



MÓDULO DIDÁTICO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Roberta Vieira Gonçalves de Souza (1); Fernando Oscar Ruttkay Pereira (2)

(1) Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo – Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, roberta@arq.ufmg.br

(2) Laboratório de Conforto Ambiental do Departamento de Arquitetura – CTC - Universidade Federal de Santa Catarina, feco@arq.ufsc.br

RESUMO

Este artigo é fruto da disciplina de pós-graduação de Ensino sobre Conforto Ambiental do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC. O objetivo da disciplina foi gerar ou otimizar práticas na área de Conforto Ambiental que possibilitassem aos alunos de graduação testar os conhecimentos teóricos adquiridos em procedimentos auto-explicativos.

Reportam-se aqui os resultados obtidos com o módulo didático, “PANCA7 – Prática e Análise em Conforto Ambiental 7 - de Avaliação de Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos.

O método apresentado pretende ser uma ferramenta de avaliação das conseqüências no ambiente térmico, das decisões tomadas nas primeiras fases do projeto. É um instrumento que visa auxiliar numa primeira etapa de desenvolvimento, a concepção de projetos de edifícios que respondam melhor às exigências do clima, oferecendo condições aceitáveis de habitabilidade térmica. O objetivo do trabalho é desenvolver a sensibilidade do aluno em relação às características físicas da edificação (dimensões, volume interno, orientação, cores, materiais e tamanho, localização de aberturas e uso de elementos de sombreamento) que podem ser trabalhadas para a obtenção de um melhor desempenho térmico, fazendo com que o aluno selecione as melhores alternativas de forma a evitar ganhos excessivos de calor no verão e perdas excessivas de calor no inverno.

Palavras-chave: ensino de conforto ambiental; avaliação de desempenho térmico de edificações

1. INTRODUÇÃO

É indiscutível que as primeiras decisões globais de concepção arquitetônica – **forma, orientação, distribuição espaço-funcional, transparência**, etc. – são decisivas na qualidade térmica do espaço interno das edificações. O método apresentado a seguir pretende fornecer uma ferramenta de avaliação expedita das conseqüências no ambiente térmico, em relação às decisões tomadas nas primeiras fases do projeto. O módulo didático, “PANCA7 – Prática e Análise em Conforto Ambiental 7 - de Avaliação de Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos é um instrumento que visa gerar projetos de edifícios que, desde sua concepção inicial respondam bem às exigências do clima, oferecendo condições aceitáveis de habitabilidade térmica, reduzindo conseqüentemente a potência necessária e o consumo de energia para climatização artificial do ambiente.

Este módulo de atividade prática tem por objetivo o de fornecer ao aluno uma experiência prática na compreensão do **desempenho térmico de diferentes sistemas construtivos** através de dois processos: cálculo e medição.

Numa primeira etapa serão analisadas condições térmicas de determinada edificação ou ambiente no **inverno** e no **verão**, considerados extremos em termos do desempenho térmico da edificação. Numa segunda etapa serão realizadas medições de temperatura interna e externa em um ambiente conhecido pelo aluno. O objetivo é que este possa desenvolver sua sensibilidade em relação às características físicas da edificação (dimensões, volume interno, orientação, cores, materiais e tamanho e localização

de aberturas) que podem ser trabalhadas para a obtenção de um melhor desempenho térmico.

2. PREVISÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO

O módulo didático é estruturado a partir da aplicação de uma série de equações cujos resultados parciais e globais visam gerar dados simplificados sobre as trocas de calor sensível entre o ambiente interno e o ambiente externo.

A seguir apresentam-se as equações que foram utilizadas para a elaboração do módulo didático de avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos. Estas equações foram selecionadas de forma a dar ao aluno uma primeira visualização do fenômeno das trocas de calor através de cada uma das componentes consideradas e também da troca de calor global pela edificação. Esta ferramenta, bastante simplificada pretende fazer com que o aluno possa realizar algumas primeiras comparações paramétricas e verificar de maneira descomplicada o peso de suas decisões de projeto quanto a localização tamanho e forma dos ambientes e das aberturas nestes inseridas, e uso de materiais de construção. Os dados de entrada sobre características físicas dos materiais de construção necessários para este exercício prático se encontram tabelados em diversas publicações da área. Em especial se cita os projetos de norma da ABNT – “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” e “Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social”, (CB-02, 2002, B e C).

