



## O ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL EM DEZEMBRO DE 2008 EM CAMPO MOURÃO/PR E OS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS.

ROSARIO, Daiani de Paula, [daiani0507@gmail.com](mailto:daiani0507@gmail.com)  
BORSATO, Victor da Assunção, Professor adjunto do Departamento de Geografia  
FECILCAM, Campo Mourão e da FAFIJAN de Jandaia do Sul – PR.  
[victorborsato@yahoo.com.br](mailto:victorborsato@yahoo.com.br)

### INTRODUÇÃO

A elevada temperatura, a umidade alta ou baixa, vento intenso, etc., afetam a saúde e o bem-estar das pessoas. O calor em excesso pode, por exemplo, afetar o desempenho das atividades diárias, causando inquietação e a perda de concentração. A umidade elevada provoca desconforto, sonolência, aumento da transpiração, e a baixa pressão causa complicações respiratórias provocadas pelo ressecamento da mucosa e da pele, irritação dos olhos, além de eletricidade estática em algumas pessoas. Essas perturbações são consequências dos tipos de tempo atmosférico.

Essa pesquisa foi realizada na cidade de Campo Mourão. Nela verificaram-se as condições ambientais nas ruas da cidade, pautando-se nas características higrotérmicas através do Índice de Conforto ambiental. Os arquitetos estudam o Índice de Conforto Térmico no interior das edificações e é através deles que se projetam os ambientes, tais como a necessidade de ar condicionado, aquecedores, corredores para se canalizar o ar externo, entre outros. Os resultados são as cartas bioclimáticas, que são também utilizadas pela Zootecnia.

A pesquisa parte de uma proposta para um estudo do ICA no mês de dezembro de 2008 e na escala horária e diária para a cidade de Campo Mourão. O município está situado na região noroeste do Paraná e no Sul do Brasil e nas proximidades do trópico de Capricórnio, – 24°05' de latitude sul e – 52°37' de longitude oeste, por isso, na zona de transição climática, entre o clima tropical e o subtropical. Na classificação de Köppen, o clima da região é o mesotérmico sempre úmido com verões quentes e invernos brandos, representado pela sigla Cfa (IAPAR 1994). Com relação à climatologia dinâmica, o verão é a estação mais quente e úmida e os sistemas mais atuantes são os de baixa pressão, representadas pela massa de ar Tropical continental e pela Equatorial continental.

O estudo mostra que na zona de transição e na latitude do trópico de Capricórnio, o comportamento térmico e os sistemas de baixa pressão têm importante participação nos tipos de tempo, Borsato, (2006 e 2008), estudou a dinâmica climática no Centro Sul do



Brasil e afirma que no Verão os sistemas de baixa pressão dominam os tipos de tempo na região.

O principal objetivo da pesquisa foi a elaboração e a análise integrada do índice de conforto ambiental, com o estudo da dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuaram no mês dezembro. Elaboraram-se gráficos (histogramas) para o ICA e analisaram-se as cartas sinóticas do mês. Os resultados foram sobrepostos ao histograma e analisados. Os resultados permitiram interpretar a espacialização têmica-espacial da dinâmica climática manifestada no ICA. Verificou-se que a massa tropical continental é responsável pelas fortes ondas de calor verificadas ao longo do mês.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os elementos meteorológicos utilizados neste trabalho foram a temperatura do ar e a umidade relativa e em escala horária, dados fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar). Os dados foram organizados em tabelas para que se pudessem calcular o Índice do Conforto Ambiental e organizá-lo no histograma. Um histograma é semelhante às isotermas, desenvolvida pela primeira vez por Humboldt para representar regiões de temperaturas iguais em sua viagem ao mundo equinocial (HELFERICH, 2005).

Os diagramas ou histogramas consistem na elaboração de um painel têmica - espacial que representa valores numéricos, resultados da aplicação dos valores da temperatura e umidade relativa do ar na equação  $ICT = T - 0,55(1 - 0,01UR) (T - 14,5)$  (USP 2008).

Onde:

ICT é o índice de conforto

T é a temperatura do bulbo seco (° C) e

UR é a umidade relativa (%).

