

OS PRIMEIROS ESTUDOS SOBRE CONFORTO TÉRMICO NO BRASIL: A CONTRIBUIÇÃO DE PAULO SÁ

Oliveira, Mariela C. A. e Labaki, Lucila C.

(1) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Caixa Postal 6021, cep 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil, FAX +55 (19) 3788-2422
e-mail: marielacao@ig.com.br, lucila@fec.unicamp.br

RESUMO

A pesquisa nacional sobre métodos de avaliação de conforto térmico de um ambiente remonta à década de 30. Nessa época estava vinculada aos conhecimentos internacionais e havia a preocupação com dar início a uma avaliação nacional, e, através dos métodos propostos e utilizados internacionalmente, adaptá-los às condições brasileiras e suas variáveis. Temos conhecimento do trabalho de dois pesquisadores brasileiros sobre índices de conforto térmico nessa época: Paulo Sá e Benjamin Alves Ribeiro. As pesquisas de Paulo Sá (1934) e Benjamin Alves Ribeiro (1939) buscaram estabelecer uma relação entre a sensação individual de conforto térmico e os índices obtidos pelos vários métodos utilizados, principalmente entre as catatemperaturas e a temperatura efetiva (referente apenas às variáveis de temperatura do ar, velocidade e umidade do ar). Estes eram os métodos mais utilizados quando Paulo Sá inicia a sua pesquisa. Embora fosse do conhecimento de Benjamin Alves Ribeiro, em 1939, que os termômetros cata seco e cata úmido não eram mais considerados como métodos eficazes para a avaliação de conforto térmico, os mesmos são utilizados pela falta de outros aparelhos. O objetivo do presente trabalho é resgatar e relatar parte da pesquisa do eng. Paulo Sá, como uma forma de reconhecimento dos métodos utilizados na década de 30 pela pesquisa brasileira.

ABSTRACT

Brazilian research about methods of thermal comfort evaluation of an ambient goes far to the 30's decade. By that time, it was close to international knowledge and showed a preoccupation to start a national evaluation so that through the proposed and used internationally methods it would be possible to adapt them to Brazilian conditions and variables. We present here the work of two Brazilian researchers about thermal comfort indexes: Paulo Sá and Benjamin Alves Ribeiro. The researches of Paulo Sá (1934) and Benjamin Alves Ribeiro (1939) look for the establishment of a relationship between the individual sensation of thermal comfort and the indexes obtained through the several methods used, mainly between the cathatemperaturas and the effective temperature (referring just to the variables of air temperature, air speed and humidity). These were the most frequently used methods when Paulo Sá begins his research. Although Benjamin Alves Ribeiro in 1939, was aware that the dry and humid catha thermometers were no more considered as effective methods for thermal comfort evaluation, they were used due to the lack of other instruments. The aim of this work is to revisit and to report part of the work developed by Paulo Sá, in a form of appreciation of the methods adopted in the thirties by Brazilian researchers.

1. INTRODUÇÃO

O eng. Paulo Sá, que trabalhou no Instituto Nacional de Tecnologia do Rio de Janeiro, sendo diretor da divisão de Industria de Construção, tendo suas primeiras publicações datadas do inicio da década de 30, é um dos responsáveis pelo inicio do estudo de conforto térmico no Brasil. Em um de seus trabalhos, buscou relacionar e discernir, entre os vários métodos para caracterizar o Conforto

Térmico de um ambiente, existentes na época, aquele que mais corresponderia a um Conforto Térmico Brasileiro. O presente trabalho visa recuperar parte de sua pesquisa, onde o Eng. Paulo Sá sugere uma escala de sensação de conforto de 1 a 7 (1- muito frio, 2- frio, 3- quase frio, 4-agradável, 5- um pouco quente, 6- quente, 7- muito quente), que se relaciona com as variáveis físicas do ambiente, assim como a temperatura seca, a umidade relativa e a velocidade do ar.

