



COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO AR EM RESIDÊNCIAS DE MOSSORÓ/RN, SEMIÁRIDO NORDESTINO

Ana Luzia Bezerra da Costa Saraiva
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Amanda da Mota Araujo
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Letícia Gabriele da Silva Bezerra
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Alfredo Marcelo Grigio
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Resumo

O município de Mossoró, cidade do Semiárido Nordeste, possui elevada taxa de urbanização e é caracterizada pelas altas temperaturas e baixos teores de umidade relativa do ar durante todo o ano, corroborando para o desconforto térmico em ambientes externos. Surgindo, portanto, o interesse em estudar o comportamento da temperatura do ar e umidade relativa do ar em dois quintais residenciais do bairro Abolição, a fim de verificar a influência das árvores no comportamento dos elementos climáticos nos quintais e, por conseguinte no conforto térmico humano, procurando preencher uma lacuna nas pesquisas já preexistentes. A pesquisa ocorreu em dois quintais, um arborizado (Residência 1) e outro não (Residência 2), com coleta dos dados entre os dias 23 e 31 de maio de 2016, que compreende o período climático quente e chuvoso de Mossoró. Após a análise da temperatura do ar e da umidade relativa do ar de ambas as residências ficou perceptível que a Residência 1, que possui arborização em seu quintal, apresentou temperaturas do ar menores e teores de umidade maiores que a Residência 2, que não possui árvores, especialmente, nos intervalos horários mais críticos. As árvores presentes no quintal da Residência 1 amenizaram as temperaturas em até 7,1°C às 14hrs no dia 29 de maio de 2016 e elevaram os teores de umidade em até 20,8% às 14hrs no dia 27 de maio de 2016.

Palavras-chaves: Microclima Urbano. Quintais Residenciais. Conforto Térmico Humano. Arborização. Saúde Humana.

AIR TEMPERATURE AND HUMIDITY BEHAVIOR IN MOSSORÓ/RN RESIDENCES, SEMI-ARID NORTHEAST

Abstract

The municipality of Mossoró, a city of the Semiarid Northeast, has a high urbanization rate and is characterized by high temperatures and low levels of relative humidity throughout the year, corroborating thermal discomfort in external environments. Therefore, the interest arises in studying the behavior of air temperature and relative humidity in two residential backyards of the Abolition neighborhood, in order to verify the influence of trees on the behavior of climatic elements in backyards and, consequently, in human thermal comfort, seeking to fill a gap in preexisting research. The research took place in two backyards, one wooded (Residence 1) and the other not (Residence 2), with data collection between May 23 and 31, 2016, comprising the hot and rainy climatic period of Mossoró. After the analysis of the air temperature and relative humidity of both residences it was noticeable that Residence 1, which has afforestation in its backyard, presented lower air temperatures and higher humidity levels than Residence 2, which does not have trees, especially at the most critical time intervals. The trees present in the backyard of Residence 1 softened temperatures by up to 7.1°C at 2pm on May 29, 2016 and raised moisture levels by up to 20.8% at 2pm on May 27, 2016.

Keywords: Urban Microclimate. Residential backyards. Human Thermal Comfort. Afforestation. Human Health.

INTRODUÇÃO

As cidades são o resultado das maiores modificações do ambiente natural, estas modificações se iniciam com o uso e ocupação do solo, que muitas vezes ocorrem de maneira inadequada e insustentável gerando problemas de ordem social, econômica, ambiental e climática (PAIVA; ZANELLA, 2013). No aspecto climático, segundo Ayoade (1996), com o aumento da população, das capacidades tecnológicas e científicas percebeu-se que o ser humano pode influenciar o clima, especialmente em escala local.

Entre os fatores urbanísticos que podem ocasionar particularidades no clima local, identificam-se principalmente: alta concentração de concreto, asfalto e pavimentação utilizados nas construções que possuem uma elevada absorção e reduzem o albedo de radiação solar; e a retirada da vegetação que possui o papel de regular a temperatura e umidade do ar (SILVA, 2009; TORRES; MACHADO, 2011).

As características climáticas, assim como as particularidades geradas pelos fatores urbanísticos, criam modificações no ambiente urbano e esse conjunto pode ser estudado a partir do levantamento das características que geram o que se denomina de clima urbano. De acordo com Monteiro (2003, p.19) o clima urbano “é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”, que por sua vez, irá influenciar de forma direta no conforto térmico humano.

Estes fatores também podem influenciar de forma direta os espaços residenciais, local onde se desenvolve grande parte do cotidiano dos moradores de uma cidade, se mostrando como um importante espaço de análise (SILVEIRA; SILVEIRA, 2014). De acordo com Pedro (2000, p.73), “a habitação influencia de forma determinante e sobre múltiplos aspectos o dia a dia dos moradores, marcando profundamente a sua qualidade de vida, e as suas expectativas e possibilidades de desenvolvimento futuro”.

Considerando que as habitações influenciam em diversos aspectos a vida dos moradores, é importante destacar a problemática do desconforto térmico, uma vez que, as pessoas estão suscetíveis a essas situações até mesmo dentro de suas residências. Para Souza e Nery (2012) o desconforto térmico influencia a qualidade de vida da sociedade, uma vez que as reações ao frio e ao calor envolvem questões de saúde pública, consumo de energia, rentabilidade no trabalho e sociabilidade.

