núcleos comerciais	
	• Concentração na Rua Arco Verde • Grande incidência de uso misto	
	Outros	
	-	
Infra-estrutura	Água	
	• Cobertura total operado pelo SAAE	
	Esgotamento sanitário	
	• Possui rede pública de coleta de esgoto • Tratamento dos resíduos em lagoas de estabilização. • Projetos PASS - melhorias sanitárias – 742 famílias beneficiadas.	
	Drenagem	
	• Não possui rede oficial de coleta de águas pluviais	

	Lixo
	• Coleta três vezes na semana
	Iluminação Pública
	• Operada e mantida pela COELCE
	Telefonia fixa e móvel
	• Telefonia fixa – TELEMAR • Telefonia móvel – TIM, CLARO e OI
	Internet
	• Existência dos sistemas de internet discada, banda larga e à rádio.
	Equipamentos Comunitários
	-
Meio Ambiente	Rio Jaibaras
Sistema Viário	Principais vias
	• BR-222 • Rua Arco Verde • Rua Tubiba • Travessa Arco Verde • Rua da Paz
	Ligações inter-bairros
	• BR-222 liga-se aos bairros Distrito Industrial, Sinhá Sabóia e COHAB I • Rua Arco Verde liga-se ao bairro Dom José • Rua Tubiba liga-se aos bairros Distrito Industrial, Dom José e Centro • Travessa Arco Verde e Rua da Paz ligam-se ao bairro Pe. Palhano
	Pavimentação
	• Asfalto e calçamento em pedra tosca
	Passeios
	▪ Pavimentados, mas de forma irregular ▪ Em alguns momentos incostantes, devido a topografia acidentada.

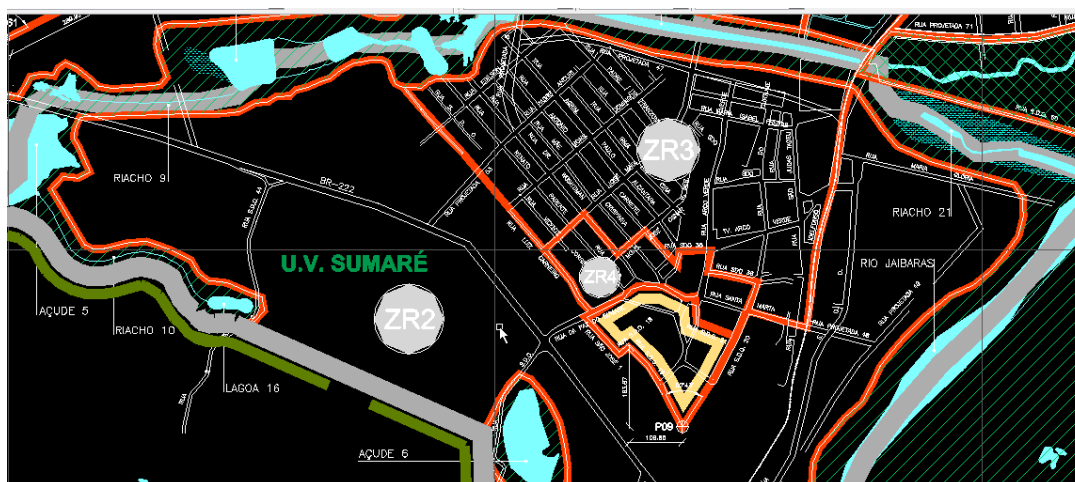
Transporte Público	Rotas
	• Transporte alternativo para os bairros Dom José, Pe. Palhano e Sumaré (Linha 104) e para os bairros Campo dos Velhos, Junco, Vila União e Cidade José Euclides (Linha 202) • A população contesta o horário de circulação dos veículos por ser apenas no turno da manhã
	Terminais
	-
Equipamentos Sociais	Saúde
	• Unidade de Saúde da Família Cleide Cavalcante de Sales
	Assistência social
	• 02 Creches Municipais – Creche Escola Tia Selma (Conveniada – 149 alunos) • Centro de Educação Infantil Imã Anísia Rocha (425 alunos) • Escola Sociedade Pró-infância (SOPRI) – creche particular
	Educação
	• Escola Municipal José Parente Prado (1.279 alunos) • Escola Estadual Prof. Carmosina F. Gomes (1.364 alunos) • Escola São Sebastião – particular (45 alunos)
	Cultura e lazer
	• Manifestações culturais - grupo de quadrilha e grupo de teatro (Paixão de Cristo)
	Esporte e lazer
	• Quadra de esporte do Sumaré • Quadra de esporte da Escola José Parente Prado (coberta)
	Praças e parques
	▪ Praça do Sumaré
Estrutura Governamental ou Institucional	▪ CETRESUM – Centro de Treinamento do Sumaré, vinculado a Paróquia do Patrocínio.
Fórum	Constatações
	▪ É um bairro residencial de classe social predominante baixa

	Potencialidades
	• Ligação com a Br-222
	Proposições
	• Equipamentos de lazer • Rede de drenagem • Transporte público nos três turnos • Fontes de emprego e renda (jovens)

Fonte: Secretaria Municipal da Habitação e Saneamento Ambiental - SEHABS / Setor de Informação Geográfica.

De acordo com a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de Sobral, há as seguintes zonas: ZR₂ – Zona Residencial de Baixa Densidade (100 hab/ha), ZR₃ - Zona Residencial de Media Densidade (250 hab/ha) e ZR₄ - Zona Residencial de Alta Densidade (500 hab/ha) (figura 35), permitindo aumentar a densidade à medida que se aproxima do Centro de Unidade de Vizinhaça do Bairro (Igreja de São José – no alto do Sumaré).

Figura 35 – Detalhe da planta oficial de parcelamento, uso e ocupação do solo.



Fonte: SEHABS

Quanto ao fator urbanização, o bairro Sumaré apresenta características variadas com topografia irregular em alguns trechos e traçado urbano misto, com quadras de malha retangular e orgânica, é possível perceber a convivência de áreas rurais e urbanizadas. O bairro faz parte da periferia e é um dos mais pobres do município (tabela 11), sendo marcado ainda por constantes ataques de violência urbana. O bairro tem no Pantanal Sumaré sua área mais crítica, estando em progressivo risco de inundação, o qual é afetado diretamente por dois fatores interdependentes: assoreamento do leito da Lagoa do Pantanal pelos sólidos (pó de granito e de mármore) contido no

efluente lançado por marmorarias, bem como pela constante disposição de lixo pela população, embora haja disponibilidade de coleta sistemática por parte da prefeitura durante três vezes por semana, a população local continua a depositar o lixo doméstico nas margens da referida lagoa, do Bairro Padre Palhano; Assoreamento do leito do Rio Acaraú contribuídos pelo lixo, somados a alguns aterramentos na sua zona de embocadura, vem aumentando a frequência dos refluxos e transbordamentos de leitos durante as cheias, com deposição de mais sedimentos e entulhamento da calha fluvial a cada período, o que retarda o escoamento das águas e faz expandir a zona de influência das inundações.

Tabela 11– Quadro resumo da habitação no bairro Sumaré

TERRITÓRIO: SUMARÉ	
COMUNIDADE:	
TIPO DE NECESSIDADE	TOTAL
DOMICÍLIO RÚSTICO	160
DOMICÍLIO COM MAIS DE 50 ANOS	3
DOMICÍLIO IMPROVISADO	2
DOMICÍLIO CEDIDO	46
COABITAÇÃO FAMILIAR	132
MORADIA EM CÔMODOS	70
IRREGULARIDADE FUNDIÁRIA	1083
ADENSAMENTO EXCESSIVO	195
ALUGUEL EXCESSIVO	66
DOMICÍLIO CARENTE DE INFRA-ESTRUTURA	126
DOMICÍLIO SEM BANHEIRO	79
FAVELA	43
FALTA DE EQUIPAMENTO SOCIAL	354
ÁREA DE RISCO	70

Fonte: SEHABS

O PLHIS que se encontra em fase de revisão estabelece metas de melhoria para o bairro, através da requalificação dos espaços e recuperação das áreas degradadas. Quanto à infraestrutura, o bairro é “(...) abastecido pela rede de energia elétrica, pela rede de água (90,95%) e pelo sistema de telefonia, com atendimento satisfatório. Apesar de atender 90% do bairro com esgotamento sanitário, uma boa parte dos moradores não fizeram as ligações das residências ao sistema da rede pública. As águas servidas seguem para terrenos baldios ou para as ruas. O sistema de limpeza pública mostra-se deficiente nesta área. O sistema de drenagem é inexistente, causando alagamento

na maioria das ruas em decorrência da chuva ou simplesmente pelo acúmulo de água servida na caixa da via. Com a adequação de todos estes sistemas a salubridade local estaria garantida” (Dados do PMI – Sumaré).

O uso predominante no bairro é o residencial de média e baixa densidade. A maioria das casas apresenta baixo padrão construtivo, apesar de existirem algumas variações.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar o método de pesquisa empregado neste estudo. Inicialmente é exposta a definição da estratégia de pesquisa adotada, seguida da descrição das características das habitações. E então é descrito o delineamento da mesma, que em alinhamento com os objetivos do trabalho, apresenta os passos realizados na pesquisa, explicando e justificando cada um deles.

As unidades habitacionais selecionadas são edificações térreas e unifamiliares localizadas no bairro Sumaré, e fazem parte de um projeto municipal de melhorias habitacionais no bairro. Nesta, fizeram-se três avaliações: avaliação de desempenho térmico, avaliação dos hábitos, sensações e preferências térmicas dos moradores e comparação entre desempenho térmico previsto matematicamente e opinião de entrevistados. Para melhor entendimento do método de pesquisa, apresenta-se separadamente cada tipo de avaliação.

4.1. Unidades habitacionais do bairro Sumaré

As habitações selecionadas para avaliação fazem parte do programa municipal para construção de cinquenta unidades habitacionais no bairro Sumaré. O projeto visa o benefício de famílias que residiam em casas de taipa. A obra de construção teve início em janeiro de 2008 e até o momento conta com 30 unidades prontas e em utilização. As moradias são isoladas e alguns dos projetos arquitetônicos são personalizados a fim de atender os padrões de acessibilidade facilitando a vida do portador de necessidades especiais. As habitações são térreas e apresentam uma área total de 40,00 m². São constituídas por dois dormitórios, sala e cozinha, circulação, banheiro e área de serviço externa. As áreas dos compartimentos, áreas e características das aberturas da habitação estão apresentadas na tabela 12.

Tabela 12 – Área dos cômodos, áreas e características das aberturas das habitações selecionadas.

Cômodo	Área (m ²)	Área das aberturas (m ²)		Características das aberturas
		Nominal - Útil	% piso	
Sala	8,58	J _s -0,80-0,23 P _E -1,68	2,69	Janela de uma folha, tipo ficha, de abrir, porta tipo ficha.
Cozinha	6,58	J _C -0,32-0,09 P _E -1,68	1,37	Janela alta tipo cobogó, porta tipo ficha.
Quarto 1	6,81	J _{Q1} -0,80-0,23 P _I -1,47	3,37	Janela de uma folha, tipo ficha, de abrir, porta paraná.
Quarto 2	5,17	J _{Q2} -0,80-0,23 P _I -1,47	4,44	Janela de uma folha, tipo ficha, de abrir, porta paraná.
Banheiro	2,02	J _{wc} -0,16-0,04 P _{wc} -1,26	1,98	Janela alta tipo cobogó, porta tipo ficha.
Circulação	4,12	-	-	-

Onde:

* as percentagens das aberturas foram calculadas a partir das áreas úteis para ventilação.

** a área útil das janelas foi calculada a partir da expressão $A_{\text{útil}} = A_{\text{nominal}} \times (1 - \cos 45^\circ)$

J e P significam, respectivamente, janela e porta.

