

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS
LINHA DE PESQUISA: CLIMATOLOGIA URBANA

**O COMPORTAMENTO TÉRMICO DE DIFERENTES
MATERIAIS UTILIZADOS NOS PAINÉIS DE
FECHAMENTO VERTICAL NAS EDIFICAÇÕES DA
CIDADE DE CUIABÁ/MT - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

GLEIBIA ARANTES ESTULANO

Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de J. A. Nogueira
Orientadora

Cuiabá/MT, julho de 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS
LINHA DE PESQUISA: CLIMATOLOGIA URBANA

**O COMPORTAMENTO TÉRMICO DE DIFERENTES
MATERIAIS UTILIZADOS NOS PAINÉIS DE
FECHAMENTO VERTICAL NAS EDIFICAÇÕES DA
CIDADE DE CUIABÁ/MT - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

GLEIBIA ARANTES ESTULANO

Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de J. A. Nogueira
Orientadora

Cuiabá/MT, julho de 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS
LINHA DE PESQUISA: CLIMATOLOGIA URBANA

**O COMPORTAMENTO TÉRMICO DE DIFERENTES
MATERIAIS UTILIZADOS NOS PAINÉIS DE
FECHAMENTO VERTICAL NAS EDIFICAÇÕES DA
CIDADE DE CUIABÁ/MT - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

GLEIBIA ARANTES ESTULANO

*Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Física e Meio
Ambiente da Universidade Federal de
Mato Grosso, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Física e Meio Ambiente.*

Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de J. A. Nogueira
Orientadora

Cuiabá/MT, julho de 2004

FICHA CATALOGRÁFICA

E82c Estulano, Gleibia Arantes

O comportamento térmico de diferentes materiais utilizados nos painéis de fechamento vertical nas edificações da cidade de Cuiabá/MT : avaliação pós-ocupação / Gleibia Arantes Estulano. – 2004.

v, 104p. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, 2004.

“Orientação: Profª Drª Marta Cristina de J. A. Nogueira”.

CDU-551.582(817.2):692.232.4

Índice para Catálogo Sistemático

1. Climatologia – Cuiabá (MT).
2. Painéis de fechamento vertical – Edificações – Cuiabá (MT).

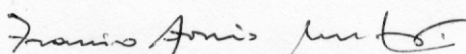
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS
LINHA DE PESQUISA: CLIMATOLOGIA URBANA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

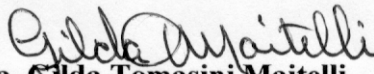
**Título: O COMPORTAMENTO TÉRMICO DE DIFERENTES
MATERIAIS UTILIZADOS NOS PAINÉIS DE FECHAMENTO
VERTICAL NAS EDIFICAÇÕES DA CIDADE DE CUIABÁ/MT -
AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

Autora: GLEIBIA ARANTES ESTULANO

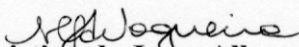
Dissertação defendida e aprovada em 26 de julho de 2004, pela comissão julgadora:



Prof. Dr. Francisco Antonio Rocco Lahr
Escola de Engenharia de São Carlos/USP
Examinador Externo



Profa. Dra. Gilda Tomasini Maitelli
Instituto de Ciências Humanas e Sociais/UFMT
Examinadora Interna



Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia/UFMT
Orientadora

Ao meu noivo Kleiber com amor pelo
total apoio e colaboração.

Aos meus pais João Estulano e Maria do Carmo em reconhecimento aos anos de incentivo e apoio.

Aos meus irmãos Gleisa e Gleison em
resposta aos exemplos que obtive.

AGRADECIMENTOS

- A Deus por tudo que tem me dado;
- À Prof.^a Dr.^a Marta C. J. A. Nogueira, pela exímia orientação, dedicação e pelo incentivo dado no decorrer do curso;
- À Prof.^a Dr.^a Gilda T. Maitelli que, gentilmente, cedeu os equipamentos para a realização desta pesquisa, e por se dispor a participar da banca que compôs este trabalho contribuindo significativamente com o mesmo;
- Ao Prof. Dr. Francisco Antonio Rocco Lahr pelo enriquecimento dado a este trabalho com suas excelentes contribuições;
- Ao Prof. Dr. Nicolau Priante que, com muita disposição, auxiliou nas análises estatísticas dos dados;
- A Sra. Ambrozina, Sra. Rita e Sra. Regina, proprietárias das casas onde foram realizadas as medições, pois sem o consentimento e a compreensão delas seria impossível a conclusão deste trabalho;
- Às minhas colegas Danielle e Alessandra que muito me ajudaram durante os períodos das medições e na publicação de artigos;
- Ao Coordenador do Curso de Pós-graduação José de Souza Nogueira pelo empenho na criação e andamento deste do curso;
- Aos Professores que passaram os ensinamentos necessários;
- À secretária do curso e amiga de todos Soilce pela grande ajuda nas horas necessárias;
- Aos meus colegas do programa de Pós-graduação pela convivência e troca de experiências;
- Aos meus colegas arquitetos que também fizeram o curso, Graziella Toledo, Wilson Salvador, Robinson Araújo e, em especial, ao meu sócio André Calvoso de Carvalho, pelos obstáculos superados em conjunto;
- Ao Departamento de Física pelo curso oferecido;
- Aos técnicos Bosco, Natalino e Roberto pelo auxílio na montagem dos equipamentos para as apresentações;
- À CAPES pelo auxílio financeiro;
- A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	LISTA DE QUADROS.....	i
	LISTA DE FIGURAS.....	ii
	RESUMO.....	iv
	ABSTRACT.....	v
1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	PROBLEMÁTICA.....	1
1.2	JUSTIFICATIVA.....	2
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	O CLIMA URBANO.....	5
2.1.1	O Clima na Capital Matogrossense.....	9
2.2	UM CONCEITO DE ARQUITETURA HABITACIONAL E CLIMA.....	10
2.3	A EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA NO BRASIL.....	12
2.3.1	A Evolução da Arquitetura em Cuiabá.....	15
2.4	PAINÉIS DE FECHAMENTO VERTICAL.....	19
2.4.1	Os Materiais Utilizados nos Painéis de Fechamento Vertical.....	20
2.4.1.1	<i>Adobe.....</i>	<i>21</i>
2.4.1.2	<i>Tijolos Cerâmicos Comuns.....</i>	<i>23</i>
2.4.1.2.1	<i>Tijolo maciço.....</i>	<i>25</i>
2.4.1.2.2	<i>Tijolo de oito furos.....</i>	<i>25</i>
2.5	AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO)	26
2.5.1	Métodos e Técnicas de Avaliação Pós-Ocupação.....	27
2.6	CONFORTO TÉRMICO.....	28
2.6.1	O Homem e o Conforto Térmico.....	31
2.6.2	Métodos de Avaliação do Conforto Térmico.....	34
2.7	PROCESSOS DE TROCAS TÉRMICAS.....	37
2.7.1	Radiação.....	37
2.7.2	Condução.....	38
2.7.3	Convecção.....	38
2.8	COMENTÁRIOS.....	39
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
3.1	MATERIAIS.....	41
3.2	MÉTODOS.....	41
3.2.1	Definição dos Materiais.....	42
3.2.2	Definição das Edificações.....	42
3.2.3	Definição dos Dados a serem Obtidos.....	47
3.2.4	Períodos Estipulados para as Coletas dos Dados.....	47
3.2.5	Horários das Medições.....	48

3.2.6	Aparelhos Utilizados nas Coletas.....	48
3.2.7	Método Utilizado para a Coleta de Dados.....	50
3.2.8	Método das Anotações dos Dados.....	51
3.2.9	Forma de Análise dos Dados.....	51
3.2.9.1	<i>Teste de Kruskal-Wallis</i>	52
3.2.9.2	<i>SPSS - Statical Package for Social Sciences / PC</i>	54
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	55
4.1	ANÁLISE GERAL: TODOS OS HORÁRIOS EM TODOS OS PERÍODOS	55
4.2	ANÁLISE GERAL: CADA PERÍODO EM TODOS OS HORÁRIOS	64
4.2.1	Análise do Período 1 - Julho/2003.....	64
4.2.2	Análise do Período 2 - Outubro/2003.....	65
4.2.3	Análise do Período 3 - Janeiro/2004.....	66
4.2.4	Análise do Período 4 – Abril /2004.....	67
4.3	ANÁLISE GERAL: CADA HORÁRIO COM TODOS OS PERÍODOS	68
4.4	ANÁLISE DE CADA PERÍODO EM CADA UM DOS HORÁRIOS	71
4.4.1	Análise do Período 1 - julho/2003.....	71
4.4.2	Análise do Período 2 - outubro/2003.....	74
4.4.3	Análise do Período 3 - Janeiro/2004.....	77
4.4.4	Análise do Período 4 - Abril/2004.....	79
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
6.	BIBLIOGRAFIAS	85
6.1	BIBLIOGRAFIAS CITADAS	85
6.2	BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	90
	ANEXO A	93
	ANEXO B	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Temperatura aparente.....	33
Quadro 02 - Sintomas ocasionados pelas diferentes temperaturas.....	33
Quadro 03 - Produtividade x Temperatura.....	34
Quadro 04 - Índice de conforto.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Mapa de localização da ilha de calor de Cuiabá.....	44
Figura 02 -	Localização das edificações.....	45
Figura 03 -	Edificação feita de adobe.....	46
Figura 04 -	Edificação feita de tijolo maciço.....	46
Figura 05 -	Edificação feita de tijolo de oito furos.....	46
Figura 06 -	Termohigrômetro.....	48
Figura 07 -	Radiômetro.....	49
Figura 08 -	Anemômetro de filme quente.....	49
Figura 09 -	Termohigrômetro sobre base de 1,20m de altura.....	50
Figura 10 -	Temperatura ambiente x Período das coletas.....	56
Figura 11 -	Umidade relativa do ar x Período das coletas.....	57
Figura 12 -	Temperatura da superfície oeste x Período das coletas.....	58
Figura 13 -	Temperatura da superfície leste x Período das coletas.....	58
Figura 14 -	Temperatura ambiente máxima diurna x Período das coletas.....	59
Figura 15 -	Temperatura ambiente máxima noturna x Período das coletas.....	60
Figura 16 -	Temperatura ambiente mínima diurna x Período das coletas.....	60
Figura 17 -	Temperatura ambiente mínima noturna x Período das coletas.....	61
Figura 18 -	Umidade relativa do ar máxima diurna x Período das coletas.....	62
Figura 19 -	Umidade relativa do ar máxima noturna x Período das coletas.....	62
Figura 20 -	Umidade relativa do ar mínima diurna x Período das coletas.....	63
Figura 21 -	Umidade relativa do ar mínima noturna x Período das coletas.....	63
Figura 22 -	Temperatura ambiente x Período 1.....	65
Figura 23 -	Temperatura ambiente x Período 2.....	66
Figura 24 -	Temperatura ambiente x Período 3.....	67
Figura 25 -	Temperatura ambiente x Período 4.....	68
Figura 26 -	Temperatura ambiente x Horários das coletas.....	69
Figura 27 -	Umidade relativa do ar x Horários das coletas.....	69
Figura 28 -	Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas.....	70
Figura 29 -	Temperatura da superfície leste x Horários das coletas.....	71

Figura 30 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 1.....	72
Figura 31 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 1.....	72
Figura 32 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 1..	73
Figura 33 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 1..	73
Figura 34 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 2.....	74
Figura 35 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 2.....	75
Figura 36 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 2..	75
Figura 37 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 2..	76
Figura 38 - Velocidade do vento x Horários das coletas do período 2.....	76
Figura 39 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 3.....	77
Figura 40 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 3.....	78
Figura 41 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 3..	78
Figura 42 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 3..	79
Figura 43 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 4.....	80
Figura 44 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 4.....	80
Figura 45 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 4..	81
Figura 46 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 4..	82

RESUMO

ESTULANO, G. A. **O comportamento térmico de diferentes materiais utilizados nos painéis de fechamento vertical nas edificações da cidade de Cuiabá/MT - Avaliação Pós-Ocupação.** Cuiabá, 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.

A arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, abrangendo em especial o conforto térmico. A temperatura ambiente de uma edificação exerce influência sobre o estado físico e psíquico das pessoas, pois, à medida que se atingem temperaturas extremas no interior das edificações, o seu conforto térmico é afetado e em consequência a produtividade das pessoas que ali se encontram. Este trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento térmico dos materiais mais utilizados nos painéis de fechamento vertical nas edificações de Cuiabá no decorrer dos anos. Os materiais escolhidos para a realização desta pesquisa foram: adobe, tijolo cerâmico maciço e tijolo cerâmico de oito furos. O estudo foi realizado através de medições *in loco*, em edificações construídas com tais materiais. Foram definidas três residências situadas na ilha de calor da cidade de Cuiabá – MT, as coletas de dados foram estipuladas em função das épocas do ano de maior alteração climática na cidade, com base em estudos já realizados, sendo: julho/2003 – período de temperaturas mais amenas e da estação seca; outubro/2003 – mês mais quente do ano; janeiro/2004 – estação chuvosa; e abril/2004 – período de transição. As variáveis analisadas foram: temperatura ambiente, umidade relativa do ar e temperatura das superfícies das paredes. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, e através desta análise foi possível constatar que os materiais estudados não apresentaram, de uma forma geral, diferenças significativas para as análises específicas de cada período. Sendo assim, torna-se evidente que o projeto arquitetônico é, antes de tudo, o principal responsável pelo conforto térmico do ambiente construído.

Palavras-chave: Painéis de fechamento vertical, comportamento térmico dos materiais, avaliação pós-ocupação.

ABSTRACT

ESTULANO, G. A. **The thermal behavior of different materials used in the panels of vertical closing in the constructions of the city of Cuiabá/MT - Evaluation After-Occupation.** Cuiabá, 2004. 104 f. Dissertation (Master's degree) - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.

The architecture should serve the man and his/her comfort, especially the thermal comfort. The room temperature of a construction influences the people's physical and psychic state, because, as it reaches extreme temperatures inside the constructions his/her thermal comfort is affected and in consequence the people's productivity. This work has as its purpose to analyze the thermal behavior of the materials most used in panels of vertical closing in the constructions of Cuiabá through the years. The chosen materials for the accomplishment of this research were: marinate, solid ceramic brick and eight holes ceramic brick. The study was accomplished through measurements in loco, in constructions built with such materials. Three located residences were defined in the heat island of the city of Cuiabá - MT, the collecting of data were stipulated by the times of the year of larger climatic changings in the city, based in earlier studies, being: July / 2003 - period of pleasant temperatures and dry climate; October / 2003 - hotter month of the year; January / 2004 - rainy station; and April / 2004 - transition period. The analyzed variables were: room temperature, relative humidity of the air and temperature of the surfaces of the walls. The obtained data were statistically analyzed, and through this analysis it was possible to find out that the studied materials didn't show, in a general way, significant differences for the specific analysis of each period. Thus, it becomes clear that the architectonic project is, before all, the main responsible for thermal comfort of the built environment.

Key-Words: Panels of vertical closing, thermal behavior of the materials, evaluation after-occupation.

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

Cuiabá, cidade que surgiu da extração do ouro pelos bandeirantes portugueses, tinha como cenário arquitetônico inicial apenas as ocas dos índios, seguidas pelos casebres onde morava a população cuiabana. O centro da cidade, que se mantém até hoje, surgiu em função do percurso do ouro com travessas tortuosas e casas geminadas.

Com o passar dos anos pôde-se perceber que muitas características foram alteradas, muitas relíquias cuiabanas foram retiradas da paisagem da cidade. A evolução chegou à Cuiabá, juntamente com a mão-de-obra mais qualificada, materiais diversificados, novas técnicas construtivas e estilos arquitetônicos mais arrojados.

Com as novas técnicas construtivas e a descoberta de novos materiais, a construção civil evoluiu rapidamente nos últimos anos. Este avanço tecnológico ocorreu devido às mudanças nas necessidades básicas dos indivíduos, o que antes não se julgava primordial começou a fazer parte das exigências mínimas de algumas pessoas, que buscam uma melhor harmonia entre as principais necessidades habitacionais com as condições de conforto ambiental.

A preocupação do homem com relação a seu bem estar e conforto é diretamente proporcional à evolução da humanidade, ou seja, quanto mais evoluídas se tornam as pessoas, mais exigentes ficam com relação a seu conforto e bem estar, XAVIER (1999).

Todo esse processo gerou aspectos positivos e negativos. A cidade pôde crescer e se desenvolver criando atrativos para as populações de outros estados, tendo uma infra-estrutura básica para atender estas pessoas. Um ponto negativo foi a rapidez com que os fatos ocorreram, a população cuiabana não teve consciência do

que estava perdendo, uma vez que a lei que protege o patrimônio histórico só foi promulgada em 1987, quando muito já havia se perdido.

Um outro fator negativo relacionado a esta evolução foi o intenso processo de urbanização, responsável pelo fenômeno da ilha de calor, que trouxe prejuízos tanto ao clima urbano quanto à edificação propriamente dita. As condições climáticas de Cuiabá foram agravadas pelo acelerado crescimento urbano ocorrido nos últimos vinte anos, uma vez que no lugar das áreas verdes surgiram edifícios e ruas asfaltadas.

Analisando no ponto de vista das edificações, pode-se perceber que algumas técnicas construtivas antes utilizadas na cidade, eram mais simples e talvez mais eficientes, um exemplo são as alturas do pé-direito de 4,00m a 5,00m que foram reduzidos a 2,80m, gerando assim um desconforto térmico maior. Com relação às paredes que antes eram feitas em adobe e apresentavam espessura de até 1,00m, dificultando a transmissão das altas temperaturas, hoje possuem em média 0,15m. Estas técnicas construtivas quase não são mais empregadas nos centros urbanos, e as existentes são, em sua maioria, relíquias da História.

Os sistemas construtivos e os partidos arquitetônicos empregados nas edificações de hoje são normalmente incompatíveis com a realidade local. O que ocorre são padronizações de estilos e modas que envolvem diversos estados e países com diferentes condições climáticas, gerando conseqüências desastrosas no que diz respeito ao conforto ambiental.

1.2 JUSTIFICATIVA

O projeto arquitetônico exige do profissional diversas habilidades para que se otimize ao máximo a edificação depois de pronta. É necessário que o arquiteto, além da preocupação com o lado estético e funcional da edificação, atente também com o bem estar físico e psíquico de seu cliente no período pós-ocupação.

Quanto ao bem estar físico, o conforto térmico é um dos requisitos básicos para uma casa bem pensada, principalmente para regiões onde o clima é ponto de diversas discussões.

Para os profissionais da área que trabalham na região de Cuiabá, o desempenho térmico das edificações é um desafio muito grande, uma vez que a insolação é intensa e os ventos são muito fracos.

Uma outra dificuldade encontrada é a resistência dos clientes, de uma forma geral, com relação aos materiais de isolamento térmico existentes no mercado, uma vez que os mesmos oneram o custo final da obra, podendo ser “dispensáveis”. Dessa forma, os arquitetos e engenheiros ficam incumbidos de solucionar tais problemas através de técnicas e recursos alternativos. Há uma grande atenção por parte destes profissionais quanto à orientação da construção e de seus ambientes em relação à insolação, controlando, assim, a incidência dos raios solares, através de beirais, varandas, brises e toldos. Quanto ao tipo das esquadrias utilizadas e a posição das janelas em função à direção do vento dominante, estes fatores são levados em consideração mas não trazem grandes resultados para a amenização das temperaturas internas das edificações, uma vez que os ventos na cidade de Cuiabá são muito fracos.

Porém, outro ponto que deve ser considerado com relação ao desempenho térmico da edificação é a escolha dos materiais que irão compor a obra, uma vez que o calor é transmitido para o interior do ambiente através das paredes, piso e telhado. “Detalhes” fazem a diferença na absorção do calor, dessa forma deve-se tomar muito cuidado tanto na escolha do material, para a confecção das peças em si, como em seu acabamento final, pois estes quando somados, contribuem para um melhor ou pior desempenho térmico.

Porém, para ARAKAKI (2000), os arquitetos e engenheiros devem verificar se as condições do ambiente apresentam satisfação quanto ao conforto térmico a seus ocupantes. Esta análise deve ser feita considerando a resposta global da edificação e não somente o comportamento térmico de elementos de vedação isoladamente.

Todos os elementos de uma edificação são responsáveis pelo conforto térmico da mesma, porém depois da cobertura a parede é o principal elemento arquitetônico responsável pela absorção de calor existente no interior da edificação.

Dessa forma, hoje há uma grande preocupação em relação aos materiais utilizados nesses painéis.

Os materiais que constituem os painéis de fechamento vertical devem dificultar o armazenamento de calor em seu interior, apresentar baixa inércia térmica, e refletir ao máximo a radiação solar incidente. Caso contrário, o interior da edificação se tornará um verdadeiro receptor de calor e, possivelmente no período noturno, quando as temperaturas externas diminuem, os ambientes internos continuarão realizando trocas térmicas com as paredes em função da diferença de temperatura.

O objetivo geral desta pesquisa foi realizar uma avaliação pós-ocupação de edificações cuiabanas construídas com painéis de fechamento vertical feitas com diferentes materiais, sendo estes os mais utilizados ao longo da evolução arquitetônica local. Para se obter tal objetivo foram necessários desenvolver alguns objetivos específicos, tais como: uma análise quanto à evolução dos sistemas construtivos empregados nas edificações; a realização das medições das temperaturas superficiais internas e dos ambientes em estudos; determinação a umidade relativa do ar no local; medição da velocidade do vento. Desta forma pôde-se estudar e analisar de forma comparativa o desempenho térmico obtido pelos materiais já utilizados e ainda em utilização nos painéis de fechamento vertical, especificados nesta pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O CLIMA URBANO

As alterações causadas pelo homem na natureza climática das cidades mostram que o homem vem atuando significativamente na estrutura do meio ambiente. O ser humano ao descobrir o meio natural, ao contrário dos outros animais, conquista e explora aquela região, criando uma nova natureza artificial e urbana.

Segundo o CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS - CPTEC (s/d), posteriormente à 2ª Guerra Mundial, com o crescimento acelerado das áreas urbanas e o aumento da industrialização, intensificaram-se os estudos sobre clima urbano, tornando-se evidente a contaminação da atmosfera das cidades. No entanto, a percepção das diferenças térmicas entre cidade e a área rural já vem desde a época dos romanos.

Os primeiros estudos sobre clima urbano foram realizados em Londres. Em 1661, constatou-se que a poluição produzida pela queima de carvão provocava alterações na temperatura da cidade. Após a Revolução Industrial foram constatadas modificações do clima, devidas à urbanização e à concentração de poluentes, (CPTEC - s/d).

Em 1787, já se falava do odor da cidade de Munique e sobre as condições de poluição do ar. Em 1818, o químico Howard, em seu livro sobre clima em Londres, descreve a contaminação do ar e a ocorrência de temperaturas mais elevadas na cidade do que nos arredores. Em 1927, em Viena, foram obtidos dados que serviram de base para a confecção de um mapa urbano de temperaturas. Em 1937, foi publicada a primeira obra com o título de "O Clima da Cidade". Após os pioneiros estudos realizados em Londres, várias pesquisas foram empreendidas, principalmente em climas temperados, (CPTEC - s/d).

A cidade é o principal responsável pelas alterações do clima. Nas áreas urbanas a superfície do solo é mais aquecida do que nas áreas rurais, o que é bem fácil de ser explicado, pois as atividades humanas, o trânsito dos veículos, as indústrias, os edifícios, o asfalto das ruas e a diminuição das áreas verdes, criam mudanças intensas na atmosfera local. Essas mudanças englobam a direção e velocidade do vento, umidade relativa do ar, regime de chuvas, quantidade de calor absorvido, entre outras.

As cidades apresentam um alto índice de impermeabilização do solo, ou seja, a água das chuvas não penetra no solo devido ao asfalto das ruas, as calçadas e quintais pavimentados, isso faz com que a água evapore rapidamente, reduzindo o resfriamento.

Geralmente, é na área central do perímetro urbano que esses acontecimentos ocorrem em maior grau, este fenômeno é chamado de ilha de calor. A definição de ilha de calor é segundo LOMBARDO (1985):

“A ilha de calor urbana corresponde a uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, o que propicia o surgimento de circulação local. O efeito da ilha de calor nas cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais pavimentados.”

O efeito da ilha de calor é maior à noite, quando a temperatura pode chegar até a 8°C mais alta na área do que nos espaços vizinhos. Chama-se intensidade da ilha de calor a diferença da sua temperatura em relação à temperatura de uma área de menor valor.

