



## CONFORTO TÉRMICO NA CIDADE DE NATAL E CEARÁ-MIRIM/RN UTILIZANDO OS MÉTODOS DE ITU E WCI

---

Juliana Rayssa Silva Costa

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

Iron de Medeiros Bezerra

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

Fernando Moreira da Silva

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

### Resumo

Com a oscilação do comportamento homem-ambiente em função da atuação antrópica e conseqüentemente nas mudanças dos elementos climáticos, tais como: temperatura, umidade, vento e principalmente alterações no balanço de radiação, se faz importante estudar o conforto térmico em cidades. Nesse contexto, o objetivo da pesquisa é avaliar o conforto térmico das cidades de Natal e Ceará-Mirim/RN. Esses dois municípios foram escolhidos para área de estudo, pois possuem grandes potenciais naturais que atraem o turismo, além de investigar quais dos dois modelos termofísicos – ITU e WCI se comportam em cada cidade. Os dados de Natal foram obtidos junto à estação climatológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no período de 1984 a 2007 em horários sinóticos, enquanto que os dados meteorológicos de Ceará - Mirim foram coletados na Estação Climatológica Principal de Ceará-Mirim, com localização: 05° 39'S e 35° 25'W para um período de 30 anos (1961 a 1990) e publicados nas Normais Climatológicas do Brasil, editadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia/INMET em 1992. Os métodos utilizados foram os modelos de Thom, Índice de Temperatura e Umidade – ITU e o de Chill – WCI. Os resultados parciais indicaram que o método de Thom – ITU se mostrou mais adequado, por se tratar de trocas de calor por convecção livre, com avaliações de conforto térmico oscilando em frio, confortável, pouco desconforto e morno, entretanto sua predominância foi pouco desconforto a confortável.

**Palavras-chave:** Conforto térmico, Cidade do Natal e Ceará-Mirim, Índice de Temperatura e Umidade, Índice de Wind Chill.

### Abstract

With the oscillation behavior of man-environment due to the anthropogenic activities and hence the changes of climatic elements such as temperature,

humidity, wind and especially changes in radiation balance, it is important to study thermal comfort in cities. In this context, the research aims to evaluate the thermal comfort in cities of Natal and Ceará-Mirim (Rio Grande do Norte State). These two cities were chosen for the study area, because they have great potential natural for tourism, and to investigate which of the two models thermophysical - ITU WCI and behave in each city. Climatological data were obtained from two stations: (a) Federal University of Rio Grande do Norte, for period among 1984 to 2007, and (b) Climatological station at Ceará-Mirim, located in 05°39'S and 35°25'W for period of 30 years (1961-1990) and published by INMET (1992) were collected. The Thom, temperature and humidity index - THI and Chill - WCI methods were used. The partial results indicated that the method of Thom - UTI was more appropriate, as it exchanges heat by convection, with assessments ranging from thermal comfort in cold, comfortable, warm and little discomfort, but its prevalence was a little discomfort comfortable.

**Keywords:** Thermal Comfort, Christmas Town and Ceará-Mirim, Temperature and Humidity Index, Wind.

## INTRODUÇÃO

Trabalhar com a temática inter-relação pessoa-cidade-conforto térmico, por assim dizer, é uma área de transito interdisciplinar, no qual implica em reconhecer que há complexidade do tema. Complexidade porque, este assunto nos transporta para uma série de interesses, os quais muitas vezes se apresentam divergentes, tanto em âmbito teórico-acadêmico, social, político e principalmente econômico, pois principalmente esses dois últimos interessados, intervêm nesses espaços.

Como a Geografia, de modo diferente, dentro de suas características essenciais de localizar, descrever e analisar os fenômenos e processos acontecidos e produzidos pelas relações humanas em espaços, busca nos oferecer a possibilidade de entendimento do que ocorre no ambiente vivenciado, que no caso desse estudo encontra-se em um clima tropical e “proveniente” deste, muitas belezas naturais, mas também há urbanização, em decorrência da ação humana.

Com a oscilação do comportamento homem-ambiente em função das mudanças nos elementos climáticos, tais como a temperatura, a umidade, o vento e principalmente no balanço de radiação, se faz importante estudar o conforto térmico em cidades. Os municípios de Ceará Mirim e Natal-RN, podendo ser visualizados no Mapa 1, foram escolhidos para esse tipo de estudo, devido ao fato de que estes lugares e suas paisagens são famosas por ser atrativo turístico e conseqüentemente imobiliário por causa do seu clima, pois traz condições de bem estar e conforto para com as pessoas que as residem e para as que as usam.

Em relação às condições de bem estar e conforto para com as pessoas, Oliveira *et al.* (2006) estudaram a inter-relação pessoa-ambiente em praças públicas na cidade de Natal-RN. A pesquisa abordou um estudo descritivo, exploratório e quantitativo, o que possibilitou uma análise de conforto ambiental e térmico sobre esses espaços geográficos. O comportamento do conforto térmico em duas praças foi avaliado dos índices termodinâmicos ITU e Wind Chill. Os autores mostraram que há condições de desconforto térmico nas praças, precisando assim de políticas públicas para melhorar essa “forma” de lazer.