No início do século XX adotou-se durante muito tempo como índice de conforto de um ambiente as taxas de CO₂ existentes no ar ou até mesmo, a quantidade de metros cúbicos de ar existentes por pessoa em determinado ambiente, “... *convém observar que os índices citados e condenados são ainda os que constam de nosso projeto de Código de Trabalho parado desde 1926, no extinto Senado Federal. Nelle, com efeito se declara que nos ambientes de trabalho, o ar deve ser renovado de modo a manter a taxa de CO₂ inferior a 9 p. 10.00 e a fornecer 30m. C. de ar por individuo por hora...*” assim foi dito por Paulo Sá. na Revista Brasileira de Engenharia de 1934, páginas 67 a 69. Apesar destas idéias em 1930, quando o engenheiro Paulo Sá começa seus estudos, as medidas e métodos usados já são bem diferentes. Nota-se que nesta época era intensa a relação entre as pesquisas feitas no Brasil e aquelas realizadas no resto do mundo. Na publicação do livro do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio do Instituto Nacional de Tecnologia do Rio de Janeiro, Volume IV –Conforto e Iluminação em 1948, eram tidos como principais índices para a caracterização de conforto térmico a temperatura seca do ar, a temperatura úmida, as catatemperaturas, a temperatura efetiva, a temperatura equivalente, as indicações do termo-integrador, a irradiação efetiva e a temperatura resultante. Destes métodos, as indicações do termo-integrador e da irradiação efetivas não foram utilizadas por Paulo Sá pelo fato de não haver provas de sua eficácia.

2. PESQUISAS SOBRE CONFORTO TÉRMICO NO BRASIL

Em 1934, a maior preocupação da pesquisa nacional, porém, era em relação ao que estava sendo descoberto aqui e o que estava sendo feito no exterior, principalmente nos EUA, devido à criação da temperatura efetiva, em 1923, por HOUGHTEN & YAGLOU, que estabelecia as linhas de igual conforto. A pesquisa sofreu varias alterações, a primeira em 1925, para incorporar os efeitos da vestimenta, em 1929, para determinar os efeitos do clima de verão no intervalo de conforto (1 a 7); em 1932 foi feita uma proposta de correção para incluir os efeitos da radiação térmica, onde a temperatura efetiva corrigida é obtida nos ábacos de temperatura efetiva, substituindo a temperatura de bulbo seco pela temperatura do termômetro de globo. Em 1947 evidências mostram que a escala de temperatura efetiva superestimava o efeito da umidade nas baixas temperaturas e subestimava o efeito da umidade nas altas temperaturas.

No Brasil, por essa época, a pesquisa de Paulo Sá datada de 1931, tem sua primeira publicação na Revista Brasileira de Engenharia, março de 1934, onde são registrados os primeiros valores encontrados pelo mesmo. Este primeiro estudo foi realizado com um grupo de alunos do próprio engenheiro, rapazes de 14 a 17 anos, onde em dias diferentes eram medidas simultaneamente a temperatura, a umidade e a velocidade do ar, juntamente com a elaboração de fichas individuais onde os alunos registravam a sensação de calor, numa escala de 1 a 7. As condições físicas do ambiente foram medidas com o termômetro de Leonard Hill (Grau cata) e um termômetro para as temperaturas seca e úmida. Estas observações foram feitas entre 11 e 12 horas de agosto e setembro de 1931, com um total de 250 observações individuais inclusive as do próprio engenheiro. Desta primeira pesquisa conclui-se que os valores “estados equivalentes” são diferentes para brasileiros e americanos, e que o conforto térmico brasileiro parecia exigir uma maior temperatura efetiva do que para os americanos, ou seja, o estado correspondente á temperatura “ótima” de conforto para os brasileiros estaria em torno de 22° C da escala americana de temperaturas efetivas. Como a temperatura americana efetiva “ótima” está em torno de 19,5°C, foi mostrado que o conforto térmico brasileiro parece exigir uma maior temperatura efetiva do que a necessária para os americanos; pois para os brasileiros a temperatura de 19,5°C é relativa à sensação “fresca”, entre outras conclusões. A idéia principal deste trabalho de 1931 era correlacionar o nosso índice de conforto com os índices estipulados no resto do mundo. Os primeiros resultados divulgados por Paulo Sá, em março de 1934, mostram também, uma preocupação em aumentar os resultados abrangendo também outras zonas de sensação de calor e outras classes de indivíduos em circunstâncias diversas. Até agora o que se sabe em relação a isso é que as pesquisas relacionadas à radiação térmica e coeficientes de vestimenta, entre outras, foram feitas separadamente,