Pode-se observar que a ilha de calor costuma atingir maiores temperaturas quando o tempo está limpo e claro e o vento calmo. Algumas das causas para a formação de ilha de calor nas cidades são:

- a. O efeito estufa: que é o aquecimento da camada de ar mais próxima ao solo, devido à grande quantidade de poluentes na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono, acarretando a retenção de calor pelos gases poluentes;
- b. A grande utilização de equipamentos (automóveis, aparelhos de ar condicionado, maquinários das indústrias) que consomem combustíveis para seu funcionamento, provocando um aumento de calor na área urbana;

- c. A propriedade dos materiais urbanos (asfalto, amianto, cimento etc.), que faz com que o calor seja absorvido e armazenado durante o dia e, liberado durante a noite, gerando uma grande amplitude térmica;
- d. A concentração de altos edifícios impede a chegada de energia solar na superfície do solo;
- e. A extinção das áreas verdes em consequência do acréscimo de áreas impermeáveis, mais a redução das superfícies líquidas (lagos e rios) diminuem a evapotranspiração e aumentam o calor.

Segundo BRYSSON & ROSS* apud OLIVEIRA (s/d), as diferenças de temperatura existentes entre a cidade e o seu entorno ocasionam diferenças de pressão entre zonas urbanas em que ocorrem as maiores temperaturas e a área onde ocorrem as menores temperaturas. Essas diferenças de pressão formam correntes de ar ascendentes sobre as zonas mais aquecidas da cidade e correntes de ar que se deslocam da periferia urbana para as zonas mais aquecidas, conduzindo os poluentes atmosféricos gerados na periferia para o centro urbano. Esses poluentes vão se somar à quantidade expressiva de poluentes já gerados no centro urbano, intensificando o problema. É formado então um domo do pó e fuligem sobre a estrutura urbana. Apesar da ocorrência de taxas maiores de evaporação na área urbana, devido ao fato de temperaturas mais elevadas, ocorrem aí as menores porcentagens de umidade relativa.

No verão, as variações térmicas horizontais são menores, entretanto o aquecimento basal do ar interfere na condensação, possibilitando uma intensidade maior de precipitações atmosféricas (chuvas) e, com a impermeabilização do solo, podem ocorrer enchentes, prejudicando a vida dos cidadãos.

A intensidade da ilha de calor está relacionada com o tamanho da cidade e sua população. O traçado urbano, com suas ruas e edifícios, influencia na amplitude da ilha de calor.

Esta anomalia térmica associada à alta intensidade de poluição possibilita a ocorrência de doenças respiratórias, quando a população mais idosa pode sofrer riscos fatais, principalmente nos que possuem problemas cardíacos.

* BRYSSON, R. A. & ROSS, J. E. The Climate of the City. In: Detwyler, T.R. e Marcus, M. G. Urbanization and Environment. Belmont, Califórnia, Duxbury Press, 1970. 287 p.

A acumulação térmica cria uma “situação de tensão e stress” que pode afetar também o ser humano, causando o desconforto térmico prejudicial à saúde. Essas mudanças são acompanhadas do desenvolvimento das cidades e conseqüentemente, com o aumento da densidade demográfica; seja ele de caráter migratório ou de crescimento populacional vegetativo. Foi tão grande e tão rápido esse crescimento que os espaços urbanos não puderam se “urbanizar” em proporções equivalentes ao incremento populacional.

Seria desejável que arquitetos e planejadores urbanos utilizassem, em seus projetos, os resultados das pesquisas dos meteorologistas e climatologistas. Os estudos sobre clima urbano podem auxiliar na elaboração das leis de parcelamento, uso e ocupação do solo e no código de obras das cidades. Dessa forma, os problemas gerados pela formação da ilha de calor poderiam ser amenizados. É importante a conscientização social, para a implantação de áreas verdes e a realização de campanhas para a ampliação e o monitoramento da vegetação urbana.

OLIVEIRA (s/d) propõe um planejamento e desenho urbano apropriado a região tropical de clima quente úmido:

“A forma urbana deve ser porosa, devendo ser minimizada a sua densidade de construção - conseqüentemente, sendo maximizados os espaçamentos entre os elementos da sua massa edificada. É apropriado maximizar o sombreamento e orientação solar dos elementos morfológicos da massa edificada e dos espaços exteriores, para minimizar os ganhos solares. As alturas relativas devem ser diferenciadas.

A sua dimensão horizontal (referente ao seu tamanho) deve ser minimizada, principalmente na direção perpendicular aos ventos dominantes (para reduzir o atrito e conseqüente diminuição na velocidade dos ventos - referentes à rugosidade - nos elementos morfológicos a sotavento da estrutura urbana).

Na ocupação do solo deve-se: minimizar a concentração de elementos morfológicos que contenham atividades industriais, comerciais e de serviços; minimizar a centralização de determinados elementos morfológicos, tais como edifícios altos, avenidas e estacionamentos onde predominem materiais com altos coeficientes de absorção e emissão de radiação (como o concreto e o asfalto) e que acolham intensas atividades antropogênicas; e maximizar a ocupação e revestimento do solo com áreas verdes, que aumentam as trocas térmicas - por diferença de pressão - com arranjos morfológicos à sua volta.”

2.1.1 O Clima na Capital Matogrossense

O clima é um conjunto de condições atmosféricas que têm variação em cada região, sendo uma das principais características naturais para a constituição do meio ambiente.

Segundo MAITELLI (1997), Cuiabá apresenta características climáticas típicas de regime tropical continental, tipo Aw na classificação de Koppen. Com base em levantamentos climatológicos já realizados na capital pôde-se perceber que a distribuição anual das chuvas evidencia a existência de duas estações muito bem definidas, a estação seca (outono/inverno) e a estação chuvosa (primavera/verão).

As variações das temperaturas médias anuais em Cuiabá são pequenas, percebendo-se uma maior variação nos meses de junho, julho e agosto resultante de invasões de ar polar na região.

Segundo DUARTE* apud DURANTE (1999):

“Ocorrem, em média, apenas dezessete dias por ano com temperatura média inferior a 20°C e tão somente oito dias por ano com temperatura média inferior a 18°C, e em nenhum mês do ano tem-se médias inferiores a 20°C. Além disso, a localização geográfica cercada por chapadas confere ao local características de depressão: a ventilação é fraca – em torno de 1m/s, no período noturno, e chegando a 2,6m/s, no início da estação chuvosa, no início da tarde.”

Com base no artigo publicado por MAITELLI (1997), pôde-se constatar que o crescimento urbano exerceu influências que tenderam ao aumento nas variáveis climatológicas locais, principalmente no que se refere às temperaturas médias e mínimas, quantidade de chuvas e velocidade dos ventos. Variáveis estas fáceis de serem explicadas pelo aumento populacional acelerado na cidade nas décadas de 70 e 80, o que gerou conseqüentemente uma expansão da área urbana e um adensamento maior na área central da cidade, trazendo com isso novas construções, áreas impermeáveis e sem vegetação, que somados contribuíram para o aumento da temperatura e uma diminuição da umidade relativa.

Como já dito anteriormente o clima é um dos principais responsáveis para a constituição do meio ambiente, dessa forma é fundamental que, antes de se propor

* DUARTE, D. H. S. O clima como parâmetro de projeto para a região de Cuiabá. Dissertação (Mestrado). São Carlos: UFSCar / USP, 1995.

qualquer tipo de planejamento urbano, implantação da edificação, soluções arquitetônicas e uso de materiais, se tenha conhecimento necessário a respeito das condições climáticas locais, para que assim se possa propor algo que tenha real funcionamento e traga ao seu usuário plena satisfação térmica.

2.2 UM CONCEITO DE ARQUITETURA HABITACIONAL E CLIMA

A relação existente entre o homem e o espaço faz parte da própria experiência do homem no mundo, todas as ações humanas são realizadas no espaço. O espaço construído também é algo antiquíssimo e de muita preocupação até os nossos dias. Há um número incalculável de estudos que giram em torno das habitações, são áreas totalmente diversas que se preocupam com o assunto. Mesmo no ponto de vista da arquitetura existem diferentes áreas a serem pesquisadas, isso porque a habitação é um espaço de morar, logo, uma característica fundamental do homem como ser no mundo.

A habitação não é apenas um conjunto edificado onde os eventos ocorrem, mais sim um componente essencial dos eventos. Para que uma edificação funcione de forma ideal é necessário se cumprir uma série de exigências que o próprio corpo humano necessita.

Para MALARD (2002), a criação e a modificação de espaços são processos dinâmicos e as formas arquitetônicas são modeladas na experiência da vida. Segundo ela:

“O espaço arquitetônico pode ser, então, considerado em três níveis:

- **O nível simbólico, que é relacionado ao desejo (às imaginações, emoções e crenças humanas). O desejo impulsiona o homem a agir sobre as coisas organizando-as significativamente, e criando lugares onde possa espacializar esse desejo. As questões que são levantadas quando analisamos o nível simbólico podem ser resumidas em ‘Para que é?’**
- **O nível de uso - ou funcional - que diz respeito à maneira mesma como as coisas são organizadas nas espacializações. As questões que são levantadas quando examinamos o nível do uso podem se resumir em ‘Como isto funciona?’**
- **O nível tecnológico, que consiste nos conhecimentos, habilidades, artifícios e técnicas das quais o homem se utiliza para organizar as coisas nas espacializações, criando lugares significativos e funcionais. As questões que dirigimos a esse nível são resumidas em ‘Como fazer isto?’**

A boa arquitetura seria então aquela que contemple, de modo equilibrado, os três níveis.

Por vezes um nível é negligenciado ou até ignorado quando se projeta ou se analisa a arquitetura, enquanto que os outros dois são priorizados. Quando isso ocorre, vai ocorrer também a simplificação ou a falta de algum elemento que certamente afetará a experiência espacial (a experiência do habitar, no sentido amplo). Assim, os elementos simplificados (inadequados) ou faltantes se tornam conspícuos, (...) e, nesses casos, podem surgir conflitos entre as pessoas (usuários) e os objetos arquitetônicos simplificados, estragados ou faltantes.

Pode haver, entretanto, situações arquitetônicas onde um dos níveis seja realmente preponderante sobre o outro.

A situação de equilíbrio é certamente a mais desejável para a maioria dos projetos arquitetônicos e urbanísticos, embora existam muitos casos em que algum nível pode ser priorizado com relação aos demais. Entretanto, no caso dos projetos habitacionais, não há dúvida de que o equilíbrio deve ser perseguido no seu limite.”

Quando se fala em equilíbrio, o que se busca é o cumprimento dos fenômenos básicos do processo de morar, como: os de territorialidade, privacidade, identidade e ambiência. Os elementos arquitetônicos que compõem a casa têm de possuir as qualidades que os possibilite realizar tal compromisso.

MALARD (2002) diz que “quando qualquer elemento está faltando ou estragado (...), ele provoca um conflito que acaba por revelar o fenômeno que está sendo afetado.” Dessa forma deve-se tentar localizar a falha existente para que se possa solucionar o conflito arquitetônico existente.

Nas últimas décadas, houve um crescimento acelerado no ramo da construção civil de habitações populares, devido à carência nesse setor, porém juntamente a esse crescimento tem-se verificado um descontrole quanto à qualidade de tais edificações.

Atualmente, um maior número de pessoas têm passado mais tempo dentro de suas casas, em função aos novos tipos de atividades e a duração dos períodos de lazer, originando assim um aumento no consumo de energia despendida na procura de um eficiente conforto ambiental no interior das habitações, ocasionado pela falta de qualidade dita anteriormente.

São por esses motivos que os profissionais da construção civil, de um modo geral, devem estar atentos às soluções de projetos propostas, as técnicas construtivas e aos materiais utilizados em suas construções, para que, em fase de uso tenha um bom desempenho em todos os aspectos.

Com base nas anotações de ARAKAKI (2000), teve início, em 1995, o desenvolvimento pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para a Financiadora de Pesquisas e Projetos (FINEP) do projeto “Critérios mínimos de desempenho para habitação térreas de interesse social” que foi incorporada pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional (PBQP da Habitação) que apóiam os setores da cadeia produtiva, à instalação e aplicação da produtividade e da qualidade. No momento, trata-se ainda de base para discussão a fim de gerar uma norma de desempenho para sistemas construtivos.

Nesta abordagem foram reduzidos para seis os números de exigências consideradas prioritárias no caso de desempenho para habitações térreas de interesse social. O IPT sugere a análise dos seguintes itens: segurança estrutural; segurança ao fogo; estanqueidade à água; conforto térmico; conforto acústico e durabilidade.

2.3 A EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA NO BRASIL

A arquitetura no Brasil durante o período colonial era muito simples, caracterizada pela falta de mão-de-obra qualificada (trabalho escravo) e técnicas construtivas inadequadas.

Devido à importação dos padrões arquitetônicos de Portugal, as casas seguiam um certo padrão com relação as suas posições nos lotes, construídas sobre os limites frontais e laterais, as paredes tornavam-se elementos não só de vedação e sustentação das coberturas, como, também, responsáveis pela definição e conservação dos limites das vias públicas.

Os painéis de fechamento vertical eram muito espessos e o projeto das edificações eram simples, com extensos corredores, altos pés-direitos e telhados de duas águas.

REIS FILHO (1997) afirma que:

“...A uniformidade dos terrenos correspondia à uniformidade dos partidos arquitetônicos: as casas eram construídas de modo uniforme e, em certos casos, tal padronização era fixada nas Cartas Régias ou em posturas municipais. Dimensões e número de aberturas, altura dos pavimentos e alinhamentos com as edificações vizinhas foram exigências correntes no século XVIII. Revelam uma preocupação de caráter formal, cuja finalidade era, em grande parte, garantir para as vilas e cidades brasileiras uma aparência portuguesa.

As repetições não ficavam somente nas fachadas. Pelo contrário, mostrando que os padrões oficiais apenas vinham completar uma tendência espontânea, as plantas, deixadas ao gosto dos proprietários, apresentavam sempre uma surpreendente monotonia.”

Nesse período, as construções se caracterizavam por serem de pau-a-pique, adobe ou taipa-de-pilão, nas edificações mais simples, e nas mais sofisticadas empregava-se pedra e barro, em casos mais raros utilizava-se tijolos ou ainda pedra e cal, (REIS FILHO, 1997).

No início do século XIX, com a integração do Brasil no mercado mundial, conseguida pela abertura dos portos, possibilitou a importação de diversos tipos de materiais que contribuiriam, em grande parte, nas alterações sutis no contexto arquitetônico, mas preservando o primitivismo das técnicas construtivas.

Já na segunda metade do século XIX a arquitetura brasileira foi influenciada pelas tendências européias, denominadas neoclássicas, porém apenas os mais abastados puderam aderir tal estilo.

Neste mesmo período a importação de materiais era total. A implantação das casas nos terrenos começava a se transformar. Segundo REIS FILHO (1997):

“Foi sob a inspiração do ecletismo e com o apoio dos hábitos diferenciados das massas imigrantes, que apareceram as primeiras residências urbanas com nova implantação, rompendo com as tradições e exigindo modificações nos tipos de lotes e construções. O esquema consistia em recuar o edifício dos limites laterais, conservando-o freqüentemente sobre o alinhamento da via pública. Comumente o recuo era apenas de um dos lados; do outro, quando existia, reduzia-se ao mínimo. (...) As primeiras manifestações de mecanização na produção de materiais de construção e a presença dos imigrantes como trabalhadores assalariados respondiam pelas alterações das técnicas construtivas nessa época. Surgiram então as casas construídas com tijolos ...”

Posteriormente, estabeleceu-se o afastamento frontal, permitindo projetos arquitetônicos mais diferenciados, somados ao aperfeiçoamento técnico construtivo.

REIS FILHO (1997) afirma que nem sempre as formas arquitetônicas respondiam às mudanças tecnológicas, pois as paredes, mesmo as de tijolo, continuavam a ser confeccionadas com exageradas espessuras.

Ainda na metade deste século, com a instalação das ferrovias e linhas de navegação fluvial, foi possível o acesso às províncias no interior do país dos produtos e inovações até então indisponíveis.

As mudanças sócio-econômicas e tecnológicas ocorridas trouxeram ao Brasil inúmeras transformações nas técnicas construtivas e nas habitações. As técnicas eram importadas, juntamente com os materiais. REIS FILHO (1997) explica:

“...Os arquitetos e engenheiros dessa época orgulhavam-se de imitar com perfeição, até nos detalhes, os estilos de todas as épocas. Mesmo dependendo largamente de materiais importados, dominavam com eficiência as técnicas de construção e eram capazes de atender às exigências mais complexas de estruturas e acabamento, que lhes eram impostas por uma arquitetura então em rápida evolução.”

No final do século XIX as paredes tomaram dimensões menores e uniformes, facilitando a confecção mecanizada de portas e janelas. As paredes externas passaram a ter 0,60m de largura e as internas 0,30m, o pé-direito da edificação se mantinham de aproximadamente 5,00m.

Segundo REIS FILHO (1997) as paredes das casas, quanto não eram confeccionadas com tijolos aparentes, eram revestidas com massa, com motivos decorativos.

Nos primeiros vinte anos do século XX, surgem as primeiras experiências arquitetônicas mais atualizadas, que se iniciam com a introdução do art nouveau e passando pelo neocolonial até chegar ao movimento modernista.

Entre 1920 a 1940, com o início do desenvolvimento industrial, ocorreram as primeiras transformações tecnológicas de importância no país. Começaram a surgir, também, as edificações com pés-direitos reduzidos.

Na década de 30 cresce o número dos edifícios de residências, graças ao aperfeiçoamento das estruturas metálicas e em concreto. Segundo REIS FILHO (1997), durante este período, o concreto se afirmou como elemento básico na construção civil.

Com a utilização as estruturas em concreto, as paredes perderam sua função estrutural, passando a atuar somente como elemento de vedação, feitos em sua maioria de tijolos. PATTON (1978) afirma que:

“A parede de vedação, é um conceito que dá ensejo a muitas realizações, tendo incentivado o emprego de novos materiais e elementos laminados.”

Com a construção de Brasília, houve uma intensificação muito grande da urbanização e industrialização da História do país. Foi possível perceber as mais variadas composições arquitetônicas. As obras mais representativas buscavam uma

sintonia entre as possibilidades crescentes das estruturas e as exigências mais complexas do meio.

Com a limitação das importações, no período da Segunda Guerra Mundial, houve um estímulo para que a indústria brasileira substituísse os produtos importados por produtos nacionais, fazendo assim, com que estes se aperfeiçoassem cada vez mais.

2.3.1 A Evolução da Arquitetura em Cuiabá

Em Cuiabá, as mudanças e inovações sofridas no campo da construção civil ocorreram com diferenças temporais. Tudo isso, devido a distância entre os grandes centros e a capital matogrossense, somados pelas dificuldades de deslocamento, existentes na época.

A atual capital de Mato Grosso nasceu no século XVIII, com ruas tortuosas e estreitas. FREIRE (1997) afirma que:

“O espaço produzido reflete, nas curvas e meandros da malha urbana, a ondulação do relevo, a sinuosidade do rio Coxipó e do Cuiabá, os labirintos dos corixos e vazantes do Pantanal próximo. A luminosidade intensa e o calor escaldante se filtram no desenho da cidade, na sua paisagem de entorno, ajudando a compor o equilíbrio telúrico do ambiente cuiabano.”

FREIRE (1997) fez uma leitura da evolução da cidade de Cuiabá em três ciclos, e é dessa forma que esta evolução será aqui explicada.

Cuiabá surgiu no Ciclo da Mineração (1722-1820), fonte abundante de ouro, teve suas primeiras casas de morada de palha, dispostas junto às lavras do Sutil, considerada a mais rica mancha de ouro então localizada.

Em 1726, o povoado não apresentava mais características de acampamento provisório, foram então erguidas as primeiras casas cobertas de telha, (FREIRE, 1997)

O ouro exercia poderosa atração populacional. Em 1730, com a chegada de uma poderosa monção trazida pelo Ouvidor Geral e Corregedor, imprime um novo ritmo à administração da vila, iniciando as obras da Cadeia, da Casa da Câmara e de novas residências.

A arquitetura das primeiras edificações seguia os padrões paulistas do século

XVIII, implantadas sobre os alinhamentos.

O material utilizado nos alicerces era a pedra cristal e os baldrames, largos e altos, feitos de pedra canga. As paredes eram feitas de pau-a-pique e taipa socada, posteriormente surgiram as de adobe. Os materiais compunham esta mistura eram a terra, o pedregulho e quase sempre o óleo de peixe, (SANTOS, 2001).

No primeiro período o pé-direito era baixo, as fachadas estreitas reproduzindo um único padrão, conferindo uma certa monotonia à paisagem das ruas. Os telhados eram de duas águas, com caídas para a rua e para o quintal, cobertos, em sua maioria, por telhas de barro.

Segundo ESTULANO (1999) as atividades de construção foram intensas nas primeiras décadas. Neste ciclo as casas se concentravam à margem direita da Prainha, do lado esquerdo (igreja do Rosário) as casas surgiam isoladas umas das outras.

Do final do século XVIII ao início do século XIX, a cidade se adensa, definindo melhor sua estrutura e aspecto urbano.

No Ciclo da Sedimentação Administrativa (1820-1968) o ouro começa a se escassear, fazendo a camada dominante iniciar um processo de diversificação da atividade mineradora pelas agropastoris, (FREIRE, 1997).

Neste ciclo, o poder público se define através de construções de grande porte, e incorporação de elementos que imprimem maior requinte às fachadas e aos espaços construídos.

A classe dominante começa a construir os sobrados e as grandes residências térreas que modificaram a fisionomia da cidade. A camada pobre da população, com suas choupanas, casas de palha e casebres de taipa, vai construindo novos espaços para a vila. Essas casas mais humildes localizavam-se nas pontas de rua ou nas áreas periféricas, (ESTULANO & NOGUEIRA, 2000).

Com a promulgação do PRIMEIRO CÓDIGO DE POSTURAS DO MUNICÍPIO, em 04 de Janeiro de 1831, foram tratadas muitas questões da construção civil. Com isso, o poder público procurava combater às construções irregulares e feitas sem licença da Câmara, (ESTULANO, 1999).

ESTULANO (1999) afirma que, este período caracterizou-se pelo uso de altos pés-direitos que se adequavam muito bem ao clima da região. Definia-se

também o uso de platibandas ornamentadas (que escondiam o aspecto pouco elaborado dos telhados), frontões e balaústres.

Os materiais de construção eram, em sua grande maioria, produzidos e extraídos nos arredores da cidade. As olarias próximas produziam as telhas e os ladrilhos necessários às construções, desde as mais ricas até às mais pobres.

O madeiramento da estrutura das paredes e do telhado resultava do aproveitamento de madeiras locais. As soleiras, os portais, as portas e janelas e os soalhos também eram de madeira.

A taipa socada foi muito utilizada durante todo o século XIX, sendo substituída gradativamente pelo adobe. A pedra canga era largamente utilizada nas construções e existia em abundância nas proximidades da cidade, (SANTOS, 2001).

Até o término da Guerra da Tríplice Aliança (março de 1870), Cuiabá era uma verdadeira réplica das aldeias e vilas do norte de Portugal (Minho e Traz-os-Montes), dada a semelhança da arquitetura de seus prédios.

O final do século XIX, caracterizou-se pela adoção de novos modelos na arquitetura, por maior adensamento da mancha urbana, conferindo maior nitidez ao traçado das ruas, pela consolidação do Porto Geral e início da integração da pequena localidade de Coxipó da Ponte, sede do distrito de mesmo nome.

ESTULANO & NOGUEIRA (2000) concluem que, o suporte econômico pelo adensamento da mancha urbana foi garantido pela produção de açúcar e extração da borracha. O bom andamento da economia local permite o incremento de construções em Cuiabá e incorporação de inovações até então inéditas.

Neste momento, nenhum estilo particular se afirma. A arquitetura das residências oscila entre o novo e o velho. A pilastra ou balaústre é o único elemento novo surgido nesse período. Aparecem adornando platibandas, alpendres, peitoris, guarda-corpos e muretas.

Com o Estado Novo, no período de Interventoria de Júlio Müller, na década de 40, inicia-se um novo momento no Ciclo da Administração, (FREIRE, 1997). Esse momento traz a fixação de sólidos pontos de amarração do desenvolvimento urbano e por isso pode ser mais bem visualizado no desenho da cidade.

Foi em 1943, com a vinda de Cássio Veiga, “grande reformador de Cuiabá” e com a deliberação de uma grande valia de verba do governo Getúlio Vargas que

Cuiabá ganhou a Avenida Getúlio Vargas. Essa avenida rompeu com os padrões de ruas estreitas, introduzindo no discurso viário da cidade o conceito moderno de via pública. Ela recebeu o calçamento de pedra (paralelepípedos), com alguns trechos pavimentados em concreto. Cuiabá ganhou também a ponte Júlio Müller, o Grande Hotel, o cine Teatro, o Liceu Cuiabano, entre outras obras como a construção do Colégio Estadual, (FREIRE, 1997).

