



UTILIZAÇÃO DO POLÍGONO DE CONFORTO DE VOGT E MILLER-CHAGAS NA AVALIAÇÃO DE ESPAÇOS CONSTRUÍDOS

Griselda Pinheiro Klüppel

LACAM (Laboratório de Conforto Ambiental)

Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia

Rua Caetano Moura nº 121 - Federação - Salvador

CEP. 40.210-350 - Bahia

Fone: (71) 248-7774 Fax: (71) 247-3803

E-mail: gkluppel@ufba.br

RESUMO: Para analisar as condições de conforto ambiental, sob o ponto de vista do conforto higrotérmico, de um antigo sobrado de finais do século XVIII, em Salvador, utilizou-se o polígono ou zona de conforto desenvolvido por VOGT e MILLER-CHAGAS. Esse método foi utilizado por considerar-se que dentre as várias propostas e definições de zona de conforto existentes é o que melhor se aplica às condições ambientais de clima quente-úmido por determinar o limite máximo de umidade relativa em 80%, além de outros fatores que validam o método para o tipo de análise pretendida. A aplicação demonstrou que no inverno a maioria dos cômodos da edificação se encontram dentro do Polígono de Conforto, enquanto no verão, praticamente, todos os ambientes estariam fora de seus limites.

ABSTRACT: The polygon or comfort-zone developed by VOGT and Miller-Chagas was used to analyze the environmental comfort in terms of the hygrothermal conditions of an old late eighteenth century manor house in Salvador. Taking into consideration the several proposals and the comfort zone definitions, the referred method was used for it was considered the most suitable one for the environmental conditions in a hot-humid climate. It can determine the maximum level of relative humidity in 80%, besides other factors that validate the model for the referred analysis. The application of the method demonstrated that in winter most of the rooms in the building are within the polygon of comfort, while in summer almost all of them are out of the limit.

1 Introdução

O polígono ou zona de conforto desenvolvido por VOGT e MILLER-CHAGAS, considera seis parâmetros inerentes a termo-fisiologia humana, além de valores ambientais de velocidade do vento e umidade relativa máxima de 80%, como condições básicas para definição de seus limites. O método ainda utiliza duas variáveis circunstanciais, o tipo de roupa e o desgaste metabólico, ao qual o indivíduo está submetido, para definir um polígono dentro do qual a maioria dos indivíduos em condições normais de saúde manteriam em equilíbrio estável sua temperatura corporal, sem utilizarem seus mecanismos termoreguladores de defesa contra o calor ou o frio.

Analisando esses parâmetros e principalmente considerando a variável ambiental de 80% de umidade relativa, valor aproximado à média observada para Salvador, utilizou-se esse modelo teórico para analisar as condições de conforto no interior de um sobrado construído no final do século XVIII, localizado no centro histórico dessa cidade (KLÜPPEL 1991).

2 O Edifício Analisado

A edificação, com aproximadamente 320m² de área construída, distribuída em quatro pavimentos, apresenta um térreo com planta individualizada, mais dois pavimentos com distribuição dos cômodos iguais e um pequeno sótão. Na restauração foi conservado todo o arcabouço da construção original, inclusive as portas e janelas que, depois de restauradas, permaneceram com as mesmas dimensões das plantas originais de cadastramento. Todos os cômodos apresentam formas irregulares e a maioria das paredes opostas não são paralelas entre si. A casa tem largura maior na parte da frente, aproximadamente 5,20 metros estreitando-se gradativamente para o fundo, onde a largura mínima chega a 4,30 metros. Seu comprimento total é em torno de 22,50 metros.

A fachada do térreo é composta por duas portas largas com 1,10 x 2,30 e uma janela, com a mesma largura, e com 1,35 de altura. Todas as aberturas recebem bandeiras fixas de ferro na parte superior. A porta da esquerda dá entrada a um corredor comprido onde se encontra nos fundos a escada de acesso ao primeiro andar. A outra porta e a janela pertencem a uma sala retangular alongada (10,25 x 3,30 m) com uma porta nos fundos que se comunica com corredor de acesso aos outros cômodos do pavimento. Desse corredor chega-se a dois banheiros, a um depósito e à sala dos fundos. O depósito tem ligação com um poço interno de ventilação dos banheiros. Na sala dos fundos, de dimensões irregulares, há uma janela com 1,00 x 1,20 metro, e uma porta com 1,00 x 2,20 metros de acesso ao quintal, ambas com bandeiras arqueadas de ferro com altura máxima de 0,50 metros (Fig. 1).