mas não chegaram a ser usadas simultaneamente na pesquisa editada pelo Instituto de Tecnologia. A seguir, na Tabela 1 são mostrados os resultados encontrados por Paulo Sá no início de sua pesquisa no Rio de Janeiro, onde se tem os valores da temperatura seca do ar, umidade, velocidade, graus cata (seco e úmido) e a temperatura efetiva americana correspondente.

Tabela 1: Condições Físicas do Ambiente para as diferentes Sensações^(*)

QUADRO I					QUADRO II					QUADRO III							
Sensação "ÓTIMA"					Sensação "P. QUENTE"					Sensação "FRESCA"							
3,5 a 4,49					4,5 a 5,49					2,5 a 3,49							
Temp. Seca (°C)	U (%)	VEL (m/s)	Cata seco	Cata úmido	Temp. efetiva	Temp. Seca (°C)	U (%)	VEL (m/s)	Cata seco	Cata úmido	Temp. efetiva	Temp. Seca (°C)	U (%)	VEL (m/s)	Cata seco	Cata úmido	Temp. efetiva
20,1	82	0,39	7,4	16,4	18,5	24,0	78	0,46	5,9	12,5	21,8	20,5	71	0,47	7,6	14,7	18,2
24,5	67	0,36	5,3	13,1	22,1	24,1	73	0,08	3,8	13,5	22,5	23,0	84	0,64	7,0	12,8	20,7
24,5	88	0,11	4,0	12,6	23,6	26,8	63	0,50	4,7	12,4	23,4	23,7	87	2,03	10,2	13,1	19,5
24,6	62	0,09	3,8	18,3	22,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25,6	57	0,17	4,0	12,5	22,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26,0	61	0,24	4,2	14,8	23,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(*) Resultados provisórios da pesquisa realizada em 1931, em "Estudos para o estabelecimento de uma escala de temperaturas efetivas no Brasil" Revista Brasileira de Tecnologia, março de 1934.

Em 1939, o engenheiro Benjamim Alves Ribeiro iniciou sua pesquisa sobre conforto térmico no Estado de São Paulo, através do método de votação individual. Este utilizava um questionário de três itens, além do nome, dia e número do questionário; estes itens são A-) sensação de calor do indivíduo em relação ao ambiente: 1 - frio desagradável, 2 - fresco agradável, 3 - agradável, 4 - quente agradável, 5 - quente desagradável; B-) Vestuário: Deficiente, normal, demasiado; C-) Sente-se bem disposto?. As observações, em número de vinte, foram realizadas nas estações frias do ano (agosto e setembro), entre nove e dez horas da manhã, no interior de uma sala de aulas, aproveitando-se as condições térmicas existentes no local. O número de votantes constou, em média, de 43 indivíduos do sexo feminino, com idades variando entre 18 e 29 anos, normalmente vestidos e em condições de sedentariedade. Só foram levados em consideração os questionários onde o indivíduo não apresentava nenhum sinal de mal estar (questão C) e que estava vestido de acordo com o clima (questão B). O emprego do método de votação foi usado como uma escala de sensação térmica de cinco pontos seguindo o exemplo autorizado de C. P. YAGLOU, em "The comfort zone for men at rest and stripped to the waist" Journ. Indust. Hyg. 9:255, 1927 e em YAGLOU C.P. & DRINKER, P. - "The summer comfort zone: climate and clothing" Journ. Indust. Hyg. 10:350, 1928