A preocupação em se ter conforto térmico em um ambiente construído vem sendo bastante estudada devido à necessidade de estabelecer as condições adequadas de conforto, sejam para os ambientes de trabalho como para os de descanso e lazer. As pessoas passaram a ver que o conforto térmico não é um luxo desnecessário, mas uma necessidade para a manutenção tanto da saúde física, quanto mental (BARTHOLOMEI, 2003).

Entre as variáveis climáticas, as que mais exercem influência no conforto térmico humano são: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação solar e a velocidade do vento. Entre estes elementos, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar veem sendo as mais utilizadas em pesquisas climáticas (AYOADE, 1996; PAGNOSSIN et al., 2001).

Dentro deste contexto, propõem-se um estudo destas duas variáveis climáticas em residências no Conjunto Abolição IV, bairro Abolição, no município de Mossoró, Rio Grande do Norte (RN). Nas últimas décadas Mossoró vem passando por um processo acentuado e acelerado de urbanização, das quais as diferentes utilizações do solo e das atividades intensificadas por esse processo inferem em diferenças térmicas e higrométricas em diferentes pontos da cidade (SARAIVA, 2014; NERES et al., 2015).

De acordo com Mascaró e Mascaró (2010), a arborização atua como termorregulador climático na cidade, pois ela age fortemente no microclima urbano contribuindo em diversos aspectos como: amenização da radiação solar, modificando tanto a temperatura do ar como a umidade, pois é através do sombreamento que é reduzido a carga térmica recebida pelos edifícios, modifica a velocidade e direção dos ventos e diminui as temperaturas superficiais de

pavimentos e fachadas o que contribui na diminuição da sensação de calor do indivíduo.

Em trabalhos já desenvolvidos na cidade de Mossoró por Saraiva, Vale, Zanella (2012), Saraiva (2014), Araujo, (2017), Araujo et al. (2017) e Bezerra (2019) apontam a arborização como um importante elemento da paisagem urbana capaz de reduzir as temperaturas do ar e da superfície quando comparados com áreas não arborizadas, assim como exercem forte influência no aumento do teor da umidade relativa do ar.

Após analisar as pesquisas desenvolvidas sobre o clima urbano de Mossoró percebeu-se um número incipiente de estudos microclimáticos, especialmente em se tratando em residências. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento das variáveis climáticas, temperatura do ar e umidade relativa do ar, em dois quintais residenciais no conjunto Abolição IV. Os quintais foram escolhidos sendo um arborizado e o outro não arborizado, a fim de verificar a influência das árvores no comportamento dos elementos climáticos e, por conseguinte no conforto térmico humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

De acordo com os dados da Prefeitura Municipal de Mossoró (2017) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o Conjunto Abolição IV é um dos sete conjuntos habitacionais do bairro Abolição, situado na zona Oeste do município de Mossoró, estado do RN, e em 2010 o bairro contava com uma população de 24.741 pessoas, e 7.706 domicílios (Figura 1).

O clima predominante do município é o Semiárido, característico pelas baixas precipitações e elevadas temperaturas. O município possui três períodos climáticos significativos, que são: período quente e chuvoso (março, abril e maio), período seco e ameno (junho e julho) e o período mais quente e seco (setembro, outubro e novembro) (SARAIVA, 2014).

Os pontos de coleta dos dados climáticos foram definidos pelos critérios de aproximação, sendo as duas residências vizinhas, separadas apenas por um muro e por possuírem características semelhantes de construção, como: materiais, portas e janelas nas mesmas posições e pintadas em tons claros.

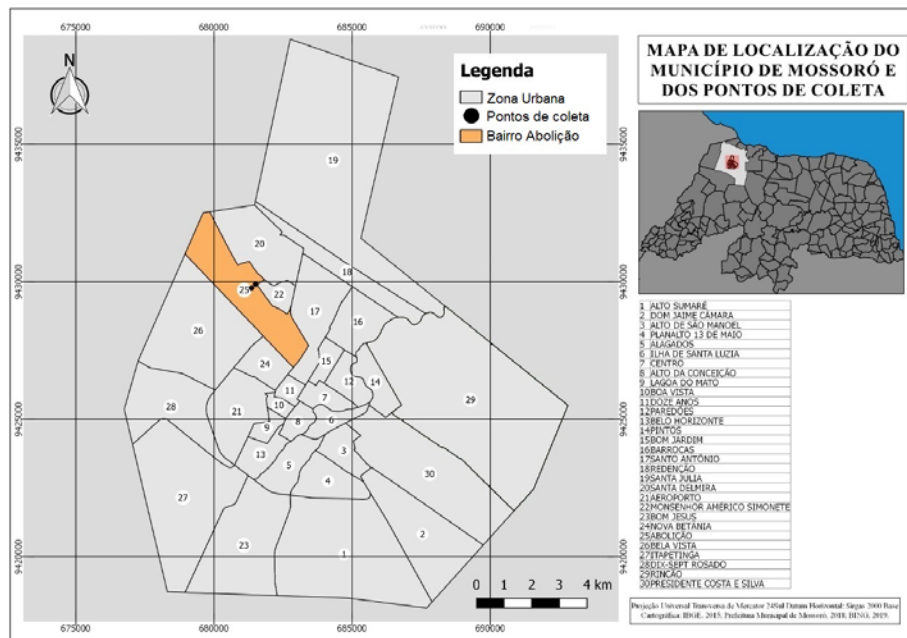
Além disso, ambas possuem quintais que compreende a área frontal, as laterais e a parte localizada atrás das residências. Entretanto, é importante destacar que a coleta dos dados climáticos se deu nas áreas frontais dos quintais, no qual foram acomodados os abrigos meteorológicos com os aparelhos termohigrômetros.