Outra característica desse momento é a introdução na cidade, de prédios com vários pavimentos, símbolo da modernidade dos grandes centros. Esse tipo de edifício conferia contemporaneidade e “status” de grande cidade.

O Ciclo da Modernização (1968 até a atualidade) foi impulsionado pela construção de Brasília, fortalecendo a região Centro-Oeste.

O ano de 1968, foi um marco para a cidade de Cuiabá, em decorrência da demolição da antiga catedral do Bom Jesus, segundo FREIRE (1997), era o monumento barroco mais importante do Centro-Oeste. A demolição da Matriz expressou as tensões entre o tradicional e o moderno, que antagonizavam a sociedade cuiabana. Foi a partir daí que antigas construções foram derrubadas dando lugar às novas. O moderno caracterizou-se por ser a aversão ao antigo, passando a significar atraso.

O ciclo da Modernização promove um progresso quantitativo e qualitativo na história de Cuiabá. No sentido da modernização, opõe-se aos ciclos da Mineração e da Administração. Ao mesmo tempo em que incorpora os resultados urbanos dos ciclos anteriores, neles se forja e se justifica, (SANTOS, 2001).

Com a grande demanda de imigração para a região, o crescimento urbano cresceu assustadoramente, obrigando o Governo Estadual a adotar uma política habitacional que viesse atender à população de baixa renda, surgindo então a Companhia de Habitação Popular do Estado de Mato Grosso – COHAB.

Com o surgimento da COHAB, veio a necessidade da implantação de infraestrutura como água, energia e pavimentação, o que valorizou essa área da cidade, estimulando o adensamento dos bairros mais próximos, (ESTULANO & NOGUEIRA, 2000).

O asfaltamento e modernização das avenidas despertam novas aspirações da população, estimulando a manutenção, limpeza e reforma das fachadas das casas,

construção de novas edificações e mudança de comportamento social em relação ao uso dos bens públicos. No entorno das modernas avenidas, as residências vão se transformando em casas de comércio diverso, consultórios, escritórios ou são demolidos para ceder lugar a edificações mais apropriadas ao novo uso. Essa rápida valorização do solo começa a impulsionar o processo de verticalização do centro.

Tudo isso trouxe para Cuiabá novas tendências e estilos de construções. A cada novidade que surge a arquitetura cuiabana se enriquece, mas deve-se sempre ter o cuidado de prezar pela identidade arquitetônica e histórica, original da cidade, enriquecendo-a e não a substituindo.

2.4 PAINÉIS DE FECHAMENTO VERTICAL

Segundo MASSETO & SABBATINI (1998):

“A utilização da alvenaria, cuja origem remonta as primeiras moradias do homem, pode ser considerada como uma importante parte da ‘cultura de se construir’ que vem sendo transmitida através de gerações e chega aos nossos dias onde o conhecimento técnico se faz necessário uma vez que a construção de moradias é uma atividade que se encontra inserida numa sociedade capitalista, movida por resultados e lucros.”

Seguindo essa idéia capitalista o mercado busca cada vez mais soluções que gerem menores custos e possam agilizar o andamento das obras. Dessa maneira as novas técnicas construtivas buscam materiais capazes de suprir tais necessidades. No caso das alvenarias o interesse gira em torno da diminuição do peso dos edifícios, segundo MASSETO & SABBATINI (1998) no:

“Brasil esta fase iniciou-se nas décadas de 40 e 50, onde o tradicional tijolinho de barro foi sendo substituído por blocos cerâmicos vazados. Mais tarde, no final da década de 60, iniciou-se o uso de blocos de concreto e hoje em dia, na cidade de São Paulo podem ser encontrados outros tipos, como blocos de concreto celular autoclavado ou blocos sílico-calcáreos.”

As paredes podem ser classificadas como, aquelas que possuem função estrutural e as que têm função unicamente de vedação ou delimitação de ambientes, esta última é feita para suportar somente seu próprio peso. Os painéis de alvenaria têm como função principal a vedação de ambientes, sendo executados basicamente em blocos de concreto ou cerâmicos. Também tem como função o controle da ação de agentes externos indesejáveis.

Para MASSETO & SABBATINI (1998):

“A alvenaria pode ser caracterizada como uma obra (...) produzida no canteiro (...) resultante da união de tijolos ou blocos (...) através de juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso.

O componente de alvenaria é um elemento de produção industrial, de dimensões e peso que o torna manuseável, de geometria retangular (formato de paralelepípedo) e adequados para compor uma alvenaria. São representados pelos tijolos ou blocos. As juntas de argamassa são produzidas a partir de um material sem forma definida, aplicada no estado plástico, que após o seu endurecimento apresenta forma e funções bem definidas.”

O desempenho do produto está ligado a sua capacidade de resolver os problemas que lhe forem cabíveis, ao qual ele foi dimensionado e concebido. Sendo assim o sistema de vedação, constituído pelos painéis de fechamento vertical, devem, além de cumprir suas funções básicas (delimitação de ambientes e proteção contra ações externas), serem ainda resistentes a intempéries, duráveis e seguros.

MASSETO & SABBATINI (1998) estipulou uma série de propriedades e características que são estudadas e fixadas para que os requisitos, de desempenho das paredes, sejam cumpridos. Seguem algumas delas:

- a. Resistência mecânica;
- b. Estabilidade dimensional;
- c. Condições superficiais;
- d. Propriedades térmicas;
- e. Resistência ao fogo;
- f. Resistência à penetração de água;
- g. Resistência a agentes agressivos.

2.4.1 Os Materiais Utilizados nos Painéis de Fechamento Vertical

Os materiais de construção têm um papel muito importante em toda a História da humanidade, tanto é verdade que nos seus primórdios, foi dividida conforme a predominância de seus empregos, como exemplo a Idade da Pedra ou a Idade do Bronze.

Segundo BAUER (1987):

“Nas civilizações primitivas, o homem empregava os materiais assim como os encontrava na Natureza; não os trabalhava. Não demorou muito, porém, para que começasse a aprender a modela-los e adapta-los

às necessidades. A partir daí a evolução se deu a passos lentos. Até a época dos Grandes Descobrimentos, a técnica se resumia em modelar os materiais encontrados, os quais eram poucos, tendo quase sempre o mesmo emprego. Na construção predominavam a pedra, a madeira e o barro. Os metais eram empregados em menor escala, e, ainda menos, os couros e as fibras vegetais.”

Com a passar dos anos os homens se tornaram mais exigentes, e conseqüentemente, os padrões requeridos. Buscavam-se então materiais mais resistentes, mais bem acabados e de maior durabilidade. Dessa maneira criou-se um ciclo: melhores materiais possibilitavam melhores resultados e técnicas, e estas, por sua vez, demandavam materiais ainda melhores.

Hoje, com o avanço da tecnologia, existe no mercado um leque imenso de materiais de construção civil que possibilitam diferentes formas de se projetar algo por mais simples que seja. Porém, para se construir, é preciso conhecer bem o material a ser empregado, as forças externas e internas que atuarão sobre a construção, para que se possa alcançar o objetivo desejado.

2.4.1.1 Adobe

Segundo BAUER (1992), dentre os “materiais cerâmicos secos ao sol, apenas o adobe e as argamassas de barro têm alguma importância na construção.”

A utilização de terra crua para a confecção de paredes é uma modalidade usada há milhares de anos pela civilização, segundo SILVA (2000):

“...trata-se de um sistema construtivo milenar, datado de cerca de 5000 anos e que, ainda hoje é o método construtivo mais utilizado em todo o mundo, apesar da crescente industrialização e até informatização na área da construção civil. Entretanto no Brasil, as casas de terra crua representam sinônimo de insalubridade, pobreza e infecção pela Doença de Chagas.”

No Brasil, as construções com terra constituem a grande maioria das casas do período colonial. Segundo LEMOS (1975), durante o período colonial a matéria prima das construções em São Paulo foi a terra e a técnica construtiva empregada à taipa-de-pilão. As casas feitas de tijolos só apareceram por volta de 1700 e 1800. Ao contrário de São Paulo e Minas Gerais, onde a taipa-de-pilão foi largamente utilizada, em Mato Grosso as construções eram, em sua maioria, feitas de adobe.

Segundo FARIA (2000):

“A terra como material de construção pode ser utilizada de duas formas: embebida em água, constituindo uma massa de consistência plástica, a outra uma mistura úmida de terra e água, compactada ou prensada. (...) Massas de consistência plástica são utilizadas na fabricação de adobes e material de enchimento da taipa, o solo compactado na fabricação de tijolos por compactação, construção de fundações e muros monolíticos e o solo prensado para tijolos e telhas.”

O adobe pode ser definido como um paralelepípedo de barro com dimensões em torno de 0,20 x 0,20 x 0,40 m, diferindo dos tijolos apenas por não serem cozidos no forno.

Segundo SANTOS (2002) o tijolo de adobe é feito de forma artesanal, onde a terra é misturada com água e fibras vegetais até formar uma massa para ser trabalhada com os pés e as mãos. Essa massa é compactada em fôrmas de madeira para obter seu molde, posteriormente é retirado da fôrma e posto para secar a sombra por poucos dias, de forma que perca o excesso de umidade lentamente, a fim de se evitar trincas. Finalmente é levado para secagem ao sol até adquirir uma resistência ideal para uso. Todo esse processo demora em torno de 30 a 45 dias. A composição do adobe é de 70% de areia e 30% de argila, as fibras vegetais entram na composição para melhorar a resistência do barro à tração, e conseqüentemente, da peça. Hoje, outras substâncias também são utilizadas na mistura para aumentar sua estabilidade como o betume e alguns silicatos.

Quanto à disposição das peças durante a fabricação, o adobe apresenta desvantagem, diz BERDERIAN (1992), por não poder ser empilhado após a moldagem, necessitando de uma grande área de secagem além de ter que ser protegido da chuva.

O adobe segundo BAUER (1992):

“... pode resistir a tensões de compressão até de 7 MPa, o que é um bom índice; mas tem o inconveniente de, ao receber água, torna-se novamente plástico. Para isso as paredes devem ser revestidas por camada isolante de umidade, para que tenham alguma duração.”

Segundo ARZOUMANAIN & BARDOU (1979), a argamassa deve ser colocada em, no mínimo, três demãos. Inicialmente, com a mesma terra do painel, misturada ao esterco fresco animal e um pouco de areia. Nas demãos seguintes, a terra e o esterco diminuem até desaparecer, havendo o predomínio progressivo da

areia, que já pede a presença da cal. Deve-se evitar o uso do cimento, pois a elasticidade deste é menor que a da terra, podendo causar rachaduras.

Por ser facilmente degradada pela água, as paredes feitas de adobe devem ser executadas sobre fundações de alvenaria de pedra ordinária, geralmente xisto com cerca de 0,60 m acima do solo, a partir da qual se dá início à construção da parede, evitando assim as umidades ascendentes.

No ponto de vista de JONES (s/d), os painéis feitos de adobe têm o inconveniente sua vulnerabilidade a ataques de roedores e serem fracas na estabilidade a sismos e a esforços laterais provocados pela fluência das cargas da cobertura. Para contrariar estas fraquezas, eram em muitos casos reforçadas com a introdução de testemunhos ou gigantes. Por isso não eram indicados para a construção de grandes edifícios.

Os materiais crus exigem uma atmosfera mais seca do que úmida, para evitar possível comprometimento dos elementos da construção nos quais são componentes.

2.4.1.2 Tijolos Cerâmicos Comuns

Os tijolos cerâmicos comuns tiveram sua origem do adobe. Segundo a ENCICLOPÉDIA BARSA (1965) os egípcios tiveram notável êxito na elaboração de tijolos, com formas e aspectos variados. Mas foram os romanos, impulsionados pelas necessidades crescentes da construção em suas grandes cidades, os primeiros a estabelecer uma fabricação racional deste material, isto é, como atividade industrial.

LEMOS (1989) diz que no Brasil, o tijolo comum foi adotado nas construções através da influência italiana:

“Parece que foram alemães os primeiros pedreiros em São Paulo, como sugerem certos anúncios de jornais da época. Mas foram operários imigrantes italianos realmente que popularizaram a alvenaria de tijolos em construções urbanas, fazendo as suas próprias moradias.”

A qualidade e o tipo do tijolo cerâmico se distinguem, entre outras coisas, pela qualidade da argila empregada em sua fabricação. Segundo TEIXEIRA et al. (2001) na “indústria cerâmica brasileira é comum misturar dois ou mais tipos de ‘barro’ para se obter a massa cerâmica com a granulometria e plasticidade desejada.”

Sua resistência pode variar de 0,5 MPa (baixa resistência) até 12 MPa (alta resistência), e sua constituição vai desde facilmente pulverizáveis até os de massa

compacta. Dessa forma fica difícil estabelecer limites quanto à qualidade da cerâmica.

É possível caracterizar, de forma generalizada, o tijolo comum como sendo um material de porosidade relativamente alta, superfície áspera e fabricado com pequenas prensagens.

Segundo BAUER (1992) os “tijolos devem-se deixar cortar com facilidade pela colher de pedreiro, apresentando, então, fratura plana, apenas levemente irregular (indício de homogeneidade), com grão fino e apertado, e com cor tão uniforme quanto possível entre o miolo e a superfície. Ao se percutiram, as peças devem dar som límpido característico do bem cozimento. Deve-se cuidar também que não tenham muitos pedaços de pedras, cavidades, excessos, areias ou organismos na sua massa.”

A uniformidade das peças é outro fator muito importante, porque quanto maior a espessura da argamassa nas juntas, menor a resistência da parede.

A fabricação dos tijolos comuns é normalmente feita da forma mais econômica possível. Para BAUER (1992), o barro utilizado na confecção das peças pode variar conforme o produto que se quer obter, mas não há necessidade de material superior. A correção da argila, quando feita, é mínima, por uma questão de custo. O barro empregado deve ser ausente de carbonatos calcários, pois aumentam a fusibilidade e fazem aparecer gretas. O barro deve ser limpo para evitar porosidade excessiva.

A moldagem das peças é feita com pasta plástica consistente, em máquinas de fieira. Eventualmente podem ser feitos tijolos com modelagem manual, com pasta plástica.

A secagem é feita aproveitando o calor do forno em telheiros, estes devem ser cercados por tábuas horizontais graduáveis, semelhantes a venezianas, para melhor controle da secagem.

O cozimento dos tijolos deve ser feito em fornos com temperatura na ordem de 900° C a 1000° C.

Os tijolos, assim como todos os materiais cerâmicos, têm pouca resistência à flexão. A dilatação térmica da peça é de cerca de 0,15 mm/m nas temperaturas extremas.

2.4.1.2.1 Tijolo Maciço

O tijolo maciço é um material obtido a partir de uma massa plástica da argila. A argila utilizada em sua fabricação é impura, fusível e terracota, sendo amassada mecanicamente, moldada, seca e por fim cozida em fornos.

A quantidade de argila cozida em sua fórmula é superior a 85% do seu volume aparente, e são tijolos muito resistentes, até à compressão. Têm normalmente uma resistência à compressão entre 120 kg/cm² a 190 kg/cm². A massa específica aparente, em média, é de 1,7 Kg/dm³ para os tijolos maciços.

Hoje, o tijolo maciço é mais utilizado em alvenarias aparentes, conhecido popularmente como tijolinho à vista, e possui uma grande variedade de texturas e cores.

A NBR 7170 estabelece dois tamanhos para os tijolos maciços, mas trata-se de norma nem sempre obedecida pelas olarias. O primeiro formato mede 45±2 mm x 200±5 mm x 53±2 mm e o segundo formato estipulado pela norma têm 115±2 mm x 240±5 mm x 52±2 mm.

2.4.1.2.2 Tijolo de Oito Furos

Os tijolos de oito furos são obtidos através do mesmo processo do tijolo maciço. A peça é atravessada por oito canais/furos paralelos ao leito e no sentido da maior dimensão. A sua área de furos varia entre 30% e 75% da área da face correspondente, o que resulta que em igual volume sejam mais leves que os primeiros. A sua principal função é de enchimento e de isolamento térmico e acústico. A vantagem dos furos é de se conseguir aumentar o volume com menor peso, facilitando dessa forma o manejo dos tijolos, e conseqüentemente, acelerando esta etapa da construção.

Segundo BAUER (1992) é bom que a superfície do tijolo tenha certa porosidade para facilitar a aderência das argamassas de assentamento e de revestimento. Evidentemente, há certos limites para isso, do contrário o tijolo se tornaria higroscópio. A absorção deve ser entre 15% a 25%, mas isso depende da finalidade a qual o tijolo terá. Há tijolos que chegam a se desagregar com algumas horas de permanência na água.

Os tijolos furados ou ocos podem ter seus furos quadrados ou cilíndricos. Normalmente os de furos quadrados não servem para paredes de sustentação, pois têm as paredes finas, já os redondos têm uma resistência mais próxima à dos tijolos maciços.

2.5 AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO)

A avaliação de ambientes construídos tem como objetivo verificar se a edificação satisfaz as necessidades de seus usuários.

Segundo ORNSTEIN & ROMERO (1992) as metas de uma APO são:

- a. promover a ação (ou a interação) que propicie a melhoria da qualidade de vida daqueles que usam um dado ambiente;
- b. produzir informações na forma de banco de dados, gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e as relações ambiente – comportamento.

A APO é de suma importância para os profissionais da construção civil, pois através dela se pode aumentar a vida útil da edificação e evitar falhas posteriores, servindo também como uma análise preventiva de futuros projetos.

Em muitos casos, os problemas de manutenção das edificações foram gerados muito antes de serem executados, isto é, em fase de projeto, e isso ocorre, em sua maioria, pela falta de conhecimento dos profissionais habilitados para tal. Para que esse tipo de situação tenha um fim, é necessária uma maior comunicação entre os pesquisadores e os profissionais da construção.

Sendo assim ORNSTEIN & ROMERO (1992) resume, de forma bastante clara, o conceito básico da avaliação pós-ocupação que tem como pretensão:

“(...) a partir da avaliação de fatores técnicos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais do ambiente em uso, e tendo em vista tanto a opinião dos técnicos, projetistas e clientes, como também dos usuários, diagnosticar aspectos positivos e negativos, definindo, para esse último caso, recomendações que:

- **em primeiro lugar, minimizem, ou até mesmo corrijam, problemas detectados no próprio ambiente construído submetido à avaliação, através do estabelecimento de programas de manutenção e de conscientização do público usuário, da necessidade de alterações comportamentais, tendo em vista a conservação do patrimônio público ou privado;**
- **em segundo lugar, utilizar os resultados destas avaliações sistemáticas (estudos de casos) para realimentar o ciclo do processo de produção e uso**

de ambientes semelhantes, buscando otimizar o desenvolvimento de projetos futuros. Em outras palavras, a APO pode ser entendida como um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos, através de participação intensa de todos os agentes envolvidos na tomada de decisões.”

O ambiente construído, em condições ‘normais’, é influenciado por mais de seis mil variáveis, dentre fatores biológicos, sonoros, lumínicos, atmosféricos, térmicos e comportamentais. A APO é um dos meios que pode conhecer as variáveis prioritárias em estudos de caso e definir critérios para gerir o controle de qualidade do ambiente construído, (ORNSTEIN & ROMERO, 1992).

2.5.1 Métodos e Técnicas de Avaliação Pós-Ocupação

Existem duas maneiras de se avaliar um ambiente construído, através de uma avaliação técnica (ensaios laboratoriais e/ou medição in loco) e uma avaliação a partir do ponto de vista e comportamento do usuário (questionários). Na maioria dos casos, é comum associar as duas técnicas, e até mesmo complementá-las com registros fotográficos e vídeos.

ORNSTEIN & ROMERO (1992) propõem três níveis diferentes de APO, no que diz respeito à profundidade da pesquisa, finalidade, prazos e recursos disponíveis.

- a. APO – Indicativa ou de curto prazo: proporciona, através de rápidas visitas ao ambiente, indicação dos principais aspectos positivos e negativos do objeto de estudo, é feito através de entrevistas e questionários;
- b. APO – Investigativa ou de médio prazo: trata-se do nível anterior acrescido da explicitação de critérios referenciais de desempenho;
- c. APO – Diagnóstico ou de longo prazo: define detalhadamente critérios de desempenho, utiliza-se de técnicas de medidas correlacionadas com os questionários feitos aos usuários, tendo em mente a estrutura organizacional da entidade.

As variáveis do ambiente construído a serem considerados em uma avaliação pós-ocupação dependerão do interesse específico de cada estudo. ORNSTEIN & ROMERO (1992) propõe alguns estudos de avaliação que podem ser realizados através das variáveis citadas:

- a. Avaliação técnico-constructiva e conforto ambiental: as variáveis a serem analisadas serão referentes aos materiais empregados e as técnicas construtivas, tanto dos elementos arquitetônicos como dos elementos que dizem respeito ao conforto ambiental;
- b. Avaliação técnico-funcional: as variáveis estarão relacionadas basicamente ao uso dos espaços, desempenho funcional dos ambientes e do edifício;
- c. Avaliação técnico-econômica: as variáveis se relacionarão ao custo x benefício enquanto projeto e obra e nos períodos de uso (operação e manutenção), podendo estar ligado a sua eficiência;
- d. Avaliação técnico-estética: estas variáveis tornam-se subjetivas uma vez que trata de uma questão de estilo e percepção visual (das formas e do conceito de belo), tendo como ponto de vista pessoas diferenciadas (o profissional e o usuário);
- e. Avaliação comportamental: as variáveis a serem analisadas serão os questionários feitos com os usuários, lidando com diferentes categorias ou extratos de usuários.

2.6 CONFORTO TÉRMICO

Existem hoje, vários estudos relacionados ao clima urbano, isso se deve às migrações ocorridas do campo para a cidade, gerando um aumento considerável na taxa populacional das mesmas. Com a superpopulação, e o número cada vez maior de indústrias, edifícios, solos impermeáveis e com a diminuição das áreas verdes, as grandes cidades passaram a ser locais inapropriados para uma vida saudável.

Com isso, uma das principais preocupações para Cuiabá, assim como para outras cidades, é o aumento da temperatura, o que acaba por causar inúmeras conseqüências às pessoas que nela vivem, como cansaço excessivo, mal estar, pressão baixa, desânimo, entre outros.

Em conseqüência às alterações climáticas ocorridas nas áreas urbanas, as edificações também sofreram mudanças quanto ao conforto térmico. Mesmo sendo um assunto muito discutido em termos de estudos, é pouco considerado na hora da execução das edificações. Em Cuiabá, o conforto térmico deveria obter maior atenção por parte dos profissionais da área, uma vez que a temperatura bastante elevada da cidade cria um grande problema de desconforto às pessoas.

Segundo MASCARÓ (1983), para cada tipo de clima faz-se necessária uma arquitetura adequada. Em climas quentes úmidos, as casas estão sobre “pilotis” para permitir o isolamento da umidade do solo e a ventilação, não só dos edifícios, mas também do meio urbano. Essas casas apresentam grandes aberturas e paredes levemente sombreadas por varandas ou largos beirais, que além de protegê-las da incidência solar direta, também as protegem das chuvas internas próprias do clima.

O clima de Cuiabá é caracterizado, segundo MAITELLI (1994), como sendo quente-úmido, e as características gerais para essas regiões são para SOBENIS* apud LOPES (1993) as seguintes:

- a. altas temperaturas: 24°C a 32°C;
- b. pequena variação diária e sazonal: 3°C a 6°C;
- c. umidade relativa: 55% a 100%;
- d. radiação solar intensa;
- e. céu claro e brilhante ou nebuloso;
- f. ventos regulares ou fortes durante chuvas intensas (≥ 40 km/h);
- g. alta precipitação anual (> 2000 mm).

Requisitos físicos da habitação para essas condições:

- a. aproveitamento máximo da sombra;
- b. proteção do sol e da chuva (beirais, brises, corredores e galerias);
- c. facilitação da ventilação com aberturas, janelas, pisos elevados e espaços abertos;
- d. construção leve ou de baixa capacidade térmica e de alta transmitância, evitando aquecimento excessivo;
- e. consideração da cobertura como a componente habitacional mais importante, com baixa capacidade térmica e pouca superfície exposta;
- f. utilização de cores claras para baixa absorção de calor.