As características dos materiais e componentes da habitação estão apresentadas na tabela 13.

Tabela 13 - Características dos materiais e componentes da habitação

Materiais e Componentes	Características
Paredes	Tijolos cerâmicos com 6 furos, com dimensões de 19×14×9 cm, com argamassa de revestimento externa e interna de 2 cm pintada na cor branco.
Cobertura	Estrutura em madeira, telhas cerâmicas tipo colonial, sem forro.
Pisos	Áreas internas piso cimentado liso, área externa piso cimentado rustico.
Janelas	Janelas de abrir tipo ficha e cobogó de concreto na cozinha e banheiro
Portas	Externas tipo ficha, internas paraná.

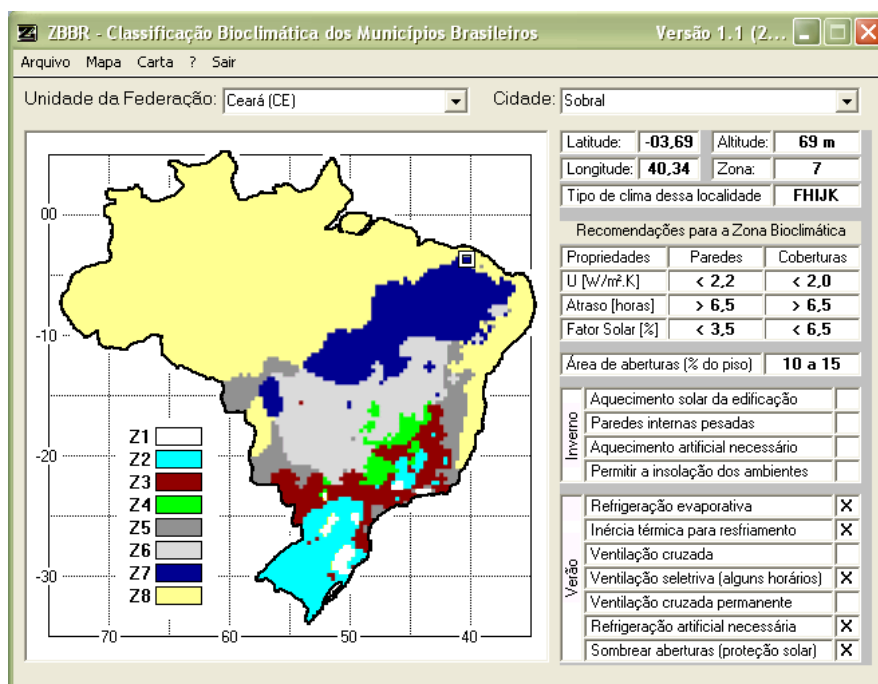
4.2 Diretrizes da NBR 152220-3 para habitações da zona bioclimática 7

De acordo com a norma, a cidade de Sobral/Ceará, município de referência, é classificado como integrante da zona bioclimática 7 com estratégias FHIJK, sigla que indica a utilização das seguintes estratégias de condicionamento passivo:

- **F** - As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.
- **H, I** - Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem.
- **I, J** - A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.
- **K** - O uso de resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.

O *software* ZBBR (2005), elaborado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSCar é um programa de fácil utilização com resultados visuais e descritivos. Nele é possível obter a classificação bioclimática dos municípios brasileiros e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, conforme a ABNT NBR 15220-3, além da zona bioclimática à qual a cidade pertence de acordo com a norma, o seu tipo de clima e as recomendações para as propriedades termo-físicas das paredes e coberturas, área das aberturas para ventilação e as estratégias bioclimáticas para o inverno e verão. A figura 36 foi gerada no *software* ZBBR.

Figura 36 – Classificação bioclimática



Fonte: software ZBBR

As diretrizes construtivas apresentadas acima para zona bioclimática 7 foram analisadas para verificar se as habitações avaliadas nesta pesquisa possuem tais características que favoreçam o desempenho térmico das edificações.

4.3. Rotinas, sensações e preferências térmicas dos moradores das unidades habitacionais do bairro Sumaré.

Um fator que favoreceu a escolha das unidades habitacionais avaliadas foi a disposição do responsável pela residência, ou como eles mesmo se denominam “o dono da casa”, em contribuir com a pesquisa e aceitar, de forma voluntária, responder as perguntas do questionário para levantamento da opinião dos usuários sobre o conforto térmico de suas residências. Assim, no processo de seleção dos entrevistados, inicialmente, apresentou-se a proposta e os objetivos da pesquisa, assim como a importância da participação dos moradores para o desenvolvimento desta. Concluída essa fase, o número de entrevistados foi definido em 10 pessoas, sendo duas por habitação.

No processo de levantamento do número de habitações que conservavam as características originais do projeto de implantação, verificou-se que apenas 6 das 30 habitações se enquadravam no critério estabelecido, entretanto um dos “dono da casa” se negou a contribuir com a pesquisa. Assim, foram escolhidas cinco casas, representando 17% do número de casas

implantadas pelo mesmo programa de habitação municipal. As habitações selecionadas como amostra não apresentam sinais de modificação da configuração original de acordo com o projeto arquitetônico e memorial descritivo obtido nos acervos da Secretaria de Habitação do Município de Sobral.

4.4 Materiais utilizados

Os materiais utilizados nas pesquisas consistiram basicamente dos equipamentos para coleta dos dados de temperatura interna/externa e questionários de avaliação térmica. O modelo do questionário é apresentado no Apêndice A.

Para as medições das variáveis de temperatura utilizou-se termo higrômetros (figura 21) da marca Incoterm, modelo 7666.02.0.00, que apresentam precisão de, aproximadamente, $\pm 1,0$ °C para temperaturas e $\pm 5,0$ % para umidade relativa. O mesmo consiste de um instrumento portátil que pode medir as temperaturas interna, externa e a umidade relativa do ar no ambiente onde trabalha. Possui também a capacidade de armazenar os respectivos valores de máximos e mínimos alcançados ao longo de um período de tempo das temperaturas. Os aparelhos eram novos e foram adquiridos exclusivamente para este trabalho. O termo-higrômetro utilizado está ilustrado na figura 37.

Figura 37 – Termo higrômetro utilizado para medir temperaturas e umidade relativa



Fonte: INCOTERM (2013)

4.4.1 Medições preliminares

As medições preliminares foram efetuadas em julho de 2013. Na ocasião foi realizado o primeiro contato com os moradores e foi explicado o trabalho de pesquisa ao qual eles estavam convidados a participar. O questionário de sensação e preferência térmica que seria respondido em cada medição subsequente foi detalhadamente exposto aos moradores, sendo salientada a

importância da resposta verdadeira nas questões constantes no mesmo, e da cooperação durante as medições para que os dados ambientais fossem coletados sem maiores transtornos.

O objetivo das medições preliminares foi estabelecer o ponto definitivo de medição das temperaturas nos espaços pesquisados. Antes de iniciar a pesquisa, os aparelhos foram calibrados através da conferência entre os valores de umidade relativa (UR) e temperaturas registrados em medições realizadas simultaneamente com os aparelhos posicionados lado-a-lado num mesmo ambiente. Ao realizar esta verificação, percebeu-se que os valores de temperatura tanto interna quanto externa igualaram-se, porém, havia discrepância entre os valores registrados de UR. Entretanto, devido à urgência em realizar a aplicação dos questionários, pois o bairro selecionado para estudo possui alto índice de criminalidade e violência, desconsideraram-se os valores de UR registrados neste período.

O procedimento adotado consistiu em posicionar o aparelho, quando possível, elevado há 60 cm do piso, por representar o nível de abdômen de uma pessoa sentada, a fim de reduzir o efeito de superfícies quentes ou frias no ambiente. O cabo para medir as temperaturas externas foi estendido até a janela mais próxima em que não houvesse incidência solar. Uma vez coletados os valores preliminares, estipulou-se que a medição definitiva da temperatura seria realizada no centro de cada ambiente.

4.4.2 Medições definitivas

A ISO 7726 (1998) indica que, para ocupantes sentados, a medição deve ser feita no nível do abdômen da pessoa, portanto com instrumentos posicionados a 60 cm de altura com relação ao piso, especificação esta que foi seguida tanto nas medições preliminares como nas definitivas.

A leitura dos registros de temperaturas efetuava-se uma vez ao final de cada entrevista a fim de que o aparelho pudesse estabilizar-se no decorrer dos questionamentos aos moradores, no qual os entrevistados registravam o seu voto térmico real através da escala de sensações térmicas e escala de preferências térmicas, conforme os padrões da ISO 10551 (1995). Os moradores eram orientados a respeito da importância de relatar a verdadeira condição térmica que estavam experimentando no momento específico da pesquisa, uma vez que as respostas porventura forjadas seriam invalidadas e, assim, prejudicariam os resultados do trabalho.

4.4.3 – Período proposto para a coleta de dados

A coleta de dados foi iniciada em julho de 2013. O questionário foi aplicado duas vezes por semana durante seis semanas, no período da tarde, nos meses conhecidos como os mais quentes do ano. O objetivo deste método de aplicação é avaliar a continuidade da opinião dos entrevistados e as formas utilizadas por eles no dia da entrevista para obter melhor sensação de conforto térmico em suas residências, caso fosse necessário.

4.5 Obtenções dos índices de conforto através da aplicação do questionário e análise dos dados

O questionário aplicado foi elaborado segundo as pesquisas de Lazzarotto (2007), Gomes (2003), Loureiro (2003) e Krüger e Dumke (2001). O grau de satisfação dos usuários é importante, pois permite verificar se as exigências térmicas adotadas para análise de resultados do desempenho térmico são adequadas à realidade sociocultural analisada.

O questionário é constituído pelos tópicos:

- Identificação do entrevistado;
- Identificação da habitação;
- Informações gerais do entrevistado, onde se investiga o tempo e o número de pessoas que residem na habitação, o período em que o morador entrevistado passa em casa durante a semana, seu estado de saúde e a atividade que desempenhava antes de responder o questionário;
- Informações sobre a residência e a opinião do morador sobre o conforto térmico da habitação;
- Informações sobre os hábitos cotidianos dos entrevistados e os meios comumente utilizados para amenizar o desconforto térmico;
- Informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista para melhorar a sensação de conforto e,
- Informações sobre sensação e preferência térmicas dos entrevistados, através da indicação do seu grau de descontentamento com as condições térmicas momentâneas, conforme escala proposta pela ISO 7730 (2005) e ASHRAE (2004). Antes de iniciar o processo de aplicação oficial do questionário, fez-se um teste a fim de verificar a compreensão das pessoas e o seu correto funcionamento.

No período de aplicação do questionário, os entrevistados ficaram sentados em uma cadeira, em repouso e sempre no mesmo cômodo (sala). Simultaneamente a aplicação do questionário, foram medidas as temperaturas internas e externas das habitações para comparar com a opinião dos entrevistados.

Antes de analisar os dados decorrentes das entrevistas, fez-se a caracterização do verão do ano de 2013 e dos períodos em que ocorreram as entrevistas a partir de dados de temperatura e umidade obtidos do INMET para verificar a representatividade dos dias em que as entrevistas foram aplicadas.

Por fim, reuniram-se as respostas de todas as entrevistas realizadas e encontrou-se, neste conjunto de respostas, o maior número de frequência na repetição das mesmas. Ainda, para avaliar a sensação e a preferência térmicas dos entrevistados, reuniu-se a maior frequência de respostas para cada faixa de temperatura e comparou-se os dados.

5. VERIFICAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DAS UNIDADES HABITACIONAIS NA NBR 15220

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos quanto ao enquadramento, por meio de cálculos matemáticos propostos na parte 2 da NBR 15220 (ABNT, 2008), nas diretrizes propostas na parte 3 da mesma norma.