A Residência 1 possui um quintal com solo exposto, algumas espécies ornamentais de porte pequeno e arborização de porte arbóreo frutífero, como mangueira e coqueiro. As árvores, bem como o jardim ficam na área frontal do quintal, sendo esta área bastante sombreada pela mangueira por ser frondosa (FIGURA 2).

Já a Residência 2 apesar de também possuir um quintal com o mesmo tamanho e com solo exposto, não possui nenhum tipo de arborização em suas dependências

fazendo com que a área frontal do quintal fique exposta a radiação solar direta durante o dia (Figura 2).

Figura 1. Mapa de localização do município de Mossoró e dos pontos de coleta



Fonte: IBGE (2015); Prefeitura Municipal de Mossoró (2018). Elaborado e organizado por Wesley Misael Bezerra Damasio, 2019.

Figura 2. Localização da Residência 1 e Residência 2



Fonte: Google Earth (2014). Modificado pelos autores, 2020. *Legenda: R1= quintal com árvores. R2= quintal sem árvores.

Devido ao fato da área frontal do quintal da Residência 2 ficar exposta a radiação solar ao longo do dia, a moradora da residência, alguns meses depois da realização desta pesquisa, construiu uma cobertura nesta área. Desta forma, a imagem do *Google Earth* ilustrada na Figura 2 é do ano de 2014, pois foi à única imagem de melhor qualidade encontrada antes da reforma.

Procedimentos executados

Após realização de pesquisa bibliográfica acerca do tema discutido, foi executada a coleta de dados climáticos nas duas residências previamente escolhidas, que ocorreram entre os dias 23 de maio de 2016 a 31 de maio de 2016. De acordo com Saraiva (2014), no mês de maio é possível observar valores máximos de precipitação e nebulosidade, além de menores taxas de radiação, velocidade do vento e temperaturas quando comparados com os meses mais quentes e secos do ano: setembro, outubro e novembro.

A coleta dos dados foi realizada durante 24 horas ao longo dos dias, no entanto as primeiras 12 horas do dia 23 de ambas as residências apresentaram oscilações incomuns, optando-se por descartar esses dados e para não comprometer a pesquisa optou-se por encerrá-la também às 12hrs do dia 31 de maio, completando assim uma semana de coleta de dados climáticos.

Os dados foram coletados pelos aparelhos termohigrômetros *datalogger* (Impac – modelo IP 747RH), Figura 3, que foram colocados em abrigos meteorológicos construídos de madeira e pintados de branco a fim de evitar à radiação solar diretamente nos aparelhos, que influenciariam nos resultados, assim como possui aberturas para ventilação (SARAIVA, 2014). O abrigo tem uma altura de 1,50 m (FIGURA 4).

Figura 3. Termohigrômetro *datalogger*



Fonte: Bezerra (2019).

Figura 4. Abrigo meteorológico



Fonte: Bezerra (2019).

A fim de sanar possíveis oscilações, todos os dados coletados foram calibrados pelas seguintes fórmulas disponibilizadas na pesquisa de Saraiva (2014), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Fórmulas para calibração da temperatura do ar e umidade relativa do ar

Equipamento	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)
1	$Y = 0,9489x + 1,091$	$Y = 1,2624x - 19,778$
2	$Y = 0,9155x + 2,165$	$Y = 1,4032x - 27,799$

Fonte: Saraiva (2014). Organizado pelos autores, 2018.

Tendo em vista o grande número de dados coletados, onde foram registrados 672 dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos dois quintais residenciais, foi utilizada a metodologia adaptada de Saraiva (2014) para representação e análise dos dados climáticos. A metodologia consiste na divisão das 24 horas diárias em seis intervalos, de acordo com suas características climáticas, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1. Divisão horária de análise dos dados climáticos

Intervalo horário	Características
0h às 3hrs	Início do ciclo diário, com gradativa perda de calor e aumento do teor de umidade relativa do ar
4hrs às 7hrs	Até às 6h da manhã ocorre uma perda de calor gradativa, registrando nesse horário os menores valores de temperatura diária. As 7hrs inicia o período de aquecimento diurno e uma redução no teor de umidade relativa do ar
8hrs às 11hrs	Ocorre nesse intervalo horário um gradativo aquecimento, onde acontece um aumento da temperatura e diminuição no teor de umidade relativa do ar. Os raios solares ainda incidem de forma inclinada
12hrs às 15hrs	Intervalo de aquecimento máximo, onde os maiores valores de temperatura e menores teores de umidade relativa do ar foram encontrados. Os raios solares incidem de forma concentrada, com ângulos retos
16hrs às 19hrs	Intervalo após o período com os valores máximos de temperatura e mínimos de umidade relativa do ar. Ocorre o pôr do Sol e um gradativo resfriamento e aumento nos teores de umidade relativa do ar
20hrs às 23hrs	Intervalo marcado também pela gradativa perda de calor, porém em menor velocidade do que no intervalo anterior, final do ciclo diário

Fonte: Saraiva (2014). Adaptado pelos autores, 2018.

Para representação dos dados climáticos as tabelas ilustram os maiores valores de temperatura do ar encontrados dentro de cada intervalo horário e seus

respectivos teores de umidade relativa do ar. Sendo assim, as horas que serão destacadas nas tabelas são: 0h, 7h, 11h, 14h, 16h e 20h.

Na análise dos teores de umidade encontrados foi utilizada a classificação de umidade relativa do ar desenvolvida pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI, 2007) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Quadro 2.