O projeto de Norma NBR - 02:135.07.003 (2003), que estabelece diferentes Zonas Bioclimáticas para todo o Brasil, conclui que a cidade de Cuiabá está inserida na Zona Bioclimática 7. Para todas as zonas estabelecidas por esta norma, há

* SOBENIS, N. (1982) Conforto térmico na arquitetura habitacional de São Paulo. EESC – USP. São Paulo. Dissertação de mestrado.

diretrizes apresentadas como sendo as mais indicadas para cada região. Segue uma série de diretrizes construtivas a serem considerados:

- a. Quanto às aberturas: devem ser pequenas, quando referentes à ventilação, isto é, possuir área de vão livre compreendida entre 10% e 15% da área do ambiente. As aberturas devem ser sombreadas.
- b. Quanto ao tipo das paredes externas: devem ser pesadas, isto é, possuir transmitância térmica menor ou igual a $2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, atraso térmico maior ou igual há 6,5 horas e fator de calor solar menor ou igual a 3,5%.
- c. Quanto às coberturas: também devem ser pesadas, isto é, possuir transmitância térmica menor ou igual a $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$, atraso térmico maior ou igual há 6,5 horas e fator de calor solar menor ou igual a 6,5%.

A Norma ainda estabelece que para se obter temperaturas internas mais agradáveis, deve-se fazer o 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.

Os materiais construtivos mais comumente indicados ao clima quente úmido são: palha e vegetação, madeira e adobe, alumínio e concreto, esses últimos devem ser empregados sob certas condições.

O desempenho térmico de uma edificação está diretamente ligado às características climáticas, às quais está submetida.

Segundo LOPES (1993) há três formas de se intervir arquitetonicamente na edificação para melhorar o seu conforto térmico, através: do controle da energia solar incidente (implantação do projeto, orientação, proteção exterior, localização e características dos componentes externos); do controle de energia solar absorvida (propriedade superficial do material e componentes da envolvente); e do controle de transmissão térmica e da radiação solar transmitida (propriedade termofísicas internas dos materiais e componentes construtivos da habitação).

O calor gerado pela radiação solar, pode ser sensivelmente reduzido quando alguns princípios básicos são observados, tais como:

- a. Adoção de materiais com baixo fluxo e baixa capacidade de armazenamento de calor;

- b. Redução de entradas de radiação solar, evitando-se iluminação natural através das coberturas;
- c. Otimização da circulação de ar dentro da edificação;
- d. Aplicação de um pé-direito correto.

A condição de conforto térmico nada mais é do que o desempenho térmico da edificação, que depende, por sua vez, do clima da região, do uso da edificação, do projeto arquitetônico e da especificação dos materiais a serem utilizados.

2.6.1 O Homem e o Conforto Térmico

Pode-se considerar que um indivíduo encontra-se em condições de conforto térmico quando este está satisfeito com o ambiente térmico circundante, podendo dessa forma desenvolver com perfeição suas atividades no interior do mesmo. Porém, a condição de conforto térmico é muito relativa, isto é, depende intrinsecamente de cada pessoa. Dessa forma um ambiente que cause neutralidade térmica a uma pessoa, pode, ao mesmo tempo, causar certo desconforto à outra.

Segundo JABARDO (1984), a neutralidade térmica depende dos seguintes parâmetros, denominados de conforto:

- a. Atividade associada à produção de energia no interior do corpo humano;
- b. Resistência térmica da roupa;
- c. Temperatura do ar ambiente;
- d. Temperatura radiante média do meio;
- e. Velocidade relativa do ar;
- f. Pressão parcial do vapor d'água do ar ambiente (umidade).

Segundo FROTA & SCHIFFER* apud ARAÚJO (2001):

“O homem é um animal homeotérmico. Seu organismo é mantido a uma temperatura interna sensivelmente constante. Essa temperatura é da ordem de 37°C, com limites muito estreitos – entre 36,1 e 37,2°C – sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência, em estado de enfermidade.

(...)

A manutenção da temperatura interna do organismo humano é relativamente constante, em ambientes cujas condições termohigrotérmicas são as mais variadas e variáveis, se faz por intermédio de seu aparelho termorregulador, que comanda a redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor através de alguns mecanismos de controle.

* FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. 2ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 1995, 243p.

A termorregulação, apesar de ser o meio natural de controle de perdas de calor pelo organismo, representa um esforço extra e, por conseguinte, uma queda de potencialidade de trabalho.

O organismo humano experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação, o calor produzido pelo metabolismo compatível com sua atividade. (...)

Esse mecanismo é dissipado através dos mecanismos de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, envolvendo as trocas secas – condução, convecção e radiação – e as trocas úmidas – evaporação.”

As trocas térmicas ocorridas entre o corpo e o meio ocorrem por condução quando há um contato entre o corpo e algum objeto, onde ambos possuam temperaturas diferentes, tornando o corpo mais frio ou mais quente. A troca de calor por convecção ocorre quando o corpo está próximo de um objeto com temperatura diferenciada. E a troca por radiação acontece entre o sol e o corpo. Na evaporação só há perda de calor.

Altas temperaturas, associadas à umidade relativa alta, podem reduzir drasticamente a capacidade do corpo humano de manter a sua temperatura interna correta. Exposições prolongadas em ambientes com tais características podem causar câimbras, esgotamento, fadiga térmica, e até danos ao cérebro. Podendo levar a morte em alguns casos, como em idosos e enfermos.

“O organismo humano pode ser comparado a uma ‘máquina térmica’, a qual gera calor quando executa algum trabalho. O calor gerado pelo organismo deve ser dissipado em igual proporção ao ambiente, a fim de que não se eleve nem diminua a temperatura interna do corpo. (...) esses desequilíbrios ocasionados entre a geração e a dissipação do calor pelo organismo podem ocasionar sensações desconfortáveis, ou mesmo patologias em casos mais extremos (...).” (XAVIER, 1999)

CIOCCI (2003) diz que o índice de calor, também conhecido como temperatura aparente, é uma medida de como a umidade associada a altas temperaturas reduz a capacidade do corpo em manter-se frio. Este índice é a sensação térmica que o corpo humano interpreta quando a umidade e/ou temperatura fogem dos níveis normais. Por exemplo, se a temperatura do ar é de 34°C, e a umidade é de 50% o efeito destas condições no corpo equivale a uma temperatura de 39,5°C, como mostra o quadro 01. A premissa para o cálculo do índice de calor é que, a pessoa a ser avaliada, esteja a sombra, ao nível do mar, e com vento de

10km/h. Exposições ao sol podem aumentar este índice entre 3°C e 8°C. Variações na velocidade do vento normalmente tem pequeno efeito sobre o índice de calor.

QUADRO 01 - Temperatura Aparente

UR (%)	Temperatura do ar							
	26	28	30	32	34	36	38	40
30	24,8	27,2	29,7	32,0	34,4	37,2	40,5	44,2
40	25,9	28,1	30,9	33,6	36,7	40,0	44,1	49,3
50	26,4	29,0	32,0	35,2	39,5	44,3	49,7	55,9
60	27,5	30,1	33,3	37,4	42,6	49,3	56,5	63,3
70	28,4	31,3	35,2	40,6	47,5	55,0	63,1	-
Temperatura aparente (°C) – Índice de calor								

FONTE: CIOCCI (2003)

O grau de stresse causado pelo calor pode variar com a idade, saúde e características do corpo. O quadro 02 lista uma série de sintomas possíveis de stresse térmico associado a intervalos de temperatura aparente.

QUADRO 02 - Sintomas ocasionados pelas diferentes temperaturas

Temperatura Aparente	Nível de Perigo	Sintomas
27°C a 32°C	Atenção	Possível fadiga em casos de exposição prolongada com atividade física.
32°C a 41°C	Muito cuidado	Possibilidade de câimbras, esgotamento e insolação para exposição prolongada com atividade física.
41°C a 54°C	Perigo	Câimbras, insolação, e esgotamento prováveis. Possibilidade de dano cerebral para exposições prolongadas com atividades físicas.
Mais que 54°C	Extremo perigo	Insolação e dano cerebral iminente.

FONTE: CIOCCI (2003)

Algumas das vantagens do conforto térmico no ambiente de trabalho são: maior rendimento do trabalho, menor índice de acidentes, menor índice de doenças, melhor entrosamento funcional e social e conseqüentemente maiores lucros.

Segundo CIOCCI (2003) as perdas na produtividade por excesso de calor foram analisadas pela NASA* e constam no quadro 03. O relatório conclui que quando a temperatura da área de trabalho atinge 30°C a produtividade cai cerca de 20% e há um aumento de 75% na frequência de erros.

* NASA Report CR – 1205 – vol 1 Compendium of human responses to the aerospace environment. Excessive Heat and Worker Safety: Universidade da Pensilvania.

QUADRO 03 - Produtividade x Temperatura

Temperatura (°C)	26	28	30	32	34	36	38	40
Produtividade (%)	-6,5	-12,5	-20,0	-28,5	-39,0	-51,0	-64,5	-76,5
Freq. de erros (%)*	+3,5	+12	+75	+270	+550	>+700	-	-

*Ex. se o nível de erros é 1/200 (0,5%) a 24°C o nível de erros passará para 3,7/200 (1,85%) a 32°C.

FONTE: CIOCCI (2003)

2.6.2 Métodos de Avaliação do Conforto Térmico

Os parâmetros relativos ao conforto ambiental são decisivos, no sentido de estabelecer um bom desempenho do projeto arquitetônico. No entanto, na maioria das vezes, sua importância só é constatada no período pós-ocupação, com seu uso rotineiro e com as alternâncias sazonais do decorrer do tempo.

ORNSTEIN & ROMERO (1992) lista uma série de condições estipuladas pelo Centre Scientific et Technique du Bâtiment (CSTB) para se fazer cumprir as funções básicas dos edifícios e seus componentes: segurança estrutural; segurança contra o fogo; segurança de uso; estanqueidade; pureza do ar; higiene; adaptação ao uso; durabilidade; economia; conforto acústico; conforto visual; conforto tátil; conforto antropodinâmico; e conforto higrotérmico.

O conforto higrotérmico faz referência ao controle da temperatura do ar, da radiação térmica, da velocidade e umidade do ar, e do controle de condensação. E, é também, através destas variáveis que ele pode ser avaliado.

Os métodos utilizados para a avaliação do conforto térmico em edificações são inúmeros e há cada vez mais estudos relacionados ao assunto. Porém, o assunto não se trata de algo novo, já vem sendo abordado há muitos anos, como KRÜGER (s/d) relata:

“Os primeiros estudos relacionados aos parâmetros definidores da sensação de conforto térmico datam do século XIX. Com a Revolução Industrial, o aumento do número de acidentes e doenças geradas na indústria têxtil, na mineração e na metalurgia foram responsáveis pelas primeiras investigações no assunto, tendo como objetivo não exatamente a saúde do trabalhador, mas o aumento da produtividade industrial. Heberden, em 1826, foi um dos primeiros cientistas que relacionou a sensação de conforto a outros fatores, além da temperatura do ar. O primeiro estudo de alguma relevância, entretanto, é de Haldane e data de 1905.

Através de pesquisas empíricas, a sistematização dos conhecimentos nesta nova área de investigação iniciou-se com o trabalho de Houghton e Yaglou, como parte de diversos estudos para a ASHVE (American Society for Heating and Ventilation Engineers). O objetivo, neste caso,

era otimizar as condições de operação de condicionadores de ar. Pesquisas analíticas surgiram com Winslow, Herrington e Gagge, em 1937.

Nos anos sessenta, os irmãos Olgyay foram os primeiros a criar um procedimento sistemático que possibilitou uma adaptação de uma edificação às necessidades humanas com relação às condições climáticas. O método proposto faz uso de uma Carta Bioclimática, onde é mostrada a zona de conforto humano em relação à temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, radiação solar e resfriamento por evaporação. Aplicando o método de Olgyay, o projetista, ao realizar uma análise climática do local onde pretende construir, pode visualizar as principais dificuldades (de desconforto por calor ou frio) a serem contornadas através de um projeto adequado.

Em 1970, Fanger realiza uma importante contribuição na área de investigação relacionada aos estudos fisiológicos da sensação de conforto. O trabalho está voltado à aplicação de parâmetros de conforto na indústria de ar-condicionado. Os estudos foram realizados quando o impacto do primeiro choque de petróleo ainda não havia ocorrido na arquitetura e o condicionamento artificial não era visto de forma negativa. No entanto, já há a visão da área como necessariamente inter e multidisciplinar. No prefácio de sua obra de referência *Thermal Comfort*, são citadas as diversas disciplinas envolvidas no estudo do conforto térmico: transferência de calor e massa, fisiologia e psicofísica, ergonomia, biometeorologia, arquitetura e engenharia têxtil.

Na segunda edição de *Man, Climate and Architecture*, Givoni, em plena crise energética, ressalta a importância da conservação de energia e de recursos naturais na arquitetura e a obra torna-se uma referência para arquitetos, engenheiros e projetistas preocupados com novos caminhos para a arquitetura. O denominado método de Givoni faz uso de um "diagrama bioclimático da edificação", facilitando a análise climática e de alternativas de projeto. O método de Givoni, apesar de ter sofrido algumas alterações, é até hoje adotado em avaliações de desempenho térmico em edificações e é o método utilizado na elaboração da Norma de Conforto Térmico, que, futuramente, poderá vir a ser uma importante ferramenta para arquitetos, engenheiros e projetistas no Brasil."

Sabe-se que uma edificação atende as exigências mínimas de satisfação quando em dias críticos oferece condições favoráveis para quem a ocupa. Para se saber as condições de conforto térmico que uma pessoa está em relação ao ambiente em que se encontra são necessárias algumas observações quanto: período de permanência no ambiente, número de ocupantes, caracterização dos materiais do ambiente, equipamentos utilizados pelos ocupantes, e medições *in loco* das temperaturas, umidade e velocidade do vento.

Segundo FROTA & SCHIFFER* apud DURANTE (1999):

“Dentre os vários índices de conforto térmico existentes, (...), pode-se citar como os que mais se adequam às condições brasileiras, o Índice de Temperatura Efetiva, de Yaglou e Houghthen, o Índice de Conforto Equatorial, de Webb e a Carta Bioclimática, de Olgyay, todos desenvolvidos para indivíduos de regiões de clima quente, normalmente vestidos em trabalho leve.”

O quadro 04 mostra de forma simplificada as variáveis a serem analisadas nos principais métodos para a obtenção do índice de conforto:

QUADRO 04 - Índice de conforto

MÉTODOS	VARIÁVEIS
Método de Olgyay e Givoni	Temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar
Temperatura Efetiva e Índice de Conforto Equatorial	Temperatura, umidade e velocidade do ar
Temperatura Efetiva Corrigida	Temperatura, umidade, velocidade do ar e calor radiante
Índice de Sobrecarga Térmica e Índice de Bulbo Úmido-Termômetro de Globo (IBUTG)	Temperatura, umidade, velocidade do ar, calor radiante e atividade
Método de Fanger e Método ASHRAE	Temperatura, umidade, velocidade do ar, calor radiante, tipo de atividade e vestimenta

FONTE: GIAMPAOLI** apud DURANTE (1999)

O Método de Givoni baseou-se nos estudos de Olgyay, produzindo uma Carta Bioclimática para o Brasil, com a qual podem ser analisados simultaneamente procedimentos alternativos necessários para o estabelecimento do conforto, em função dos valores da temperatura e da umidade, (RORIZ*** apud DURANTE, 1999).

Os Métodos de Fanger e ASHRAE buscam resultados mais realistas na avaliação do conforto térmico, pois, além das características do ambiente, avaliam as condições em que o usuário se encontra. Com base em pesquisas já realizadas, constatou-se que o Método de ASHRAE é mais adequado para ambientes não condicionados e o de Fanger para ambientes condicionados termicamente.

*FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. *Manual de conforto térmico*. 2ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 1995, 243p.

** GIAMPAOLI, E. *Temperaturas extremas*. São Paulo: Hygro-therm, 1985.

*** RORIZ, M. *Zona de conforto térmico. Um estudo comparativo de diferentes abordagens*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) São Carlos: EECS-USP, 1987.

2.7 PROCESSOS DE TROCAS TÉRMICAS

Construir uma edificação adequada a determinado clima significa elaborar espaços que propiciem ao usuário condições internas microclimáticas compatíveis ao funcionamento de seu metabolismo nas diversas atividades que ali forem realizadas, (KRAUSE et al., 2002).

O conforto térmico é obtido sempre que se consegue manter, através de trocas com o meio ambiente ou via uma mudança metabólica, um equilíbrio entre o corpo e o entorno. Essas trocas térmicas ocorrem por: radiação, condução e convecção.

2.7.1 Radiação

Toda superfície emite radiação proporcionalmente à quarta potência da sua temperatura absoluta (temperatura em graus Kelvin). A quantidade de energia emitida é proporcional à área da superfície e ao intervalo de tempo considerado.

Segundo LOPES (1993), a transmissão de calor por radiação se dá entre dois corpos sem que haja necessidade de contato entre eles. Esta energia transmite-se em forma de ondas eletromagnéticas de determinada faixa de frequência, com velocidade igual à da luz, através do vácuo e de substâncias a elas transparentes.

Quando a radiação incide em uma superfície opaca, isto é, não é transparente a esta radiação, parcelas da mesma podem ser absorvidas, transmitidas e refletidas, dependendo da temperatura absoluta e das propriedades físicas da substância. A somatória dessas três quantidades será sempre igual ao total de energia incidente.

Uma superfície pode ganhar maior ou menor quantidade de calor dependendo a orientação e inclinação em relação à fonte emissora de energia. Outro fator que interferirá na emissão e absorção das ondas eletromagnéticas serão as características do material de revestimento da superfície em questão.

Uma comparação bastante simples seria de uma laje plana com um telhado inclinado, o primeiro exemplo receberá uma carga térmica muito maior que o segundo.

No caso das paredes deve-se priorizar o uso de cores claras como opção de revestimento de pintura, pois assim ela terá uma maior reflexão.

2.7.2 Condução

As trocas térmicas por condução ocorrem através da agitação das moléculas, que ao receberem calor vibram em decorrência do aumento de energia cinética. A energia recebida é transferida às moléculas vizinhas em virtude da existência de forças intermoleculares. Depois de certo tempo todo o corpo, constituído por essas moléculas, estará totalmente aquecido.

Um exemplo dado por ÁLVARES & LUZ (1987) mostra bem este fenômeno:

“Suponha que uma pessoa esteja segurando uma das extremidades de uma barra metálica e que a outra extremidade seja colocada em contato com uma chama. Os átomos ou moléculas desta extremidade, aquecida pela chama, adquirem uma maior energia de agitação. Parte desta energia é transferida para as partículas da região vizinha a esta extremidade e, então, a temperatura desta região também aumenta. Este processo continua ao longo da barra e, após certo ponto, a pessoa que segura a outra extremidade perceberá uma elevação de temperatura neste local.”

Normalmente as trocas térmicas ocorridas em corpos sólidos são feitas por condução, isso porque são mais coesos que os líquidos e gases, tendo um menor espaço interatômico, o que facilita a condução de calor.

ÁLVARES & LUZ (1987) dizem que a constituição atômica de uma substância interfere na troca térmica por condução, dependendo de sua formação essa troca ocorrerá com maior ou menor facilidade, isso significa que existem substâncias boas e más condutoras de calor. Assim, os metais, por exemplo, são bons condutores de calor, enquanto que o isopor, a cortiça, a porcelana, a madeira, entre outros, são isolantes térmicos por serem mal condutores de calor.

Segundo KRAUSE et al. (2002):

“O fluxo de calor variará em função da densidade do material (o ar enclausurado é melhor isolante que a matéria), de sua natureza química (medida através da condutividade) – onde materiais amorfos são menos sujeitos à condução do que os cristalinos, e de sua taxa de umidade (já que a água é melhor condutora de temperatura que o ar).”

2.7.3 Convecção

Segundo LOPES (1993), o processo de convecção ocorre quando um dos corpos envolvidos é um fluido. Quando as partículas deste fluido entram em contato com uma superfície aquecida, elas se dilatam, tornando-se menos densas, afastando-

se da superfície quente e dando lugar a outras partículas. Cria-se um fluxo de partículas, constituindo a convecção natural.

ÁLVARES & LUZ (1987) dão um exemplo bastante simplificado para ilustrar tal acontecimento:

“Quando um recipiente, com água, é colocado sobre uma chama, a camada de água do fundo do recipiente recebe calor da chama, por condução. Conseqüentemente, o volume desta camada aumenta e, então, sua densidade diminui, fazendo com que ela se desloque para a parte superior do recipiente e seja substituída por água mais fria e mais densa, proveniente desta região superior. O processo continua, com uma circulação contínua de correntes de água mais quente para cima e mais fria para baixo, denominadas correntes de convecção.”

Um outro exemplo dado por LOPES (1993) é com relação ao processo que ocorre nas edificações:

“Considerando o caso de uma parede e o ar circundante, a convecção envolve a transferência de calor por condução da superfície para o ar, a transferência de massa de ar em movimento e a transferência de energia resultante. O ar em contato com a superfície pode ganhar ou perder calor, dependendo da diferença de temperatura entre ambos e se move para cima ao ser aquecido ou para baixo, ao perder calor. Há um deslocamento sucessivo das novas camadas de ar, podendo ser estabelecido um fluxo contínuo de ar e um fluxo térmico entre o ar e a superfície. Quando este fenômeno de deslocamento é intensificado pelo vento, passa a ser chamado de convecção forçada. Mesmo quando o movimento do fluido ou do ar é turbulento, existe uma região laminar junto à parede, chamada camada limite.”

2.9 COMENTÁRIOS

Esta pesquisa tratou da avaliação pós-ocupação de edificações da cidade de Cuiabá, procurando envolver materiais e produtos empregados ao longo da sua evolução arquitetônica. Os valores obtidos serão de grande valia para futuras construções na capital de Mato Grosso e possíveis adequações arquitetônicas para edificações já existentes, pois, até o presente momento, são muito escassos os dados relacionados ao tema desse trabalho. Isso pôde ser constatado no ato da revisão bibliográfica, através do qual foram encontrados diversos trabalhos, nessa linha de pesquisa, para o clima da região sul e sudeste, e Cuiabá, por ser uma cidade com predominâncias climáticas de altas temperaturas, necessita de um estudo voltado especificamente para o conforto térmico.

Outro ponto importante, para que fosse desenvolvida esta pesquisa, foi pelo fato de que, durante a realização do trabalho anterior, de iniciação científica – PIBIC, pôde-se verificar a necessidade de adequações construtivas para o clima local, com base nas entrevistas e vistas locais, realizadas durante a coleta de dados nas construções pesquisadas dos vários períodos da História da cidade (antigo, intermediário e novo).

Dessa forma, espera-se poder contribuir com uma melhor adequação do sistema construtivo para o clima local.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos dados foi realizada através do programa SPSS conforme descrito anteriormente. No anexo B há de forma bastante simplificada a análise realizada. O recurso utilizado no programa foi para análises não-paramétricas, os resultados foram obtidos pelo teste de Kruskal-Wallis. Estas análises estão descritas a seguir e podem também ser visualizadas através dos gráficos, tipo Boxplot. Através do valor de significância calculado pelo teste de Kruskal-Wallis foi possível analisar todos os dados obtidos. Quando o valor calculado é maior que o valor tabelado (0,05), diz-se que as variâncias são homogêneas, isto é, os materiais em estudo não apresentam diferenças significativas entre si. E, quando o valor calculado é menor que o valor tabelado (0,05), entende-se que as variâncias não são homogêneas, isto é, os materiais possuem diferenças significativas entre si. Significa dizer que o nível de significância adotado para esta análise estatística foi de 95%.

Foi necessário realizar análises de diferentes modos, para que se pudesse constatar realmente o desempenho dos materiais estudados, tal análise só foi possível devido aos diferentes períodos das coletas, podendo-se observar as diferentes reações dos materiais sob diferentes aspectos climatológicos.

Sendo assim, foram realizados quatro tipos de análises:

- a. Análise geral, com todos os períodos e horários;
- b. Análise geral de cada período, com todos os horários;
- c. Análise geral de cada horário, com todos os períodos;
- d. Análise de cada período em cada um dos horários.

4.1 ANÁLISE GERAL: TODOS OS HORÁRIOS E PERÍODOS

Para a análise geral dos dados foram considerados os quatro períodos, estipulados para as coletas, e todos os horários das medições.

Na análise estatística geral, com todos os períodos, para variável da temperatura ambiente pôde-se chegar a conclusão de que os materiais analisados apresentaram diferenças significativas entre si, isto fica visível a partir da observação na figura 10 da faixa mediana dos dados coletados.