Não são levadas em conta as trocas de calor latente e as trocas por convecção.

São os seguintes os procedimentos para o cálculo do desempenho térmico de componentes construtivos:

2.1 Inverno

Pode-se comparar diferentes soluções arquitetônicas através da análise do quociente

$$(\Sigma A.U)/V \quad [W/(K.m^3)]$$

onde: A - área total (m^2)
U - coeficiente global de transferência de calor $[W/(m^2.K)]$
V - volume de ar total da edificação. (m^3)

Considera-se que quanto menor esta proporção, menor serão as trocas de calor por esta edificação ou ambiente e melhor será o seu isolamento térmico. A comparação da temperatura superficial interna da componente, T_{si} , e da temperatura interna do ambiente, T_i , nos dará uma noção do gradiente da perda ou ganho de calor por parte da envoltória.

Para cada fechamento, no inverno, teremos:

$$T_{si} - T_i = U \cdot R_{si} \Delta T \quad (^\circ C)$$

onde: ΔT é a diferença entre a temperatura externa mínima e a temperatura interna no mesmo horário

$$\Delta T = (T_e - T_i) \quad (^\circ C)$$

Onde: T_{si} – temperatura superficial interna $(^\circ C)$

T_e – temperatura externa sem a presença de sol $(^\circ C)$

T_i – temperatura interna $(^\circ C)$

R_{si} – Resistência superficial interna $[(m^2.K)/W]$

A diferença de temperatura no inverno será aquela considerada para a pior situação. Ou seja logo antes do amanhecer, onde a perda de calor da edificação será máxima.

Para propiciar uma primeira avaliação expedita, o aluno é levado a considerar o que ocorre quando há variações tanto da diferença de temperatura quanto do coeficiente global de transferência de calor, considerando que:

Quando ΔT diminui	T_{si} e T_i se aproximam – efeito desejável
Quando U diminui	T_{si} e T_i se aproximam – efeito desejável

O fato de haver menor diferença de temperatura interna e temperatura superficial interna indicará uma menor troca de calor entre o ambiente e a superfície, o que para a condição de inverno indica menores perdas de calor no período mais frio do dia. Esta condição é desejável e o uso de materiais, deverá ser analisado deste ponto de vista.

2.2 Verão

Pode-se comparar as soluções arquitetônicas através da análise das trocas totais de calor, através da seguinte equação:

$$Q = \Sigma(A_i \cdot U_i) \cdot \Delta T \quad (W)$$

onde: Q – ganho de calor total (W)

ΔT = diferença de temperatura para o verão, considerando a influência do sol

$$\Delta T = T_{ar-sol} - T_i \quad (^\circ C)$$

T_{ar-sol} – temperatura que leva em consideração a incidência de radiação solar

$$T_{ar-sol} \text{ (superfícies opacas)} = T_e + \alpha \cdot I_g \cdot R_{se} \quad (^\circ C)$$

$$T_{ar-sol} \text{ (superfícies transparentes)} = T_e + FS \cdot I_g / U \quad (^\circ C)$$

onde α é a absorvância à radiação solar

I_g é a radiação global incidente na superfície (W/m²)

R_{se} é a resistência superficial externa [(m².K)/W]

FS fator solar de aberturas (LAMBERTS et al, 1997)

A_i – área de cada uma das envoltentes (m²)

U_i – coeficiente global de transferência de calor de cada componente da envoltória da edificação [W/(m².K)]

Dividindo-se o resultado obtido para Q pelo volume de ar da edificação, V , ter-se-á as trocas por unidade de volume de ar, o que permitirá se realizar comparações entre diferentes soluções.