Tabela 2: Comparação entre os Valores Encontrados nas Cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (Ribeiro, 1945)

	CATA SECO	CATA UMIDO	TEMPERATURA EFETIVA	BULBO SECO
RIO DE JANEIRO	4,7(3,6 a 7,8)	14,1(9,4 a 19,6)	21,8°C	
SÃO PAULO	5,25	15,00	19,5°C	21,0°C

No texto escrito por Benjamim Alves Ribeiro, existe uma comparação entre as medidas encontradas para o Rio de Janeiro, entre 1931 e 1934 (Tabela 2), através da pesquisa do Eng. Paulo Sá e as encontradas em São Paulo pelo autor. De uma análise comparativa entre as duas cidades constatou-se uma diferença climática entre as duas, assim sendo os valores ótimos encontrados para São Paulo apresentam alguma tendência ao FRESCO, relativamente aos do Rio de Janeiro.

3. A PESQUISA DE PAULO SÁ EM 1934

A pesquisa do Engenheiro Paulo Sá engloba tópicos de Conforto, Iluminação e Ventilação. A publicação oficial ocorre em 1948, no volume IV, do Instituto de Tecnologia, Industria de Construção do Rio de Janeiro Neste trabalho apresentamos apenas os tópicos referentes a Conforto Térmico. De um modo geral, Paulo Sá preocupou-se em relatar as diferenças existentes entre a temperatura seca, a temperatura efetiva, a catatempérature, a umidade e velocidade do ar. É conveniente citar que a temperatura efetiva era tida como em função de uma determinada de temperatura do ar, de sua umidade e de sua movimentação; escolhida esta função de modo tal que para valores iguais da mesma correspondam estados equivalentes de conforto térmico do ambiente

A pesquisa consiste num grupo de 8 homens adultos, vestidos e em repouso; onde registravam, em fichas independentes e individuais, a sensação de calor de acordo com a escala de sensação de conforto; ou seja, também é utilizado o método da medição individual para a análise de conforto térmico. Em fichas próprias os alunos registraram a sensação de maior ou menor calor que sentiam, através de uma escala de 1 a 7 (esta escala é mais detalhada do que a usada na época, por Emma Ward, que ia de 1 a 5). Durante um ano inteiro, de maio de 1934 a maio de 1935, registrou-se ao mesmo tempo as condições físicas do ambiente: temperatura seca, temperatura úmida, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura efetiva calculada pela escala americana, cata temperatura seca e cata temperatura úmida. Os resultados foram separados em dois períodos, um primeiro período chamado inverno, com temperatura seca do ar no local entre 21°C a 28,5°C; e um segundo período denominado verão com temperatura seca do ar variando de 24°C a 34,5°C. A tabela 3 mostra os níveis encontrados em relação à sensação de conforto experimentada pelos estudantes no horário das medições.

Tabela 3: Condições físicas do ambiente para as diferentes sensações (SÁ, 1948)