Analisando a figura 10 é possível perceber que no período 1 (julho de 2003) o tijolo de oito furos foi o material que obteve menores temperaturas em relação aos demais, porém o adobe teve suas temperaturas máximas menores, ao contrário do tijolo maciço, que foi o material das maiores temperaturas. Já, no período 2 (outubro de 2003), mês mais quente do ano na região, foi o adobe, o material que teve um desempenho térmico melhor, tanto para as máximas quanto para as mínimas, e novamente o tijolo maciço teve as maiores temperaturas. No período 3 (janeiro de 2003) o tijolo de oito furos obteve as menores temperaturas ambientes, mas, na maioria dos dados coletados a temperatura do tijolo de oito furos teve seus valores equivalentes ao do adobe. É importante notar que, mesmo assim o tijolo de oito furos obteve os maiores valores para a temperatura ambiente. No período 4 (abril de 2004) o tijolo de oito furos teve o mesmo comportamento térmico do mês de janeiro, no entanto, foi o adobe o material de melhor desempenho térmico neste período.

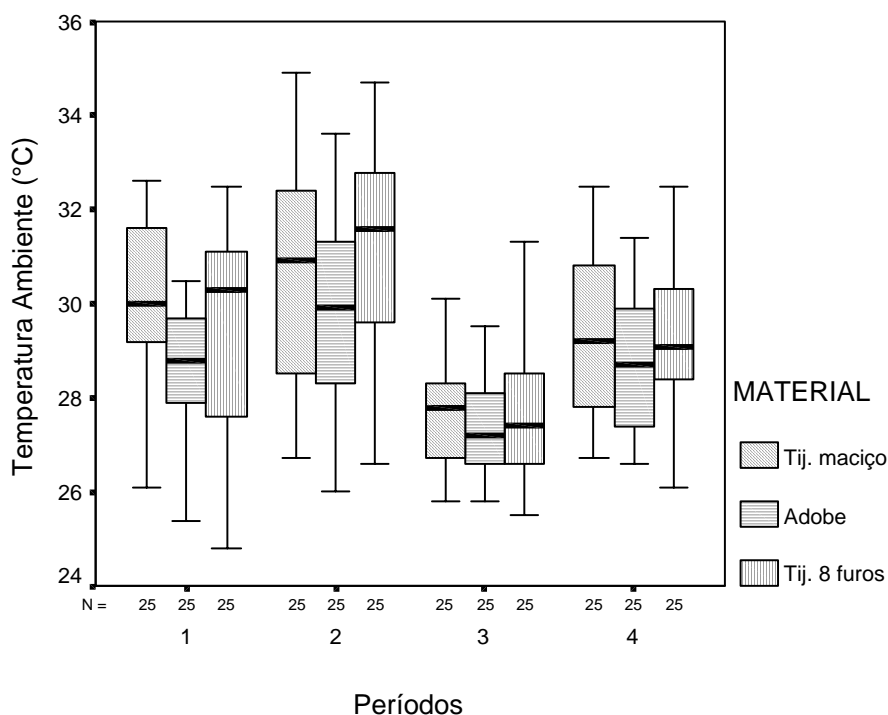


FIGURA 10 - Temperatura ambiente x Períodos das coletas

Na análise estatística da variável umidade relativa do ar foi possível verificar que esta não apresentou diferenças significativas entre os materiais em estudo. Na figura 11 nota-se que a faixa da mediana dos dados coletados encontram-se muito próximos uns aos outros, o que confirma a análise.

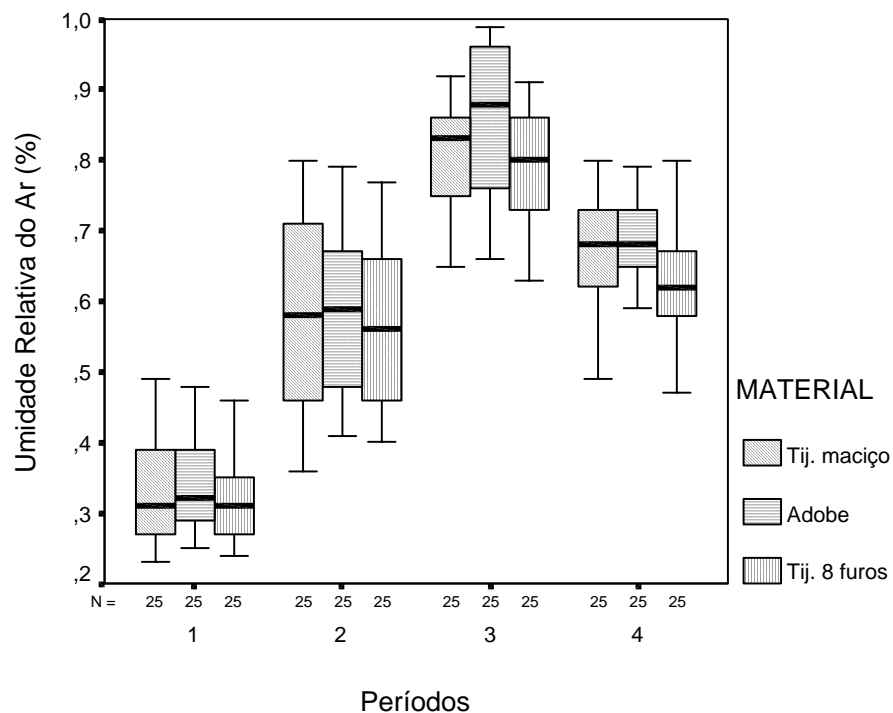


FIGURA 11 - Umidade relativa do ar x Períodos das coletas

Analisando a temperatura da superfície voltada ao oeste percebeu-se que esta teve um desempenho térmico diferenciado para os diferentes materiais estudados.

A figura 12 mostra que o tijolo de oito furos foi o material que sofreu maior influência com relação ao calor, pois em todos os períodos estudados ele obteve tanto as menores quanto as maiores temperaturas superficiais para este painel. Porém, exceto para o período 1, foi o adobe o material que melhor se comportou ao calor.

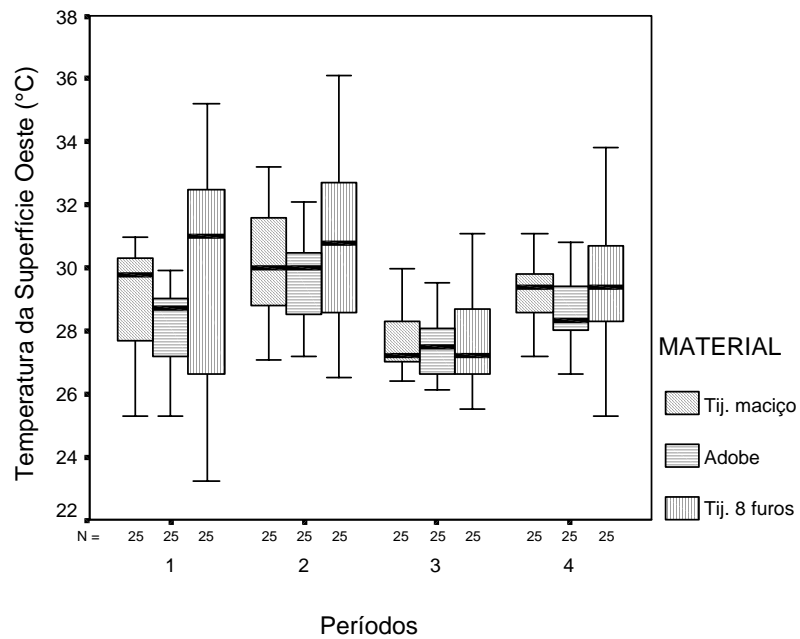


FIGURA 12 - Temperatura da superfície oeste x Períodos das coletas

Através da análise estatística para a parede voltada à leste, foram verificadas diferenças significativas para os diferentes materiais em análise.

Na figura 13 fica visível verificar que estes painéis trabalharam de forma bastante diversificada em relação aos diferentes períodos. Mas de uma forma geral o adobe é que teve seus valores mais constantes.

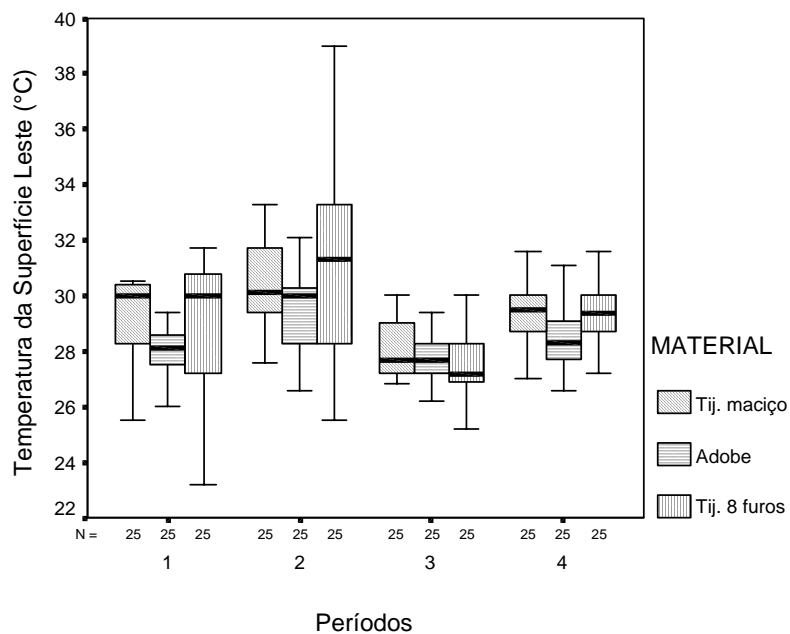


FIGURA 13 - Temperatura da superfície leste x Períodos das coletas

Para as temperaturas máximas diurnas a análise estatística mostrou que os materiais estudados influenciaram e muito nos valores encontrados. Através da figura 14, isso fica bastante evidente, exceto para o período 3. No período 1 as máximas das temperaturas foram encontradas na edificação feita de tijolo maciço. O material que teve melhor desempenho, sob este aspecto, foi o adobe. No mês de outubro o adobe também foi o melhor dos materiais analisados. Já, no mês de janeiro o tijolo de oito furos teve as menores temperaturas, no entanto foi ele também que obteve as maiores. No período 4 o adobe teve o melhor desempenho de forma bastante significativa, em contra partida o tijolo maciço foi o material de pior desempenho térmico com relação às máximas da temperatura ambiente.

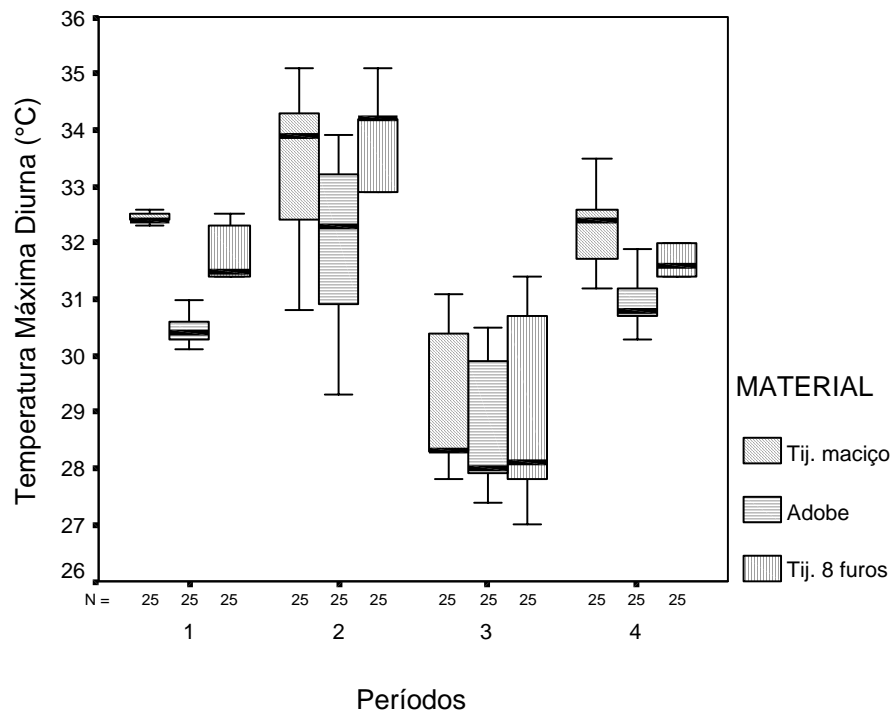


FIGURA 14 - Temperatura ambiente máxima diurna x Períodos das coletas

Na análise estatística realizada para as máximas noturnas foi verificado que há diferenças significativas para o desempenho térmico dos diferentes materiais estudados. Isso é bem demonstrado na figura 15, principalmente para o período 1. Em todos os períodos o adobe teve melhor desempenho térmico em relação aos demais materiais. Sendo o tijolo de oito furos considerado o pior por ter obtido as maiores temperaturas noturnas.

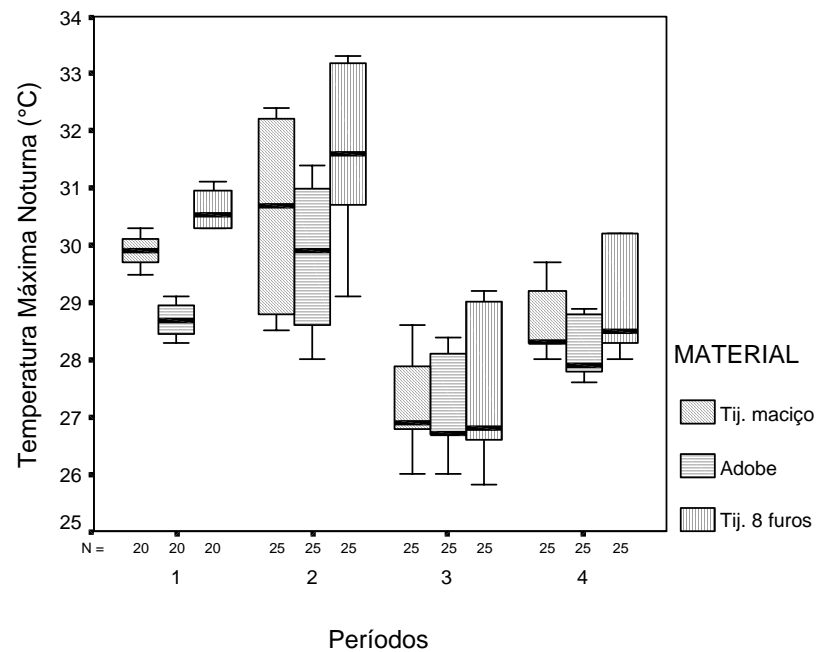


FIGURA 15 - Temperatura ambiente máxima noturna x Períodos das coletas

Com relação às temperaturas mínimas diurnas analisadas, pôde-se perceber que, não há diferenças significativas com relação aos materiais estudados. Pela figura 16 isso aparece de forma bem clara, onde a média das temperaturas encontradas é bastante semelhante entre os materiais.

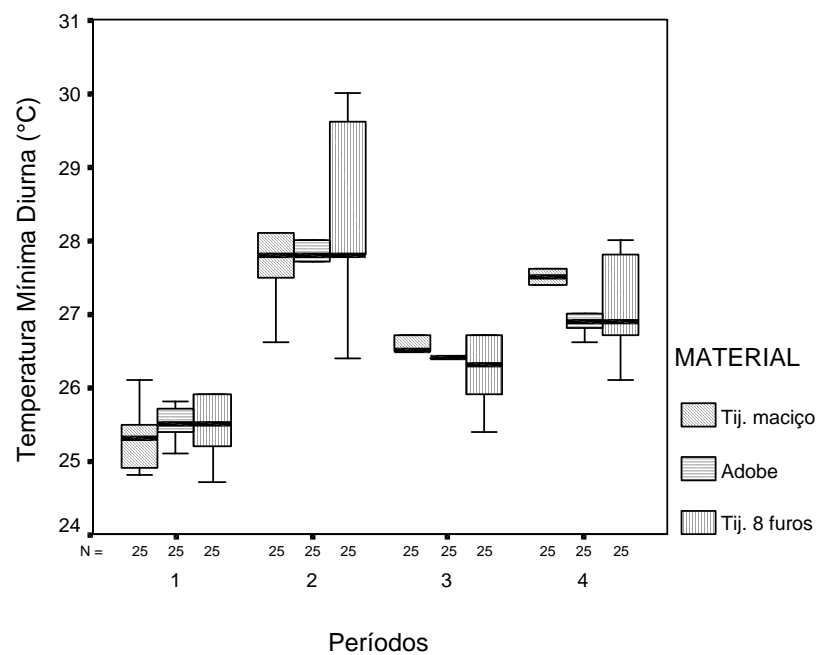


FIGURA 16 - Temperatura ambiente mínima diurna x Períodos das coletas

Na análise estatística da temperatura ambiente mínima noturna não se verificou diferença significativa entre os materiais estudados. A figura 17 mostra que no período 1 e 2 o tijolo maciço foi o material que teve melhor desempenho com relação às temperaturas mínimas alcançadas. Já, no período 3 e 4 o tijolo de oito furos foi o material que obteve as menores temperaturas. Porém, no período 4 o adobe teve a média dos seus dados coletados em melhor posição.

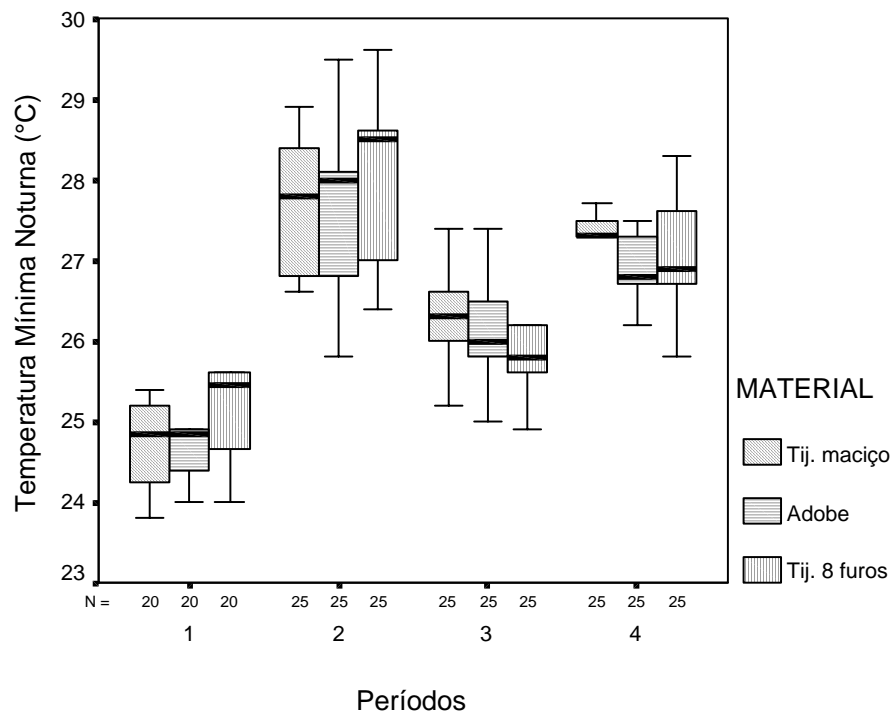


FIGURA 17 - Temperatura ambiente mínima noturna x Períodos das coletas

A variável umidade relativa do ar, para as máximas diurnas e noturnas e mínimas diurnas, em sua análise estatísticas, não apresentou diferenças significativas para os diferentes materiais analisados. O que pode ser observado nas figuras 18, 19 e 20. No entanto, para a análise da umidade relativa do ar mínima noturna verificou-se diferença significativa entre os materiais, como mostra a figura 21.

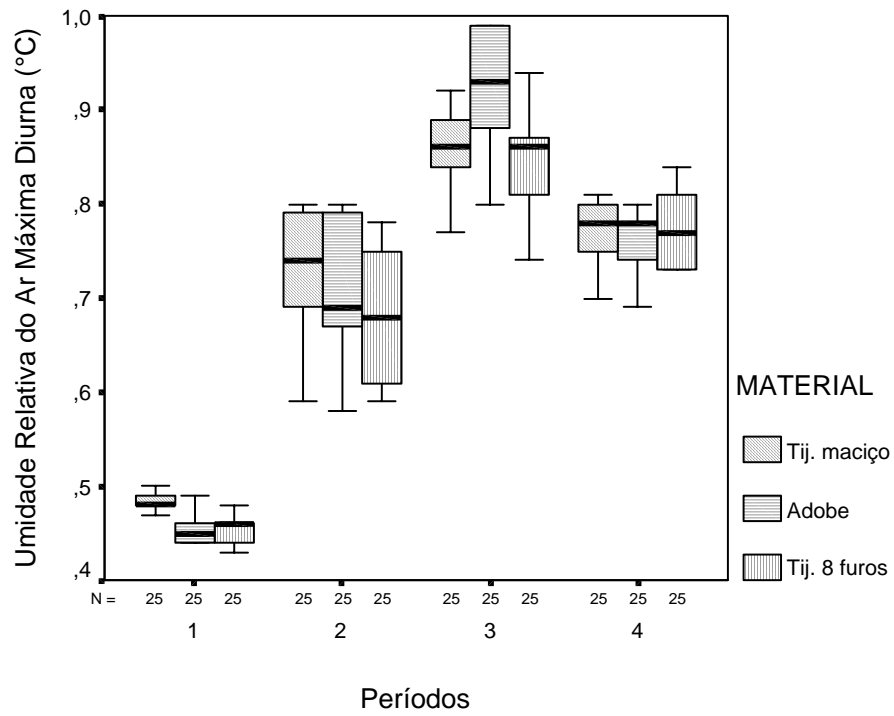


FIGURA 18 - Umidade relativa do ar máxima diurna x Períodos das coletas

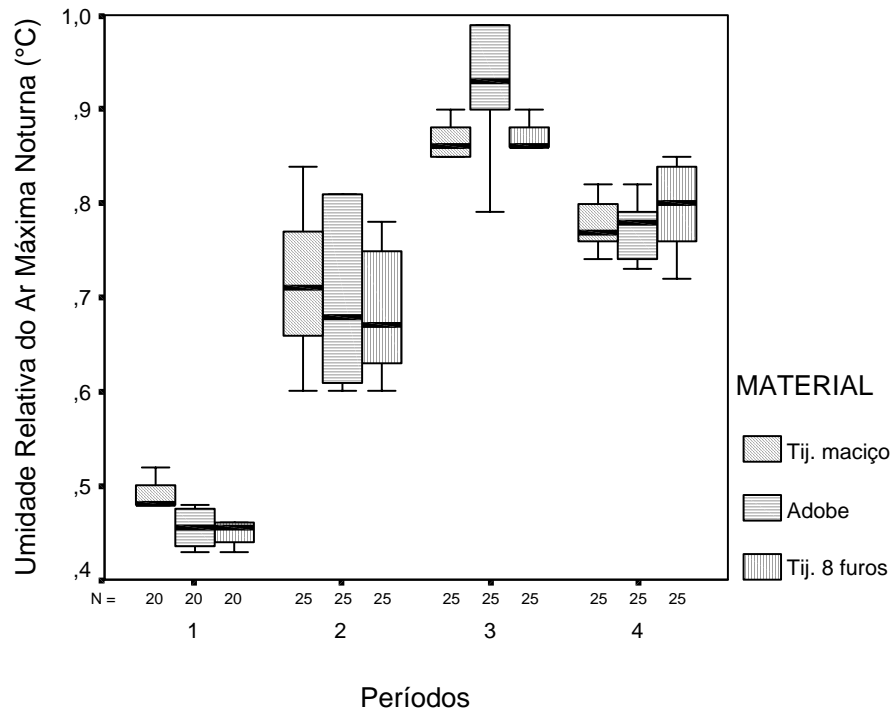


FIGURA 19 - Umidade relativa do ar máxima noturna x Períodos das coletas

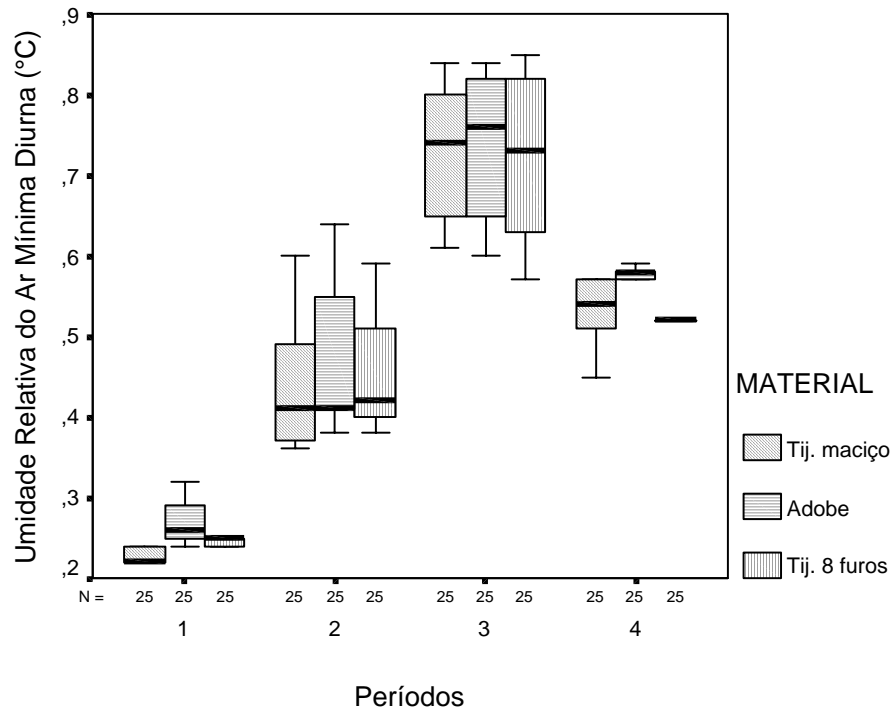


FIGURA 20 - Umidade relativa do ar mínima diurna x Períodos das coletas

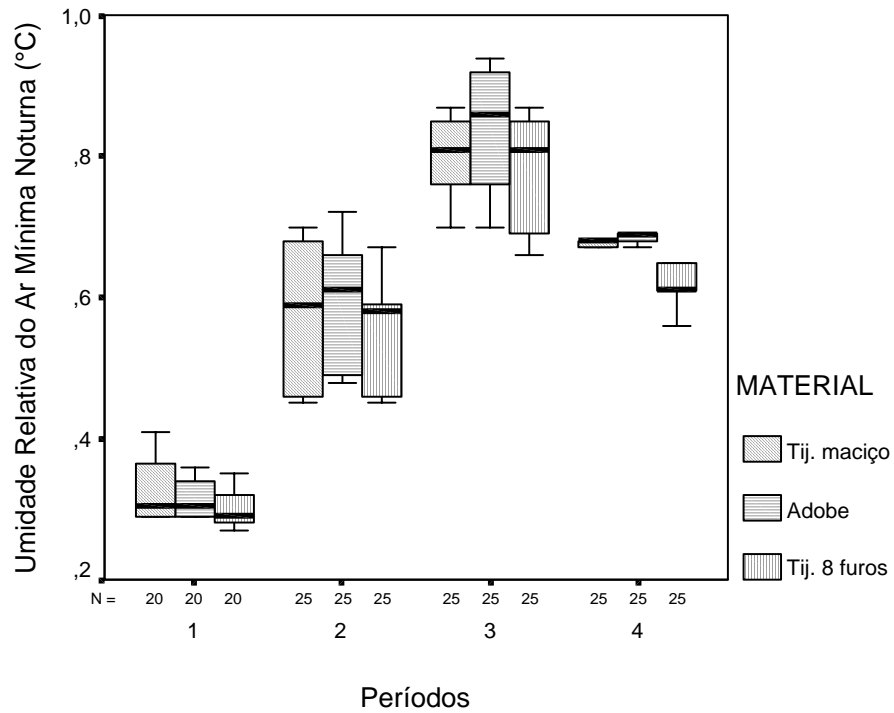


FIGURA 21 - Umidade relativa do ar mínima noturna x Períodos das coletas

Sendo assim, é possível constatar que, em uma análise geral, os materiais estudados tiveram influência sobre a temperatura do ambiente construído, uma vez que estes reagiram de forma diferenciada sob as mesmas condições ambientais. A afirmação, com relação às mesmas condições submetidas, é confirmada, não só pelas características arquitetônicas dos espaços, como também, pela análise da umidade relativa do ar, que não apresentou diferenças significativas entre os diferentes ambientes.