Quadro 2. Classificação da umidade relativa do ar

Intervalo	Classificação	Cor correspondente
< 12 %	Estado de emergência	
>12 % <20%	Estado de atenção	
>20% <30%	Estado de alerta	

Fonte: CEPAGRI (2007). Organizado pelos autores, 2018.

Por fim, foram analisadas algumas imagens na faixa espectral do infravermelho Termal (Banda 4 – IR1) do satélite GOES 13 IR, disponibilizadas no site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2017), de alguns dias do período de coleta dos dados climáticos, com a finalidade de observar a nebulosidade em alguns horários no município de Mossoró.

ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS REGISTRADOS NOS QUINTAIS RESIDENCIAIS

É importante destacar que os três primeiros intervalos horários apresentam os dados a partir do dia 24/05/2016, pois a coleta se iniciou às 12hrs do dia 23/05/2016, e os três últimos intervalos apresentaram os dados apenas até o dia 30/05/2016, pois a análise se encerrou às 12hrs do dia 31/05/2016. Cabe ressaltar que na análise do quintal residencial com arborização, o mesmo foi intitulado como Residência 1 e o quintal residencial sem arborização foi intitulado como Residência 2, para facilitar a distinção entre ambos.

Primeiro intervalo horário - das 0h às 3hrs

De acordo com Saraiva (2014), neste intervalo horário se inicia o ciclo diário, onde ocorre uma gradativa perda de calor e o aumento do teor da umidade relativa do ar. A seguir, na Tabela 2 são apresentadas as temperaturas do ar e amplitude térmica de ambos os quintais residenciais às 0h. Como se observa, as temperaturas do ar às 0h de ambos os quintais são semelhantes com pequenas amplitudes térmicas entre 0,0°C e 0,4°C.

Tabela 2. Temperatura do ar e amplitudes em °C coletada às 0h no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
R. 1	27,1	26,0	27,2	27,0	27,0	27,0	27,7	26,4
R. 2	26,9	25,9	27,2	27,0	26,8	26,9	27,7	26,8
Ampl.	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,4

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

Com relação à umidade relativa do ar, a Tabela 3 apresenta os teores de umidade entre os quintais e as respectivas amplitudes higrométricas coletadas às 0h. Assim como ocorreu com a temperatura do ar, os teores de umidade em ambos os quintais se apresentam semelhantes, com amplitudes higrométricas entre 0,0% e 2,9%.

Tabela 3 – Umidade relativa do ar e amplitudes coletadas às 0h no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
R. 1	78,2	81,6	65,8	67,5	68,2	64,2	68,8	79,3
R.2	79,3	84,5	65,7	67,5	69,6	64,5	69,0	78,4
Ampli.	1,1	2,9	0,1	0,0	1,4	0,3	0,2	0,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

Como se percebe, nesse horário há uma diferença termo higrométrica ínfima entre o quintal com árvore e o quintal sem árvore, por vezes tendo uma temperatura do ar menor e umidade relativa do ar maior no quintal sem árvore. Possivelmente isso ocorre devido ao fato de o quintal sem árvores (Residência 2) ter uma área mais aberta e sem muitos obstáculos, fazendo com que durante a madrugada haja uma perda de calor mais facilmente devido à ventilação, onde a temperatura cai e consequentemente o teor de umidade relativa do ar se eleva.

Segundo intervalo horário - das 4hrs às 7hrs

Conforme Saraiva (2014), neste intervalo horário ocorre uma perda gradativa de calor até às 6h da manhã, onde se registra as menores temperaturas do dia. A partir das 7h se inicia o período de aquecimento diurno e, consequentemente, os teores de umidade relativa do ar diminuem.

A Tabela 4 apresenta as temperaturas do ar e amplitudes térmicas às 7hrs dos dias de coleta. Neste horário, já é possível verificar a influência da arborização presente no quintal da Residência 1 na diminuição da temperatura do ar.

Tabela 4. Temperatura do ar e amplitudes coletadas às 7hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
R. 1	25,6	25,6	25,9	25,4	25,9	26,0	26,9	25,7
R. 2	26,7	26,9	27,3	26,7	27,3	27,4	27,3	26,0
Ampl.	1,1	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	0,4	0,3

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

De acordo com a leitura da Tabela 4, a Residência 1 apresenta temperaturas do ar menores em relação a Residência 2 às 7hrs em todos os dias de coleta. As amplitudes térmicas são superiores a 1°C, com exceção dos dias 30/05/2016 e 31/05/2016 que apresentaram amplitudes de 0,4°C e 0,3°C, respectivamente.

A Tabela 5 apresenta os dados de umidade relativa do ar e as amplitudes higrométricas às 7hrs coletadas nos dois quintais residenciais. A Residência 1 apresenta os maiores teores de umidade relativa do ar, com exceção do dia 31/05 em que a Residência 2 apresentou uma amplitude higrométrica de 1,4% maior que a Residência 1.

Tabela 5. Umidade relativa do ar e amplitudes em % coletada às 7hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
R. 1	84,9	85,1	69,3	72,5	74,3	69,0	80,1	84,2
R. 2	83,6	84,3	65,8	68,0	68,9	64,5	79,5	85,6
Ampl.	1,3	0,8	3,5	4,5	5,4	4,5	0,6	-1,4

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

Neste intervalo, às 7hrs, a Residência 1 apresenta menores temperaturas do ar e maiores teores de umidade relativa do ar em quase todos os dias em relação ao quintal da Residência 2. Para esse horário as diferenças térmicas e higrométricas entre os quintais não são muito discrepantes, entretanto, Gartland (2010) alerta que mesmo pequenas diferenças de temperatura, sejam elas de um ou dois graus podem vir a evitar o estresse térmico.