Sensação FRIA 1,50 a 2,49			Sensação FRESCA 2,50 a 3,49			Sensação AGRADAVEL 3,50 a 4,49			Sensação P. QUENTE 4,50 a 5,49			Sensação QUENTE 5,50 a 6,49		
Temp. Seca (°C)	H (%)	Vel.ar (m/s)	Temp. Seca (°C)	H (%)	Vel.ar (m/s)	Temp. Seca (°C)	H (%)	Vel.ar (m/s)	Temp. Seca (°C)	H (%)	Vel.ar (m/s)	Temp. Seca (°C)	H (%)	Vel.ar (m/s)
23,00	58	1,00	21,00	61	0,90	22,00	80	0,05	23,50	61	0,09	26,00	81	0,08
*	*	*	21,00	83	1,56	22,50	72	0,09	24,50	65	0,07	27,00	58	0,08
*	*	*	21,50	86	0,36	22,50	79	0,23	25,00	62	0,25	27,50	68	0,12
*	*	*	21,50	60	1,14	23,00	60	0,80	25,00	70	0,15	*	*	*
*	*	*	22,00	60	2,57	23,00	48	0,33	25,00	74	0,08	*	*	*
*	*	*	22,00	76	0,94	23,00	61	0,12	25,00	53	0,08	*	*	*
*	*	*	23,00	72	0,82	23,00	76	0,06	25,50	63	0,13	*	*	*
*	*	*	23,00	69	1,34	23,00	68	0,10	25,50	74	0,09	*	*	*
*	*	*	23,50	55	0,25	23,00	68	0,11	25,50	74	0,28	*	*	*
*	*	*	23,50	75	0,72	23,00	80	0,18	26,00	56	0,16	*	*	*
*	*	*	23,50	80	1,20	23,00	65	0,81	26,00	81	0,23	*	*	*
*	*	*	23,50	80	0,20	23,00	76	0,29	26,00	71	0,11	*	*	*
*	*	*	*	*	*	23,50	75	0,13	26,50	60	0,49	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	61	0,16	27,00	58	0,23	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	58	0,19	27,50	68	0,34	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	55	0,28	28,00	55	0,54	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	73	0,13	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	73	0,25	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	65	0,16	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	77	0,08	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,00	77	0,13	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,50	70	0,29	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	24,50	65	0,18	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	25,00	70	0,15	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	25,00	62	0,09	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	25,00	53	0,18	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	25,50	63	0,18	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	25,50	70	0,18	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	25,50	74	0,28	*	*	*	*	*	*

Da pesquisa realizada por Paulo Sá registrou-se que:

- 1) Para valores de umidade de 60% a 80%, habituais no Rio de Janeiro, as temperaturas secas do ar representam com fidelidade a sensação térmica experimentada;
- 2) As condições de conforto são consideradas iguais para temperaturas de 24,5°C no inverno e 26,5°C no verão. E as mesmas temperaturas são validas como índice de confortabilidade de ambiente com uma umidade relativa em torno de 55%;
- 3) A temperatura efetiva americana e as catatemperaturas secas representam suficientemente a sensação de conforto; sendo seus índices correspondentes em torno de 22°C para a temperatura efetiva e 4,5 a 5,0 de cata temperatura seca no inverno e cerca de 24,5°C de temperatura efetiva e 2,5 a 3,5 de cata temperatura seca.

É interessante sugerir uma relação entre a escala de conforto individual utilizada por Paulo Sá em 1934 e a escala de Ole Fanger em 1967, atualmente aceita internacionalmente através da ISO 7730, 1994, que trata avaliação conforto em ambientes térmicos moderados. Essa relação é apresentada na tabela 3 a seguir. É interessante observar que as escalas de sensação térmica utilizadas em 1930 não adotavam sete pontos. Alguns trabalhos da época utilizam a escala de cinco sensações, assim como as utilizadas nas pesquisas de Benjamin A Ribeiro e Emma Ward; relata-se, porém em 1936 o uso de um escala de sete sensações por Bedford, em Londres.

4. CONCLUSÃO

Observa-se com essa análise que as pesquisas de Paulo Sá e Benjamim Alves Ribeiro eram extremamente atualizadas para a época. Depois desse trabalho pioneiro, só vão ser encontrados na literatura dados de pesquisas sobre conforto térmico no Brasil na década de 90 (Ruas, 1998). Se, por um lado é alentador verificar que estivemos tão avançados nas décadas de 30 e 40, por outro é de se lamentar que essas pesquisas tenham sofrido uma interrupção tão grande por todos esses anos. Com esse resgate espera-se contribuir para recuperar em parte esse atraso.

A seguir são listadas algumas datas consideradas importantes para a realização do trabalho, além de se situar a pesquisa do eng. Paulo Sá em relação ao que acontecia no resto do mundo, baseada nos trabalhos de Álvaro Cesar Ruas, Benjamim Alves Ribeiro e Paulo Sá.