4.2 ANÁLISE GERAL: CADA PERÍODO COM TODOS OS HORÁRIOS

4.2.1 Análise do Período 1 - Julho/2003

A umidade relativa do ar, a temperatura das superfícies voltadas ao oeste, e as temperaturas mínimas diurnas foram as únicas variáveis que não obtiveram diferenças significativas em relação ao uso de diferentes materiais, na análise realizada para o mês de julho de 2003, no interior dos ambientes em estudo. É possível perceber que a umidade relativa do ar, que poderia vir a influenciar essa diferença de temperatura, não foi a variável responsável por tal diferenciação, é importante salientar que o mês de julho é um mês da estação seca, na região. Sendo assim, os materiais foram os principais responsáveis pelas diferenças das temperaturas obtidas.

Na figura 22 é possível verificar que o tijolo de oito furos foi o material que atingiu as menores temperaturas, mas também foi um dos que obteve as maiores. O adobe por sua vez, teve o melhor desempenho para a média dos valores obtidos, este foi o material que se comportou de forma mais estável. Já, o tijolo maciço foi o material que obteve, em sua maioria, valores superiores aos dos demais materiais.

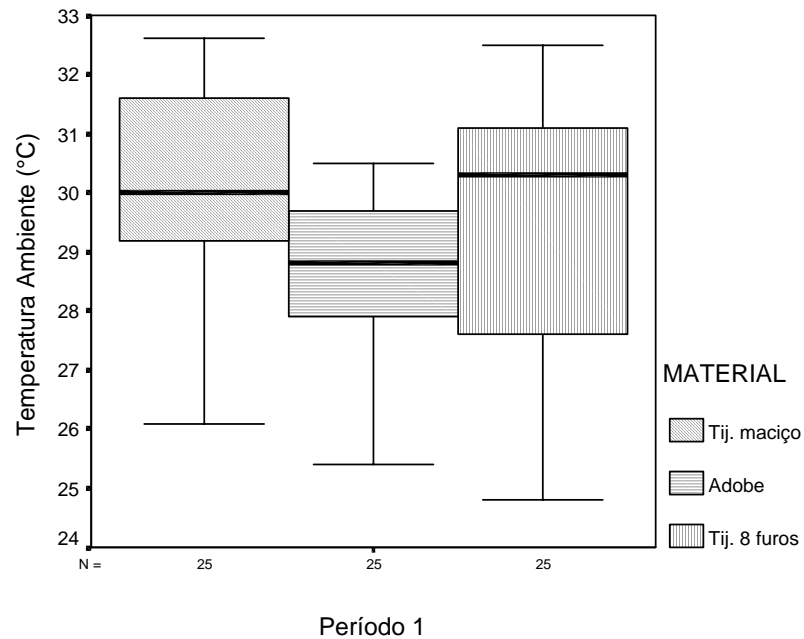


FIGURA 22 - Temperatura ambiente x Período 1

4.2.2 Análise do Período 2 - Outubro/2003

A análise dos dados no mês de outubro de 2003 mostrou diferença significativa para as variáveis das temperaturas máximas diurnas e noturnas. As demais variáveis não obtiveram diferenças significativas com relação ao uso de diferentes materiais.

É possível concluir que os materiais utilizados nos painéis de fechamento vertical tiveram atuações diferenciadas ao longo do dia, para que tal resultado fosse obtido.

Outubro é considerado o mês típico de calor em Cuiabá, é neste período que ocorrem as máximas da temperatura. Dessa forma, é possível constatar que os materiais reagiram de forma bastante parecida ao longo do dia, mas, de forma geral, o adobe apresentou melhor desempenho em relação aos demais materiais, como mostra a figura 23.

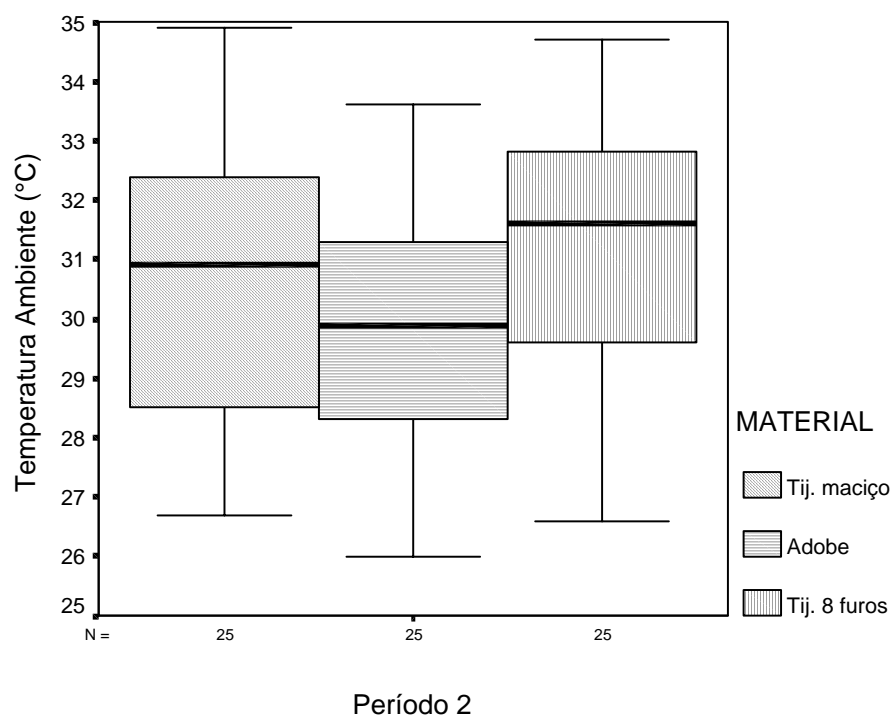


FIGURA 23 - Temperatura ambiente x Período 2

4.2.3 Análise do Período 3 - Janeiro/2004

No mês de janeiro de 2004 foi a variável umidade relativa do ar que obteve uma diferença significativa, entre os diferentes ambientes analisados. O mês em questão se encontra na estação chuvosa da região, onde é normal se constatar níveis de umidade de 99% sem a ocorrência de precipitações.

As demais variáveis não obtiveram diferenças significativas, talvez pela influência da umidade sobre os materiais. Neste período foi realizada medida da velocidade do vento, este, por sua vez, também teve seus valores considerados homogêneos nos diferentes ambientes avaliados.

A figura 24 mostra como os materiais se comportaram de forma bastante parecida com relação à temperatura ambiente interna, ainda assim, é possível verificar que, mesmo de forma sutil, o adobe se desempenhou melhor entre os materiais analisados.

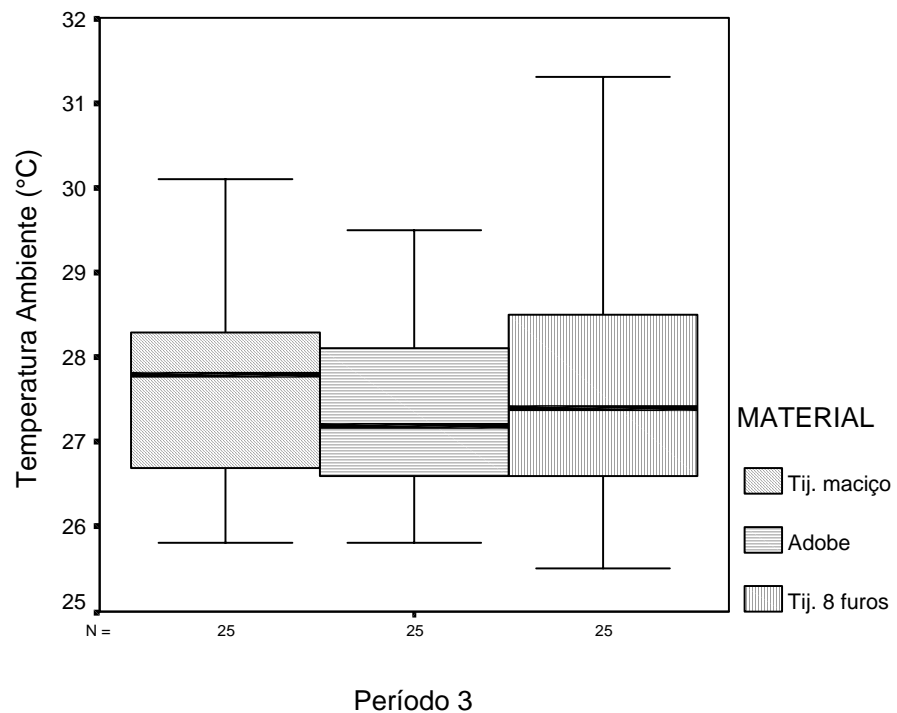


FIGURA 24 - Temperatura ambiente x Período 3

4.2.4 Análise do Período 4 – Abril/2004

Para a análise dos dados coletados no mês de abril de 2004 a temperatura ambiente, umidade relativa do ar no interior do ambiente em estudo, a temperatura mínima diurna e noturna e as máximas da umidade relativa do ar, tanto durante o dia quanto à noite, foram as variáveis que não obtiveram diferenças significativas em relação aos materiais estudados.

No entanto, as temperaturas superficiais, as temperaturas máximas diurnas e noturnas e as umidades relativas do ar mínimas do dia e da noite, apresentaram diferenças significativas com relação aos ambientes analisados.

Dessa forma, é possível perceber que mesmo as superfícies trabalhando de forma diferenciada para diferentes materiais, isto não interferiu de forma significativa sobre a temperatura dos ambientes.

Como mostra a figura 25, ainda que na análise estatística os materiais tenham-se demonstrado não possuir diferenças significativas para as temperaturas ambientes, o adobe mostrou ter um comportamento térmico melhor em relação ao tijolo de oito furos e ao tijolo maciço.

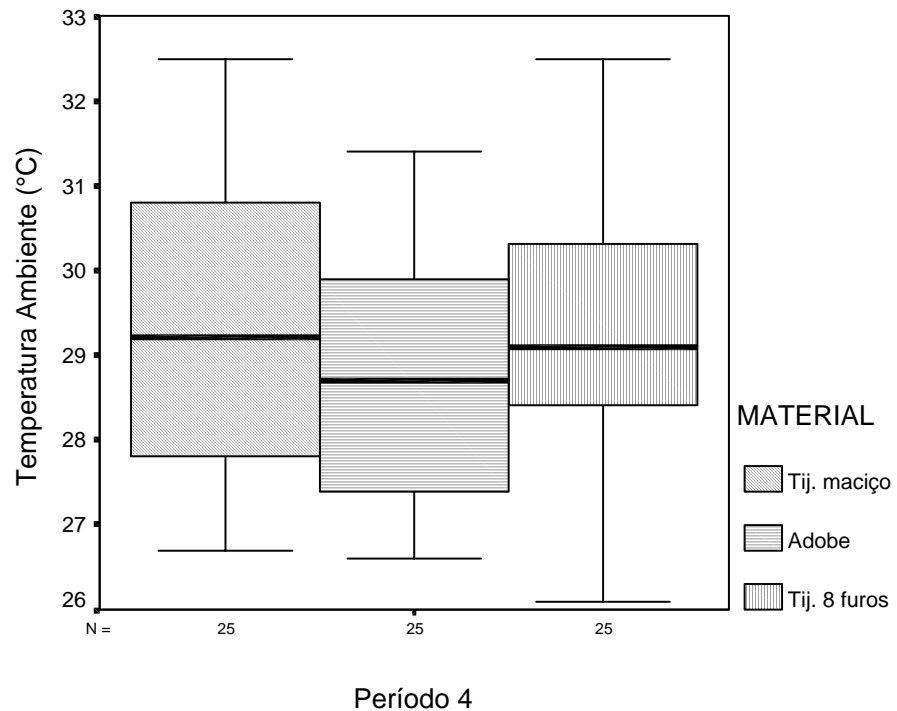


FIGURA 25 - Temperatura ambiente x Período 4

4.3 ANÁLISE GERAL: CADA HORÁRIO COM TODOS OS PERÍODOS

Foi realizada uma análise geral entre todos os horários estipulados para as coletas dos dados, com todos os períodos em que foram realizadas as coletas. Tal análise tem como intuito verificar o comportamento dos materiais em estudo, nos mesmos horários e em diferentes épocas do ano. Segue uma análise de cada um destes horários.

Para a análise da temperatura ambiente em diferentes horários com relação aos diferentes materiais, verificou-se que esta variável não possui diferenças significativas para as medidas realizadas as oito, onze e vinte horas. Nos demais horários (quatorze e dezessete horas) os materiais apresentaram diferenças significativas entre si.

A figura 26 mostra que o tijolo de oito furos teve melhor desempenho térmico em relação aos outros materiais nas duas primeiras medições. Já, nas três últimas foi o adobe que melhor se comportou termicamente.

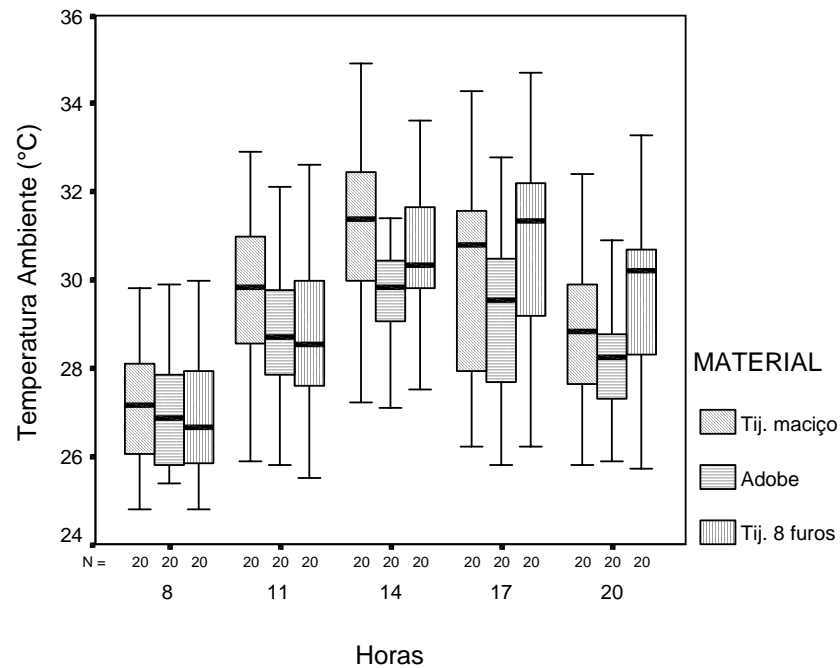


FIGURA 26 - Temperatura ambiente x Horários das coletas

A análise estatística verificou que, de forma geral, para a umidade relativa do ar não houve diferenças significativas entre os diferentes ambientes estudados. A figura 27 confirma claramente tal conclusão.

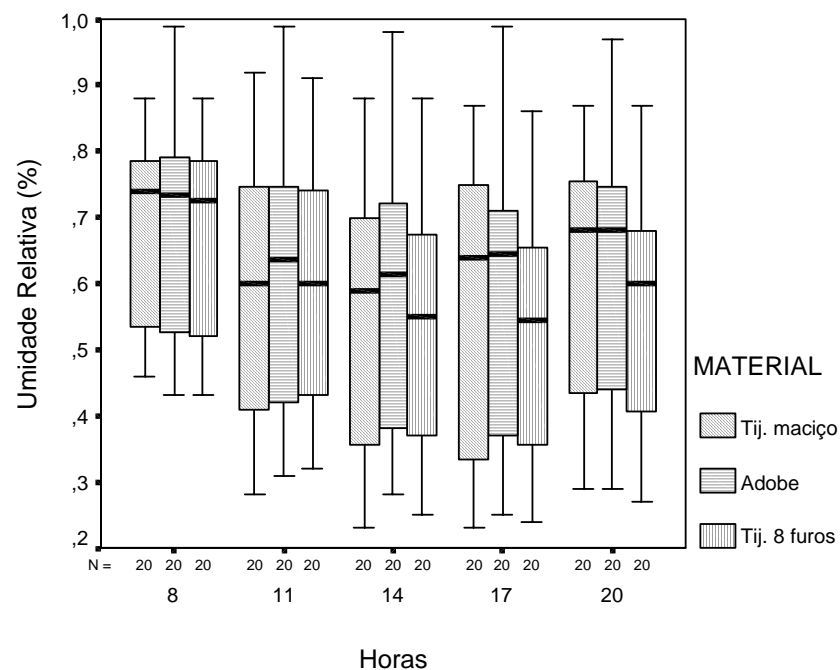


FIGURA 27 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas

Verificou-se através da análise que os dados coletados da superfície voltada ao oeste não obteve diferenças significativas para as medições feitas às oito horas da manhã e às oito horas da noite. Nos demais horários este painel de fechamento vertical apresentou diferenças significativas com relação ao material utilizado.

A figura 28 mostra que nas medições das oito e onze horas da manhã o tijolo de oito furos obteve as menores temperaturas superficiais, enquanto que nas demais medições o adobe foi o material que ficou em tal colocação.

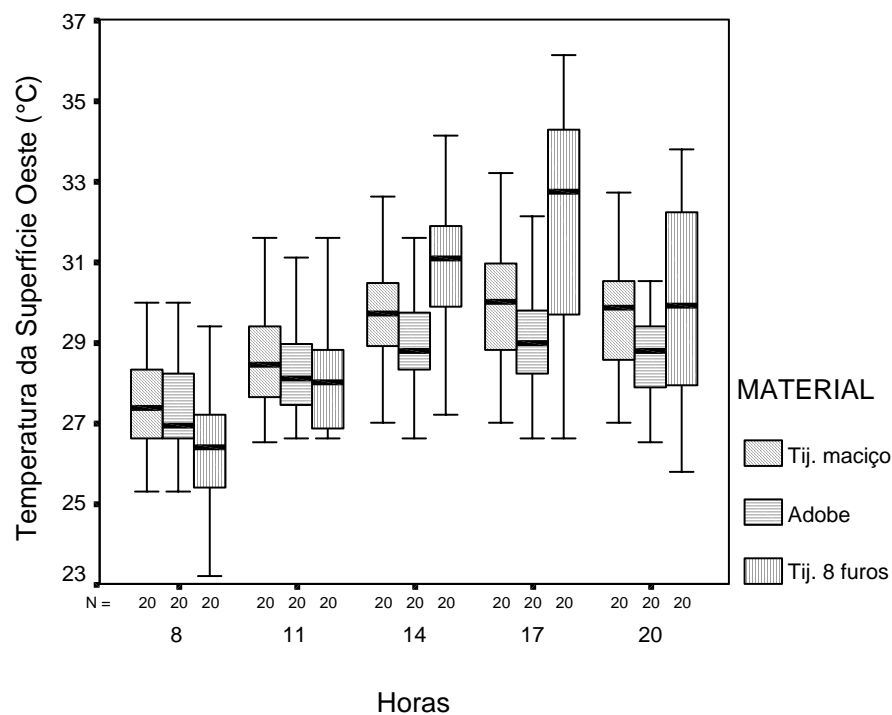


FIGURA 28 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas

Para a análise das medidas feitas nas paredes voltada à leste, somente as coletadas às onze horas da manhã e às duas horas da tarde é que não apresentaram diferenças significativas com relação ao uso de diferentes materiais.

A figura 29 mostra novamente que o tijolo de oito furos se desempenhou melhor nas duas primeiras medições, enquanto que o adobe se comportou de forma mais adequada nas três últimas medições.

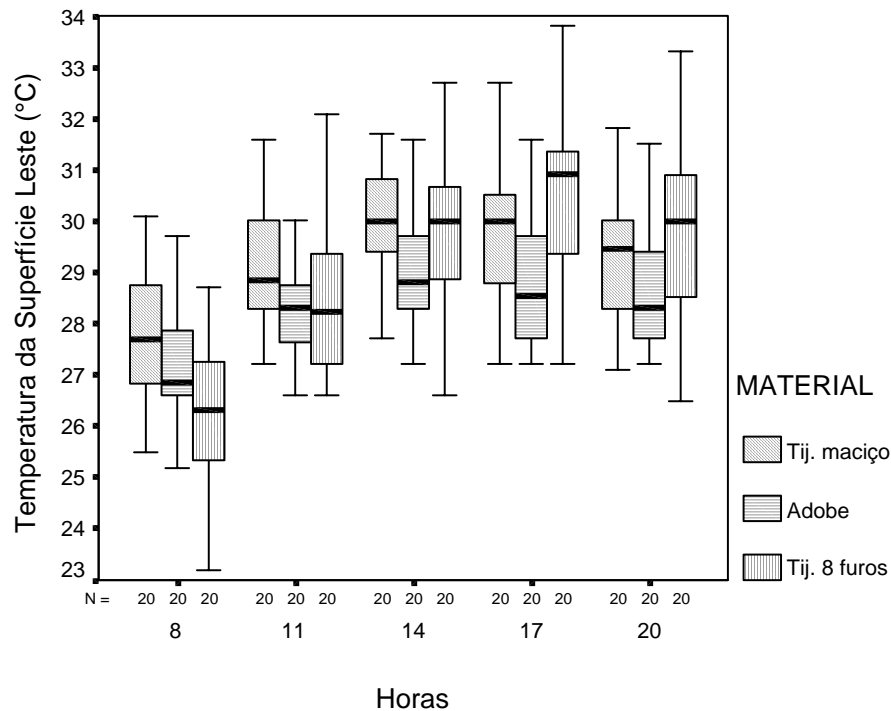


FIGURA 29 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas

4.4 ANÁLISE DE CADA PERÍODO EM CADA UM DOS HORÁRIOS

4.4.1 Análise do Período 1 – Julho / 2003

Na análise da temperatura ambiente para os dados do mês de julho verificou-se que somente às oito horas da manhã é que tal variável não apresentou diferença significativa com relação ao uso de diferentes materiais. Isso fica bastante evidente se observarmos a figura 30. Na medição das oito horas da manhã o tijolo maciço apresentou melhor desempenho térmico, passando este posto ao tijolo de oito furos na medição das onze horas. Nas medições das quatorze, dezessete e vinte horas o adobe superou os demais materiais, em relação ao desempenho da temperatura ambiente.