Aqui também a comparação da temperatura superficial interna da componente, T_{si} , e da temperatura do ambiente interno, T_i , nos dará uma noção da tendência à perda ou ganho de calor por parte da envoltória.

$$T_{si} - T_i = U \cdot R_{si} (T_{ar-sol} - T_i) \quad (^\circ C)$$

Da mesma forma como feito para a condição de inverno, o aluno é levado analisar na condição de verão o que ocorre entre o ambiente e a superfície interna de cada componente da edificação em termos de sua diferença de temperatura. Tomando-se a hipótese de que no verão $T_e = T_i$, teremos:

Quando $T_{si} - T_i \leq 3^\circ \text{C}$	Condição satisfatória
Quando $3^\circ \text{C} < T_{si} - T_i \leq 5^\circ \text{C}$	Condição regular
Quando $T_{si} - T_i > 5^\circ \text{C}$	Condição insatisfatória

3. TABELA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Numa primeira etapa o aluno irá preencher uma tabela através da qual será calculado o ganho de calor, Q , para cada componente da edificação ou do ambiente em estudo e este será avaliado comparativamente. O objetivo para o **inverno** será verificar as componentes que proporcionam maior isolamento térmico (evitando perdas excessivas de calor) e para o **verão**, reduzir os ganhos de calor pelas envoltentes.

A partir das equações simplificadas citadas acima, construiu-se, então, a Tabela 1 em programa Excel – estruturada de forma a que o aluno possa entrar com os dados de sua construção de maneira detalhada - fornecendo a característica física de cada um dos materiais que compõem cada envoltória - ou de maneira geral - fornecendo diretamente o U para cada componente. Dados de entrada como área de envoltórias, A_i , volume total de ar, V , são obrigatórios. Os demais campos de preenchimento obrigatório são marcados em negrito. Após preenchidos os dados iniciais sobre áreas e características físicas das envoltórias a tabela calculará automaticamente o ganho de calor no verão e no inverno e os demais indicadores citados anteriormente.

Com os dados do desempenho geral da edificação o aluno fará então uma avaliação de suas decisões de projeto, podendo facilmente mudar as variáveis de entrada e verificar o efeito de sua decisão no desempenho final da edificação, tanto em termos globais quanto em termos do desempenho individual de cada componente. Sabe-se que esta é uma ferramenta simplificada. No entanto, acredita-se que, justamente por este fato, seja de fácil apreensão e exploração por parte do estudante de conforto térmico. A partir daí o aluno poderá ser estimulado a utilizar ferramentas mais complexas que forneçam análises mais completas do desempenho térmico de edificações.

A Tabela 1 deve ser preenchida com o volume de ar total da edificação e todas as áreas das superfícies transparentes e opacas de cada orientação. Depois devem ser inseridos dados de cada material da superfície (espessura, condutância térmica) ou o coeficiente global de transferência de calor de cada uma das componentes dos ambientes analisados. A absorvância do material será determinada pela cor de sua superfície externa. A radiação incidente será aquela calculada para cada orientação, nos dias e horários de análise. O Programa Luz do Sol, desenvolvido por Maurício Roriz, fornece dados de radiação incidente.

Na Tabela 1 os dados de R_{se} e R_{si} , T_e , T_i de inverno e de verão estão pré-definidos. Caso se queira usar dados diferentes, basta mudá-los na primeira componente. Os cálculos de R_t , AU , Q , ΔT , T_{si} são calculados automaticamente. Uma legenda indica quais os campos de preenchimento obrigatório ou opcional, bem como os valores a serem levados em conta nas análises, como mostrado abaixo.

	preenchimento obrigatório
	condição de inverno
	condição de verão
	resultados a serem considerados na análise do desempenho térmico para condição de inverno
	resultados a serem considerados na análise do desempenho térmico para condição de verão

Figura 1 – Legenda com os códigos de preenchimento da Tabela 1.