Dessa forma, têm-se os valores do ICT para cada hora do dia. Os quais são classificados em: > 10 – Sensação de muito frio; de 10,1 a 14,9 – Sensação de Frio; de 15 a 19,9 – Nenhum desconforto (ideal); de 20 a 24,9 – Grande desconforto; > de 25 – Máximo de desconforto. Nesse trabalho a nomenclatura Índice de Conforto Térmico foi substituída por Índice de Conforto Ambiental.

Aferidos em escala horária e diária, ao longo dos meses, neste caso, as linhas unirão os horários de igual índice de conforto térmico ao longo do tempo cronológico. O histograma apresenta a evolução mensal do índice de conforto ambiental em diferentes horas do dia, os índices são representados por linhas mais ou menos concêntricas. Isolinhas com o mesmo



índice de conforto para uma determinada hora do dia. Millán, (2008) apud Troll, 1968 & Lauer (1989), aplicaram essa técnica para as termoisopletas, ou seja, para a temperatura.

Após a confecção do histograma para o mês de dezembro, o mesmo foi sobreposto com um quadro as siglas dos sistemas que atuaram em cada dia do mês e procedido a análise.

Para a geração dos gráficos foi utilizado o software de Sistema de Informação Georeferenciada (SIG) Surfer® 7.0, (Golden Software, Inc), que além de criar modelos tridimensionais, possibilita a elaboração de gráficos de linhas, neste caso, histogramas. Apesar de o software ser específico para a criação de modelos de relevo, sua configuração permite a elaboração das isolinhas.

Os sistemas atmosféricos considerados no estudo foram aqueles que atuaram no Centro-Sul do Brasil, ou seja, os sistemas frontais (SF), a massa Polar atlântica (mPa), a massa Tropical continental (mTc), a massa Tropical atlântica (mTa), a massa Equatorial continental (mEc). (VIANELLO, 2000; VAREJÃO-SILVA, 2000; FERREIRA, 1989). Para identificar a atuação de cada um dos sistemas atmosféricos, fez-se estudo da dinâmica das massas de ar de Pédelaborde (1970).

Para identificar a atuação de cada um dos sistemas, foi elaborado tabelas e planilha com colunas para os dias e para os sistemas atmosféricos atuantes. Os sistemas foram caracterizados e acompanhados por imagens de satélite no canal infravermelho (CPTEC.INPE, 2008) e pelas cartas sinóticas da Marinha do Brasil (MAR.MIL.BR, 2008). A interpretação dos gráficos pode revelar uma série de informações acerca do clima e do tempo da região analisada e sua dinâmica, assim como a identificação do sistema atmosférico que proporciona cada faixa do ICA.

## **ANÁLISES DOS RESULTADOS**

A cidade de Campo Mourão é atravessada pelo paralelo de  $-24.05^{\circ}$ . Portanto, nas proximidades do trópico de Capricórnio. Nessa região é característica da estação do verão temperaturas altas, principalmente no período da tarde e elevada pluviosidade. Essas características são comandadas basicamente por cinco sistemas atmosféricos, representados pela massa de ar Equatorial continental, Tropical atlântica, Tropical continental, Polar atlântica e pelo sistema frontal.

O estudo das massas de ar revelaram que no período estudado o sistema atmosférico com maior participação nos tipos de tempo foi a mTc com 35,5% no mês. Essa grande participação é característica da estação de verão. O Sol perpendicular ao trópico de Capricórnio proporciona um fotoperiodismo maior, a intensidade luminosa também é maior,

como consequência têm-se temperaturas elevadas. O intenso aquecimento da atmosfera dinamiza os sistemas de baixa pressão e a mTc se amplia e domina os tipos de tempo. A Figura 01 mostra a porcentagem da participação de todos os sistemas atmosféricos que atuaram nos tipos de tempo na região.