Nesse contexto, a pesquisa objetiva diagnosticar o comportamento do conforto térmico na cidade de Natal e Ceará-Mirim/RN, bem como avaliar métodos que exprimam com mais acuridade as condições de trocas de calor entre o homem-ambiente.

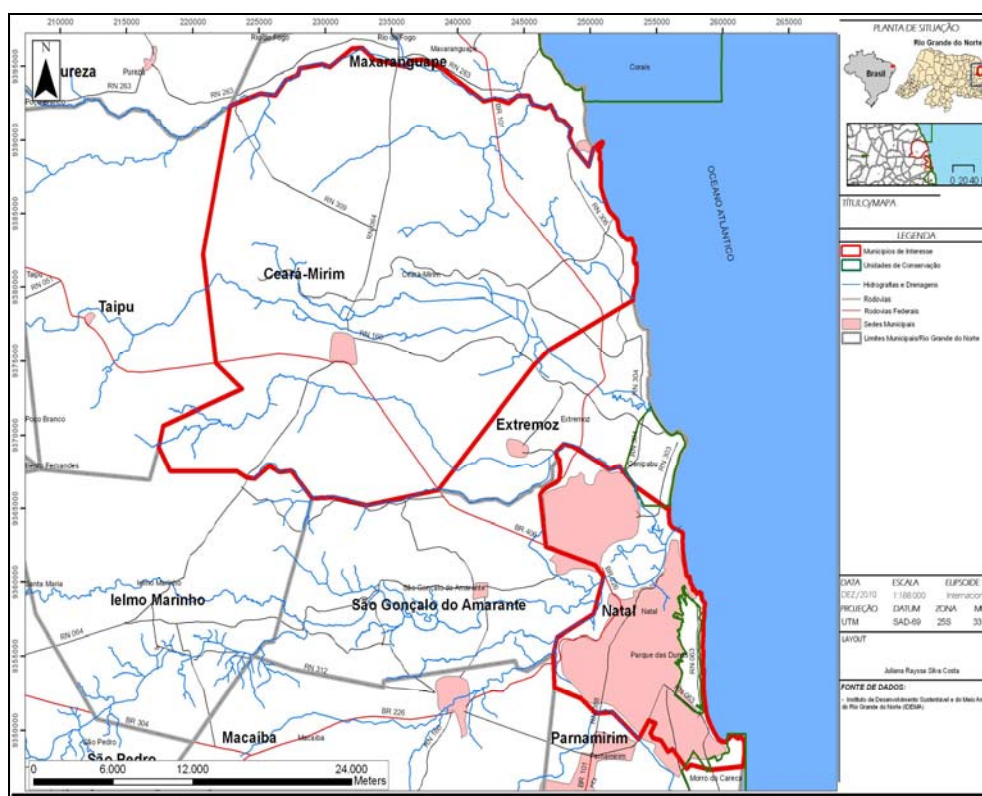


Figura 1 – Localização da cidade de Natal e Ceará-Mirim, no Rio Grande do Norte.

## METODOLOGIA

### Coleta de dados

O desenvolvimento da pesquisa envolveu etapas de levantamento, tratamento, análise e interpretação dos dados. Ressalta-se que, os dados meteorológicos do

município de Natal foram coletados no período de 1984 a 2007 na Estação Climatológica da Universidade Federal do Rio grande do Norte (UFRN), localizado nas coordenadas geográficas de 05° 55' Latitude Sul e 35° 12' Longitude Oeste, por um psicrômetro ordinário, podendo ser visualizado na Figura 1. E os de Ceará-Mirim foram coletados na Estação Climatológica Principal, localizado nas coordenadas geográficas de 05° 39' Latitude Sul e 35° 25' Longitude Oeste, para um período de 30 anos (1961 a 1990) e publicados nas Normais Climatológicas do Brasil, editadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia/INMET. Esse material foi armazenado, tabulado e sistematizado no programa computacional denominado Excel, transformando-se assim em um banco de dados. Além deste, foi realizado também um levantamento bibliográfico e coleta de material fotográfico.



Figura 1 – Psicrômetro ordinário da Estação Climatológica da UFRN  
Fonte: Juliana Costa, 2008.

### **Fundamentação física do conforto térmico**

Fez-se o uso de dois modelos de conforto térmico para podermos ter uma melhor compreensão dos resultados de conforto térmico e conseqüentemente aplicarmos o método considerado mais preciso para a pesquisa.

Primeiro utilizamos o método proposto por Thom (1959), denominado Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Este índice é um avaliador do conforto térmico em humano para o verão, baseado em condições de temperatura e umidade, considerando as trocas de calor por convecção livre (velocidade do vento menor que 0,3 m/s), sendo dado pela equação:

$$ITU = T - 0,55(1 - UR)(T - 14) \quad (1)$$

sendo T a temperatura do ar (°C) e UR é a umidade relativa dada em fração decimal.