5.1 Resultados e discussões

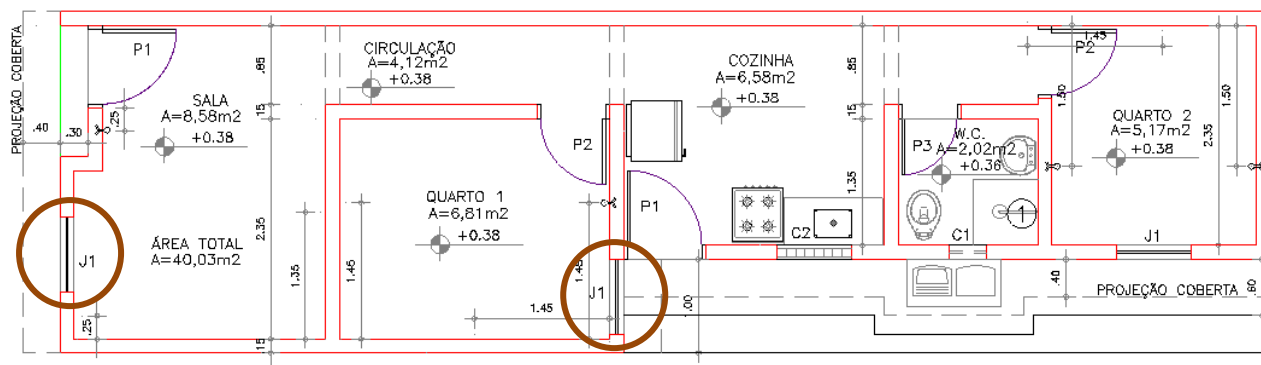
A tabela 14 apresenta as diretrizes para as aberturas quanto à ventilação e sombreamento. De acordo com a tabela, as áreas das aberturas devem ter de 10 a 15% da área do piso. Nos compartimentos sala/quarto da tipologia habitacional analisada, conforme figura 38, existem 2 janelas de área 1,6 m² cada, que correspondem a 3,2 m², e como as janelas são de abrir, possuem 100% de sua capacidade para ventilação, totalizando os 3,2 m² de área para ventilação, o que resulta em 24% da área de piso da sala $A_{\text{sala}} = 8,58 \text{ m}^2$ e 19% $A_{\text{quarto}} = 6,81 \text{ m}^2$. Neste caso, a abertura destinada a ventilação das habitações selecionadas não satisfazem que é estabelecido em norma, pois encontram-se no intervalo de aberturas para ventilação média que vai de $15\% < A < 25\%$, sendo esse intervalo recomendado, pela norma, para as zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 4 e 5.

Tabela 14- Diretrizes para abertura para ventilação e sombreamento para zona bioclimática 7

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
A (em % da área de piso)	
Pequenas	$10\% < A < 15\%$

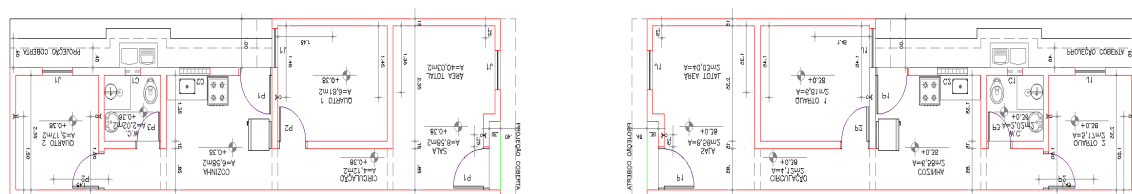
Fonte: NBR 15220-3

Figura 38 - Projeto arquitetônico do ambiente escolhido para avaliação de desempenho térmico.



Fonte: SEHABS, 2009.

Figura 39 – Unidades habitacionais selecionadas para estudo



Fonte: SEHABS, 2009.

A tabela 15 apresenta as características ideais para transmitância térmica, atraso térmico e fator solar das vedações externas admissíveis para a Zona Bioclimática 7.

Tabela 15- Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa.

Vedações Externas	Transmitância Térmica - U	Atraso Térmico - ϕ	Fator de calor Solar – FS ₀
	W/m ² .K	Horas	%
Parede: Pesada	$U \leq 2,20$	$\phi \leq 0,65$	$FS_0 \leq 3,5$
Cobertura: Pesada	$U \leq 2,00$	$\phi \geq 6,5$	$FS_0 \leq 6,5$

Fonte: NBR 15220-3 (ABNT,2005)

Nas tipologias selecionadas o material utilizado para composição do involucro da habitação é bloco cerâmico com dimensões 19x14x9 cm rebocado em ambas as faces, com pintura em caiação na cor branca.

A tabela 16 apresenta as estratégias para condicionamento térmico passivo para zona bioclimática 7 para os períodos de verão.

Tabela 16- Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 7

Estação	Estratégia de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e Massa térmica para resfriamento. J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa).

Fonte: NBR 15220-3

5.2 Análise e sistematização dos resultados da aplicação das diretrizes da NBR 15220

Através dos cálculos realizados, constatou-se que as paredes das casas possuem uma transmitância térmica de 2,40 e 2,44 W/m² K, portanto superior ao valor máximo fixado para a norma, que é de 2,20 W/m² K. (Ver cálculos no apêndice A)

O atraso térmico obtido para as paredes foi de 3,5 horas, consideravelmente inferior ao valor fixado de $\phi \geq 6,5$ horas, não atendendo à norma 15220 da ABNT. O fator de ganho de calor solar, calculado, é também superior ao estabelecido pela norma, sendo de 4,8% quando a norma prevê o limite de 3,5%.

Quanto à verificação do enquadramento das estratégias listadas acima, os ambientes analisados apresentam conformidade com a norma, com a utilização de ventilação seletiva, podendo ela ser somente unilateral para o caso de uma janela estar aberta não havendo possibilidade de ventilação cruzada, se as duas estiverem abertas, uma vez que não estão em faces opostas.

Com relação à indicação da estratégia por resfriamento evaporativo, que consiste na transferência de calor para que a água evapore, a área onde estão situadas as habitações selecionadas para análise possuem em seu entorno um volume de água significativo, a exemplo do Riacho Mucambinho, que possibilita explorar este condicionamento térmico de modo passivo.

De maneira geral, as escolhas dos sistemas construtivos das habitações selecionadas para avaliação de desempenho térmico e verificação de enquadramento na NBR 15220-3 (ABNT, 2005) não atendem os requisitos propostos em norma.

De acordo com a NBR 15220-3 o bloco cerâmico utilizado nas habitações ultrapassou o valor ideal para transmitância térmica, entretanto o mesmo pode ser adaptado com o acréscimo de uma camada de revestimento externo mais isolante, como um material de menor condutividade térmica.

Conclui-se que o método de verificação do enquadramento de edificações as diretrizes e especificações sugeridas pela norma para zonas bioclimáticas é muito simplificado, pois não considera a interação entre os sistemas construtivos que compõe um ambiente, nem tão pouco a orientação de implantação da edificação. Contudo, serve como objeto norteador para os profissionais da área quando da elaboração e execução de projetos.

5.3 Hábitos, sensações e preferências térmicas dos entrevistados

5.3.1 Resultados e discussões

Neste tem-se como objetivo apresentar os resultados obtidos na avaliação dos hábitos, sensações e preferências térmicas dos moradores através da aplicação de questionários. Para a

pesquisa, conforme exposto anteriormente, selecionaram-se 5 habitações do Bairro Sumaré, sendo dois moradores entrevistados por habitação.

O perfil das pessoas entrevistadas é semelhante. A média de idade dos entrevistados é de 40 anos e a maioria ocupa-se com atividades do lar, não exerce atividade remunerada, e é do sexo feminino. Permanece em casa nos três turnos do dia durante a semana, apresenta condições normais de saúde e, antes de responder o questionário, estava realizando atividades de baixa taxa metabólica, como assistir televisão, dormir, atividades domésticas simples, como varrer a casa, lavar louça e roupas. Os moradores entrevistados relataram que residem nas habitações, em média, há três anos, estando bem adaptados as condições térmicas da habitação, e o número de moradores por habitação corresponde, em média, a seis pessoas.

5.3.1.1. Período de verão

As entrevistas foram realizadas entre meados do mês de julho e final do mês de agosto, no período da tarde considerado o período mais quente do dia. Cada morador foi entrevistado duas vezes por semana. O ano de 2013 caracterizou-se por ser quente e apresentar pouca variação de temperatura. A temperatura inferior registrada, durante esse período, foi de, aproximadamente, 23°C e a máxima atingida foi de 37 °C as 18h como se vê na figura 39. A figura 39 ilustra a variação de temperatura (em azul) durante todo o verão de 2013.

Figura 39 - Dados de temperatura e umidade para o período de verão do ano de 2013 para a cidade de Sobral/Ce



Fonte: INMET (2013b)

O início das entrevistas ocorreu no dia 09 de julho e se estendeu até 10 de agosto. Comparando as temperaturas mínimas e máximas registradas em Sobral durante o verão de 2013 com os últimos dados de Normais Climatológicas existentes (1961-1990) para a cidade, que são apresentados na tabela 17, verifica-se que a temperatura mínima registrada no ano de análise foi superior à média das mesmas das Normais Climatológicas, e que a temperatura máxima obtida do INMET para este mesmo período foi equivalente à média dos valores registrados durante os 30 anos. Porém, o ideal seria fazer esta comparação com dados mais recentes, uma vez que as Normais Climatológicas estão defasadas em 22 anos e mudanças climáticas podem ter ocorrido durante este período.

Tabela 17 - Normais Climatológicas para a cidade de Sobral (1961-1990)

Temperatura Mínima (°C)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
23,6	22,0	22,5	22,6	21,3	21,5	21,2	21,4	21,5	21,5	22,0	23,3	22,0
Temperatura Média (°C)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
26,7	27,1	26,2	27,5	26,2	24,9	26,4	27,2	26,3	26,7	27,1	27,1	26,6
Temperatura Máxima (°C)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
33,8	32,9	30,1	31,1	31,2	31,6	33,0	34,8	35,8	35,9	35,6	34,0	33,3
Temperatura Máxima Absoluta (°C)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
38.4-08/66	38.0-05/66	37.8-02/83	36.5-26/83	37.6-15/63	36.2-02/83							
Temperatura Mínima Absoluta (°C)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
						15.2-16/64	16.5-07/74	18.2-06/64	17.6-29/64	17.4-07/64	18.2-11/62	15.2-16/07/64
Precipitação Total (mm)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
101,6	129,1	231,2	218,5	149,5	59,0	24,8	5,1	1,7	6,2	8,8	24,9	960,4
Umidade Relativa (%)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
69,0	74,0	81,0	85,0	80,0	74,0	66,0	55,0	55,0	58,0	57,0	61,0	67,9
Insolação Total (horas)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
188,1	143,5	155,0	151,7	189,3	195,5	234,7	268,2	232,2	233,4	221,8	203,2	2416,6

Fonte: INMET (2013)

Houve a preocupação em aplicar o questionário em dias com temperaturas altas e semelhantes no decorrer dos dois dias anteriores para que a habitação estivesse estabilizada termicamente com o meio externo. A figura 40 e 41 apresenta as temperaturas externas registradas pelo INMET durante a etapa de pesquisa com os moradores.

Figura 40 - Dados de temperatura e umidade para ano de 2013 em que foram aplicados os questionários



Fonte: INMET (2013b)

Figura 41 - Dados de temperatura e umidade para ano de 2013 em que foram aplicados os questionários



Fonte: INMET (2013b)

Os dias em que ocorreram as entrevistas foram 10 e 12 de julho, 17 e 19 de julho, 31 e 1 de agosto. Os dias durante o período de análise, em geral, são semelhantes termicamente. A menor temperatura registrada, conforme INMET, neste período foi 23 °C e a maior foi de 37 °C.