O segundo sistema de baixa pressão com maior tempo de atuação foi a mEc com 18,3%, pelos mesmos motivos, nos meses mais quente, esse sistema se amplia a partir da Amazônia e atinge Sul do Brasil. Como uma das principais características desse sistema é a alta umidade relativa do ar, como a nebulosidade também esta associada a umidade e a baixa pressão, também se eleva, por isso a grande quantidade nuvens ameniza os rigores da temperatura. Mesmo assim é comum verificar o ICA na faixa do grande desconforto e do máximo desconforto durante o período de atuação desse sistema na região.

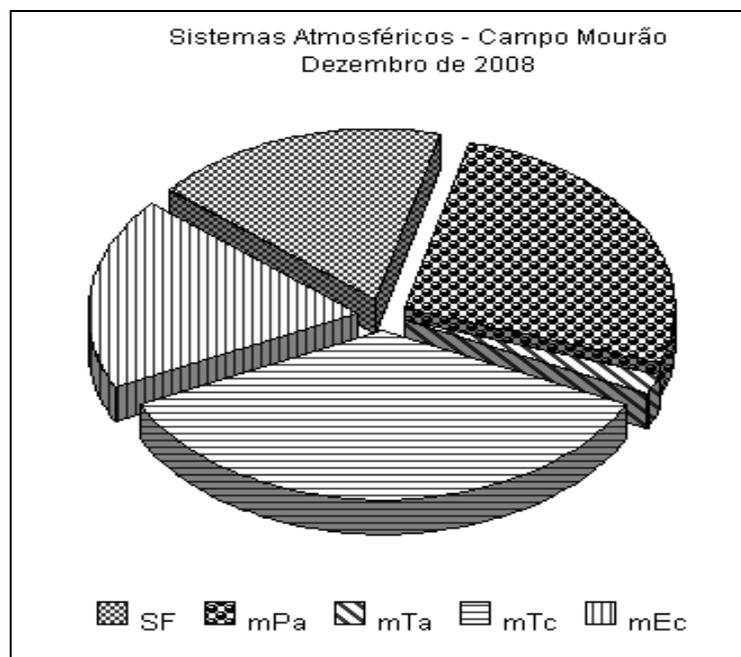


Figura 01 - Porcentagem da atuação dos sistemas atmosféricos no mês de dezembro de 2008 na cidade de Campo Mourão, Paraná.  
Fonte: SIMEPAR – 2008.

O sistema frontal atua o ano todo, sendo que no mês de dezembro a sua participação nos tipos de tempo foi de 17,7%. Como a mPa que avançam na retaguarda das frentes desviam-se para o interior do Atlântico antes de atingir o interior do Paraná, verifica-se pequenas mudanças no tempo depois da passagem dos sistema frontais. As mPa atuaram em 26,3% do tempo cronológico e causaram ICA na faixa sensação de frio nos dias 3, 4 e 5, Figura 02. A intensa radiação diária compensa as características térmicas do



sistema e por essa razão os dias são quentes e o ICA oscila do frio ao quente em um único dia, como pode ser observado na Figura 02.

A mTa teve uma participação tímida no mês, 2,2%. Com a ampliação da mTc e da mEc, a mTa desloca-se mais para o interior do Atlântico e sua participação é mais persistente no litoral do Centro Sul e do Nordeste do Brasil

A tabela 01 mostra os resultados obtidos na análise das cartas sinóticas da Marinha do Brasil, ou seja, os sistemas que atuaram na região no mês de dezembro. Esses resultados sobrepostos ao histograma com os resultados do ICA mostram que todas as vezes que sistemas atmosféricos com características diferentes daquele que está atuando avança há mudança na faixa do ICA. O histograma da figura 2 mostrou a variação temporal espacial do ICA e o melhor exemplo é verificado na entrada do SF no dia 01 e 02, além das isolinhas estar comprimidas, refletindo a queda brusca na temperatura, tem-se nos dias subsequentes o ICA na faixa sensação de frio. Nesses dois dias houve uma forte queda na temperatura e o ICA oscilou do máximo desconforto no dia 1 à sensação de frio no dias 2, 3 e 4, principalmente. Com o predomínio dos sistemas de baixa e temperatura e umidade relativa elevadas, constata-se que o mês de dezembro é quente e os resultados do ICA mostram a variação temporal e espacial. O histograma ilustra a elevada temperatura registrada no período da tarde ao mostrar que todos os dias do mês o ICA oscilou na faixa do grande e às vezes no máximo desconforto no período da tarde.

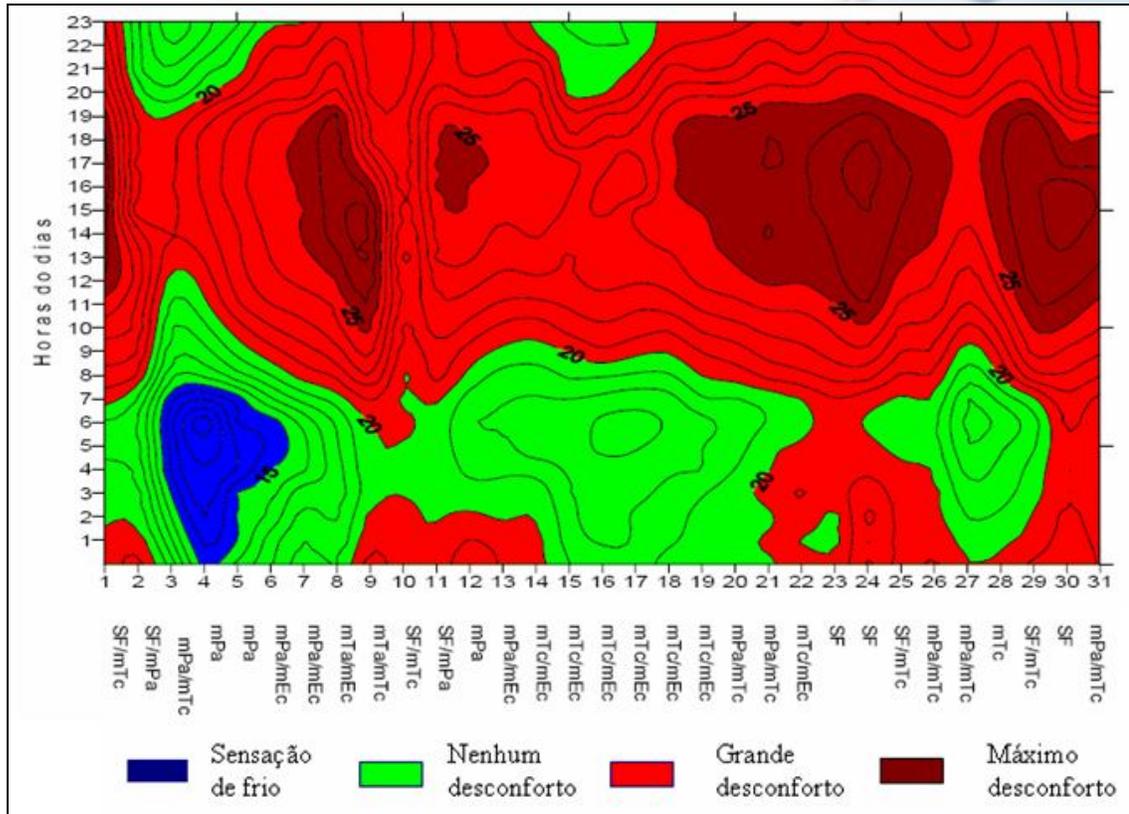


Figura 02 – histogramas têmpera espacial do mês de dezembro para a cidade de Campo Mourão 2008

Fonte: SIMEPAR – 2008.

Considerando os resultados obtidos no ICA, o mês de dezembro apresentou uma faixa diária no ICA para o grande desconforto e ilhas ainda mais quente com o ICA na faixa do máximo desconforto, verificados nos dias 8, 9, 11, 18 aos 25 e dos 28 aos 31, essas ilhas são consequência da atuação da mTc, sistema de baixa pressão e que proporciona dias ensolarados e com altas temperaturas.