Segundo Thom (1959) os valores encontrados acima de 25, são considerados pela maioria como desconfortável, enquanto que os valores entre 15 e 20 são aceitos pela maioria como confortáveis. Na tabela 1 abaixo são mostrados os ITU, calculados com temperatura em graus Celsius.

Tabela 1 – Índice de Temperatura-Umidade (ITU)

Faixa (°C)	Estresse calórico
< 20°C	Frio
15 °C - 20°C	Conforto
20 °C - 25 °C	Pouco desconforto
>25 °C	Desconforto

Fonte: Thom, 1959 (modificado pelos autores).

Em seguida utilizamos um segundo modelo de conforto térmico, Wind Chill Index (WCI) (MUNN, 1970), que trata as trocas de calor pelo processo de convecção forçada, dado pela equação:

$$WCI = hc(33-t) \quad (2)$$

$$hc = 1,16[10,45-v+(100v)^{0,5}] \quad (3)$$

sendo:

hc = coeficiente de convecção forçada ( $\text{wm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

t = temperatura do ar (°C)

v = vento na superfície ( $\text{m s}^{-1}$ )

Tabela 2 – Interpretação Nebulosa de WCI

Wind Chill Index - WCI ( $wm^{-2}$ )	Sensação térmica
$\leq 60$	Quente
60 => 120	Morno
120 => 230	Conforto
230 => 460	Fresco
460 => 700	Quase frio
700 => 930	Frio
930 => 1200	Muito frio
1200 => 1400	Severamente frio
$\geq 1400$	Congelamento da região exposta

Fonte: MUNN, 1970.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados de Natal e Ceará-Mirim através do método de ITU, de acordo com a temperatura e umidade média, respectivamente, foi verificado que, neste primeiro município as temperaturas são mais elevadas do que Ceará-Mirim, como pode ser visto no gráfico 1.0, no qual o valor máximo da média de Natal é 27,6°C e a mínima de 25°C, sendo no período de janeiro a abril as temperaturas variaram de 27°C a 27,6°C que, segundo o modelo ITU é avaliado como desconfortável, pois os valores encontrados foram acima de 25, enquanto que os valores entre 15 e 20 são aceitos como confortáveis. Já Ceará - Mirim apresenta o valor máximo da média é de 26,5°C e o valor mínimo da media é de 23,4°C.

Avaliando a situação descrita acima, tendo como base a tabela de qualificação nebulosa do ITU, conforme o Gráfico 1, este expõe que Natal no período de agosto a março apresenta-se com o conforto térmico pouco desconfortável e com desconforto considerável, cujo caso esta associado à estação da primavera-verão. Já a qualificação de Ceará-Mirim apresenta-se da seguinte forma: do mês de novembro a junho o conforto térmico é de desconforto considerável, no mês de julho é confortável, e de agosto a outubro é considerado frio, podendo ser visualizado no Gráfico 2.

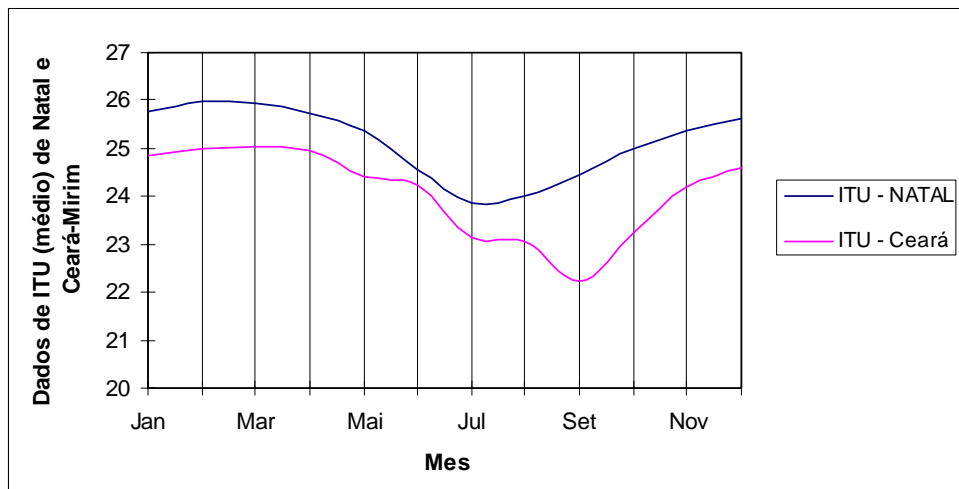


Gráfico 1 – Dados das cidades de Natal e Ceará-Mirim aplicados com ITU (médio).