5.3.1.2. Informações sobre as residências

No questionário aplicado as perguntas mais representativas foram:

- A.** Você considera sua casa quente no verão?
- B.** Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha mais quente(s) no verão durante o dia?
- C.** Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha mais quente(s) no verão durante a noite?
- D.** Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha menos quente(s) no verão durante o dia?
- E.** Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha menos quente(s) no verão durante a noite?
- F.** Qual elemento da casa você considera que seja o principal responsável pela entrada do calor durante o verão?
- G.** Em sua casa, como você classifica a ventilação dos seguintes cômodos: sala, dormitórios, cozinha e banheiro?

Os resultados acerca das informações sobre as residências estão apresentados na tabela 18.

Tabela 18 – Informações sobre as residências

Hab	A	B	C	D	E	F	G			
							Sala	Quar1/2	Cozinha	WC
01	Sim	Quarto 1/Cozinha	Qua 1	Qua 2	Qua 2	paredes	ruim	1-péssimo; 2- ruim	Ruim	Péssimo
02	Sim	Sala, Quarto1 e cozinha	Qua 1	Quarto 2, cozinha	Sala	Janelas e cobertura	boa	1-péssimo; 2- ruim	Ruim	Ruim
03	Sim	Sala, Quarto1 e cozinha	Qua 1	Qua 2	Sala	Janelas e paredes	ruim	1-ruim; 2- bom	Ruim	Ruim
04	Sim	Quarto 1/Cozinha	Qua 1	Não tem	Não tem	Janela, parede	ruim	1-péssimo; 2- ruim	Ruim	Ruim
05	Sim	Sala, Quarto1 e cozinha	Qua 1	Qua 2	Sala	Janelas e paredes	ruim	1-ruim; 2- bom	Ruim	Ruim

Analisando os resultados percebe-se a insatisfação em relação ao conforto térmico das habitações das unidades habitacionais estudadas, visto que todos os entrevistados consideram as suas habitações quentes no verão. Os cômodos indicados como sendo os mais quentes no verão durante o dia e a noite são aqueles submetidos à maior incidência solar em que, devido à baixa resistência térmica do envelope construtivo, há a transferência de calor entre o ambiente externo e o interno. Este resultado era esperado considerando-se a importância da orientação solar de cômodos e aberturas para minimizar ganhos de calor no verão. Os cômodos apontados como os mais frescos são aqueles em que os fechamentos externos não sofrem ou sofrem pouca a incidência do sol, geralmente localizados a Sul.

As paredes e a cobertura foram os elementos da habitação apontados pela maioria dos entrevistados, como o principal responsável pela entrada de calor na habitação. Segundo Michels (2007), o maior ganho térmico de edificações térreas dá-se justamente pela cobertura, pois é o fechamento com maior superfície exposta à radiação solar, aumentando a temperatura interna das edificações. Este caso é ainda mais crítico nas habitações estudadas, pois não apresentam nenhum tipo de forro, submetendo os moradores à irradiação direta de calor proveniente da cobertura, além de apresentar uma resistência térmica inferior, facilitando a transferência de calor através deste fechamento para o ambiente interno da edificação.

5.3.1.3. Informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores

As informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores estão apresentados na tabela 19 a seguir. Analisando os resultados, percebe-se que os moradores, na maioria das vezes, sentem-se menos desconfortáveis no exterior das suas habitações, evidenciando o baixo desempenho térmico da edificação. Isto é agravado pelo fato das habitações não apresentarem qualquer tipo de infraestrutura externa, como praças e arborização. Os que relataram permanecer em algum cômodo da habitação durante o dia preferem o cômodo que consideram mais fresco, a sala onde assistem televisão ou aos cômodos em que necessitem realizar alguma atividade doméstica.

A grande parte dos entrevistados relatou que não consegue ficar em casa quando sente muito calor, indicando que o interior das habitações apresenta condições de conforto mais desfavoráveis que o meio exterior, revelando que as soluções arquitetônicas não estão adequadas ao clima da região.

Nesta etapa do questionário os entrevistados responderam as seguintes perguntas:

Quando você sente muito calor, onde você costuma ficar durante a manhã, tarde e noite?

- H.** O que você faz para diminuir a sensação de calor?
- I.** Caso utilize o ventilador, em que período do dia você normalmente costuma ligá-lo mais vezes?
- J.** Com qual frequência?
- K.** Em quais cômodos o ventilador é mais usado?
- L.** Utiliza algum outro equipamento para amenizar a sensação de calor no verão?
- M.** Quando está com calor, você consegue permanecer em algum cômodo da casa sem utilizar o ventilador ou outro tipo de equipamento que melhore a sensação de conforto?
- N.** No verão, costuma manter as janelas totalmente abertas? Em que períodos do dia? manhã (M), tarde (T), noite (N)
- O.** Você cozinha em casa durante a semana o almoço (A) e janta (J)?
- P.** O que você mudaria em sua casa para ela ficar mais fresca no verão?

Tabela 19 - Resultados quanto às informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores das habitações do Residencial Cipriano da Rocha (RCR) e COHAB Tancredo Neves, conforme orientação solar, para situação de verão

Habitação	Período			H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Manhã	Tarde	Noite									
01	Calçada	Quarto 2	Sala	Ventilador	T, N	Todos os dias	Quarto 1, Coz	Não	Não	M, T	A, J	Abriria mais janelas
02	Sala	Sala	Sala	Ventilador	T, N	Todos os dias	Quarto 1	Não	Não	M	A, J	Ampliaria a casa
03	Sala	Quarto 2	Sala	Ventilador	M, T, N	Todos os dias	Quarto 1	Não	Não	M	A, J	Elevaria o telhado
04	Sala	Quarto 2	Sala	Ventilador	T, N	Todos os dias	Quarto 1, sala	Não	Não	M, T	A, J	Abriria mais janelas
05	Sala	Sala	Sala	Ventilador	T,N	Todos os dias	Quarto 1	Não	Não	M	A, J	Ampliaria a casa

O meio utilizado pelos moradores para diminuir a sensação de calor é o uso de ventiladores. Devido às poucas condições financeiras, todas as pessoas entrevistadas relataram não apresentar outro tipo de equipamento para amenizar a sensação de calor, a não ser o ventilador, que é utilizado praticamente todos os dias independentes do horário. O uso intensivo de aparelhos ventiladores confirma a má qualidade construtiva quanto à térmica das habitações para o clima local. Os cômodos em que o ventilador é mais utilizado são os quartos e a sala, lugares de maior permanência dos moradores. Ainda, percebe-se há uma ligação entre os cômodos apontados como sendo os mais quentes e os cômodos em que os ventiladores são mais utilizados.

Em relação à ventilação, a maioria dos entrevistados relatou que abre as janelas para refrescar a habitação apenas durante a manhã. Quanto às mudanças que o entrevistado faria em sua habitação para melhorar o conforto térmico, as mais apontadas pelos moradores foram à ampliação da habitação, a abertura de nova janela na parede sala/quarto, o que contribuiria para uma melhor ventilação, demonstrando que os entrevistados tem noção empírica da importância da ventilação para o arrefecimento das temperaturas internas para a melhoria do conforto térmico da habitação e a construção de varandas, solução que poderia ser eficaz para bloquear a incidência direta do sol nos fechamentos da habitação e, assim, amenizar o acúmulo de calor nos mesmos e a transferência de calor para o meio interno.

5.3.1.4. Informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista

As informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista estão apresentadas na tabela 20. Os dias em que foram feitas as entrevistas apresentaram temperaturas altas, assim como os dias anteriores que também se apresentaram uniformes. Na maior parte dos dias em que houve as entrevistas, os moradores permaneceram em casa no dia da entrevista, condição considerada ideal para avaliar os hábitos e os meios comumente utilizados por eles no dia para melhorar a sensação de conforto térmico na habitação.

Os moradores entrevistados apresentam hábitos semelhantes. Na maioria das vezes, houve a necessidade de utilizar o ventilador e abrir as janelas para se refrescarem. Manter as janelas abertas durante o período da manhã é um hábito muito comum observado na população. O ventilador foi mais vezes ligado durante a madrugada e a tarde, nos quartos e na sala, locais de maior permanência das pessoas, e todas as janelas foram geralmente fechadas na noite anterior e abertas pela manhã, permanecendo abertas até o momento da entrevista.

Nesta etapa do questionário os entrevistados responderam as seguintes perguntas:

- Q.** Você permaneceu em casa desde ontem à noite até o momento da entrevista?
- R.** Entre o final do dia de ontem até agora, houve a necessidade de utilizar o ventilador? Se sim, que horas ele ficou ligado? Em quais cômodos da casa?
- S.** Entre o final do dia de ontem até agora, houve a necessidade de utilizar algum outro equipamento para refrescar a casa? Em quais cômodos da casa?
- T.** Entre o final do dia de ontem até agora, houve a necessidade de abrir as janelas para refrescar a casa? Em quais cômodos da casa?

Tabela 20 - Resultados quanto às informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista

Habitação	Q	R	S	T
01	Sim	Sim, todo tempo.	Quarto 1	- - fechou na noite anterior, abriu de manhã e manteve-se aberta até o momento da entrevista
02	Sim	Sim, tarde e noite.	Quartos	- - fechou na noite anterior, abriu de manhã e manteve-se aberta até o momento da entrevista
03	Sim	Sim, todo tempo.	Quarto 1	- - fechou na noite anterior, abriu de manhã e manteve-se aberta até o momento da entrevista
04	Sim	Sim, todo tempo.	Quarto 1	- - fechou na noite anterior, abriu de manhã e manteve-se aberta até o momento da entrevista
05	Sim	Sim, tarde e noite.	Quartos	- - fechou na noite anterior, abriu de manhã e manteve-se aberta até o momento da entrevista

Os hábitos dos moradores indicam a baixa qualidade construtiva da habitação, que não considera os aspectos locais quanto ao clima em seus métodos construtivos e em seus projetos arquitetônicos, e a insatisfação dos mesmos quanto ao conforto térmico proporcionado pela habitação, visto que necessitam utilizar de meios artificiais, como ventiladores, para melhorar a sensação de conforto em suas habitações, além de manter as janelas totalmente abertas para refrescar a habitação e impedir que a temperatura interna ultrapasse a externa.

5.3.1.5. Informações sobre a sensação e preferência térmica dos entrevistados

Para análise da relação entre a sensação expressa pelos entrevistados, obtida conforme modelos apresentados pela ISO 7730 (2005) e ASHRAE (2004), e a temperatura no momento da entrevista, mensurou-se as temperaturas internas e externas às habitações e comparou-se com a opinião dos entrevistados. O registro das temperaturas internas e externas para cada dia de entrevista para as habitações dos dois conjuntos habitacionais pode ser observado nas figuras 42 a 43 a seguir.

