

Ano 10, Vol XX, Número 1, Jan-Jun, 2018, Pág. 75 - 86

## TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE DESCONFORTO TÉRMICO (IDT) NO MUNICÍPIO DE BOCA DO ACRE- AMAZONAS

Altamar Lopes Pedreira Junior, Douglas Almeida Gois, Elyenayra Nogueira Pinheiro,  
Jaine de Oliveira Barbosa & Carlos Alexandre Santos Querino

**RESUMO:** O conforto térmico é uma resposta subjetiva em que uma pessoa expressa satisfação com o ambiente térmico como resultado das trocas de calor do corpo e o meio. O objetivo desse trabalho foi avaliar o índice de desconforto térmico (IDT) e relacionar a temperatura e umidade do município de Boca do Acre - AM com o IDT em diferentes sazonalidades do ano. Foram utilizados dados horário de temperatura do ar e umidade relativa do ar coletados pela estação meteorológica do município de Boca do Acre durante o ano de 2009 e 2012, para posterior estimativa do índice de desconforto térmico (IDT) através do método de Thom. O IDT é classificado conforme o nível do desconforto: confortável  $IDT < 21$ , menos de 50% da população possui um ligeiro desconforto  $21 < IDT > 24$ , outros 50% da população possui um crescente desconforto  $24 \leq IDT \leq 27$  a maioria da população possui um relativo desconforto e há significativo deterioramento da condição psicofísica  $27 \leq IDT \leq 29$ , todos possuem um forte desconforto  $29 \leq IDT \leq 32$ , estado de emergência médica; desconforto muito forte  $IDT \geq 32$ . Verificou-se que a precipitação anual foi uma das variáveis que mais influenciou no IDT, proporcionado pela variação da umidade relativa do ar e coincidindo com o período de verão no hemisfério sul, provocando essa condição térmica desagradável para 50% da população.

**PALAVRAS CHAVE:** Ambiente térmico, Método de Thom, Precipitação, Sazonalidades.

## TEMPERATURE, RELATIVE AIR HUMIDITY AND THERMAL DISCOMFORT INDEX (IDT) IN THE MOUNTAIN OF BOCA DO ACRE-AMAZONAS

**ABSTRACT:** Thermal comfort is a subjective response in which a person expresses satisfaction with the thermal environment as a result of the heat exchanges of the body and the environment. The objective of this work was to evaluate the thermal discomfort

index (RTD) and to correlate the temperature and humidity of the municipality of Boca do Acre - AM with the RTD in different seasons of the year. Time and air humidity data collected by the meteorological station of Boca do Acre during 2009 and 2012 were used to estimate the thermal discomfort index (RTD) using the Thom method. The RTD is classified according to the level of discomfort: comfortable  $IDT < 21$ , less than 50% of the population has a slight discomfort  $21 < IDT < 24$ , another 50% of the population has a growing discomfort  $24 \leq IDT \leq 27$  the majority of the population owns a relative discomfort and significant deterioration of the psychophysical condition  $27 \leq IDT \leq 29$ , all have a strong discomfort  $29 \leq IDT \leq 32$ , state of emergency; very severe discomfort  $IDT \geq 32$ . It was verified that annual precipitation was one of the variables that most influenced the RTD, provided by the variation of the relative humidity of the air and coinciding with the summer period in the southern hemisphere, causing this unpleasant thermal condition to 50 % of the population.

**KEYWORDS:** Thermal Environment, Thom Method, Precipitation, Seasonalities.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos dos impactos causados por variáveis atmosféricas sobre a população é de grande importância para a melhoria de vários fatores relacionados ao bem estar, de modo que também venha a facilitar tomadas de decisões relacionadas à qualidade do ambiente, como por exemplo, diminuir o desconforto térmico (ANDRADE, 1987). Indivíduos são expostos constantemente ao estresse térmico no seu dia a dia, sejam durante o trabalho, as atividades de lazer ou mesmo ao caminharem nas ruas (EPSTEIN e MORAN, 2006). Ainda de acordo com os autores essa condição pode reduzir a eficiência da produtividade no trabalho, e até mesmo, ameaçar a sobrevivência desses indivíduos.