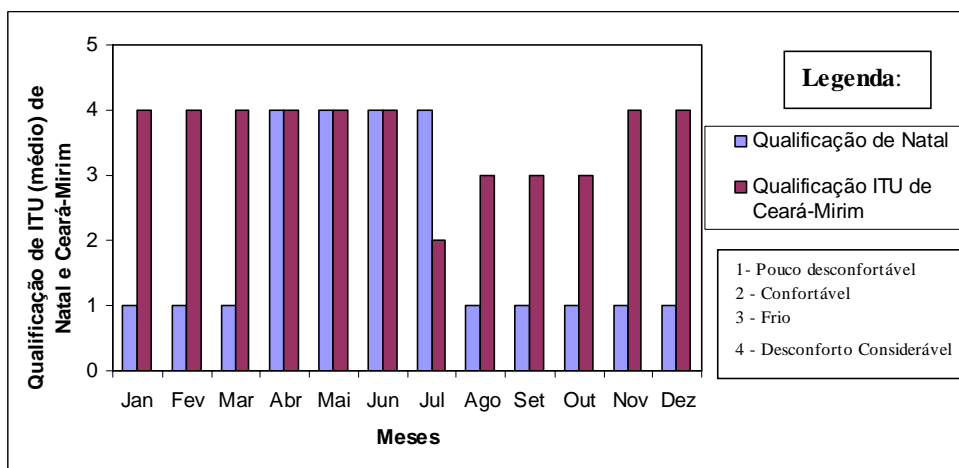


Gráfico 2 – Qualificação de ITU (médio) das cidades de Natal e Ceará-Mirim.

Conforme os dados de WCI (médio) a cidade que prevaleceu com sensação de conforto foi o município de Ceará-Mirim, como mostra o Gráfico 3. No Gráfico 4 pode ser visto uma sensação de confortável no período de novembro a abril, pois os valores variaram de  $202,0 \text{ W m}^{-2}$  a  $225,9 \text{ W m}^{-2}$ , mas de maio a outubro tem-se uma sensação de frio, com índices que variam de  $233,2 \text{ W m}^{-2}$  a  $311,1 \text{ W m}^{-2}$

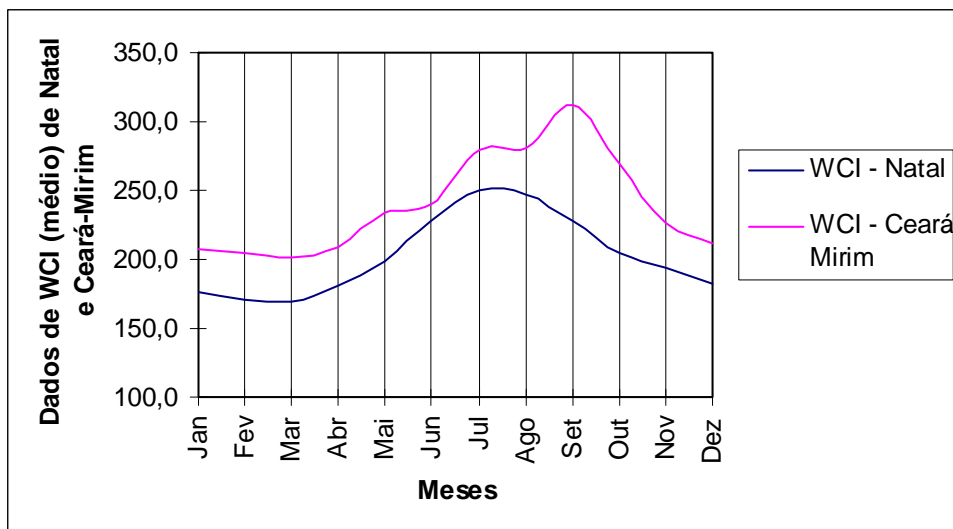


Gráfico 3 – Dados das cidades de Natal e Ceará-Mirim aplicado com WCI (médio).

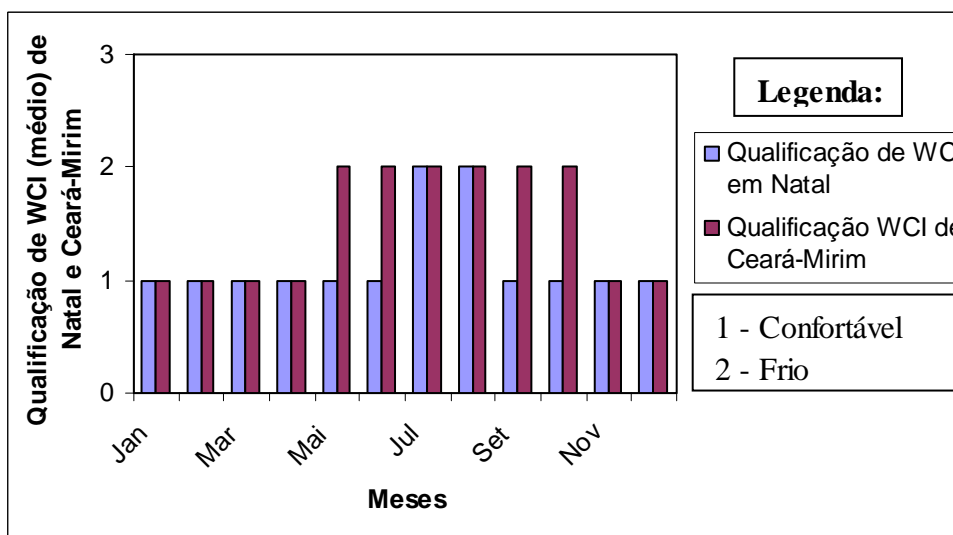


Gráfico 4 – Qualificação de WCI (médio) das cidades de Natal e Ceará-Mirim.

Para entender e saber qual dos dois modelos respondem melhor as condições de trocas de calor em Natal, houve a necessidade de avaliar separadamente o comportamento da ITU e do WCI de acordo com a temperatura e umidade máximas e as mínimas.

Conforme o modelo de ITU máxima, o gráfico 5 mostra que, as temperaturas mais elevadas encontra-se no município de Ceará-Mirim, cujas maiores temperaturas estão concentradas no mês de janeiro a abril, seguindo um declínio de temperatura considerável, com mínimos nos meses de junho, julho e agosto. Em



relação à qualificação, o Gráfico 6, expõe um desconforto considerado durante todo ano, pois a temperatura extrapola os 25°C.

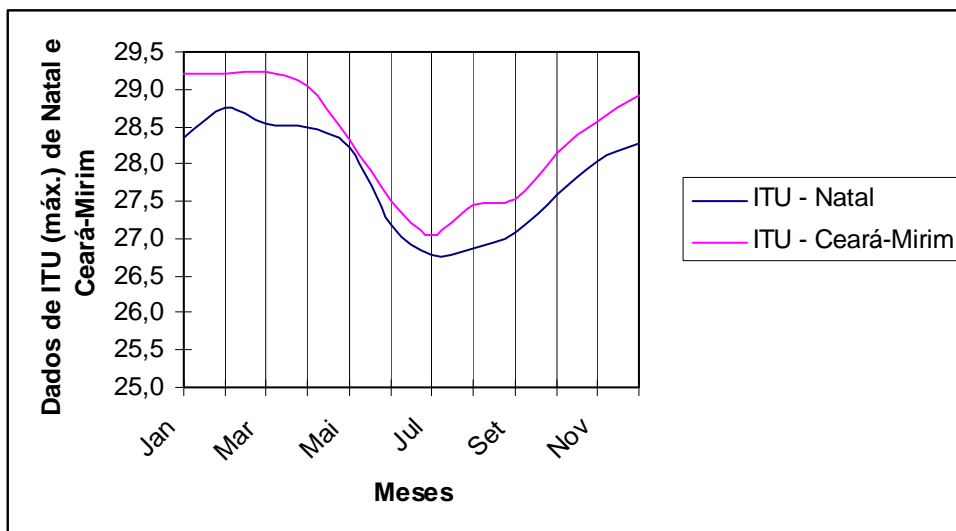


Gráfico 5 – Dados das cidades de Natal e Ceará-Mirim aplicado com ITU (máximo).

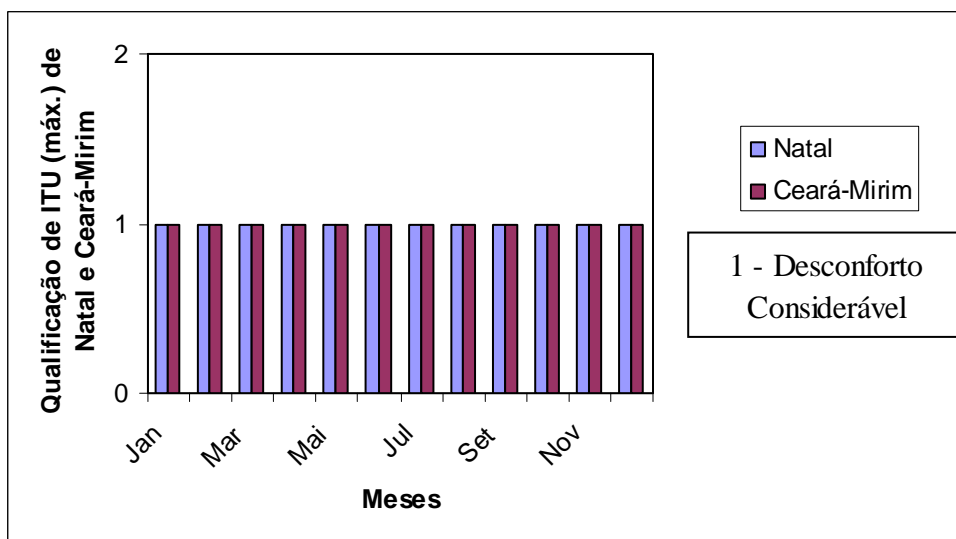


Gráfico 6 – Qualificação de ITU (máximo) nas cidades de Natal e Ceará-Mirim.

Em relação ao modelo de WCI, o Gráfico 7 mostrado abaixo, expõe que os valores de Natal sobrepõe os de Ceará-Mirim, no qual os meses de junho e julho são os mais elevados. Vale salientar que as temperaturas de Ceará-Mirim seguem a mesma tendência.

Quanto a qualificação (Gráfico 8) a sensação de conforto térmico em Natal é considerado morno no período de outubro a maio, ao passo que em Ceará-Mirim os meses qualificados como quente variaram de dezembro a fevereiro. Os meses de julho a setembro é confortável e os demais meses, mornos.

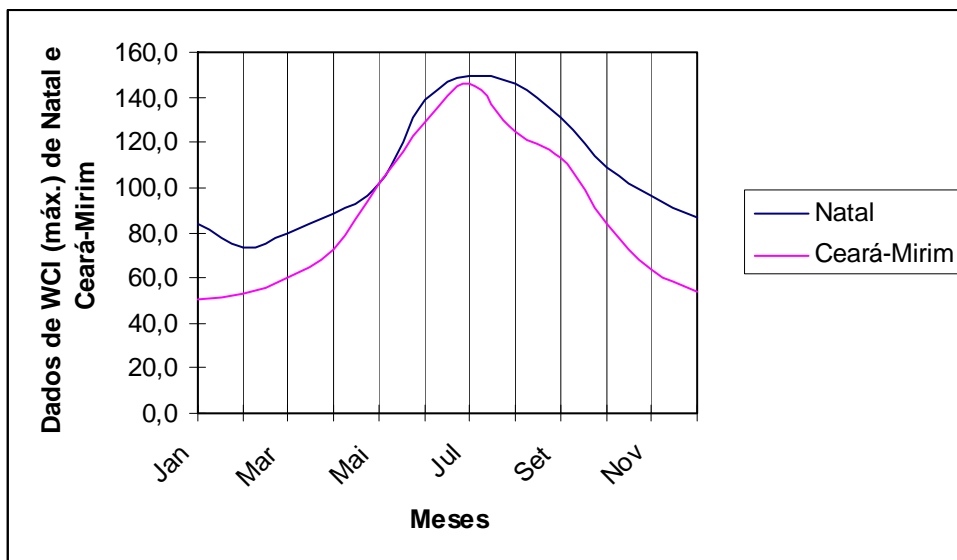


Gráfico 7 – Dados das cidades de Natal e Ceará-Mirim aplicado com WCI (máximo).

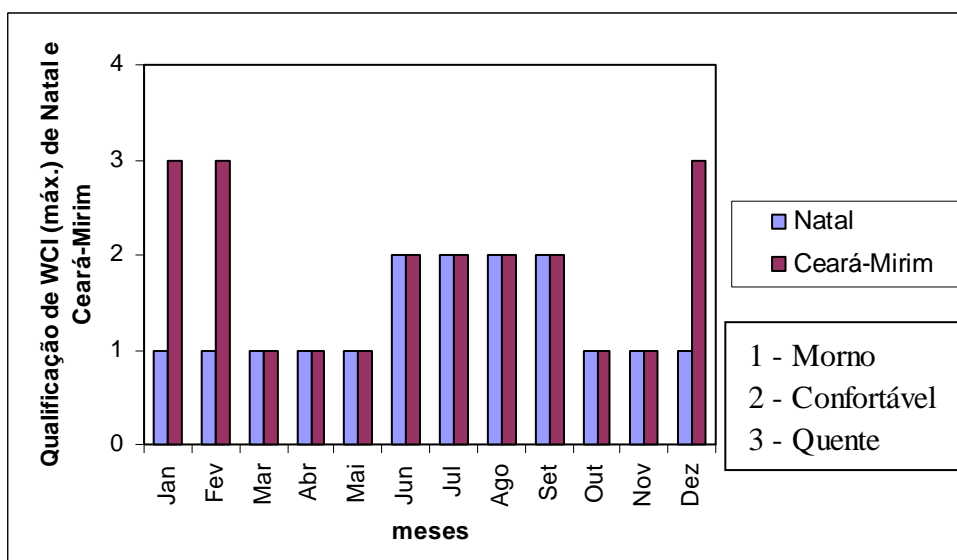


Gráfico 8 – Qualificação de WCI (máximo) das cidades de Natal e Ceará-Mirim.

Analisando os dados a partir da média das temperaturas mínimas, que de acordo com o modelo ITU, os meses com menores temperaturas são de julho e agosto (Gráfico 9), sendo que Natal possui as temperaturas mínimas mais elevada do que Ceará-Mirim. Vale salientar que, as temperaturas começam a descer consideravelmente a partir do mês de março, onde a menor temperatura em Natal encontra-se nos meses de julho a setembro com 20,1 °C e em Ceará-Mirim em agosto e setembro com 19,8° C, respectivamente.