Figura 42 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do dia 10/07/2013

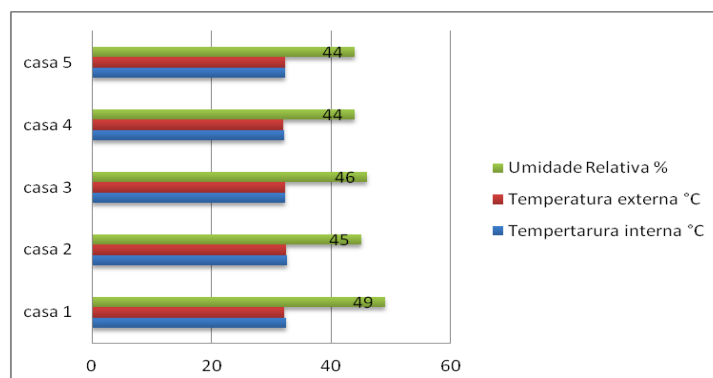
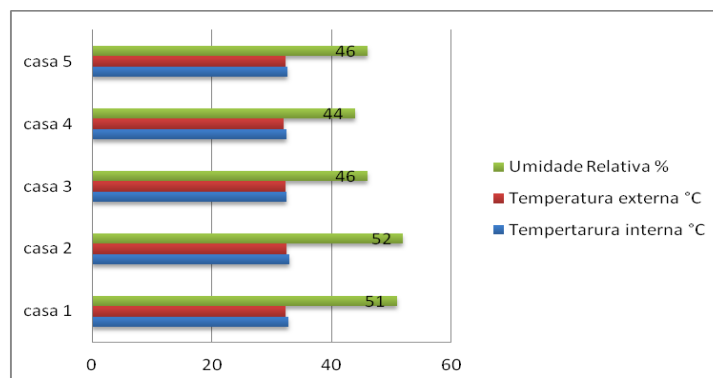


Figura 43 - Temperaturas internas e externas registradas durante as entrevistas do dia 10/08/2013



Analisando os registros de temperaturas internas e externas obtidos no momento das entrevistas, no intervalo de horas de 17 as 19h, percebe-se que as temperaturas registradas no interior das habitações estavam, geralmente, muito próximas ou ligeiramente acima das externas e variaram entre 32,2 °C e 33 °C, ultrapassando o limite superior da zona de conforto térmico estabelecido por Givoni (1992), ou seja, 29 °C. Os resultados quanto às informações sobre a sensação e preferência térmica dos entrevistados estão apresentados na tabela 21. A maioria das pessoas relatou não estar em desconforto em relação a sua vestimenta, já que estavam vestindo roupas leves, próprias para o verão.

Tabela 21 - Informações sobre a sensação e preferência térmica dos entrevistados

Faixa de temperatura interna (°C)	Neste momento, como você está se sentindo?	Neste momento, como você gostaria de estar se sentindo?	De que maneira você se encontra neste momento?
32,0 - 32,5	Com calor	Bem mais refrescado	Desconfortável
32,5 – 33	Com muito calor	Bem mais refrescado	Desconfortável

Analisando os dados, percebe-se que, para praticamente todas as faixas de temperaturas internas registradas, os moradores relataram sentir desconforto em relação à sensação térmica dentro da habitação, o que está de acordo com o estabelecido por Givoni (1992), conforme as temperaturas mensuradas. No geral, quanto maior a temperatura no interior da habitação, maior a sensação de desconforto térmico, menor o grau de satisfação e menor o grau de conforto térmico do entrevistado.

Portanto, analisando as sensações dos entrevistados, verifica-se a baixa qualidade térmica das habitações em estudo e este resultado é ainda mais preocupante ao se tratar de HIS em que os moradores, geralmente, não apresentam condições financeiras para melhorar a sensação de conforto térmico da residência através de métodos artificiais ou por meio de melhorias nos fechamentos das habitações.

5.4. Comparação entre os resultados obtidos quanto à opinião dos entrevistados e ao desempenho térmico das habitações

Embora o número de entrevistados seja reduzido, não permitindo, portanto, generalizar os resultados, fez-se a comparação entre os resultados obtidos quanto à opinião dos entrevistados e ao desempenho térmico encontrado a partir do método proposto pela NBR 15220 (ABNT, 2005)

Traçando um paralelo entre os resultados obtidos para as duas análises, percebe-se que o desempenho térmico insatisfatório das habitações encontrado a partir da aplicação do método de avaliação reflete a opinião dos entrevistados. Os moradores indicam sinais de descontentamento em relação ao desempenho das habitações, como sentir-se mais confortável no exterior das habitações que no interior; necessidade do uso constante de equipamentos para melhorar a sensação de conforto térmico nas habitações, mesmo que este hábito gere custos que, para este tipo de população, é bastante oneroso em seus orçamentos familiares; necessidade de deixar as janelas abertas. A opinião dos moradores corrobora com o desempenho térmico das habitações e revela que elas apresentam fragilidades em relação ao conforto térmico e que não apresentam soluções projetuais adequadas para as condições climáticas da cidade de Sobral, Ce.

A insatisfação dos moradores em relação ao meio térmico das habitações e a conformidade entre opinião dos entrevistados e desempenho real podem ser observados por meio de algumas perguntas realizadas e de alguns parâmetros calculados. O elemento apontado pela maioria dos entrevistados como sendo o principal responsável pelo ganho e perda de calor pela edificação são paredes e cobertura, o que corrobora os resultados encontrados para estes parâmetros térmicos.

6. CONCLUSÕES

Nesta dissertação avaliou-se o desempenho e conforto térmico de unidades habitacionais no Bairro Sumaré, município de Sobral. Este foi embasado em pesquisas de campo onde foram medidas as temperaturas internas e externas nas habitações pesquisadas, bem como foram levantadas as variáveis pessoais dos moradores participantes da pesquisa, suas sensações e preferências térmicas.

Na revisão bibliográfica procurou-se apresentar as principais pesquisas, bem como seus resultados mais significativos com relação ao tema. Foram devidamente enfocados os aspectos relativos às definições e a caracterização das variáveis de influência sobre o conforto térmico humano. Discutiu-se, também, sobre a normatização brasileira que trata do assunto, além do uso de ferramentas computacionais para simulação dos níveis de conforto térmico. Aliado a isso, verificou-se que produção da habitação e os aspectos qualitativos referentes ao conforto térmico estão diretamente associados ao processo de constituição da cidade, englobando as etapas de urbanização, as políticas habitacionais adotadas e a construção do espaço urbano.

A metodologia aplicada para a avaliação de desempenho teve como base os requisitos e critérios propostos pela NBR 15220 (ABNT, 2005), que são obtidos a partir do cálculo matemático de parâmetros térmicos que consideram o desempenho de componentes da edificação. Através dos cálculos realizados, constatou-se que as paredes das casas possuem uma transmitância térmica de 2,40 e 2,44 W/m² K, portanto, superior ao valor máximo fixado para a norma, que é de 2,20 W/m²K. O atraso térmico obtido para as paredes foi de 3,5 horas, consideravelmente inferior ao valor fixado de $\phi > 6,5$ horas, não atendendo à norma 15220 da ABNT. O fator de ganho de calor solar calculado é também, superior ao estabelecido pela norma, sendo de 4,8% quando a norma prevê o limite de 3,5%.

As habitações selecionadas para avaliação fazem parte do programa municipal para construção de cinquenta unidades habitacionais no bairro Sumaré. O projeto visa o benefício de famílias que residiam em casas de taipa. A obra de construção teve início em janeiro de 2008 e até o momento conta com 30 unidades prontas e em utilização. As moradias são isoladas e alguns dos projetos arquitetônicos são personalizados. As habitações são térreas e apresentam uma área total de 40,00 m². São constituídas por dois dormitórios, sala e cozinha, circulação, banheiro e área de serviço externa. De maneira geral, a escolha do sistema construtivo das habitações selecionadas para avaliação de desempenho térmico e verificação de enquadramento na NBR 15220-3 (ABNT, 2005) não atendem os requisitos propostos em norma. Conclui-se que o método de verificação do enquadramento de edificações as diretrizes e especificações sugeridas pela norma para zonas

bioclimáticas é muito simplificado, pois não considera a interação entre os sistemas construtivos que compõe um ambiente, nem tão pouco a orientação de implantação da edificação. Contudo, serve como objeto norteador para os profissionais da área quando da elaboração e execução de projetos.

Avaliou-se, também, a percepção dos usuários através de questionários. Analisando os registros de temperaturas internas e externas obtidos no momento das entrevistas, percebe-se que os dias em que ocorreram as entrevistas apresentaram temperaturas equivalentes. As temperaturas registradas no interior das habitações estavam, geralmente, muito próximas ou ligeiramente acima das externas e variaram entre 32,2 °C e 33 °C, ultrapassando o limite superior da zona de conforto térmico estabelecido por Givoni (1992), ou seja, 29 °C. Portanto, analisando as sensações dos entrevistados, verifica-se a baixa qualidade térmica das habitações em estudo e este resultado é ainda mais preocupante ao se tratar de HIS em que os moradores, geralmente, não apresentam condições financeiras para melhorar a sensação de conforto térmico da residência através de métodos artificiais ou por meio de melhorias nos fechamentos das habitações.

Traçando um paralelo entre os resultados obtidos para as duas análises, percebe-se que o desempenho térmico insatisfatório das habitações encontrado a partir da aplicação do método de avaliação reflete a opinião dos entrevistados. Os moradores indicam sinais de descontentamento em relação ao desempenho das habitações, como sentir-se mais confortável no exterior das habitações que no interior; necessidade do uso constante de equipamentos para melhorar a sensação de conforto térmico nas habitações, mesmo que este hábito gere custos que, para este tipo de população, é bastante oneroso em seus orçamentos familiares; necessidade de deixar as janelas abertas. A opinião dos moradores corrobora com o desempenho térmico das habitações e revela que elas apresentam fragilidades em relação ao conforto térmico e que não apresentam soluções projetuais adequadas para as condições climáticas da cidade de Sobral, Ce.

Os resultados mostram que as habitações avaliadas possuem desempenho térmico insatisfatório. Quanto aos resultados das entrevistas, pode-se perceber que o desempenho térmico calculado reflete a opinião dos entrevistados que consideram suas habitações termicamente desconfortáveis.

Deste modo, pode-se concluir que:

Quanto à avaliação matemática de desempenho térmico proposta pela NBR 15220, as habitações avaliadas não alcançaram resultados satisfatórios, pois não apresentam características construtivas adequadas ao clima local;

Quanto às melhorias que podem ser propostas a fim de proporcionar melhor conforto térmico aos usuários considerando o contexto climático local, tem-se: coberturas mais resistentes

termicamente, que apresentem mais camadas ou camadas mais espessas; aberturas que atendam à área mínima exigida pelas normas de desempenho.

Quanto à opinião dos usuários, apesar de o estudo ter ficado bastante restrito, pode-se concluir que: os entrevistados consideram as habitações termicamente desconfortáveis, estando insatisfeitos com o ambiente térmico em que vivem;

Quanto aos hábitos dos moradores, verifica-se que o interior das habitações, geralmente, apresenta condições de conforto inferiores ao meio exterior revelando que as soluções arquitetônicas não estão adequadas ao clima da região; o uso intensivo de equipamentos para melhorar a sensação de conforto térmico, que muitas vezes são ineficientes, evidencia o mau desempenho térmico das habitações; o grau de satisfação dos entrevistados, obtido através do PMV, durante os dois períodos de análise, reflete o baixo desempenho térmico das habitações.

6.1 Sugestões para futuros trabalhos

Concluindo esta pesquisa, recomendam-se alguns assuntos a serem abordados em trabalhos futuros:

- a) aplicar a metodologia utilizada neste trabalho em outras unidades habitacionais da cidade de Sobral-Ce, a fim de encontrar melhores soluções quanto ao conforto térmico e poder propor padrões locais de desempenho higrotérmico;
- b) complementar a análise de desempenho através da realização de medições *in loco* de temperaturas e umidade relativa;
- c) avaliar a opinião dos entrevistados em outros períodos climáticos com o intuito de perceber se há alteração na percepção dos usuários e ao conforto térmico proporcionado pela habitação.
- d) difusão dos estudos sobre o desempenho térmico dos materiais de modo a melhorar a qualidade de vida da população.
- e) inclusão de variáveis de caráter urbanístico nos estudos de modo ampliar a eficiência energética a partir das relações com o entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. M. **Da experiência ambiental ao projeto arquitetônico: um estudo sobre o caminho do conhecimento na arquitetura**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- ARAÚJO, R.R. **O conforto térmico e as implicações na saúde**. Caderno de Pesquisa. São Luis, v.19, n.3. set|dez 2012.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2004, 27 p.
- ABNT NBR 15220-2/2005 **Desempenho Térmico de Edificações** (Parte 2: Métodos de cálculos da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações). (ABNT NBR 15220-2, 2005).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **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.
- AKUTSU, M.; VITTORINO, F. **A Tendência Atual dos Métodos de Avaliação do Desempenho Térmico e Energético de Edificações**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 147-151.
- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI). **ANSI/ASHRAE 55: Thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta: ANSI, 1981.
- AULICIEMS, A., SZOKOLAY, S. V. **Thermal Comfort**. Kenmore: University of Queensland – Department of Architecture, 1997.
- BARBOSA, M.J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- BATIZ, E. C.; Goedert, J.; Morsch, J. J.; Kasmirski-Jr, P.; Venske, R. **Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória**. Produção, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.
- CARVALHO, A. W. B. **A descentralização formal: o processo de descentralização pós Constituição Federal de 1988 nos municípios de pequeno porte demográfico da Zona da Mata de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São

Paulo, 2000.