Edificação:	Volume(m³):	VERÃO										SUP. OPACAS TRANSP.												
		INVERNO					VERÃO					OPACAS					TRANSP.							
		ÁREA ESPES	RESIST.	R	R se	Rsi	Rt	U	AU	Ti	Te	Q	Ig	α	Ig · α · R se	τ	P.S.	Transm. Fator de FS	Ti	Te	Tar-sol	Tar-sol	AT	Q
ENVIOLTORIA	ÁREA ESPES	Conduct.	RESIST.	R	R se	Rsi	Rt	U	AU	Ti	Te	Q	Ig	α	Ig · α · R se	τ	P.S.	Transm. Fator de FS	Ti	Te	Tar-sol	Tar-sol	AT	Q
Orientação 1	opacos	camada 1		#DIV/0!						18	10													
		camada 2		#DIV/0!						18	10													
		camada 3		#DIV/0!																				
		camada 4		#DIV/0!																				
		transpar. abertura		#DIV/0!	0,04	0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tsi _b = #DIV/0!	Tsi _t = #DIV/0!	#DIV/0!	200	0,2	1,6				34,6	28	33			6,6
Orientação 2	opacos	camada 1		#DIV/0!						18	10													
		camada 2		#DIV/0!																				
		camada 3		#DIV/0!																				
		camada 4		#DIV/0!																				
		transpar. abertura		#DIV/0!	0,04	0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tsi _b = #DIV/0!	Tsi _t = #DIV/0!	#DIV/0!	200	0,07	0,56		0,91	#DIV/0!	0,2	28	33			
Orientação 3	opacos	camada 1		#DIV/0!						18	10													
		camada 2		#DIV/0!																				
		camada 3		#DIV/0!																				
		camada 4		#DIV/0!																				
		transpar. abertura		#DIV/0!	0,04	0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tsi _b = #DIV/0!	Tsi _t = #DIV/0!	#DIV/0!	200	0,07	0,56		0,00	#DIV/0!	0	28	33			
Orientação 4	opacos	camada 1		#DIV/0!						18	10													
		camada 2		#DIV/0!																				
		camada 3		#DIV/0!																				
		camada 4		#DIV/0!																				
		transpar. abertura		#DIV/0!	0,04	0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tsi _b = #DIV/0!	Tsi _t = #DIV/0!	#DIV/0!	200	0,07	0,56		0,00	#DIV/0!	0	28	33			
Orientação 4	opacos	camada 1		#DIV/0!						18	10													
		camada 2		#DIV/0!																				
		camada 3		#DIV/0!																				
		camada 4		#DIV/0!																				
		transpar. abertura		#DIV/0!	0,04	0,13	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tsi _b = #DIV/0!	Tsi _t = #DIV/0!	#DIV/0!	200	0,07	0,56		0,00	#DIV/0!	0	28	33			
Cobertura	opacos	camada 1		#DIV/0!						18	10													
		camada de ar		0,16																				
		camada 3		#DIV/0!																				
		camada 4		#DIV/0!																				
		transpar. abertura		#DIV/0!	0,04	0,17	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tsi _b = #DIV/0!	Tsi _t = #DIV/0!	#DIV/0!	200	0,07	0,56		0,00	#DIV/0!	0	28	33			
		Q total																						
		Q/V																						

Tabela 1 – Tabela para avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos.

4. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES ATRAVÉS DE MEDIÇÕES DE TEMPERATURA INTERNA E EXTERNA

Na segunda etapa do sistema de sensibilização do aluno para as características dos ambientes e seu correspondentes desempenho térmico, são feitas medições em **Laboratórios, ateliês e salas de professores e/ou locais familiares aos alunos**. Destes são selecionados dois ambientes com características construtivas diferenciadas (que podem ser, o uso de matérias, a orientação e dimensão de aberturas, as condições de insolação, etc).

São usados para tal um conjunto de quatro sensores da marca HOBO (ou outro sistema de aquisição de dados de temperatura – ver figura 2) que registram dados de temperatura a intervalos determinados. No caso, sugere-se adotar o intervalo de 10 minutos.