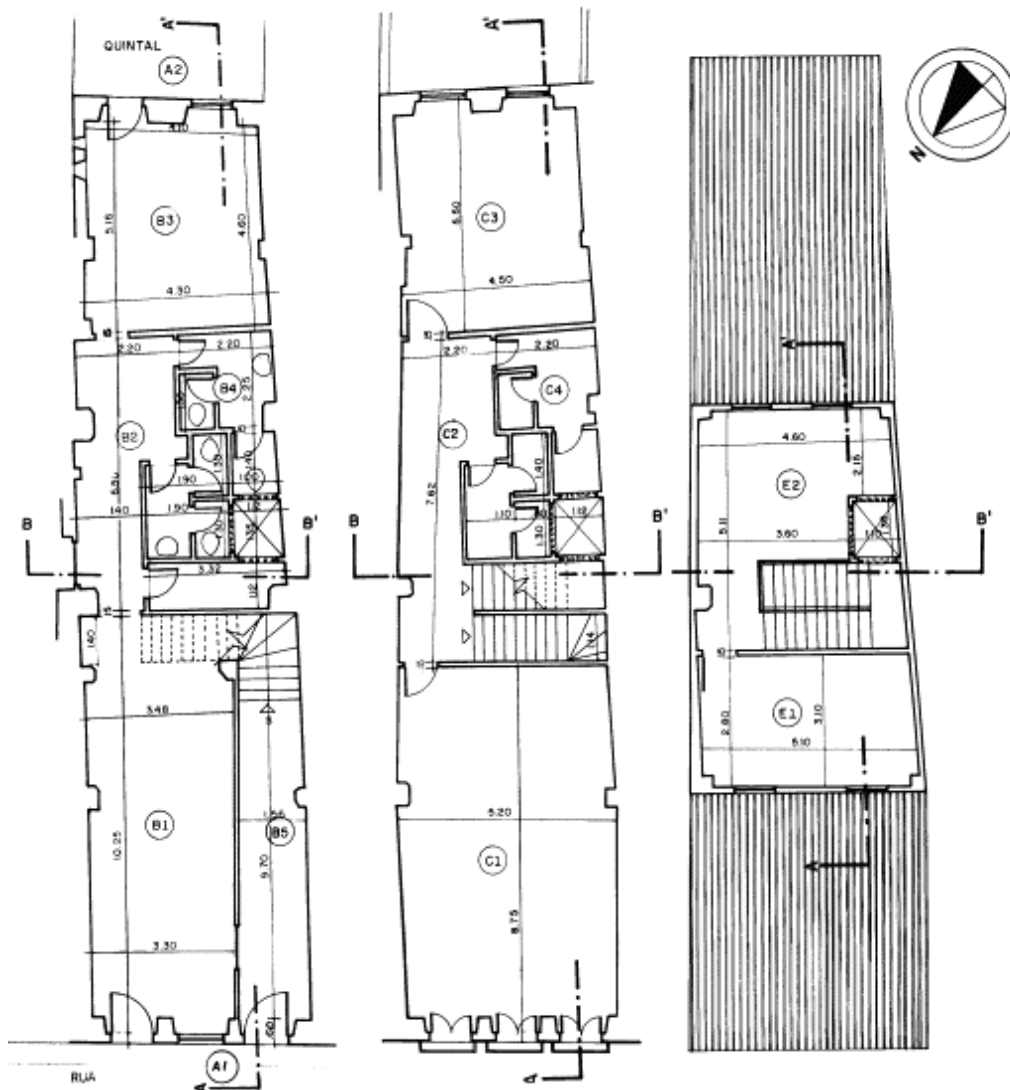


Fig.1 Plantas baixas do térreo, primeiro pavimento e sótão do sobrado da rua Gregório de Matos nº 21.