5. CRONOLOGIA:

1910 –1913.- Ellsworth Huntington, trabalho clássico sobre “*Civilization and Climate*” cita experiências em 506 pessoas na Inglaterra, onde se conclui que para o indivíduo inglês habituado ao clima das ilhas britânicas, o máximo de produtividade corresponde a uma temperatura igual a 15°C, para a temperatura de 20°C cai menos de 95% do máximo, e para uma temperatura de 35° C reduz a cerca de 80% do mesmo máximo.

1919–Inglaterra, Leonard Hill, “*The Science of Ventilation and open air treatment*”, constrói um aparelho que marca a influência da temperatura, umidade e velocidade do ar ,com relação à influência destas variáveis ou seu efeito conjunto sobre o poder refrigerante do ar. Realiza, assim o catathatermometro ,instrumento no qual se mede o tempo que a coluna termométrica exposta ao ar leva para descer de 37,8°C a 35°C e que indica, por conseguinte , o poder refrigerante do ambiente: quanto mais depressa for a descida, tanto maior é este poder. O aparelho é um termômetro a álcool que se aquece até aproximadamente a temperatura do corpo humano, para esfriar-se exposto ao ambiente que vai se estudar.

1913-1923-Primeiros esforços organizados para os estabelecimentos de índices de conforto térmico, realizados nos Estados Unidos da América. Em 1923. a ASHVE, Associação Americana dos Engenheiros de Aquecimento e Ventilação, publicou o trabalho de Houghten & Yaglou, que estabelecia”linhas de igual conforto”, definidas depois como de temperatura efetiva e que determinavam a “zona de conforto”. Nasce assim o Índice de Temperatura Efetiva.

1924-MAC CONNELL E YAGLOU, em “*The katathermometer, its values and defects*”, tiram o prestígio dos “graus cata”, pois verificam que as condições de resfriamento dos “graus cata”, eram diversas das do corpo humano, admitindo apenas as vantagens como anemômetro, já que a velocidade maior ou menor do ar influi claramente sobre o resfriamento do bulbo. Passa-se então a estudar um outro processo denominado temperaturas efetivas. Em 1924, experiências adicionais foram realizadas para incorporar os efeitos da velocidade do ar na temperatura efetiva (Houghten & Yaglou). Em 1925, experiências adicionais foram realizadas para incorporar os efeitos da vestimenta na temperatura efetiva (Yaglou & Miller).

1929- Novas experiências foram feitas para determinar o efeito do clima de verão no intervalo de conforto. na temperatura efetiva (Yaglou & Drinker). Em agosto desse ano, na África do Sul, (“*Journal da Chímical Mettallurgical and Mining Society of South África*”) o autor, J.S. Haldane, conclui que o ótimo de temperatura está em torno de 31°C, no termómetro úmido.

1930- julho - Emma France Ward, “*The measurement of skin temperature in its reletation to the sensation of comfort*”, American Journal of Hygiene, adota uma escala para medir sensação de conforto térmico individual de 1 a 5, nos seus ensaios feitos com 4 observadores ,onde o 1 corresponde à sensação fria demais (*uncomfortably cold*) e o 5 corresponde à sensação quente demais (*uncomfortably warm*)

1930 - 1934-Brasil, Osório de Almeida publica os resultados de suas pesquisa sobre o metabolismo brasileiro, afirmando que o metabolismo brasileiro é cerca de 20% inferior ao americano.

1931-Janeiro-N. Y. State Comission on Ventilation (“*American Journal of Hygiene*”), relata a pequena importância dos cubos de ar na saúde das crianças das “*public schools*” de Nova Yorque, provando que não há relação permanente entre cubo de ar e grau de conforto térmico: um não pode medir o outro.

1932-Proposta uma correção para os índices das temperaturas efetivas para incluir o efeito da Radiação Térmica. (VERNON & WARNER). A temperatura efetiva corrigida (CET) é então obtida nos ábacos de temperatura efetiva, substituindo-se a temperatura de bulbo seco pela temperatura do termómetro de globo

1931-1934- Tentativas de tratamento de pneumonias em quartos hermeticamente fechados e com o ambiente artificialmente controlado na sua umidade e na sua temperatura (Ex: Hospital de Harlen, N.Y.).