Figura 2 – Sensor HOBO de temperatura. Este tipo de sensor possui baixo custo e é bastante robusto.

O alunos devem seguir as seguintes etapas para a realização da avaliação de desempenho térmico através de medições.

4.1 Etapas de medição e levantamento de dados

- Fazer um croqui dos ambientes escolhidos, em planta e corte colocando dimensões e especificando os materiais de construção.
- Medir temperatura (TBS) interna e externa com termômetros “HOBO Temp”. Para cada ambiente de medição serão usados dois aparelhos. Um colocado no ambiente interno, preferencialmente mais ao centro do ambiente e outro colocado externamente à edificação de forma a medir a temperatura do ar externo. Os sensores serão deixados no local por 2 dias consecutivos, devendo ser anotadas as condições climáticas do dia anterior e do dia de medição (por exemplo: dia nublado e sem sol, dia com forte presença do vento sul, dias claros e sem nuvens). Tal procedimento irá auxiliar a análise das condições térmicas dos ambientes internos.
- os sensores deverão ser deixados em locais seguros (onde não haja risco de roubo) e com autorização das pessoas que utilizam os espaços.

4.2 Procedimento

Após realizadas as medições, os dados registrados pelo aquisitor de dados devem ser plotados em forma de gráficos para a retirada das informações sobre as temperaturas internas e externas como o exemplo mostrado na Figura 3. A temperatura interna máxima interna e sua correspondente temperatura externa deve ser entrada na Tabela 1 em lugar da condição de verão (que será considerada a condição de maior ganho de calor) e a temperatura interna mínima e sua correspondente temperatura externa deve ser entrada na parte da Tabela relativa à condição de inverno (que será considerado o horário de maior perda de calor).

O procedimento deve ser repetido para os dois ambientes em estudo e uma análise das condicionantes que levam a maiores ganhos ou perdas de calor deve ser realizada,. Através dos resultados obtidos em termos do ganho térmico, Q , de cada componente em função de sua orientação, presença de aberturas e uso de materiais. Devem ser analisados quais são os fatores que mais influenciam no desempenho do ambiente em geral e das componentes em particular.

Dormitório - Venezianas abertas (01_07/10)

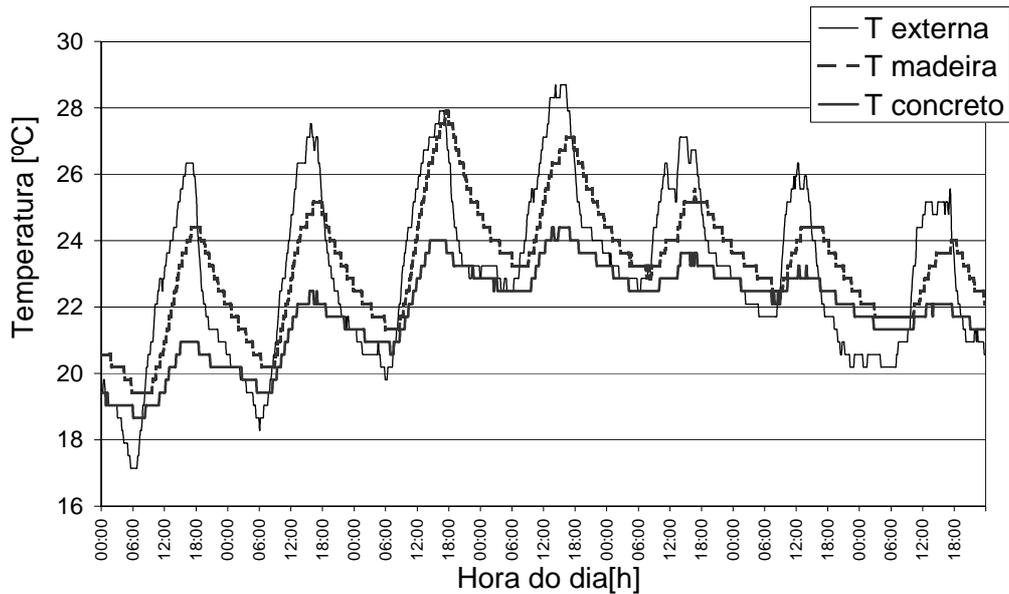


Figura 3 – Exemplo de gráfico de saída da leitura realizadas com os sensores HOBO, para duas casas. Uma com alvenaria em concreto e outra com paredes de madeira.