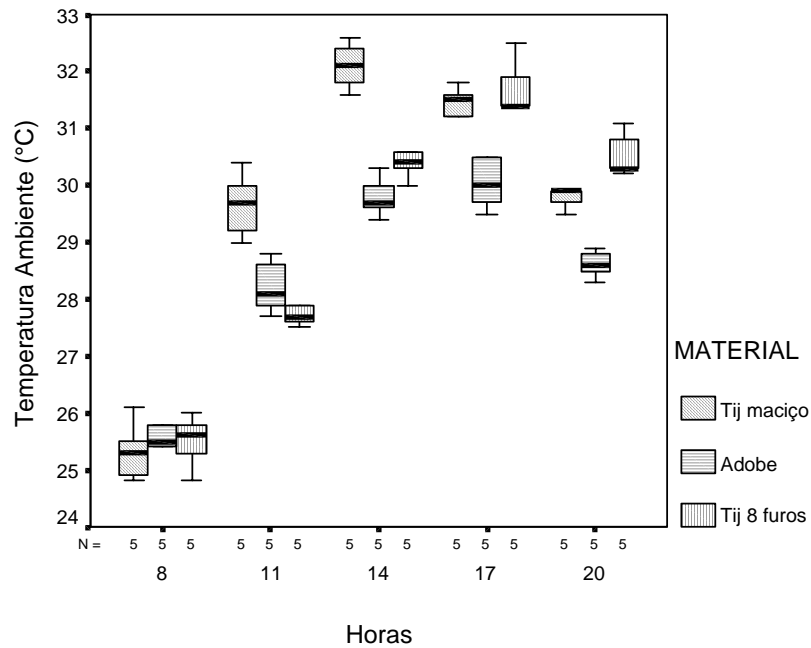


FIGURA 30 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 1

A variável umidade relativa do ar só se mostrou diferente significativamente com relação ao uso de diferentes materiais na medição das oito horas da manhã. Isso talvez se deva ao fato de julho ser um mês extremamente seco na região. Quando a umidade chegou a ser registrada a 17% em determinados momentos. Na figura 31 esses baixos índices podem ser observados com maior clareza.

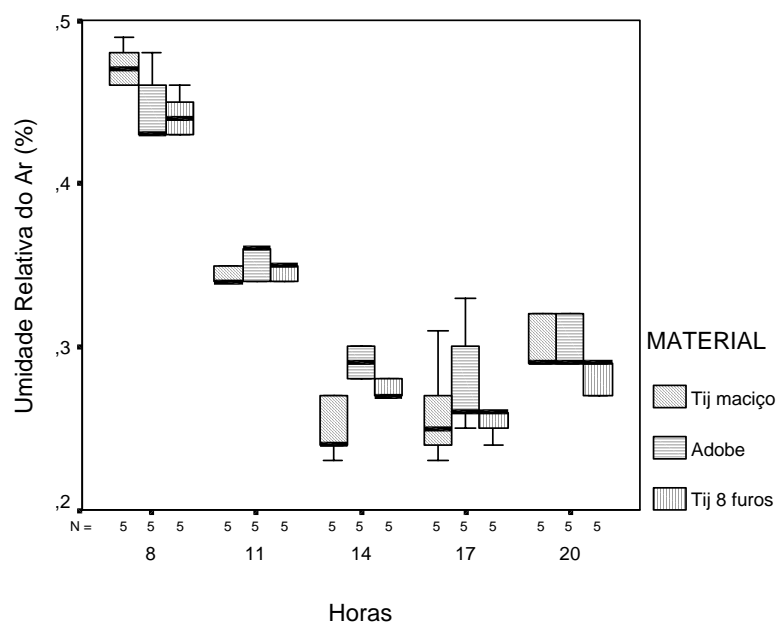


FIGURA 31 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 1

Na análise das temperaturas superficiais, tanto da parede volta ao oeste como à leste, em todas as medições as variáveis estudadas apresentaram diferenças significativas entre os ambientes onde foram realizadas as medições.

As figuras 32 e 33 mostram que nas medições realizadas as oito e onze horas da manhã o tijolo de oito furos se manteve com melhor desempenho térmico do que os demais materiais, enquanto que nas medições das quatorze, dezessete e vinte horas o adobe se comportou melhor termicamente.

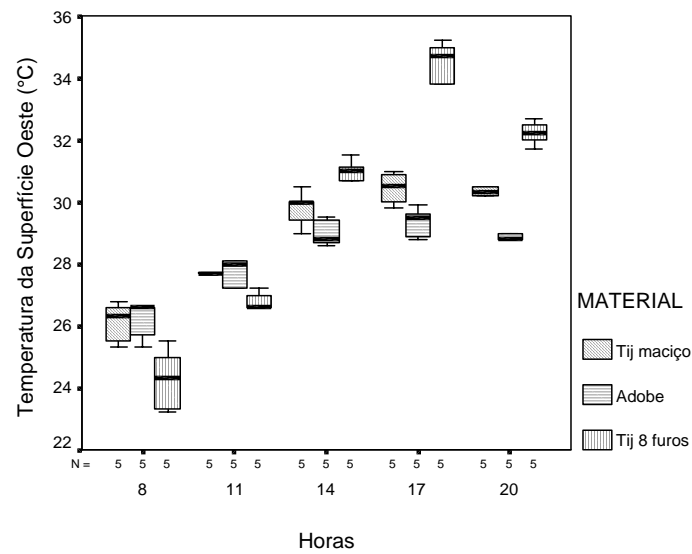


FIGURA 32 - Temperatura da superfície oeste x Horários do período 1

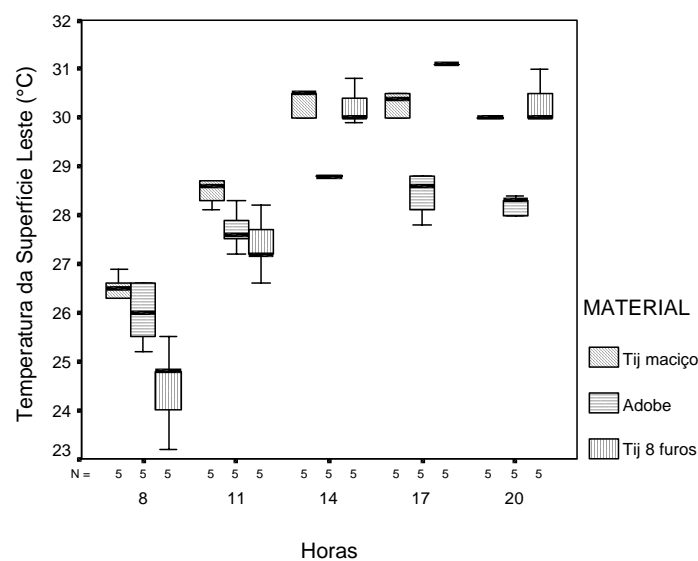


FIGURA 33 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 1

4.4.2 Análise do Período 2 – Outubro / 2003

Durante a análise dos dados do período 2 (mês de outubro de 2003) para as medições em cada um dos horários, pôde-se chegar às mesmas conclusões para todas as análises, isto é, não houve variação significativa de nenhuma das variáveis estudadas, todos os dados coletados obtiveram certa homogeneidade entre si. O material não influenciou significativamente nas variáveis analisadas, como pode ser notado nas figuras 34, 35, 36, 37 e 38.

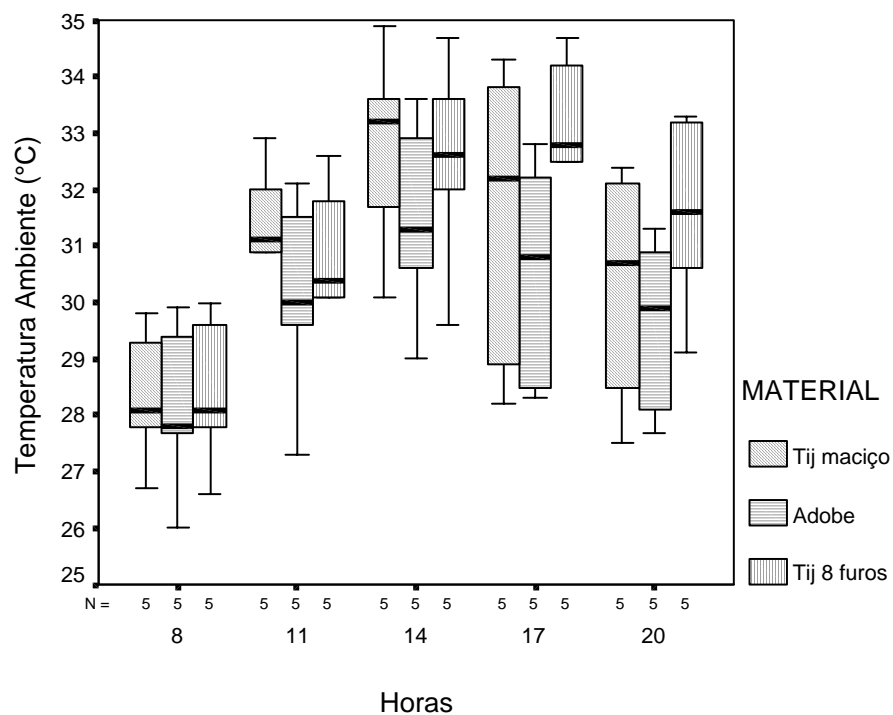


FIGURA 34 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 2

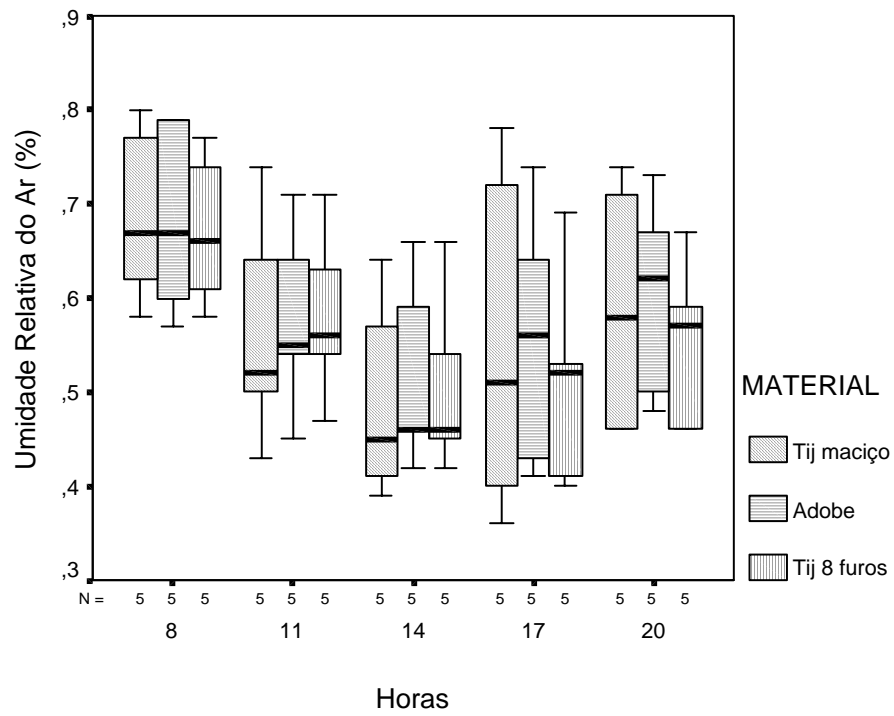


FIGURA 35 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 2

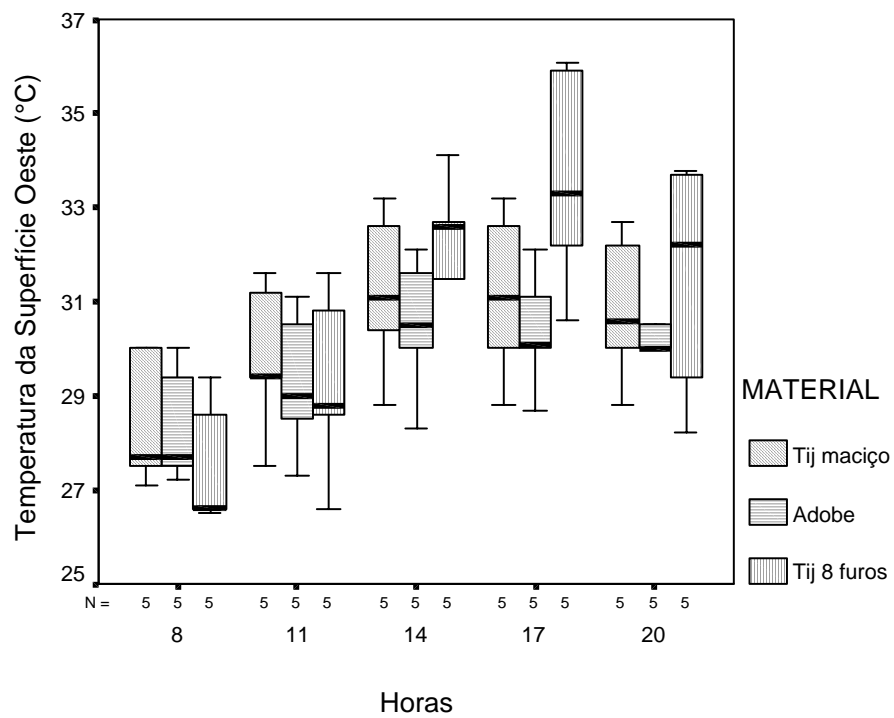


FIGURA 36 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 2

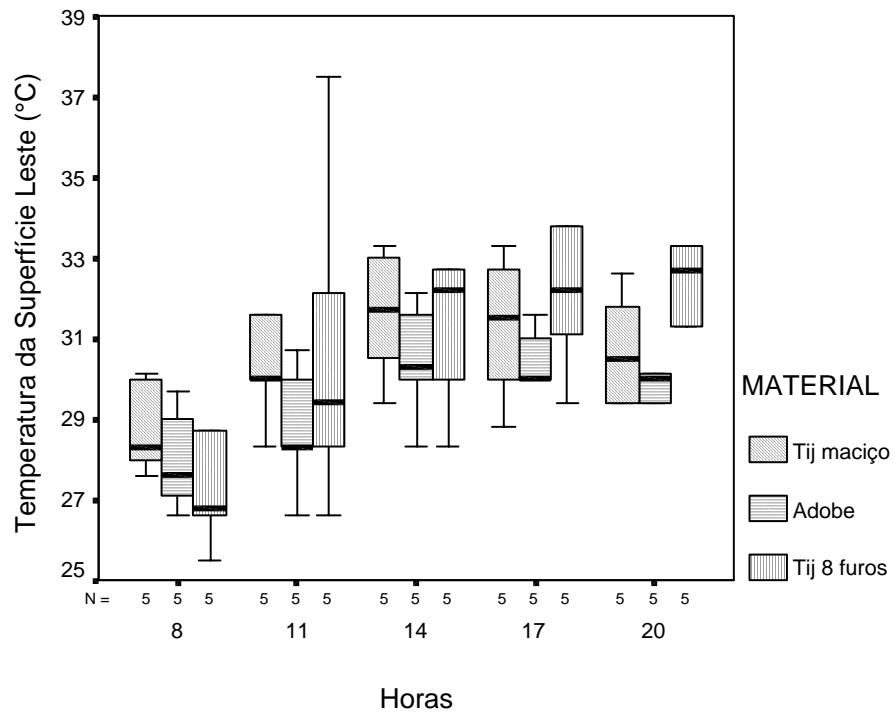


FIGURA 37 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 2

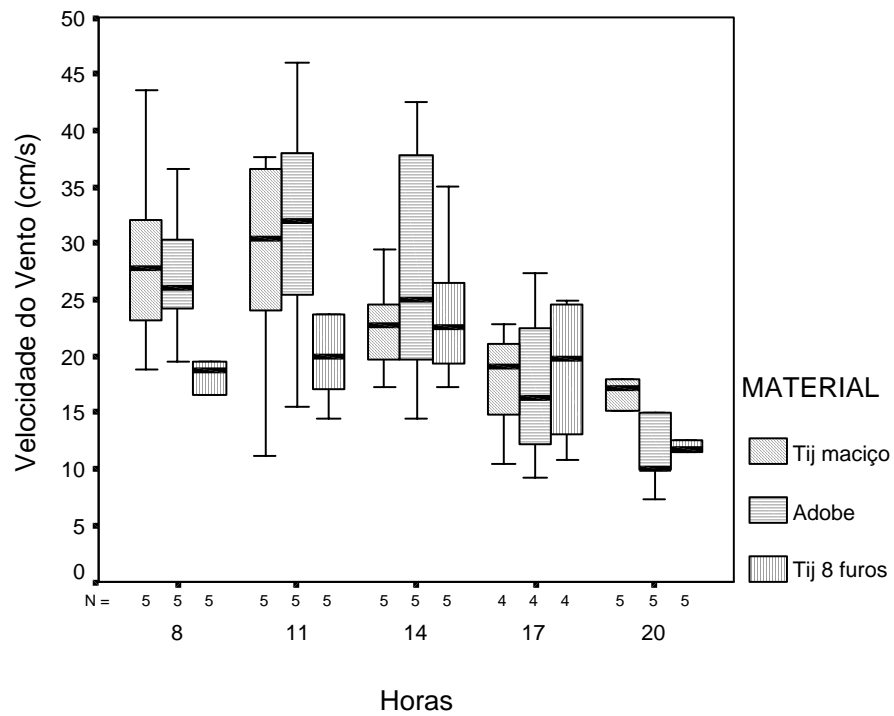


FIGURA 38 - Velocidade do vento x Horários das coletas do período 2

4.4.3 Análise do Período 3 – Janeiro / 2004

Na análise dos dados do período 3, pôde-se chegar à mesma conclusão para a análise dos dados do período anterior (outubro de 2003). Sendo assim, não houve variação significativa de nenhuma das variáveis estudadas, todos os dados coletados obtiveram certa homogeneidade entre si, em todos os horários. A material não influenciou significativamente nas variáveis estudadas, como mostram as figuras 39, 40, 41 e 42. Novamente a edificação construída de adobe obteve as melhores temperaturas para os dados coletados as quatorze, dezessete e vinte horas.

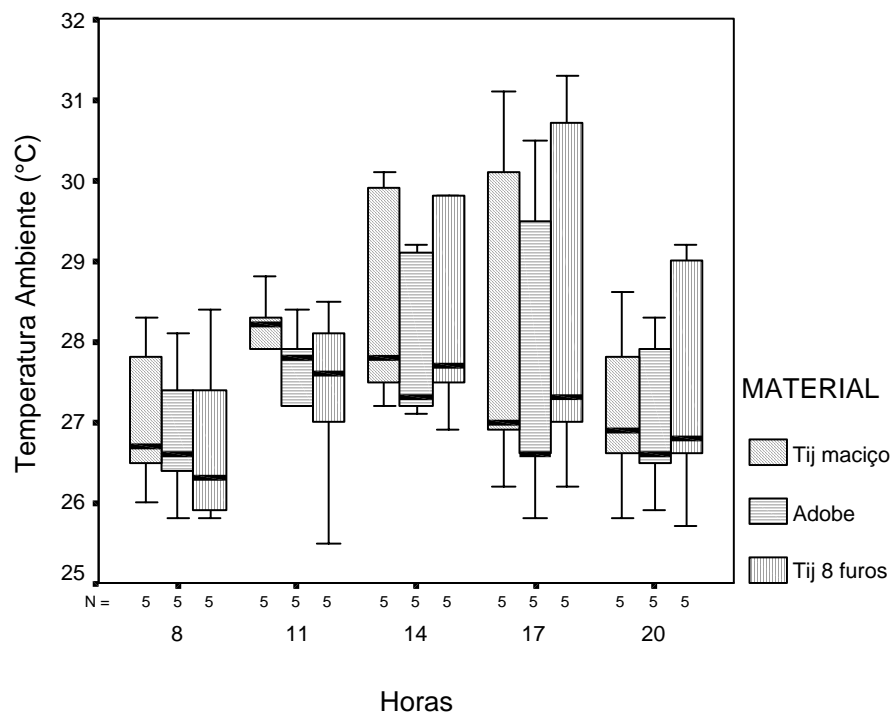


FIGURA 39 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 3

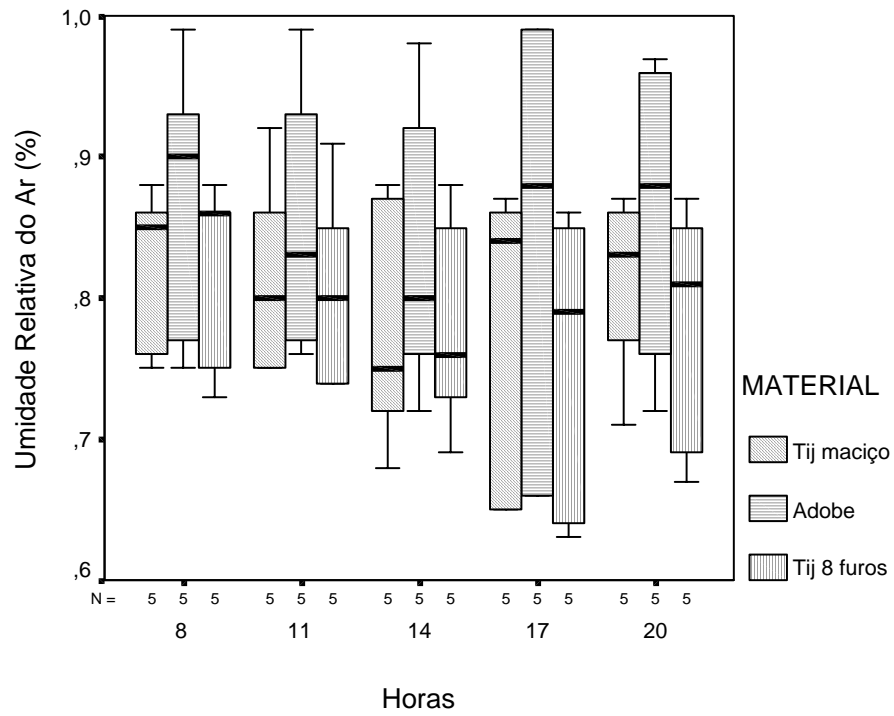


FIGURA 40 - Umididade relativa do ar x Horários das coletas do período 3

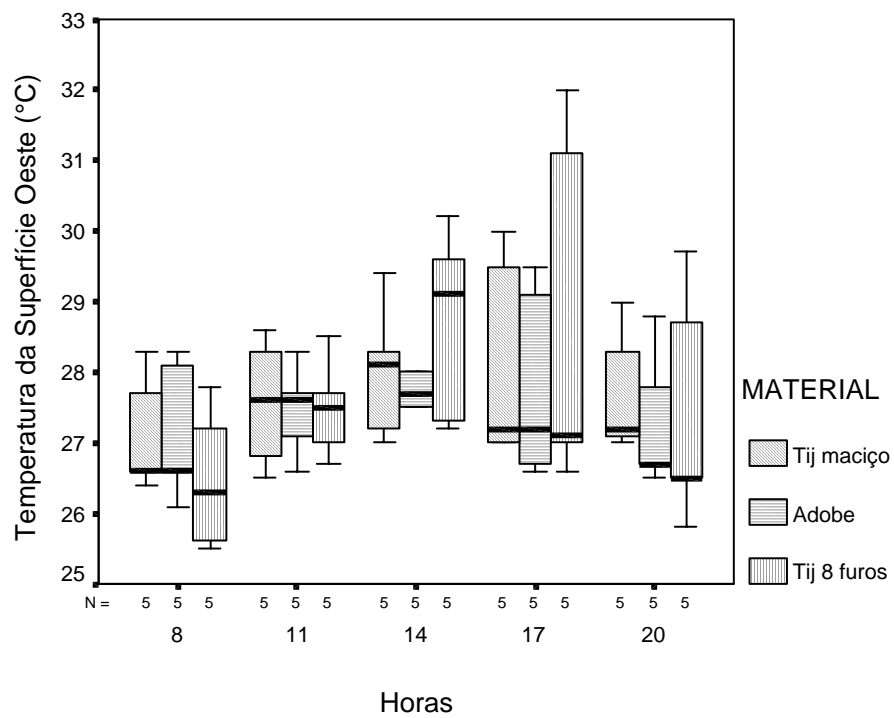


FIGURA 41 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 3

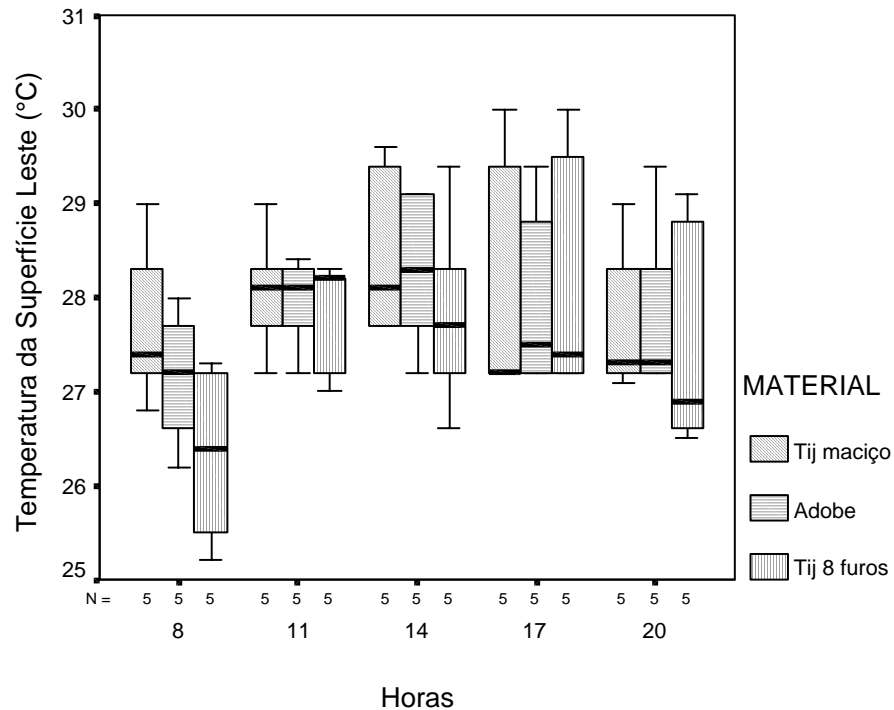


FIGURA 42 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 3

4.4.4 Análise do Período 4 – Abril / 2004

Para a análise da temperatura ambiente no mês de abril de 2004, verificou-se que em todos os horários das medições não houve diferenças significativas entre os ambientes estudados.

