

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE TEMPERATURA EQUIVALENTE UTILIZANDO APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS.

**Arilson J. Oliveira Júnior<sup>1</sup>, Sílvia R. L. Souza<sup>2</sup>, Tiago A. Vicentin<sup>3</sup>, Leda G. F. Bueno<sup>4</sup>,  
Andréia S. Gonçalves<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP,  
arilsonjr@outlook.com.

<sup>2</sup>Profª Drª, Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

<sup>3</sup>Doutorando em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

<sup>4</sup>Profª Drª, UNESP, Dracena-SP.

<sup>5</sup>Mestranda em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

### 1 INTRODUÇÃO

Dentre os índices utilizados para avaliação de conforto térmico de ambientes, considerando-os como métodos quantitativos baseados em elementos climatológicos, o índice de temperatura equivalente é considerado, especialmente em análises de ambientes de animais, uma forma precisa de avaliação de conforto térmico em regiões tropicais (SILVA et al., 2007). A expressão: conforto térmico, é utilizada, por meio de métodos quantitativos e/ou qualitativos (subjetivos), como uma forma de informar se um indivíduo está termicamente confortável em relação ao ambiente, sem sensação de frio ou calor (ASHRAE, 2010; NEMATCHOUA et al., 2013; DIN et al., 2014). Parâmetros de conforto térmico são muito importantes em projetos de instalações devido à relação direta entre eficiência e qualidade produtiva dos indivíduos. Esta direta associação entre produtividade e conforto térmico é observada tanto em humanos (CHEN et al., 2012; DIN et al., 2014; BATIZ et al., 2009; KUCHEN et al., 2005), como em animais (PASSINI et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010; NAZARENO et al., 2012; HERMUCHE et al., 2013).

O índice de temperatura equivalente (BAETA et al., 1987) é comumente aplicado em pesquisas de conforto térmico de ambientes, a fim de avaliar o nível de produtividade dos indivíduos em relação às condições térmicas a ele submetidas. A equação deste índice utiliza, como variáveis de entrada, os elementos climatológicos de temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento. Atualmente, não há *software* específico para dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) que realiza, por meio da inserção de variáveis climatológicas, o cálculo desta equação. O desenvolvimento de um aplicativo específico para tratamento das variáveis e cálculo do índice, aplicando padrões de computação móvel, proporciona avaliações mais ágeis e consistentes de conforto térmico de ambientes.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) para o cálculo do índice de temperatura equivalente.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O aplicativo foi desenvolvido por meio de técnicas de linguagem de programação orientada a objetos (POO), voltadas para *softwares* de plataformas móveis. A validação do aplicativo foi realizada mediante a inserção de dados climatológicos coletados na estação meteorológica do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP. Utilizou-se, para as medições, um psicrômetro de mercúrio de leitura direta – *Incoterm* (temperatura do ar), termo-higrômetro digital *Instrutherm HT-600* (umidade relativa do ar) e anemômetro digital portátil *AD-250* (velocidade do vento).

Para a implementação do aplicativo foi utilizada a linguagem de programação orientada a objetos *Java* (SIERRA; BATES, 2005; ORACLE, 2015), juntamente com o ambiente integrado de desenvolvimento *Android Studio AI-141.1989493* (ANDROID, 2015). O algoritmo para entrada dos dados climatológicos e cálculo do índice de temperatura equivalente, foi desenvolvido por meio da equação de Baeta et al. (1987), descrita na Equação (1).

$$ITE = 27,88 - 0,456T_a + 0,010754T_a^2 - 0,4905U_r + 0,00088U_r^2 + 1,1507V - 0,126447V^2 + 0,019876T_a U_r - 0,046313T_a V \quad (1)$$

Em que:

$T_a$ : Temperatura do ar (°C).

$U_r$ : Umidade relativa do ar (%).

$V$ : Velocidade do vento ( $m \cdot s^{-1}$ ).