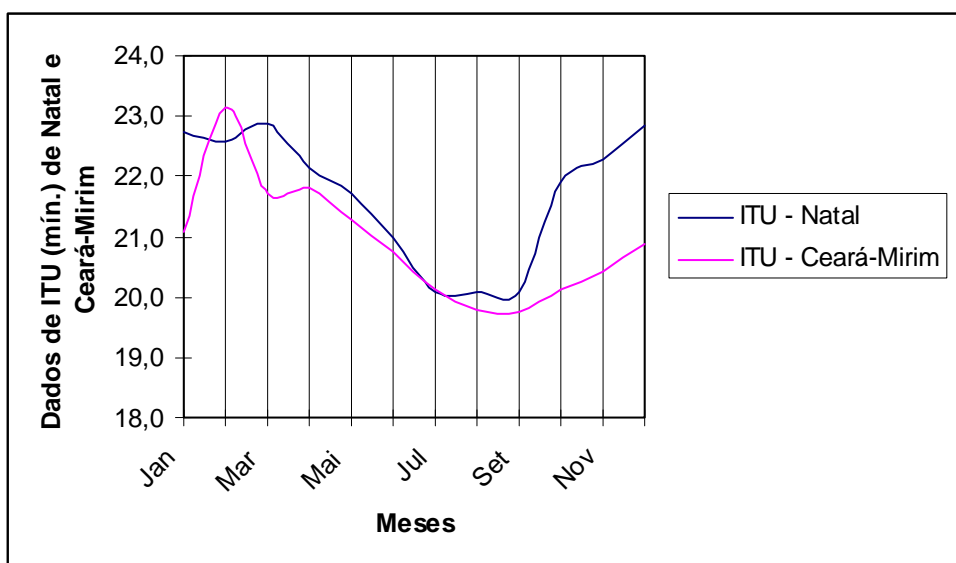


Gráfico 9 – Dados das cidades de Natal e Ceará-Mirim aplicado com ITU (mínimo).

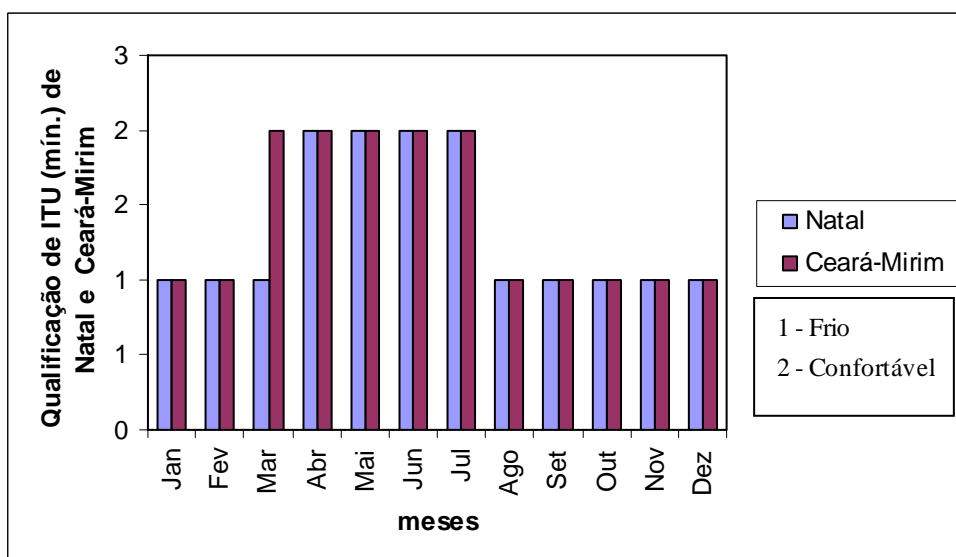


Gráfico 10 – Qualificação de ITU (mínimo) das cidades de Natal e Ceará-Mirim

Quanto à qualificação deste método, em Natal encontra-se confortável do mês de abril a julho e frio de agosto a março, enquanto Ceará-Mirim segue quase a mesma tendência de Natal, diferenciando-o apenas no mês de março quando a sua qualificação foi confortável.

O modelo WCI (Gráfico 11), nos dois municípios, comportou-se de formas semelhante, sendo que Natal apresenta valores ligeiramente mais baixos que Ceará-Mirim. Os índices, de ambas as cidades, oscilaram entre  $267,06 \text{ W m}^{-2}$  e  $401,8 \text{ W m}^{-2}$ . A qualificação deste modelo (Gráfico 12) seguiu a mesma tendência, fazendo com que ambas sejam frias.