O primeiro e o segundo pavimentos têm plantas iguais. São compostos por uma grande sala na frente, apresentando aproximadamente 8,75 metros de comprimento e largura variando entre 5,00 e 5,20 metros com as aberturas voltadas para a rua. No primeiro andar, estas aberturas são três portas com 1,00 x 2,20 metros que se abrem para três pequenas sacadas independentes, ou de púlpitos, protegidos por gradis de ferro e parapeito de madeira que, no segundo pavimento, correspondem a três janelas. Da sala da frente chega-se ao corredor de acesso às escadas, aos dois banheiros e à sala dos fundos. Essas salas têm ambas comprimento de 5,50 metros com larguras variáveis entre 4,30 e 4,55 metros. No primeiro pavimento há duas janelas com 1,00 x 1,40 metro. No segundo pavimento encontram-se duas portas de 1,00 x 2,20 metros cada. Todas as portas e janelas possuem bandeiras de ferro em arco, iguais às do pavimento térreo (Fig. 1).

O sótão é formado por duas salas, um pequeno corredor acoplado à sala dos fundos e o poço de ventilação dos sanitários. A sala da frente tem largura aproximada de 3,10 metros com e 5,10 metros de comprimento. A sala dos fundos apresenta largura

variando entre 5,10 metros (incluindo o corredor) e 2,15 metros junto ao poço de ventilação, com comprimento entre 3,60 e 4,60 metros. Ambas possuem duas janelas, com 1,00 x 1,30 metro de altura, que conservam as características antigas, compostas por duas folhas cegas de madeira cada, e não têm bandeiras. Essas janelas abrem-se para os telhados que cobrem respectivamente a sala da frente e a sala dos fundos dos andares de baixo (Fig. 1).

3 Definição das Variáveis das Zonas de Conforto

Foram determinadas algumas opções para se definir as ZCs, atribuindo-se valores diferenciados para compor distintas variáveis do modelo. Para o desgaste metabólico, considerou-se duas situações: 100kcal/h e 120kcal/h, equivalentes a repouso ou atividade ligeira e a trabalho moderado, que correspondem ao desgaste das atividades usualmente desenvolvidas em uma habitação. Enquanto a velocidade do vento foram considerados três variações de velocidade do ar sendo eles: ar calmo com 0,1m/s, brisa leve de 0,5m/s e 1,0m/s. A única variável comum a todas as zonas propostas foi o vestuário, considerando-se uma roupa leve de verão, à qual é atribuída um coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água (V_a) de 0,7 e isolamento térmico do tecido (I_t) equivalente a 0,05 °C.h/Kcal (MILLER-CHAGAS, 1978).

Como a ventilação não é constante, a inserção dos dados na ZC não reproduz a realidade observada. Porém estabelecendo-se faixas com valores diferenciados, podem-se verificar as possíveis situações encontradas. Uma ventilação esporádica mais alta certamente modificaria as condições de conforto e, conseqüentemente, alteraria a área definida no gráfico. Exemplo disto são as velocidades observadas nos cômodos da casa que dão para o quintal, principalmente no último pavimento, por receberem influência direta da ventilação predominante da cidade, porém este fato se constitui numa exceção no meio urbano analisado. Outro fato significativo é que a ventilação em excesso também provoca desconforto, sendo, portanto, necessário determinar-se o limite máximo da velocidade do vento capaz de garantir esta relação de otimização entre os parâmetros analisados.

Tab.1 Quadro dos Valores Limites para definição dos Polígonos de Conforto

Cv	Iv	Va	Ia	It	MET	Toi	t1	Tos	t2	Ls2
0,7	0,05	0,1	0,1	0,15	100	21,0	6,0	27,0	5,7	26,7
0,7	0,05	0,5	0,07	0,12	100	23,4	4,8	28,2	7,4	30,8
0,7	0,05	1,0	0,062	0,112	100	24,0	4,5	28,5	8,5	32,5
0,7	0,05	0,1	0,1	0,15	120	18,0	6,0	24,0	5,7	23,7
0,7	0,05	0,5	0,07	0,12	120	21,0	4,8	25,8	7,4	28,4
0,7	0,05	1,0	0,062	0,112	120	21,8	4,5	26,3	8,5	35,9

Com todos os parâmetros definidos calculou-se os limites das zonas de conforto (Tab.1) e montou-se três polígonos com as diferentes variações de velocidade do

vento, sobrepostos com a variável metabólica fixada em 100kcal (Fig. 2) e três polígonos com as velocidade de vento consideradas interrelacionados com o desgaste de 120 kcal (Fig. 3).