Os dados meteorológicos inseridos no aplicativo para validação do algoritmo desenvolvido, foram obtidos de uma amostra experimental coletada durante o período de 23 a 27 de junho de 2014, divididos em três períodos de medição: 9h00, 12h00 e 16h00. A validação do aplicativo foi realizada mediante a inserção manual dos dados no aplicativo instalado em um *smartphone* com processador de 1.2 GHz Quad Core, memória RAM de 1 GB e sistema operacional *Android 5.0.2 Lollipop*.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Aplicativo para dispositivos móveis

Na Figura 1 é apresentada a tela de inserção dos dados meteorológicos, conforme as variáveis descritas na equação do índice de temperatura equivalente.

Figura 1. Tela de inserção de dados para cálculo do índice de temperatura equivalente



The screenshot shows a mobile application interface titled 'ITEq'. It features three input fields for meteorological data: 'Temp. Ar (°C)', 'Umidade Rel. (%)', and 'Vel. Vento (m/s)'. Below these fields is a 'PROCESSAR' button. The interface is displayed on a smartphone screen with a blue header and a black navigation bar at the bottom.

O usuário deverá inserir as variáveis climáticas conforme descrito no interior do campo, como por exemplo, temperatura do ar – Temp. Ar (°C). Após a digitação dos dados, o botão processo realiza o cálculo do índice por meio do completo e correto preenchimento dos valores de cada campo. A condição térmica segundo o índice de temperatura equivalente, em função das variáveis climatológicas inseridas no aplicativo, é exibida logo após a execução da opção processar (Figura 2).

Figura 2. Tela de resultado do cálculo do índice de temperatura equivalente



### 3.2 Validação do algoritmo

Por meio dos dados climáticos coletados na estação meteorológica especificada, o aplicativo foi validado mediante a inserção das variáveis nos campos da tela de inserção do aplicativo. É apresentado na Tabela 1 os resultados do cálculo do índice pelo aplicativo desenvolvido.

Tabela 1. Cálculo do índice de temperatura equivalente

COLETA	PERÍODO	$T_a$	$U_r$	$V$	ITE
1	9h00	17	76	0,5	16,87
	12h00	23	60	1,0	24,21
	16h00	25	40	0,5	24,83
2	9h00	23	49	0,5	23,57
	12h00	24	46	1,0	24,29
	16h00	26	37	0,0	25,47
3	9h00	24	40	0,7	23,96
	12h00	25	46	1,0	25,22
	16h00	26	42	0,5	25,89
4	9h00	23	49	0,5	23,57
	12h00	25	41	2,0	24,42
	16h00	26	44	1,0	25,97
5	9h00	23	47	1,0	23,42
	12h00	26	40	2,0	25,14
	16h00	28	31	1,0	26,16

Com a validação do aplicativo pela inserção dos dados climatológicos coletados, foi

possível testar a resposta do algoritmo desenvolvido como meio de cálculo do índice de temperatura equivalente. Pode-se observar, por meio validação do algoritmo, que o aplicativo faz correto tratamento das variáveis climatológicas e realiza o cálculo do índice de temperatura equivalente conforme descrito em sua equação.

#### 4 CONCLUSÕES

O cálculo do índice de temperatura equivalente por meio do desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis (*smartphone* e *tablet*), foi realizado conforme objetivo proposto.

#### 5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. P.; Morrill, 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.

ANDROID. Android Studio. Disponível em: <<http://developer.android.com/sdk/index.html>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

ASHRAE. Standard 55-2010: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 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.

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.

FERNANDO, N.; LOKE, S. W.; RAHAYU, W. Mobile cloud computing: a survey. Future Generation Computer Systems, Amsterdam, v. 29, p. 84-106, 2013.

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.



Botucatu

Brasil

4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de

7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo,



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.

ORACLE. Java. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

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.

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

Silva, R. G. et al. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 36, n. 4, p.1192-1198, 2007.

## **AGRADECIMENTOS**

À CAPES pelo apoio financeiro e ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP, pela área de pesquisa disponibilizada.