DUARTE, J.S.S; CARACRISTI, I. **Clima e qualidade de vida na cidade de Sobral: buscando a dimensão cotidiana dos estudos climáticos**. Revista casa da geografia de Sobral, Sobral v. 6|7, n.1, p.95-108, 2004|2005.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973.

FERNANDES, L.C. & KRUGER, E.L.; Equações preditivas na avaliação do desempenho térmico de habitações de interesse social. Programa de pós-graduação em tecnologia, semana de tecnologia, p.1, Curitiba 2000/2001.

FRANCISCO, M.L., **Recomendações de conforto térmico para projeto arquitetônico e implantação de unidades habitacionais em assentamentos rurais**. 2009. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo). Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GIVONI, B. Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines. **Energy and Buildings**, v. 18, n. 1, 1992.

GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture**. London: Applied Science Publishers Ltd, 1981.

GIVONI, B., **Passive and Low Energy Cooling Buildings**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

GIVONI, B., **Climate Considerations Buildings and Urban Design**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

GOMES, R. C.C, SILVA, A.B, SILVA, V. P. Política habitacional e urbanização no Brasil. In: Scripta Nova. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98 Vol. VII, núm. 146(083), 2003.

GONÇALVES *et al.* **Ambiente construído, clima urbano, utilização racional de energia nos edifícios da cidade de Lisboa**. Lisboa: INETI, 2004.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas para a cidade de Sobral (1961-1990)** INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Genebra, 1994, 5 p.

_____. **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Genève, 1996. 66p

IPLANCE. (1995). Atlas do Ceará. Fortaleza, 64 p.

ISO 7730. **Moderate thermal environments – determination of the OMV e PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.** International Standard, 19 p, (1998).

KRUGER, E.L.& LAMBERTS, R., Avaliação de desempenho térmico de casas populares. Entac 2000, VII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Salvador, 2000.

KUCHENBECKER, L.C.; SZUCS, C.P.; PEREIRA, F.O.R. **Habitabilidade e conforto ambiental no projeto da habitação de interesse social.** In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 199, p.1-8.

LABAKI, L.; KOWALTOWSKI, D. Projeto padrão de conjuntos habitacionais de Campinas e seu conforto térmico: Análise de possíveis melhorias. In: Qualidade e tecnologia na habitação, 1995, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Antac, 1995.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.

LAZZAROTTO, Nébora. **Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do Ensino Fundamental de Ijuí-RS.** 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

LIMA, Glenio; PEDRINI, Aldomar; ALVES, André. **Avaliação do desempenho térmico de uma habitação de interesse social localizada no clima quente e úmido da cidade de Parnamirim/RN com base no método de simulação do RTQ-R.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 14. Juiz de Fora/MG. **Anais...** ENTAC, 2012.

LOUREIRO, Kelly Cristina Gonçalves. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia de residências na cidade de Manaus.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2003. 139p.

MATOS, Michele. **Simulação computacional do desempenho térmico de residências em Florianópolis utilizando a ventilação natural.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. **Incidência das Variáveis Projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios.** Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1992.

MASCARÓ, Lucia Raffo de. **Ambiência Urbana = Urban environment.** Porto Alegre: Sagra: DC Luzzatto, 1996. Edição bilígue: Português-Inglês. 199 p.

MENDES, N. et al . **Building Simulation in Brazil.** In: Seventh International IBPSA Conference, Rio de Janeiro. SEVENTH INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE – BUILDING

SIMULATION, 01, 2001. P 3-14.

MENEZES, M. S. **Avaliação do Desempenho Térmico de Habitações Sociais de Passo Fundo – RS**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2006.

MORELLO, Alessandro. **Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional Alvorada**. 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MORELLO, A., GRIGOLETTI, G., SATTLER, M. A. **Analysis of thermal behaviour of a low cost, single-family, housing prototype considering specific climatic conditions**. In: 23th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Genève. **Proceedings...** Université de Genève. 2006.

NAYAK, J.K.;HAZRA,R.; PRAJAPATI, J. **Manual on solar passive architecture**. Solar Energy Centre, MNES Govt. of India, New Delhi, 1999, cap.4.

NICOL, F. **A Hanbook for Field Studies Toward an Adaptive Model**. Londres: University of East London, 1993.

NICOL, F., JAMY, G. N., et al. **A Survey of Thermal Comfort in Pakistan toward new indoor temperature standards**. Oxford: Oxford Brookes University, School of Architecture, 1994.

NICOL, F., KESSLER, M. R. B. “Perception of Comfort in Relation to Weather and Indoor Adaptive Opportunities” In: Symposium on Field Studies of Thermal Comfort and Adaptation: Part 1. ASHRAE Transactions: Symposia. Atlanta: 1998, p. 1005-1017.

NICOL, F., ROAF, S. “Pioneering new indoor temperature standards: the Pakistan project”. **Rev. Energy and Buildings**. Lausanne: v. 23, p. 169-174, 1996.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1979.

OLIVEIRA, Mariela Cristina Ayres de. **Os primeiros estudos sobre conforto térmico no Brasil: a contribuição de Paulo Sá**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2005.

PERALTA, Graziela. **Desempenho térmico de telhas: análise de monitoramento e normalização específica**. 2006.131f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola De engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

PEREIRA, F. O. R.; KREMER, A.; KUCHENBECKER, L. C. **Uma investigação sobre a adequação climática de habitações de interesse social**. In: ENCONTRO NACIONAL DE

TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8. **Anais...**Salvador, Bahia, 2000.

PEREIRA, M. C. **Habitação e Meio-Ambiente: Uma abordagem crítica para o projeto sustentável**, 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2003.

POLIÃO, M. V. **Da Arquitetura**. São Paulo. Hucitec, Annablume, 1999. Tradução de: Viitruvii de Arquitetura Libri Decem.

ROCHA, Herbert C., **O lado esquerdo do Rio**. São Paulo: Hucitec, 2003.

RORIZ, M. **Conforto Térmico e Economia de Energia em Edificações**. UFSCar: São Paulo, 1991.

SALDARRIAGA, A. **Habitabilidade**, Fondo Editorial Escala, Bogotá, 1981.

SATTLER, M.A.A. Avaliação de desempenho térmico de edificações pela CIENTEC. In: ENCONTRO DE NORMALIZAÇÃO LIGADA AO USO RACIONAL DE ENERGIA E AO CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES, 1991, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: FSC, 1991. p. 145-149.

SCHLEE, A.R. **O Clima e a Arquitetura Brasileira**. Revista Ciência & Ambiente, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, n. 22, p. 19-34, jan./jun. 2001.

SILVA, H. C.; KINSEL, L. S. Região Climática de Porto Alegre: revisão climática para um desenho inteligente e uma arquitetura adequada. **Revista ARQ texto**, Porto Alegre: PROPAR, n. 9, p. 124-132, jan./jun. 2007.

SILVEIRA, A.L.R.C. **Parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical sub-úmida do Brasil**. 2007. Tese. (Doutorado em Arquitetura) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SORGATO, Marcio José. **Desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ventiladas naturalmente**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2009.

STRACHAN, P.; VANDAELE, L. Outdoor Testing of Building Components: case studies. **Building and Environment**, v.43, n.2, p.129-142, 2008.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel:FAPESP:Lincoln Institute, 2001.

VILLAR, J.D. **O conforto pleno como referencial no processo de projeto arquitetônico**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

WILDE, P.D.; VORDEN, M.V.D. Providing computational support for the selection of energy saving building components. **Energy and Building**, v.36, n.8, p.737-748, 2004.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias – Teoria física aliada a estudos de campo**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

ZBBR – Zoneamento Bioclimático do Brasil. Versão 2004. Desenvolvido por: RORIZ, Mauricio. Software. São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 2004.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

QUESTIONÁRIO

Caro Morador,

Você sabe o que conforto térmico? **Conforto** é você se sentir bem e **térmico** está relacionado à temperatura. Frio ou calor, o que você está sentindo agora? Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa sobre conforto térmico. Vamos avaliar como você está se sentindo neste momento, se está em situação de bem-estar, com calor, com frio. A sua participação, respondendo a verdade em cada pergunta, é muito importante para o sucesso desta pesquisa. Assim poderemos conhecer qual a situação térmica mais apropriada para o bom desempenho da sua residência.

Identificação do entrevistado

- a) Nome: _____
- b) Idade: _____
- c) Sexo: () F () M
- d) Profissão: _____

Identificação da Habitação

Data e local: _____

Hora: _____

Número da casa e quadra: _____

Temperatura no interior da casa: _____

Temperatura no exterior da casa: _____

1. Informações gerais:

- a) Há quanto tempo você mora nesta residência? _____
- b) Quantas pessoas moram na residência? _____
- c) Qual|Quais o(s) período(s) que você fica em casa durante a semana?
☐ manhã ☐ tarde ☐ noite
- d) Qual|Quais período(s) você fica em casa durante o final de semana?
☐ manhã ☐ tarde ☐ noite
- e) Qual seu estado de saúde atual?
☐ perfeitas condições de saúde ☐ condições alteradas de saúde.
 Se sim, qual motivo? ☐ gripe ☐ resfriado ☐ outros
- f) Que atividade estava realizando antes de responder este questionário? _____
- g) Em que parte da residência você está respondendo o questionário? _____

2. Informações sobre a residência:

- a) Você considera sua casa quente no verão? ☐ sim ☐ não
- b) Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha mais quente(s) no verão durante o dia? _____
- c) Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha mais quente(s) no verão durante a noite? _____
- d) Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha menos quente(s) no verão durante o dia? _____
- e) Qual/quais é/são o(s) cômodo(s) que você acha menos quente(s) no verão durante a noite? _____
- f) Qual elemento da casa você considera que seja o principal responsável pela entrada do calor?
☐ telhado ☐ paredes ☐ aberturas – portas e janelas
- g) Em sua casa, como você classifica a ventilação dos seguintes cômodos:
- Sala: ☐ ótima ☐ boa ☐ ruim ☐ péssima
- Dormitórios: ☐ ótima ☐ boa ☐ ruim ☐ péssima
- Cozinha: ☐ ótima ☐ boa ☐ ruim ☐ péssima
- Banheiro: ☐ ótima ☐ boa ☐ ruim ☐ péssima

3. Informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores:

a) No verão, quando você sente muito calor, onde você costuma ficar durante:

manhã

☐ sala ☐ quarto ☐ cozinha ☐ calçada ☐ outro _____

Por que? _____

tarde

☐ sala ☐ quarto ☐ cozinha ☐ calçada ☐ outro _____

Por que? _____

noite

☐ sala ☐ quarto ☐ cozinha ☐ calçada ☐ outro _____

Por que? _____

b) O que você faz para diminuir a sensação de calor?