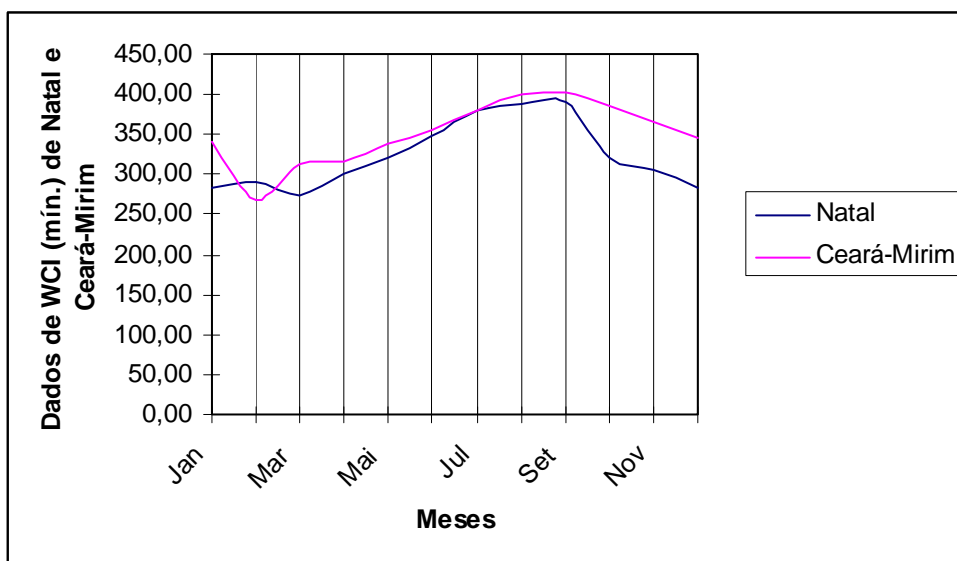


Gráfico 11 – Dados das cidades de Natal e Ceará-Mirim aplicado com WCI (mínimo).

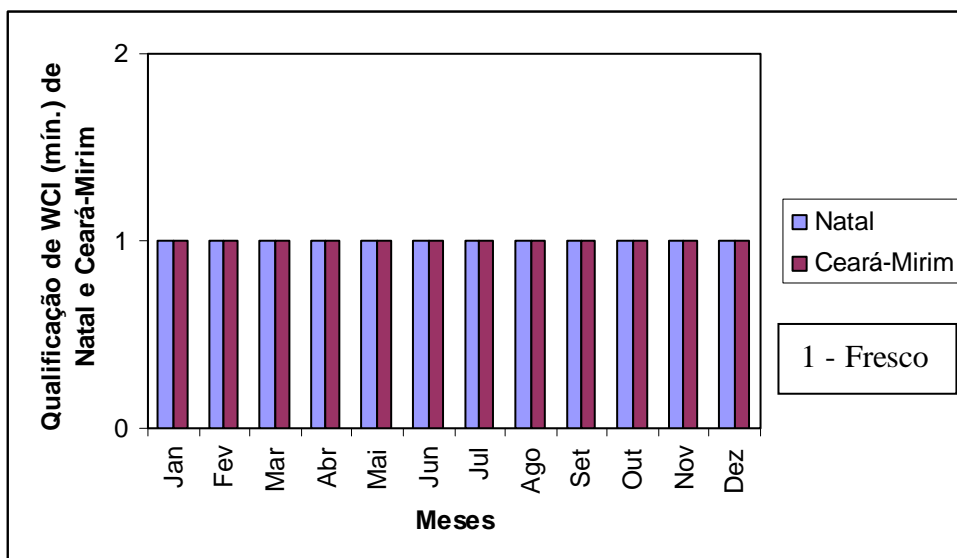


Gráfico 12 – Qualificação das cidades de Natal e Ceará-Mirim com o WCI (mínimo).

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados dos dois modelos avaliados, constatou-se que o método Thom (Índice de Temperatura e Umidade – ITU) foi o que mais se adequou as condições climáticas de Natal-RN. Esse fato pode ser explicado devido esse método ser um avaliador do conforto térmico em humano para o verão e se basear em condições de trocas de calor por convecção livre. Aliado a isso, a cidade de Natal possuindo clima tropical por se localizar próximo ao Equador e em faixa litorânea, há presença constate das brisas marítimas, que geralmente advém do sudeste, fazendo com que umedeça a cidade.

Quanto ao método de Chill–WCI, este não condiz com a realidade da cidade de Natal, pois este método foi desenvolvido para as regiões subtropicais, depende da convecção forçada. Como em Natal os ventos predominantes são os alísios com uma média de 5m/s, bem diferente dos ventos das regiões subtropicais que têm velocidades superiores aos alísios, além de serem frios, há trocas de calor devido ao escoamento gerado pelo vento. Dessa forma constata-se que, este método não retrata um procedimento a ser utilizado para se verificar o conforto térmico em relação às condições climáticas da cidade de Natal-RN.

Segundo a avaliação por ITU, as condições de conforto térmico oscilaram entre frio, confortável, pouco desconforto e morno. Diagnosticou-se que há diferenças consideráveis na sensação térmica de acordo com sua sazonalidade e no decorrer do dia.

## REFERÊNCIAS

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990, Brasília, 1992.

MUNN, R. E. Biometeorological methods. New York and London, 1970.

OLIVEIRA et al. Conforto térmico em praças de Natal/RN: um diagnóstico psicofísico usando modelos ITU e WCI. Interface. Porto Nacional/TO, v.3, p. 77-88, maio 2006.

THOM, E.C. The discomfort index. Weatherwise, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

Contato com os autores: rayssa480@hotmail.com

Recebido em: 09/02/2008

Aprovado em: 01/10/2009