Tabela 01 – Sistemas atmosféricos que atuaram no mês de dezembro de 2008 em Campo Mourão.

dias	Sistemas	Cont. dias	Cont. sistemas
1/1/2008	SF/mTc	17/1/2008	mTc/mEc
2/1/2008	SF/mPa	18/1/2008	mTc/mEc
3/1/2008	mPa/mTc	19/1/2008	mTc/mEc
4/1/2008	mPa	20/1/2008	mPa/mTc
5/1/2008	mPa	21/1/2008	mPa/mTc
6/1/2008	mPa/mEc	22/1/2008	mTc/mEc
7/1/2008	mPa/mEc	23/1/2008	SF
8/1/2008	mTa/mEc	24/1/2008	SF
9/1/2008	mTa/mTc	25/1/2008	SF/mTc
10/1/2008	SF/mTc	26/1/2008	mPa/mTc
11/1/2008	SF/mPa	27/1/2008	mPa/mTc



12/1/2008	mPa	28/1/2008	mTc
13/1/2008	mPa/mEc	29/1/2008	SF/mTc
14/1/2008	mTc/mEc	30/1/2008	SF
15/1/2008	mTc/mEc	31/1/2008	mPa/mTc
16/1/2008	SF/mTc		

Mesmo que a maioria da população consideram o verão como o melhor período do ano. Os resultados mostram que dezembro apresenta curtos períodos na faixa confortável e amplos na do grande desconforto. Para esse dezembro 28,0% do tempo cronológico o ICA esteve na faixa do nenhum desconforto, faixa ideal para o organismo humana. É interessante observar que em grande parte esse ICA ocorreu no final da madrugada e manhãs e a maior parte do dia principalmente o destinado à jornada de trabalho o índice oscilou na faixa do grande desconforto que foi de 53,5%. O máximo desconforto também foi registrado durante o período da jornada de trabalho de 16,0%.

Para a faixa sensação de frio o índice foi de 2,6%, embora não é esperado ICA nessa faixa para o mês. Uma forte mPa avançou e bordejou a região causando o resfriamento.

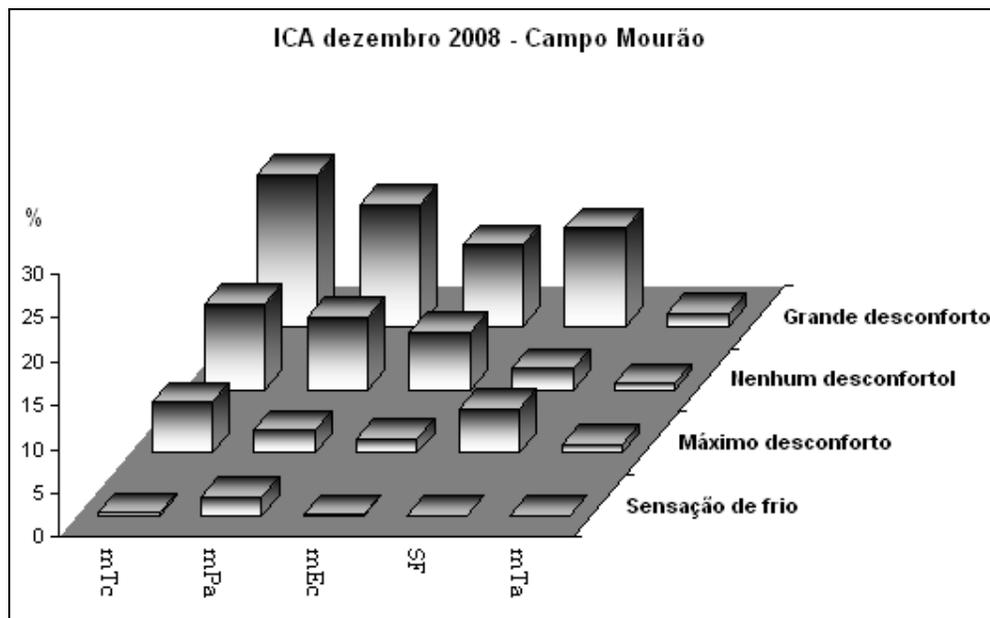


Figura 03 - Porcentagem do ICA para mês de dezembro de 2008, na cidade de Campo Mourão, Paraná.