1934 – Brasil, Paulo Sá: Literatura Nacional sobre métodos para avaliação de conforto térmico. Adota uma escala para medir sensação de conforto térmico individual de 1 a 7. Publica “Estudos para o estabelecimento de uma escala de temperaturas efetivas no Brasil”.

1936 – outubro , Londres, Bedford , “*Warmth and Comfort* ” na London School of Hygiene and Tropical Medicine; no seu estudo sobre conforto usa uma escala de 7 pontos mas com o valor 1 correspondendo à sensação quente demais, o valor 7 correspondendo à sensação fria demais e o valor 4 correspondendo à sensação agradável.

1936- -Brasil Paulo Sá “Estudos sobre o conforto thérnico e o conforto visual no Brasil.Rio de Janeiro : Instituto Nacional de Tecnologia, 1936. 43p. onde existe uma preocupação em quantificar a quantidade de luz (luxes) existente nas diferentes capitais brasileiras.

1936- -Brasil ,Paulo Sá publica “Estudos sobre conforto thérnico no Brasil: o termómetro resultante de Missenard”, como sendo este termómetro uma maneira mais eficaz de se medir o conforto térmico de um ambiente em relação as catatemperaturas . Rio de Janeiro :

1938-. Brasil ,SÁ Paulo. Conforto térmico... (Ministério do Trab. Ind. e Com... Inst. Nac. de Tecnologia). Rio de Janeiro Dep. de Estatística e Publicidade ,1938.59p. il. primeiro boletim do livro publicado em 1948.

1945- Brasil, Ribeiro, B.A . “Contribuição ao estudo do conforto térmico”. Boletim nº86, Instituto de Higiene de São Paulo , mesmo sendo publicado em 1945 a pesquisa data de 1939 , e já possui controvérsia em relação à pesquisa de Paulo Sá , inicializada em 1934.

1947-Evidências mostram que a escala da temperatura efetiva superestimava o efeito da umidade nas baixas temperaturas e subestimava o efeito da umidade nas altas temperaturas (YAGLOU;1947 e ROWLEY, JORDAN & SNYDER; 1947).

1948 Brasil, Paulo Sá publica em “Indústrias da Construção –volume IV- Conforto e Iluminação.”, um resumo de sua pesquisa de conforto térmico juntamente com outras questões referentes a conforto em edificações. Os métodos de utilização usadas pelo engenheiro são as catatemperaturas e a temperatura efetiva. Também relata que a umidade e a velocidade do ar não tem influência sobre a temperatura do ar mas sim sobre a sensação do indivíduo no ambiente em que se encontra.

1950- A ASHRAE, Associação Americana dos Engenheiros de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, projeta e constrói uma instalação de pesquisa ambiental do conforto térmico no laboratório dessa associação em Cleveland (EUA).

1952- Brasil, SÁ P., Arquitetura e conforto na Cidade Universitária... Rio de Janeiro : Instituto Nacional de Tecnologia, 1952. 53p. il.

1960-Experiências desenvolvidas no laboratório da ASHRAE, em Cleveland, mostram que nos intervalos de 20% e 90% e de temperatura de bulbo seco entre 20°C e 34°C o efeito da umidade sobre a sensação de conforto é pequeno. (KOCH, JENNINGS & HUMPHREYS).

1966-ROHLES; relata a pesquisa desenvolvida pela ASHRAE, no laboratório de Kansas com 360 homens e 360 mulheres de idade entre 18 e 23 anos. Em 1967, a pesquisa sobre conforto térmico teve um avanço significativo com a publicação do trabalho desenvolvido pelo professor dinamarquês Ole Fanger quando da sua visita ao laboratório da ASHRAE no período de 10/66 a 04/67.

1968-A pesquisa de ROHLES foi repetida na Universidade da Dinamarca, com o objetivo de verificar a influência da nacionalidade e da idade no intervalo de conforto.