4 Verificação da Inserção dos Ambientes na Zona de Conforto

Para proceder a análise da inserção da casa no Polígono de Conforto (ZC) tomou-se separadamente os principais cômodos definidos no interior da edificação, cujos dados climáticos haviam sido obtidos no levantamento de campo, sendo considerados os valores de temperaturas do ar (T_{bs} e T_{bu}) e velocidade de vento obtidos no próprio edifício durante os principais períodos sazonais: inverno e verão. Em seguida, foi selecionado um dia em cada semana, no inverno e no verão. O critério que orientou a escolha deste dia foi a temperatura do ar, sendo selecionado aquele que apresentou maior amplitude térmica, dentro de cada período consecutivo de cinco dias. Como no modelo proposto as outras variáveis podem ser fixadas, utilizou-se o critério de temperatura por ser esta, associada à umidade relativa, responsável pelas situações críticas sob o ponto de vista do conforto térmico em Salvador.

Em seguida foram traçadas as curvas diárias determinadas pela temperatura e pressão parcial de vapor de cada cômodo, no inverno e no verão, no mesmo sistema de coordenadas onde estavam definidos os polígonos de conforto equivalentes a cada taxa de desgaste com as respectivas velocidades de vento.

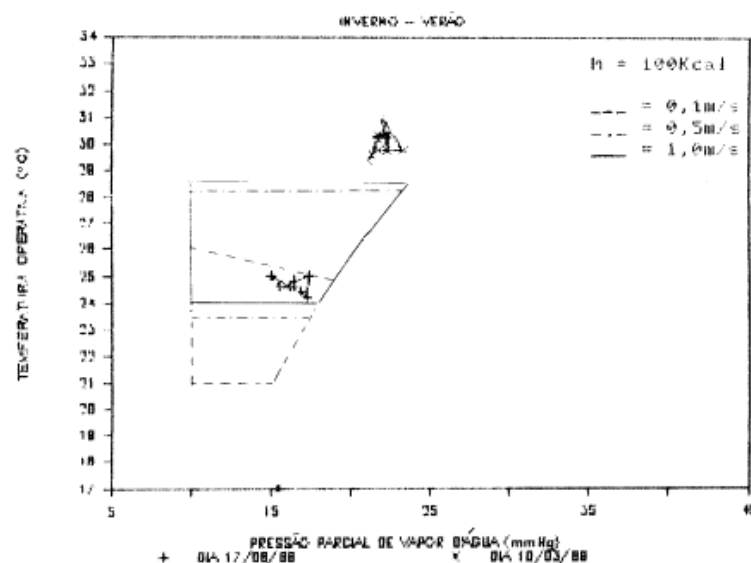


Fig. 2 Gráficos de Zonas de Conforto com desgaste metabólico de 100 kcal e 3 velocidades de vento (estação B1 –sala da frente pavimento térreo)

Verificou-se, no inverno, que B1, estava dentro das ZCs equivalentes a 100kcal considerando-se as três velocidades de vento enquanto para o desgaste de 120kcal este cômodo estava dentro das zonas com velocidades de vento entre 0,5 e 1m/s e fora da ZC que considera 0,1m/s. Portanto, é necessário um incremento na ventilação para que a sala permaneça confortável com este desgaste correspondente a trabalho moderado. No verão B1 esteve todo tempo fora das zonas de conforto, como se pode observar nas figuras 2 e 3.

As estações B2, o corredor, e B3, a sala dos fundos, apresentaram comportamento semelhante em relação às ZCs. No inverno, considerando-se 100kcal, B2 e B3 estiveram dentro das zonas cujas velocidades variam de 0,1 a 0,5m/s e fora da zona de conforto de 1m/s. Nos horários em que a temperatura do ar foi inferior a 24°C. No verão os dois cômodos estiveram fora de todas as zonas de conforto.