☐ tomar banho ☐ ligar o ventilador ☐ se abanar ☐ ir para uma sombra fora de casa

☐ outro _____

c) Caso utilize o ventilador, em que período do dia você normalmente costuma ligá-lo mais vezes?

☐ manhã ☐ tarde ☐ noite

Com qual frequência?

☐ todos os dias ☐ alguns dias ☐ raramente

Em quais cômodos o ventilador é mais usado? _____

d) Utiliza algum outro equipamento para amenizar a sensação de calor?

☐ sim, qual? _____ ☐ não

e) Quando está com calor, você consegue permanecer em algum cômodo da casa sem utilizar o ventilador ou outro tipo de equipamento que melhore a sensação de conforto?

☐ sim ☐ não

f) Costuma manter as janelas totalmente abertas?

☐ sim, em que horário? ☐ manhã ☐ tarde ☐ noite

☐ não

g) Você cozinha em casa durante a semana?

almoço: ☐ sim ☐ não

jantar: ☐ sim ☐ não

h) O que você mudaria em sua casa para ela ficar mais fresca no verão? _____

4. Informações sobre os hábitos dos moradores no dia da entrevista:

a) Você permaneceu em casa desde ontem à noite até o momento da entrevista?

☐ sim ☐ não

b) Entre o final do dia de ontem até agora, houve a necessidade de utilizar o ventilador?

☐ sim ☐ não

Se sim, que horas ele ficou ligado? _____h até _____h.

Em quais cômodos da casa? _____

c) Entre o final do dia de ontem até agora, houve a necessidade de utilizar algum outro equipamento para refrescar a casa?

☐ sim, qual? _____ ☐ não

Se sim, que horas ele ficou ligado? _____h até _____h.

Em quais cômodos da casa? _____

d) Entre o final do dia de ontem até agora, houve a necessidade de abrir as janelas para refrescar a casa?

☐ sim ☐ não

Se sim, em que hora? _____h até _____h.

Em quais cômodos da casa? _____

5. Informações sobre a sensação e preferência térmicas dos entrevistados

a) Neste momento, como você está se sentindo?

☐ com muito calor

☐ com calor

☐ só com um pouquinho de calor

☐ em bem-estar, nem com calor nem com frio

☐ só com um pouquinho de frio

☐ com frio

☐ com muito frio

b) Neste momento, como você gostaria de estar se sentindo?

☐ bem mais aquecido

- () mais aquecido
 () só um pouquinho mais aquecido
 () assim mesmo, nem mais aquecido nem mais refrescado
 () só um pouquinho mais refrescado
 () mais refrescado
 () bem mais refrescado

c) De que maneira você está se encontra neste momento?

- () confortável
 () levemente desconfortável
 () desconfortável
 () muito desconfortável

d) Você está com sensação de desconforto em relação a sua vestimenta?

- () sim () não

Caso sim, qual peça de roupa causa este desconforto? _____

e) Marque na planilha abaixo o que você está vestindo neste momento.

Chinelo		Camisa	
Sandália		Saia curta	
Tênis		Saia longa	
Sapato		Vestido longo	
Bota		Camisola	
Pantufa		Short	
Meia		Pijama	
Meia calça		Calcinha	
Calça jeans		Cueca	
Calça de tecido fino		Soutien	
Calça de moletom		Top	
Camiseta manga curta		Saia média	
Camiseta manga longa		Bermuda	
Regata		Vestido curto	

Outro? _____

APÊNDICE B – CÁLCULOS DE TRANSMITÂNCIA T

Dados:

Dimensões do tijolo: 19x14x9 cm (6 furos)

$\lambda_{\text{cerâmica}} = 0,90 \text{ W/(m.K)}$ ver tabela B.3 NBR 15220-2 (ABNT, 2005)

$\rho_{\text{cerâmica}} = 1600 \text{ Kg/m}^3$

$c_{\text{cerâmica}} = 0,92 \text{ KJ/(Kg.K)}$ ver tabela B.3 NBR 15220-2 (ABNT, 2005)

$\lambda_{\text{argamassa}} = \lambda_{\text{reboco}} = 1,15 \text{ W/(m.K)}$ ver tabela B.3 NBR 15220-2 (ABNT, 2005)

$\rho_{\text{argamassa}} = \rho_{\text{reboco}} = 2000 \text{ Kg/m}^3$

$c_{\text{argamassa}} = c_{\text{reboco}} = 1,00 \text{ KJ/(Kg.k)}$ ver tabela B.3 NBR 15220-2 (ABNT, 2005)

onde,

λ - condutividade térmica do material – W/(m.K)

ρ - Densidade de massa aparente do material – kg/m³

c - calor específico – kJ (kg.K)

1) Resistência térmica da parede

Na **Seção A** tem-se reboco + argamassa + reboco

$$A_a = 0,01 \times 0,19 + 0,01 \times 0,15 = 0,0034 \text{ m}^2$$

$$R_a = \frac{e_{\text{reboco}}}{\lambda_{\text{reboco}}} + \frac{e_{\text{argamassa}}}{\lambda_{\text{argamassa}}} + \frac{e_{\text{reboco}}}{\lambda_{\text{reboco}}}$$

$$R_a = \frac{0,02}{1,15} + \frac{0,10}{1,15} + \frac{0,02}{1,15}$$

$$\text{Tem-se que } R_a = 0,1217 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

Na **Seção B** tem-se reboco + tijolo + reboco

$$A_b = 0,01 \times 0,19 = 0,0019 \text{ m}^2$$

$$R_b = \frac{e_{\text{reboco}}}{\lambda_{\text{reboco}}} + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} + \frac{e_{\text{reboco}}}{\lambda_{\text{reboco}}}$$

$$\lambda_{\text{reboco}} \quad \lambda_{\text{cerâmica}} \quad \lambda_{\text{reboco}}$$

$$R_b = \frac{0,02}{1,15} + \frac{0,10}{0,90} + \frac{0,02}{1,15}$$

Tem-se que $R_b = 0,1459 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Na Seção C tem-se reboco + tijolo + câmara de ar + tijolo + câmara de ar + tijolo + reboco

$$A_c = 0,04 \times 0,19 = 0,0076 \text{ m}^2$$

$$R_c = \frac{e_{\text{reboco}}}{\lambda_{\text{reboco}}} + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} + R_{\text{ar}} + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} + R_{\text{ar}} + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} + \frac{e_{\text{reboco}}}{\lambda_{\text{reboco}}}$$

$$R_c = \frac{0,02}{1,15} + \frac{0,015}{0,90} + 0,16 + \frac{0,01}{0,90} + 0,16 + \frac{0,015}{0,90} + \frac{0,02}{1,15}$$

Tem-se que $R_c = 0,3992 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Portanto a resistência da parede será:

$$R_t = \frac{A_a}{R_a} + 4 \times \frac{A_b}{R_b} + 3 \times \frac{A_c}{R_c}$$

$$R_t = \frac{0,0034}{0,1217} + 4 \times \frac{0,0019}{0,1459} + 3 \times \frac{0,0076}{0,3992}$$

$$R_t = \frac{0,0338}{0,1371} = 0,2464 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

2) Resistência térmica total

$$R_t = R_{si} + R_t + R_{se}$$

$$R_t = 0,13 + 0,2464 + 0,04$$

$$R_t = 0,4164 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

3) Transmitância térmica

$$U = \frac{1}{R_t}$$

$$R_t$$

$$U = \frac{1}{0,4164}$$

$$0,4164$$

Temos que $U = 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

4) Capacidade térmica da parede

Seção A (reboco + argamassa + reboco):

$$A_a = 0,01 \times 0,19 + 0,01 \times 0,15 = 0,0034 \text{ m}^2$$

$$C_{Ta} = \sum_{i=1}^3 e_i \cdot c_i \cdot \rho_i = (e.c.\rho)_{\text{reboco}} + (e.c.\rho)_{\text{argamassa}} + (e.c.\rho)_{\text{reboco}}$$

Como $\rho_{\text{reboco}} = \rho_{\text{argamassa}} = 2000 \text{ kg/m}^3$ e $C_{\text{reboco}} = C_{\text{argamassa}} = 1,00 \text{ kJ}/(\text{kg.K})$, tem-se:

$$C_{Ta} = 0,13 \times 1,00 \times 2000 = 260 \text{ kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$$

Seção B (reboco + tijolo + reboco):

$$A_b = 0,01 \times 0,19 = 0,0019 \text{ m}^2$$

$$C_{Tb} = \sum_{i=1}^3 e_i \cdot c_i \cdot \rho_i = (e.c.\rho)_{\text{reboco}} + (e.c.\rho)_{\text{cerâmica}} + (e.c.\rho)_{\text{reboco}}$$

$$C_{Tb} = 0,02 \times 1,00 \times 2000 + 0,09 \times 0,92 \times 1600 + 0,02 \times 1,00 \times 2000 = 211 \text{ kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$$

Seção C (reboco + tijolo + câmara de ar + tijolo + câmara de ar + tijolo + reboco):

$$A_c = 0,04 \times 0,19 = 0,0076 \text{ m}^2$$

$$C_{Tc} = \sum_{i=1}^7 e_i \cdot c_i \cdot \rho_i$$

$$C_{Tc} = (e.c.\rho)_{\text{reboco}} + (e.c.\rho)_{\text{cerâmica}} + (e.c.\rho)_{\text{ar}} + (e.c.\rho)_{\text{cerâmica}} + (e.c.\rho)_{\text{ar}} + (e.c.\rho)_{\text{cerâmica}} + (e.c.\rho)_{\text{reboco}}$$

$$C_{Tc} = 0,04 \times 1,00 \times 2000 + 0,04 \times 0,92 \times 1600 = 139 \text{ kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$$

Portanto, a capacidade térmica da parede será:

$$C_T = \frac{A_a + 4 \times A_b + 3 \times A_c}{\frac{A_a}{C_{Ta}} + \frac{4 \times A_b}{C_{Tb}} + \frac{3 \times A_c}{C_{Tc}}} =$$

$$C_T = \frac{0,0034 + 4 \times 0,0019 + 3 \times 0,0076}{\frac{0,0034}{260} + \frac{4 \times 0,0019}{211} + \frac{3 \times 0,0076}{139}}$$

$$C_T = 158 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

5) atraso térmico

$$R_t = 0,2464 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$B_0 = C_T - C_{\text{Text}} = 158 - 0,02 \times 1,00 \times 2000 = 118$$

$$B_1 = 0,226 \cdot \frac{B_0}{R_t} =$$

$$B_1 = 0,226 \times \frac{118}{0,2464} = 108,23$$

$$B_2 = 0,205 \left(\frac{(\lambda \cdot \rho \cdot c)_{\text{ext}}}{R_t} \right) \left(R_{\text{ext}} - \frac{R_t - R_{\text{ext}}}{10} \right)$$

$$B_2 = -11,74$$

Como o resultado para B_2 foi negativo ele é desconsiderado

$$\varphi = 1,382 \cdot R_t \cdot \sqrt{B_1 + B_2} = 3,5 \text{ horas}$$

6) fator solar:

$$FS_o = 4 \times U \times \alpha$$

Utilizando cor externa branca ($\alpha = 0,3$), tem-se:

$$FS_o = 4 \times 2,40 \times 0,3 = 2,88 \%$$

Com $\alpha = 0,5$, tem-se:

$$FS_o = 4 \times 2,40 \times 0,5 = 4,8 \%$$

A transmitância térmica é de **2,40 W/m².K**, e, portanto não se enquadra no valor especificado em norma que estabelece **U < 2,20**. Quanto às esquadrias, para porta de folha única em compensado, tem-se que:

Dados:

Dimensões da porta: 2,10 x 0,80 m

$$\rho_{\text{compensado}} = 400 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{compensado}} = 0,12 \text{ W/(m.K)}$$

$$R_{\text{ar}} = 0,14 \text{ (m}^2\text{.K)/W} \quad \text{ver tabela B.1}$$

1) Resistência térmica da porta (compensado + câmara de ar + compensado)

$$R_{t_{\text{porta}}} = 0,006/0,12 + 0,14 + 0,006/0,12$$

$$R_{t_{\text{porta}}} = 0,24 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

2) Resistência térmica total (RT)

(Para R_{si} e R_{se} ver tabela A.1)

$$R_T = R_{\text{si}} + R_t + R_{\text{se}} = 0,13 + 0,24 + 0,04 = 0,41 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

3) Transmitância térmica da porta

$$U = \frac{1}{R_t}$$

$$U = \frac{1}{0,41}$$

Temos que $U = 2,44 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

APÊNDICE B – CORDEL DA HABITAÇÃO



Prefeito Municipal de Sobral
José Leônidas de Menezes Cristino

Secretária da Habitação e Saneamento Ambiental
Maria Juraci Neves Duarte

LEÔNIDAS CRISTINO VEM
DE MODO BEM NATURAL
APRESENTAR PARA O POVO
QUE RESIDE EM SOBRAL
COMO ESTÁ TRABALHANDO
O PROGRAMA HABITACIONAL.