5. GLOSSÁRIO

De forma a que o aluno tenha uma melhor noção do que representa cada uma das grandezas por ele utilizadas neste exercício, apresenta-se juntamente ao exercício glossário com o resumo das grandezas utilizadas, retirada do projeto de norma CB-02 (2002, A).

Tabela 2 – Glossário com as grandezas de desempenho térmico de componentes construtivos utilizada para o exercício.

Símb.	Grandeza	Definição	Unidade
Q	Fluxo de calor ou Taxa de fluxo de calor	Quociente da quantidade de calor que atravessa uma superfície durante um intervalo de tempo pela duração desse intervalo.	W
λ	Condutividade térmica	Quociente do fluxo de calor pelo gradiente de temperatura.	W/(m.K)
R	Resistência térmica de elementos e componentes	Quociente da diferença de temperatura verificada entre as superfícies de um elemento pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário.	(m ² .K)/W
R _{si}	Resistência superficial interna e externa	Resistência térmica da camada de ar adjacente à superfície interna de um componente que transfere calor por radiação e/ou convecção.	(m ² .K)/W
R _{se}	Resistência sup. externa	Resistência térmica da camada de ar adjacente à superfície externa de um componente que transfere calor por radiação e/ou convecção.	(m ² .K)/W
R _T	Resistência térmica total	Associação das diversas resistências térmicas do componente em questão com as resistências superficiais interna e externa.	(m ² .K)/W

Símb.	Grandeza	Definição	Unidade
U	Coefficiente global de transferência de calor	Inverso da resistência térmica total, também denominado transmitância térmica	W/(m ² .K)
FS	Fator de calor solar	Quociente da energia solar absorvida por um componente pela energia solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo.	-
α	Absortância radiação solar	Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.	-
ρ	Refletância radiação solar	Quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.	-
τ	Transmitância radiação solar	Quociente da taxa de radiação solar que atravessa uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.	-
T _{ar-sol}	Temperatura ar-sol	Temperatura fictícia que representa o efeito combinado da radiação solar incidente no fechamento e dos intercâmbios de energia por radiação e convecção entre a superfície e o meio envolvente.	°C

6. EXEMPLOS

Junto ao exercício são fornecidos dois exemplos de edificações populares em que procurou-se variar significativamente as componentes construtivas e a orientação de fachadas e aberturas. Através destes exemplos que se pretendem extremos, o aluno começa a tomar contato com o peso das variáveis de projeto no desempenho térmico final de determinada edificação. Estas duas casas populares são detalhadas nos Anexos 1 e 2 a seguir. Também se fornece um exemplo de tabela para preenchimento com os dados levantados das edificações ou ambientes medidos que os alunos irão preencher ao levantar os dados das edificações e após fazer a avaliação de desempenho dos ambientes analisados com o uso da Tabela 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CB-02- COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, **Projeto de norma. Parte 1: Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades**, <http://www.labeee.ufsc.br/conforto/index.html>, 2002 A.

CB-02- COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, **Projeto de norma: 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**, <http://www.labeee.ufsc.br/conforto/index.html>, 2002 B.