Segundo Gomes e Amorim (2003, p.96) “... conforto térmico implica necessariamente na definição de índices em que o ser humano sinta confortabilidade em decorrência de condições térmicas agradáveis ao corpo...”. Para García (1995) *apud* Gomes e Amorim (2003), “conforto térmico consiste no conjunto de condições em que os mecanismos de auto regulação são mínimos, ou ainda na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste-se sentir bem”.

Há diversos fatores que influenciam na sensação de conforto ou desconforto térmico do homem, e relacionam-se principalmente à temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar incidente, precipitação e vento (SOUZA e NERY, 2010). Para Frota e

Schiffer (2003) essas variáveis: são os principais fatores que contribuem para a alteração dos regimes de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia, e outras características locais.

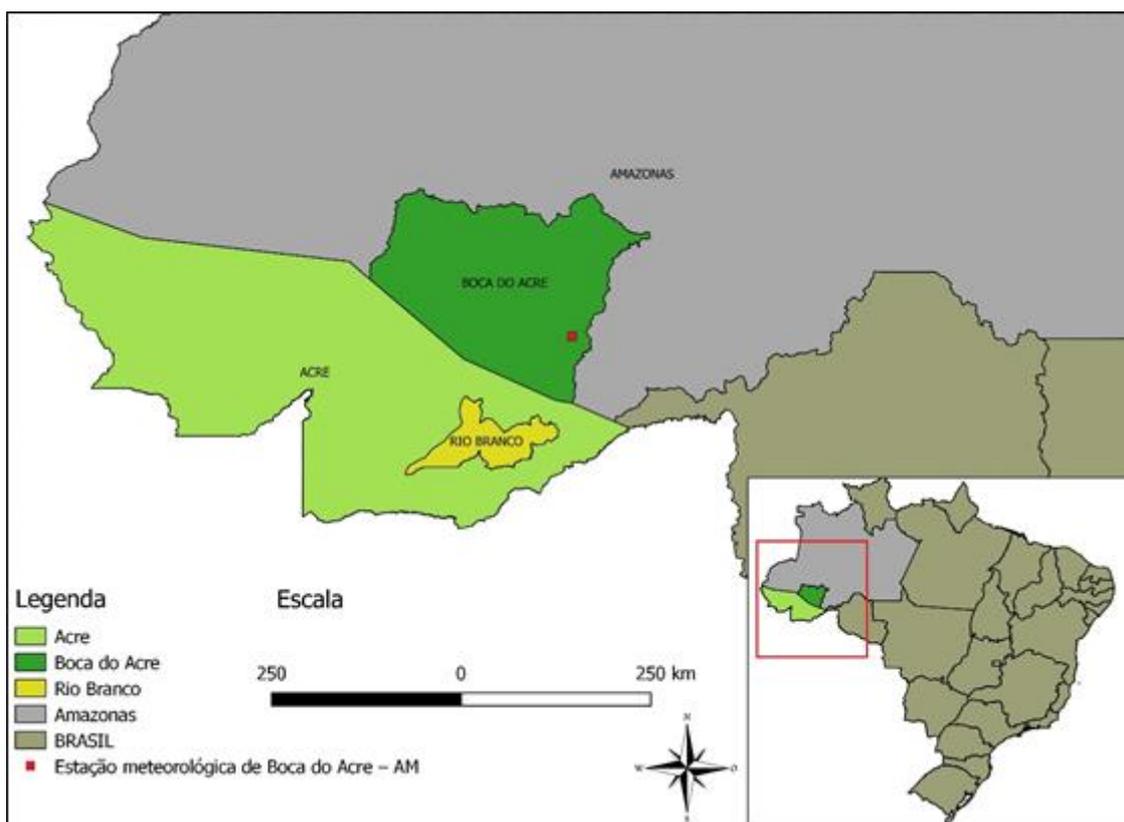
Existem diversos modelos matemáticos para estimar o nível de estresse do indivíduo, por meio de estimativas de índices, dentre estes temos o Índice de Desconforto (ID) de Nieuwolt (1977). Porém, se destaca o proposto por Thom (THOM, 1959). De acordo com o autor, essa estimativa baseia-se em um modelo empírico no qual leva em considerações variáveis meteorológicas como a temperatura e a umidade relativa do ar (DIN et al., 2014).

Assim, com o intuito de contribuir com pesquisas em conforto térmico na região Amazônica, este trabalho objetivou estimar e analisar, em diferentes estações do ano, a temperatura e umidade relativa do ar além do índice de desconforto térmico humano (IDT) no município de Boca do Acre - AM.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Boca do Acre-Amazonas está situada ao sul do Amazonas sob coordenadas geográficas de Latitude: 8° 44' 26" Sul, Longitude: 67° 23' 3" Oeste, 99 m acima do nível médio do mar. O município dista em linha reta 145 km de Rio Branco, capital do Acre (Figura 1). A cidade possui uma população estimada de 33.840,00 habitantes (IBGE, 2016), que segundo o Senso Demográfico do IBGE (2010) a economia do município é voltada principalmente para a agropecuária.



**Figura 1:** Localização do Município de Boca do Acre, no estado do Amazonas.

## Dados

Os dados foram coletados de hora em hora durante os anos de 2009 e 2012 na estação meteorológica pertencente ao Instituto nacional de Meteorologia – INMET, do município de Boca do Acre– AM ( $8^{\circ} 46' 36''$  S e  $67^{\circ} 19' 57''$  W, 112 m). Após tabulação em software apropriado, foram calculados os valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar, bem como, o total de chuva mensal e anual para os anos de estudo. O município de Boca do Acre não possui a Normal Climatológica (N.C) e visto a importância desses dados como referência buscou-se os dados de Rio Branco que atende aos critérios do Manual da Organização Meteorológica Mundial (OMM) n° 544, 2003 no qual estabelece que o intervalo horizontal entre estações em geral não deve exceder 250 km ou 300 km em regiões pouco povoadas (WMO, 2003).

## Estimativa do índice de desconforto térmico (IDT)

O Índice de desconforto Térmico nos anos analisados foi calculado de acordo com a equação proposta por Thom (1959) (Equação 1):

$$IDT = T_{ar} - (0,55 - 0,0055 * UR) * (T_{ar} - 14,5) \quad (1)$$

Onde,  $T_{ar}$  e  $UR$  referem-se à temperatura e a Umidade Relativa do ar próximo da superfície, respectivamente.

Após a estimativa do IDT foram calculadas as médias mensais para cada ano e posteriormente classificados conforme a (Tabela 1).

**Tabela 1:** Classificação do Índice de Desconforto Térmico humano (IDT).

SENSAÇÃO	IDT
Não há sensação de desconforto	$< 21$
Menos de 50% da população sente desconforto térmico	$21 \leq IDT < 24$
Acima de 50% da população sente desconforto	$24 \leq IDT < 27$
Maioria da população sente desconforto	$27 \leq IDT < 29$
O desconforto é forte e perigoso	$29 \leq IDT < 32$
Estado de emergência médica	$IDT \geq 32$

**FONTE:** Giles et al. (1990)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Precipitação

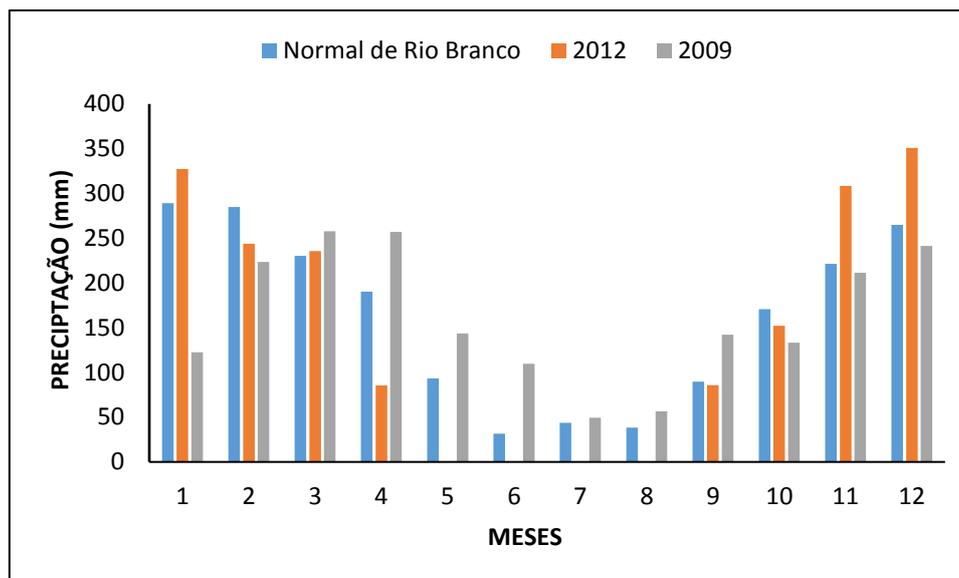
Percebe-se que a precipitação não se distribui igualmente ao longo dos anos, com quase 70% do total anual de precipitação nos anos de 2009 e 2012 e na normal climatológica ocorrendo entre os meses de setembro a abril (Figura 2).