1970-Predicted Mean Vote (PMV) ou Voto Médio Estimado (VME), método mais conhecido e aceito, desenvolvido pelo professor dinamarquês Ole Fanger e publicado em Fanger, 1972.

1984-Foi adotado o método dos Votos Médios Estimados, de Fanger, para o desenvolvimento de uma norma que especificava condições de conforto térmico para ambientes termicamente moderados, a ISO 7730, adotando uma escala para medir sensação de conforto térmico individual de 1 a 7.

1994-Atualização da norma ISO 7730, 1994.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FANGER, O. *Thermal Comfort –Analysis and Application in Environmental Engineering*. Copenhagen, 1970.244p.

HOUGHTEN, F.C. ;YAGLOU, C.P. ;HUMPHREYS, C. M. Determining lines the equal comfort, and Determination of the comfort zone. In :*ASHVE Transactions*, v.29, 1923.

----.----.Cooling effect on human beings produced by various air velocities. In :*ASHVE Transactions*, v.30, 1924.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Geneva. (1984) **ISO 7730**; moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva.

- KOCH, W ; JENNINGS, B.H. ; HUMPHREYS, C. M. Environmental study II – Sensation responses to temperature and humidity under still air conditions in the comfort range. In : *ASHRAE Transactions*, v.66, 1960, p. 264.
- MCNALL, P.E. ; JAAX, J. ; ROHLES, F.H. ; NEVINS, R.G. ; SPRINGER, W. Thermal comfort (Thermally neutral) conditions for three levels of activity. In : *ASHRAE Transactions*, v.73, 1967.
- NEVINS, R.G. Criteria of thermal comfort. *Building Research*, p.27-30, Jul-Ago.1966.
- RIBEIRO, B. A. Contribuição ao estudo térmico. Boletim nº86, *Instituto de Higiene de São Paulo* , 1945.14p.
- ROHLES, F.H. ; NEVINS, R.G. ; SPRINGER, W. ; FEYERHERM, A.M. Temperature humidity chart for thermal comfort of seated persons. In: *ASHRAE Transactions*, v.72, part 1,1966, p.283
- RUAS, A. C. Avaliação de conforto Térmico –Contribuição à aplicação das Normas Internacionais. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP. Campinas 1999.78p
- SÁ, P. Estudos para o estabelecimento de uma escala de temperaturas efetivas no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia*, 27,n.3,p.67-69, 1934
- SÁ, P. Estudos sobre o conforto térmico e o conforto visual no Brasil. Rio de Janeiro : Instituto Nacional de Tecnologia, 1936. 43p.
- SÁ, P. Estudos sobre conforto térmico no Brasil: o termometro resultante de Missenard... Rio de Janeiro ,1936.
- SÁ, P. *Conforto térmico...* Ministério do Trab. Ind. e Com... Inst. Nac. de Tecnologia. Rio de Janeiro Dep. de Estatística e Publicidade ,1938.59p. il.
- SÁ, P. *Industrias da Construção –volume IV- Conforto e Iluminação. Rio de Janeiro.* Instituto Nacional de Tecnologia Rio de Janeiro, 1948. 202p
- TANABE, S. ; KIMURA, K. ; HARA, T. Thermal comfort requirements during the summer season in Japan In: *ASHRAE Transactions*,v.93,part 1,1987
- TANABE, S.; KIMURA, K. Effects of the air temperature, humidity, and air movement on thermal comfort under hot and humid conditions. In: *ASHRAE Transactions*, v.100, part 2,1994
- VERNON, H.M. ; WARNER, C. G. The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures. *J.Hyg. Camb.*,v.32,p.431-462 ,1932
- YAGLOU, C.P. ; MILLER, W. E. Effective temperature with clothing. In: *ASHVE Transactions*, 31:89-99,1925
- YAGLOU, C.P. ; DRINKER, P. .The summer comfort zone .In: *ASHVE Transactions*, 35, 1929.
- YAGLOU, C.P. "A method for improving the effective temperature index. In: *ASHVE Transactions*, 53,1947.