Fonte: SIMEPAR – 2008.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos mostraram que a mTc foi o sistema atmosférico mais importante, tanto pelo tempo de atuação como as condições higrótérmica proporcionadas por ele.



Considerando que 35,5% do tempo cronológico a região esteve sob o domínio desse sistema. Ele proporcionou os períodos de ICA para as faixas do grande e máximo desconforto.

Mesmo sendo um mês quente, a mPa teve participação importante, foi o segundo sistema em tempo cronológico e proporcionou o ICA nas quatro faixas consideradas. Nos dias 3 e 4 o ICA oscilou da sensação de frio no início da manhã ao máximo desconforto no final da tarde. A baixa cobertura de nuvens proporcionada pela alta pressão desse sistema favorece o intenso aquecimento diurno e a irradiação terrestre noturna, justificando a grande amplitude diária.

As técnicas empregadas, principalmente os programas computacionais possibilitam interpretações mais precisas, além de ampliar as possibilidades de síntese e da espacialização dos fenômenos climáticos. Como o principal objetivo foi a análise integrada da dinâmica atmosférica e os histogramas do ICA. Os resultados foram satisfatórios, pois o histograma mostra a gênese do comportamento térmico através do sistema atmosférico que atuou no período expressado no ICA para o mês de dezembro.

O estudo de um único mês do ano pode não ser representativo e para ampliar pretende-se estudar a série histórica, principalmente depois da implantação das estações automática com disponibilidade horária dos dados do tempo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSATO, V. A. BORSATO F. H e SOUSA E. E., **A Gênese das chuvas de Janeiro em Maringá Paraná. IN:** IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física: Novos Paradigmas e Políticas Ambientais. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação UEM Departamento de Geografia. Maringá Paraná, Outubro 2006, eixo Hidro – Climatologia. CD-ROM

BORSATO, V. A. BORSATO F. H, **A dinâmica atmosférica e a influência da tropicalidade no inverno de 2007 em Maringá PR – Espacial. In:** 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Evolução Tecnológica e Climatológica. Universidade Federal de Uberlândia. Agosto 2008. Eixo 5 – Técnica em Climatologia - CD-ROM

BRASIL. Ministério da Marinha. Serviço Meteorológico da Marinha. **Cartas sinóticas.** On line, <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>, consultado em 01/02/2008 e 01/08/2008).

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE.– **Imagens de Satélite,** Cachoeira Paulista, Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/satélite>. Consultado em 01/02/2008 e 01/08/2008).

FERREIRA, C.C. **Ciclogêneses e ciclones extratropicais na Região Sul-Sudeste do Brasil e suas influências no tempo,** 1989 INPE-4812-TDL/359.



HELFERICH, G. **O Cosmo de Humboldt**. Trad. Adalgisa Campos da Silva, Editora Objetiva, 2005. 392p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, IAPAR, 1994. 49 p. ilustr. (IAPAR, Documento, 18).

PÉDELABORDE, P. **Introducion a l'étude scientifique du climat**. SEDES, Paris, 1970. Neide Aparecida Zamuner Barrios, IPEA/UNESP. P. 246.

SURFER, version 7.0. Golden Software, 1999. Conjunto de programas. **1 CD-Rom e manuais**. (informações em <http://www.goldensoftware.com>).

TROLL, C. Las Cordilleras de las Américas Tropicales. pp. 15-56. En: Troll (ed.) Geo - ecología de las Regiones Montañosas de América del Sur. **Simposio UNESCO**, México 1968.

USP. Universidade de São Paulo. **Conforto Térmico**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - Departamento de Ciências Atmosféricas. Disponível em <http://www.master.iag.usp.br/conforto/index.html>. Acessado em 15/07/2009.

VAREJÃO-SILVA M. A., **Meteorologia e Climatologia**. Instituto Nacional de Meteorologia Brasília, DF, 2000 p 515.

VIANELLO, R. L., **Meteorologia básica e Aplicações**. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV 2000. p 450