Verifica-se que para o ano de 2009 os meses de março (257,6 mm), abril (257 mm), maio (143,6mm), Junho (109,6 mm), julho (49,4 mm), agosto (56,6 mm) e setembro (142 mm) a quantidade de chuvas sempre esteve acima da média, correspondendo a 52,1% quando comparado com a normal climatológica de Rio Branco, sendo as anomalias climáticas causadores da excessiva quantidade de precipitação.

Segundo França (2015, p. 50) “tal comportamentos e dar pela expansão da Massa de Ar Equatorial Continental sobre a América do Sul, da oscilação para sul da Zona de Convergência Intertropical e atuação mais freqüente de outros sistemas produtores de chuva na Amazônia, como a alta Bolívia”. Já os meses de Outubro (133,4mm), Novembro (211,2 mm), Dezembro (241,2 mm), Janeiro (122,4mm) e Fevereiro (223,6 mm) apresentaram menores volumes de chuvas quando comparado com a normal climatológica com uma quantidade total precipitada para os 5 meses de 931.8mm, equivalendo a 47,8% para o ano em questão, valor que se dá devido a fortes chuvas na região. Comparando-se a quantidade total precipitada com a normal climatológica a quantidade de chuva ultrapassou a normal em apenas 0,005%, o que indica que o ano em questão foi dentro da normalidade em termos de pluviometria.

Observa-se que para o ano de 2012 os meses mais chuvosos foram respectivamente, novembro (308,4mm), dezembro (351mm) e janeiro (327,2mm) com uma quantidade total de 986,6mm, quando comparado com a normal climatológica (1947,5mm) correspondendo a 50,6% do total de chuva anual (Figura 2). O ano em questão caracterizou-se por ser um ano de condições hidrológicas e climáticas atípicas, pois foi registrado eventos de cheias extremas causadas por chuvas acima da média para a região. Segundo Nobre (1983) a excessiva quantidade de chuvas está relacionada com o transporte do ar úmido condensado vindo do leste da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que ficam elevados pelo escoamento no Andes.

Os meses com um menor registro de chuva correspondem ao período de abril a outubro, que estão relacionados com a formação de anticiclones que inibe a formação de nuvens na região (França, 2015). No mês de maio a agosto não se obteve dados meteorológicos para a região, em virtude disso a normal climatológica foi superior a quantidade precipitada.



**Figura 2: Total pluviométrico mensal para os anos de 2009 e 2012, no município de Boca do Acre - AM e normal climatológica de Rio Branco - AC.**

## Temperatura

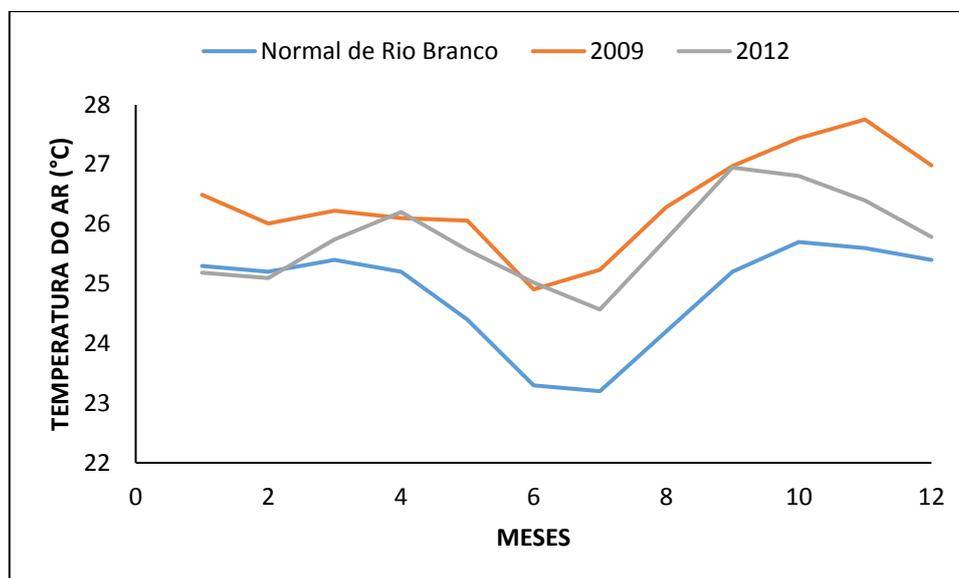
“O clima da Amazônia, por muitas vezes é classificado e homogeneizado como quente e úmido, porém é necessário fazer uma análise mais complexa do clima da região, levando em consideração as especificidades de cada lugar dessa vasta planície equatorial” (RIBEIRO, 2012).

Para o ano de 2009 foram registradas temperaturas elevadas em relação a 2012 e a normal climatológica. Entretanto, no mês de junho a temperatura atingiu uma mínima média de 24,9°C e posteriormente a uma máxima média de 27,7°C em novembro (Figura 3).

Para o ano de 2012, entre os meses de janeiro a fevereiro as temperaturas médias não apresentam grandes variações em relação à normal climatológica de Rio Branco, estando praticamente estável (25°C). A partir de fevereiro houve um aumento da temperatura que chegou a (26,2°C) no mês de abril. A temperatura mínima anual foi em julho (24,5°C), e em seguida registrada uma média máxima anual de (26,9°C) no mês de setembro. (Figura 3).

Essas baixas temperaturas apresentadas nos meses de junho de 2009 (24,9°C) e em julho de 2012 (24,5°C) podem estar relacionadas a friagens que chegam até essa região. Segundo (Ribeiro, 2012) “A entrada de ar frio na região amazônica é um

fenômeno que ocorre todos os anos na parte sudoeste da região. ” e ocasiona, no sul do Amazonas, quedas bruscas de temperatura.

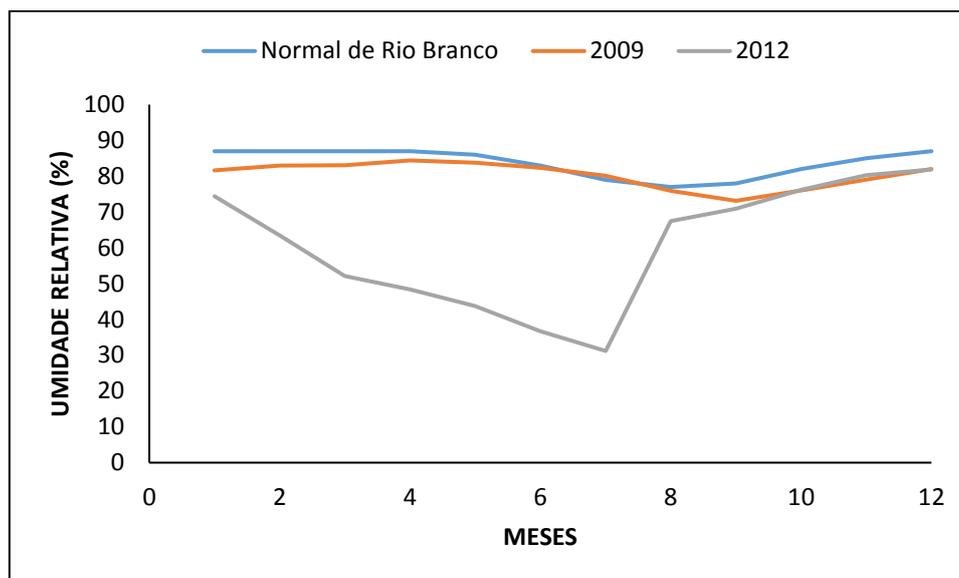


**Figura 3: Média da Temperatura do ar para os anos de 2009 e 2012, no município de Boca do Acre - AM e normal climatológica de Rio Branco - AC.**

### Umidade Relativa do ar (UR)

Observa-se na figura (4) que em 2009 a maior umidade foi registrada no mês de abril (84,42 %), enquanto que no ano de 2012 o maior registro deu-se em dezembro (81,90 %). Já as menores umidades para o mesmo ano, ocorreu no mês de setembro (73,14 %), e em 2012 no mês de julho (31,19 %). No ano de 2009 houve aproximações nas umidades registradas com as disponibilizadas pela N.C de Rio Branco, porém em ambos os anos os valores de umidade registrados estiveram abaixo da N.C de Rio Branco.