Conforme mostra a figura 43, nas duas primeiras medições realizadas o tijolo de oito furos teve um melhor desempenho térmico em relação aos demais materiais, ficando o tijolo maciço em pior colocação nestes mesmos horários.

Nas coletas realizadas as quatorze, dezessete e vinte horas, o adobe obteve melhor comportamento térmico, passando o tijolo de oito furos para a posição do material que pior se comportou em relação à temperatura ambiente.

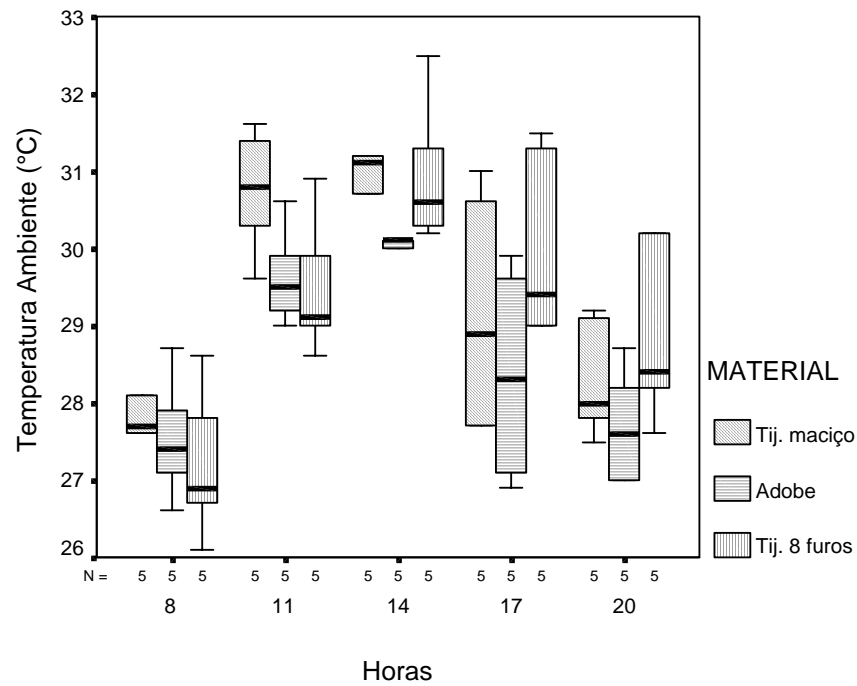


FIGURA 43 - Temperatura ambiente x Horários das coletas do período 4

A variável umidade relativa não obteve diferenças significativas quando realizada a análise estatística em cada um dos horários. Isso pode ser notado na figura 44.

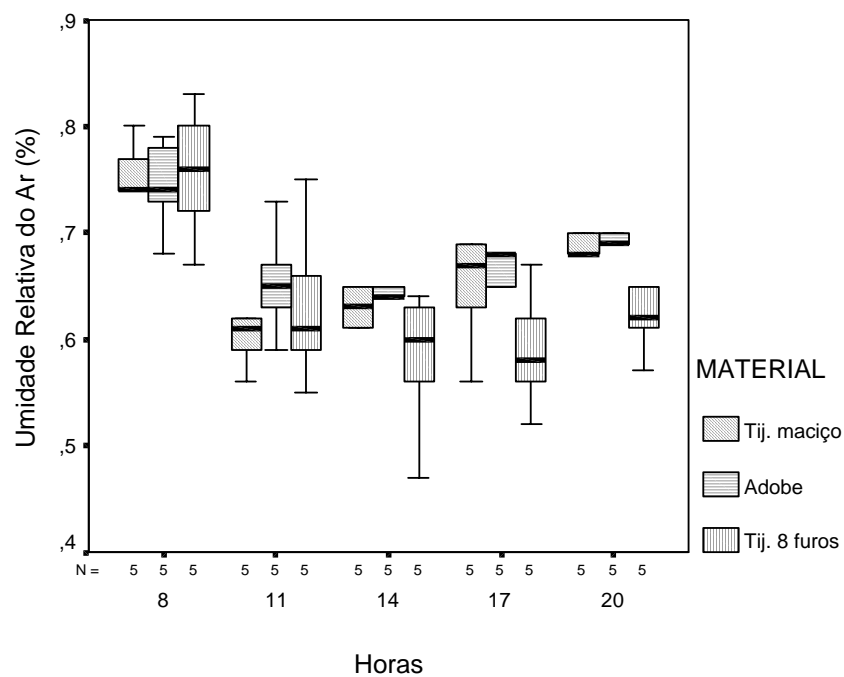


FIGURA 44 - Umidade relativa do ar x Horários das coletas do período 4

A temperatura superficial da parede voltada ao oeste apresentou diferenças significativas com relação ao uso de diferentes materiais somente para as análises feitas com as medições das quatorze e dezessete horas.

A figura 45 mostra, mais uma vez, que o tijolo de oito furos teve um melhor desempenho térmico nas duas primeiras medições, passando esta posição ao adobe nas coletas dos dados das quatorze, dezessete e vinte horas, ficando o tijolo de oito furos em pior colocação.

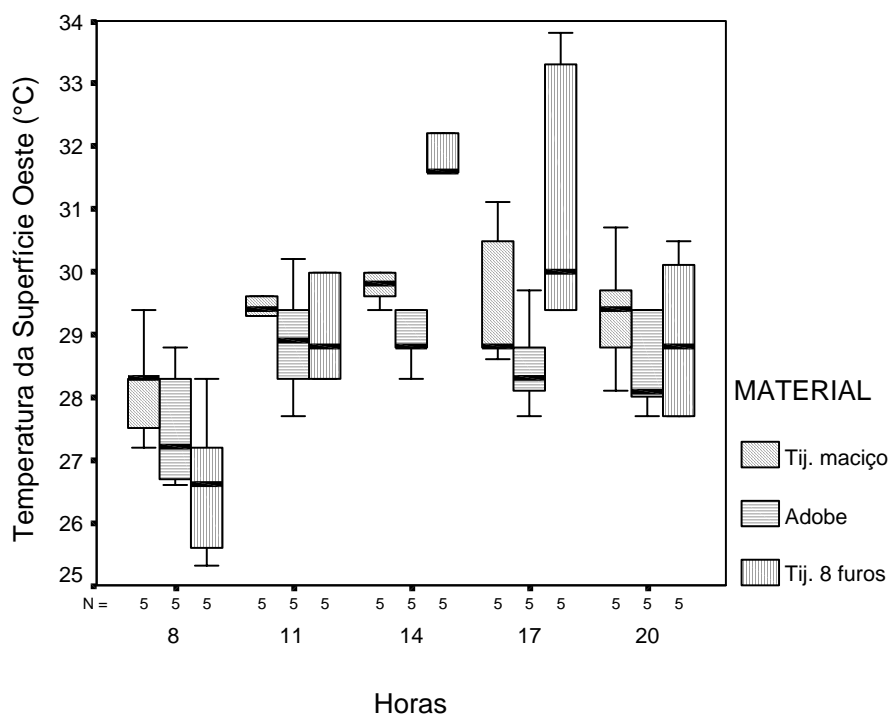


FIGURA 45 - Temperatura da superfície oeste x Horários das coletas do período 4

A superfície interna da parede voltada ao leste, em todas os horários das medições, não apresentou diferenças significativas com relação ao uso de diferentes materiais utilizados nos painéis de fechamento vertical, como mostra a figura 46.

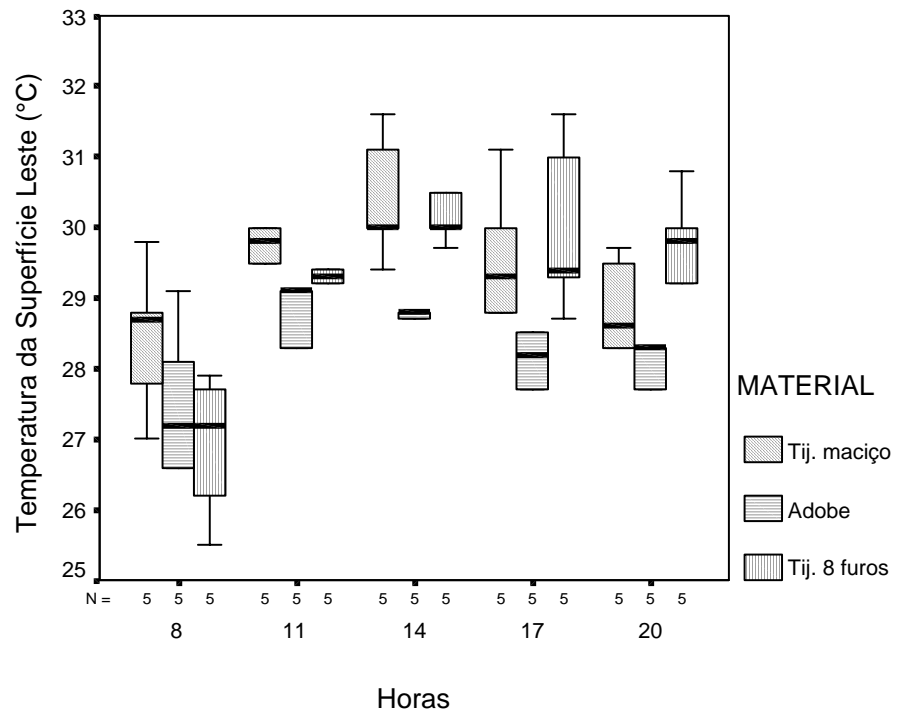


FIGURA 46 - Temperatura da superfície leste x Horários das coletas do período 4

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito deste trabalho foi observar o comportamento térmico do adobe, tijolo de oito furos e o tijolo maciço, materiais estes mais utilizados nos painéis de fechamento vertical em determinados períodos da História de Cuiabá. Tal observação teve como objetivo principal poder avaliar, dentre os materiais estudados, qual seria o mais indicado ao clima de Cuiabá.

Durante a análise estatística total, isto é, com todos os dados obtidos em todos os períodos realizados, pôde-se concluir que os materiais avaliados apresentaram diferenças significativas com relação a variável da temperatura ambiente. Isso significa dizer que, estes materiais reagiram de forma diferenciada, quando submetidos às mesmas condições ambientais. Vale destacar que, as edificações em estudo apresentavam as mesmas características arquitetônicas, como, altura do pé-direito, revestimento interno e externo das paredes, laje e cobertura. Tudo isso foi pensado, afim de que estas não viessem a interferir nos valores dos dados coletados.

Porém, para a análise estatística específica de cada período, o único mês estudado, em que se verificou a diferença significativa para a variável da temperatura ambiente, entre as diferentes edificações examinadas, foi o mês de julho de 2003, estação seca na região.

Conclui-se então que os materiais em análise possuem comportamento térmico diferenciado quando submetidos a condições atmosféricas específicas. Isto é, em determinados períodos do ano os materiais se comportam de forma mais semelhante uns aos outros, e em outros períodos, seja pela influência da baixa umidade relativa do ar ou pelas temperaturas mais amenas, os mesmos se comportam de maneira diferenciada.

Sendo assim, é possível corrigir a idéia de que as antigas edificações cuiabanas, feitas de adobe, possuem um melhor conforto térmico em relação às novas edificações. Fica comprovado que esta sensação térmica satisfatória encontrada nestas casas, é fruto das características arquitetônicas adotadas na sua concepção, como, o alto pé-direito, a larga espessura das paredes, a implantação das edificações, entre outras, e não pela utilização no adobe como material de sua constituição.

Compreende-se, então, a importância de um projeto arquitetônico bem definido, podendo-se evitar prejuízos futuros ao seu usuário. O material construtivo especificado em projeto, continua sendo de grande importância, porém quando mal aplicado, pode vir a perder sua função principal.

Fica, como sugestão para trabalhos futuros, a proposta para a realização de medições em edificações feitas de adobe e que tenham as características arquitetônicas específicas da época de sua maior utilização, isto é, pé-direito elevado, paredes espessas, telhado com telhas cerâmicas e sem forro. Dessa forma, será possível realizar uma comparação dos dados, verificando assim o prejuízo ocasionado ao adobe quando submetido a padrões arquitetônicos convencionais aos dias atuais.

6. BIBLIOGRAFIAS

6.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ÁLVARES, B. A. & LUZ, A. M. R. **Curso de física 2**. 2ª edição, v. 2. São Paulo: Harbra, 1987, 605p.

ARAÚJO, R. S. B. **Fechamento de concreto armado e fechamento de alvenaria cerâmica: estudo sobre o desempenho térmico para o clima de Cuiabá**. Monografia (Graduação). Cuiabá: FTEN/UFMT, 2001, 58p.

ARAKAKI, E. M. **Avaliação de durabilidade em sistemas construtivos pré-fabricados com madeira de rejeito comercial. Estudo de caso: conjunto habitacional Pedra 90**. Dissertação (Mestrado). São Carlos: USP, 2000, 75p.

ARZOUMAIAN, V. & BARDOU, P. **Arquitecturas de adobe**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1979.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR. Projeto de Norma 02:136.01-001. **Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos: Parte 1 – Requisitos**. 2002, 44p.

_____. NBR. Projeto de Norma 02:135.07-001. **Desempenho térmico de edificações: Parte 1 – Definições, símbolos e unidades**. 2003, 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR. Projeto de Norma 02:135.07-003. **Desempenho térmico de edificações: Parte 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** 2003, 28p.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção 1.** 3ª edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1987.

_____. **Materiais de construção 2.** 4ª edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1992.

BERDERIAN, D. **Fundações em solo cimento plástico.** Dissertação (Mestrado). Brasília: UNB, 1992.

CAMPOS, G. M. **Estatística prática para docentes e pós-graduandos.** Web Masters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia: elaborada com apoio do Programa Incentivo à Produção de Material Didático do SIAE, Pró-reitorias de Graduação e Pós-Graduação da USP. Atualizada em 19/12/2000. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap14.html> Acesso em 04 mar. 2004.

CIOCCI, M. V. **Reflexos do excesso de calor na saúde, e na redução da produtividade.** São Paulo: ADD ELECTRONICS, 2003.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS - CPTEC. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/~ensinop/clima_urbano.htm> Acesso em 04 mar. 2004.

DURANTE, L. C. **Conforto ambiental de escolas estaduais de Cuiabá / Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Educação). Cuiabá: Instituto de Educação / UFMT, 1999, 215p.

ENCICLOPÉDIA BARSA. São Paulo: Encyclopaedia Britannica, 1965.

ESTULANO, G. A. **A evolução das coberturas nas edificações de Cuiabá nos últimos cem anos.** . PIBIC /CNPq/UFMT. Cuiabá: 1999, 78p.

ESTULANO, G. A. & NOGUEIRA, M. C. J. A. **Cem anos de história das coberturas de Cuiabá.** VII Ebramem, São Carlos - SP, v. único, n. CD-ROM, p.187, 2000.

FARIA, S. S. **Modelo construtivo com tijolo modular de solo-cimento.** Monografia (Graduação). FTEN/UFMT. Cuiabá: 2000, 56p.

FREIRE, J. L. **Por uma poética popular da arquitetura.** Cuiabá: EDUFMT, 1997.

ISO. **International Organization for Standardization. Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.** ISO 7730. Switzerland, 1984.

JABARDO, J. M. S. **Conforto Térmico.** IPT. Comunicação Técnica – 348. São Paulo: 1984.

JONES, P. **Adobe ou Adobo.** Disponível em:

<<http://www.paulojones.com/tecnicas/tijolo.html>> Acesso em: 04 mar 2004.

KRAUSE, C. B.; SANTOS, M. J. O.; NIEMEYER, M. L. et al. **Bioclimatismo no projeto de arquitetura: dicas de projeto. Alguns fundamentos e instrumentos para concepção em clima tropical úmido para edificações previstas sem climatização ou com climatização mista.** Rio de Janeiro: DTC/Proarq/FAU/UFRJ, 2002.

KRÜGER, E. (on line). **Conforto Térmico**. Material Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/docentes/Permanentes/Eduardo.htm>> Acesso em: 20 out. 2003.

LEMOS, C. **A História da casa brasileira**. São Paulo: Contexto, 1989, 83p.

_____. **A casa colonial paulista**. São Paulo: USP / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 1975.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1985.

LOPES, E. M. L. L. **Avaliação do Desempenho Térmico de Paredes e Coberturas em Belém/PA**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Escola de Engenharia de São Carlos, UFSCar, 1993.

MAITELLI, G. T. **Crescimento urbano e tendências climáticas em Cuiabá-MT: período de 1920-1992**. Artigo. Revista Mato-grossense de Geografia. Cuiabá, ano 02, nº 01 e 02, 1997, p. 150-165.

_____. **Uma Abordagem Tridimensional do Clima Urbano em Área Tropical Continental: O Exemplo de Cuiabá/MT**. 1994. Tese (Doutorado em Climatologia). Universidade de São Paulo.

MALARD, M. L. (coord.) **Avaliação pós-ocupação, participação de usuários e melhoria da qualidade dos projetos habitacionais: uma abordagem fenomenológica com apoio do Estúdio Virtual de Arquitetura – EVA**. Edital 2. Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, PRJ, FINEP, 2002.

MASCARÓ, L. R. **Luz, clima e arquitetura**. 3ª edição – São Paulo: Nobel, 1983, 189p.

MASSETO, L. T. & SABBATINI, F. H. **Estudo comparativo da resistência das alvenarias de vedação de blocos utilizadas na região de São Paulo**. Congresso Latino-Americano: Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios - Solução para o terceiro milênio. PCC / USP. São Paulo: 1998.

MORCILLO, A. M. **Teste de Kruskal-Wallis**. Tese (Doutorado). Campinas: UNICAMP, 2000.

OLIVEIRA, P. M. P. Conferências: **Indicações para o planejamento e o desenho da forma urbana apropriada à região tropical de clima quente-úmido**. Biblioteca Virtual Tropicologia. Disponível em: http://www.tropicologia.org.br/conferencia/1986indicacoes_arquitetura.html
Acesso em: 19 mar 2004.

ORNSTEIN, S. & ROMERO, M. (colaborador) **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1992, 223p.

PATTON, W. J. **Materiais de construção**. São Paulo: EPU – Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1978.

REIS FILHO, N. G. **Quadro da arquitetura no Brasil**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1997.

SANTOS, D. M. **Painéis de fechamento vertical: análise evolutiva dos últimos cem anos nas edificações de Cuiabá**. PIBIC /CNPq/UFMT. Cuiabá: 2001, 94p.

SANTOS, M. D. **Construção com terra crua: viabilidade tecnológica e energética em habitações sociais**. Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba: 2002.

TEIXEIRA, S. R., SOUZA, S. A., MOURA, C. A. I. **Caracterização mineralógica de argilas usadas na indústria de cerâmica estrutural no oeste do estado de S. Paulo, Brasil.** Cerâmica, out./nov./dez. 2001, vol.47, n .304, p.204-207. ISSN 0366-6913.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis.** Dissertação (Mestrado). Florianópolis: UFSC, 1999.

6.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12538. **Grandezas e unidades de termodinâmica.** Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.

_____. NBR 7170 – **Tijolos maciços de barro cozido.** EB – 19.

_____. NBR. Projeto de Norma 02:135.07-002. **Desempenho térmico de edificações: Parte 2 – Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações.** 2003, 27p.

_____. NBR. Projeto de Norma 02:135.07-004. **Desempenho térmico de edificações: Parte 4 – Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida.** 2003, 12p.

_____. NBR. Projeto de Norma 02:135.07-005. **Desempenho térmico de edificações: Parte 5 – Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluxímetro.** 2003, 12p.

BARBOSA, M. J. & LAMBERTS, R. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares, aplicada a Londrina – PR.** Londrina: ANTAC, 1998, 14p.

CASTRO, A. O. S. **Elaboração de modelos matemáticos para análise de dados e apoio à decisão na indústria do petróleo – Estatística não-paramétrica.** Rio de Janeiro: 2003. Disponível em: <<http://www.ime.uerj.br/~oreste>> Acesso em: 04 mar. 2004.

COELHO, L. O. & MAGALHÃES, E. W. **A provisão habitacional e a análise de seu produto.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção – BT/PCC/273. São Paulo: EPUSP, 2001,32p.

DUARTE, D. H. S. **O Clima como Parâmetro de Projeto para a Região de Cuiabá.** 1995. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). USP – UFSCar.

INCROPERA, F. P. & WITT, D. P. **Fundamentos de transferência de calor e massa.** Traduzido por: Horacio Macedo. 3ª edição – Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1992, 455 p.

ISO. **International Organization for Standardization. Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales.** ISO 10551. Switzerland, 1995.

KRÜGER, E. & LAMBERTS, R. **Avaliação do desempenho térmico de casas populares.** Foz do Iguaçu: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2002.

MACIEL, A. A. & LAMBERTS, R. **Edifício de escritórios em Brasília, uma análise bioclimática.** Foz do Iguaçu: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2002.

NOGUEIRA, M. C. J. A. & NOGUEIRA, J. S. **Educação, meio-ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam.** Artigo. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, vol 10, janeiro/junho de 2003.

OLGYAY, V. & OLGAY, A. **Design with climate bioclimatic approach to architectural regionalism**. Princeton: Princeton University Press: 1973.

PINTO, R. O., JOTA, P. R. S. & ASSIS, E. S. **Análise pós-ocupação do desempenho térmico de edifícios comerciais utilizando métodos estatísticos**. NUTAU, 2002.

PONTES, A. C. F. **Obtenção dos níveis de significância para os testes de Kruskal-Wallis, Friedman e comparações múltiplas não-paramétricas**. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000, 140p.

RUAS, A. C. **Avaliação do conforto térmico – contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas: 2001.

SANTOS, A. T. **Conforto Térmico**. Curitiba: ISAM, 1986.

SCIGLIANO, S. & HOLLO, V. **Índice de Ventilação Natural: Conforto térmico em edifícios comerciais e industriais em regiões de clima quente**. São Paulo: Pini, 2001, 279p.

SILVA, C. G. T. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua**. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz – Saúde Pública. Rio de Janeiro, 89p., 2000.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3ª edição. Tradução e revisão técnica Pedro Consentino. São Paulo: Makron Books, 1993, 643p.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 1999, 185p.