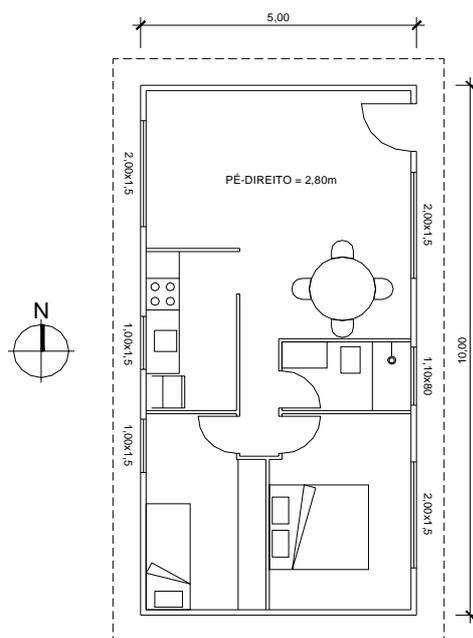
CB-02- COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, **Projeto de norma. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**, <http://www.labeee.ufsc.br/conforto/index.html>, 2002 C.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. O. R., **Eficiência energética na Arquitetura**, PW Editores, São Paulo, 1997.

ANEXO 1

Casa 1

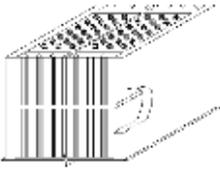
CASA 1	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede de tijolos maciços aparentes Dimens. tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,70	149	2,4
	Cobertura de telha de barro sem forro Espessura da telha: 1,0 cm	4,55	18	0,3
		ρ (kg/m³)	λ (W/(m.K))	C (kJ/(kg.K))
Vidro	Chapa de vidro comum 3 mm	2700	1,10	0,84

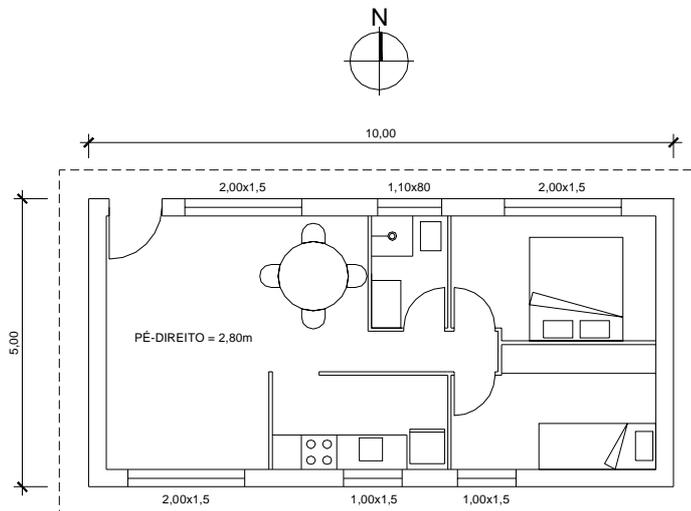


Resultados de inverno		Resultados de verão	
Σ AU/V	Q total	Qt-verão	Q/V
4,68	7887	9768	70

ANEXO 2

Casa 2

CASA 2	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede dupla de tijolos de 21 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimens. tijolo: 12,0x11,0x25,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 30,0 cm	1,54	368	8,1
	Cobertura de telha de barro com 5,0 cm de lâ de vidro sobre o forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	0,62	34	3,1
		ρ (kg/m³)	λ (W/(m.K))	C (kJ/(kg.K))
Vidro	Chapa de vidro comum 3 mm	2700	1,10	0,84



Resultados de inverno		Resultados de verão	
Σ AU/V	Q total	Qt-verão	Q/V
1,57	2119	2455	18

ANEXO 3

TABELA DE RESULTADOS AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÃO

Nome(s):

Data:

CROQUIS DOS AMBIENTES COM DETALHAMENTO DE MATERIAIS E CORES EMPREGADAS

Croqui 1	Croqui 2
Materiais e cores	Materiais e cores

QUADRO RESUMO DE VALORES OBTIDOS

Ambiente medido	Te (°C)	Ti (°C)	ΔT (°C)	Q _t inverno	Q _t verão	Avaliação Geral	Proposta
1							
2							

Observações: