



ÍNDICE DE DESCONFORTO E ÍNDICE DE TEMPERATURA EFETIVA: UMA IMPLEMENTAÇÃO PARA *SMARTPHONES* E *TABLETS*.

Arilson José de Oliveira Júnior¹, Silvia Regina Lucas de Souza², Zacarias Xavier de Barros³, Maria Márcia Pereira Sartori⁴ & Leandro Ventura Franco⁵

RESUMO: Índice de desconforto e índice de temperatura efetiva são métodos aplicados em análises de conforto térmico de ambientes. A computação móvel, por sua vez, relaciona-se com a capacidade de mover fisicamente serviços computacionais. Dentre as ferramentas disponíveis atualmente para avaliação das condições térmicas de ambientes mediante índices de conforto térmico, não há algoritmos específicos para plataforma de computação móvel. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo para *smartphones* e *tablets*, que realiza o cálculo do índice de desconforto e do índice de temperatura efetiva. Os algoritmos foram submetidos a validações por meio da inserção de dados meteorológicos, no qual pode-se avaliar a eficiência e usabilidade do *software*. Concluiu-se que o aplicativo é uma ferramenta prática e eficiente para análises em tempo real de conforto térmico, utilizando os índices de desconforto e de temperatura efetiva. Especificamente para a resolução do índice de desconforto, com a utilização do aplicativo houve redução, em média, de 95% do tempo gasto nos cálculos sem o uso de algoritmos.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto térmico, ambiência, computação móvel.

DISCOMFORT INDEX AND EFFECTIVE-TEMPERATURE INDEX: AN IMPLEMENTATION TO SMARTPHONES AND TABLETS.

ABSTRACT: Discomfort index and effective-temperature index are methods applied on evaluation of thermal comfort at environments. Mobile computing is the capability of physically moving computing services. Among available tools of thermal comfort indices, there is no specific algorithm to mobile computing platform. Therefore, this work aimed to develop an application to smartphones and tablets that perform calculation of discomfort index and effective-temperature index. The algorithms were submitted to validations through inserting weather data, in which, it was possible to evaluate efficiency and usability of the software. This work concluded that application is a practice and efficient tool for real time analysis of thermal comfort using the discomfort index and effective-temperature index. Nearly 95% of time spent calculating without algorithms was reduced using the application for the discomfort index resolution.

KEYWORDS: Thermal comfort, ambience, mobile computing

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônomicas - Botucatu-SP - Energia na Agricultura. E-mail: arilsonjr@outlook.com

^{2, 3, 4} Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônomicas – Botucatu-SP - Departamento de

Engenharia Rural. E-mail: silvia.souza@fca.unesp.br, zacariasxb@fca.unesp.br, mmmpsartori@fca.unesp.br

⁵ Universidade de São Paulo – Faculdade de Medicina – Ribeirão Preto-SP. E-mail: leandro.franco@usp.br

1 INTRODUÇÃO

Define-se conforto térmico como a condição em que um indivíduo expressa pleno conforto com o ambiente térmico (ASHRAE, 2010; NEMATCHOUA, TCHINDA e OROSA, 2013; DIN et al., 2014), estudos de conforto térmico visam atribuir condições para avaliação e criação de um ambiente apropriado às atividades humanas (LAMBERTS e XAVIER, 2014). Diretrizes de conforto térmico são essenciais para o embasamento de projetos de instalações adequados à climatização (AZIZPOUR et al., 2013), nos dias atuais ambientes confortáveis são extremamente importantes, visto sua grande relação com a eficiência e qualidade produtiva, tanto para humanos (CHEN, VICTOR E CHANG, 2012; DIN et al., 2014; BATIZ et al., 2009; KUCHEN et al., 2005), como também, por exemplo, para animais (PASSINI et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010; NAZARENO et al., 2012; HERMUCHE et al., 2013). A fim de analisar o conforto de ambientes, atualmente há métodos que, por meio de variáveis meteorológicas, possibilitam a definição de níveis de estresse térmico. Hoje as variáveis mais comuns consideradas na resolução dos métodos, são: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa, velocidade do ar e energia radiante. Grande parte das avaliações de conforto térmico faz uso desses métodos, também conhecidos como índices de conforto térmico, dentre os quais se destacam o índice de desconforto (THOM, 1959), também conhecido como índice de temperatura e umidade (BAËTA e SOUZA, 2010); índice de temperatura de globo e umidade (BUFFINGTON et al., 1981); índice de temperatura efetiva (FROTA e SCHIFFER, 2006); índice de temperatura equivalente (BAËTA et al., 1987), entre outros.

Atualmente, para a aplicação desses índices em avaliações de confortabilidade térmica, não há *softwares* específicos para computação móvel que os codificam em algoritmos especializados, tendo como objetivo, determinar a condição térmica de um ambiente. Entende-se por computação móvel, um paradigma computacional e de comunicação, que independe da localização ou de características de movimento (ROCHA, 2008). A computação móvel é capaz de fornecer ao usuário uma ferramenta quando e onde for necessário (FERNANDO, LOKE e RAHAYU, 2013).

O uso de um aplicativo, ou algoritmo específico para a resolução desses índices de conforto térmico, contribui para uma avaliação mais ágil e consistente, visto a complexidade que tais índices pode demonstrar em resoluções parcialmente manuais. Assim, este trabalho teve como objetivo implementar dois algoritmos para dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) baseados no índice de desconforto e no índice de temperatura efetiva. O aplicativo indica a condição térmica de um ambiente por meio da entrada de dados meteorológicos de temperatura de bulbo seco e úmido, umidade relativa e velocidade do ar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Houve para o desenvolvimento do aplicativo o uso de técnicas de linguagem de programação orientada a objetos (POO), modelagem visual de *software* (a fim de representar graficamente a estrutura da aplicação) e validação do aplicativo em ambientes reais por meio da coleta de variáveis meteorológicas utilizando instrumentos específicos de medição. Os algoritmos implementados basearam-se no índice de desconforto e índice de temperatura efetiva. Adotou-se o índice de desconforto dado que este método é usualmente aplicado em análises simples de conforto térmico de ambientes, uma vez que este permite obter resultados satisfatórios, baseados apenas em duas variáveis meteorológicas. O índice de temperatura efetiva foi utilizado por adotar uma terceira variável (velocidade do ar), permitindo ao usuário realizar possíveis comparações entre os índices.

ID – Índice de desconforto

O índice de desconforto é um método que pode ser aplicado em avaliações de conforto térmico, mais comum em ambientes de trabalho humano, porém, pode ser aplicado em instalações de produção animal, nas quais os parâmetros devem ser ajustados de acordo com o animal a ser avaliado. Este índice, criado por Thom em 1959, utiliza como variáveis meteorológicas a temperatura do ar e a umidade relativa.

$$ID = 0,99 \times T_a + 0,36 \times T_{\rho} + 41,5 \quad (1)$$

Em que:

T_a : Temperatura do ar (°C)

T_{ρ} : Temperatura de ponto de orvalho (°C)

O cálculo da temperatura de ponto de orvalho é obtido através da Equação (2), em função da temperatura do ar e umidade relativa (Lawrence, 2005).

$$T_{\rho} = \frac{B_1 \left[\ln \left(\frac{UR}{100} \right) + \frac{A_1 \times T_a}{B_1 + T_a} \right]}{A_1 - \ln \left(\frac{UR}{100} \right) - \frac{A_1 \times T_a}{B_1 + T_a}} \quad (2)$$

Em que:

A_1 : 17,625

B_1 : 243,04

Os valores das constantes A_1 e B_1 foram atribuídos segundo Alduchov e Eskridge (1996), baseados em medições atuais de pressão de vapor. A umidade relativa UR , é obtida pela razão entre pressão de vapor atual e e pressão de vapor saturado e_s (Lawrence, 2005).

$$UR = 100 \times \left(\frac{e}{e_s} \right) \quad (3)$$

No qual a pressão de vapor saturado é dada em Pascal (Pa) (Alduchov e Eskridge, 1996), por:

$$e_s = 610.94 \times \exp\left(\frac{A_1 \times T_a}{B_1 + T_a}\right) \quad (4)$$

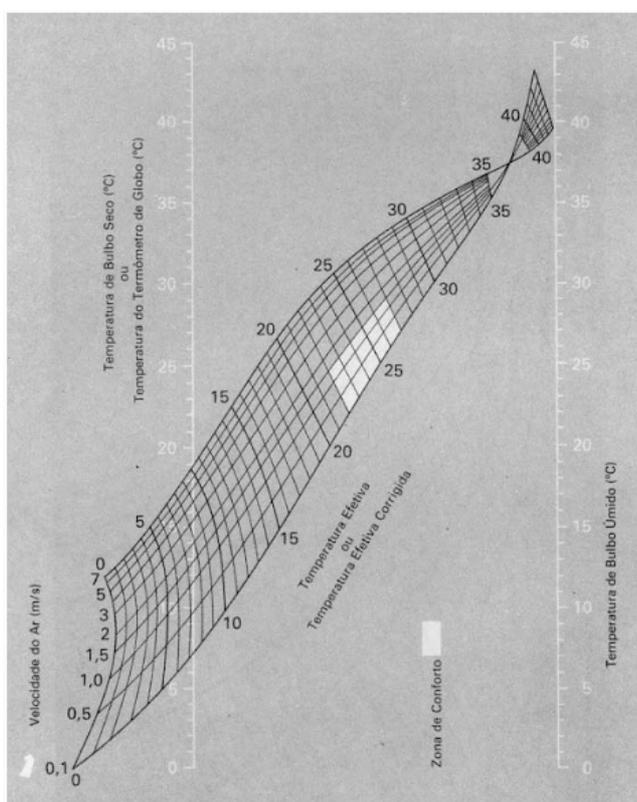
A partir do valor encontrado na Equação (1), foi realizada a comparação entre os limites de estado térmico baseados em Ono e Kawamura (1991), conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 - Condições térmicas para humanos em função do valor de ID

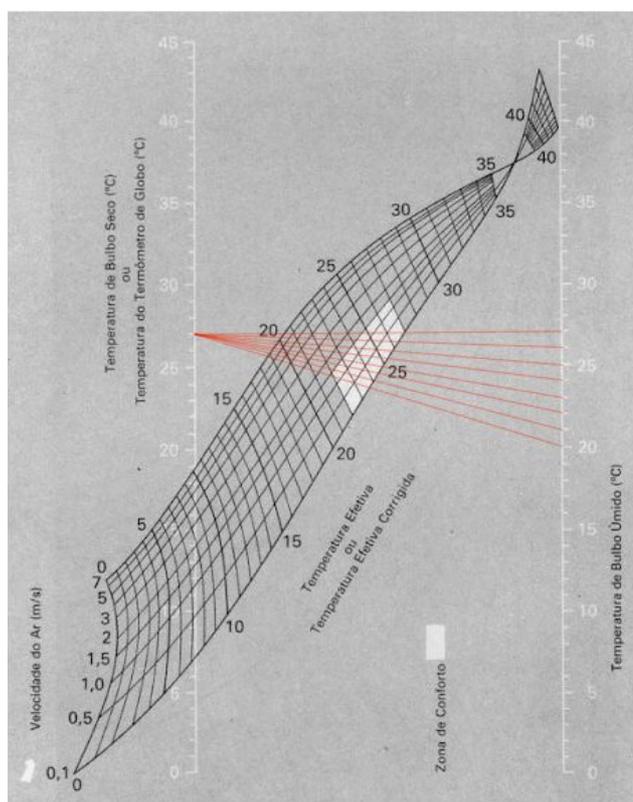
Condição	Estado térmico
ID > 80	Estressado devido ao calor
75 ≤ ID ≤ 80	Desconfortável devido ao calor
60 ≤ ID < 75	Confortável
55 ≤ ID < 60	Desconfortável devido ao frio
ID < 55	Estressado devido ao frio

ITE – Índice de temperatura efetiva

O índice de temperatura efetiva correlaciona os valores de temperatura de bulbo seco (T_{bs} , °C), temperatura de bulbo úmido (T_{bu} , °C) e velocidade do ar (V_a $m \cdot s^{-1}$). Este índice foi utilizado como base para evolução de métodos de análise de conforto térmico no ano de 1932, na qual se observou a necessidade de considerar medições de temperatura de globo negro. O ITE correlaciona as variáveis meteorológicas através de um nomograma, como mostra a Figura 1 (A) de Frota e Schiffer (2006).



(A)



(B)

Figura 1 - Nomograma de ITE (Frota e Schiffer, 2006)

Algoritmos – ID e ITE

Os algoritmos foram implementados de acordo com o índice de desconforto - Equação (1); e com o nomograma de temperatura efetiva – Figura 1 (A). No ITE foram criadas matrizes baseadas na correlação das temperaturas de bulbo seco e úmido e velocidade do ar, como ilustra a Figura 1 (B) – adaptados de Frota e Schiffer (2006).

Conforme Figura 1 (B), as linhas vermelhas exemplificam como é feita a leitura do nomograma e como foram criadas as matrizes baseadas nas correlações entre as variáveis meteorológicas (temperaturas de bulbo seco e úmido e velocidade do ar). Para que os valores pudessem ser transcritos em forma de algoritmo, foram criadas cinco matrizes de ordem 16x16, que correspondem a cinco velocidades do ar numa escala de 0,0 $m \cdot s^{-1}$ a 2,0 $m \cdot s^{-1}$ (com intervalos de 0,5 $m \cdot s^{-1}$), sendo os valores de temperatura de bulbo úmido, as linhas, e os de temperatura de bulbo seco, as colunas.

Também se adotou como limite de temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido os valores entre 15°C e 30°C – variações médias de temperatura em regiões de clima tropical, como o Brasil.

Desenvolvimento do aplicativo

Para o desenvolvimento do aplicativo foi usada a linguagem de programação orientada a objetos *Java* (SIERRA e BATES, 2005; ORACLE, 2014). O ambiente de desenvolvimento utilizado foi o *Eclipse Juno v.4.2.2* (ECLIPSE, 2014). O aplicativo foi desenvolvido para execução na plataforma *Android* (GOOGLE, 2014).

Modelagem orientada a objetos

A fim de ilustrar a estrutura de classes do aplicativo e seus relacionamentos, foi elaborado um diagrama de classes seguindo os padrões da UML 2.0 - Linguagem de modelagem unificada (BOOCK, RUMBAUGH E JACOBSON, 2005), utilizando a ferramenta *ArgoUML* (ARGO UML, 2014). Neste diagrama é exibido graficamente o conjunto de classes, interfaces e colaborações, e seus relacionamentos.

Inserção de dados

As variáveis meteorológicas utilizadas nos índices implementados foram inseridas em forma de digitação no aplicativo. As variáveis necessárias para o processamento de cada índice são listadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de entrada para cálculo de conforto térmico - ID e ITE (variável e unidade)

ID - Índice de desconforto	
Entrada	Unidade
Temperatura do ar	°C
Umidade relativa do ar	%
ITE - Índice de temperatura efetiva	
Entrada	Unidade
Temperatura de bulbo seco	°C
Temperatura de bulbo úmido	°C
Velocidade do ar	$m \cdot s^{-1}$

Validação dos algoritmos

Os algoritmos foram validados por meio da inserção de variáveis meteorológicas coletadas em ambiente sob condições naturais de variação de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar. Considerando como validação, a execução correta dos algoritmos implementados. Foram obtidas durante cinco dias um

total de 15 amostras em três períodos: 9h00, 12h00 e 16h00. O tempo de coleta e os períodos foram estabelecidos, respectivamente, mediante a necessidade de uma quantidade e variabilidade satisfatória de dados para validar a execução dos algoritmos.

Coletou-se medidas de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, umidade relativa e velocidade do ar. Os dados foram coletados durante a primeira semana de inverno – entre 23 e 27 de Junho de 2014, no campo experimental próximo à estação meteorológica do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu-SP (22,51°S; 48,25°O; 803,12m). Os instrumentos utilizados para a coleta das variáveis são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Instrumentos utilizados para coleta de variáveis meteorológicas

Variáveis meteorológicas	Instrumentos
Temp. de bulbo seco Temp. de bulbo úmido	Psicrômetro de mercúrio de leitura direta <i>Incoterm.</i>
Umidade relativa do ar	Termo-higrômetro digital <i>Instrutherm HT-600.</i>
Velocidade do ar	Anemômetro digital <i>Instrutherm TAD-500.</i>

Análise de eficiência

Além da validação de operação do *software*, avaliou-se também a eficiência dos algoritmos por meio da comparação do tempo gasto para o cálculo dos índices com e sem o uso do aplicativo. A normalidade das amostras foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, seguido da análise de variância pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney (VIEIRA, 2006). Todas as análises foram realizadas pelo *software Minitab v.16* (MINITAB, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matrizes – ITE

A partir das correlações no nomograma do índice de temperatura efetiva (ITE), obtiveram-se cinco matrizes (M) correspondentes as seguintes velocidades do ar: M(0,0), M(0,5), M(1,0), M(1,5) e M(2,0), conforme ilustra a Figura 2.

Diagrama de classes

As classes e seus relacionamentos são ilustrados na Figura 3, utilizando a ferramenta *ArgoUML* (ARGOUM, 2014). Houve a criação de seis classes.

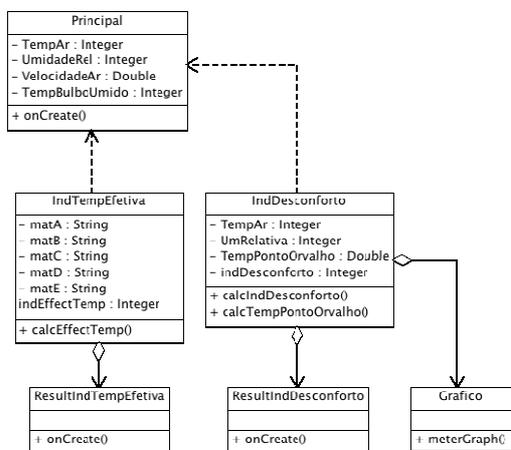


Figura 3 - Diagrama de classes do aplicativo

Tela inicial do aplicativo

A Figura 4 exibe a tela inicial do aplicativo.



Figura 4 - Tela inicial do aplicativo – caixa de seleção para definição de índice (A); caixa de texto para entrada de temperatura (B) e umidade relativa do ar (C)

No primeiro campo da tela inicial do aplicativo (caixa de seleção para definição de índice) o usuário deverá selecionar qual índice deseja processar: Índice de desconforto ou Índice de temperatura efetiva. Após a seleção, os respectivos campos de entrada de dados são liberados para digitação das variáveis.

Tela de ID e ITE

Após a inserção das variáveis meteorológicas na tela inicial do aplicativo (Figura 4), o usuário deverá clicar no botão “Processar”. Em seguida, a partir dos dados

digitados, a condição térmica é exibida. A Figura 5 (A) ilustra o resultado do cálculo do ID e a Figura 5 (B) ilustra a resolução do ITE.

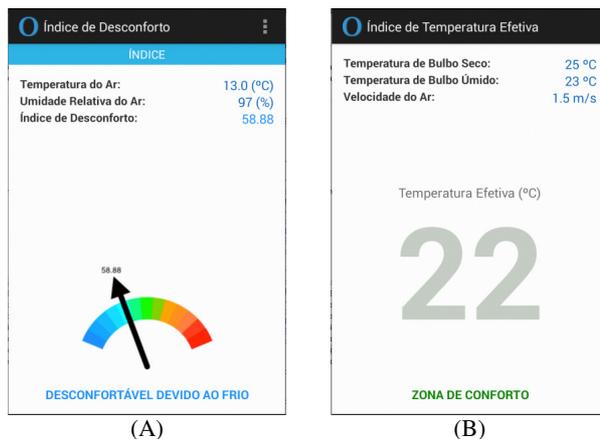


Figura 5. Tela de índice de desconforto e índice de temperatura efetiva

Validação e avaliação de eficiência dos algoritmos

Para a validação dos algoritmos, no ID foram digitadas no aplicativo as variáveis de temperatura e umidade relativa do ar, e para a validação do ITE foram digitadas as variáveis de temperatura de bulbo seco e úmido e velocidade do ar, em seguida, foi realizado o cálculo da condição térmica para todas as amostras durante os três períodos de coleta (Tabela 4).

Tabela 4 - Cálculo de ID e ITE mediante dados meteorológicos

Coleta	Período	T _{bs}	T _{bu}	V _a	UR	ID	ITE
1	9h00	17	16	0,5	76	62,92	15
	12h00	23	17	1,0	60	69,60	19
	16h00	25	19	0,0	56	71,87	22
2	9h00	23	18	0,5	49	68,49	20
	12h00	24	18	1,0	46	69,46	20
	16h00	26	18	0,0	37	70,91	22
3	9h00	24	17	0,5	40	68,71	20
	12h00	25	18	1,0	46	70,78	20
	16h00	26	19	0,5	42	71,60	22
4	9h00	23	17	0,5	49	68,49	20
	12h00	25	18	2,0	41	70,15	19
	16h00	26	18	1,0	44	71,85	21
5	9h00	23	17	1,0	47	68,26	19
	12h00	26	18	2,0	40	71,33	20
	16h00	28	18	1,0	31	72,57	22

Mediante as condições térmicas calculadas, foi possível evidenciar a eficácia dos algoritmos, executados corretamente de acordo com os requisitos de codificação de cada índice.

Na avaliação de eficiência da execução dos algoritmos, para o índice de desconforto, considerou-se como cálculo sem o uso do aplicativo a resolução da Equação (1) e Equação (2), utilizando apenas uma calculadora científica. No índice de temperatura efetiva, sua

resolução sem o uso do aplicativo foi obtida através do método tradicional de leitura do nomograma, correlacionando as variáveis dos eixos verticais primário e secundário. Mediante às condições térmicas calculadas, foi possível evidenciar a eficácia dos algoritmos, executados corretamente de acordo com os requisitos de codificação de cada índice.

Observa-se, na Figura 6, o tempo gasto para calcular o ID com e sem o uso do aplicativo.

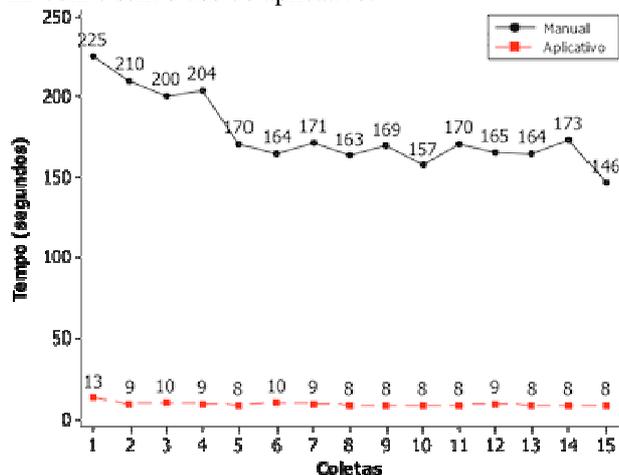


Figura 6 - Tempo gasto para resolução do ID com e sem o uso do aplicativo desenvolvido

Sabe-se que a utilização de máquinas no processamento de dados, neste caso especificamente para resolução de cálculos matemáticos, possui grande vantagem no que se refere à velocidade de resolução comparada com processos manuais. Todavia, realizou-se a avaliação de eficiência para este parâmetro a fim de quantificar e demonstrar, de fato, a vantagem do uso desta tecnologia. Além de verificar, efetivamente, se o uso de algoritmos para este tipo de aplicação é viável.

Da mesma forma que no ID, o tempo gasto para a resolução do ITE com e sem o uso do aplicativo foi verificado (Figura 7).

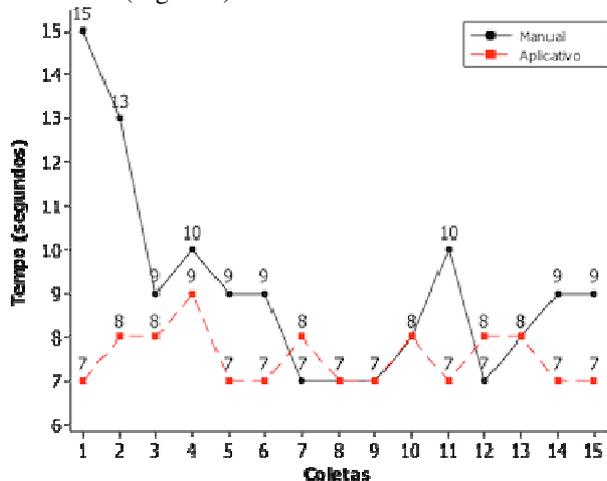


Figura 7 - Tempo gasto para resolução do ITE com e sem o uso do aplicativo desenvolvido.

Como mostra a Figura 7, para o índice de temperatura efetiva, o algoritmo implementado não demonstrou vantagem quanto à velocidade de resolução comparada com o processo manual. Porém, cabe destacar, que a possibilidade de execução deste tipo de algoritmo em dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, priva da necessidade de se obter o nomograma de ITE no local de análise, e de conhecer a forma de leitura do mesmo.

Baseando-se na medição do tempo empregado para resolução dos índices com e sem o uso do aplicativo, pode-se assumir que para a resolução do índice de desconforto sem o uso do aplicativo, em média, gastou-se 2min57 (mediana: 2m50), com um tempo máximo de resolução de 4min e mínimo de 2min26. Com o uso do aplicativo, em média, gastou-se 9s para a resolução do índice (mediana: 8s), com um tempo máximo de 13s e mínimo de 8s. A diferença significativa entre os tempos de resolução ($P < 0,01$) evidencia e quantifica a vantagem do uso de algoritmos para este tipo de aplicação, destacando-se, ainda, por sua característica de execução em plataformas móveis.

Na resolução do índice de temperatura efetiva, o tempo gasto sem o uso do aplicativo, em média, foi de 9s (mediana: 9s), com um tempo máximo de 15s e mínimo de 7s. Com o uso do aplicativo, em média, gastou-se 7,5s (mediana: 7s), com um tempo máximo de 9s e mínimo de 7s - diferença significativa em $P < 0,05$.

Considerando o modo de leitura do nomograma, dentre os limites estabelecidos de temperatura de bulbo seco e úmido, e velocidade do ar, o algoritmo implementado para o ITE possibilitou a automatização de 680 combinações de medidas (Equação 5).

$$Nc = \left[\sum_{i=0}^n [(Ls_{bs} - (Lf_{bu} + i)) + 1] \right] k \quad (5)$$

Em que:

- Nc : Número de combinações
 - n : 15 (Intervalo de limites de temperatura de bulbo seco e úmido - de 15°C a 30°C)
 - Ls_{bs} : 30 (Limite superior de temperatura de bulbo seco)
 - Lf_{bu} : 15 (Limite inferior de temperatura de bulbo úmido)
 - k : 5 (Número de matrizes ou diferença entre os limites de velocidade do ar – de 0,0 a 2,0 $m \cdot s^{-1}$ – intervalo: 0,5 $m \cdot s^{-1}$)
- O número de combinações foi obtido considerando a temperatura de bulbo seco e úmido $\geq 15^\circ C$ e $\leq 30^\circ C$.

4 CONCLUSÃO

✓ O aplicativo para *smartphones* e *tablets*, baseado nos índices de desconforto e de temperatura efetiva, foi implementado e validado.

✓ Os algoritmos mostraram-se eficientes para análises momentâneas de conforto térmico utilizando instrumentos específicos de coleta de dados meteorológicos. Especificamente para a resolução do índice de desconforto, com a utilização do aplicativo pode-se reduzir, em média, 95% do tempo gasto sem o uso de algoritmos.

5 REFERÊNCIAS

- ALDUCHOV, O. A.; ESKRIDGE, R. E. Improved Magnus form approximation of saturation vapor pressure. **Journal of Applied Meteorology**, v. 35, p. 601-609, 1996.
- ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. P.; MORRIL, W. B. B. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 12, p.1337-1344, 2010.
- ARGOURL. **Open source software engineering tools**. Disponível em: <<http://argouml.tigris.org/>>. Acesso em: 19 set. 2014.
- ASHRAE. **Standard 55-2010: thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta, 2010.
- AZIZPOUR, F.; SALLEH, M. E.; MAT, S.; LIM, C. H.; SOPIAN, K. Thermal comfort assessment of large-scale hospitals in tropical climates: a case study of University Kebangsaan Malaysia Medical Centre (UKMMC). **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 64, p. 317-322, maio 2013.
- BAETA, F. C.; MEADOR, N. F.; SHANKLIN, M. D.; JOHNSON, H. D. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows. MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1987, Baltimore. **Proceedings...** Baltimore: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), Meeting Paper 87-4015.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BATIZ, E. C.; GOEDERT, J.; MORSCH, J. J.; KASMIRSKI JUNIOR, P.; VENSKE, R. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 477-588, dez. 2009.
- BOOCK, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **The unified modeling language user guide**. 2nd ed. Boston: Pearson Education, 2005.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CHEN, A.; VICTOR, W.; CHANG, C. Human health and thermal comfort of office workers in Singapore. **Building and Environment**, Singapore, v. 58, p. 172-178, jul. 2012.
- DIN, M. F. M.; LEE, Y. Y.; PONRAJ, M.; OSSEN, D. R.; IWAO, K.; CHELLIAPAN, S. Thermal comfort of various building layouts with a proposed discomfort index range for tropical climate. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 41, p. 6-15, fev. 2014.
- ECLIPSE. **About**. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/org/>>. Acesso em: 23 maio 2014.
- FERNANDO, N.; LOKE, S. W.; RAHAYU, W. Mobile cloud computing: a survey. **Future Generation Computer Systems**, Amsterdam, v. 29, p. 84-106, 2013.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura e urbanismo**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006.
- GOOGLE. **Developer reference**. Disponível em: <<http://developer.android.com/>>. Acesso em: 23 maio 2014.
- HERMUCHE, P.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JR, O. A.; GOMES, R. A. T.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. M. Environmental factors that affect sheep production in Brazil. **Applied Geography**, Oxford, v. 44, p. 172-181, 2013.
- KUCHEN, E.; FISCH, M. N.; GONZALO, G. E.; NOZICA, G. N. Predição do índice de conforto térmico em edifícios de escritório na Alemanha. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 39-53, set. 2005.
- LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. **Conforto térmico e stress térmico**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002, 106 p. Disponível em: <<http://dec.ufms.br/lade/docs/cft/ap-labeee.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2014.
- LAWRENCE, M. G. The relationship between relative humidity and the dewpoint temperature in moist air. **American Meteorological Society. Bulletin**, Boston, p. 225-233, fev. 2005.
- MINITAB. **Minitab statistical software**. Disponível em: <<http://www.minitab.com/>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; NUNES, M. L. A.; Castro, A. C.; MIRANDA, K. O. S.; TRABACHINI A. Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 314-319, 2012.

NEMATCHOUA, M. K.; TCHINDA, R.; OROSA, J. A. Thermal comfort and energy consumption in modern versus traditional buildings in Cameroon: a questionnaire-based statistical study. **Applied Energy**, London, v. 114, p. 687-699, 12 nov. 2013.

ONO, H. S. P.; KAWAMURA, T. Sensible climates in monsoon Asia. **International Journal of Biometeorology**, Ibaraki, v. 35, p. 39-47, jan. 1991.

ORACLE. **Java**. Disponível em:
<<http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>>.
Acesso em: 23 maio 2014.

PASSINI, R.; FERREIRA, F. A.; BORGATTI, L. M. O.; TERÊNCIO, P. H.; SOUZA, R. T. Y. B.; RODRIGUES, P. H. M. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 303-309, 2009.

ROCHA, T. **Serviços de transação abertos para ambientes dinâmicos**. 2008. 170 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação/Sistemas Distribuídos) - Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SIERRA, K.; BATES, B. **Head First Java**. 2. ed. [Sebastopol]: O'reilly Media, 2005. 720 p.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Washington, v. 12, p. 57- 59, 1959.

VIEIRA, S. **Análise de variância: Anova**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.