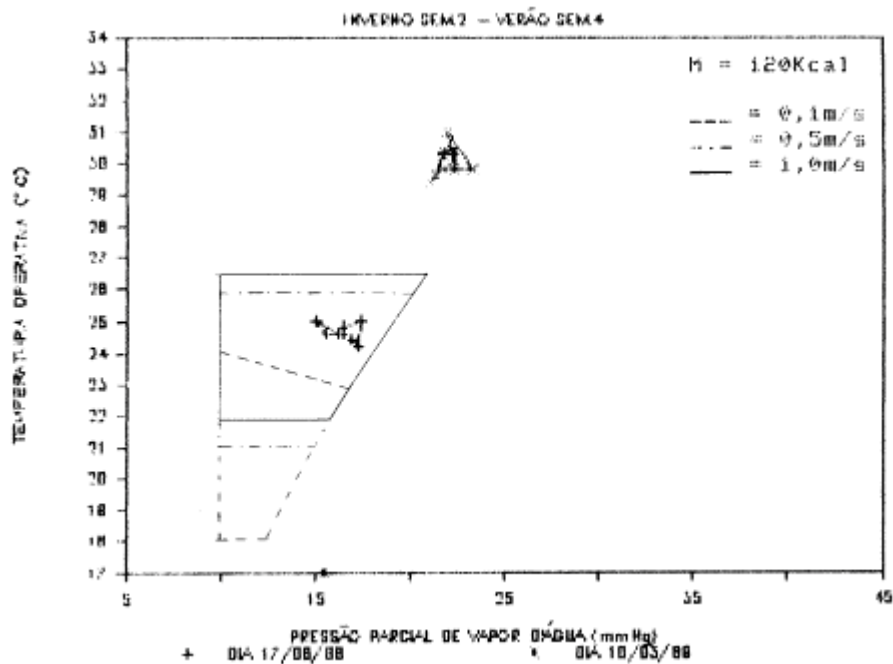


Fig. 2 Gráficos de Zonas de Conforto com desgaste metabólico de 120 kcal e 3 velocidades de vento (estação B1 –sala da frente pavimento térreo)

A sala da frente, do segundo andar C1, no inverno, considerando-se o desgaste de 100kcal, permaneceu dentro das ZCs equivalentes a 0,5 e 1m/s quase todo o dia, à exceção dos horários em que a Ur esteve acima de 80%. Para 0,1m/s, apenas os horários com temperatura abaixo de 25°C permaneceram dentro da ZC, ficando fora com os outros valores. Para 120kcal, C1 esteve dentro do polígono para velocidade 0,5m/s, quando os valores não ultrapassaram 25,8°C e/ou 80% de UR. Considerando-se 1m/s, a sala encontrou-se dentro da ZC em todos os horários em que a Ta foi igual ou inferior a 26,3°C e a UR abaixo ou igual a 80%. No verão o cômodo ficou todo o tempo fora das ZCs.

As estações C2 e C3 tiveram comportamento semelhante. Nos polígono com desgaste de 100kcal, estiveram dentro da ZC de velocidade 0,1m/s, apenas os valores abaixo de 25,5°C e com UR igual ou inferior a 80%. Para 120kcal, permaneceram sempre fora da ZC de 0,1m/s; porém para as velocidades de 0,5 e 1m/s, estiveram fora só os horários com UR acima de 80%. No verão os dois cômodos ficaram fora das ZCs em todos os horários.

As curvas definidas pelas temperaturas e pressão de vapor nos cômodos do segundo andar apresentaram comportamento semelhante. Considerando-se 100kcal, as curvas estiveram dentro dos polígonos definidos para 0,5 e 1m/s; para 0,1m/s D1 e D3 estiveram fora, enquanto que D2, duas vezes teve seus valores dentro deste polígono, quando a Ta ficou abaixo de 25,4°C. Para 120kcal, todos os cômodos permaneceram fora do polígono determinado pela velocidade de 0,1m/s, porém, considerando-se 0,5m/s, estiveram dentro da ZC durante todos os horários com Ta abaixo ou igual a