Terceiro intervalo horário - das 8hrs às 11hrs

Segundo Saraiva (2014, p.71), “nesse intervalo horário acontece um aumento significativo do aquecimento do ar em virtude da incidência da radiação solar, ocorrendo um aumento gradativo da temperatura do ar e uma redução do teor de umidade relativa do ar”.

A Tabela 6 apresenta os dados de temperatura do ar registrada às 11hrs dos dias de coleta nos quintais, e suas respectivas amplitudes térmicas. Às 11hrs as

temperaturas do ar da Residência 2 continuam mais altas que as da Residência 1, e com amplitudes térmicas superiores a 2°C.

Vale ressaltar que, enquanto a temperatura máxima nesse horário para a Residência 1 é de 31,9°C no dia 30/05/2016 para a Residência 2 é de 35,8°C também registrada no mesmo dia, uma amplitude térmica de 3,9°C.

Tabela 6. Temperatura do ar e amplitudes em °C coletada às 11hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
R. 1	30,3	31,1	31,1	30,8	31,2	31,6	31,9	28,6
R. 2	32,6	34,0	34,8	34,7	34,8	35,4	35,8	30,9
Ampl.	2,3	2,9	3,7	3,9	3,6	3,8	3,9	2,3

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

Conforme pode ser observado na Tabela 7, é notório que às 11hrs os teores de umidade relativa do ar em todos os dias de coleta na Residência 1 são maiores que na Residência 2. Nessa faixa horária a Residência 2 em dois dias consecutivos apresenta teores de umidade relativa do ar entre 20 e 30% classificado como “estado de alerta” pelo CEPAGRI (2007), esse teor é capaz de causar problemas à saúde humana, sendo preciso evitar exercícios físicos.

Tabela 7. Umidade relativa do ar e amplitudes em % coletada às 11hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05
R.1	63,9	49,9	41,3	41,4	47,1	44,7	52,2	66,9
R. 2	54,0	39,4	29,7	28,5	33,9	30,9	36,5	57,2
Ampl.	9,9	10,5	11,6	12,9	13,2	13,8	15,7	9,7

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

*Legenda: >20% <30% Estado de alerta.

Pelo fato do quintal da Residência 2 não ser sombreado a radiação solar incide diretamente na superfície fazendo com que eleve a temperatura do ar e conseqüentemente diminui o teor de umidade relativa do ar. Neste horário a diferença térmica e higrométrica entre os quintais é mais significativa do que nos horários anteriores, demonstrando uma atuação maior das árvores no comportamento dos elementos climáticos no quintal da Residência 1.

Quarto intervalo horário - das 12hrs às 15hrs

Nesse intervalo horário são encontradas as maiores temperaturas do ar e os menores teores de umidade relativa do ar, pois, são os horários em que mais se recebe radiação solar, principalmente às 12hrs, quando o sol está mais próximo à

superfície e fazendo zênite com a Terra. Porém as maiores temperaturas do ar só serão sentidas às 14hrs, em razão que, a temperatura do ar após entrar em contato com o solo leva cerca de duas horas para alcançar uma altura de dois metros, ao atingir essa altura haverá uma maior área de contato com o corpo humano fazendo-se sentir uma maior temperatura (TORRES; MACHADO, 2011; TUBELIS; NASCIMENTO, 1984).

A seguir, a Tabela 8 apresenta os dados de temperatura do ar e amplitudes térmicas às 14hrs, vale ressaltar que esse foi considerado o horário mais crítico durante todos os dias de coleta, onde foram registradas as temperaturas do ar mais elevadas.

Tabela 8. Temperatura do ar e amplitudes em °C coletada às 14hrs no mês de maio de 2016

	dias de coleta							
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
R. 1	33,4	32,1	33,7	33,7	33,5	33,4	34,1	32,4
R. 2	38,3	37,2	40,2	40,5	40,1	39,1	41,2	37,8
Ampl.	4,9	5,1	6,5	6,8	6,6	5,7	7,1	5,4

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.




Conforme apresentado na Tabela 8, verifica-se que as temperaturas do ar da Residência 1 continuam mais baixas que a Residência 2. Enquanto a Residência 1 apresentou temperatura do ar máxima de 34,1°C no dia 29/05/2016, a Residência 2 no mesmo dia registrou 41,2°C, uma amplitude térmica de 7,1°C. No que diz respeito aos teores de umidade nesse intervalo horário apenas na Residência 2 foram registrados teores de umidade relativa do ar capaz de causar problemas à saúde humana segundo a classificação do CEPAGRI (2007).

Na Tabela 9 é possível identificar cinco dias consecutivos em que foram registrados teores de umidade relativa do ar abaixo de 30% capaz de prejudicar a saúde humana coletadas na Residência 2, enquanto na Residência 1 todos os registros se encontram acima de 31,0%.

Tabela 9. Umidade relativa do ar e amplitudes em % coletada às 14hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
R. 1	50,5	57,2	45,0	32,0	31,0	43,5	36,8	51,2
R.2	33,9	37,9	24,5	12,6	10,2	24,4	15,4	31,0
Ampl.	16,6	19,3	20,5	19,4	20,8	19,1	21,4	20,2

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

*Legenda:  <12% Estado de emergência;  >12% <20% Estado de atenção;  >20% <30% Estado de alerta

Estes baixos teores de umidade relativa do ar, de acordo com o CEPAGRI (2007), podem causar: alergias, problemas respiratórios, sangramento pelo nariz, ressecamento da pele, irritação dos olhos, entre outros problemas a saúde humana. Freitas (2005) ainda ressalta que a umidade relativa do ar estando abaixo de 30%, as partículas de poeira ficam em suspensão agravando os problemas anteriormente citados.

É perceptível que os menores teores de umidade relativa do ar foram identificados entre os dias 25/05/2016 e 29/05/2016, que justamente são os dias e horário que se registraram as maiores temperaturas do ar. Nesses dias, segundo a leitura das imagens disponibilizadas pelo CPTEC/INPE (2018), houve pouca nebulosidade às 12hrs no município de Mossoró, conforme se observa nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9, o que proporciona uma maior propagação da radiação solar.

Observa-se que o terceiro e quarto intervalo horário são os que registram os dados mais críticos, de altas temperaturas do ar e baixas umidades relativas do ar, no entanto, a Residência 1 por possuir arborização, a copa das árvores intercepta a incidência da radiação solar total ou parcial sobre a superfície, conseqüentemente diminuindo a temperatura do ar (LABAKI *et al.*, 2011).

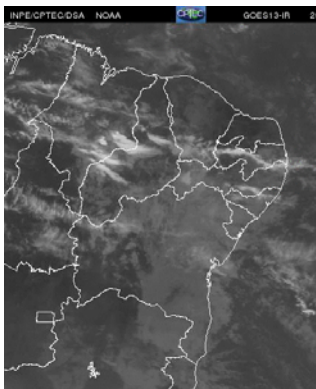
Já a Residência 2, por não possuir arborização em seu quintal, a radiação solar incide diretamente na superfície, ocasionando o aumento da temperatura do ar. Portanto, a arborização presente na Residência 1 foi fundamental para atenuar as temperaturas e equilibrar a umidade nos horários mais críticos do dia em termos de conforto térmico.

Ressalta-se que em localidades com altas temperaturas, como Mossoró/RN, as variáveis: umidade relativa do ar e velocidade do ar são fundamentais para equilibrar a evaporação e conseqüentemente as perdas de calor por transpiração (SANT'ANNA NETO, 2002; LAMBERTS *et al.*, 2016). Ou seja, os valores encontrados no terceiro e quarto intervalos horários são ainda mais críticos nos horários que se combinam as altas temperaturas com os baixos percentuais de umidade relativa do ar.

É importante destacar que o calor pode afetar o conforto e o bem-estar dos seres humanos, pois o conforto térmico está diretamente ligado à satisfação das pessoas perante o ambiente térmico que o circunda e a sua não satisfação em determinado ambiente pode ser gerada pela sensação de desconforto térmico, seja pelo calor ou pelo frio (LAMBERTS *et al.*, 2016).

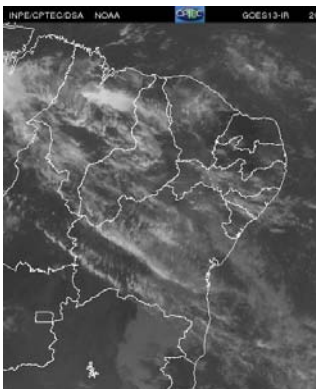
Para haver o balanço térmico do corpo humano é necessária uma constante troca de calor entre o corpo e o meio. A sensação de conforto térmico está relacionada com o esforço realizado pelo organismo para manter esse balanço térmico que ocorre por meio dos mecanismos de termorregulação humana. Um exemplo de como ocorre à eliminação de calor pelo corpo humano é a vasodilatação, onde ocorre um aumento no volume de sangue, acelerando o ritmo cardíaco e, por conseqüente, provocando a transpiração. O principal órgão termorregulador do organismo humano é a pele, pois é a partir dela que se realizam as trocas de calor (LAMBERTS *et al.*, 2016).

Figura 5 – Nebulosidade no município de Mossoró às 12hrs do dia 25/05/2016



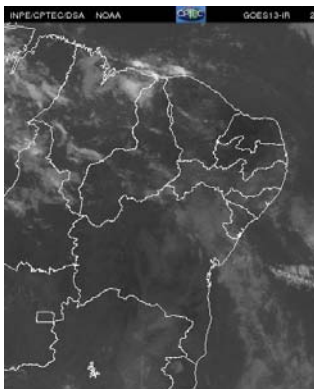
Fonte: CPTEC/INPE (2018).

Figura 6 – Nebulosidade no município de Mossoró às 12hrs do dia 26/05/2016



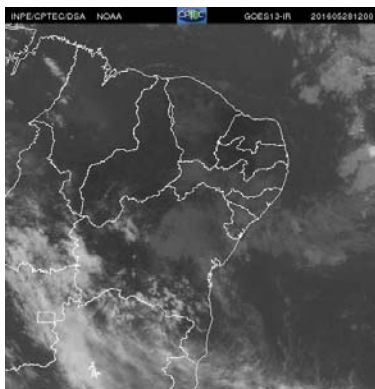
Fonte: CPTEC/INPE (2018).

Figura 7 – Nebulosidade no município de Mossoró às 12hrs do dia 27/05/2016



Fonte: CPTEC/INPE (2018).

Figura 8 – Nebulosidade no município de Mossoró às 12hrs do dia 28/05/2016



Fonte: CPTEC/INPE (2018).

Figura 9 – Nebulosidade no município de Mossoró às 12hrs do dia 29/05/2016



Fonte: CPTEC/INPE (2018).

Nesse contexto, de acordo com Silva (2010) existe uma forte relação entre a termorregulação, regulação circulatória e o ambiente atmosférico, onde as situações de estresse pelo calor podem sobrecarregar o sistema termorregulador comprometendo a saúde das pessoas e podendo até levá-las a morte. Desta forma, as altas temperaturas além de promover o desconforto térmico também podem afetar diretamente à saúde, pois podem comprometer a capacidade do corpo de regular sua temperatura interna. Quando há a perda desse controle da temperatura interna pode acarretar câimbras pelo calor, exaustão pelo calor, insolação e hipertermia na presença de calor extremo (SAROFIM *et al.*, 2016).

Além disso, as altas temperaturas do ar estão associadas ao agravamento de doenças preexistentes, como as doenças crônicas. Pessoas com diabetes, doenças cardiovasculares, doença de *Alzheimer* ou doenças mentais, asma ou pessoas com obesidade ficam mais sensíveis ao estresse pelo calor devido à sobrecarga exercida pelos mecanismos de termorregulação corporal, além do fato de que esses grupos de riscos fazem uso de medicamentos que podem aumentar a sensibilidade do indivíduo com relação às altas temperaturas (BALBUS; CRIMMINS; GAMBLE, 2016).

Quinto intervalo horário - das 16hrs às 19hrs

Nesse intervalo horário as temperaturas do ar começam a cair gradativamente e os teores de umidade relativa do ar começam a se elevarem. As 18hrs ocorre à última incidência de radiação solar, no entanto baixa, e a partir da 19hrs já não há mais influência direta desta (INMET, 2017).

Na Tabela 10 se encontram os valores de temperatura do ar e amplitudes térmicas de ambos os quintais residenciais às 16hrs de todos os dias de coleta. Conforme a leitura da Tabela 10, enquanto a Residência 1 às 16hrs apresenta uma temperatura do ar máxima de 32,5°C no dia 29/05/2016, a Residência 2 apresenta temperatura máxima no mesmo dia de 35,9°C, uma amplitude térmica de 3,4°C, valor considerado alto tendo em vista o horário, já que a radiação solar nesse horário é considerada branda.

Tabela 10. Temperatura do ar e amplitudes em °C coletada às 16hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
R. 1	31,5	28,1	32,2	32,0	32,3	31,5	32,5	31,2
R. 2	35,2	29,2	35,7	34,9	34,3	34,8	35,9	32,7
Ampl.	3,7	1,1	3,5	2,9	2,0	3,3	3,4	1,5

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

A seguir a Tabela 11 traz os valores dos teores de umidade relativa do ar e amplitudes higrométricas registradas as 16hrs. Conforme Tabela 11, os teores de umidade relativa do ar da Residência 1 são bem superiores a Residência 2 que apresenta valores baixos, com exceção do dia 24/05/2016, uma vez que nesse dia a Residência 2 registrou temperatura abaixo dos 30°C o que aumenta a concentração de umidade relativa do ar. As amplitudes higrométricas variaram de 4,6% a 15,8%.

Tabela 11. Umidade relativa do ar e amplitudes em % coletada às 16hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
R. 1	54,1	84,0	56,6	52,2	46,1	55,8	54,8	59,5
R.2	38,4	79,4	41,1	38,9	36,0	40,4	39,0	51,6
Ampl.	15,7	4,6	15,5	13,3	10,1	15,4	15,8	7,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

Sexto intervalo horário - das 20hrs às 23hrs

Esse intervalo horário é considerado o final do ciclo diário, onde há uma perda gradativa de calor e de umidade relativa do ar (SARAIVA, 2014). Por não haver mais influência direta da radiação solar as temperaturas do ar e umidade relativa do ar de ambos os quintais são semelhantes.

Conforme pode ser observado na Tabela 12 as amplitudes térmicas são mínimas, variando entre 0,0°C e 0,3°C.

Tabela 12. Temperatura do ar e amplitudes em °C coletada às 20hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
R. 1	28,2	27,2	29,2	28,6	28,3	28,5	28,9	28,1
R. 2	28,4	27,2	29,4	28,9	28,4	28,6	29,1	28,3
Ampl.	0,2	0,0	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

A umidade relativa do ar em ambas as residências também se assemelha nesse intervalo horário. Conforme se observa na Tabela 13 as amplitudes higrométricas variam de 0,0% e 2,0%, sendo que a Residência 1 ainda apresenta os teores mais altos nesse horário.

Tabela 13. Umidade relativa do ar e amplitudes em % coletada às 20hrs no mês de maio de 2016

	Dias de coleta							
	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
R. 1	69,9	79,8	72,8	68,1	67,8	70,6	70,6	74,1
R. 2	68,5	81,5	71,0	66,1	66,6	69,4	69,2	72,2
Ampl.	1,4	1,7	1,8	2,0	1,2	1,2	1,4	1,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos elementos climáticos coletados nos quintais fica perceptível que o quintal arborizado da Residência 1 apresentou temperaturas do ar menores e teores de umidade relativa do ar maiores que o quintal não arborizado da Residência 2. As diferenças térmicas e higrométricas foram mais significativas no terceiro e quarto intervalos horários, considerados os mais críticos para o conforto térmico humano, pois são nesses horários que ocorrem o aquecimento máximo do dia.

Importante ressaltar que mesmo nos horários considerados mais críticos o quintal da Residência 1 não registrou nenhum teor de umidade relativa do ar prejudicial à saúde humana segundo a classificação do CEPAGRI (2007).