Notou-se o aumento da temperatura acompanhado da diminuição da Umidade Relativa do Ar, pois quando o parâmetro utilizado é a umidade relativa do ar, não se pode esquecer também sua dependência em relação à temperatura (SILVA, 2006). Um aumento, ou redução, da umidade relativa não significa ter havido uma mudança na concentração de vapor d'água do ar. A alteração da umidade relativa pode advir exclusivamente de alteração na temperatura ambiente. A umidade Relativa do ar diminui quando a temperatura aumenta e vice-versa. Tais valores podem ainda serem observados ao compararmos as Figuras 3 e 4 e justifica-se o fato de que nos meses de menor umidade relativa coincidem com os meses referentes a estação seca para os anos 2009 e 2012 estudados.



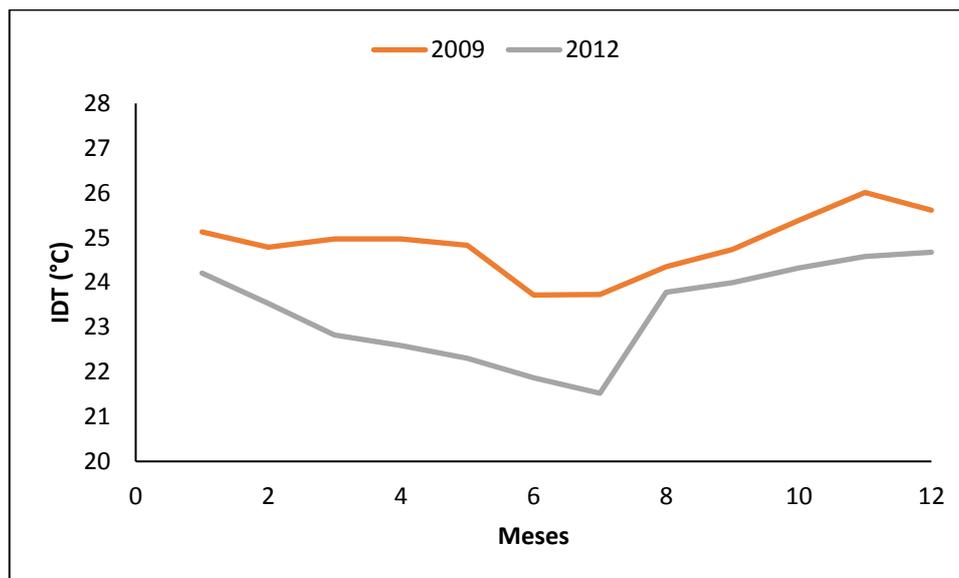
**Figura 4:** Médias mensais de umidade relativa do ar (UR) nos anos de 2009 e 2012 do município de Boca do Acre- AM, e a normal climatológica de Rio Branco - AC.

### Índice de desconforto térmico (IDT)

Observa-se que a média anual de IDT para o município de Boca do Acre foi de 24,81 em 2009 e 23,36 em 2012. O menor IDT registrado foram 23,72 no mês de junho e 21,52 no mês de julho para os anos 2009 e 2012, respectivamente (figura 5). Já os maiores registros de IDT dão-se em novembro de 2009 onde o IDT foi de 26,01 e 25,67 no mês de dezembro de 2012. Observa-se que o ano de maior IDT corresponde ao ano em que se registraram as maiores temperaturas (Figura 3) e umidades mais baixas (figura4). Nota-se que as sensações provocadas pelo IDT de acordo com a tabela 1 para o ano de 2009 foi que acima de 50% da população sente um desconforto, já para o ano de 2012 classifica-se como Menos de 50% da população sente desconforto térmico.

Observa-se que os menores registros de IDT dão-se no período de inverno no Hemisfério Sul que é caracterizado pelas baixas temperaturas na região que influenciam diretamente no IDT provocando sensação térmica conforme tabela 1 de menos de 50% da população sente desconforto. Nota-se também que conseqüentemente os maiores IDT'S registrados dão-se no período em que o Hemisfério Sul recebe mais energia solar (Verão), o que ocasiona maior temperatura além de ser caracterizado na região como estação chuvosa o que acarreta em maior umidade, e conseqüentemente maiores valores de IDT.

Na estação seca que ocorre no inverno no Hemisfério Sul o IDT ( $^{\circ}\text{C}$ ) médio foi de 24,74 e 23,89 para os anos de 2009 e 2012 respectivamente. Nota-se que em 2012 o IDT em período de seca foi 0,85  $^{\circ}\text{C}$  menor em relação ao ano de 2009, isso se deve ao fato de que ao analisar-se a figura 3 nota-se que para o ano de 2012 as temperaturas foram menores em relação a 2009 o que provoca uma melhor sensação de conforto térmico visto que a temperatura é uma das principais variável na equação.



**Figura 5: Índice de desconforto térmico para os anos de 2009 e 2012, no município de Boca do Acre - AM e normal climatológica de Rio Branco – AC.**

#### 4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados podemos ressaltar que o município de Boca do Acre, em relação ao índice de desconforto térmico, a população possuiu uma sensação de desconforto térmico durante o período de verão e que menos de 50% da população sente desconforto durante o período de inverno. Na comparação interanual, o ano de 2009 quando comparado ao ano de 2012 foi no geral, mais desconfortável. Verificou-se que a precipitação anual foi uma das variáveis que influenciou no IDT, por proporcionar variação da umidade relativa do ar.

#### 5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. A geografia como ciência. In: **Geografia, Ciência da Sociedade: uma introdução ao pensamento geográfico**. São Paulo. ATLAS, 1987.

DIN, M.F. Md., 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**. 41, 6–15, 2014.

EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the Heat Stress indices. *Industrial Health*, v.44, 2006, p.388–398.

FRANÇA, R. R.; Climatologia das chuvas em Rondônia - período 1981-2011, **geografia artigos científicos**, Belo Horizonte – vol. 11 n° 1, 2015.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GILES, B.D.; Balafoutis, C. H. . The Greeks Heatwaves of 1987 and 1988. *International Journal of Climatology*, v.10 , p. 505 – 517, 1990.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). In: **Caminhos de Geografia**, v. 4, n. 10, p. 94-106, Set. 2003. Disponível em:<[www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/include/getdoc.php?id](http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/include/getdoc.php?id)>. Acesso em: janeiro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades: Boca do Acre**.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista ANPEGE**, n. 4, p. 61-88, 2008.

SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. 2006. Recife, Brasil: Versão digital 2.

SOUZA, D.M.; NERY, J. T. Análise da temperatura, da umidade e do conforto térmico no município de Ourinhos. **IX Simpósio Brasileiro de climatologia Geográfica**. São Paulo. 2010.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**. 12,57–61, 1959.

NIEUWOLT, S. **Tropical Climatology**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1977. 208p.

WMO. **Manual on the Global Observing System**. World Meteorologica Organization. Geneva, p. 50. 2003. (ISBN 92-63-13544-4).

**Recebido: 30/10/2017. Aceito 30/11/2017.**

**Sobre os autores e contatos:**

**Altamar Lopes Pedreira Junior, Douglas Almeida Gois, Elyenayra Nogueira**

**Pinheiro, Jaine de Oliveira Barbosa:** Graduandos do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM. Avenida Circular Municipal, 1805, São Pedro, Humaitá – AM, CEP: 69800–000. E-mail: [ieaa@ufam.edu.br](mailto:ieaa@ufam.edu.br).

**Carlos Alexandre Santos Querino** -Meteorologista atuou como Analista em Ciências & Tecnologia do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, atualmente é docente do PPGCA, UFAM, Rua 29 de agosto, 786, centro, Humaitá-AM, CEP 69800-000. E-mail:[carlosquerino@gmail.com](mailto:carlosquerino@gmail.com)