25,8°C e fora da ZC de 1m/s quando a Ta foi acima de 26,3°C. No verão as curvas ficaram quase todo o tempo fora das ZCs. Apenas em dois horários D1 e D2 apresentaram-se dentro da ZC de 100kcal e velocidade de 1m/s. Estas ocorrências foram observadas quando a Ta esteve abaixo de 28,5°C. Para 120kcal, os cômodos estiveram sempre fora das ZCs

Nos cômodos do sótão, E1 e E2, verificou-se que, quanto aos polígonos de 100kcal com velocidade igual a 0,1m/s, as curvas higrotérmicas das salas estiveram fora deles todos os horários em que a Ta foi acima de 25,4°C. Porém, considerando-se as velocidades de 0,5 e 1m/s, tanto as curvas de inverno quanto de verão estiveram dentro dos polígonos de conforto, à exceção dos horários com umidade acima de 80% de umidade relativa.

Para o desgaste de 120kcal, as curvas de inverno estiveram fora da ZC quando a velocidade era equivalente a 0,1m/s e dentro das ZCs com velocidades de 0,5 e 1m/s, salvo quando a Ta foi superior a 26,3°C. Quanto aos dados de verão, a curva diária das salas esteve sempre fora das zonas de conforto com desgaste de 120kcal.

Como foi visto, durante o inverno, a maioria dos cômodos está dentro das zonas de conforto. Com um desgaste metabólico de repouso (100kcal), o térreo satisfaz às exigências das ZCs considerando-se as três velocidades; apresentou-se, portanto, mais frio. Nos outros pavimentos, em geral, a condição de conforto foi satisfeita com velocidades de 0,5 e 1m/s. Para 120kcal, entretanto, todos os cômodos da casa estão dentro dos limites das ZCs com velocidades de vento entre 0,5 e 1m/s. No verão, praticamente todos os cômodos estão fora dos polígonos de conforto, excetuando-se apenas o sótão, para o desgaste de 100kcal. Este desvio pode ser entendido pelo valores baixos da temperatura do ar durante toda a semana.

5 Conclusões

Como a zona de conforto utilizada foi desenvolvida para clima temperado, com pessoas adaptadas a ele, certamente o mesmo padrão de conforto não pode ser aplicado ao clima quente-úmido de Salvador. Possivelmente a satisfação durante o inverno das condições da zona de conforto pode significar que a casa seja considerada fria por pessoas aclimatadas ao clima tropical. Porém, com o acima exposto, confirmase a avaliação do edifício conservando-se frio no inverno e quente no verão.

As conclusões da análise determinaram que o edifício tem um comportamento bastante uniforme e que durante o inverno a maioria dos cômodos estão inseridos dentro dos polígonos de conforto enquanto no verão estão basicamente fora desses parâmetros à exceção do sótão.

Esta zona de conforto demonstrou ser um excelente instrumento de avaliação das condições de conforto de ambientes construídos, pela facilidade de utilização e pelos resultados observados. Tratando-se de um modelo desenvolvido para clima temperado, para pessoas adaptadas e com padrões termo-fisiológicos referentes a este tipo de clima, alguns ajustes certamente necessitam serem feitos para otimizar sua utilização em um clima quente-úmido, como o de Salvador. O valor máximo de 80% de umidade relativa pode ser ampliado, considerando-se climas tropicais, pois esse índice é atribuído considerando que valores mais elevados poderiam provocar condensação de

vapor na superfície dos objetos. Isso ocorreria caso a temperatura do ar estivesse muito próximo ou atingisse a temperatura do ponto de orvalho. Num clima quente-úmido, isto se verificam durante as madrugadas quando a temperatura do ar decresce ou em situações específicas de intensa pluviosidade.

6 Referências Bibliográficas

KLÜPPEL, G. (1991) *Conforto Ambiental e Arquitetura no Século XIX: Um Estudo de Caso em Salvador*. Salvador, dissertação apresentada para conclusão do Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da FAUFBA.

MILLER-CHAGAS (1978), Philomena. *L'Homme et le Milieu Thermique*. 1a parte del seminário del C.R.M.A.A., Nantes.

VOGT, J. et MILLER-CHAGAS (1970), P. *Confort Thermo-Higrométrique. Definition physiologique et détermination pratique de zones de confort thermique*. in *Équipement Technique* 85, no 271-272, Juillet-Aout.