Portanto, as árvores presentes no quintal da Residência 1 foram fundamentais para a regulação microclimática, atenuando as temperaturas e aumentando os teores de umidade relativa do ar. O sombreamento proporcionado pelas copas das árvores diminui o contato da radiação solar com a superfície, além de que em seus processos de evapotranspiração e fotossíntese utilizam do calor o que, conseqüentemente, resfria o ar.

Já no quintal da Residência 2, por não possuir arborização alguma, a radiação solar entra em maior contato com a superfície, ocasionando temperaturas mais elevadas e menores teores de umidade relativa do ar. Essa condição microclimática pode gerar situações de desconforto térmico para os moradores. Além disso, o quintal pode perder sua funcionalidade, tendo em vista que o desconforto térmico torna a realização de atividades no quintal mais dificultosa e desagradável.

Ressalta-se que o município de Mossoró/RN possui temperaturas altas por conta do seu clima Semiárido, e estas ainda podem ser acentuadas devido a seu processo de urbanização, vindo acarretar temperaturas mais elevadas e menores teores de umidade relativa do ar, ambos capazes de prejudicarem a saúde humana.

Diante dessa realidade, é importante reforçar a necessidade de se pensar em árvores nas dependências das residenciais, além de áreas públicas da cidade, pois a melhoria do microclima urbano está diretamente ligada ao conforto térmico e bem-estar dos cidadãos.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. [S.l.]: Bertrand Brasil, 4 ed. 1996.

ARAUJO, A.M. **Arborização e conforto térmico humano: um estudo de caso em três praças públicas do centro urbano de Mossoró/RN**. 2017. 61 f. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2017.

ARAUJO, A.M; SARAIVA, A.L.B.C; GRIGIO, A.M. Conforto térmico humano: um estudo de caso em três Praças públicas do bairro centro, Mossoró (RN). **Revista GeoInterações**, Assú, v.1, n.2, p.31-50, jul./dez. 2017.

BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da arborização no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BALBUS, J., A. CRIMMINS, J.L. GAMBLE, D.R. EASTERLING, K.E. KUNKEL, S. SAHA, AND M.C. SAROFIM. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. **U.S. Global Change Research Program**, Washington, DC, Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health, 2016.

CEPAGRI, Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Escala psicrométrica UNICAMP para indicação de níveis de umidade relativa do ar prejudiciais à saúde humana**. Campinas: CEPAGRI, 2007. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html> Acesso em: 4 dez. 2017

CPTEC, Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos; INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de dados de imagem**. [s.l.]: INPE, 2017. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>. Acesso em: 18 ago. 2018.

FREITAS, R. O que é conforto. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído. 2005. Maceió. **Anais [...]** Maceió: [s.n.], v. 8, 2005, p. 726-735.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. Brasil: Google Earth, 2014. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 14 jan. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse por setores**. Brasil: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acesso em: 13 jun. 2018.

LABAKI, L.C *et al.* Arborização e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, 2011.

LAMBERTS *et al.* **Desempenho térmico de edificações**. Laboratório de Eficiência Energética de Edificações. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 7. ed. 2016.

MASCARÓ, L. MASCARÓ, J. L. **Arborização Urbana**. Porto alegre: [s.n.], 3. ed. 2010.

MONTEIRO, C.A. F. Teoria e clima urbano. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. de F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p.9-68.

NERES, S. C. T; SANTOS, J. S; CARVALHO, R. G. Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo na cidade de Mossoró – Rio Grande do Norte. **Gaia Scientia**, Paraíba, v.9, 44-42, 2015.

PAGNOSSIN, E.M.; BURIOL, G. A; GRACIOLLI, M. A. Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 149-161, 2001.

PAIVA, F. I. B.; ZANELLA, M. E. Microclimas urbanos na área central do bairro da Messejana, Fortaleza/CE. **Revista Equador**, Fortaleza, v.2, p. 153-172, 2013.

PEDRO, J. A. C. B. O. **Definição e avaliação da qualidade arquitetônica habitacional**. 392 f. Dissertação (Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Lisboa, 2000.

SANTA'NNA NETO, J. **Os climas das cidades brasileiras**. São Paulo: Presidente Prudente, 2002.

SARAIVA, A. L. B. C. **O clima urbano de Mossoró (RN): o subsistema termodinâmico**. 2014. 243 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SARAIVA, A. L. B. C.; VALE, C. C. ; ZANELLA, M. E. . Temperaturas na zona urbana e na zona rural no município de Mossoró - RN. **Revista GeoNorte**, Amazonas, v. 2, p. 600-613, 2012.

SAROFIM, M.C., S. SAHA, M.D. HAWKINS, D.M. MILLS, J. HESS, R. HORTON, P. KINNEY, J. SCHWARTZ, AND A. ST. JULIANA. **The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment**. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, Ch. 2: Temperature-Related Death and Illness, 2016.

SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Terezina-PI**. 2009. 155 f. Dissertação (Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA, E. N. **Ambientes atmosféricos intraurbanos na cidade de São Paulo e possíveis correlações com doenças dos aparelhos: respiratório e circulatório**. 2010, 215 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em saúde pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SILVEIRA, F. A; SILVEIRA, J. A. R. Qualidade do espaço residencial: efeitos da verticalização no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa (PB). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 289-305, 2014.

SOUZA, D. M; NERY, J. T. O Conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Geografia**, Londrina, v. 21, n.2. p.65-83, 2012.

TORRES, F.T.P.; MACHADO, P.J.O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1984.