1

O TRABALHO DA SEHABS
TAMBÉM QUERO DESTACAR
POIS ELA NÃO MEDE ESFORÇOS
PARA BENEFICIAR
FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA
QUE SOFREM COM O HABITAR.

E O POETA POPULAR
CHEGA COM A CREDENCIAL
PARA MOSTRAR NO CORDEL
UM PROGRAMA SOCIAL
QUE ESTÁ BENEFICIANDO
MUITA GENTE EM SOBRAL.



PROGRAMA HABITACIONAL
DESSE EU QUERO TRATAR
UM ASSUNTO QUE GARANTO
A MUITOS INTERESSAR
POIS QUEM É QUE NÃO DESEJA
HABITAR SEU PRÓPRIO LAR?

2

MORAR NUMA CASA PRÓPRIA
COM BOA ACOMODÇÃO
FEITA DE ALVENARIA
COM ÁGUA, ILUMINAÇÃO,
TER SEU ESGOTO LIGADO
LONGE DA POLUIÇÃO.

MAIS DE DEZOITO MILHÕES
FORAM GASTOS EM MORADIA
TIRANDO O POVO DA LAMA
BOTANDO EM ÁREA SÁDIA
TROCANDO CASAS DE TAIPA
POR OUTRAS DE ALVENARIA



3

NO PROGRAMA A CADA DIA
UMA CASA É CONSTRUÍDA
ATENDENDO JUSTAMENTE
A CLASSE NÃO FAVORECIDA
SOBRAL CADA VEZ MELHOR
É MELHORIA DE VIDA.

MOSTRO AGORA PRO LEITOR
COMO O GOVERNO LOCAL
VEM RESOLVENDO O
PROBLEMA HABITACIONAL
DIVIDINDO EM QUATRO EIXOS
CADA UM MAIS TRIUNFAL.

O EIXO PRIMEIRO É
O QUE TRATA DAS EXTINÇÕES
DAQUELAS ÁREAS DE RISCO
DE FORTES ALAGALOES
REASSENTANDO DE FAMÍLIAS
EM LOTES DE HABITAÇÕES.



4

SABE O QUE ESTOU DIZENDO
O POVO DO PANTANAL
DO SINHA SABÓIA QUE
ESTAVA NO LAMAÇAL
SEM A MENOR CONDIÇÃO
DE MORADIA NORMAL.



OUTRO PONTO CRUCIAL
ERA A VILA SÃO VICENTE
E A RUA DO ARAME
QUE SOFIAM INTENSAMENTE
SEUS MORADORES AGORA
VÃO VIVER DECENTEMENTE.



5

LÁ NO ALTO DA BRASÍLIA
UMA ÁREA DE RISCO TINHA
UM PANTANAL QUE BASTAVA
SOMENTE DÁ UMA CHUVINHA
PARA ÁGUA SE ESPALHAR
NA MORADIA TODINHA.



AS PESSOAS QUE HABITAVAM
ALI NAQUELE LOCAL
SOFRIAM CONSTANTEMENTE
COM A EXCLUSÃO SOCIAL
E AS CRIANÇAS, COITADAS...
VIVIAM PASSANDO MAL.



6

COM A EXTINÇÃO DAS ÁREAS
DE RISCO MENCIONADAS
TODAS AS FAMÍLIAS FORAM
DEVERAS REASSENTADAS
EM AMBIENTES SAUDÁVEIS
COM ÁREAS URBANIZADAS.

O SEGUNDO EIXO TRATA
DAS CHAMADAS MELHORIAS
HABITACIONAIS QUE
TRANSFORMAM AS MORADIAS
DE TAIPA, DESCONFORTÁVEIS...
EM CASAS DE ALVENARIAS.

É FEITA UMA PARCERIA
MELHOR QUE ARROZ E FEIJÃO
ENTRE O PROGRAMA E
O DONO DA HABITAÇÃO
OBEDECENDO AO REGIME
DE AUTOCONSTRUÇÃO



7

O MATERIAL DA OBRA
O PROGRAMA PRESENTEIA
DANDO-LHE CAL, CIMENTO,
TIJOLO, TELHA E AREIA.
QUERO VER UMA FAMÍLIA
FICAR COM A CARA FEIA!

A FAMÍLIA ATENDIDA
ENTRA COM A CHAMADA MÃO
DE OBRA, QUE DESSE MODO
VALORIZA A HABITAÇÃO
E FAZ COM QUE MAIS FAMÍLIAS
EXECUTE A MESMA AÇÃO.

É POR ISSO QUE O PROGRAMA
É FEITO COM PARCERIAS
ENTRE AS COMUNIDADES,
ÓRGÃOS E SECRETARIAS
PARA QUE TODOS TENHAM
DIREITO ÀS MELHORIAS.



8

UMA PROVA DISSO TUDO
É O ANTIGO PANTANAL
DO BAIRRO PADRE PALHANO
QUE ERA UM DESCASO TOTAL
UMA DAS ÁREAS CRÍTICAS
DA CIDADE DE SOBRAL.



O TRABALHO NESTA ÁREA
FOI UM MARCO PRA GESTÃO
DEIXOU O BAIRRO SANEADO
FEZ A URBANIZAÇÃO
TROCOU AS CASAS DE TAIPA
PÔS FIM NA POLUIÇÃO.



9

NO BAIRRO VILA UNIÃO
FOI FEITO DO MESMO JEITO
NO JOSÉ EUCLIDES UM
O SERVIÇO FOI BEM FEITO
MOSTRANDO QUE O PROGRAMA
FAZ O TRABALHO DIREITO.

O PROGRAMA DE MELHORIAS
NÃO FICA SÓ NA CIDADE
ATENDE TAMBÉM DISTRITO
COM A MESMA FINALIDADE
CONSENTIR A QUEM PRECISA
UM VIVER DE QUALIDADE.



10

POIS SABE DESSA VERDADE
QUEM NO JAÍBARAS MORA
VIU A RUA DAS VIÚVAS
ANTES E VÊ AGORA
FICA EMOCIONADO
COM A ENORME MELHORA.

TEM ATÉ GENTE QUE CHORA
LEMBRANDO COMO SOFRIA
NUMA FRÁGIL HABITAÇÃO
SEM NENHUMA MORDOMIA
AGORA RECEBE AMIGOS
NUMA CASA NOVA E SADIA.

ESSA MESMA PARCERIA
TAMBÉM FOI IMPLANTADA
EM RAFAEL ARRUDA
AINDA EM TAPERUABA
EM ARACATIAÇU
FOI UMA FESTA DANADA.



CID GOMES INICIOU
OS PROGRAMAS EM SOBRAL
E LEÔNIDAS CONTINUA
NA GESTÃO ATUAL
TRABALHANDO PR'ACABAR
O PROBLEMA HABITACIONAL.

11

PENSANDO NESSE IDEAL
FOI LANÇADO TAMBÉM
MAIS UM EIXO QUE DÁ
CASA PARA QUEM NÃO TEM
UMA CASA PRA MORAR
E SOFRE COMO NINGUÉM.

FOI PENSANDO NO SEU BEM
QUE O GOVERNO FEDERAL
EM PARCERIA COM A
PREFEITURA DE SOBRAL
CONSTRUIU O SÃO FRANCISCO
CONJUNTO HABITACIONAL



SÃO QUINHENTAS MORADIAS
DIGNAS PARA O CIDADÃO
EM QUE O MORADOR COOPERA
COM A PEQUENA PRESTAÇÃO
NO DECORRER DE SEIS ANOS
TÁ PAGA A HABITAÇÃO.



QUEM CONQUISTA O IMÓVEL
SABE BEM VALORIZAR
ESCAPA DO ALUGUEL.
E SE ACABOU DE CASAR?
INDA É MELHOR QUE NÃO TEM
A SOGRA PRA ATRAPALHAR.



12

NO SEU LAR VOCÊ FAZ COISAS
QUE VALE MAIS QUE DINHEIRO
POIS PODE CANTAR SEM MEDO
DENTRO E FORA DO BANHEIRO
CONVIDAR E RECEBER
AMIGOS O ANO INTEIRO.



RAFAEL ARRUDA, TORTO,
APRAZÍVEL E JORDÃO
MAIS ARACATIAÇU
SÃO DISTRITOS QUE ESTÃO
SENDO BENEFICIADOS
COM O CORRETO PADRÃO



13

O QUARTO EIXO ATENDE
DE MODO ESPETACULAR
AS FAMÍLIAS QUE NÃO TÊM
UM BANHEIRO NO SEU LAR
VISANDO COMODIDADE
HIGIENE E BEM-ESTAR.

14

A CADA DOIS DIAS, UM
BANHEIRO É FEITO EM SOBRAL
LIGADO À REDE DE ESGOTO
PRA NO DESTINO FINAL
TODOS OS DEJETOS TEREM
O TRATAMENTO IDEAL.

O PROGRAMA FEZ BANHEIROS
LÁ NA CIDADE JOSÉ
EUCLIDES, PADRE PALHANO,
VILA UNIÃO, SUMARÉ,
DOM EXPEDITO E AGORA
TRABALHA NO DOM JOSÉ.



15

SANTA CASA, ALTO DO CRISTO
TAMBÉM "TÁ" EM ANDAMENTO
TAMARINDO E EXPECTATIVA
SÃO OS BAIRROS DO MOMENTO
E EM BREVE OS DISTRITOS
TERÃO O MESMO TRATAMENTO.

PROGRAMA HABITACIONAL
FAZ UMA CASA A CADA DIA
UM BANHEIRO A CADA DOIS
TRABALHA COM MELHORIA
INDA ENTREGA UMA CASA
A QUEM NÃO TEM MORADIA.



Meu lar, minha conquista,
um sonho concretizado!

Ficha Técnica

Cordel - Programa Habitacional

Autoria do Projeto
Juraci Neves

Cordelista
Antonio Heleonarde Dantas de Medeiros

Coordenação e Revisão
Sônia Maria Silva Forte
Telma Couceiro S. De Melo Pinheiro

Ilustrações
Lindemberg Souza Correia

Projeto Gráfico - Editoração
Claudilene Maria Araújo Loloia

SOBRAL
CADA VEZ MELHOR
PREFEITURA MUNICIPAL



SEHABS
SECRETARIA DA HABITAÇÃO E
SANEAMENTO AMBIENTAL

Rua Viriato de Medeiros, 1250 - Centro - Sobral - CE
Fone: (88)3677-1100 Fax: (88) 3677-1223
sehabs@sobral.ce.gov.br
www.sobral.ce.gov.br/sec/shsa/index.htm